ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ OLED

MSc Διοίκηση Έργων και Ανάπτυξη Προϊόντων

Πανεπιστήμιο Πειραιά

Τυροβολάς Αναστάσιος

Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.Εισαγωγή στην Τεχνολογία OLED
1.1.Ο Αρχιτεκτονικός Φωτισμός OLED
1.2.Η Μελλοντική Εξέλιξη των Συσκευών OLED
1.3.Βασικές Έννοιες Φωτοτεχνίας
1.4.Η Φυσική των Οργανικών Διόδων Εκπομπής Φωτός
2.Τα Προϊόντα Φωτισμού OLED
2.1.Οι Ικανότητες και οι Δυσκολίες των Φωτιστικών OLED
2.2.Η Αισθητική των Φωτιστικών OLED και η Διανομή του Φωτός
3.Ανάπτυξη Προϊόντων Φωτισμού OLED
3.1.Εισαγωγή
3.2.Ανάλυση Προϊόντος
3.2.1.Το Προϊόν που Αναπτύσσεται
3.2.2.Μελέτης της Ανάπτυξης του Προϊόντος σαν Έργο
3.2.3.Οι Πρωτεύοντες Χρήστες
3.3.Η Αρχιτεκτονική του Προϊόντος
3.4.Η Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα του Προϊόντος
3.5.Επίλογος
4.Βιβλιογραφία

Περίληψη

Η εξέλιξη των διόδων εκπομπής φωτός και η ανάπτυξη της τεχνολογίας των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός, οδήγησε στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας πληθώρας προϊόντων που κατέκτησαν την παγκόσμια αγορά ηλεκτρονικών. Η τεχνολογία των OLEDs επέτρεψε την δημιουργία οθονών και φωτιστικών σωμάτων με εκπληκτικές δυνατότητες και εισήγαγε μια φρέσκια καινοτόμο ματιά στον σύγχρονο βιομηχανικό σχεδιασμό.

Στα κεφάλαια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, αρχικά, αναπτύσσεται και αναλύεται εκτενώς η τεχνολογία των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός και γίνονται κάποιες σύντομες αναφορές στην φυσική των χρωμάτων και στην επιστήμη της φωτοτεχνίας με σκοπό την καλύτερη κατανόηση της τεχνολογίας και του τρόπου με τον οποίο η δύναμη αυτής μπορεί να αξιοποιηθεί κατάλληλα ώστε να αναπτυχθούν νέα τεχνολογικά προϊόντα φωτισμού. Στην συνέχεια, αναφέρονται οι προοπτικές και οι δυσκολίες των υπαρχόντων προϊόντων OLED καθώς και οι μέθοδοι με τις οποίες μπορούν να ξεπερασθούν τα προβλήματα αυτά.

Έπειτα, παρατίθεται η λεπτομερής ανάπτυξη ενός καινούργιου φωτιστικού OLED και η ανάλυση όλων των σκοπιών γύρω από αυτό. Οι σκοπιές αυτές αφορούν την σύλληψη της αρχικής ιδέας, τα τεχνικά του χαρακτηριστικά, τους χρήστες στους οποίους στοχεύει, την περιβαλλοντική του βιωσιμότητα και την συνολική του ανάπτυξη του σαν έργο.

Εισαγωγή

Η τεχνολογία και η βιομηχανοποίηση των ημιαγώγιμων υλικών τα τελευταία 60 χρόνια, στηρίζεται στους ανόργανους ημιαγωγούς. Τα υλικά που μονοπωλούν είναι το πυρίτιο, το αρσενιούχο γάλλιο και το γερμάνιο. Τα υλικά αυτά βρήκαν άμεσα πολλές εφαρμογές στην βιομηχανία, φέρνοντας έτσι την επανάσταση στον σχεδιασμό ηλεκτρονικών υπολογιστών, φωτοβολταϊκών πάνελ, τρανζίστορ και κυρίως οθονών υψηλής ευκρίνειας. Όμως, με την εκτεταμένη βιομηχανική χρήση των υλικών αυτών καθώς και τις όλο ένα και αυξανόμενες απαιτήσεις της εποχής, ήταν πλέον επιτακτική η χρήση υλικών που θα παρουσιάζουν μεγαλύτερο χρόνο ζωής, μεγαλύτερη απόδοση και κυρίως φιλικότερη συμπεριφορά ως προς το περιβάλλον.

Το βάρος της επιστημονικής έρευνας επικεντρώθηκε στη μελέτη οργανικών ημιαγώγιμων υλικών με άμεση εφαρμογή στις ηλεκτρονικές και οπτικό-ηλεκτρονικές διατάξεις. Η πρώτη προσέγγιση έγινε με τους ενεργειακούς λαμπτήρες φθορισμού, με βασικό όμως μειονέκτημα το μεγάλο και αντιαισθητικό σχήμα τους. Από την εποχή της επαναστατικής εφεύρεσης των λαμπτήρων από τον Thomas Edison το 1880, ο ηλεκτροφωτισμός έχει καθιερωθεί ως πρότυπη τεχνολογία. Η βιομηχανία φωτισμού κυριαρχείται από λαμπτήρες φθορισμού και λαμπτήρες πυρακτώσεως, λόγω της μακροχρόνιας σταθερότητας και του χαμηλού τους κόστους κατασκευής. Σήμερα, μία από τις πιο γρήγορα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες στον φωτισμό, αποτελεί η τεχνολογία των διόδων εκπομπής φωτός ή αλλιώς των LEDs. Τα τελευταία χρόνια, τα LEDs υψηλής ισχύος παρέχουν υψηλή φωτεινότητα και υψηλή απόδοση στη χρήση τους ως πηγές φωτισμού. Για το λόγο αυτό, οι λαμπτήρες LED έχουν αντικαταστήσει σταδιακά τόσο τους λαμπτήρες πυρακτώσεως όσο και τους λαμπτήρες φθορισμού σε πολλές εφαρμογές. Η λυχνία LED αποτελεί μια τεχνολογία φωτισμού στερεάς κατάστασης ή Solid State Lighting (SSL). Αυτό σημαίνει ότι τα LEDs δεν είναι λαμπτήρες από γυαλί, δεν λειτουργούν με αέρια υπό πίεση, ούτε με τοξικές χημικές ουσίες και δεν έχουν νήματα καύσης. Αντίθετα λειτουργούν με ροή ηλεκτρικής ενέργειας διαμέσου ενός ημιαγωγού που είναι οργανικός ή ανόργανος ή και πολυμερής, δηλαδή εκπέμπουν φως μέσα από το φαινόμενο της ηλεκτροφωταύγειας ενός στερεού σώματος. Ουσιαστικά, ο όρος “φωτισμός στερεάς κατάσταση” αναφέρεται στο γεγονός ότι οι διατάξεις αυτές δεν λειτουργούν με την χρήση θερμικής ακτινοβολίας όπως οι προκάτοχοι τους, οι λαμπτήρες πυρακτώσεως. Αυτά τα ευέλικτα εξαρτήματα

ημιαγωγών, κατέχουν όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που μπορούν να δημιουργήσουν λαμπτήρες με στοιχεία που τόσο οι αντίστοιχοι λαμπτήρες πυρακτώσεως αλλά και οι λαμπτήρες τόξου στερούνται, ενώ είναι αρκετά αποτελεσματικοί ακόμα και όταν τροφοδοτούνται από μπαταρίες χαμηλής τάσης ή σχετικά ανέξοδα τροφοδοτικά μεταγωγής . Μία από τις βασικές διαφορές τους έγκειται στο γεγονός πως οι συσκευές φωτισμού στερεάς κατάστασης εκπέμπουν ορατό φως που ακολουθείται από ελάχιστη παραγωγή θερμότητας και από μειωμένες ενεργειακές απώλειες

Η εισαγωγή των οργανικών ημιαγωγών στην βιομηχανία, οδήγησε στην ανάπτυξη της τεχνολογίας των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός, τα OLEDs. Πρόκειται για μία πολλά υποσχόμενη πηγή φωτισμού που έχει εξελιχθεί σημαντικά εντός των τελευταίων δύο δεκαετιών και παρουσιάζει μεγάλη δυνατότητα περαιτέρω βελτιώσεων. Πρόκειται για διόδους που περιέχουν ένα λεπτό φιλμ, φτιαγμένο από οργανικό ή πολυμερές υλικό ανάμεσα στα ηλεκτρόδια τους, με σκοπό την μεγαλύτερη απόδοση εκπομπής φωτός. Σε σχέση με τις προγενέστερες διόδους, τα OLEDs παρουσιάζουν αυξημένη ισχύ και χρόνο ζωής, ενώ αποτελούν μία καλύτερη επιλογή όσον αφορά το περιβάλλον δεδομένου του ότι τα οργανικά υλικά αποσυντίθενται ευκολότερα και γρηγορότερα από ότι τα ανόργανα. Η απόδοση φωτεινότητας των λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι περίπου 13 έως 20 lm/W, δηλαδή, περισσότερο από το 90% της ενέργειας αποβάλλεται ως θερμότητα.

Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν υψηλότερη απόδοση που κυμαίνεται από 50 έως 100 lm/W, ωστόσο, απαιτούν την ύπαρξη αδρανών αερίων και υδράργυρου στο εσωτερικό ενός γυάλινου σωλήνα κενού. Ωστόσο, δεδομένου ότι αυτές οι τεχνολογίες είναι σχετικά κορεσμένες, οι νέες και φιλικότερες ως προς το περιβάλλον τεχνολογίες αποτελούν το επίκεντρο του ενδιαφέροντος.

Εικόνες 1,2: Φωτιστικά OLED

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο:
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ OLED

Η τεχνολογία των OLEDs αποτελεί μία νέα, ελαφριά και ευέλικτη τεχνολογία απεικόνισης και φωτισμού. Η συναρπαστική τεχνολογία των OLEDs είναι διαθέσιμη σε πολλές μικρές συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, ψηφιακές κάμερες και συσκευές αναπαραγωγής MP3 και έχει ήδη ξεκινήσει να διατίθεται για χρήση σε μεγαλύτερους εργασιακούς και οικιακούς χώρους σαν οθόνες ενημέρωσης και ψυχαγωγίας. Σε αντίθεση με τις συμβατικές λυχνίες LED που αποτελούν σημειακές πηγές, τα OLEDs αποτελούν επιφανειακές πηγές φωτός υψηλής ομοιομορφίας. Το γεγονός αυτό τους προσδίδει την δυνατότητα να έχουν υψηλή φωτεινότητα χωρίς να προκαλούν το φαινόμενο της θάμβωσης. Ένα αξιοσημείωτο πλεονέκτημα των OLEDs είναι η δυνατότητα της ρύθμισης χρώματος λόγω της παρουσίας πολυάριθμων οργανικών υλικών που εκπέμπουν στην ορατή περιοχή.

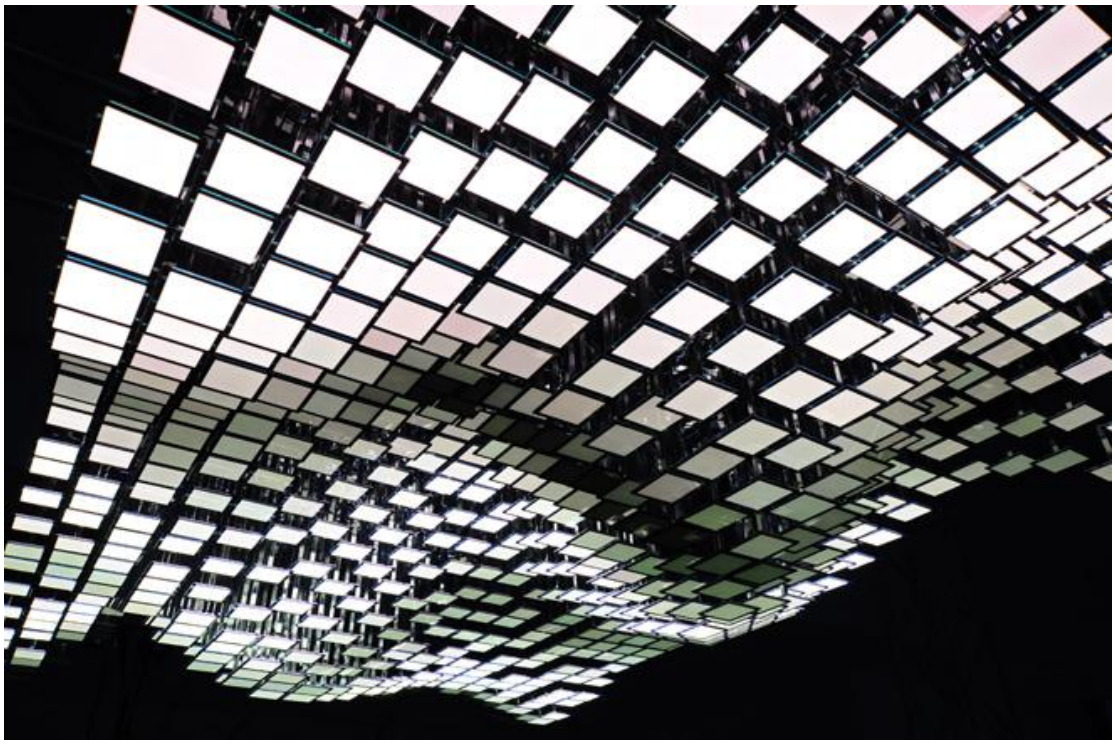
Ο χρόνος ζωής των OLEDs είναι ένα σημαντικό θέμα, μέχρι στιγμής οι συσκευές OLED λευκού φωτός έχουν φτάσει πάνω από 20.000 ώρες διάρκεια ζωής σε πρακτική λειτουργία φωτεινότητας, η οποία είναι μεγαλύτερη από της αντίστοιχη των λαμπτήρων φθορισμού. Επιπλέον, οι μονοχρωματικές συσκευές OLED έχουν αποδειχθεί να έχουν εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής. Λόγω της γρήγορης τεχνολογικής τους εξέλιξης, αναμένεται να επιτευχθεί πολύ μεγάλος χρόνος ζωής και επαρκής σταθερότητα αυτού, στο εγγύς μέλλον. [1] Ιδιαίτερη πρόκληση για τις συσκευές OLED αποτελεί το κόστος τους, το οποίο παραμένει ακόμα υψηλό. Οι νέες τεχνολογίες OLED παρέχουν οικονομικά αποδοτικές μεθόδους παρασκευής οι οποίες μειώνουν την πιθανότητας απώλειας της ποσότητας του οργανικού υλικού, κατά τη διάρκεια της εναπόθεσής του και κατά συνέπεια το κόστος παρασκευής των διόδων.

Τα OLEDs υπόσχονται οθόνες υψηλής ποιότητας προσφέροντας την μέγιστη ευκρίνεια και ποιότητα χρωμάτων καθώς και την μέγιστη μηχανική αντοχή, εισάγοντας ένα νέο είδος εύκαμπτων οθονών που ονομάζονται AMOLED. Οι εύκαμπτες οθόνες AMOLED ξεκίνησαν να παράγονται για πρώτη φορά από τις εταιρίες Samsung και LG Displays, τον Οκτώβριο του 2013. Οι οθόνες αυτές βρήκαν άμεση εφαρμογή σε πολλά καινοτόμα προϊόντα όπως το ρολόι της Apple, το κινητό τηλέφωνο Galaxy S6 Edge και την συσκευή LG G-Flex 2. Εκτός από την κατασκευή οθονών, τα OLEDs υπόσχονται εξαιρετικές εφαρμογές και στον φωτισμό. Την παρούσα στιγμή εταιρίες

σαν τις Philips, Osram, LG Chem και την Konica Minolta έχουν είδη εισάγει τα OLEDs στην αγορά. Βέβαια, το κόστος είναι ακόμα υψηλό και η μαζική παραγωγή και κατανάλωση τους δεν είναι συγκρίσιμη με τα προγενέστερα LEDs. Οι λυχνίες OLED κυκλοφορούν υπό την μορφή πάνελ διαστάσεων μέχρι 320 mm^2 και πάχους περίπου 0.9 mm με απόδοση 60 lm/W. Η προβλεπόμενη, γι' αυτό το πάνελ τιμή, ανέρχεται στα 680 δολάρια ανά πάνελ, τιμή απαγορευτική για το ευρύ κοινό σε σχέση με το πολύ μικρό κόστος ενός συνηθισμένου LED. [2] Όμως, η τιμή αυτή προβλέπεται να μειώνεται δραματικά στο σύντομο μέλλον, δεδομένης της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης εναλλακτικών υλικών κατασκευής του λεπτού οργανικού υμενίου.

Ο φωτισμός OLED, στοχεύει κυρίως στην χρήση των πάνελ για φωτισμό μεγάλων επιφανειών εσωτερικών και εξωτερικών χώρων καθώς και επίπλων. Μέσω της τεχνολογίας OLED είναι δυνατή η κατασκευή φωτεινών επιφανειών όπως αυτόφωτοι τοίχοι, αυτόφωτα δάπεδα, φωτιζόμενα έπιπλα και γενικότερα καθίσταται δυνατός ο φωτισμός οποιασδήποτε επιφάνειας, που εγγυάται ένα εντυπωσιακό αποτέλεσμα υψηλής τεχνολογίας και αισθητικής. Η τεχνολογία των εύκαμπτων OLEDs εκτός από την παραγωγή οθονών, έχει είδη αρχίσει να βρίσκει εφαρμογή και στον τομέα του φωτισμού. Η δημιουργία εύκαμπτων πάνελ φωτισμού που θα επιτρέπουν την προσαρμογή για την εκάστοτε χρήση και την δυνατότητα εύκολης αποθήκευσης, αποτελούσε σενάριο φαντασίας πριν από την εισαγωγή της τεχνολογίας αυτής.

Η οργανική δίοδος εκπομπής φωτός είναι μία διάταξη που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε φωτεινή ακτινοβολία. Αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια, την άνοδο και την κάθοδο καθώς και ένα λεπτό ημιαγώγιμο στρώμα τοποθετημένο μεταξύ τους. Το στρώμα αυτό, μπορεί να είναι φτιαγμένο από μικρά μόρια (SMOLED) ή από μεγαλύτερα μόρια (τα πολυμερικά PLED). Τα υλικά κατασκευής του υποστρώματος ενός OLED, μπορούν να είναι είτε φθορίζοντα είτε φωσφορίζοντα ανάλογα με τις ανάγκες χρήσης. [3] Τα φθορίζοντα υλικά παρουσιάζουν πολύ μεγάλο χρόνο ζωής έναντι των φωσφοριζόντων που προσφέρουν όμως πολύ μεγαλύτερη απόδοση, γεγονός που τα αναγάγει στην προτιμητέα επιλογή στην κατασκευή οθονών με μόνη εξαίρεση το μπλε OLED που εξαιτίας του μικρού χρόνου ζωής του, κατασκευάζεται από φθορίζον υλικό.



Εικόνα 3: Σύστημα Φωτισμού Οροφής OLED, Lumiblade

1.1. Ο Αρχιτεκτονικός Φωτισμός OLED

Η τεχνολογία OLED έχει ήδη κεντρίσει το ενδιαφέρον του αρχιτεκτονικού κόσμου, δεδομένου του ότι αποτελεί μία λεπτή και ελαφριά τεχνολογία που εγγυάται ένα μοναδικό και καινοτόμο αποτέλεσμα πολύ υψηλής αισθητικής. Όμως, η ζήτηση της τεχνολογίας αυτής σαν πηγή φωτισμού, δεν έχει φτάσει ακόμα σε επαρκές επίπεδο. Σύμφωνα με μία αναφορά του Αμερικάνικου Τμήματος Ενέργειας (U.S. Department of Energy) με τίτλο "OLED Lighting in the offices of Aurora Lighting Design, Inc.", τα OLEDs έχουν είδη χρησιμοποιηθεί σαν πηγή φωτισμού σε εργασιακό χώρο. Η παραπάνω αναφορά αποτελεί την πρώτη πλατφόρμα επίδειξης του φωτισμού OLED, καθώς και την πρώτη δοκιμή της τεχνολογίας σε εργασιακό περιβάλλον.

Τον Μάρτιο του 2014, η εταιρία σχεδιασμού φωτισμού Aurora Lighting Design, Inc, Grayslake IL, αποφάσισε να εγκαταστήσει ένα σύστημα φωτισμού OLED. Η Aurora είναι ένα μικρό γραφείο σχεδιασμού αρχιτεκτονικού φωτισμού, το οποίο χρησιμοποιεί σαν βασική πηγή φωτισμού το φυσικό φως και σαν συμπληρωματική πηγή το ηλεκτρικό φως. [4] Το γραφείο αυτό αντικατέστησε τα φωτιστικά εσοχής με το σύστημα φωτισμού OLED της Trilia™, τον Σεπτέμβρη του 2014. Την εποχή εκείνη, τα πάνελ OLED είχαν μικρό ιστορικό ύπαρξης και υπήρχε πολύ μικρή πληροφόρηση σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Η Aurora παρουσίασε πολύ μεγάλο ενδιαφέρον στο σύστημα της Trilia, λόγω του ότι είναι ένα ευέλικτο σύστημα που προσφέρει πολλές επιλογές και υψηλά χαρακτηριστικά, όπως:

- Υψηλό δείκτη χρωματικής απόδοσης (CRI), 89 με μέγιστη τιμή το 100.
- Πολύ καλό και χαμηλό περιβάλλοντα φωτισμό με θερμοκρασία χρώματος 3000K (θερμός φωτισμός), που τον καθιστά ιδανικό για χρήση σε χώρο με χαμηλή οροφή
- Σε σχέση με το προγενέστερο σύστημα LED, το σύστημα OLED προσέφερε φωτισμό υψηλότερης ποιότητας μέσω των πάνελ τα οποία παράγουν ένα απαλό φως μικρής σκίασης που καθιστά δυνατή την παρατήρηση των προσώπων και των εκφράσεων των ατόμων, χωρίς να δημιουργεί ένα κρύο και απρόσωπο εργασιακό περιβάλλον.

- Το φως των πάνελ φτάνει ακόμα και στις κάθετες επιφάνειες του χώρου και έτσι η φωτεινότητα είναι αυξημένη και ιδανική για τον χώρο του γραφείου.

- Η φωτεινότητα μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με τις απαιτήσεις των εργαζομένων και ανάλογα με την χρονική στιγμή της μέρας, χωρίς να προκαλείται το φαινόμενο της θάμβωσης.

- Η εμφάνιση και η αισθητική του συστήματος, αυξάνει την δημιουργικότητα και την καινοτομία των εργαζομένων, καθώς και κεντρίζει το ενδιαφέρον των πελατών, γεγονός που οδηγεί στην αύξηση της δημοτικότητας της εταιρίας.

- Το σύστημα φωτισμού παρέχει την δυνατότητα ρύθμισης της κατανάλωσης της ισχύος, γεγονός που επιτρέπει στην εταιρεία να έχει χαμηλό κόστος κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος, όταν αυτό είναι εφικτό.

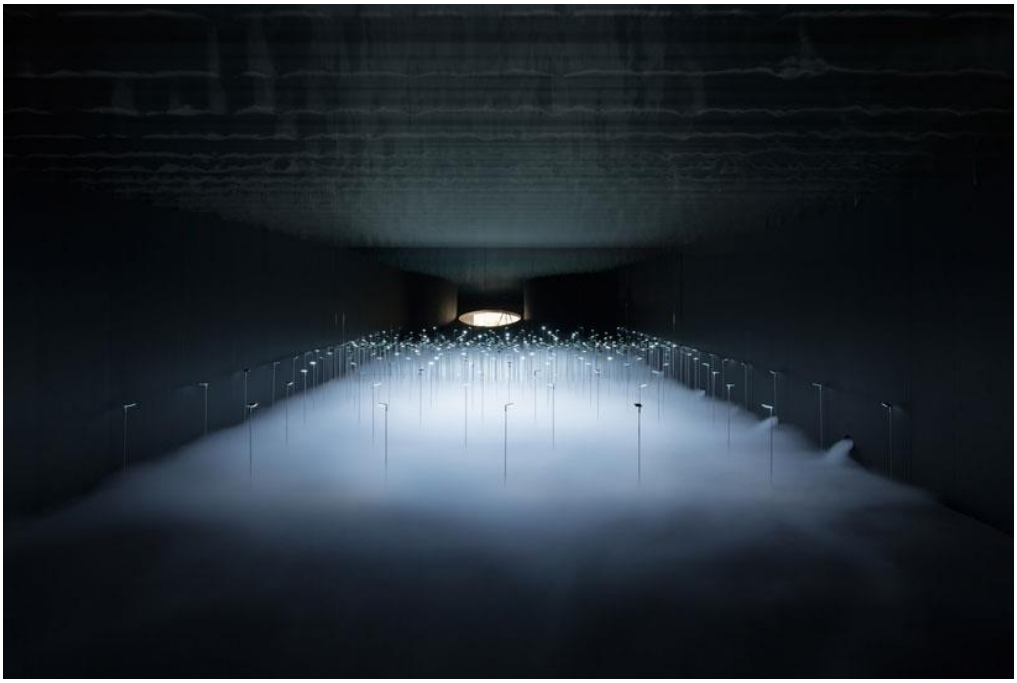
- Σε πλήρη λειτουργία, το σύστημα καταναλώνει 0.62 W/ft^2, αλλά το προσωπικό προτιμά την λειτουργία χαμηλότερης ισχύος, λόγω του ότι αυτή είναι πιο χρήσιμη.

- Η απόδοση του συστήματος ανερχόταν στα 46 lm/W, τιμή που προβλέπεται να διπλασιάζεται μέχρι το τέλος τους 2016.

Εικόνα 4: Τα συστήματα φωτισμού της Trilia

Παρόλα αυτά, η εγκατάσταση του συστήματος αυτού επέφερε και αρκετές προκλήσεις. Μία από αυτές ήταν το γεγονός ότι η διαδικασία τοποθέτησης και σύνδεσης του συστήματος ήταν δύσκολη, λόγω του ότι δεν υπήρχε τεχνική εμπειρία και οι απαραίτητοι τροφοδοτικοί οδηγοί. Αυτό οδήγησε στην εγκατάσταση του συστήματος χρησιμοποιώντας τους οδηγούς LED, γεγονός το οποίο οδήγησε σε δραστική μείωση της απόδοσης του συστήματος λόγω της ασυμβατότητας των δύο τεχνολογιών (οργανικά-ανόργανα ηλεκτρονικά). Ένα ακόμα μειονέκτημα ήταν το μεγάλο μέγεθος των οδηγών, οι οποίοι έπρεπε να εγκατασταθούν σε διπλανό δωμάτιο. Όμως, τα μειονεκτήματα αυτά μπορούν να εξαλειφθούν μέσω της βελτιστοποίησης της τεχνολογίας φωτισμού OLED και κυρίως μέσω της βελτιστοποίησης του τεχνικού εξοπλισμού εγκατάστασης. [5] Για την πλήρη βιωσιμότητα του αρχιτεκτονικού φωτισμού OLED, θα πρέπει να υπάρξει υψηλότερη απόδοση, μικρότερο κόστος και καλύτερα εξαρτήματα.

Τα OLEDs έχουν, ήδη, αρχίσει να κεντρίζουν το ενδιαφέρον του αρχιτεκτονικού και σχεδιαστικού κόσμου και γενικότερα της αγοράς, γι’ αυτό η ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτής θα την αναγάγει σε μία από τις κυρίαρχες τεχνολογίες στον χώρο του φωτισμού. Ένα πολύ μεγάλο βήμα, στην κατεύθυνση αυτή, αποτέλεσε και η αναφορά της Aurora η οποία παρουσίασε το δυναμικό της τεχνολογίας. Σήμερα, τα περισσότερα προαναφερθέντα προβλήματα έχουν λυθεί μέσω της πολύ γρήγορης ανάπτυξης των πάνελ, τα οποία παρέχουν ένα άριστα καλλιτεχνικό και αποδοτικό αποτέλεσμα μεταμορφώνοντας τον κάθε χώρο σε ένα αισθητικό αριστούργημα.

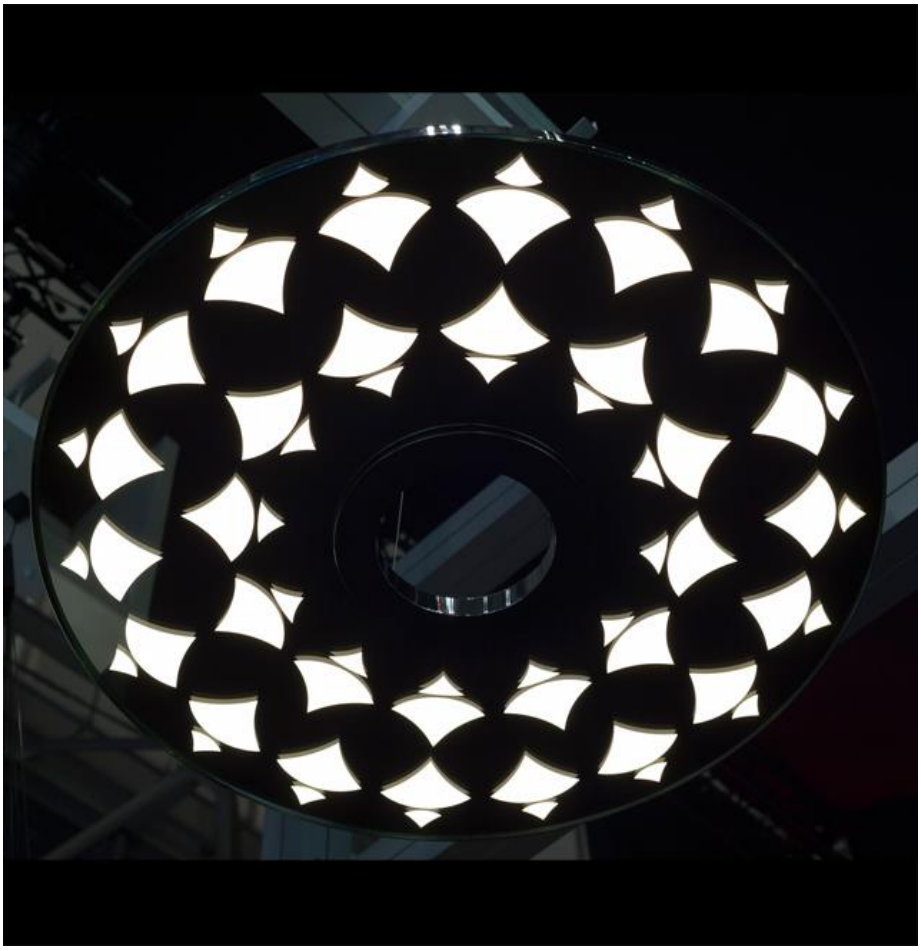


Εικόνες 5,6: Φωτιζόμενος χώρος OLED, Chikara Ohno Yoko Ando, Izuni Okayasu Lights, Milan

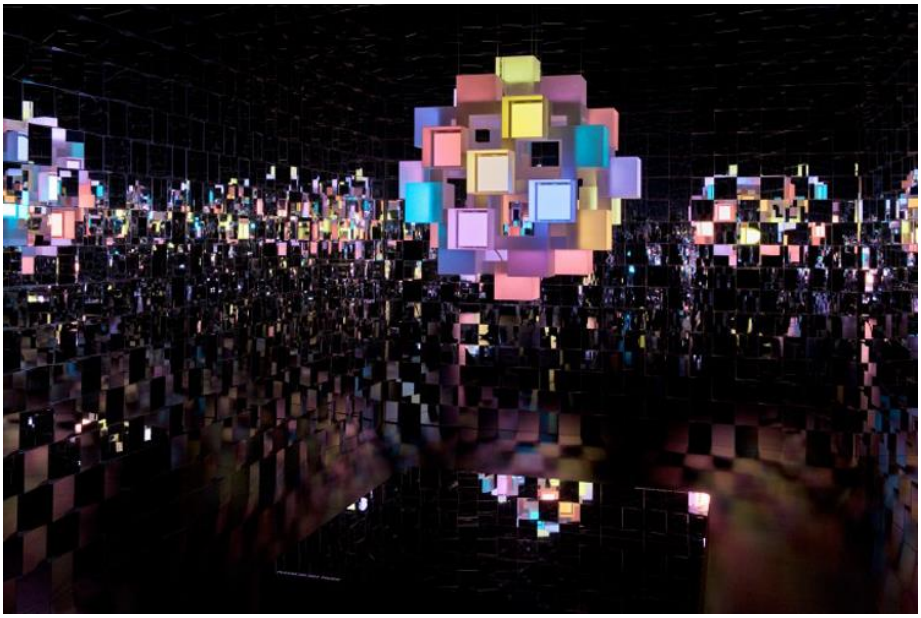
Η τεχνολογία OLED επιτρέπει τον σχεδιασμό συστημάτων φωτισμού τα οποία είναι διαδραστικά με τους ανθρώπους, γεγονός που τα καθιστά ιδανικά για χρήση που είναι φιλική προς το χρήστη. Η αξία του φωτισμού OLED έγκειται στο γεγονός ότι η μορφή του είναι μινιμαλιστική, κομψή, παιχνιδιάρικα αυστηρή, ατμοσφαιρική και ελαφριά χωρίς να παρουσιάζει το φαινόμενο της θάμβωσης ή του ανομοιόμορφου φωτισμού. Τέλος, το σημαντικότερο προσόν του φωτισμού OLED είναι η απαράμιλλη σχεδιαστική ελευθερία που προσφέρει δίνοντας, με αυτόν τον τρόπο, την δυνατότητα για έκφραση όλης της δημιουργικότητας, φαντασίας και καινοτομίας του σχεδιαστή.

Εικόνα 7: OLED φωτιστικό – βιβλιοθήκη, IN - TENTA

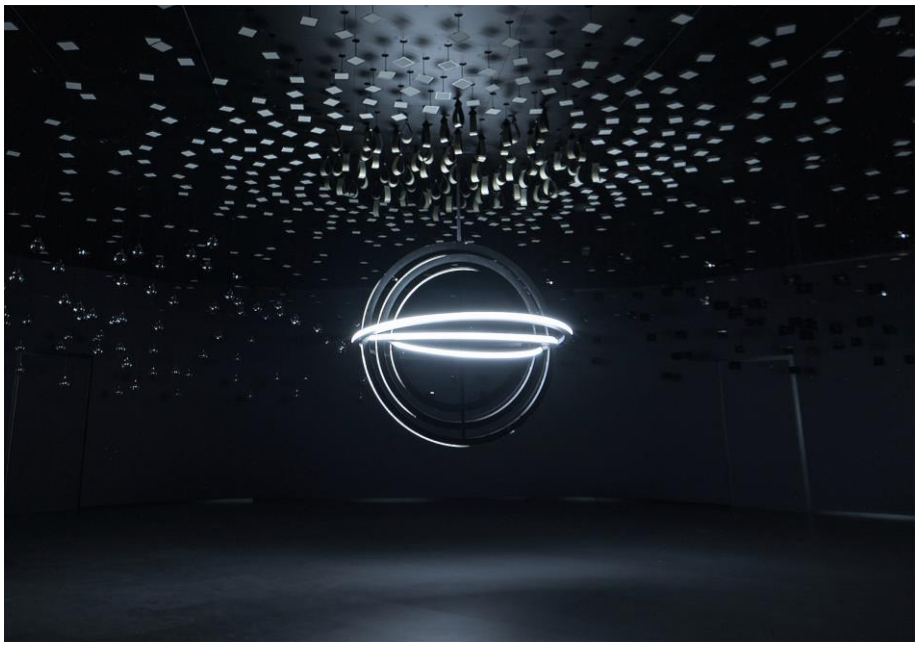
Λόγω του μικρού μεγέθους και βάρους ενός πάνελ OLED, αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οποιαδήποτε επιφάνειας μεγάλων ή και μικρών διαστάσεων , μετατρέποντάς της σε αυτόφωτη. Με αυτό τον τρόπο, επιτυγχάνεται πολύ σημαντική εξοικονόμηση χώρου, παράγοντας πολύ χρήσιμος στην σύγχρονη εποχή. Ταυτόχρονα, με τον φωτισμό οποιασδήποτε επιφάνειας, ο εκάστοτε χώρος μετατρέπεται σε κάτι πολύ πρωτότυπο αφήνοντας, συγχρόνως, στον χρήστη την ελευθερία της αυτοέκφρασης.



Εικόνα 8: Φωτιστικό OLED, Verbatim Exhibition “VELVE” 2011. Milan



Εικόνα 9: Φωτιστικό OLED, Verbatim Exhibition “VELVE” 2011. Milan



Εικόνα 10: OLED Light Installation, LG

1.2. Η Μελλοντική Εξέλιξη των Συσκευών OLED

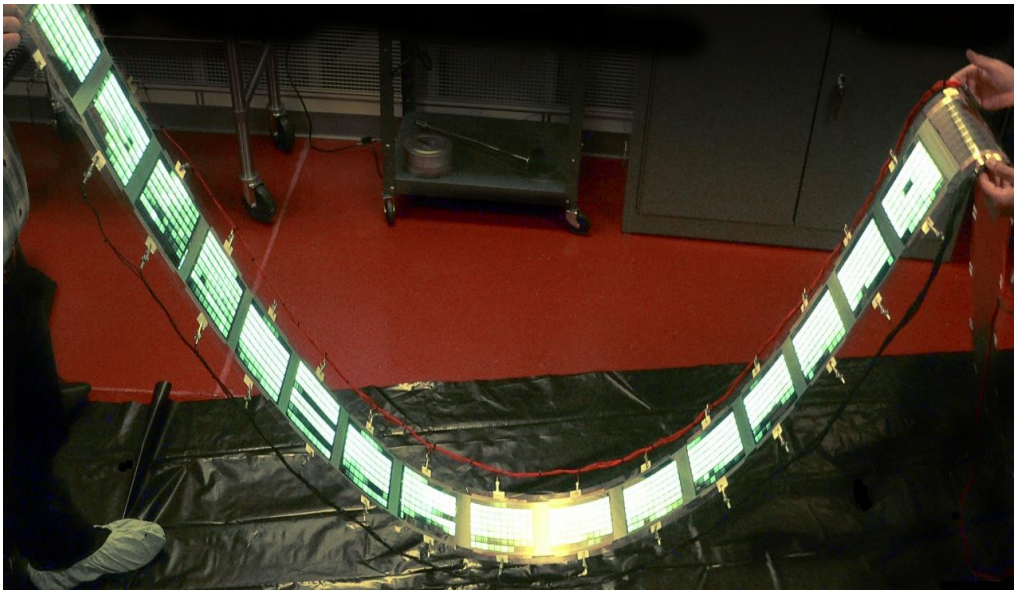
Η τεχνολογία OLED χρησιμοποιείται ήδη στην κατασκευή κινητών τηλεφώνων, συσκευών αναπαραγωγής MP3 και τηλεοράσεων. Όμως, η τεχνολογία αυτή έχει την δυνατότητα τεράστιας εξέλιξης και μπορεί να κυριαρχήσει στον εμπορικό κόσμο, λόγω των παρακάτω χαρακτηριστικών της:

I.Οι συσκευές OLED είναι εξ' ολοκλήρου στερεές συσκευές και για αυτό το λόγο καθίστανται χρήσιμες σε οποιαδήποτε εφαρμογή που απαιτεί ευκαμψία.

II.Χρησιμοποιούν ηλεκτρόδια υψηλού ρυθμού μετάδοσης, τα οποία επιτρέπουν τον σχεδιασμό διαφανών συσκευών.

Η τεχνολογία OLED έχει είδη εγκαινιάσει μία νέα εποχή στην κατασκευή οθονών, οι οποίες έχουν πολύ μεγάλη επιφάνεια, είναι διαφανείς και εύκαμπτες, καθώς και παρουσιάζουν ολοένα και μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση. Η ευελιξία των συσκευών OLED επιτρέπει στους κατασκευαστές να τις παράγουν με roll-to-roll διαδικασίες και τους επιτρέπει τον σχεδιασμό εύκαμπτων οθονών και φωτιστικών. Ένα από τα ελκυστικά χαρακτηριστικά των οργανικών υλικών, αποτελεί η δυνατότητα σχεδιασμού λεπτών φιλμ που προορίζονται για εύκαμπτες συσκευές. Τα λεπτά φιλμ μπορούν να κατασκευαστούν μέσω μεθόδων υψηλής απόδοσης και χαμηλών θερμοκρασιών, που αποτελούν τις καθιερωμένες τεχνικές εκτύπωσης roll-to-roll. [5] Η δυνατότητα χρησιμοποίησης εύκαμπτων πολυμερών υποστρωμάτων σε μία εύκολα επεκτάσιμη διαδικασία εκτύπωσης υψηλής ταχύτητας (όπως η εκτύπωση roll-to-roll), μπορεί να μειώσει αρκετά το κόστος παραγωγής και κατ' επέκταση το χρόνο αποπληρωμής της συσκευής.

Η μέθοδος εκτύπωσης roll-to-roll αποτελεί μία κατασκευαστική μέθοδο που έχει εξελιχθεί σε μία από τις εξέχουσες τεχνολογίες για τα οργανικά υλικά. Αυτή η κομψή διαδικασία επιτρέπει την εναπόθεση του υλικού από την μορφή διαλύματος κατευθείαν σε συγκεκριμένα σημεία ή σε συγκεκριμένες επιφάνειες πάνω σε εύκαμπτα υποστρώματα ή σε άκαμπτα φύλλα.



Εικόνα 11: Εκτύπωση roll-to roll συσκευής OLED

Στο παρελθόν, τα περισσότερα OLEDs που κυκλοφορούσαν στο εμπόριο, κατασκευάζονταν πάνω σε άκαμπτα γυάλινα υποστρώματα. Τα εύκαμπτα πλαστικά υποστρώματα που χρησιμοποιούνται σήμερα, χρειάζονται βελτιωμένα μονωτικά στρώματα ώστε να παρέχουν την μέγιστη προστασία της συσκευής από την υγρασία και την οξείδωση. Επίσης, για την δημιουργία λεπτών και εύκαμπτων μεταλλικών ή γυάλινων OLEDs, απαιτείται η ανάπτυξη της τεχνολογία ενθυλάκωσης λεπτού φιλμ. [5] Στις επόμενες παραγράφους αναλύονται όλα τα βήματα που πρέπει να γίνουν ώστε η τεχνολογία OLED να κυριαρχήσει στο μέλλον.

Εικόνα 12: Κυρτή τηλεόραση LG

Εικόνα 13: Τηλεόραση OLED, LG

1.3. Βασικές Έννοιες Φωτοτεχνίας

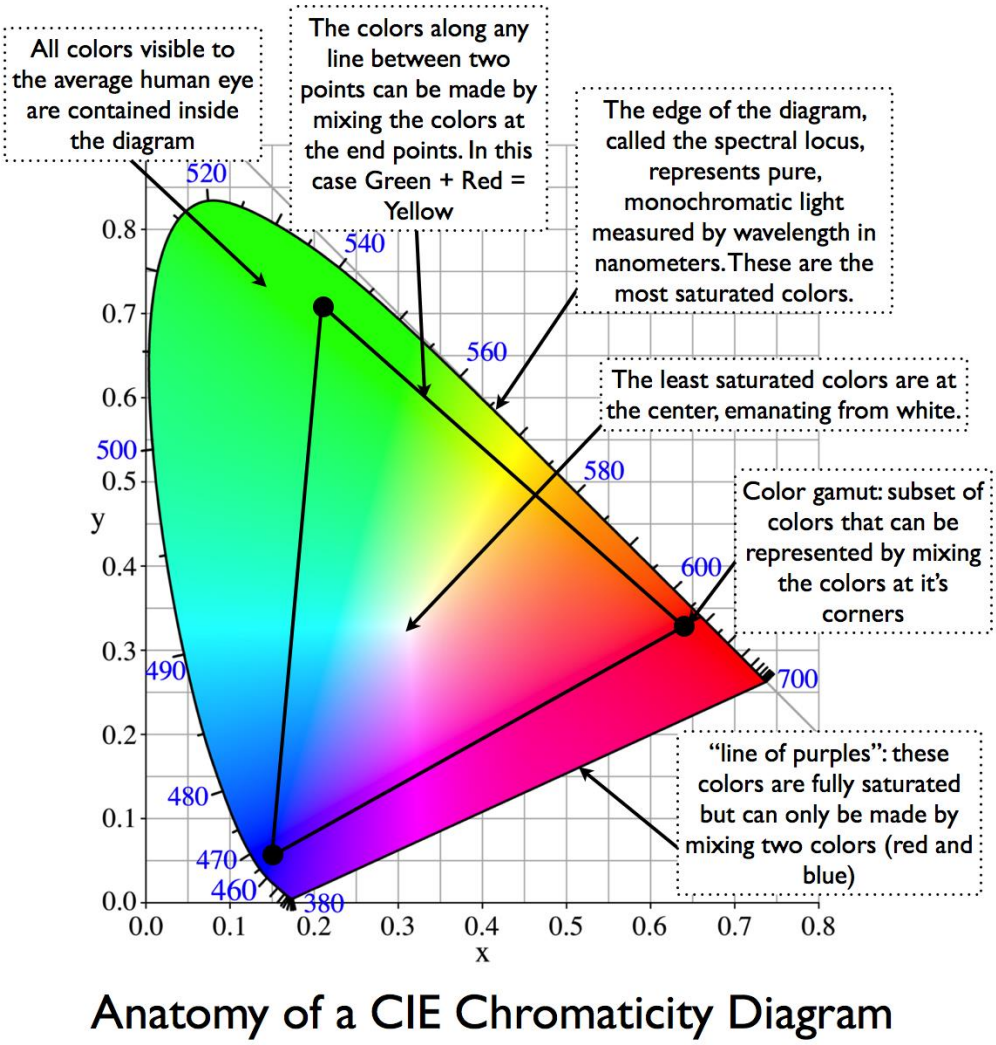
Πολλές εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον τομέα του φωτισμού και στον τομέα των οθονών έχουν ήδη μελετήσει σε βάθος την τεχνολογία των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός και έχουν αντιληφθεί το τεράστιο δυναμικό της τεχνολογίας αυτής. Πρόκειται για μία από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες της εποχής και οι δυνατότητες που προσφέρει την αναγάγουν σε μία από τις πιο πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες που έχουν εισαχθεί στην αγορά. Το βασικότερο προτέρημα της τεχνολογίας αυτής έγκειται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει ανταγωνίστρια ιδέα που να προσφέρει ίδια ή έστω και παρόμοια αποτελέσματα, τόσο σε τεχνικό όσο και σε επιχειρηματικό επίπεδο. Οι περισσότερες εφαρμογές ανάπτυξης της τεχνολογίας στην αγορά παρατηρούνται στις οθόνες τηλεοράσεων που κατακλύζουν κάθε κατάστημα και αλυσίδα καταστημάτων σε όλο τον κόσμο.

Πρόκειται για μία ασταμάτητη τεχνολογία που αφενός καλύπτει σημαντικές ανάγκες των χρηστών της και ταυτόχρονα έχει προκαλέσει τον ολοένα και επιταχυνόμενο αφανισμό όλων των προγενέστερων τεχνολογιών απεικόνισης. Αρχικά, οι οθόνες αυτές έχουν τεράστιο δείκτη χρωματικής απόδοσης C.R.I, ένα

μέγεθος που παρουσιάζει το κατά πόσο μια πηγή φωτισμού παρέχει επαρκή αναπαραγωγή χρωμάτων του ακτινοβοληθέντος αντικειμένου. [6] Ο δείκτης αυτός είναι ένα τεχνικό στοιχείο κλειδί τόσο στην τεχνολογία φωτισμού, όσο και στην τεχνολογία οθονών. Καμία προγενέστερη τεχνολογία στους τομείς αυτούς δεν έχει αναδείξει τόσο αποτελεσματική τιμή του δείκτη χρωματικής απόδοσης, γεγονός που αποτελεί το πρώτο καταλυτικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας OLED, έναντι των ανταγωνιστών της.

Εικόνα 14:Η διαφορές στον δείκτη CRI

- Η πραγματική σημασία του δείκτη χρωματικής απόδοσης CRI αποδίδεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εικόνα 15: Το διάγραμμα CIE

Χρησιμοποιείται ευρέως ώστε να παρουσιάσει την αναπαραγωγή των χρωμάτων του ανακλώμενου φωτός στις συσκευές φωτισμού. Μεγάλη τιμή του δείκτης απόδοσης οδηγεί σε πολύ έντονα χρώματα. Το διάγραμμα παρουσιάζει την χρωματική διαφορά ανάμεσα σε δυο πηγές φωτός όπου το φάσμα τους πρέπει να βρίσκεται πολύ κοντά στο φάσμα μέλανος σώματος ώστε να υπάρχει υψηλός δείκτης χρωματικής απόδοσης.

Γι' αυτό και το λευκό OLED εμφανίζει μεγαλύτερο δείκτη χρωματικής απόδοσης από μία ισχνή πηγή LED ή leiser, γεγονός που αποτελεί στρατηγικό τεχνικό πλεονέκτημα έναντι των οθονών και φωτιστικών LED, που δεν αξιοποιούν την επιφανειακή εκπομπή φωτός. [1] Συμπερασματικά, ο δείκτης χρωματικής απόδοσης των συσκευών OLED καλύπτει την ανάγκη των χρηστών για

υπερρεαλιστική απόδοση χρωμάτων, σκιών, προσώπων και αντικειμένων σε μία οθόνη και ταυτόχρονα καλύπτει τις ανάγκες των χρηστών συσκευών φωτισμού για λευκό, απαλό ή έντονο φωτισμό που δημιουργεί το φαινόμενου του φυσικού φωτισμού από μία τεχνητή πηγή που είναι ιδανική τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς χώρους.

Εικόνα 16: Υψηλός δείκτης χρωματικής απόδοσης

Φωτισμός ονομάζεται η σκόπιμη χρήση τεχνητού ή φυσικού φωτός, με σκοπό την επίτευξη ενός πρακτικού ή αισθητικού αποτελέσματος ή και των δύο. Στις ανεπτυγμένες κοινωνίες, ο τεχνητός φωτισμός είναι ένας αναγκαίος και δεδομένος παράγοντας επιβίωσης για τον άνθρωπο. Η αναγκαιότητα του φωτισμού δεν είναι μόνο πρακτική, αλλά επίσης έγκειται στο γεγονός ότι ο φωτισμός επηρεάζει τον άνθρωπο ψυχολογικά και σωματικά. Ανάλογα με το χώρο που χρησιμοποιείται αλλά και τον σκοπό τον οποίο επιτελεί, ο φωτισμός διακρίνεται σε πολλά είδη, όπως ο διακοσμητικός φωτισμός, ο φωτισμός εργασίας, ο φωτισμός χαλάρωσης και ξεκούρασης, ο φωτισμός απομόνωσης και ο φωτισμός κοινωνικών συναναστροφών.

Ως φωτοτεχνία ορίζεται ο κλάδος της επιστήμης που μελετά την τεχνολογία του φωτισμού με σκοπό την ορθότερη χρήση του καθώς και την επίτευξη των βέλτιστων αποτελεσμάτων στην ζωή και την διάθεση του σύγχρονου ανθρώπου. Στον άνθρωπο το φως γίνεται αντιληπτό μέσω των οφθαλμών.

Το σύνολο των μεγεθών που χρησιμοποιούνται για τον χαρακτηρισμό του τρόπου με τον οποίο το φως γίνεται αντιληπτό από τον άνθρωπο, ονομάζονται φωτομετρικά μεγέθη και ο αντίστοιχος κλάδος ονομάζεται φωτομετρία. [5] Ακολουθούν μερικά φωτομετρικά μεγέθη που εξηγούν τα προτερήματα της τεχνολογίας φωτισμού OLED μέσα από τα μάτια της επιστήμης:

1. Η Φωτεινή Ροή (Luminous Flux, Φ)

Η φωτεινή ροή μιας πηγής εκφράζει τον ρυθμό εκπομπής φωτός μίας πηγής φωτός και έρχεται σε αντιστοιχία με την ηλεκτρική ισχύ, καθώς συνιστά για τους λαμπτήρες ότι η ηλεκτρική ισχύς των υπόλοιπων συσκευών. Δηλαδή, η φωτεινή ροή είναι το φωτομετρικό μέγεθος που χαρακτηρίζει τους λαμπτήρες και η ηλεκτρική ισχύς απλά πληροφορεί τον χρήστη για την ενεργειακή τους κατανάλωση. Μονάδα μέτρησης της φωτεινής ροής αποτελεί το Lumen (lm). Η φωτεινή ροή των συσκευών OLED αποτελεί την μέγιστη τιμή που έχει ποτέ επιτευχθεί σε τεχνολογίες φωτισμού, δεδομένο που αναγάγει την τεχνολογία αυτή στην πλέον αποτελεσματικότερη.

2. Η Λαμπρότητα (Luminance, L)

Η έννοια της λαμπρότητας αφορά τον προσδιορισμό της «φωτεινότητας» μίας αυτόφωτης ή μιας ετερόφωτης επιφάνειας. [6] Η λαμπρότητα μεταβάλλεται ανάλογα με το μέγεθος της επιφάνειας και την θέση του παρατηρητή, ως προς αυτήν. Πολύ υψηλά επίπεδα λαμπρότητας μπορούν να προκαλέσουν το φαινόμενο της θάμβωσης (glare) που συνεπάγεται της δυσκολία διάκρισης διαφόρων αντικειμένων στην κατεύθυνση του φωτός. Η θάμβωση προκαλείται και από πολύ μεγάλες τιμές της λαμπρότητας αλλά και από την κακή κατανομή της λαμπρότητας αυτής όπως και της απότομης αυξομείωσης της. Το φαινόμενο της θάμβωσης εμφανίζεται σε τρεις μορφές:

- Τη θάμβωση ενόχλησης, η οποία ταλαιπωρεί του οφθαλμούς του παρατηρητή χωρίς να εμποδίζει την οπτική τους απόδοση.

- Τη θάμβωση ανικανότητας η οποία συνδέεται με την ύπαρξη ποσότητας φωτός στο σύνολο του οπτικού πεδίου, που είναι ικανή να μειώσει την διαφορά λαμπρότητας μεταξύ αντικειμένων και περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα αυτά να είναι δυσδιάκριτα στον παρατηρητή. Γι' αυτόν τον λόγο είναι επιτακτικό να αυξηθεί ο φωτισμός του περιβάλλοντος ώστε η αντίθεση μεταξύ αυτού και του αντικειμένου να είναι ικανοποιητικά μικρή.

- Τη απόλυτη θάμβωση, κατά την οποία γίνεται αδύνατη η διάκριση οποιουδήποτε αντικειμένου λόγω υπερβολικού φωτισμού.

Οι συσκευές φωτισμού OLED παρουσιάζουν ελάχιστη δημιουργία θάμβωσης.

3. Η Απόδοση Φωτεινής Πηγής (Luminous Efficiency)

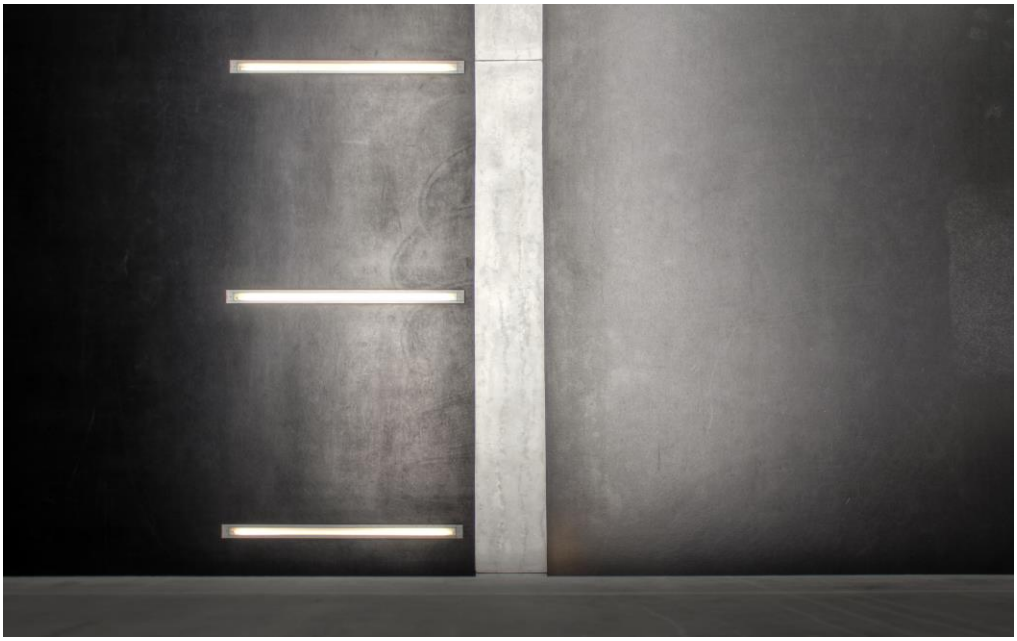
Η έννοια της απόδοσης μίας φωτεινής πηγής χρησιμοποιείται για να συσχετίσει το ποσό της αποδιδόμενης φωτεινής ροής μιας πηγής με την ηλεκτρική ισχύ που αυτή καταναλώνει. Εκφράζεται μέσω του συντελεστή απόδοσης φωτεινής πηγής n, ο οποίος δίνεται από το πηλίκο της φωτεινής ισχύος προς την ηλεκτρική ισχύ:

$$n = \frac{\Phi}{P_{H\lambda}}$$

Και μετριέται σε Lumen/Watt, lm/W.

Έναντι των συσκευών LED και των λαμπτήρων πυρακτώσεως και φθορισμού, οι συσκευές OLED παρουσιάζουν πολύ καλύτερη απόδοση, δεδομένου του ότι η φωτεινή ροή Φ είναι αρκετά μεγαλύτερη από τις προηγούμενες τεχνολογίες και η ηλεκτρική ισχύς κατανάλωσης είναι πολύ πιο μικρή από τις λάμπες φθορισμού και πυρακτώσεων και ταυτόχρονα σχεδόν ίδια με αυτήν των ενεργειακά αποδοτικότατων LED. [7] Συνεπώς, οι συσκευές OLED αποτελούν τις αποτελεσματικότερες συσκευές που βρίσκονται στην αγορά, την παρούσα στιγμή.

Γνωρίζοντας την φυσική σημασία των μεγεθών αυτών καθώς και τις βασικές αρχές του φωτομετρικού σχεδιασμού, είναι δυνατή η ανάπτυξη της τεχνολογίας του φωτισμού για οποιοδήποτε χώρο και για οποιαδήποτε χρήση, με βασικό άξονα την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών σε μία εποχή που οι ανάγκες αυξάνονται μέρα με την μέρα αλλά ταυτόχρονα ο τρόπος ζωής χρειάζεται να γίνει, απλοποιημένα, πιο ανθρώπινος.



Εικόνα 17: Φωτιστικά τοίχου OLED

Ένας πολύ βασικός πυλώνας της οπτικό-ψυχοσυναισθηματικής ικανοποίησης του ανθρώπου, αποτελεί η έννοια του χρώματος. Επομένως, η ανάπτυξη των συσκευών φωτισμού πρέπει να λαμβάνει υπόψιν της τη εκπομπή φωτός που αναδεικνύει τέλεια τα χρώματα του χώρου και με αυτόν τον τρόπο, να δημιουργεί οπτική αρμονία και αισθητική πληρότητα. [6] Ακολουθούν λίγες πληροφορίες για την φύση των χρωμάτων, που πρέπει να μελετηθούν και να κατανοηθούν σε βάθος για τον αποτελεσματικότερο σχεδιασμό καινοτόμων προϊόντων φωτισμού.

Το χρώμα ορίζεται σαν μία υποκειμενική ψυχοσωματική ερμηνεία του ορατού φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Κάθε χρώμα αποτελεί μία μονοχρωματική ακτινοβολία, τα μήκη κύματος αυτών των ορατών ακτινοβολιών κυμαίνονται μεταξύ των 380nm και των 700nm. Οι ακτινοβολίες αυτές συνιστούν το ορατό φάσμα του φωτός και η μίξη τους παράγει το λευκό φως, όπως πρώτος διαπίστωσε ο Ισαάκ Νεύτωνας. Το ορατό φάσμα χωρίζεται σε τρείς βασικές περιοχές:

- Στην περιοχή κόκκινου φωτός, 600 nm – 700 nm
- Στην περιοχή πράσινου φωτός, 600 nm – 500 nm
- Και στην περιοχή μπλε φωτός, 500 nm – 400 nm

Αυτές οι τρείς δέσμες ονομάζονται θεμελιώδη ή πρωταρχικά χρώματα, δεδομένου ότι η ισομερής ανάμειξη τους παράγει λευκό φως. [8] Εκτός από λευκό φως, με τον σωστό ποσοτικό συνδυασμό των χρωμάτων αυτών γίνεται η παραγωγή όλων των χρωμάτων του ορατού φάσματος, βέβαια από όλα αυτά τα παραγόμενα χρώματα το ανθρώπινο μάτι μπορεί να αντιληφθεί περίπου 10 εκατομμύρια χρώματα.

Εικόνα 18: Τα χρώματα ενός χαμαιλέοντα

Ο τρόπος με τον οποίο διαδίδεται το φως, αλλά και όλα τα κύματα, εξαρτάται από τα αντικείμενα τα οποία συναντάει στην πορεία του. Δηλαδή, το φως με βάση τα χαρακτηριστικά και την μοριακή δομή του υλικού μπορεί να ανακλαστεί σε αυτό ή να απορροφηθεί από αυτό ή και να το διέλθει από το εσωτερικό του. Όσον αφορά την αίσθηση του χρώματος, οι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι είτε αντικειμενικοί είτε υποκειμενικοί. Οι αντικειμενικοί παράγοντες αφορούν το ερέθισμα που φτάνει στον ανθρώπινο οφθαλμό και αποτελούν όλα τα φωτομετρικά μεγέθη που αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα. Σαν υποκειμενικοί παράγοντες

αναφέρονται οι παράγοντες όπως η απόχρωση και ο βαθμός κόρου του εκάστοτε χρώματος.

Η απόχρωση οφείλεται στην ύπαρξη μεγαλύτερης ποσότητας μιας μονοχρωματικής δέσμης κατά την μίξη των χρωμάτων, ενώ ο βαθμός κόρου αφορά την καθαρότητα των χρωμάτων. [8] Τα χρώματα που δεν παρουσιάζουν απόχρωση και κορεσμό (βαθμό κόρου), όπως το γκρι, ονομάζονται άχροα ή αχρωματικά. Ο κορεσμός (saturation) αποτελεί ένα μέγεθος που περιγράφει την καθαρότητα ενός χρώματος, δηλαδή περιγράφει το ποσοστό της πρόσμιξης ενός συγκεκριμένου χρώματος (κυρίως του λευκού) μέσα σε ένα άλλο.

Εικόνα 19: Οι σκιές του αχρωματικού γκρι

Εικόνα 20: Ο κορεσμός του αχρωματικού γκρι

Το αποτέλεσμα της προσθήκης μαύρου χρώματος σε οποιοδήποτε χρώμα, ονομάζεται σκιά (shade). Εκτός από τα τρία βασικά χρώματα που προαναφέρθηκαν, υπάρχουν και τα σύνθετα χρώματα. Σαν σύνθετα χαρακτηρίζονται τα χρώματα που προκύπτουν από την σύνθεση δύο εκ των τριών βασικών χρωμάτων. Η διαδικασία της σύνθεσης των χρωμάτων ονομάζεται προσθετική μέθοδος. Αναλυτικότερα, η σύνθεση δύο βασικών δεσμών δίνει τα εξής αποτελέσματα:

- Μπλε + Πράσινο = Κυανό
- Κόκκινο + Μπλε = Ματζέντα
- Πράσινο + Κόκκινο = Κίτρινο

Αυτά τα τρία παραγόμενα χρώματα ονομάζονται συμπληρωματικά των τριών βασικών χρωμάτων γιατί ο συνδυασμός ενός από αυτά με το βασικό χρώμα που απουσιάζει από την σύνθεση, δίνει λευκό χρώμα. Δηλαδή:

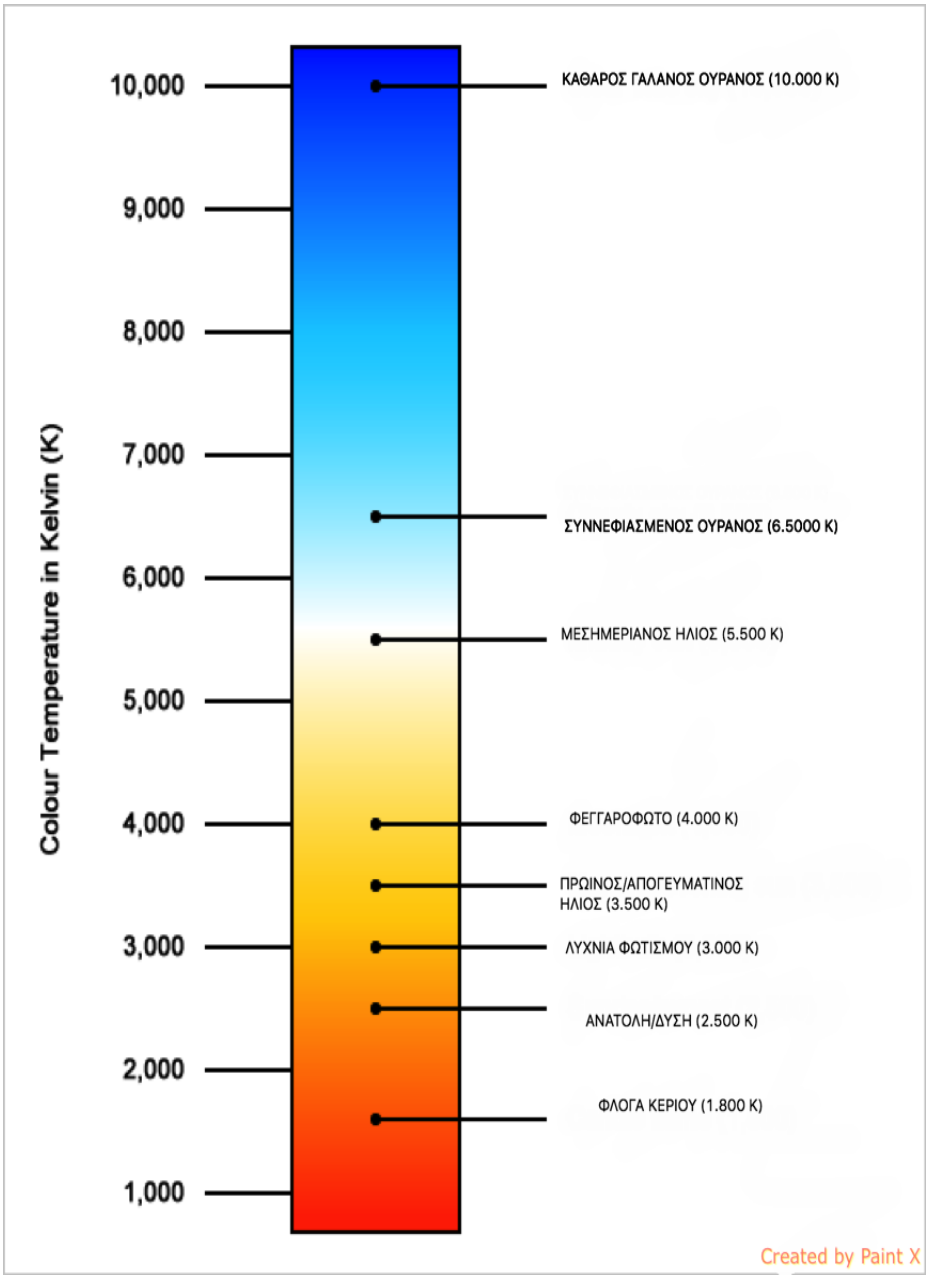
- Μπλε + Πράσινο = Λευκό
- Πράσινο + Ματζέντα = Λευκό
- Κόκκινο + Κυανό = Λευκό

Η προσθετική μέθοδος οφείλει το όνομα της στο γεγονός ότι κατά την ανάμιξη δύο ή τριών φωτεινών δεσμών παράγεται μία δέσμη με μεγαλύτερη φωτεινότητα από τις αρχικές δέσμες. [6] Συμπερασματικά, για την παραγωγή του λευκού χρώματος αρκεί η ανάμειξη δύο ή και τριών χρωμάτων (συμπληρωματικά ή βασικά), ενώ κάθε σύνθετο χρώμα μπορεί να παραχθεί προσθετικά με ανάμειξη δύο βασικών χρωμάτων ή ενός βασικού χρώματος και λευκού χρώματος.

Εικόνα 21: Τα βασικά και τα συμπληρωματικά χρώματα του ορατού φάσματος

Άλλο ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα των φωτιστικών OLED αποτελεί η δυνατότητα εκπομπής τόσο θερμού φωτός όσο και ψυχρού φωτός, αναλόγως τον χώρο λειτουργίας καθώς και αναλόγως την χρήση σε καταστάσεις εργασίας, χαλάρωσης και αναψυχής, ή ακόμα και σε χώρους ύπνου. [9] Η βασικότερη φυσική σημασία του μεγέθους αυτού, έγκειται στο γεγονός ότι αποτυπώνει την εντύπωση (δηλαδή το ερέθισμα) που δημιουργεί το φως που εκπέμπεται από μία πηγή. Σύμφωνα με την θερμοκρασία χρώματος, το φως ταξινομείται στις εξής κατηγορίες:

- Θερμό φως (Warm light), με θερμοκρασία χρώματος < 3300 K
- Ψυχρό φως (Cold light), με θερμοκρασία χρώματος από 3300 K – 5300 K
- Μέσο – Ουδέτερο φως (Intermediate light), με θερμοκρασία χρώματος > 5300 K



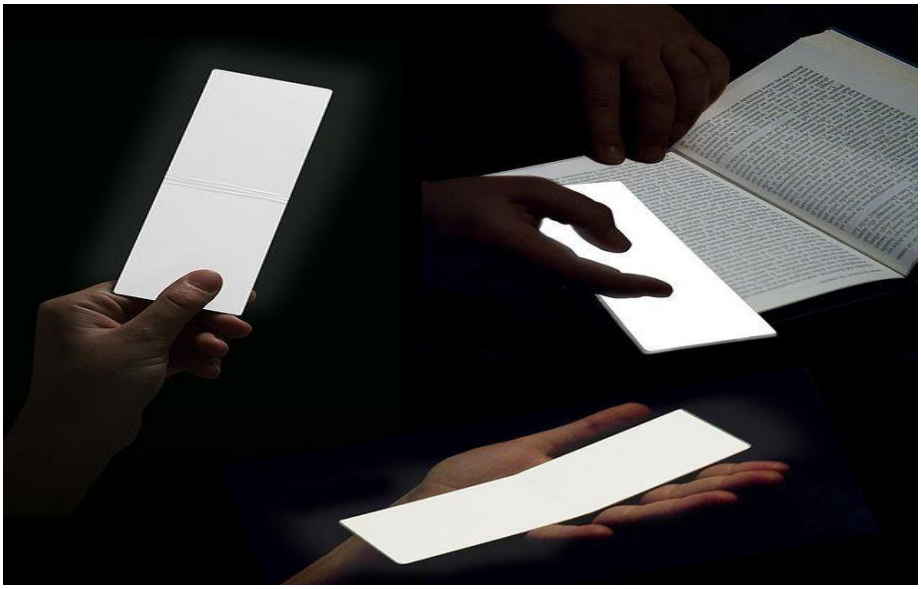
Εικόνα 22: Η θερμοκρασία χρώματος διαφόρων πηγών σε μονάδες Kelvin.

Στις συσκευές OLED, υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας χρώματος, σε τιμές που καλύπτουν σχεδόν όλο το φάσμα. Με αυτόν τον τρόπο, επιτεύχθηκε η εκπομπή φωτός που δίνει την εντύπωση του φυσικού φωτός σε όλες τις δυνατές εντάσεις, ένα τεχνολογικό επίτευγμα που επιτρέπει στον χρήστη να ρυθμίζει όχι μόνο την ένταση του φωτισμού αλλά να καθορίζει κατά βούληση το οπτικό-συναισθηματικό αποτέλεσμα που επιθυμεί ανάλογα με την ώρα της ημέρας και της διάθεσής του. Η δυνατότητα αυτή της εξατομίκευσης του αποτελέσματος ενός προϊόντος, αποτελεί ένα ανεκτίμητο παράγοντα στην ανάπτυξη προϊόντων και

ταυτόχρονα δημιουργεί ένα τεράστιο επιχειρηματικό πλεονέκτημα στην ανάπτυξη και εισαγωγή ενός τέτοιου προϊόντος στην αγορά.

Μέσω της τεχνολογίας αυτής, εξαλείφεται η πιθανότητα ακάλυπτων αναγκών των καταναλωτών, δεδομένου του ότι τα φωτιστικά OLED μπορούν να εναποτεθούν πάνω σε οποιαδήποτε επιφάνεια, οποιουδήποτε σχήματος και υφής, καθώς και να χαρίσουν στον χρήστη την δυνατότητα της απόλυτης ελευθερίας στην διαμόρφωση του φωτισμού στον χώρο του. [10] Δεν υπάρχει απολύτως κανένας περιορισμός στην διαμόρφωση έντασης, λαμπρότητας και θερμοκρασίας χρώματος, όπως και κανένας ψυχολογικός περιορισμός στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένου του ότι οι τιμές της είναι πολύ μικρές χάριν στην ύπαρξη του οργανικού υλικού και στην τεχνολογία φωτισμού στερεάς κατάστασης. Σε αντίθεση με όλες τις προηγούμενες πηγές φωτός, τα OLEDs είναι τα μόνα που προσφέρουν την δυνατότητα της πολύ γρήγορης ενεργοποίησης και απενεργοποίησης τους χωρίς να προκαλείται η καταστροφή τους.

Εξετάζοντας την οικονομική πλευρά, τα OLEDs έρχονται ακόμα δεύτερα σε σχέση με τα προγενέστερα LEDs που αποτελούν πλέον μια πολύ οικονομική πρόταση φωτισμού εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Ταυτόχρονα όμως, ο μεγάλος χρόνος ζωής τους εξισορροπεί το μεγαλύτερο, από τους κοινούς λαμπτήρες, κόστος κατασκευής τους, καθιστώντας τους την κορυφαία επιλογή φωτισμού σε Ευρώπη, Αμερική και Αυστραλία σύμφωνα με πολλές πανεπιστημιακές μελέτες, όπως την μελέτη του καθηγητή Douglas Andrew Cambell στο πανεπιστήμιο Mount Allison του Καναδά με τίτλο " Economic Analysis of Greenhouse Lighting" που παρουσιάζει, εκτός των άλλων, τα οικονομικά προτερήματα των διόδων εκπομπής φωτός. [11] Η αντικατάσταση όλων των λαμπτήρων φθορισμού με OLED, στις ΗΠΑ, θα προκαλούσε μείωση 37% στην ενέργεια που καταναλώνεται στο φωτισμό, εξοικονομώντας με αυτόν τον τρόπο σχεδόν 30 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως.



Εικόνα 23: Φωτιζόμενος σελιδοδείκτης Oled

Ένα ακόμα εξαιρετικό χαρακτηριστικό της τεχνολογίας αυτής είναι η δυνατότητα παραγωγής εύκαμπτων πηγών φωτισμού, χάρις την ύπαρξη του οργανικού υμενίου, σε αντίθεση, με το οργανικό φιλμ των LEDs. [3] Αυτός είναι ο βασικός λόγο που επιτρέπει την επίστρωση οποιαδήποτε επιφάνειας με ένα φωτιστικό OLED και κατά συνέπεια στην μετατροπής της σε τελείως αυτόφωτη επιφάνεια.

Εικόνες 24: Εύκαμπτα φωτιστικά OLED

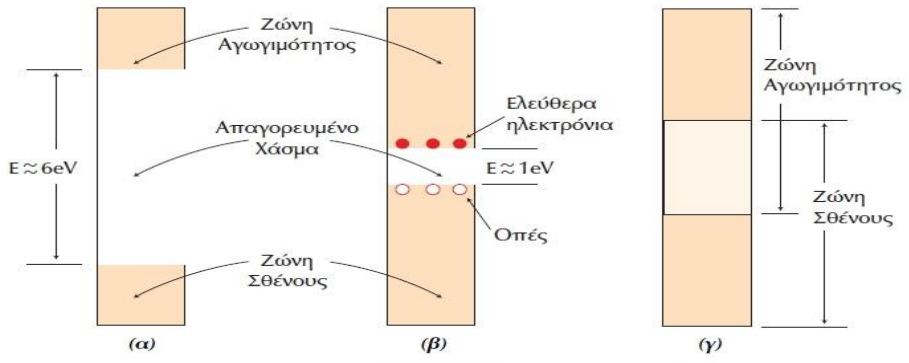
Εικόνα 25: Το φωτιστικό Lumiblade της Philips

1.4. Η Φυσική των Οργανικών Διόδων Εκπομπής Φωτός

Η λυχνία OLED αποτελεί μια τεχνολογία φωτισμού στερεάς κατάστασης ή Solid State Lighting (SSL). Αυτό σημαίνει ότι τα OLEDs δεν είναι λαμπτήρες από γυαλί, δεν λειτουργούν με αέρια υπό πίεση, ούτε με τοξικές χημικές ουσίες και δεν έχουν νήματα καύσης. Αντίθετα λειτουργούν με ροή ηλεκτρικής ενέργειας διαμέσου ενός ημιαγωγού που είναι οργανικός ή ανόργανος ή και πολυμερής, δηλαδή εκπέμπουν φως μέσα από το φαινόμενο της ηλεκτροφωταύγειας ενός στερεού σώματος. [12] Αυτά τα ευέλικτα εξαρτήματα ημιαγωγών, κατέχουν όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά που μπορούν να δημιουργήσουν λαμπτήρες με στοιχεία που τόσο οι αντίστοιχοι λαμπτήρες πυρακτώσεως αλλά και οι λαμπτήρες τόξου στερούνται, ενώ είναι αρκετά αποτελεσματικοί ακόμα και όταν τροφοδοτούνται από μπαταρίες χαμηλής τάσης ή σχετικά ανέξοδα τροφοδοτικά μεταγωγής.

Μία από τις βασικές διαφορές τους έγκειται στο γεγονός πως οι συσκευές φωτισμού στερεάς κατάστασης εκπέμπουν ορατό φως που ακολουθείται από ελάχιστη παραγωγή θερμότητας και από μειωμένες ενεργειακές απώλειες. Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την χημική σύσταση του ημιαγώγιμου υλικού που χρησιμοποιείται και μπορεί να είναι είτε ορατό, είτε υπεριώδες ή και εγγύς υπέρυθρο. Ειδικότερα, το μήκος κύματος και κατά συνέπεια το χρώμα του εκπεμπόμενου φωτός, εξαρτάται από το ενεργειακό χάσμα του υλικού που χρησιμοποιείται για την δημιουργία της επαφής p-n η οποία δημιουργείται φέρνοντας σε επαφή έναν ημιαγωγό τύπου p και ένα ημιαγωγό τύπου n. [13] Πρόκειται για ημιαγωγούς που προέρχονται

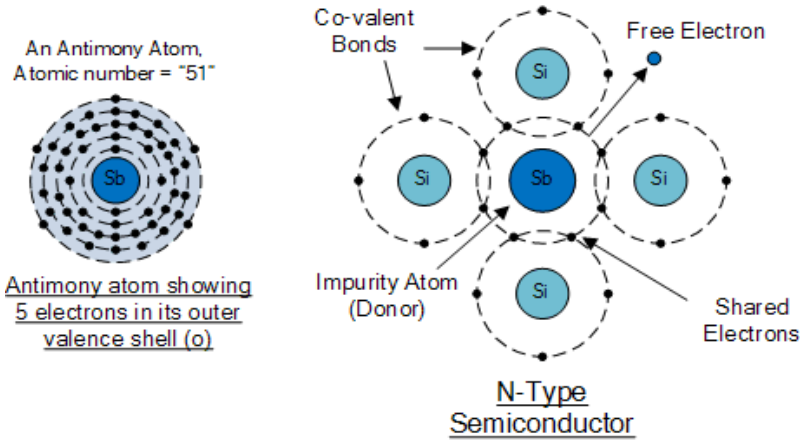
από την προσθήκη προσμίξεων σε ενδογενείς ημιαγωγούς, δηλαδή ημιαγωγούς που είναι δεν περιέχουν ξένα στοιχεία με τους πιο διάσημους το πυρίτιο Si και το γερμάνιο Ge.



Εικόνα 26: Ενεργειακές ζώνες σε μονωτές(α), ημιαγωγούς(β), μέταλλα(γ)

1. Ο ημιαγωγός τύπου n

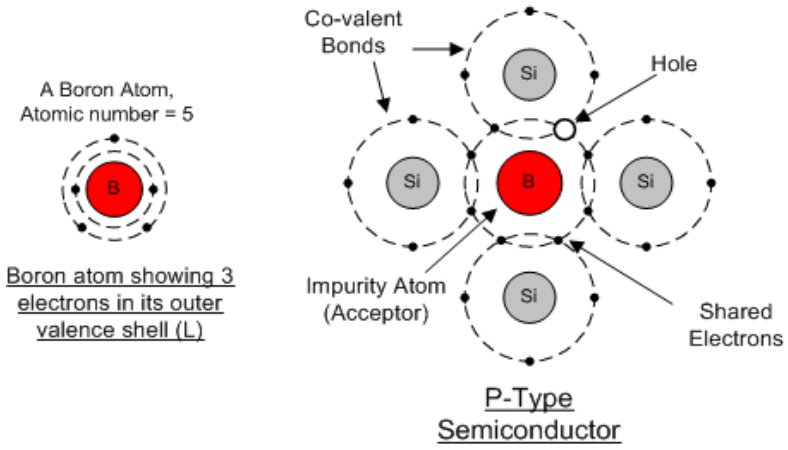
Ο ημιαγωγός αυτός δημιουργείται με την προσφορά ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ένα ενδογενή (καθαρό) ημιαγωγό. Για παράδειγμα, εάν σε μία ποσότητα γερμάνιου Ge προσθέσουμε μία ποσότητα του πεντασθενούς αρσενικού As (δότης), τότε τα τέσσερα ηλεκτρόνια σθένους του As δημιουργούν ομοιοπολικούς δεσμούς με τα αντίστοιχα τέσσερα ηλεκτρόνια σθένους, των γειτονικών ατόμων, του γερμάνιου αφήνοντας το πέμπτο ηλεκτρόνιο του αρσενικού αδέσμευτο. Μέσω της διαδικασίας αυτής, ο ημιαγωγός αυτός αποκτάει περίσσια αρνητικού φορτίου, δημιουργώντας έτσι τον ημιαγωγό τύπου n. [8] Η παρακάτω εικόνα παραθέτει την ίδια διαδικασία για την προσθήκη του πεντασθενούς Αντιμονίου (Sb) σε μία ποσότητα τετρασθενούς Πυριτίου (Si), μέσω της οποίας ο αντίστοιχος ημιαγωγός αποκτάει περίσσια αρνητικού ηλεκτρικού φορτίου:



Εικόνα 27: n-Τύπου ημιαγωγός Sb-Si. Το Αντιμόνιο έχει πέντε ηλεκτρόνια σθένους.

2. Ο ημιαγωγός τύπου p

Ο ημιαγωγός τύπου p, δημιουργείται αφαιρώντας ελεύθερα ηλεκτρόνια από έναν ενδογενή ημιαγωγό. Για παράδειγμα, αν ένα τρισθενές στοιχείο όπως το γάλλιο Ga εισαχθεί σε μία ποσότητα πυριτίου Si, τότε τα τρία ηλεκτρόνια σθένους του Ga θα δημιουργήσουν ομοιοπολικούς δεσμούς με τα τρία ηλεκτρόνια σθένους των γειτονικών ατόμων του Si, αφήνοντας εκτός δεσμού το τέταρτο γειτονικό άτομο του πυριτίου. Στην θέση αυτού του ηλεκτρονίου, που λείπει από τον ομοιοπολικό δεσμό, δημιουργείται μία οπή στο κρυσταλλικό πλέγμα του πυριτίου. Με αυτόν τον τρόπο ο ενδογενής ημιαγωγός παρουσιάζει περίσσια οπών (θετικών φορτίων), δημιουργώντας τον ημιαγωγό τύπου p. Στην παρακάτω εικόνα, φαίνεται ακριβώς η ίδια διαδικασία για την προσθήκη του τρισθενούς Βορίου (B) σε μία ποσότητα πυριτίου (Si):

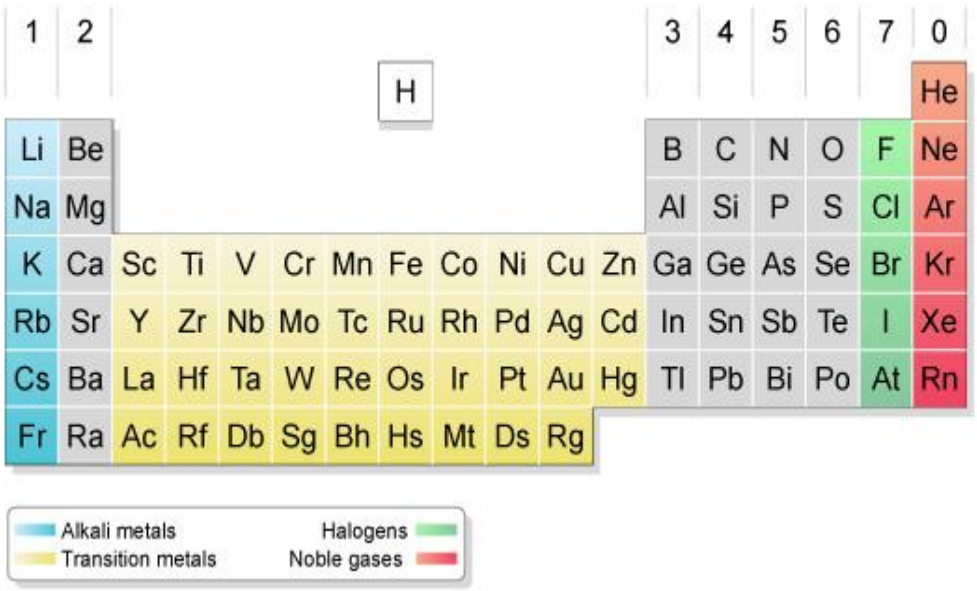


Εικόνα 28: p-Τύπου ημιαγωγός Si-B. Το Βόριο έχει τρία ηλεκτρόνια σθένους.

Συμπερασματικά, στους ημιαγωγούς τύπου p το πλήθος των οπών είναι πολύ μεγαλύτερος από του αρχικού ενδογενή ημιαγωγού (Ge) και στους ημιαγωγούς τύπου n το πλήθος των ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι πολύ μεγαλύτερο από τον αριθμό του αρχικού ενδογενή ημιαγωγού (Si).

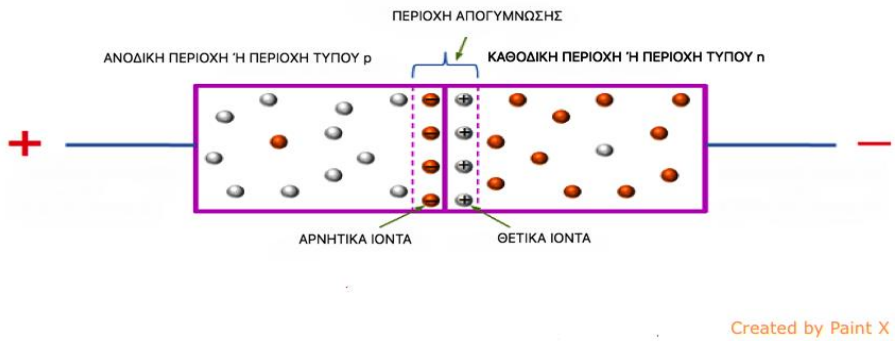
3. Η επαφή p-n

Φέρνοντας σε σύζευξη έναν ημιαγωγό τύπου p και έναν ημιαγωγό τύπου n δημιουργείται μια επαφή p-n. Ουσιαστικά, η διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ των δύο ημιαγωγών ονομάζεται επαφή p-n. [8] Οι επαφές p-n των διόδων εκπομπής φωτός συνήθως δημιουργούνται από ένα μίγμα στοιχείων της ομάδας III και V του περιοδικού πίνακα , όπως το γάλλιο (Ga), το αρσενικό (As), το φώσφορο (P), το ίνδιο (In) και το αλουμίνιο (Al).



Εικόνα 29: Ο περιοδικός πίνακας και οι αντίστοιχες περιοχές του

Η προσθήκη καρβιδίου του πυριτίου (SiC) και νιτριδίου του γαλλίου (GaN) στους ημιαγωγούς αυτούς είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία των μπλε διόδων εκπομπής φωτός, οι οποίες μπορούν να συνδυαστούν με άλλα χρώματα ή άλλες φωσφορίζουσες επιφάνειες και να παράγουν τα LEDs λευκού φωτός. Αμέσως μετά την ένωση τους, ηλεκτρόνια μεταφέρονται από τον ημιαγωγό τύπου n προς τον ημιαγωγό τύπου p και αντίστοιχα, οπές μεταφέρονται από τον ημιαγωγό τύπου p προς τον ημιαγωγό τύπου n. [14] Τα εισερχόμενα, στην περιοχή p, ηλεκτρόνια εξουδετερώνουν έναν αριθμό οπών δημιουργώντας αρνητικά ιόντα αντίστοιχα οι εισερχόμενες οπές στην περιοχή n εξουδετερώνουν έναν αριθμό ηλεκτρονίων δημιουργώντας θετικά ιόντα. Αυτή η περιοχή ονομάζεται περιοχή απογύμνωσης.



Εικόνα 30: Η επαφή p-n και η περιοχή απογύμνωσης.

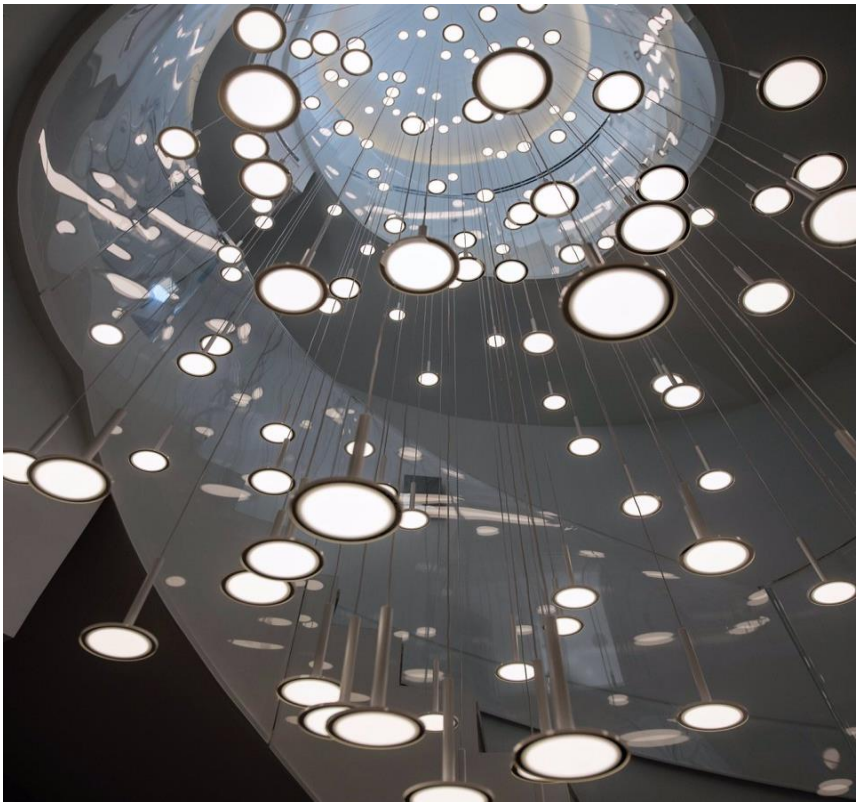
Η ύπαρξη αυτών των ιόντων καταστρέφει την ηλεκτρική ουδετερότητα της περιοχής, με αποτέλεσμα την δημιουργία μίας διαφοράς δυναμικού V (0.6-0.8 V). Αυτή η διαφορά δυναμικού σημαίνει την δημιουργία ενός τοπικού στατικού ηλεκτρικού πεδίου που, ουσιαστικά, δεν επιτρέπει την κίνηση των φορέων από την μία περιοχή στην άλλη, εκτός και αν εφαρμόσουμε μία εξωτερική τάση ικανή να υπερνικήσει την επιρροή της περιοχής απογύμνωσης. Τοποθετώντας δύο ηλεκτρόδια στα ελεύθερα άκρα της επαφής p-n και ρυθμίζοντας την τάση μεταξύ 1-3 V, καταφέρνουμε να υπερνικήσουμε τα αποτελέσματα της περιοχής απογύμνωσης. Αυτό γίνεται συνδέοντας τον ημιαγωγό τύπου n με τον αρνητικό ακροδέκτη και τον ημιαγωγό τύπου p με τον θετικό. [14] Με αυτό τον τρόπο συνεχίζεται η κίνηση των φορέων, δημιουργώντας ένα ρεύμα (από 1mA έως100 mA) το οποίο αυξάνεται όσο αυξάνεται και η τάση εισόδου. Η ελάχιστη απαιτούμενη εξωτερική τάση ,που απαιτείται για την κίνηση των φορέων, ονομάζεται φράγμα δυναμικού. Η εφαρμοσμένη τάση εισόδου πετυχαίνει την ορθή πόλωση της διόδου, τα πλεονάζοντα ηλεκτρόνια της ζώνης αγωγιμότητας του ημιαγωγού n μεταβαίνουν στην περιοχή των οπών της ζώνης σθένους της περιοχής p.

Καθώς τα ηλεκτρόνια μεταβαίνουν σε χαμηλότερη ενεργειακή στάθμη, εκπέμπουν φωτεινή ακτινοβολία. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται ηλεκτροφωταύγεια, δηλαδή εκπομπή φωτός λόγω ηλεκτρικού ρεύματος, και αποτελεί την αρχή λειτουργίας όλων των διόδων εκπομπής φωτός. Ουσιαστικά, κατά την επανένωση των φορέων, δημιουργείται μία μοριακή κατάσταση υψηλής ενέργειας που ονομάζεται εξιτόνιο και συμπεριφέρεται σαν ένα μόριο με υψηλή ενέργεια. Ειδικότερα, εξιτόνιο ονομάζεται μία δεσμευτική κατάσταση ενός ζεύγους διεγερμένων ηλεκτρονίων και οπών, εξαιτίας την δύναμης Coulomb. Το εξιτόνιο αυτό εκπέμπει φως μετά το πέρας του χρόνου ζωής του. [14] Το μήκος κύματος του φωτός αυτού, αντιστοιχεί στην ενέργεια του εξιτόνιο και γι’ αυτό είναι δυνατός ο έλεγχος του χρώματος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας μέσω της ρύθμισης του μοριακού σχεδιασμού των χρωματικών κέντρων.

Εικόνα 31: Το φωτιστικό OLED, Bonsai της Blackbody

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο:
ΤΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ OLED

Το παρών κεφάλαιο επικεντρώνεται στις δυνατότητες του αρχιτεκτονικού φωτισμού OLED, στην περιγραφή των διαθέσιμων προϊόντων καθώς και στις υποσχέσεις βελτίωσης και αντιμετώπισης των τεχνολογικών και εμπορικών δυσκολιών που απέτρεψαν, μέχρι στιγμής, την ευρύτερη χρήση των OLEDs. Προς το παρόν, τα πάνελ φωτισμού OLED χρησιμοποιούν επίπεδες γυάλινες επιφάνειες, σαν πλαίσιο, που έχουν πλάτος περίπου 100 mm, αν και το φάσμα διαστάσεων και μεγεθών αυξάνεται όσο η τεχνολογία ωριμάζει με τον χρόνο. [15] Μία συναρπαστική ευκαιρία για την ανάδειξη της εμπορικής αξίας την τεχνολογίας αποτελεί η δυνατότητα χρήσης λεπτών, εύκαμπτων υποστρωμάτων πάνω σε γυαλί ή πλαστικό για την δημιουργία προϊόντων που μπορούν να καμπυλωθούν, να κυληθούν ή και να διπλωθούν. Καθώς αυτές οι τεχνολογίες εξελίσσονται και η τιμή για την υλοποίησή τους πέφτει, τα εύκαμπτα προϊόντα φωτισμού OLED μπορούν να προσφέρουν ένα πολύ ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των LEDs και άλλων προγενέστερων τεχνολογιών φωτισμού.



Εικόνα 32: Το φωτιστικό Office της Blackbody

2.1. Οι Ικανότητες και οι Δυσκολίες των Φωτιστικών OLED

Ο οδηγός ενός φωτιστικού είναι μία συσκευή που μετατρέπει την τάση του δικτύου σε συνεχές ρεύμα DC το οποίο θέτει σε λειτουργία τους εκπομπούς φωτός του πάνελ OLED. Αυτές οι συσκευές έχουν την δυνατότητα λειτουργίας εντός ενός εύρους τιμών τάσεων του δικτύου. Οι σταθεροί οδηγοί τάσης, αν και είναι ικανοί να παράσχουν μία πηγή ρεύματος για να θέσουν σε λειτουργία ένα φωτιστικό LED ή OLED, δεν είναι ιδανικοί διότι θα επιτρέψουν στο ίδιο το ρεύμα να μεταβληθεί ανάλογα με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου. [16] Είναι σημαντικό οι οδηγοί να είναι σε θέση να παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ στα φωτιστικά, όχι μόνο κατά την έναρξη της ζωής τους, λαμβάνοντας υπόψιν τις μεταβολές της τάσης του πάνελ OLED, αλλά και την ηλικία τους.

Ως αποτέλεσμα αυτού, η οδήγηση των πάνελ OLED σε κατάσταση συνεχούς τάσης μπορεί να προκαλέσει διακυμάνσεις της φωτεινής έντασης και ενδέχεται να προκαλέσει ζημιά στον πάνελ ή και να μειώσει τον χρόνο ζωής του. Καθώς η τεχνολογία ωριμάζει, η τάση των πάνελ για ένα συγκεκριμένο ρεύμα σχεδιασμού, θα αυξάνεται περεταίρω και ο οδηγός θα είναι πλέον σε θέση να αυξομειώνει την τάση ώστε να διατηρεί το ρεύμα σταθερό. Με το πέρας του 2016, οι συσκευές οδηγών είναι πλέον σε θέση να παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ στα φωτιστικά, καθόλη την διάρκεια ζωής τους και λαμβάνουν υπόψιν τις χειρότερες περιπτώσεις δυσλειτουργιών των πάνελ αλλά και την πλήρη διαδικασία γήρανσής τους.

Η έκθεση σε υγρασία και το οξυγόνο υποβαθμίζει την αποτελεσματικότητα των συσκευών OLED και μπορούν να δημιουργήσουν φαινόμενα όπως η εμφάνιση σκούρων κηλίδων που αναπτύσσονται με την πάροδο του χρόνου και μειώνουν δραματικά τον χρόνο ζωής του εκάστοτε προϊόντος. [17] Η πιο κοινή προσέγγιση για την προστασία των πάνελ από το περιβάλλον τους είναι η χρήση γυαλιού και η χρήση ειδικής κόλλας στις γωνίες του πάνελ. Επίσης, είναι συχνή η χρήση αποξηραντικού που συλλαμβάνει την υγρασία και το εσωτερικά παγιδευμένο οξυγόνο. Μία συναρπαστική επιχειρηματική ευκαιρία για τα πάνελ OLED είναι η δυνατότητα χρήσης εύκαμπτων υποστρωμάτων που προσφέρουν την δυνατότητα της μετατροπής κάθε επιφάνειας σε αυτόφωτη.

Τα OLEDs τυπικά χρησιμοποιούν ένα στρώμα εκχύλισης που εφαρμόζεται στο οργανικό υπόστρωμα με σκοπό την βελτίωση της αποτελεσματικότητας της

συσκευής και την αποφυγή της μείωσης της απώλειας του φωτός μέσω ολικής εσωτερικής ανάκλασης και μετέπειτα απορρόφησης του φωτός στο εσωτερικό του πάνελ. Για παράδειγμα, η εταιρεία OLEDWorks προσφέρει πάνελ διαστάσεων 100x100 mm, θερμοκρασίας χρώματος 2500K και ενεργειακής απόδοσης 26lm/w χωρίς την χρήση στρώματος εκχύλισης, με αποτέλεσμα την δημιουργία ενός γυαλιστερού φινιρίσματος. Ένα τέτοιο πάνελ λειτουργεί σαν καθρέπτης όταν βρίσκεται εκτός λειτουργίας και παρουσιάζει σημαντική μετατόπιση χρώματος όταν κάποιος το παρατηρεί από πολλαπλές γωνίες, γεγονός που αδιαμφισβήτητα αποτελεί μία ελκυστική επιλογή στον σχεδιασμό προϊόντων και σε συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές εφαρμογές εσωτερικών και εξωτερικών χώρων.

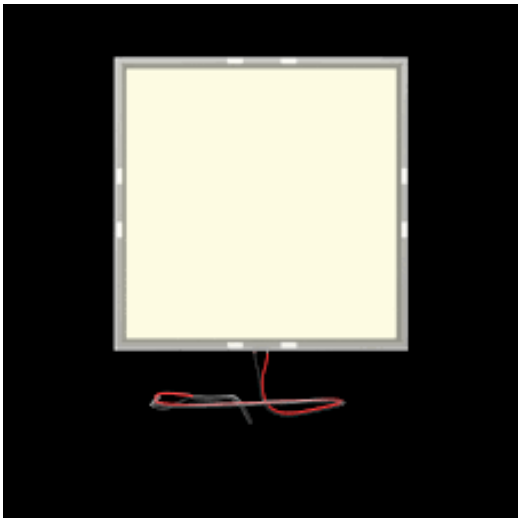
Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα ενός πάνελ OLED είναι η λεπτότητά του. Τα περισσότερα πάνελ έχουν πλάτος που κυμαίνεται από 1 έως και 2 mm, χωρίς να λαμβάνεται υπόψιν το επιπρόσθετο πάχος από τους συνδέσμους και τα πλαίσια τοποθέτησης ή τον ενσωματωμένο οδηγό. Για παράδειγμα το πάνελ Keuka της OLEDWorks ενσωματώνει ένα λεπτό συνδετήρα, ένα οδηγό και μία θήκη σε ένα πάνελ με πάχος μόνο 6 mm. [5] Αυτή η δυνατότητα χαρακτηρίζεται θαυματουργή για τον τομέα της σχεδίασης φωτιστικών, γιατί επιτρέπει την ενσωμάτωση της συσκευής επάνω σε οποιαδήποτε επιφάνεια εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου, χωρίς να είναι αντιαισθητική η εμφάνισή της όταν αυτή δεν λειτουργεί σαν φωτιστικό. Σε όλες τις εφαρμογές των OLEDs σαν αυτόφωτες επιφάνειες όπως κουρτίνες, τζάμια, έπιπλα, τοίχοι και ταβάνια, ο μετασχηματιστής μπορεί να συνδεθεί στην συσκευή από απόσταση μέσω ενός λεπτού διάφανου καλωδίου, χωρίς να υποβαθμίζεται το τελικό αισθητικό αποτέλεσμα.

Εικόνα 33: Το φωτιστικό OLED, Keuka της OLEDWorks

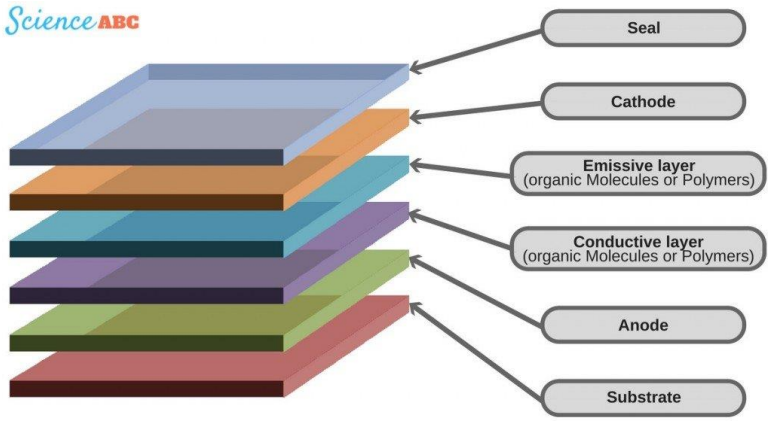
Από το 2015 και μετά, τα φωτιστικά πάνελ OLED μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν προϊόντα οπίσθιου φωτισμού σε μία πληθώρα εφαρμογών. Αυτά τα ειδικά πάνελ εκπέμπουν φως του οποίου η ένταση και η φωτεινότητα μπορούν να ρυθμιστούν κατάλληλα. Τα πάνελ λειτουργούν με θερμοκρασία χρώματος από 2900 K έως 3100 K και εμφανίζουν σχετικά υψηλό δείκτη χρωματικής απόδοσης CRI, 80. Η διαμόρφωση του φωτός ή αλλιώς το φωτομετρικό τρεμόπαιγμα, αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα για πολλές συσκευές φωτισμού στερεάς κατάστασης. Αυτό το φαινόμενο της διαμόρφωσης του φωτός, ακόμα και αν δεν είναι ορατό, μπορεί να ανιχνευθεί νευρολογικά γιατί προκαλεί πονοκεφάλους ή ημικρανίες ή ακόμα και επιληπτικές κρίσεις και αυτιστικές συμπεριφορές σε μερικά άτομα.

Η τρέχουσα απόδοση φωτός για ένα πάνελ OLED διαστάσεων 100x100 mm που λειτουργεί σε φωτεινότητα 3000 cd/m^2 είναι περίπου 70-100 lm, στο ένα ημισφαίριο του. Αυτό είναι περίπου το 3% των lumens που εκπέμπονται από ένα λαμπτήρα φθορισμού ισχύος 32W που μπορεί να παράγει έως και 3000 lm. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζονται 21 πάνελ OLED για να αποδώσουν το ίδιο φως με έναν λαμπτήρα φθορισμού. [15] Αυτό το στοιχείο αποτελεί τροχοπέδη στην εξάπλωση της τεχνολογίας και στην ανάπτυξη της βιομηχανίας, δεδομένου του ότι αυξάνεται το κόστος μίας εγκατάστασης. Θα πρέπει το κόστος να μειωθεί σε τέτοιο ποσοστό ώστε τα πάνελ φωτισμού OLED να αποτελούν μία βιώσιμη και πρακτική επιλογή φωτισμού έναντι των ήδη υπάρχοντών λαμπτήρων φθορισμού και LED.

Όπως προαναφέρθηκε, ο δείκτης χρωματικής απόδοσης παρουσιάζει το κατά πόσο η χρωματική απόδοση του φωτός αποκλίνει από αυτήν του φυσικού μεσημεριανού φωτός. Πλέον, είναι δυνατή η επίτευξη δεικτών χρωματικής απόδοσης CRI μεγαλύτερων του 90, αυτή η πολύ σπουδαία τεχνολογική εξέλιξη έγινε δυνατή μόνο μέσα από την ανάπτυξη των προϊόντων φωτισμού OLED. Με βάση το γεγονός αυτό, ο φωτισμός OLED μπορεί πλέον να είναι βιώσιμος στην παγκόσμια βιομηχανία και αγορά. Ταυτόχρονα, οι καταπληκτικές δυνατότητες των OLEDs καθώς και τα τεράστια τεχνολογικά άλματα που έχουν λάβει χώρα στον τομέα του φωτισμού στερεάς κατάστασης, επιτρέπουν την αύξηση της φωτεινότητας του πάνελ για ορισμένες εφαρμογές, με ταυτόχρονη μείωση της θάμβωσης χρησιμοποιώντας κατάλληλα οπτικά συστήματα και περιβλήματα που μειώνουν τις ενεργειακές απώλειες. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά σε συνδυασμό, μειώνουν τόσο τον απαιτούμενο αριθμό των πάνελ όσο και το αντίστοιχο κόστος τους.

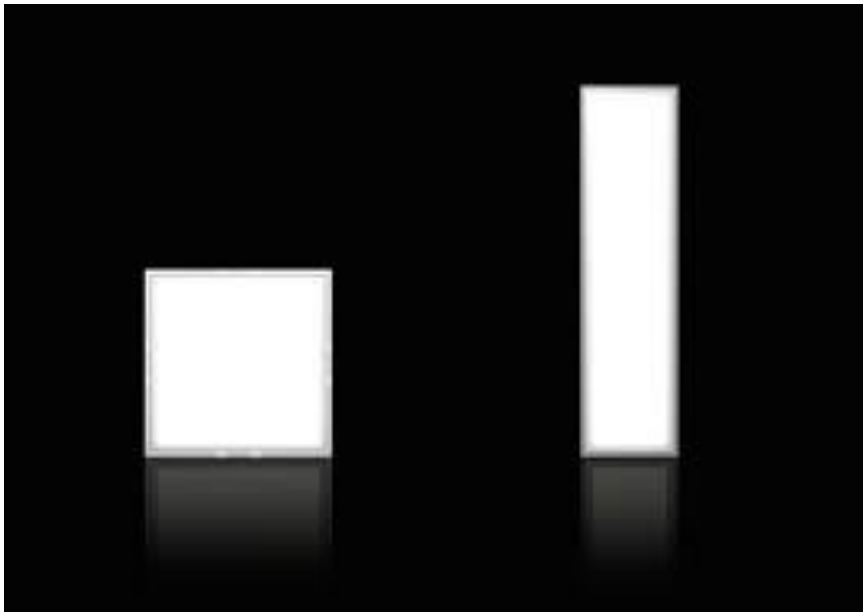


Εικόνα 34: Το φωτιστικό OLEDWorks FL300



Εικόνα 35: Τα στρώματα ενός OLED

Σήμερα, έχει αρχίσει να γίνεται μεγάλη αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με πάνελ OLED, σε κτίρια και κήπους, γεγονός που δείχνει την αξιοπιστία και τεχνολογική υπεροχή που παρέχουν αυτές οι συσκευές φωτισμού. Υπάρχει μία φυσική κλίση προς την χρήση της μέγιστης δυνατής φωτεινότητας της συσκευής κατά την φάση σχεδιασμού του έργου, με στόχο της επίτευξη του φωτισμού με όσο το δυνατόν λιγότερα πάνελ, ώστε να μειωθεί το τελικό κόστος του έργου. Ωστόσο, δεδομένου του ότι τα πάνελ που λειτουργούν στην μέγιστη απόδοση εξόδου (φωτεινή απόδοση) χωρίς την χρήση δευτερευόντων οπτικών συστημάτων, το φως υπάρχει περίπτωση να γίνει αντιληπτό σαν μία δυσάρεστη αίσθηση εάν η πηγή τοποθετηθεί πάνω από κάποιο κεφάλι, με τα πάνελ στραμμένα προς τα κάτω.



Εικόνα 36: Πάνελ φωτισμού OLED της OLEDWorks

Τα πάνελ μπορούν να χρησιμοποιηθούν με dimmer ώστε να βελτιωθεί η αίσθηση της άνεσης που παρέχουν αλλά και τα επίπεδα έντασης μειώνονται ανάλογα με το μέσο ρεύμα παροχής που προέρχεται από της συσκευή οδηγού. [18] Με αυτόν τον τρόπο, το αμυδρό (dimmed) φως ενός πάνελ OLED μπορεί να είναι άνετο στην αίσθηση, αλλά ταυτόχρονα ο χρήστης χρειάζεται συμπληρωματικές συσκευές φωτός σε κατάσταση εργασίας. Μία πολύ σημαντική εφαρμογή των φωτιστικών OLED, αποτελεί η αξιοποίησή τους σε ιατρικές εγκαταστάσεις και ιατρεία. Τα φωτιστικά αυτά προσφέρουν τις ιδανικές συνθήκες φωτισμού για εξετάσεις που χρησιμοποιούν φωτογραφίες και τα χρώματα/ποιότητα των φωτογραφιών αυτών είναι πιο ρεαλιστικά και οδηγούν σε μία πολύ αξιόπιστη διάγνωση.

2.2.Αισθητική των Φωτιστικών και Διανομή του φωτός

Στις σύγχρονες αρχιτεκτονικές και διακοσμητικές εφαρμογές, ένα πολύ σημαντικό και επιθυμητό χαρακτηριστικό των προϊόντων αποτελεί η ματ εμφάνιση. Η πιο κοινή ματ εμφάνιση των φωτιστικών OLED είναι πολύ εντυπωσιακή σε μία πληθώρα εφαρμογών, αλλά ταυτόχρονα μπορεί να μην είναι τόσο εντυπωσιακή σε μερικές άλλες. Χωρίς την λάμψη ή την επισήμανση, τα OLEDs αποτελούν μία minimal λύση που όμως δεν είναι και τόσο συναρπαστική οπτικά, στην κατάσταση αδράνειας. Επίσης, είναι πολύ εύκολο για ένα σχεδιαστή να προσδώσει ένα γυαλιστερό φινίρισμα σε ένα φωτιστικό OLED, γεγονός που προσδίδει στο προϊόν την δυνατότητα να παρέχει στους χρήστες του μία πολύ καλύτερη οπτική και αισθητική ευχαρίστηση.

Εικόνα 37: Φωτιζόμενος τοίχος OLED της Blackbody

Τα φωτιστικά OLED παράγουν ένα μαλακό, σχεδόν σφαιρικό μοτίβο φωτισμού που προσδίδει στο πάνελ την δυνατότητα να παρέχει την ίδια φωτεινότητα σε όλες τις γωνίες παρατήρησης. Όταν η φωτεινότητα παραμένει σταθερή, δεν δημιουργείται το φαινόμενο της ανάκλασης και η συσσωρευμένη και διάχυτη κατανομή φωτός από ένα OLED, μπορεί να είναι ευεργετική και παράγει σχετικά κάθετες φωτεινές ενδείξεις στους κοντινούς τοίχους ενός χώρου και, ταυτόχρονα, να μειώνει την ευκρίνεια των προβαλλόμενων σκιών που προέρχονται από όλα τα αντικείμενα ενός χώρου και το γενικό αποτέλεσμα είναι πανομοιότυπο με αυτό του έμμεσου φωτισμού.

Εικόνα 38: Φωτιστικό OLED σε εμπορικό κέντρο

Σήμερα υπάρχει πολύ μεγάλη ευαισθητοποίηση για τους κινδύνους που επιφέρει η εκτεταμένη έκθεση των ανθρώπινων οφθαλμών στο μπλε φως. Τα μήκη κύματος του μπλε φωτός με υψηλή ένταση, προκαλούν το εκφυλισμό της ωχριάς κηλίδας. Οι συμβατικές πηγές φωτισμού, όπως οι λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού, προκαλούν αργά και σταθερά μεγάλη βλάβη στα μάτια. Οι συσκευές φωτισμού OLED, είναι εγγενώς ασφαλείς στον τρόπο με τον οποίο εκπέμπουν όλα τα μήκη κύματος του φωτός, καθώς και του μπλε φωτός. Τα OLED παρέχουν τα επίπεδα φωτισμού που χρειάζεται ένας άνθρωπος, επίπεδα που είναι αρκετά χαμηλότερα από αυτά που είναι επικίνδυνα. [9] Το φως ενός OLED δεν παρουσιάζει κανένα κίνδυνο για το δέρμα ή τα μάτια, λόγω της ύπαρξης του οργανικού υμενίου εκπομπής που εξαλείφει όλους τους φωτοβιολογικούς κινδύνους. Ταυτόχρονα, όλες οι

προϋπάρχουσες συσκευές φωτισμού, συμπεριλαμβανομένων και των LEDs, εμφανίζουν το φαινόμενο της θάμβωσης, ένα φαινόμενο που προκαλεί μία πληθώρα προβλημάτων όπως ημικρανίες, πονοκεφάλους και μία γενικευμένη δυσφορία και απόσπαση της προσοχής. Η φυσικά διάχυτη κατανομή φωτός που προσφέρει ένα φωτιστικό OLED , εξαλείψει το φαινόμενο την θάμβωσης.

Ενώ οι μικρές δόσεις υπεριώδους ακτινοβολίας από τον ήλιο παρέχουν ουσιαστικά οφέλη για την υγεία, η υπερβολική έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία καταστρέφει το δέρμα με κινδύνους που ξεκινούν από τις ρυτίδες και καταλήγουν μέχρι και στον καρκίνο. Αρκετές από τις σύγχρονες πηγές φωτισμού παράγουν υπεριώδη ακτινοβολία και συνίσταται η διατήρηση μίας ασφαλούς απόστασης μεταξύ του χρήστη και της πηγής. Τα πάνελ OLED δεν εκπέμπουν καθόλου υπεριώδη ακτινοβολία, γεγονός που τα καθιστά ιδανικά για εφαρμογές σε εσωτερικούς χώρους. Το ανθρώπινο κιρκαδιανό σύστημα είναι αρκετά ευαίσθητο στο μπλε φως. [9] Κατά την διάρκεια της ημέρας, ειδικά το πρωί, το μπλε φως (φυσικό ή τεχνητό) ενισχύει την εγρήγορση, την προσοχή και την διάθεση, ενώ κατά την διάρκεια της νύχτας διαταράσσει τον ύπνο και άλλες σημαντικές βιολογικές διαδικασίες που ενισχύουν την άμυνα του οργανισμού.

Ο φωτισμός OLED παρέχει ακριβώς την επιθυμητή ποσότητα και τύπο μπλε φωτός, ένα φως που εμπλουτίζει την αίσθηση και την διάθεση, ενώ περιορίζει τις επιπτώσεις στον κιρκαδιανό ρυθμό. Το κύριο πλεονέκτημα έγκειται στο ότι τα OLEDs αποτελούν επιφανειακή πηγή φωτός και η φωτεινότητά τους είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτήν των LEDs. [3] Επίσης, έναντι των LEDs, τα OLEDs έχουν την δυνατότητα νυχτερινής λειτουργίας (night mode) χωρίς να εκπέμπουν καθόλου μπλε φως. Όσον αφορά την βιωσιμότητα, ορισμένες πηγές φωτισμού περιέχουν υδράργυρο και άλλα χημικά στοιχεία που είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο και για το περιβάλλον. Πολλές από αυτές τις συσκευές χρειάζονται και επιπλέον εξαρτήματα όπως ψήκτρες, κυματοδηγούς, διαχυτήρες, φακούς και γενικότερα δευτερεύουσες συσκευές που αφενός καταναλώνουν επιπλέον ενέργεια και αφετέρου αυξάνουν τους περιβαλλοντικούς δείκτες και τα απόβλητα που δημιουργούνται κατά το πέρας του χρόνου ζωής των φωτιστικών.

Οι συσκευές OLED είναι πολύ φιλικές για το περιβάλλον γιατί δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα και το περίβλημα των πάνελ είναι φτιαγμένο από ανακυκλώσιμο ή και ανακυκλωμένο γυαλί. Ακόμα και το οργανικό υμένιο μπορεί να διαχειριστεί με τον κατάλληλο τρόπο μετά το πέρας του χρόνου ζωής του προϊόντος, ώστε να μην

αποβεί τοξικό για το οικοσύστημα. [9] Άλλη μία σημαντική ιδιότητα των OLEDs είναι το γεγονός ότι δεν θερμαίνονται κατά την λειτουργία τους και το φως που εκπέμπουν είναι φωτεινό και μαλακό χωρίς να απαιτεί από τους χρήστες να κάθονται ή να εργάζονται μακριά από την πηγή. Τα OLEDs είναι μία ενεργειακά αποδοτική επιλογή που είναι τόσο ελκυστική για τον άνθρωπο όσο και για το περιβάλλον.

Είναι αποδεδειγμένο ότι η έκθεση στο φυσικό φως έχει θετική επιρροή στο ανθρώπινο συναίσθημα καθώς και ενισχύει την ανθρώπινη ικανότητα αποθήκευσης αναμνήσεων και δημιουργίας θετικών μοτίβων σκέψης και αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη όλων των χρωμάτων του φάσματος στο φυσικό φως που επιτρέπει στον άνθρωπο να αντιλαμβάνεται πλήρως το περιβάλλον του. Δυστυχώς, οι περισσότεροι άνθρωποι ζουν σε χώρες που στον τρόπο ζωής κυριαρχεί ο τεχνητός φωτισμός κατά την διάρκεια της ημέρας τους, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει κατάθλιψη και άλλες ψυχολογικές διαταραχές. Το ευρέως φάσματος φως που εκπέμπει ένα OLED, παρέχει μία πλήρη παλέτα χρωμάτων ενώ εξαλείφει τα αρνητικά χαρακτηριστικά των περισσότερων λύσεων τεχνητού φωτισμού.

Η τέλεια ισορροπία μεταξύ φωτεινότητας και απαλότητας του φωτός ενός OLED, βελτιώνει τις συνθήκες του περιβάλλοντος με φως που μιμείται τέλεια το φυσικό φως, επιτρέποντας στους χρήστες να δουλεύουν ή απλά να βρίσκονται σε ένα εσωτερικό χώρο, για όσο αυτοί χρειάζονται και επιθυμούν. Οι σχεδιαστές φωτιστικών ονειρεύονταν εδώ και καιρό μία πηγή φωτισμού που να είναι «τόσο φωτεινή όσο ο ήλιος» και ταυτόχρονα «τόσο μαλακή και απαλή σαν την σελήνη». Τα πάνελ OLED αποδίδουν μοναδικά αυτήν την αίσθηση και αποτελούν το πρώτο «καθαρό» και «ειλικρινές» φως στην αγορά. [3] Ο φωτισμός OLED αποτελεί μία ιδανική πηγή φωτισμού για όλους τους καθημερινούς χώρους όπως το σπίτι, το γραφείο, τις μεταφορές/συγκοινωνίες, τις ιατρικές εγκαταστάσεις, τους χώρους

εστίασης και αναψυχής, τους χώρους μάθησης καθώς και τους εξωτερικούς χώρους και βεράντες.

Εικόνα 39: Φωτιστικό OLED, LG

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{Ο}

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ OLED

3.1.Εισαγωγή

Η τεχνολογία των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός, όπως έχει μελετηθεί και αναπτυχθεί τα τελευταία 15 χρόνια, μεταμορφώνει ριζικά την σχέση του ανθρώπου με το φως. Μέσω του οράματος για τα φωτιστικά OLED, είναι δυνατόν ο άνθρωπος όχι μόνο να κοιτά το φως αλλά να μπορεί πλέον να το αγγίζει με ασφάλεια. Αυτή η καινοτομία επέτρεψε στους σχεδιαστές φωτιστικών να σχεδιάζουν πολύπλευρα και σύνθετα προϊόντα φωτισμού και να μπορούν να σμιλέψουν τις ιδέες τους κατάλληλα ώστε να παράγουν μοναδικά και εύχρηστα προϊόντα που καλύπτουν μία πληθώρα αναγκών του σύγχρονου χρήστη. [19] Τα OLEDs σχηματίζουν λεπτές φωτεινές επιφάνειες που έχουν πολύ μεγάλο χρόνο ζωής, που υπό συνθήκες ξεπερνά τις 20.000 ώρες, χωρίς να εμφανίζουν το φαινόμενο της θάμβωσης (glare phenomenon) και χωρίς να εκπέμπουν μεγάλα ποσά θερμότητας και κατά συνέπεια να αναπτύσσουν υψηλές θερμοκρασίες που φθείρουν το προϊόν και το καθιστούν μη βιώσιμη επιλογή στην αγορά.

Μέσω αυτών των προϊόντων, το φως μετατρέπεται σε ένα πλήρως λειτουργικό δομικό υλικό που μπορεί να υιοθετήσει μία πολύ πλούσια ποικιλία χρωμάτων, υφών (textures) και μορφών επιτρέποντας στους αρχιτέκτονες και τους σχεδιαστές να εξερευνήσουν και να εφαρμόσουν καινοτόμες και εξατομικευμένες προσεγγίσεις με σκοπό την δημιουργία απλών ή σύνθετων φωτιστικών και συστημάτων φωτισμού που συνδυάζουν το φως με οπτικές και απτικές αισθήσεις. Μέσω αυτής της ιδιαίτερης, ιδιόμορφης και καινοτόμου προσέγγισης, οι σχεδιαστές προϊόντων φωτισμού κατάφεραν να εμφυσήσουν ζωή στις δημιουργίες τους και κατά συνέπεια να καταπλήξουν και να κατακτήσουν τον χώρου του φωτισμού.

Το παρών κεφάλαιο αφιερώνεται στην περιγραφή της ανάπτυξης ενός προϊόντος φωτισμού OLED και στην πλήρη ανάλυση αυτού από όλες τις σκοπιές του. Επίσης, το προϊόν φωτισμού αντιμετωπίζεται σαν ένα πλήρες και λεπτομερές έργο που αναλύεται εκτενώς. Το προϊόν έπεται της διαδικασίας δημιουργίας ενός αναλυτικού Πλάνου Προϊόντος και ακολουθεί πιστά το Mission Statement το οποίο περιγράφει το τμήμα της αγοράς στο οποίο θα στοχεύει το προϊόν και τα

χαρακτηριστικά που θα έχει αυτό ώστε να καλύπτει τις ανάγκες του τμήματος της αγοράς που αφορά, επίσης περιέχει την λεπτομερή ανάλυση της τεχνολογίας που εφαρμόζεται στην δημιουργία του προϊόντος (που έχει παρουσιαστεί στα προηγούμενα κεφάλαια), στους στόχους και τους περιορισμούς που έχουν τεθεί.

Εικόνα 40: Φωτιστικό Μπάνιου OLED, Osram

3.2. Ανάλυση Προϊόντος

Στην ανάπτυξη προϊόντων υπάρχουν αρκετές κατηγορίες με βάση τον χαρακτήρα των προϊόντων που αναπτύσσονται. Τρείς πολύ μεγάλες κατηγορίες αποτελούν οι ομάδες των Προϊόντων Ώθησης Τεχνολογίας (Technology Push Products), των Προϊόντων Έλξης Αγοράς (Market Pull Products) και των Προϊόντων Πλατφόρμας (Platform Products). [20] Τα προϊόντα φωτισμού OLED αποτελούν ένα συνδυασμό Προϊόντων Πλατφόρμας και προϊόντα που ταυτόχρονα έχουν υιοθετήσει πολλά από τα χαρακτηριστικά των Προϊόντων Ώθησης Αγοράς. Μία άλλη πολύ σημαντική κατηγορία είναι η κατηγορία των Προσαρμοσμένων Προϊόντων που είναι προϊόντα που έχουν σχεδιαστεί πάνω σε συγκεκριμένες απαιτήσεις του χρήστη και

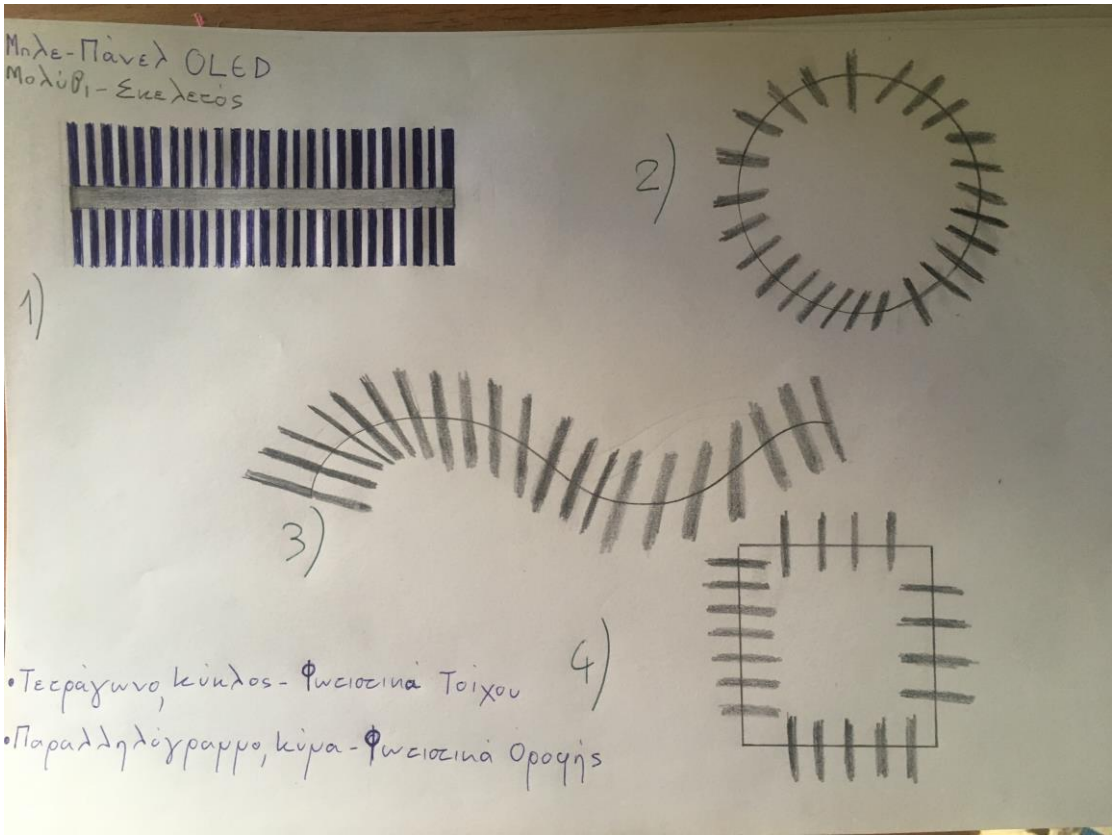
αποτελούν μία παραλλαγή ενός υπάρχοντος προϊόντος της εταιρείας που έχει ακολουθήσει μία υψηλά δομημένη παραγωγική διαδικασία για την ανάπτυξή τους.

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των οργανικών διόδων, που αποτελεί ταυτόχρονα εξέλιξη της τεχνολογίας των διόδων εκπομπής φωτός (LED) και γενικότερα της τεχνολογίας ημιαγώγιμων ηλεκτρονικών συστημάτων, δημιουργήθηκε ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για τον σχεδιασμό και την παραγωγή μίας νέας οικογένειας προϊόντων που είναι ικανά να καλύψουν μία μεγάλη ποσότητα αναγκών των χρηστών. Η εμφάνιση επίπεδων και εύκαμπτων ηλεκτρονικών, οδήγησε στον σχεδιασμό οθονών και φωτιστικών που αφενός προσφέρουν πολύ καλύτερη απόδοση από τα προγενέστερα προϊόντα αλλά και αφετέρου καινοτομούν στην κάλυψη αναγκών που παρέμεναν ακάλυπτες πριν την εμφάνιση τους. Ταυτόχρονα, οι δυνατότητες που προσφέρουν τα προϊόντα OLED δεν παρέχονται από κάποια παρόμοια τεχνολογία και κατά συνέπεια δεν δίνεται η δυνατότητα σε κάποιον ανταγωνιστή να αναπτύξει προϊόντα που ξεπερνούν τις ιδιότητες των υπαρχόντων προϊόντων και με αυτόν τον τρόπο τα προϊόντα OLED μπορούν να ξεπεραστούν μόνο όταν εμφανιστεί κάποιο σημαντικό επιστημονικό επίτευγμα στον τομέα των ηλεκτρονικών διόδων.

Όλο το πορτοφόλιο (μίας εταιρείας) τέτοιων προϊόντων δημιουργείται ακολουθώντας ένα πολύ συγκεκριμένο, σύνθετο και αυστηρό πλάνο (Product Plan) το οποίο ενημερώνεται τακτικά ώστε να αντικατοπτρίζει τις αλλαγές στο ανταγωνιστικό περιβάλλον, δεδομένου του ότι υπάρχει μία πληθώρα από ανταγωνιστικές εταιρείες που αναπτύσσουν φωτιστικά OLED, τις εξελίξεις της τεχνολογίας φωτισμού στερεάς κατάστασης και όλες τις απαραίτητες και πολύτιμες πληροφορίες που προέρχονται από την ανάλυση των επιτυχιών που έχουν καταφέρει τα προϊόντα της εταιρείας στον παρελθόν. Παρά το γεγονός ότι οι εξελίξεις και τα επιτεύγματα της παρούσας τεχνολογίας δεν πραγματοποιούνται ή κατευθύνονται από την εκάστοτε εταιρεία παραγωγής, όλα τα προϊόντα που παρατίθενται στην παρούσα εργασία, είναι προϊόντα που ακολουθούν και εφαρμόζουν πλήρως τις τελευταίες εξελίξεις του κλάδου και θεωρούνται state of the art παραδείγματα φωτιστικών OLED.

3.2.1 Το προϊόν που αναπτύσσεται

Πρόκειται για ένα φωτιστικό OLED που αποτελείται από ένα λεπτό μεταλλικό σκελετό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο ατσάλι και από πολλά ενσωματωμένα πάνελ OLED σχετικά μικρών διαστάσεων. Το φωτιστικό έχει σχήμα και διάταξη που θυμίζει σπονδυλική στήλη με ένα μεγάλο ενιαίο σκελετό στο κέντρο και τα πάνελ τοποθετημένα εκατέρωθεν του σκελετού σαν σπόνδυλοι. Τα πάνελ είναι τοποθετημένα σε μορφή συστοιχίας και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να ρυθμίζει την φωτεινότητα καθώς και να επιλέγει τον αριθμό των πάνελ που λειτουργούν ή αδρανούν ταυτόχρονα. Πρόκειται για ένα πολύ κομψό και εύχρηστο προϊόν που μπορεί να εγκατασταθεί εύκολα από τους τεχνικούς και απαιτεί πολύ μικρή εξοικείωση του χρήστη για την λειτουργία του. Πρόκειται για ένα φωτιστικό που συνδυάζει την αίσθηση πολυτέλειας με την αίσθηση μυστηρίου και την τεχνολογική υπεροχή με την απαράμιλλη αισθητική.



Εικόνα 41: Ελεύθερο σκίτσο προϊόντος

Είναι ένα φωτιστικό οροφής ή τοίχου που μπορεί να λειτουργήσει συνδυαστικά με άλλα ίδια προϊόντα στον ίδιο χώρο και με αυτόν τον τρόπο να φωτίσει επαρκώς όλους τους χώρους που προαναφέρθηκαν, όταν είναι απαραίτητη η ύπαρξη παραπάνω από ενός φωτιστικού σώματος. Ταυτόχρονα, προσφέρεται η δυνατότητα της εξατομίκευσης του φωτιστικού σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Πιο συγκεκριμένα, η εξατομίκευση γίνεται τόσο σε επίπεδο σχήματος του φωτιστικού, δηλαδή δίνεται η δυνατότητα μετατροπής του φωτιστικού από κυματιστό σε τετράγωνο ή κυκλικό ή ακόμα και σε σφαιρικό σχήμα, καθώς και σε επίπεδο πλήθους των πάνελ. Αυτό είναι το χαρακτηριστικό που κάνει το προϊόν να ανήκει και στην κατηγορία των προσαρμοσμένων προϊόντων και να στοχεύει σε ακόμα περισσότερους χρήστες, δηλαδή σε ακόμα μεγαλύτερο μέρος της αγοράς.

Μία εταιρεία που αναπτύσσει ένα τέτοιο ή παρόμοιο προϊόν έχει σαν βασικούς της στόχους την δημιουργία ενός καινοτόμου, βιώσιμου και λειτουργικού προϊόντος που να είναι σε θέση να προσφέρει ένα μεγάλο εμπορικό πλεονέκτημα στην κάλυψη αναγκών των χρηστών, ανάγκες οι οποίες δεν μπορούν να καλυφθούν τόσο από προϊόντα φωτισμού προηγούμενης τεχνολογίας όσο και από ήδη υπάρχοντα φωτιστικά OLED στην αφορά. Ταυτόχρονα, το προϊόν αυτό πρέπει να έχει σαφή τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία έχουν προκύψει από τις ανάγκες των χρηστών-κλειδιά και η υλοποίησή τους είναι δυνατή τόσο λόγο της συγκεκριμένης τεχνολογίας όσο και στις ικανότητες, ταλέντα και εμπειρία των σχεδιαστών μίας εταιρείας. [20] Επίσης, είναι πολύ σημαντικό η εταιρεία ανάπτυξης να έχει συμπεριλάβει όλους τους κινδύνους και τους περιορισμούς που υπεισέρχονται στον σχεδιασμό και στην ανάπτυξης ενός τέτοιου προϊόντος καθώς και τους περιορισμούς που υπάρχουν στην αγορά στην οποία αυτή στοχεύει. Τέλος, είναι επιτακτική η ανάλυση του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος που υπάρχει στην αγορά, δεδομένου ότι στον τομέα σχεδίασης φωτιστικών OLED υπάρχουν ήδη πολλές υπερ.-επιτυχημένες εταιρείες που δραστηριοποιούνται και μία πληθώρα υπαρχόντων προϊόντων με φοβερά καλές επιδόσεις.

❖ Ακολουθεί πίνακας με τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του προϊόντος:

ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ CRI	80
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	2.750-4.000 K
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	156 W
ΜΗΚΟΣ	370 cm
ΠΛΑΤΟΣ	37 cm
ΥΨΟΣ	48 cm
ΒΑΡΟΣ	30 kg

Πρόκειται για ένα φωτιστικό που παρουσιάζει εξαιρετικό δείκτη χρωματικής απόδοσης που είναι πολύ κοντά στο 100 και στην παρούσα περίπτωση που το φως είναι λευκό, πρόκειται για μία εξαιρετικά αποδοτική συσκευή φωτισμού σε επίπεδο ποιότητας χρώματος. Η κατανάλωση ενέργειας είναι φαινομενικά μεγάλη, αλλά αναφέρεται στην οριακή περίπτωση που και τα 40 πάνελ OLED λειτουργούν ταυτόχρονα σε συνθήκες μέσης φωτεινότητας και έντασης για μία ώρα. Η εξατομίκευση του πλήθους των πάνελ αλλάζει τόσο τις διαστάσεις του προϊόντος όσο και την τελικά του φωτεινή απόδοση, κατανάλωση και τιμή χωρίς όμως να μεταβάλλει την χρωματική απόδοση του φωτιστικού και κατά επέκταση το τελικό αποτέλεσμα/εμπειρία που παρέχεται στον χρήστη.

Συμπερασματικά, σε κάθε περίπτωση ο χρήστης είναι αυτός που διαμορφώνει το τελικό προϊόν ανάλογα με τον χώρο στον οποίο θα το εγκαταστήσει και τις απαιτήσεις που εμφανίζει ο χώρος αυτός. Το φωτιστικό είναι ιδανικό για το σπίτι, ειδικά για χώρους όπως το σαλόνι και η τραπεζαρία, αλλά και για χώρους όπου ο χρήστης απαιτεί μεγάλη φωτεινή απόδοση, υψηλή λειτουργικότητα και αισθητική που να αποτυπώνει τον σχεδιασμό αιχμής που αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των προϊόντων και των αστικών χώρων της σύγχρονης εποχής. Αδιαμφισβήτητα, πρόκειται για ένα νέο καινοτόμο προϊόν που συνδυάζει τα

τεχνολογικά επιτεύγματα της τεχνολογίας OLED με την μορφή του δείκτης χρωματικής απόδοσης, του χρόνου ζωής, της φωτεινής απόδοσης, της δυνατότητας της τέλειας απόδοσης των χαρακτηριστικών ενός προσώπου, την μείωση των σκιών που δημιουργούνται σε ένα χώρο καθώς και της εξάλειψης της αύξησης της θερμοκρασίας, με τις πρακτικές του σύγχρονο βιομηχανικού σχεδιασμού προϊόντων.

3.2.2. Μελέτη της Ανάπτυξης του Προϊόντος σαν Έργο

Η ανάπτυξη ενός τέτοιου προϊόντος, από μία εταιρεία ή οργανισμό, αποτελεί ένα έργο που αξίζει να υλοποιηθεί επιτυχώς και μπορεί να προσφέρει πολυάριθμα οφέλη τόσο στον οργανισμό όσο και στους χρήστες στους οποίους απευθύνεται. Σήμερα, αρκεί μόνο ένα καινοτόμο και πετυχημένο προϊόν για να δημιουργηθεί ένα δυνατό και διάσημο εμπορικό σήμα, ειδικά σε μία εποχή που κυριαρχεί η πληροφορία και η διαφήμιση είναι αρκετά εύκολη και προσβάσιμη. Ταυτόχρονα όμως, ένα τέτοιο προϊόν είναι πολύ δύσκολο να αναπτυχθεί από έναν οργανισμό που δεν έχει σαν αντικείμενο τα προϊόντα τεχνολογίας και δεν σχετίζεται με την τεχνολογία ημιαγωγών. Όπως και στα προγενέστερα LEDs έτσι και στα OLEDs, οι εταιρείες οι οποίες επέλεξαν να αξιοποιήσουν τις τεχνολογίες αυτές είχαν ήδη ασχοληθεί εκτενώς με τον κλάδο αυτό και κατείχαν πολύ μεγάλη και σημαντική τεχνογνωσία και εμπειρία (τόσο στο εργαστήριο όσο και στην αγορά). Με αυτόν τον τρόπο, οι εταιρείες αυτές ήταν έτοιμες να αξιοποιήσουν την νέα τεχνολογία οργανικών διόδων και να καταφέρουν να εισάγουν οθόνες και φωτιστικά στην αγορά, με μεγάλη επιτυχία. Μερικές από τις εταιρείες αυτές αποτελούν οι LG, Samsung, Konica Minolta, Blackbody, Artemide και η Osram μεταξύ άλλων. [2] Είναι προφανές πως το πλήθος και η δύναμη του ανταγωνισμού είναι τεράστια και η εφαρμογή ενός τέτοιου έργου απαιτεί ένα πολύ ισχυρό οργανισμό σε επίπεδο τεχνογνωσίας, εμπειρίας, δυνατότητας παραγωγής, σχεδιαστικής ικανότητας και οργάνωσης και διοίκησης.

Το πρώτο βήμα μετά την απόφαση ενός οργανισμού να αναπτύξει αυτό το έργο, είναι η δημιουργία ενός Product Plan που να περιγράφει αναλυτικά τους στόχους της εταιρείας, τις δυνατότητες της ανάπτυξης του προϊόντος αυτού, τους περιορισμούς και το ανταγωνιστικό περιβάλλον. Χωρίς την ύπαρξη ενός στερεού και έγκυρου πλάνου, δημιουργούνται πολλά προβλήματα για τον οργανισμό. Αρχικά, υπάρχει ανεπαρκής κάλυψη της στοχευμένης αγοράς με ανταγωνιστικά (για τους

ανταγωνιστές) προϊόντα καθώς και το μεγάλο ρίσκο για κακή χρονική στιγμή εισαγωγής των προϊόντων αυτών στην αγορά. [20] Ένα άλλο πολύ δύσκολο πρόβλημα που δημιουργείται αφορά την κακή κατανομή των οικονομικών και χρονικών πόρων και του ανθρωπίνου δυναμικού στα διάφορα καθήκοντα του έργου που συνδυάζεται με μία γενικευμένη έλλειψη αντιστοίχησης μεταξύ στην ικανότητα ανάπτυξης ενός έργου και στον αριθμό των έργων που αναπτύσσει ο οργανισμός ταυτόχρονα. Πολλές φορές ένας οργανισμός, που δεν έχει σωστό πλάνο για το προϊόν που θέλει να αναπτύξει, αρχίζει την εφαρμογή ενός τέτοιου έργου που δεν έχει αξιολογηθεί ορθά σαν κατάλληλο έργο προς εφαρμογή και έτσι αμέσως μετά την έναρξή του το έργο ακυρώνεται και χάνονται πολύτιμοι πόροι για την εταιρεία. Τέλος, ένα σωστό πλάνο προϊόντος οδηγεί στην αποφυγή των συχνών και μεγάλων αλλαγών στην συνολική κατεύθυνση του έργου.

- ❖ Ακολουθεί μία λεπτομερής περιγραφή της διαδικασίας δημιουργίας ενός πλάνου προϊόντος:

- Αρχικά ένας οργανισμός πρέπει να αναγνωρίσει κάποια ευκαιρία για την ανάπτυξη αυτού του έργου. Στο παρόν έργο, η ευκαιρία ήταν η ανάπτυξη της τεχνολογίας των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός και το δυναμικό που προσφέρει η τεχνολογία αυτή στην κάλυψη διαφόρων αναγκών των χρηστών ενός φωτιστικού, που αποτελούν ανάγκες που δεν έχουν καλυφθεί από κάποιο προϊόν που εφαρμόζει μία από τις προγενέστερες τεχνολογίες φωτισμού.

- Έπειτα ακολουθεί η αξιολόγηση και η απόδοση προτεραιότητας στα διαφορετικά, ως προς υλοποίηση, έργα. Για παράδειγμα, σε έναν οργανισμό που σχεδιάζει, αναπτύσσει και παράγει φωτιστικά OLED αυτό συνεπάγεται την αξιολόγηση των πιο ισχυρών και βιώσιμων ιδεών για προϊόντα και την τελική επιλογή του πιο κατάλληλου.

- Στην συνέχεια ακολουθεί το στάδιο κατανομής των πόρων και η μελέτη της χρονικότητας (timing) του έργου. Το παρόν έργο αποτελεί ένα έργο που χρειάζεται εξαιρετικά μεγάλους οικονομικούς πόρους, με μεγάλη ανάγκη για σωστή χρονικότητα. Η τεχνολογία που αξιοποιεί το φωτιστικό είναι μία τεχνολογία που

δεν έχει φτάσει ακόμα στο μέγιστο επίπεδο εξέλιξής της, όμως είναι σίγουρα έτοιμη για αξιοποίηση και δημιουργία φωτιστικών που παρέχουν τεράστιες τεχνολογικές δυνατότητες. Παράλληλα, σε αυτό το στάδιο εξέλιξης της τεχνολογίας αυτής είναι εξαιρετικά δύσκολο να διαταραχθεί η σταθερότητά της και να υπάρξουν νέα τεχνολογικά επιτεύγματα που θα την ξεπεράσουν. Η μόνη εξέλιξη που μπορεί να λάβει χώρο θα αποτελεί μία εξέλιξη που θα έχει βελτιωτικό χαρακτήρα και θα είναι σχετικά γρήγορη η άμεση αξιοποίησή της. Όσον αφορά της ετοιμότητα της αγοράς, μετά την τεράστια επιτυχία που σημείωσαν οι λαμπτήρες και τα φωτιστικά LED (που είναι το πρώτο σκαλοπάτι της εξέλιξης των διόδων εκπομπής φωτός) είναι δυνατή η εισαγωγή νέων και εξελιγμένων φωτιστικών που όχι μόνο ανήκουν στην ίδια τεχνολογική κατηγορία, αλλά και προσφέρουν πολλές εντελώς καινούργιες δυνατότητες. [18] Παρόλα αυτά, υπάρχει μία παγίδα στην ετοιμότητα της αγοράς, δεδομένου του ότι τα OLEDs δεν έχουν γίνει ακόμα τόσο ανταγωνιστικά στα LEDs, ως προς την σκοπιά του κόστους. Τέλος όσον αφορά τον ανταγωνισμό, όπως προαναφέρθηκε, υπάρχουν πολλές εταιρείες που παράγουν τέτοια φωτιστικά. Οπότε, είναι επιτακτικό ο οργανισμός να στοχεύσει στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη προϊόντων που θα είναι τα πλέον ανταγωνιστικότερα ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος της αποτυχίας.

- Σε αυτό το στάδιο έχει, πλέον, δημιουργηθεί το πλάνο για το προϊόν και ταυτόχρονα έχει ξεκινήσει η δημιουργία του mission statement που οδηγεί στην τελική ανάπτυξη του προϊόντος. Αυτό το mission statetment πρέπει, αρχικά, να περιέχει μία μικρή περιγραφή του προϊόντος (όπως στην αρχή του κεφαλαίου), την πρόταση για τα βασικά οφέλη της υλοποίησης τους έργου. Για παράδειγμα, με την υλοποίηση του έργου ανάπτυξης του φωτιστικού (εφόσον αυτό έχει σχεδιαστεί επιτυχώς) μπορούν να αποκομισθούν πολλά οφέλη για τον οργανισμό. Αυτά είναι, αρχικά, το κέρδος από την εισαγωγή ενός πετυχημένου προϊόντος στην αγορά, η αναγνώριση της αξίας και των δυνατοτήτων και του κύρους του οργανισμού, η δημοσιότητα που αυξάνει τόσο τα κέρδη όσο και την κρυστάλλωση του brand σαν πλέον ισχυρότερο από ότι προγενέστερα αυτό υπήρξε. [20] Στην συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση για την πρωτεύουσα και δευτερεύουσα αγορά στην οποία αποσκοπεί το φωτιστικό. Το mission statetment πρέπει να συμπεριλαμβάνει τις εικασίες και περιορισμούς για την προσπάθεια που θα καταβάλλει η ομάδα ανάπτυξης. Αυτό αρχικά περιλαμβάνει την βιομηχανία, που στις περισσότερες από

τις εταιρείες που παράγουν τέτοια φωτιστικά, που βρίσκεται στο εσωτερικό τους και ταυτόχρονα εκεί παράγονται και προϊόντα φωτισμού παλαιότερων τεχνολογιών.

Όσον αφορά την συντήρηση και την επιδιόρθωση του φωτιστικού, αυτό αποτελεί ένα προνόμιο του προϊόντος δεδομένου του ότι τα πάνελ μπορούν να αποσυνδεθούν πολύ εύκολα από τον σκελετό (ακόμα και από τον ίδιο τον χρήστη) και η εταιρεία παραγωγής θα βρίσκεται σε θέση να παραλάβει εύκολα και γρήγορα το πάνελ και είτε να το αντικαταστήσει έγκαιρα είτε να το επισκευάσει άμεσα. Έπειτα, ακολουθεί ένα λεπτομερές πλάνο για την διαχείριση του προϊόντος μετά το πέρας του χρόνου ζωής του (όπως αναλύθηκε σε προγενέστερο υποκεφάλαιο). [20] Τέλος, το mission statetment περιέχει την πλήρη λίστα των ενδιαφερόμενων (stakeholders) του έργου.

Μετά την δημιουργία του τελικού mission statement είναι πολύ παραγωγικό για ένα οργανισμό και την ομάδα ανάπτυξης του προϊόντος να αναλογιστεί τα αποτελέσματα της διαδικασίας ανάπτυξης και του προϊόντος του οποίου παρήχθη μέσα από αυτήν. Σε αυτό το στάδιο δίνονται απαντήσεις σε πολλά σημαντικά ερωτήματα, όπως το εάν το στρατηγικό πλάνο του προϊόντος υποστηρίζει την δύναμη ανταγωνισμού που έχει ο οργανισμός, εάν η ομάδα ανάπτυξης ακολουθεί πιστά και υποστηρίζει το mission statement, εάν οι πόροι χρησιμοποιήθηκαν και κατανεμήθηκαν σωστά και όπως ήταν προβλεπόμενο και ποιες είναι οι απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να γίνουν ώστε να ενισχυθεί και να βελτιωθεί η διαδικασία ανάπτυξης.

❖ Ακολουθεί η Δήλωση Αποστολής (Mission Statement) του έργου:

- **Περιγραφή Προϊόντος:** Πρόκειται για ένα φωτιστικό OLED που αποτελείται από μία συστοιχία πάνελ που βρίσκονται στερεωμένα πάνω σε ένα σκελετό.

- **Βασικοί επιχειρηματικοί/κοινωνικοί στόχοι:** Η ομάδα ανάπτυξης του έργου δεσμεύεται για το άριστο σχεδιασμό και παραγωγής του προϊόντος φωτισμού OLED, μέχρι τον επόμενο Μάρτιο. Ο στρατηγικός στόχος της ομάδας είναι η ανάπτυξη ενός καινοτόμου φωτιστικού που μεταμορφώνει το σύγχρονο σχεδιασμό φωτισμού.

- **Κύρια Αγορά:** Η αγορά που στοχεύει το προϊόν είναι οι επαγγελματίες αρχιτέκτονες, οι σχεδιαστές εσωτερικών χώρων, οι ιδιοκτήτες μουσείων και εκθεσιακών χώρων, οι ιδιοκτήτες ξενοδοχείων, οι ιδιοκτήτες χώρων εστίασης και αναψυχής και οι ιδιοκτήτες εμπορικών κέντρων.

- **Βασικά χαρακτηριστικά:** Το μήκος του φωτιστικού θα είναι 370cm, το πλάτος του 37cm, το ύψος του 48cm, το βάρος του 30kg, η κατανάλωσή του θα είναι 156W και ο δείκτης χρωματικής απόδοσής του (CRI) θα είναι 80. Ο σκελετός του είναι φτιαγμένος από ανοξείδωτο ατσάλι και τα πάνελ μπορούν να αφαιρεθούν πολύ εύκολα από αυτόν. Ο χρόνος ζωής του ξεπερνά τις 20.000 ώρες.

- **Υποθέσεις/Περιορισμοί:** Η κατασκευή του προϊόντος είναι άρτια, χωρίς χρονικές καθυστερήσεις και τεχνικά σφάλματα, καθώς και οι υπηρεσίες συντήρησης που αφορούν την άμεση μετάβαση στον χώρο χρήσης του προϊόντος και την ταχύτατη επισκευή του ή αντικατάστασή του και την τελική του επιστροφή στον χώρο.

- **Συμμέτοχοι:** Η εταιρεία ανάπτυξης, οι τελικοί χρήστες, τα κέντρα ανακύκλωσης.

- **Πεδία Καινοτομίας:** Το προϊόν θα συμπεριλαμβάνει την νέα τεχνολογία των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός, OLED.

❖ Ακολουθεί μία ανάλυση Δυνάμεων, Αδυναμιών, Ευκαιριών και Απειλών (SWOT Analysis) για την εφαρμογή του έργου:

1. Δυνάμεις (Strengths):

- Αρχικά πρόκειται για ένα προϊόν που αξιοποιεί πλήρως μία νέα και (πλέον) ασφαλή και σταθερή τεχνολογία, που μπορεί να σχεδιαστεί και να παραχθεί τέλεια από έναν οργανισμό που κατέχει τόσο την απαραίτητη τεχνογνωσία όσο και μία ομάδα γεμάτη δυνατότητες και ταλέντο.
- Πρόκειται για την ανάπτυξη ενός προϊόντος υψηλής καινοτομίας και πολύ ισχυρών τεχνικών χαρακτηριστικών που, αν σχεδιαστεί σωστά σαν ολόκληρο έργο, υπόσχεται πολύ υψηλά κέρδη για τον οργανισμό.
- Είναι ένα έργο που έχει μέτριες απαιτήσεις σε χρόνο και προϋπολογισμό.
- Δυνατότητα πλήρους αξιοποίησης του τεχνολογικού εξοπλισμού και εγκαταστάσεων παραγωγής που χρησιμοποιούνται για τα υπόλοιπα προϊόντα που αναπτύσσει ο οργανισμός.
- Εύκολη και άμεση υπηρεσία επισκευών και αντικαστάσεων από τον οργανισμό.
- Περιβαλλοντική βιωσιμότητα του προϊόντος.
- Εύκολη και πλήρης διαχείριση του προϊόντος μετά το τέλος του χρόνου ζωής του, από τον ίδιο τον οργανισμό.

2.Αδυναμίες (Weaknesses):

- Ανάγκη απόλυτης τεχνογνωσίας.
- Σύνθετη διαδικασία παραγωγής, λόγω υψηλής τεχνολογίας των πάνελ.
- Μεγάλη πίεση στον οργανισμό για δημιουργία πολύ ανταγωνιστικού προϊόντος.
- Ανάγκη ύπαρξης πολύ ισχυρής και ενημερωμένης ομάδας ανάπτυξης.
- Ανάγκη ύπαρξης σωστής και άμεσης χρονικότητας εισαγωγής του προϊόντος στην αγορά.

3.Ευκαιρίες (Opportunities):

- Προϊόν που δεν υπάρχει όμοιό του στην αγορά, σε επίπεδο σχεδίου και αισθητικής.
- Τα παρόμοια ανταγωνιστικά προϊόντα είναι πολύ ακριβότερα.
- Η τεχνολογία αυτή έχει ήδη εισαχθεί στην αγορά μέσω των ανταγωνιστών και, με αυτόν τον τρόπο, έχει ήδη δοκιμαστεί από τους καταναλωτές που είναι έτοιμοι για τέτοιου είδους προϊόντα και έχουν παρακολουθήσει τις εξελίξεις σε αυτόν τον τομέα φωτισμού.
- Οι χρήστες, στους οποίους απευθύνεται το φωτιστικό, θα δεχθούν με μεγάλη χαρά και ευκολία το προϊόν.
- Ύπαρξη μεγάλου ιστορικού υλικού της πορείας αντίστοιχων ανταγωνιστικών προϊόντων, υλικό που μπορεί να παρέχει άρτιες πληροφορίες υψίστης σημασίας στην ομάδα ανάπτυξης.
- Σταθερότητα της τεχνολογίας.
- Δεν υπάρχει κίνδυνος εισαγωγής στην αγορά ανταγωνιστικών προϊόντων που να αξιοποιούν μία πιο νέα και πιο αποτελεσματική τεχνολογία.

- Ακόμα και αν υπάρχουν αρκετοί ανταγωνιστές που να αναπτύσσουν προϊόντα φωτισμού OLED, η αγορά όχι μόνο δεν είναι κορεσμένη αλλά στην παρούσα φάση βρίσκεται στο στάδιο της ανάπτυξής της.

4.Απειλές (Threats):

- Μετά την εισαγωγή του προϊόντος στην αγορά, κάποιος ανταγωνιστής μπορεί πολύ εύκολα να αντιγράψει πλήρως το προϊόν σαν ιδέα, τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού όσο και αισθητικής.
- Πιθανή εισαγωγή ενός παρόμοιου ή πανομοιότυπου προϊόντος (από κάποιον ανταγωνιστή) που να αξιοποιεί την προγενέστερη τεχνολογίας LED. Ένα τέτοιο προϊόν δεν θα προσφέρει τις ίδιες τεχνολογικές δυνατότητες, αλλά θα είναι πολύ πιο φθηνό από ότι το φωτιστικό OLED.

3.2.3. Οι Πρωτεύοντες Χρήστες

Μία από τις κύριες ομάδες χρηστών που στοχεύει το προϊόν, είναι οι επαγγελματίες αρχιτέκτονες και οι αρχιτέκτονες εσωτερικών χώρων/διακοσμητές. Ο αρθρωτός σχεδιασμός (modular design) του φωτιστικού το ανάγει σε ένα πολύ ελκυστικό προϊόν για αρχιτεκτονικά γραφεία/εταιρείες, δεδομένου του ότι ανακλά την αισθητική, την τεχνογνωσία και της σχεδιαστική-δημιουργική επιδεξιότητα που απαιτείται από ένα σύγχρονο αρχιτέκτονα. Συμπερασματικά, το φωτιστικό αυτό μπορεί να μεταφέρει την σωστή εικόνα στους πελάτες μίας αρχιτεκτονικής εταιρείας ή γραφείου και να συμβάλλει, με αυτόν τον τρόπο, στην αύξηση της επιτυχίας και της δημοτικότητάς της. Ταυτόχρονα, το προϊόν αυτό είναι απόλυτα συμβατό με τις πολύωρες ημέρες εργασίας και η δυνατότητα ρύθμισης της έντασης και της φωτεινότητάς του, είναι ιδανική για επαγγελματίες που έχουν υψηλά κριτήρια και απαιτήσεις, καθώς επίσης και αποτελεί ένα άριστο αισθητικά αντικείμενο που βελτιώνει την διάθεση των ατόμων σε ένα χώρο και αποτελεί πηγή δημιουργικής έμπνευσης. [23] Ακόμα και σε γραφεία όπου ο χώρος είναι περιορισμένος, η δυνατότητα εξατομίκευσης του φωτιστικού το καθιστά μία εξαιρετική λύση ακόμα και στις μικρότερες δυνατές διαστάσεις.

Εικόνα 42: Φωτιστικό οροφής OLED της Blackbody

❖ Ακολουθεί μία αναλυτική λίστα με τις σημαντικότερες ανάγκες αυτών των χρηστών:

- Επαρκής φωτισμός καθόλη την διάρκεια της ημέρας, δηλαδή επάρκεια της φωτεινής έντασης σε lumens ακόμα και για τις ημέρες που το φυσικό φως είναι απών λόγω καιρικών συνθηκών.
- Εφόσον ο χώρος στον οποίο χρησιμοποιείται το προϊόν είναι ένα σχεδιαστήριο, το φωτιστικό θα πρέπει να προσφέρει επαρκή φωτισμό και τα επίπεδα φωτισμού να μπορούν να προσαρμοστούν στην εκάστοτε εργασία, με ευκολία και άνεση.
- Σε ένα σχεδιαστήριο, η αρθρωτή αρχιτεκτονική του προϊόντος είναι επιτακτική δεδομένου του ότι το αντικείμενο (το σχήμα του) και η θέση του θα πρέπει να προσαρμόζονται κατάλληλα με σκοπό την διευκόλυνση των εργασιών.
- Η δυνατότητα ρύθμισης των μεγεθών της έντασης και της φωτεινότητας, έτσι ώστε ο φωτισμός του χώρου να προσαρμόζεται τόσο στις εξωτερικές συνθήκες και την ώρα της ημέρας, όσο και στις εργασίες που διαδραματίζονται σε κάθε στιγμή.
- Η εξάλειψη του φαινομένου της θάμβωσης, ειδικά σε ένα σχεδιαστήριο που χρησιμοποιούνται μεγάλα λευκά χαρτιά και υλικά που είναι ανακλαστικά, είναι μία από τις πρωταρχικές και πιο σημαντικές ανάγκες ενός αρχιτέκτονα/σχεδιαστή.
- Η όσο το δυνατό μεγαλύτερη μείωση της εμφάνισης των σκιών από πρόσωπα και αντικείμενα πάνω σε επιφάνειες και υλικά.
- Προϊόντα που να έχουν όσο το δυνατόν λιγότερες απαιτήσεις συντήρησης και ελάχιστες πιθανότητες βλάβης.
- Η όσο το δυνατόν μικρότερη κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα χρόνου, ειδικά σε ένα σχεδιαστήριο μίας εταιρείας/γραφείου όπου ο φωτισμός είναι αναγκαίος καθόλη την διάρκεια της εργάσιμης ημέρας.
- Υλικά τα οποία δίνουν την αίσθηση του φυσικού και γήινου υλικού, χωρίς την ύπαρξη πλαστικών συνδέσμων και γενικότερα μερών του αντικειμένου.
- Τεχνολογία υψηλού επιπέδου που δεν είναι τοξική ή επιζήμια για τον άνθρωπο, τα φυτά και τα ζώα

- Τεχνολογία που σέβεται απόλυτα το περιβάλλον και προσφέρει προϊόντα που μπορούν να χειρισθούν (ανακυκλωθούν) εύκολα και κατάλληλα μετά το πέρας του χρόνου ζωής του προϊόντος.
- Προϊόντα που να εμπνέουν τους πελάτες του γραφείου/εταιρείας να εμπιστευτούν τους συνεργάτες τους τόσο σε επίπεδο τεχνογνωσίας όσο και σε επίπεδο γούστου και γενικότερης αισθητικής.
- Προϊόντα που να μπορούν να εγκατασταθούν εύκολα και χωρίς κόπο, ακόμα και από εργαζόμενους του χώρου.

Όπως έχει αναλυθεί εκτενώς σε προηγούμενα κεφάλαια, όλες από τις παραπάνω ανάγκες των χρηστών, έχουν ικανοποιηθεί απόλυτα από ένα προϊόν φωτισμού που αξιοποιεί την τεχνολογία OLED και ταυτόχρονα δεν υπάρχει πιθανότητα υποβάθμισης ενός τέτοιου προϊόντος από μία προγενέστερη τεχνολογία όπως τα LEDs. Παράλληλα, όσον αφορά το παρόν φωτιστικό, και αυτό με την σειρά του προσφέρει την κάλυψη όλων των ανωτέρω αναγκών της προαναφερθείσας ομάδας χρηστών, με μόνο βασικό μειονέκτημα του προϊόντος να αποτελεί η εξαιρετικά υψηλή τιμή του (στο μέγιστο πλήθος πάνελ). Πρόκειται για ένα προϊόν υψηλής τεχνολογίας και αισθητικής που κοστολογείται από 3.000 ευρώ έως και 9.000 ευρώ και γι’ αυτό το λόγο απευθύνεται περισσότερο σε ένα αγοραστικό κοινό που μπορεί να διαθέσει αυτούς τους πόρους και ταυτόχρονα είναι απολύτως εξοικειωμένο με τον φωτισμό υψηλού σχεδιασμού.

Σε κάθε προγενέστερη τεχνολογία υπάρχουν πολλά εμπορικά σήματα προϊόντων με φωτιστικά που ξεπερνούν σε τιμή το προϊόν αυτό χωρίς όμως να προσφέρουν όλες τις υπόλοιπες καταπληκτικές δυνατότητες που προσφέρει αυτό σε έναν χρήστη. Μακροπρόθεσμα, η τιμή του προϊόντος δεν είναι και τόσο μεγάλη, δεδομένου του ότι ο χρόνος ζωής του είναι πολύ μεγάλος και έτσι μία επιχείρηση μπορεί να αποσβέσει το αρχικό ποσό επένδυσης χωρίς να χρειαστεί να επανεπενδύσει τους πόρους της σε ένα νέο προϊόν. Επίσης, στην περίπτωση που ένα από τα πάνελ σταματήσει να λειτουργεί, το κόστος αλλαγής του είναι σχετικά μικρό και σε συνδυασμό με τα ελάχιστα έξοδα εγκατάστασης/συντήρησης, ο τελικός χρήστης δεν επιβαρύνεται οικονομικά περισσότερο από ότι με το αρχικό ποσό αγοράς του φωτιστικού.

Μία άλλη από τις βασικές κατηγορίες χρηστών του προϊόντος αποτελούν οι ιδιοκτήτες μουσείων και εκθεσιακών χώρων. Στο σύγχρονο αστικό περιβάλλον, υπάρχει μία υπερπληθώρα τέτοιων χώρων που λειτουργούν διαρκώς όλο τον χρόνο και αποτελούν χώρους επίσκεψης χιλιάδων πολιτών ετησίως. Αναμεσά τους βρίσκονται χώροι εμπορικών, τουριστικών, ναυτικών και καλλιτεχνικών εκθέσεων καθώς και κάθε είδος σύγχρονου μουσείου. Οι αίθουσες αυτών των χώρων, συνήθως, έχουν πολύ προσεγμένη αισθητική και χρειάζονται πολύ ισχυρό και αποτελεσματικό φωτισμό που, ταυτόχρονα, προκαλεί την εστίαση του ανθρώπινου οφθαλμού στα αντικείμενα τα οποία εκθέτονται. Οι αρχές της φωτοτεχνίας και του φωτισμού που είναι απαραίτητες για τέτοιου είδους χώρους, είναι πολύ καθορισμένες και υπάρχουν πολλοί επαγγελματίες φωτισμού που αναλαμβάνουν τον επιμελή σχεδιασμό του φωτός τόσο σε μόνιμη φάση όσο και σε συγκεκριμένες διοργανώσεις.

❖ Οι απαιτήσεις που έχουν οι χρήστες αυτοί αναλύονται λεπτομερώς από κάτω:

- Προφανώς, όλες οι απαιτήσεις για επαρκή φωτισμό και ρυθμιζόμενη ένταση/φωτεινότητα είναι ίδιες με αυτές της παραπάνω κατηγορίας χρηστών, όπως και κάθε ανάγκη για εγκατάσταση, συντήρηση και οικολογική κουλτούρα.
- Υπάρχει πολύ μεγάλη ανάγκη για απαλό φως που βοηθά τους παρευρισκόμενους όχι μόνο να εστιάζουν στα αντικείμενα που εκθέτονται, αλλά ταυτόχρονα να μπορούν να τα παρατηρήσουν εκτενώς χωρίς να υπάρχουν φωτεινές δέσμες και σκιές που προκαλούν την απόσπαση της προσοχής τους.
- Η ύπαρξη άρτιων αισθητικά φωτιστικών που συμπληρώνει τον σχεδιασμό του χώρου και προκαλεί τον θαυμασμό και την ευχαρίστηση των παρευρισκόντων.
- Η αρθρωτή αρχιτεκτονική των φωτιστικών που επιτρέπει στον ιδιοκτήτη να μετατρέψει το φωτιστικό σε ένα μοναδικό δημιούργημα που να ικανοποιεί τις συγκεκριμένες ανάγκες του χώρου ή ενός συγκεκριμένου γεγονότος.
- Η δυνατότητα του φωτιστικού να εξατομικεύεται.
- Το κύρος που προσδίδει ένα τεχνολογικό επίτευγμα πολύ υψηλής αισθητικής και η δημοτικότητα του χώρου που αυξάνεται λόγω αυτού.
- Η ανάγκη για μικρή κατανάλωση ενέργειας

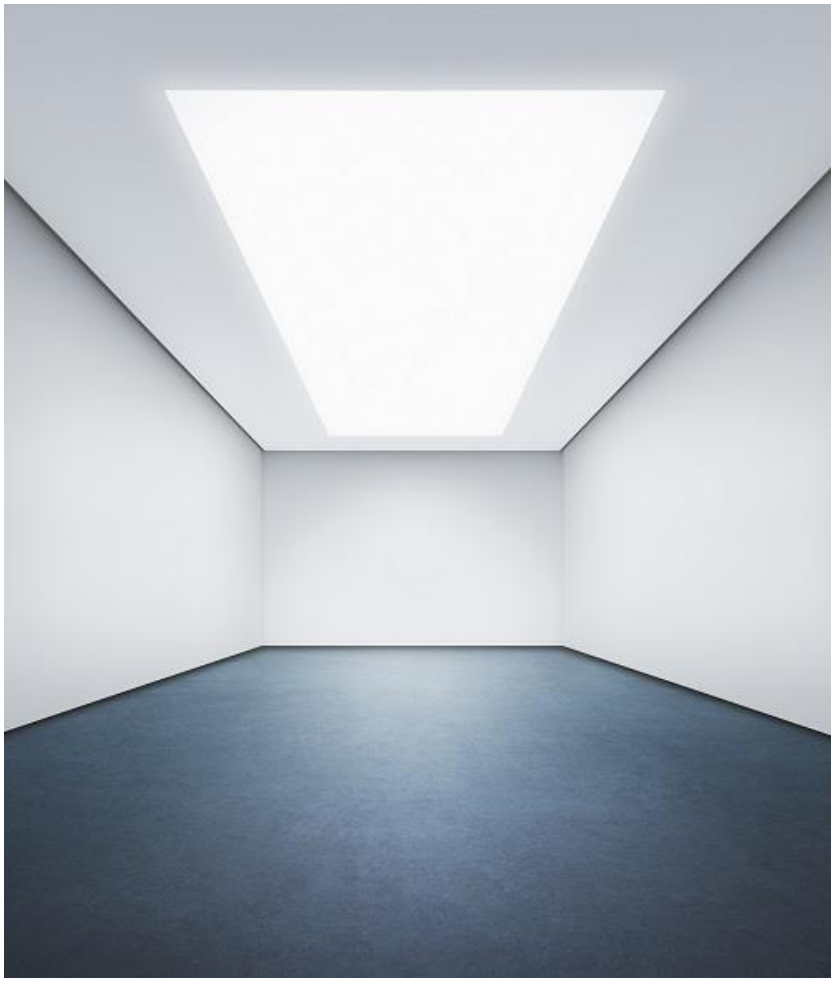
- Η ανάγκη για φωτιστικά με μεγάλο χρόνο ζωής, δεδομένου ότι αυτοί οι χώροι λειτουργούν διαρκώς και η αλλαγή ενός φωτιστικού είναι πιο απαιτητική και χρονοβόρα.

Σήμερα, υπάρχουν πολυάριθμοι χώροι εκθέσεων, γκαλερί και μουσεία που έχουν εγκαταστήσει προϊόντα φωτισμού OLED σαν κύριο φωτιστικό στους χώρους τους. Για την ακρίβεια, μερικά από τα πρώτα φωτιστικά OLED παρουσιάστηκαν σε εκθέσεις τεχνολογίας και επιχειρηματικότητας και πολλά από αυτά χρησιμοποιήθηκαν σαν εκθέματα σε γκαλερί αντικειμένων design και τέχνης. [24] Συμπερασματικά, αυτή η κατηγορία χρηστών αποτελεί μία πολύ μεγάλη μερίδα πιθανών αγοραστών του προϊόντος που υπόσχεται όχι μόνο να μεταμορφώσει εντελώς ένα τέτοιο χώρο, αλλά και αναδείξει με τρόπο μοναδικό, ευφάνταστο και πρωτοποριακό τα αντικείμενα που εκθέτονται.

Η τρίτη μεγάλη ομάδα χρηστών αποτελείται από τους ιδιοκτήτες/συμβούλια μεγάλων εταιρειών και πολυεθνικών εταιρειών. Αυτές οι εταιρείες περιέχουν χώρους συμβουλίων και συναντήσεων που αφενός εξυπηρετούν τον οργανισμό στις επαγγελματικές συγκεντρώσεις μεταξύ των στελεχών του και αφετέρου χρησιμοποιούνται σαν χώρος συνάντησης μεταξύ των στελεχών και των πελατών. Οι σύγχρονοι οργανισμοί στεγάζονται είτε σε πολυώροφα κτίσματα δυτικής μοντέρνας αρχιτεκτονικής είτε σε παλιούς βιομηχανικούς χώρους που έχουν αναπαλαιωθεί και ανακαινιστεί πλήρως, προσφέροντας έτσι μία πολύ ευχάριστη εμπειρία τόσο στους εργαζόμενους τους όσο και στους πελάτες και εξωτερικούς τους συνεργάτες.

Ακόμα μεγαλύτερο ρόλο, στην συνολική εμπειρία, παίζει το εσωτερικό ενός τέτοιου οργανισμού που συνήθως είναι σχεδιασμένο από επαγγελματία σχεδιαστή εσωτερικών χώρων και είναι επιμελώς προσεγμένο μέχρι και την τελευταία λεπτομέρεια του. Στα μέσα μαζικής ενημέρωσης και σε περιοδικά διακόσμησης, συναντώνται πολλοί χώροι τέτοιων οργανισμών που αποτελούν εκπληκτικά παραδείγματα διακόσμησης, φωτισμού και αισθητικής και πολλοί από αυτούς τους χώρους έχουν βραβευθεί με αντίστοιχα βραβεία. Συμπερασματικά, ένα προϊόν σαν το φωτιστικό αυτό, αποτελεί μία ιδανική λύση φωτισμού για τέτοιους χώρους εφόσον προσφέρει όλες τις καταπληκτικές δυνατότητες του φωτισμού OLED καθώς και όλη την σχεδιαστική και αισθητική υπεροχή που προσφέρουν όλα τα προϊόντα τους εμπορικού αυτού σήματος. Οι ανάγκες και οι απαιτήσεις αυτής της ομάδας χρηστών

δεν διαφέρουν από αυτές που προαναφέρθηκαν στις προηγούμενες δύο ομάδες και έτσι δεν παρουσιάζονται κάποιες νέες σε αυτήν την παράγραφο.



Εικόνα 43: Αυτόφωτη οροφή OLED

Όσον, αφορά το δυνητικά μεγάλο κόστος του φωτιστικού, οι οργανισμοί αυτοί συνήθως επενδύουν σε αντικείμενα υψηλής αξίας που αποδίδουν τόσο ενεργειακά όσο και λειτουργικά και με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αποσβέσουν την αρχική επένδυση σχετικά εύκολα. Ειδικά για το συγκεκριμένο φωτιστικό που αποτελεί κύριο φωτιστικό σώμα ενός χώρου ακόμα και αν ο χώρος αυτός έχει μεγάλες διαστάσεις, η απόσβεση είναι πολύ εύκολη και μεσοπρόθεσμη ειδικά από ένα μεγάλο οργανισμό που έχει υψηλές απολαβές και κέρδη. Ταυτόχρονα, είναι δυνατή η σημαντική μείωση της αρχικής τιμής του προϊόντος, δεδομένου ότι όταν ένας οργανισμός προτίθεται να αγοράσει παραπάνω από ένα σώματα, η εταιρεία παραγωγής θα είναι διατεθειμένη να δημιουργήσει μία εξατομικευμένη προσφορά στους αγοραστές της. Σε τέτοιου είδους εταιρείες και οργανισμούς, υπάρχουν πολύ

χώροι που θα μπορούσαν να στεγάσουν ένα τέτοιο προϊόν και αναμεσά τους μπορεί να συγκαταλέγονται χώροι αναμονής, χώροι δεξιώσεων και αναψυχής/ξεκούρασης, χώροι εστίασης, γραφεία ανώτατων διοικητικών στελεχών και αίθουσες εισόδου/υποδοχής. Ακολουθώντας αυτό το σκεπτικό, είναι ξεκάθαρο πως ένας μεγάλος οργανισμός διατίθεται να αγοράσει το φωτιστικό σε παραπάνω από ένα τεμάχια και με αυτόν τον τρόπο μπορεί να εξοικονομήσει πόρους και ταυτόχρονα να καλύψει όλες του τις ανάγκες για αποδοτικό και ισχυρό φωτισμό.

Η τέταρτη ομάδα έγκυρων χρηστών αποτελείται από τους ιδιοκτήτες ξενοδοχειακών μονάδων ανά την υφήλιο. Στην σύγχρονη εποχή υπάρχουν πολλά ξενοδοχεία κάθε είδους σε πολύ όμορφες τοποθεσίες του πλανήτη, τα ξενοδοχεία αυτά αποτελούν συνήθως αρχιτεκτονικά και διακοσμητικά θαύματα, τα οποία βραβεύονται τόσο για τις υπηρεσίες τους όσο και για την απαράμιλλη αισθητική τους. Οι μονάδες αυτές εκτός από χιλιάδες τουρίστες και επισκέπτες κάθε χρόνο, πολλές φορές φιλοξενούν εκθέσεις, συνέδρια και ειδικές εκδηλώσεις. Με όλα αυτά τα χαρακτηριστικά και δρόμενα, τα ξενοδοχεία αποτελούν πόλο έλξης για πάρα πολύ κόσμο και κατά συνέπεια είναι αναγκαίος ο σωστός και επαρκής φωτισμός τους. Οι ανάγκες των μονάδων αυτών δεν διαφέρουν από τις αντίστοιχες των ανωτέρω ομάδων και αποτελούν έναν από τους βασικότερους χρήστες του προϊόντος.

Η πέμπτη ομάδα χρηστών αποτελείται από τους ιδιοκτήτες χώρων εστίασης και χώρων διασκέδασης και αναψυχής. Οι χώροι αυτοί επωφελούνται άμεσα από τα φωτιστικά OLED, δεδομένου του ότι είναι τα μόνα που προσφέρουν απαλό λευκό φως χαμηλής θερμοκρασίας που εξαλείφει τις σκιές των προσώπων και επιτρέπει τα χαρακτηριστικά τους να φαίνονται καθαρότερα και καλύτερα ακόμα και σε συνθήκες πολύ χαμηλού φωτισμού. Επίσης, τα λεπτά φιλμ που σχηματίζουν αυτόφωτες επιφάνειες, είναι ιδανικές εστίες φωτός για χώρους συναθροίσεων δεδομένου του ότι η εμφάνιση τους είναι ευχάριστη και ταυτόχρονα μπορεί να περάσει απαρατήρητη σε σχέση με τα προγενέστερα σημειακά φωτιστικά που ο σχεδιασμός και η τεχνολογία τους δεν τους επιτρέπει να περνούν απαρατήρητα και η εστίαση του ανθρώπινου οφθαλμού, πάνω τους, είναι αναπόφευκτος. Επιπροσθέτως, οι χώροι αυτοί μπορούν πολύ εύκολα να φιλοξενήσουν ένα τέτοιο φωτιστικό ιδιαίτερης και μυστηριακής αισθητικής που είναι ικανό να μαγνητίσει όλα τα βλέμματα, όχι λόγω του έντονου και εκτυφλωτικού φωτός, αλλά λόγω άρτιας καλλιτεχνικής έκφρασης, καλαισθησίας και δημιουργικής υπεροχής.

Μία άλλη ομάδα χρηστών, και πιο συγκεκριμένα, χώρων χρήσεως αποτελούν τα εμπορικά κέντρα που προσφέρουν μεγάλους χώρους και μεγάλες επιφάνειες που μπορούν να αποτελέσουν την βάση ενός τέτοιου φωτιστικού. Επίσης, οι χώροι αναμονής ταξιδιωτικών σταθμών όπως αεροδρόμια, λιμάνια και σταθμοί τρένων. Σε τέτοιους χώρους είναι αναγκαία η ύπαρξη συσκευών φωτισμού που προσελκύουν το ενδιαφέρον των ταξιδιωτών και ταυτόχρονα κάνουν τον χώρο πιο φιλικό και φιλόξενο. [23] Οι πανεπιστημιακοί χώροι και βιβλιοθήκες αποτελούν και αυτοί χώρους που θα μπορούσαν με μεγάλη ευκολία να περιέχουν το φωτιστικό αυτό, το οποίο θα αποτελεί ένα τρόπο εισαγωγής των ανθρώπων στην τεχνολογία των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός, στην επιστήμη της φωτοτεχνίας και στις σχεδιαστικές δυνατότητες των επαγγελματιών της εταιρείας παραγωγής. Τέλος, ιδανικούς χώρους εγκατάστασης του προϊόντος αποτελούν τα πολιτιστικά κέντρα και ιδρύματα και τα κέντρα τεχνών.

Εικόνα 44: Κινητικό φωτιστικό οροφής OLED

Συμπερασματικά, όλες οι παραπάνω κατηγορίες χρηστών αποτελούν τόσο τους χρήστες κλειδιά του προϊόντος όσο και τους κύριους αγοραστές του. Αυτό σημαίνει πως όλες αυτές οι κατηγορίες χρηστών που παρουσιάζονται σε φθίνουσα σειρά (ως προς τον βαθμό σημαντικότητας και την δύναμη επιρροής) είναι αυτοί που επηρέασαν την φάση του πλάνου του προϊόντος κατά τον σχεδιασμό και ο τρόπος κάλυψης των αναγκών τους μεταφράστηκε σε τεχνικά και αισθητικά χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος. [20] Μία εταιρεία που αναπτύσσει ένα τέτοιο προϊόν πρέπει να έχει συμπεριλάβει καθολικά τις ανάγκες όλων αυτών των χρηστών ώστε να έχει δημιουργήσει ένα άρτιο mission statement και να μπορεί να σχεδιάσει όλο αυτό το εγχείρημα σαν ένα έργο υψηλών προδιαγραφών και απαιτήσεων. Ένα τέτοιο έργο πρέπει να έχει σαφείς οικονομικούς στόχους και να έχει εκτιμηθεί σωστά και έγκυρα τόσο ο χρόνος που θα χρειαστεί όσο και οι οικονομικοί πόροι που θα ξοδευθούν για την υλοποίηση του σχεδιασμού και της παραγωγής ενός τέτοιου προϊόντος φωτισμού. [22] Επίσης θα πρέπει να υπάρχει ένας ικανοποιητικός οικονομικός προϋπολογισμός δεδομένου του ότι η ανάπτυξη ενός τέτοιου προϊόντος απαιτεί αφενός την ύπαρξη μίας πολύ αποτελεσματικής ομάδας σχεδιαστών προϊόντων και αφετέρου η παραγωγή ενός τέτοιου σώματος είναι αρκετά σύνθετη λόγω της υψηλής τεχνολογίας των πάνελ.

- ❖ Ακολουθεί μία συνέντευξη με δυο αρχιτέκτονες:

Παρατίθενται οι ανάγκες αυτών των δύο επαγγελματιών αρχιτεκτόνων που εργάζονται ως freelancers και ασχολούνται με τον σχεδιασμό, την ανακαίνιση και την αποκατάσταση εσωτερικών χώρων. Πρόκειται για δύο νεαρούς αρχιτέκτονες που περνούν πολύ μεγάλο μέρος του χρόνου τους στο γραφείο τους και ο φωτισμός είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για αυτούς. Οι ανάγκες τις οποίες εξέφρασαν ακολουθούν παρακάτω.

- Θέλω ένα φωτιστικό που να είναι ισχυρό για εργασία στο γραφείο κατά τις απογευματινές και βραδινές ώρες.
- Κατά την διάρκεια της μέρας, θέλω το φωτιστικό να μπορεί να έχει μικρότερη ένταση από αυτήν της νύχτας ώστε να μην γίνεται κουραστικό για τα μάτια μου.

- Θέλω να μπορώ να δουλεύω και να σχεδιάζω στο χαρτί ή στον υπολογιστή χωρίς να δημιουργείται έντονη ανάκλαση σε αυτά λόγω του φωτός.
- Θέλω να μπορώ να προσαρμόσω το φωτιστικό σε όποια θέση μου είναι απαραίτητο και, αν είναι δυνατόν, να μπορώ να αλλάξω και το σχήμα του.
- Δεν μου αρέσουν τα φωτιστικά με μεγάλη κατανάλωση ενέργειας που επιβαρύνουν το περιβάλλον.
- Θέλω το φωτιστικό να μην ζεσταίνεται ακόμα και αν δουλεύει όλη την ημέρα.
- Θέλω το φως του να μην είναι θερμό.
- Χρειάζομαι ένα φωτιστικό που να έχει μεγάλη διάρκεια γιατί η αλλαγή του στο χώρο με κάνει να χάνω πολύτιμο χρόνο από τα καθήκοντά μου.
- Θέλω να μην είναι πλαστικό γιατί τα πλαστικά φωτιστικά και αντικείμενα είναι αντί-αισθητικά και επιζήμια για το περιβάλλον.
- Θα ήθελα όταν σταματήσει να δουλεύει το φωτιστικό, αυτό να μπορεί να ανακυκλωθεί.
- Θα ήθελα ένα μοντέρνο φωτιστικό τεχνολογίας LED που να έχει πολύ ωραίο σχέδιο και αισθητική.
- Δεν μου αρέσουν τα υπερβολικά ακριβά αντικείμενα και συσκευές.
- Θα ήθελα το service του φωτιστικού να μπορεί να γίνει πάρα πολύ γρήγορα χωρίς να χάσω χρόνο επειδή δεν θα μπορώ να είμαι στο γραφείο.
- Θα ήθελα να μπορώ να το προτείνω στους πελάτες μου σαν λύση φωτισμού για τον χώρο τους.

- Σε αυτό το σημείο ακολουθεί ο τρόπος με τον οποίο όλες αυτές οι ανάγκες των δύο αρχιτεκτόνων μεταφράζονται σε τεχνικά χαρακτηριστικά του προϊόντος:

  - Όσον αφορά τις ανάγκες για ισχυρή ένταση την νύχτα, αυτό μεταφράζεται σε ένα φωτιστικό με υψηλό όριο έντασης που να έχει σχεδιαστεί άρτια ώστε να λαμβάνει απόλυτα υπόψιν του την φύση και την υγεία του ανθρώπινου οφθαλμού και τις συνήθεις συνθήκες μέσα σε έναν τέτοιο χώρο εργασίας.
  - Όσον αφορά την ανάγκη για μικρότερη ένταση την μέρα σε σχέση με αυτήν της νύχτας, αυτό μεταφράζεται στην ύπαρξη ενός dimmer που να μπορεί να αυξομειώνει την φωτεινότητα και την δυνατότητα της ρυθμιζόμενης έντασης μέσω ελέγχου του πόσα πάνελ OLED λειτουργούν ταυτόχρονα.
  - Η αποφυγή της ανάκλασης σε οποιαδήποτε λεία επιφάνεια, μεταφράζεται με την ανάγκη εξάλειψης του φαινομένου της θάμβωσης.
  - Η προσαρμογή του φωτιστικού σε διαφορετικές θέσεις και σχήματα, μεταφράζεται στην αναγκαιότητα της αρθρωτής αρχιτεκτονικής και της κινητικότητας των επιμέρους μερών του προϊόντος.
  - Η ανάγκη μικρής κατανάλωσης μεταφράζεται στην αξιοποίηση μίας σύγχρονης τεχνολογίας διόδων εκπομπής φωτός που προσφέρει το χαρακτηριστικό αυτό. Το ίδιο ισχύει τόσο για την εκπομπή σχετικά ψυχρού φωτός όσο και για την εξάλειψη της εκπομπής θερμότητας από το προϊόν.
  - Η γρήγορη επισκευή και συντήρηση μεταφράζεται τόσο στην αρθρωτή αρχιτεκτονική του προϊόντος που προσφέρει την δυνατότητα της εύκολης και γρήγορης αφαίρεσης κάθε πάνελ από τον σκελετό, όσο και στις άριστες υπηρεσίες της εταιρεία παραγωγής και στην τεχνολογία την ίδια που επιτρέπει την εύκολη διαχείριση του κάθε πάνελ.
  - Η εξάλειψη του πλαστικού μεταφράζεται στον οικολογικό και γήινο σχεδιασμό του φωτιστικού.

- Η δυνατότητα ανακύκλωσης μεταφράζεται τόσο στον οικολογικό σχεδιασμό του προϊόντος όσο και στις υπηρεσίες της εταιρείας παραγωγής.
- Η απαιτούμενη αξιοποίηση της τεχνολογίας LED σημαίνει πως ο σύγχρονος επαγγελματίας και χρήστης είναι πλήρως εξοικειωμένος με τις νέες τεχνολογίες και τον χαρακτήρα τους και απαιτεί προϊόντα τελευταίας τεχνολογίας. Αυτό μεταφράζεται στην ανάγκη για μία νέα τεχνολογία που να ανήκει στην ίδια κατηγορία και εν γένει να ξεπερνά αυτήν σε δυνατότητες. Ταυτόχρονα, η ανάγκη για ωραία αισθητική και σχεδιασμό μεταφράζεται στις δυνατότητες και τα ταλέντα του σχεδιαστή ή της ομάδας σχεδιαστών του φωτιστικού.
- Η ανάγκη για μη υπερβολικό κόστος μεταφράζεται στην όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση του κόστους σχεδίασης και κυρίως παραγωγής που συνεπάγεται το χαμηλότερο δυνατό κόστος του τελικού προϊόντος. Συμπερασματικά, η ανάγκη μεταφράζεται τις δυνατότητες, στην εμπειρία και τις δεξιότητες του οργανισμού ανάπτυξης και παραγωγής του προϊόντος.
- Η ανάγκη για δυνατότητα πρότασης του φωτιστικού για χρήση από τους πελάτες, μεταφράζεται στον συνδυασμό όλων των ανωτέρω αναγκών καθώς και όλων των δυνατοτήτων και των πλεονεκτημάτων του προϊόντος, όπως αυτά έχουν αναλυθεί στις παραπάνω παραγράφους και υποκεφάλαια.

Εικόνες 45 και 46: Φωτιστικά OLED του S.Herkner

❖ Ακολουθούν τέσσερα ερωτηματολόγια σχετικά με το ως προς ανάπτυξη προϊόν:

1. Το πρώτο ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από τους εργαζόμενους Δημοτικής Επιχείρησης.

	ΔΓ / ΔΑ	***Καθόλου***	***Λίγο***	***Αρκετά***	***Πολύ***	***Πάρα Πολύ***
1.Έχετε χρησιμοποιήσει προϊόντα φωτισμού LED ?					**x**	
2. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία Οργανικών Διόδων Εκπομπής Φωτός, OLED ?			**x**			
3. Γνωρίζετε τις δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής ?			**x**			
4. Θα σας ενδιέφερε ένα προϊόν φωτισμού OLED ?				**x**		
5. Πιστεύετε πως οι δυνατότητες αυτού του προϊόντος αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?				**x**		
6. Αν ναι, θα επιλέγατε το προϊόν σαν κύρια πηγή φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?				**x**		
7. Πιστεύετε ότι το σχέδιο του προϊόντος ταιριάζει με την αισθητική του χώρου εργασίας σας ?					**x**	
8. Θεωρείτε πως η αισθητική του προϊόντος θα είναι αρεστή στους συναδέλφους σας ?				**x**		
9. Θεωρείτε πως η απόδοση του προϊόντος θα αποσβέσει μακροπρόθεσμα την αρχική επένδυση της υπηρεσίας σας ?			**x**			
10. Θεωρείτε πως το συγκεκριμένο προϊόν είναι οικολογικό από την πλευρά της βιωσιμότητας ?						**x**
11. Σας ικανοποιεί ο χρόνος ζωής του φωτιστικού ?					**x**	

2. Το δεύτερο ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από τον ιδιοκτήτη Gallery/Αίθουσας Τέχνης.

	ΔΓ / ΔΑ	***Καθόλου***	***Λίγο***	***Αρκετά***	***Πολύ***	***Πάρα Πολύ***
1.Έχετε χρησιμοποιήσει προϊόντα φωτισμού LED ?				**x**		
2. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία Οργανικών Διόδων Εκπομπής Φωτός, OLED ?			**x**			
3. Γνωρίζετε τις δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής ?			**x**			
4. Θα σας ενδιέφερε ένα προϊόν φωτισμού OLED ?				**x**		
5. Πιστεύετε πως οι δυνατότητες αυτού του προϊόντος αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?				**x**		
6. Αν ναι, θα επιλέγατε το προϊόν σαν κύρια πηγή φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?				**x**		
7. Πιστεύετε ότι το σχέδιο του προϊόντος ταιριάζει με την αισθητική του χώρου εργασίας σας ?					**x**	
8. Θεωρείτε πως η αισθητική του προϊόντος θα είναι αρεστή στους πελάτες σας ?					**x**	
9. Θεωρείτε πως η απόδοση του προϊόντος θα αποσβέσει μακροπρόθεσμα την αρχική επένδυση της επιχείρησής σας ?				**x**		
10. Θεωρείτε πως το συγκεκριμένο προϊόν είναι οικολογικό από την πλευρά της βιωσιμότητας ?						**x**
11. Πιστεύετε πως ένα τέτοιο φωτιστικό που προσφέρει απαλό και ψυχρό φως θα βοηθά τους παρευρισκόμενους να εστιάζουν στα αντικείμενα που εκθέτονται ?					**x**	
12. Πιστεύετε πως το σχέδιο του φωτιστικού συμπληρώνει τον σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική του χώρου σας ?				**x**		
13. Σας ικανοποιεί ο χρόνος ζωής του φωτιστικού ?				**x**		
14. Το φως που εκπέμπει αυτό το φωτιστικό μειώνει τις σκιές σε ένα χώρο και αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά των ατόμων που παρευρίσκονται μέσα στον χώρο αυτό. Θεωρείτε πως το χαρακτηριστικό αυτό είναι σημαντικό ?					**x**	
15. Πιστεύετε ότι ένα τέτοιο προϊόν θα αυξήσει την δημοτικότητα της επιχείρησής σας ?			**x**			

3. Το τρίτο ερωτηματολόγια απαντήθηκε από τους ιδιοκτήτες gourmet εστιατορίου.

	ΔΓ / ΔΑ	***Καθόλου***	***Λίγο***	***Αρκετά***	***Πολύ***	***Πάρα Πολύ***
1.Έχετε χρησιμοποιήσει προϊόντα φωτισμού LED ?					**x**	
2. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία Οργανικών Διόδων Εκπομπής Φωτός, OLED ?				**x**		
3. Γνωρίζετε τις δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής ?				**x**		
4. Θα σας ενδιέφερε ένα προϊόν φωτισμού OLED ?				**x**		
5. Πιστεύετε πως οι δυνατότητες αυτού του προϊόντος αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?					**x**	
6. Αν ναι, θα επιλέγατε το προϊόν σαν κύρια πηγή φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?					**x**	
7. Πιστεύετε ότι το σχέδιο του προϊόντος ταιριάζει με την αισθητική του χώρου εργασίας σας ?				**x**		
8. Θεωρείτε πως η αισθητική του προϊόντος θα είναι αρεστή στους πελάτες σας ?					**x**	
9. Θεωρείτε πως η απόδοση του προϊόντος θα αποσβέσει μακροπρόθεσμα την αρχική επένδυση της επιχείρησής σας ?				**x**		
10. Θεωρείτε πως το συγκεκριμένο προϊόν είναι οικολογικό από την πλευρά της βιωσιμότητας ?						**x**
11.Πιστεύετε πως ένα τέτοιο φωτιστικό θα συγκεντρώνει τα βλέμματα και θα προκαλεί τον θαυμασμό των πελατών σας ?					**x**	
12. Πιστεύετε πως το σχέδιο του φωτιστικού συμπληρώνει τον σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική του χώρου σας ?					**x**	
13. Σας ικανοποιεί ο χρόνος ζωής του φωτιστικού ?				**x**		
14. Το φως που εκπέμπει αυτό το φωτιστικό μειώνει τις σκιές σε ένα χώρο και αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά των ατόμων που παρευρίσκονται μέσα στον χώρο αυτό. Θεωρείτε πως το χαρακτηριστικό αυτό είναι σημαντικό ?					**x**	
15. Πιστεύετε ότι ένα τέτοιο προϊόν θα αυξήσει την δημοτικότητα της επιχείρησής σας ?				**x**		

4. Το τέταρτο ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από τον CEO εταιρείας, στον Πειραιά.

	ΔΓ / ΔΑ	***Καθόλου***	***Λίγο***	***Αρκετά***	***Πολύ***	***Πάρα Πολύ***
1.Έχετε χρησιμοποιήσει προϊόντα φωτισμού LED ?				**x**		
2. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία Οργανικών Διόδων Εκπομπής Φωτός, OLED ?			**x**			
3. Γνωρίζετε τις δυνατότητες της τεχνολογίας αυτής ?			**x**			
4. Θα σας ενδιέφερε ένα προϊόν φωτισμού OLED ?			**x**			
5. Πιστεύετε πως οι δυνατότητες αυτού του προϊόντος αντιπροσωπεύουν τις ανάγκες φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?				**x**		
6. Αν ναι, θα επιλέγατε το προϊόν σαν κύρια πηγή φωτισμού του χώρου εργασίας σας ?				**x**		
7. Πιστεύετε ότι το σχέδιο του προϊόντος ταιριάζει με την αισθητική του χώρου εργασίας σας ?					**x**	
8. Θεωρείτε πως η αισθητική του προϊόντος θα είναι αρεστή στους εργαζομένους σας ?					**x**	
9. Θεωρείτε πως η απόδοση του προϊόντος θα αποσβέσει μακροπρόθεσμα την αρχική επένδυση της επιχείρησής σας ?				**x**		
10. Θεωρείτε πως το συγκεκριμένο προϊόν είναι οικολογικό από την πλευρά της βιωσιμότητας ?						**x**
11. Πιστεύετε πως ένα τέτοιο φωτιστικό που προσφέρει απαλό και ψυχρό φως θα βοηθά τους εργαζομένους σας στην εργασία τους ?				**x**		
12. Πιστεύετε πως το σχέδιο του φωτιστικού συμπληρώνει τον σχεδιασμό και την αρχιτεκτονική του χώρου σας ?				**x**		
13. Σας ικανοποιεί ο χρόνος ζωής του φωτιστικού ?				**x**		
14. Το φως που εκπέμπει αυτό το φωτιστικό μειώνει τις σκιές σε ένα χώρο και αναδεικνύει τα χαρακτηριστικά των ατόμων που παρευρίσκονται μέσα στον χώρο αυτό. Θεωρείτε πως το χαρακτηριστικό αυτό είναι σημαντικό ?				**x**		
15. Πιστεύετε πως ένα τέτοιο φωτιστικό θα συγκεντρώνει τα βλέμματα και θα προκαλεί τον θαυμασμό των πελατών σας ?				**x**		
16. Πιστεύετε ότι η δυνατότητα ρύθμισης της έντασης και της φωτεινότητας θα ικανοποιήσει εσάς και τους εργαζομένους σας ?				**x**		

Εικόνα 47: Πάνελ φωτισμού OLED

- Η περιγραφή των ερωτηματολογίων ήταν η εξής:

Πρόκειται για ένα φωτιστικό OLED που αποτελείται από ένα λεπτό μεταλλικό σκελετό κατασκευασμένο από ανοξείδωτο ατσάλι και από πολλά ενσωματωμένα πάνελ OLED σχετικά μικρών διαστάσεων. Το φωτιστικό έχει σχήμα και διάταξη που θυμίζει σπονδυλική στήλη με ένα μεγάλο ενιαίο σκελετό στο κέντρο και τα πάνελ τοποθετημένα εκατέρωθεν του σκελετού σαν σπόνδυλοι. Τα πάνελ είναι τοποθετημένα σε μορφή συστοιχίας και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να ρυθμίζει την φωτεινότητα καθώς και να επιλέγει τον αριθμό των πάνελ που λειτουργούν ή αδρανούν ταυτόχρονα. Είναι ένα φωτιστικό οροφής ή τοίχου που μπορεί να λειτουργήσει συνδυαστικά με άλλα ίδια προϊόντα στον ίδιο χώρο και με αυτόν τον τρόπο να φωτίσει επαρκώς όλους τους χώρους που προαναφέρθηκαν, όταν είναι απαραίτητη η ύπαρξη παραπάνω από ενός φωτιστικού σώματος.

Ταυτόχρονα, προσφέρεται η δυνατότητα της εξατομίκευσης του φωτιστικού σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Πιο συγκεκριμένα, η εξατομίκευση γίνεται τόσο σε επίπεδο σχήματος του φωτιστικού, δηλαδή δίνεται η δυνατότητα μετατροπής του φωτιστικού από κυματιστό σε τετράγωνο ή κυκλικό ή ακόμα και σε σφαιρικό σχήμα, καθώς και σε επίπεδο πλήθους των πάνελ. Τα πάνελ είναι πλήρως ανακυκλώσιμα και η οργανική φύση του εσωτερικού τους δεν τα καθιστά επιζήμια για το περιβάλλον, καθώς και, ο σκελετός του προϊόντος είναι φτιαγμένος από ανοξείδωτο ατσάλι που αποτελεί ανακυκλώσιμο υλικό.

Ακολουθούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του προϊόντος:

ΔΕΙΚΤΗΣ ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ CRI	80
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΡΩΜΑΤΟΣ	2.750-4.000 K
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	156 W
ΜΗΚΟΣ	370 cm
ΠΛΑΤΟΣ	37 cm
ΥΨΟΣ	48 cm
ΒΑΡΟΣ	30 kg

Το κόστος του προϊόντος κυμαίνεται από 3.000 ευρώ έως και 9.000 ευρώ ανάλογα με το μήκος του σκελετού και το πλήθος των πάνελ φωτισμού. Ο χρόνος ζωής του φωτιστικού ξεπερνά τις 20.000 ώρες λειτουργίας.

Ταυτόχρονα, δόθηκε μία σαφής εικόνα του πως θα μοιάζει το προϊόν και ποια ακριβώς θα είναι η αισθητική του, χρησιμοποιώντας το σκίτσο του προϊόντος και φωτογραφίες αντίστοιχων φωτιστικών καθώς και πλήρη λεκτική περιγραφή. Μέσα από τις απαντήσεις που δόθηκαν στα ερωτηματολόγια, είναι αρχικά σαφές πως δεν είναι όλοι οι χρήστες ικανοποιητικά ενημερωμένοι για τα προϊόντα τεχνολογίας OLED ειδικά σε σχέση με τα προγενέστερα προϊόντα LED. Αυτό ήταν αναμενόμενο δεδομένου του ότι πρόκειται για μία πολύ νέα και πρόσφατη εξέλιξη στην τεχνολογία και το γεγονός αυτό αποτελεί και μία από τις μεγαλύτερες απειλές στην ανάπτυξη ενός τέτοιου προϊόντος.

Παράλληλα όμως, τα τεχνικά χαρακτηριστικά που προσφέρει ένα τέτοιο προϊόν κατάφεραν να γίνουν πολύ εύκολα αρεστά στους ερωτηθέντες που αμέσως αντιλήφθηκαν το δυναμικό ενός τέτοιου προϊόντος και τον τρόπο με τον οποίο αυτό καλύπτει τις ανάγκες τους. [21] Από περιβαλλοντικής σκοπιάς, όλοι οι ερωτηθέντες έμειναν απόλυτα ικανοποιημένοι από το προϊόν αυτό και επίσης γίνεται αμέσως

φανερό το επίπεδο της ευαισθητοποίησης του σύγχρονου χρήστη για την βιωσιμότητα των προϊόντων που αγοράζει και την οικολογική του συνείδηση.

Από την σκοπιά του χρόνου ζωής του φωτιστικού, σε γενικές γραμμές όλοι οι ερωτηθέντες έμειναν ικανοποιημένοι αλλά είναι φανερό πως υπάρχει το περιθώριο και η ανάγκη για αύξηση του χρόνου αυτού ειδικά σε σχέση με το κόστος του προϊόντος. Όσον αφορά το κόστος, φάνηκε πως οι ερωτηθέντες είναι διατεθειμένοι να επενδύσουν σε κάποιο τέτοιο προϊόν, ειδικά στην μορφή που κοστίζει λιγότερο. Αυτό το γεγονός αποτελεί και μία από τις βασικές σκοπιές εξέλιξης τέτοιων προϊόντων, μία εξέλιξη που αν συμβεί σίγουρα θα μετατρέψει τα προϊόντα αυτά σε πιο ανταγωνιστικά και πιο βιώσιμα από ότι είναι τώρα. Όπως έχει σημειωθεί και νωρίτερα στην εργασία, ο φωτισμός OLED σίγουρα προσφέρει απίστευτες δυνατότητες αλλά δεν βρίσκεται ακριβώς στο σημείο ακμής του και υπάρχει χώρος για βελτιώσεις τόσο σε τεχνικό επίπεδο όσο και σε οικονομικό. Παρόλα αυτά, μέσω αυτής της έρευνας αναδεικνύεται η καλοπροαίρετη στάση των καταναλωτών απέναντι σε αυτού του είδους προϊόντα.

3.3. Η Αρχιτεκτονική του Προϊόντος

Πρόκειται για ένα προϊόν που έχει σχεδιαστεί ακολουθώντας πιστά την αρθρωτή αρχιτεκτονική (modular architecture) προϊόντος. Ο αρθρωτός σχεδιασμός είναι μία προσέγγιση σχεδιασμού που υποδιαιρεί ένα σύστημα σε μικρότερα τμήματα (που ονομάζονται modules) τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν ανεξάρτητα και στην συνέχεια να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικά προϊόντα ή συστήματα. Ένα αρθρωτό σύστημα χαρακτηρίζεται από λειτουργικό διαχωρισμό σε διακριτές αυτόνομες και κλιμακούμενες μονάδες που επαναχρησιμοποιούνται. Ταυτόχρονα, χρησιμοποιούνται αρθρωτές διεπαφές που ακολουθούν πιστά τα βιομηχανικά πρότυπα και διασφαλίζουν την σωστή σύνδεση και τεχνική βιωσιμότητα του τελικού προϊόντος. [24] Αυτή η ειδική προσέγγιση στον σχεδιασμό, παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα όπως η ευελιξία στον σχεδιασμό και η μείωση του κόστους σχεδιασμού και παραγωγής και κατά συνέπεια η μείωση του κόστους πώλησης του τελικού προϊόντος στην αγορά.

Επίσης, ένα βασικό χαρακτηριστικό και ταυτόχρονα πλεονέκτημα του σχεδιασμού αυτού έγκειται στο γεγονός ότι συνδυάζει τα πλεονεκτήματα του σχεδιασμού τυποποιημένων προϊόντων με τον σχεδιασμό εξατομικευμένων

προϊόντων. Στον σχεδιασμό και στην ανάπτυξη προϊόντων, είναι πολύ σημαντική η χρήση της αρθρωτής προσέγγισης που χαρακτηρίζεται από ιδιότητες όπως η δυνατότητα αναβάθμισης, η δυνατότητα συντήρησης και η γενικευμένη ευελιξία και ευκολία διαχείρισης που παρουσιάζει το προϊόν. [25] Τέλος, τη σημαντικότερη ιδιότητα, του σχεδιασμού αυτού, αποτελεί η δυνατότητα αντικατάστασης ή προσθήκης μίας ή πολλών μονάδων χωρίς να επηρεάζεται αρνητικά το υπόλοιπο σύστημα. Στο παρών προϊόν, τα επιμέρους τμήματα αποτελούν τα λεπτά πάνελ OLED πάχους 2 mm και ο μεταλλικός σκελετός πάνω στον οποίο αυτά προσαρμόζονται με σταθερότητα.

Εικόνα 48: Modular OLED Light, Helios

Ανά πάσα ώρα και στιγμή, ο χρήστης είναι δυνατόν να προσθέσει ή να αφαιρέσει κάποιο από τα πάνελ είτε για συντήρηση ή αποκατάσταση σε περίπτωση βλάβης, είτε για αναπροσαρμογή του φωτιστικού ως προς το σχήμα και το πλήθος των πάνελ. Από την σκοπιά των λειτουργικών χαρακτηριστικών του φωτιστικού, η δομή είναι διαρρυθμισμένη και αφαιρετική, δεδομένου του ότι το προϊόν αποτελείται από μόνο δύο ειδών τμήματα τα οποία είναι διακριτά μεταξύ τους και η ύπαρξη του τρίτου τμήματος, που αποτελείται από τα καλώδια, είναι πρακτικά αόρατο για τον χρήστη. Τα καλώδια του φωτιστικού είναι φτιαγμένα από ανακυκλώσιμο πλαστικό και είναι διαφανή και ταυτόχρονα έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία που τους προσδίδει μία γυαλάδα που κάνει δυσδιάκριτο το εσωτερικό τους. [5] Τα καλώδια αυτά είναι συνδεδεμένα με μία συσκευή οδηγού (που αναλύθηκε εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο) που είναι τοποθετημένη στο εσωτερικό της επιφάνειας εγκατάστασης του φωτιστικού.

Ακόμα και στην περίπτωση που η επιφάνεια αυτή είναι πολύ λεπτή σε πάχος, οι σύγχρονες συσκευές οδηγών είναι αρκετά μικρές και οι διαστάσεις τους μπορούν να διαμορφωθούν κατάλληλα ώστε να μην καταστρέψουν την επιφάνεια ή να είναι ορατές. Ο μεταλλικός σκελετός αποτελεί το δευτερεύον τμήμα του προϊόντος και είναι φτιαγμένος από ανοξείδωτο ατσάλι χαμηλής πυκνότητας και βάρους, το συγκεκριμένο υλικό έχει επιλεχτεί με σκοπό την αποφυγή της φθοράς από την υγρασία ενός χώρου και, επίσης, προσδίδει μία γυαλιστερή και γήινη πινελιά στο τελικό προϊόν. Στα σύγχρονα προϊόντα design είναι πολύ σημαντικός ο συνδυασμός γήινων και συνηθισμένων υλικών με τμήματα υψηλής τεχνολογίας, με απώτερο σκοπό την δημιουργία ενός προϊόντος που παντρεύει το παραδοσιακό με το μοντέρνο και ανακλά την μοναδική σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον.

Εικόνα 49: Modular Product

3.4. Η Περιβαλλοντική Βιωσιμότητα του Προϊόντος

Τα πάνελ OLED αποτελούν ένα περιβαλλοντικά φιλικό και βιώσιμο τεχνολογικό προϊόν που δεν επιβαρύνει το περιβάλλον τόσο κατά την λειτουργία του όσο και μετά το πέρας του χρόνου ζωής του. Αρχικά, είναι ένα προϊόν με πολύ μεγάλο χρόνο ζωής, που ξεπερνά τις 20.000 ώρες, και κατά συνέπεια κάθε μία μονάδα λειτουργεί για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να χρειάζεται μεσοπρόθεσμη αντικατάσταση όπως διάφοροι λαμπτήρες φωτισμού παλαιότερων τεχνολογιών. Οι

λαμπτήρες φθορισμού λειτουργούν περίπου για το ίδιο χρονικό διάστημα, αλλά ταυτόχρονα, αποτελούνται από μη ανακυκλώσιμα υλικά (στο μεγαλύτερο ποσοστό τους) και περιέχουν τοξικά χημικά στοιχεία τα οποία είναι απολύτως επιβλαβή τόσο για τους ζωντανούς οργανισμούς όσο και για το φυσικό περιβάλλον. Τα προγενέστερα LEDs έχουν σχεδόν διπλάσιο χρόνο ζωής και κατ' επέκταση είναι πιο φιλικά για το περιβάλλον, αλλά τα OLED είναι κατασκευασμένα από ένα οργανικό υμένιο (σε αντίθεση με το ανόργανο υμένιο ενός LED) και εν κατακλείδι αποτελούν μία πιο βιώσιμη αφενός ως προς την διαδικασία παραγωγής τους και αφετέρου ως προς την διαχείριση τους μετά το τέλος της ζωής τους.

Τα πάνελ αποτελούνται, στο μεγαλύτερο μέρος τους, από γυαλί το οποίο αποτελεί ένα από τα πιο συνηθισμένα ανακυκλώσιμα υλικά και η διαχείρισή του είναι πολύ εύκολη στην σύγχρονη εποχή. [26] Οι εταιρείες που παράγουν τα προϊόντα OLED είναι υπεύθυνες για την διαχείρισή τους, όταν τα προϊόντα αυτά τελέσουν το σκοπό τους. Η διαδικασία διαχωρισμού ενός πάνελ φωτισμού στα επιμέρους τμήματα του, είναι σχετικά απλή και δεν αφήνει υλικά ή υπολείμματα υλικών τα οποία ενδέχεται να καταλήξουν είτε σε ένα χώρο εναπόθεσης απορριμμάτων είτε στον ωκεανό, με καταστροφικές συνέπειες για τον πλανήτη και τον άνθρωπο. Τα μέρη του προϊόντος που αποτελούνται από τις οργανικές ηλεκτρονικές διατάξεις, μπορούν είτε να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες διατάξεις και προϊόντα, εφόσον αυτά δεν έχουν φθαρεί, είτε να ανακυκλωθούν ή ακόμα και να ακολουθήσουν την φυσική διαδικασία αποσύνθεσης σε ειδικά διαμορφωμένο περιβάλλον που παρέχεται από κέντρα διαχείρισης αποβλήτων ή και από την ίδια την εταιρεία παραγωγής. Σήμερα, ολοένα και περισσότερες εταιρείες τεχνολογικών προϊόντων δημιουργούν τις δικές τους μονάδες διαχείρισης αποβλήτων και υλικών και ταυτόχρονα διατηρούν πολύ στενές συνεργασίες με εταιρείες ή δημόσιες μονάδες ανακύκλωσης, με σκοπό την μείωση των φαινομένων μόλυνσης που έχουν φθείρει υπερβολικά τον πλανήτη.

Επίσης, η τεχνολογία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει σημειώσει τεράστια πρόοδο τα τελευταία χρόνια και παράλληλα ο σύγχρονος άνθρωπος έχει διαμορφώσει πολύ ισχυρή περιβαλλοντική συνείδηση και κουλτούρα, κατά συνέπεια πάρα πολλοί άνθρωποι έχουν στραφεί στην λεγόμενη πράσινη ενέργεια. Αρκετά προϊόντα LED, που βρίσκονται στην αγορά, μπορούν να συνδεθούν με ηλιακά ή φωτοβολταικά πάνελ και να λειτουργούν αυτόνομα χωρίς να είναι επιτακτική η σύνδεσή τους με το δίκτυο. Όμως, τα προϊόντα OLED, λόγω της εξελιγμένης τεχνολογίας τους, είναι πιο κατάλληλα για σύνδεση με πάνελ ανανεώσιμων πηγών

ενέργεια, γεγονός που οφείλεται στην φυσική των οργανικών ηλεκτρονικών και στην άριστη συνδεσιμότητα που υπάρχει μεταξύ αυτών και των ΑΠΕ. Πιο συγκεκριμένα, ένα πάνελ φωτισμού OLED ή ένα ολόκληρο φωτιστικό σώμα, μπορεί να συνδεθεί με τους ηλιακούς συλλέκτες ή τα φωτοβολταικά συστήματα ενός κτηρίου και να τροφοδοτείται αποκλειστικά από αυτά ή ακόμα και να είναι συνδεμένο με ένα δικό του πάνελ που βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά του κτηρίου. [27] Είναι προφανές πως μία τέτοια εγκατάσταση θα κοστίζει περισσότερο, αλλά μακροπρόθεσμα η χρήση ΑΠΕ είναι πολύ πιο οικονομική και αδιαμφισβήτητα πιο φιλική με το περιβάλλον και τον πλανήτη.

Όσον αφορά τον σκελετό και τις αρθρώσεις από ανοξείδωτο ατσάλι, το υλικό αυτό είναι ένα από τα πιο βιώσιμα υλικά που βρίσκονται στον πλανήτη. Ένας τόνος ανακυκλωμένου χάλυβα εξοικονομεί 1200 κιλά σιδηρομεταλλεύματος, 635 κιλά άνθρακα και 55 κιλά ασβεστόλιθου. Αυτοί οι αριθμοί βρίσκονται σε πλήρη αντίθεση με τις επιζήμιες, για τον πλανήτη, διεργασίες κατασκευής υλικών όπως οι αγωγοί από υαλοβάμβακα ή το χλωριούχο πολυβινύλιο, τα οποία είναι συνήθη υλικά που επιλέγονται ως φθηνότερες εναλλακτικές λύσεις του ανοξείδωτου χάλυβα σε μία πληθώρα σύγχρονων προϊόντων. Για να γίνει αντιληπτή η βιωσιμότητα του ανοξείδωτου χάλυβα, είναι σημαντική η μελέτη της σύνθεσής του. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές ποιότητες και φινιρίσματα χάλυβα που έχουν κατασκευαστεί για μία ευρεία ποικιλία εφαρμογών, ωστόσο, υπάρχουν μερικά στοιχεία που μπορούν να βρεθούν σε όλες τις μορφές ανοξείδωτου χάλυβα.

Μεταξύ αυτών είναι ο σίδηρος, το νικέλιο, το μολυβδαίνιο και το χρώμιο που προσδίδει το χαρακτηριστικό λαμπρό φινίρισμα. Όταν ο ανοξείδωτος χάλυβας ανακυκλώνεται και τήκεται, αυτά τα πολύτιμα κράματα μπορούν να εξαχθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν χωρίς να υποβαθμιστούν οι επιδόσεις από προϊόν σε προϊόν. Στην πραγματικότητα, η πλειοψηφία του ανοξείδωτου χάλυβα κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας υλικά που προέρχονται από ανακύκλωση. [26] Στα ηλεκτρονικά προϊόντα, η χρήση ανοξείδωτου χάλυβα είναι η μόνη που προσφέρει 100% δυνατότητα ανακύκλωσης και την μέγιστη δυνατή αντοχή στην διάβρωση. Τέλος, χάρη στις σύγχρονες τεχνολογίες βαφής και επίστρωσης, είναι δυνατή η βαφή του ανοξείδωτου χάλυβα η οποία του προσφέρει επιπλέον ανθεκτικότητα και τον τροποποιεί αισθητικά για χρήση του στο εκάστοτε προϊόν. Για παράδειγμα, ο σκελετός του προϊόντος έχει λευκό χρώμα ώστε να εναρμονίζεται με το φωτεινό και καθαρό λευκό των πάνελ.

Τέλος, μία πολύ σημαντική πλευρά της βιωσιμότητας του φωτιστικού αποτελεί η συσκευασία. Σήμερα, υπάρχει πολύ έντονη ευαισθητοποίηση για τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις συσκευασίες των προϊόντων. Τα πλαστικά μίας χρήσεως αποτελούν την πλέον ακατάλληλη λύση συσκευασίας, δεδομένου ότι πολύ λίγα είδη αυτών ανακυκλώνονται και τα περισσότερα από αυτά καταλήγουν ή σε κάποια χωματερή, ή στο έδαφος του αστικού περιβάλλοντος ή ακόμα χειρότερα στην θάλασσα και τον υδροφόρο ορίζοντα. [26] Παρόλες τις προσπάθειες των κυβερνήσεων και των παγκόσμιων οργανισμών, οι πολίτες σε πολύ μεγάλο σύνολο αδυνατούν να αφουγκραστούν την βαρύτητα της περιβαλλοντικής κρίσης και την αναγκαιότητα εξάλειψης των προϊόντων συσκευασίας που δεν ανακυκλώνονται και ταυτόχρονα έχουν τεράστιους δείκτες περιβαλλοντικής επιρροής. Συμπερασματικά, είναι πολύ σημαντική η εύρεση κατάλληλων υλικών ή, σε τελευταίο στάδιο, η διακοπή χρήσης της συσκευασίας. Μερικές από τις λιγότερο ριζικές λύσεις είναι η αντικατάσταση της πλαστικής συσκευασίας από χάρτινη που μπορεί να ανακυκλωθεί είτε να προέρχεται από ανακυκλωμένο χαρτόνι, καθώς και η αντικατάσταση του πλαστικού από βίο-πλαστικό που μπορεί να αποσυντεθεί φυσικά χωρίς να είναι επιζήμιο για το φυσικό περιβάλλον.

Εικόνα 50: Φωτιστικά οροφής OLED της LG

3.5. Επίλογος

Μετά την πλήρη ανάλυση των προϊόντων φωτισμού OLED τόσο σε τεχνολογικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο ανάπτυξής τους, είναι προφανές ότι πρόκειται για προϊόντα υψηλής ποιότητας και καινοτομίας με μεγάλο δυναμικό εμπορικής επιτυχίας. Όπως παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια, τα φωτιστικά αυτά προσφέρουν πολύ σημαντικές νέες δυνατότητες τόσο για τους βιομηχανικούς σχεδιαστές προϊόντων όσο και για τους σύγχρονους χρήστες που πλέον μπορούν να επαναπροσδιορίσουν την σχέση τους με τον φωτισμό του χώρου τους και να κάνουν την καθημερινότητά τους πιο απλοποιημένη και πιο δημιουργική. Μετά την επαναστατική ανάπτυξη των LEDs και την χαραυγή της νέας εποχής στον φωτισμό, η εισαγωγή των OLEDs αποτελεί το δεύτερο στάδιο της ραγδαίας εξέλιξης του φωτισμού και σηματοδοτεί μία νέα κατεύθυνση στην ανάπτυξη προϊόντων νέας γενιάς.

Επίσης σε επίπεδο οργανισμού, είναι φανερό πως η ανάπτυξης ενός τέτοιου φωτιστικού είναι μία πολύ βιώσιμη απόφαση, που αν πραγματοποιηθεί με σωστό τρόπο, υπόσχεται πολλά υλικά και άυλα κέρδη. Λόγω της ταχείας εξέλιξης της τεχνολογίας των οργανικών διόδων, ακόμα και τα υπάρχοντα προβλήματα του σχετικά υψηλού κόστους και του μη-ιδανικού χρόνου ζωής, πρόκειται πολύ σύντομα να εξαλειφθούν και με αυτόν τον τρόπο να γίνει ακόμα πιο προσβάσιμη η ανάπτυξη τέτοιου είδους προϊόντων. Η παγκόσμια αγορά ηλεκτρονικών ειδών έχει ήδη αγκαλιάσει και υποδεχτεί με άριστο τρόπο τα προϊόντα OLED, σε όλες τους τις μορφές. Οι οθόνες OLED έχουν ξεπεράσει σε πωλήσεις κάθε προγενέστερη τεχνολογία απεικόνισης και τα είδη ένδυσης με ενσωματωμένα συστήματα OLED, έχουν αρχίσει να βρίσκουν ποικίλες εφαρμογές σε διαφορετικούς τομείς της σύγχρονης καθημερινότητας. Συμπερασματικά, η στιγμή είναι κατάλληλη για την μετατροπή του φωτισμού OLED στον πλέον κυρίαρχο και στην ριζική αλλαγή της σχέσης του ανθρώπου με το φως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο :
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1) C.W. Tang and S.A. Van Slyke, "Organic Electroluminescence Diodes", Appl. Phys. Lett. /1987 American Institute of Physics
2) https://en.wikipedia.org/wiki/OLED
3) https://www.manufacturer.lighting/info/84/ "OLED Lighting: Redefining Light Quality and Lighting Design"
4) https://www.energy.gov/eere/ssl/downloads/oled-lighting-offices-aurora-lighting-design-inc, OLED Lighting in the Offices of Aurora Lighting Design, Inc
5) TAKATOSHI TSUJIMURA, WILEY SID, "OLED DISPLAYS FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS"
6) Αικατερίνη Πομόνη, ΠΠ, Τμήμα Φυσικής, σημειώσεις "Χρώμα: Ατομική και Μοριακή Προέλευση του"
7) Archives of Materials Science and Engineering "OLEDS Operation and Application"
8) Γιάννης Χαριτάντης, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Αράκυνθος, ''ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ Ι''
9) https://www.oledworks.com/news/blog/ebook-how-oled-is-healthy-light-for-our-well-being/ OLEDWorks eBook "How OLED is Healthy Light for our Well-being"
10) https://www.oled-info.com/oled-technology
11) Douglas Andrew Cambell, Mount Allison Canada, " Economic Analysis of Greenhouse
12) Rebecca Matulka, Daniel Wood, "History of the Light Bulb", U.S. Department of Energy, November 22, 2013, https://www.energy.gov/articles/history-light-bulb
13) Γ. Τσιατούχας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα πληροφορικής και Μηχανικών Η/Υ, "ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ", http://www.cs.uoi.gr/~tsiatouhas/MYY404/Section_5-2p.pdf
14) Μελέτη Ημιαγωγών, http://physics.teiath.gr/physics/pdf/H2.pdf

15) https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/06/f33/ssl_oled-products_2016.pdf U.S. Department of Energy "OLED Lighting Products: Capabilities, Challenges, Potential"
16) https://ssleec.ucsb.edu/, Solid State Lighting & Energy Electronics Centre
17) D. Ammermann, A. Bohler, J. Schobel, W. Kowalsky, Institute Fur Hochfrequenztechnik TU Braunschweig " Device Structures and Materials for Organic Light Emitting Diodes". https://www.tu-braunschweig.de/Medien-DB/ihf/ar96da/pdf
18) https://www.flatpanelshd.com/news.php?subaction=showfull&id=1446462482 , Future of OLEDS, LG
19) http://www.novaled.com/oleds/future_of_oleds/, Future of OLEDS, NOVALED
20) Σημειώσεις Μαθήματος "Ανάπτυξη Προϊόντων" Δημήτριος Καραλέκας, MSc Product Development/Project Management, Πρώτο Εξάμηνο
21) https://www.upwork.com/hiring/for-clients/3-steps-determine-product-fits-user-needs/ "3 Steps To Determine If Your Product Fits User Needs"
22) https://www.productplan.com/user-persona-vs-buyer-persona/ "User Persona vs. Buyer Persona: Are Your Users Also Buying Your Product"
23) https://uxdesign.cc/how-to-think-segmentation-from-day-1-f714df093ccb "The 6 types of user segmentation and what they mean for your product"
24) https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-875-mechanical-assembly-and-its-role-in-product-development-fall-2004/lecture-notes/cls15_prod_arch4.pdf "Product Architecture"
25) http://www.advice-manufacturing.com/Modular-Design.html Embodiment Design: Modular Design and Product Architecture
26) https://www.business.vic.gov.au/marketing-and-sales/business-sustainability/designing-sustainable-products "Designing sustainable products"
27) http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Embedding%20sustainability%20in%20design%20%20-%20final%20v1.pdf "Embedding environmental sustainability in product design "