

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αριθμός 1472

ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΟΘΟΝΩΝ ΜΕ
ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
LED (Ή OLED)

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ,
A.M. 6041

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΤΑΘΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ

ΠΑΤΡΑ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση της εξέλιξης της τεχνολογίας οθονών με έμφαση στην οθόνη τύπου OLED (Organic Light Emitting Diode –Οργανικές Δίοδοι Εκπομπής Φωτός) που αποτελεί την τελευταία πρόταση της τεχνολογίας και εξελίσσεται συνεχώς σύμφωνα με τις ανάγκες της παγκόσμιας αγοράς. Οι τεχνολογία OLED εξασφαλίζει εντελώς νέες μεθόδους ηλεκτρονικής απεικόνισης σε οθόνες, μόνιτορ και τηλεοράσεις. Μια από τις μεγάλες υποσχέσεις της OLED τεχνολογίας είναι πως πλέον δεν θα βασίζονται πάνω στον οπίσθιο φωτισμό, όπως οι LCD και πως θα μπορούν να εφαρμοστούν πάνω σε πλαστικό υλικό αντί για γυαλί. Κάτι τέτοιο ουσιαστικά θα τις καθιστά ευλύγιστες και άθραυστες μιας και με την ευκαμψία τους θα μπορούν να απορροφούν πλήρως τους κραδασμούς και τις πτώσεις.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση της εξέλιξης της τεχνολογίας οθονών με έμφαση στην οθόνη τύπου OLED (Organic Light Emitting Diode –Οργανικές Δίοδοι Εκπομπής Φωτός) που αποτελεί την τελευταία πρόταση της τεχνολογίας και εξελίσσεται συνεχώς σύμφωνα με τις ανάγκες της παγκόσμιας αγοράς. Οι τεχνολογία OLED εξασφαλίζει εντελώς νέες μεθόδους ηλεκτρονικής απεικόνισης σε οθόνες, μόνιτορ και τηλεοράσεις. Μια από τις μεγάλες υποσχέσεις της OLED τεχνολογίας είναι πως πλέον δεν θα βασίζονται πάνω στον οπίσθιο φωτισμό, όπως οι LCD και πως θα μπορούν να εφαρμοστούν πάνω σε πλαστικό υλικό αντί για γυαλί. Κάτι τέτοιο ουσιαστικά θα τις καθιστά ευλύγιστες και άθραυστες μιας και με την ευκαμψία τους θα μπορούν να απορροφούν πλήρως τους κραδασμούς και τις πτώσεις.

Στο πρώτο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια ιστορική αναδρομή στην τεχνολογία των οθονών. Παρουσιάζεται η αρχή λειτουργίας κάθε τύπου οθόνης μαζί με τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματά τους.

Στη συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εκτενής παρουσίαση της τεχνολογίας OLED. Στην αρχή υπάρχει ιστορική αναδρομή και κατόπιν παρατίθεται η αρχή λειτουργίας τους και οι διάφοροι τύποι OLED. Στη συνέχεια αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής και στο τέλος αναφέρονται εφαρμογές των οργανικών διόδων εκπομπής φωτός.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στις οθόνες OLED. Αναλύεται η αρχή λειτουργίας τους, παρατίθενται οι εφαρμογές τους, αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους. Γίνεται επίσης αναφορά σε περαιτέρω εξέλιξη των οθονών αυτών αλλά και σύγκριση τους με άλλες ανταγωνιστικές οθόνες.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	I
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	II
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΔΗ ΟΘΟΝΩΝ	7
1.1. Οθόνες σωλήνα καθοδικών ακτίνων (CRT- Cathode Ray Tube) ^[2]	7
1.3. Οθόνες PLASMA	12
1.4. Οθόνες LED ^[3]	13
1.5. Οθόνες OLED ^[4]	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΔΟΜΗ ΤΩΝ OLEDs^[5]	17
2.1. Αρχή Λειτουργίας των OLEDs	20
2.2. Σχετικές Τεχνολογίες των OLEDs	22
2.2.1. Small molecules (SM OLEDs).....	22
2.2.2. PLED (Polymer Light Emitting Diodes).....	22
2.2.3. OLEDs (Διάφανες Transparent organic light – emitting device).....	23
2.2.4. SOLED (Stacked OLEDs, Συσσωρευμένο OLEDs).....	24
2.2.5. FOLEDs (Εύκαμπτες – Flexible OLEDs)	25
2.2.6. WHOLEDs (OLEDs λευκού χρώματος).....	26
2.3. PMOLEDs (Passive matrix OLEDs) & AMOLEDs (Active matrix OLEDs) Οθόνες OLEDs Παθητικής και Ενεργητικής Μήτρας	27
2.4. Εφαρμογές των OLEDs	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΘΟΝΩΝ OLED	31
3.1 Πλεονεκτήματα Οθονών OLED	31
3.2 Μειονεκτήματα Οθονών OLED ^[19]	32
3.3 Κατασκευάστριες Εταιρείες – Σύγκριση Τεχνολογιών	35
3.3.1 Η εταιρεία Samsung	35
3.3.2 Η εταιρεία LG Electronics.....	36
3.3.3 Η εταιρεία Sony.....	37
3.3.4 Η εταιρεία Panasonic.....	38
3.4 Προϊόντα με OLED οθόνες	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μπορούμε ήδη να σκεφτούμε μια HD-TV λεπτή σαν χαρτί, να καλύπτει έναν ολόκληρο τοίχο. Οι οθόνες OLED έρχονται και οι LCD και οι plasma είναι καταδικασμένες. Οι οθόνες plasma αποτελούν ήδη παρελθόν. Οι LCD έχουν ακόμα μερικά χρόνια μπροστά τους. Το μέλλον όμως της τεχνολογίας των τηλεοράσεων κρύβεται σε μικροσκοπικά φωσφορίζοντα μόρια.



Εικόνα 1: Η LG Curved OLED TV (55EA980V)

Μια σύντομη ιστορική αναδρομή εξέλιξης της τεχνολογίας OLED είναι η ακόλουθη^[1]

- 1963: Ηλεκτροφωταύγεια από φθορίζοντα οργανικά μόρια και κρυστάλλους ανθρακενίου – Bernanose , Pore
- 1977: Αγωγιμότητα «ντοπαρισμένων» πολυμερών (συνθετικά μέταλλα, π.χ.(πολυακετυλένιο) – Heeger, Mac Diarmid, Shirikawa
- 1987: Πρώτη OLED βασισμένη σε μικρά μόρια (Alq3, TPD) – Tang, Van Slyke
- 1990: Πρώτη OLED βασισμένη σε ημιαγώγιμα πολυμερή (PPV) – Friend, Burroughes
- 1998: Χρήση οργανομεταλλικών συμπλόκων μετάλλων μετάπτωσης ως φωσφορίζοντες φωτοεκπομπούς (PtOEP, Ir(ppv)) – Thompson, Forrest
- 2000: Απονομή βραβείου Nobel Χημείας στους Heeger , Mac Diarmid , Shirikawa για τη συνεισφορά τους στην ανακάλυψη και ανάπτυξη των αγωγιμων πολυμερών
- Σήμερα: Εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα σε εφαρμογές οθονών κινητών τηλεφώνων, τηλεοράσεων και προσφάτως προτάσεις νέου τύπου φωτιστικών – Samsung, LG, Philips, Osram, Novalled

Στις Organic Light Emitting Diodes ή κοινώς OLED τηλεοράσεις χρησιμοποιείται ένα λεπτό στρώμα οργανικού υλικού το οποίο τοποθετείται ανάμεσα σε δύο αγωγούς (μία άνοδο και μία κάθοδο), οι οποίες με τη σειρά τους τοποθετούνται ανάμεσα σε δύο πλάκες από γυαλί. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διέλθει από τους δύο αγωγούς, ένα έντονο φως παράγεται κατευθείαν από το οργανικό υλικό. Η χρήση οργανικού υλικού για τη δημιουργία φωτός είναι μια τεχνική που **δανείστηκε ο άνθρωπος από τη φύση** και χρησιμοποιείται από ορισμένα έντομα, όπως για παράδειγμα οι πυγολαμπίδες. Οι οθόνες OLED δεν χρειάζονται οπίσθιο φως και για το λόγο αυτό είναι υπέρλεπτες και ευέλικτες. Είναι, επιπλέον, πιο φωτεινές, φθηνότερες στην κατασκευή αλλά και περισσότερο φιλικές στο περιβάλλον σε σχέση με τις plasma και τις LCD. Μέσα στα επόμενα χρόνια, θα βρεθούν στα ράφια των καταστημάτων, στον τοίχο του σπιτιού μας ίσως ακόμα και στο παρμπρίζ του αυτοκινήτου μας.

Η πρώτη OLED τηλεόραση κατασκευάστηκε από την Kodak στα τέλη του 1980 και από τότε αρκετές εταιρίες όπως η Samsung και η Sony έχουν μπει στο παιχνίδι και προσπαθούν να την τελειοποιήσουν. Οι προσπάθειες αυτές φαίνεται ότι πρόσφατα άρχισαν να αποδίδουν καρπούς.

Πριν από την τεχνολογία των οθονών OLED, παρόλα αυτά, προϋπήρξαν οι οθόνες LED. Ο όρος προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Light-

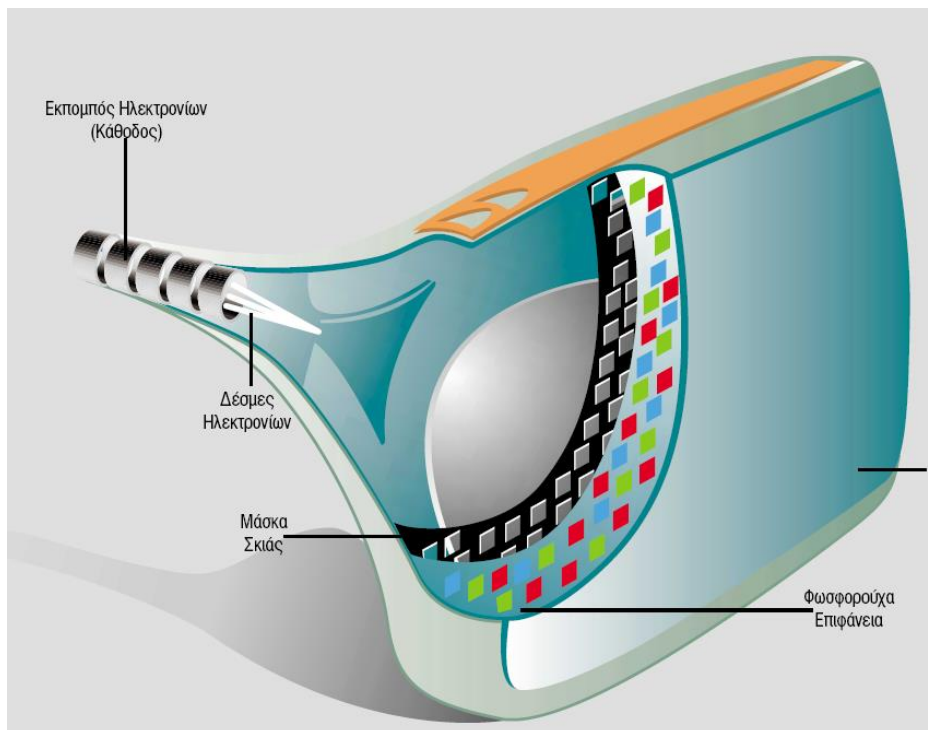
Emitting Diode και αναφέρεται σε έναν ημιαγωγό ο οποίος εκπέμπει φως κατά τη διέλευση του ρεύματος μέσα από αυτόν. Στα μέσα της δεκαετίας του '70 η Sony ξεκίνησε να χρησιμοποιεί την τεχνολογία LED σε μεγάλου μεγέθους οθόνες, κατασκευάζοντας συστήματα για στάδια, συναυλίες και χώρους συνεστιάσεων. Οι απαιτήσεις σε ενέργεια των οθονών και η υπάρχουσα τεχνογνωσία της εποχής, καθιστούσε τη δημιουργία οθονών LED για το σπίτι αδύνατη. Αυτός είναι και ο λόγος που τελικά επικράτησαν οι οθόνες LCD (Liquid Crystal Display) για οικιακή χρήση, οι οποίες απαιτούν χαμηλή κατανάλωση για να λειτουργήσουν.

Στην πραγματικότητα, οι οθόνες LED βασίζονται στην τεχνολογία των LCD αντικαθιστώντας τις φθορίζουσες πηγές οπίσθιου φωτισμού με ημιαγωγούς LED. Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι **η πολύ καλύτερη αντίθεση αλλά και τα ζωντανά χρώματα.** Παράλληλα, **οι LED TVs είναι πολύ πιο λεπτές** (υπάρχουν μοντέλα με πάχος 2.5 εκατοστά), ενώ καταναλώνουν κατά μέσο όρο **40% λιγότερη ενέργεια** σε σχέση με τις οθόνες LCD.

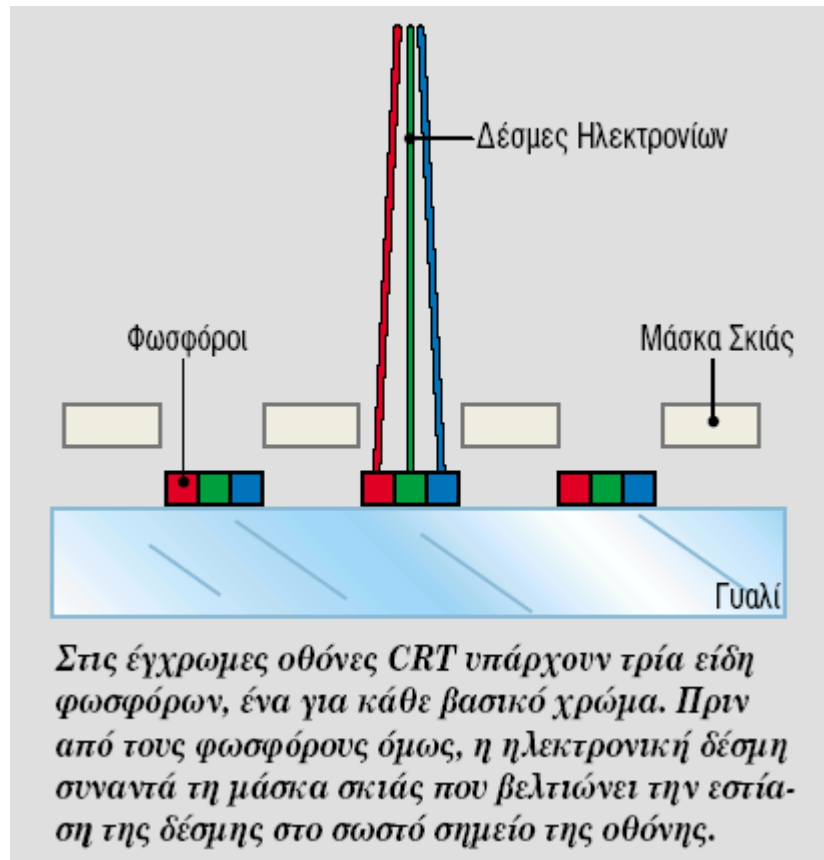
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΔΗ ΟΘΟΝΩΝ

1.1. Οθόνες σωλήνα καθοδικών ακτίνων (CRT- Cathode Ray Tube)^[2]

Η τεχνολογία οθονών CRT ανακαλύφθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1920 από τον Karl Ferdinand Braun και ήταν μια παραλλαγή του σωλήνα ακτίνων X του Crooke . Η εικόνα στις οθόνες CRT σχηματίζεται με τον εξής τρόπο: μια δέσμη ηλεκτρονίων, η λεγόμενη ακτίνα καθόδου, εστιάζεται και κατευθύνεται από ηλεκτρομαγνήτες σε μια μεγάλη γυάλινη επιφάνεια επιστρωμένη με φώσφορο, την οθόνη, όπου βρίσκεται η άνοδος. Τα ηλεκτρόνια επιταχύνονται και πέφτουν πάνω στα μόρια του φωσφόρου με πολύ μεγάλη ταχύτητα, αναγκάζοντάς τα έτσι να εκπέμψουν φως. Αυτό συμβαίνει πάρα πολλές φορές το δευτερόλεπτο με την ακτίνα να σαρώνει όλη την επιφάνεια της οθόνης από δεξιά προς τα αριστερά και από πάνω προς τα κάτω. Αναλόγως με αυτό που πρέπει να απεικονιστεί, η δέσμη ηλεκτρονίων καθώς σαρώνει την επιφάνεια της οθόνης αλλάζει ένταση με αποτέλεσμα, κάπου να εκλύεται λιγότερο και κάπου αλλού περισσότερο φως, σχηματίζοντας έτσι την εικόνα που πρέπει να παρουσιαστεί.



Εικόνα 2: Τομή οθόνης CRT



Εικόνα 3: Λεπτομέρεια της γυάλινης επιφάνειας της οθόνης CRT

Πλεονεκτήματα

- Φτηνότερη λύση ηλεκτρονικής απεικόνισης
- Πολύ καλή χρωματική απόδοση
- Παρακολουθούμε ακόμα και από 89 μοίρες απόκλιση από την κατακόρυφο του επίπεδου της οθόνης, χωρίς να εμφανίζονται αλλοιώσεις στα χρώματα ή στη φωτεινότητα της απεικόνισης.

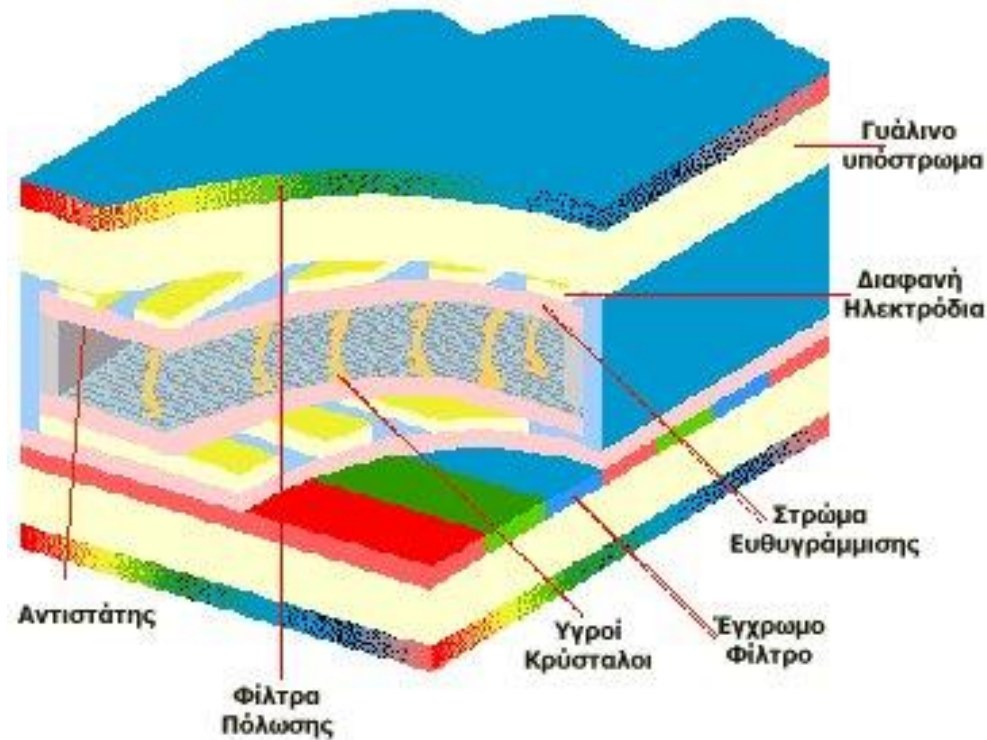
Μειονεκτήματα

- Μεγάλος όγκος και βάρος
- Καταναλώνουν αρκετή ηλεκτρική ενέργεια κατά τη λειτουργία τους
- Η κατασκευή αλλά και η απόσυρσή τους επιβαρύνουν το περιβάλλον
- Παρουσιάζουν αυξημένη εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας
- Παρουσιάζουν γεωμετρικές παραμορφώσεις στην απεικόνιση

- Χαμηλή ευκρίνεια απεικόνισης
- Το ωφέλιμο μέγεθος της απεικόνισης είναι αρκετά μικρότερο από το μέγεθος της οθόνης
- Είναι ευπαθείς και παρουσιάζουν σχετικά μικρή διάρκεια ζωής.

1.2. ΟΘΟΝΕΣ LCD (Liquid Crystal Display) Οθόνες υγρών κρυστάλλων

Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων βασίζονται στην ανακάλυψη του υγρού κρυστάλλου που έκανε το 1888 ο αυστριακός βοτανολόγος Friedrich Reinitzer. Ωστόσο η πρώτη πειραματική συσκευή ηλεκτρονικής απεικόνιση με τη βοήθεια υγρών κρυστάλλων έγινε από την εταιρία RCA το 1968. Το βασικό δομικό στοιχείο μιας οθόνης υγρών κρυστάλλων είναι ο υγρός κρύσταλλος. Όσο και αν ακούγεται οξύμωρο, αφού ένας κρύσταλλος ποτέ δε θα μπορούσε να χαρακτηριστεί υγρός, υπάρχουν κάποια υλικά στη φύση τα οποία βρίσκονται σε μια ενδιάμεση κατάσταση, δηλαδή δεν μπορούν να θεωρηθούν ούτε υγρά αλλά ούτε στερεά. Τα μόριά τους μπορούν να κινηθούν ελεύθερα όπως τα υγρά, ενώ ο προσανατολισμός τους παραμένει ο ίδιος, όπως τα στερεά. Λόγω της μοριακής τους δομής, οι υγροί κρύσταλλοι έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν την πολικότητα του φωτός που περνά από μέσα τους, ανάλογα με την τάση του ηλεκτρικού ρεύματος που εφαρμόζεται σε αυτούς. Συνεπώς, εσωκλείοντας ένα στρώμα υγρών κρυστάλλων μεταξύ δύο φίλτρων οριζόντιας πόλωσης του φωτός, τα οποία είναι προσανατολισμένα ώστε να μην αφήνουν τη διέλευση του, είναι εφικτό να ελεγχθεί η ποσότητα του φωτός που θα περάσει τη διάταξη αυτή ανάλογα με την ηλεκτρική τάση που εφαρμόζεται στο στρώμα των υγρών κρυστάλλων. Έτσι μια οθόνη υγρών κρυστάλλων δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα τέτοιο «σάντουιτς» πολωτικών φίλτρων και υγρών κρυστάλλων, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 4: Τομή οθόνης LCD

Επειδή όμως οι υγροί κρύσταλλοι δεν εκπέμπουν φως, οι οθόνες υγρών κρυστάλλων φωτίζονται από κάποια εξωτερική πηγή φωτός, η οποία στην περίπτωση των οθονών υγρών κρυστάλλων που χρησιμοποιούνται στους Η/Υ, είναι μια μικρή λάμπα φθορισμού πίσω από το «σάντουιτς», η οποία συνοδεύεται από μια επιφάνεια διάχυσης του φωτός για την ισόποση κατανομή της φωτεινότητας σε όλη την επιφάνεια της οθόνης. Η εικόνα σχηματίζεται ανάλογα με το ηλεκτρικό φορτίο που ασκείται στους υγρούς κρυστάλλους, είτε από ένα πλέγμα μικροσκοπικών ηλεκτροδίων στις οθόνες τύπου LCD, οι οποίες έχουν είδη ξεπεραστεί και η παραγωγή τους έχει περιοριστεί στο ελάχιστο, είτε από μια συστοιχία ημιαγωγών (τρανζίστορ) στις οθόνες τύπου TFT, οι οποίες αποτελούν την πλέον αποδεκτή πρόταση απεικόνισης με τη βοήθεια υγρών κρυστάλλων.

Πλεονεκτήματα

- Μικρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια λιγότερη έκλυση θερμότητας από τη συσκευή στον περιβάλλον χώρο. Μια οθόνη TFT των 15 ιντσών καταναλώνει γύρω στα 35

watt ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η κατανάλωση μιας αντίστοιχης CRT κυμαίνεται γύρω στα 90.

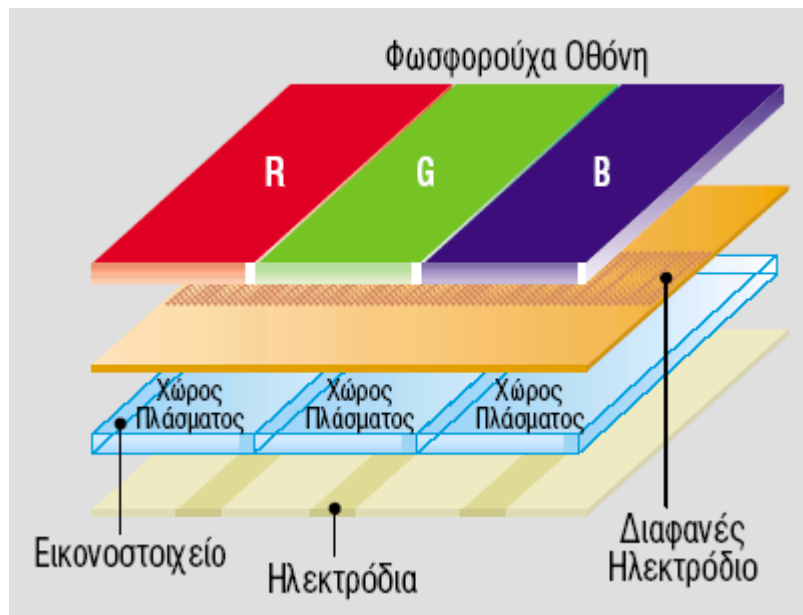
- Εκπέμπουν πολύ λίγη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.
- Μικρό βάρος και πολύ μικρός όγκος.
- Δεν παρατηρείται τρέμουλο στην εικόνα τους.
- Δεν παρουσιάζουν γεωμετρικές παραμορφώσεις στην εικόνα. Η ευθεία γραμμή απεικονίζεται ως ευθεία γραμμή. Η ιδιότητα αυτή, όπως θα δούμε παρακάτω, επέτρεψε την κατασκευή οθονών τρισδιάστατης στερεοσκοπικής (3D) απεικόνισης, οι οποίες επιτρέπουν σε έναν ή και περισσότερους χρήστες να αντιληφθούν πραγματικό βάθος, χωρίς τη χρήση ειδικών γυαλιών ή άλλων συσκευών.
- Η ωφέλιμη περιοχή απεικόνισης είναι ίση με το μέγεθος της οθόνης. Για παράδειγμα, μια οθόνη CRT 17 ίντσών το μέγιστο μέγεθος απεικόνισης που μπορεί να επιτύχει είναι μεταξύ 15 και 16 ίντσες, ενώ σε μια αντίστοιχη TFT αυτό είναι ίσο με 17 ίντσες.

Μειονεκτήματα

- Εύθραυστες και ευαίσθητες σε κοινά καθαριστικά γυάλινων επιφανειών, με τα οποία πολλοί συνήθιζαν να καθαρίζουν τις οθόνες τύπου CRT.
- Υποστηρίζουν μόνο μια ανάλυση απεικόνισης. Για να αποδοθεί σωστά η απεικόνιση μεγαλύτερης ή μικρότερης ανάλυσης, εφαρμόζεται ανάλογα μεγέθυνση ή σμίκρυνση από τα ηλεκτρονικά κυκλώματα της οθόνης, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται αρνητικά η καθαρότητα και η ευκρίνεια της απεικόνισης.
- Περιορισμένο εύρος θέασής τους. Αν και οι περισσότερες σύγχρονες οθόνες τύπου TFT έχουν βελτιωθεί αρκετά σε αυτό τον τομέα, παρόλα αυτά, δεν είναι λίγες αυτές που η παρακολούθησή τους από μεγάλη γωνία παρουσιάζει προβλήματα, όπως αλλοιώσεις τόσο στα χρώματα, όσο και στην φωτεινότητα της απεικόνισης.
- Κακή χρωματική απόδοση και μικρή αντίθεση. Ειδικά στα μοντέλα χαμηλού κόστους.
- Μεγάλος χρόνος απόκρισης / μικρός ρυθμός ανανέωσης της εικόνας.
- Ακρίβες, σε σύγκριση με τις οθόνες τύπου CRT.

1.3. Οθόνες PLASMA

Η ηλεκτρονική απεικόνιση τεχνολογίας πλάσματος ήταν μια εφεύρεση του πανεπιστημίου του Ιλλινόις της Αμερικής ήδη από το 1964. Η βασική ιδέα ήταν η κατασκευή μιας συσκευής απεικόνισης η οποία θα αποτελούνταν από ένα πίνακα πολύ μικρών λαμπτήρων νέον, έναν για κάθε εικονοστοιχείο. Έτσι το 1967 κατασκευάστηκε στο εργαστήριο η πρώτη χρηστική συσκευή απεικόνισης με ανάλυση 16 X 16 εικονοστοιχεία και χρώματος πορτοκαλί. Η εικόνα στις οθόνες πλάσματος σχηματίζεται από χιλιάδες μικροσκοπικούς λαμπτήρες φθορισμού, οι οποίοι ανά τρεις διαφορετικού χρώματος ορίζουν ένα εικονοστοιχείο.



Εικόνα 5: Η μορφή των εικονοστοιχείων των οθονών plasma

Κάθε ένας από τους λαμπτήρες αυτούς είναι ένας γυάλινος θάλαμος, του οποίου οι πέντε από τις έξι πλευρές είναι επιστρωμένες με φωσφορο χρώματος κόκκινου, πράσινου ή μπλε, ενώ η έκτη πλευρά είναι διάφανη με προσανατολισμό την ορατή επιφάνεια της οθόνης. Οι θάλαμοι αυτοί περιέχουν μία μίξη ευγενών αερίων (νέο και ξένο) υπό χαμηλή πίεση. Όταν διοχετευτεί σε αυτούς τους θαλάμους ηλεκτρική ενέργεια υψηλής τάσης, τότε τα ευγενή αέρια διεγείρονται και εκπέμπουν υπεριώδη ακτινοβολία. Η εκλυόμενη υπεριώδη ακτινοβολία με τη σειρά της διεγείρει τα μόρια του φωσφόρου που βρίσκεται στα τοιχώματα των θαλάμων, προκαλώντας έτσι την εκπομπή φωτός του αντίστοιχου χρώματος με αυτό του φωσφόρου.

Πλεονεκτήματα

- Μικρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια λιγότερη έκλυση θερμότητας από τη συσκευή στον περιβάλλον χώρο.
- Μικρός όγκος και σχετικά μικρό βάρος. Χαρακτηρίζονται κυρίως από το πολύ μικρό τους πάχος, αντίστοιχο με αυτό των οθονών TFT.
- Άριστη αντίθεση, η οποία σε μερικές σύγχρονες οθόνες φτάνει και το 3000:1.
- Πολύ καλή απόδοση των χρωμάτων.

Μειονεκτήματα

- Υποστηρίζουν μόνο μια ανάλυση απεικόνισης.
- Η ανάλυση τους σε σχέση με το μέγεθός τους είναι μικρή.
- Η ανάλυση τους σε σχέση με το μέγεθός τους είναι μικρή.
- Σε στατικές εικόνες, όπου ένα εικονοστοιχείο διατηρεί το ίδιο χρώμα για μεγάλο χρονικό διάστημα, παρουσιάζεται το φαινόμενο του καψίματος.
- Η διάρκεια ζωής τους μειώνετε δραστικά όταν λειτουργούν στο μέγιστο της φωτεινότητάς τους. Μετά το πέρας αυτής η οθόνη είναι μη επισκευάσιμη και συνεπώς άχρηστη.
- Ακριβότερες ακόμα και από τις αντίστοιχες οθόνες υγρών κρυστάλλων.

1.4. Οθόνες LED^[3]

Μια οθόνη LED είναι μία επίπεδη οθόνη που χρησιμοποιεί διόδους εκπομπής φωτός για απεικόνιση. Μια οθόνη LED μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε αυτόνομα, είτε ως κομμάτι μιας μεγάλης οθόνης (πίνακας) σαν και αυτές που χρησιμοποιούνται σε μεγάλα κτίρια μαζικής συνάθροισης (μουσεία, νοσοκομεία, αεροδρόμια, εμπορικά κέντρα, στάδια) ή σε εκδηλώσεις (πολιτικές συγκεντρώσεις, συναυλίες) ή για διαφημιστικούς σκοπούς πάνω ή στο πλάι πολυώροφων κτιρίων.



Εικόνα 6: Η οθόνη LED 460 μέτρων που βρίσκεται στο Fremont Street Experience Εμπορικό Κέντρο είναι προς το παρόν η μεγαλύτερη στον κόσμο.

Δύο είναι οι κύριοι τύποι των οθονών LED: αυτές που χρησιμοποιούν διόδους εκπομπής φωτός και αυτές που χρησιμοποιούν τυπωμένα κυκλώματα. Ο πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος τύπος είναι ο πρώτος, τόσο σε εξωτερικές όσο και σε εσωτερικές εφαρμογές. Μια ομάδα από κόκκινες, πράσινες και μπλε διόδους εκπομπής φωτός συνεργάζονται προκειμένου να δημιουργήσουν κάθε φορά το κατάλληλο χρώμα σε κάθε εικονοστοιχείο (pixel). Τα εικονοστοιχεία τοποθετούνται δίπλα το ένα από το άλλο και έτσι σχηματίζεται η εικόνα. Ο αριθμός των εικονοστοιχείων δίνει και την εκάστοτε ανάλυση της οθόνης. Η μεγαλύτερη διάταξη οθονών (πίνακας) βρίσκεται στην πόλη Las Vegas, στη Nevada των Ηνωμένων Πολιτειών, στο εμπορικό κέντρο Fremont Street Experience και η μεγαλύτερη LED οθόνη βρίσκεται στο Cowboys Stadium, της πόλης Arlington, στο Texas.

Πλεονεκτήματα

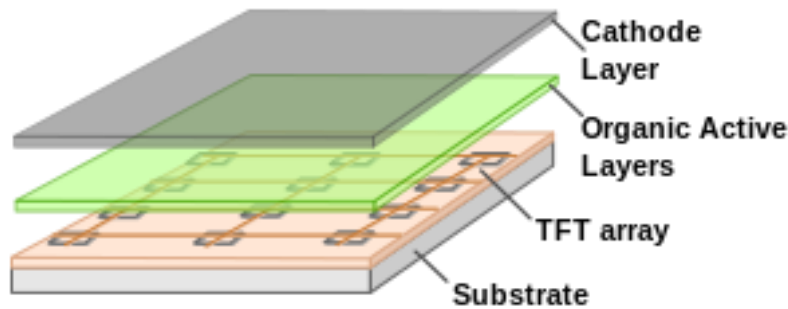
- Καλύτερη αναπαράσταση του μαύρου χρώματος και καλύτερη αντίθεση: στις μαύρες περιοχές. Τα led σβήνουν ή χαμηλώνουν το φωτισμό τους, με αποτέλεσμα να υπάρχει το απόλυτο μαύρο. Έχουμε περισσότερη "ζωντάνια" στην εικόνα, κι όχι αισθητό ξεθώριασμα. Έτσι, επειδή παίζουν οι φωτεινότητες των led, πετυχαίνεται και η τέλεια **αντίθεση**της εικόνας, άρα ακόμα πιο ζωντανή.
- Καλύτερη αναπαράσταση των χρωμάτων: τα led έχουν τη δυνατότητα να φωτοβολήσουν σε RGB (Red-Green-Blue), οπότε, ανάλογα και με το χρώμα που θα πρέπει να δημιουργηθεί σε μία περιοχή, σχηματίζουν από μόνα τους, τους επιθυμητούς συνδυασμούς χρωμάτων. Έτσι, έχουμε πιο ζωντανά **χρώματα**.
- Ο χρόνος ζωής είναι μεγαλύτερος:

Μειονεκτήματα

- Είναι καινούρια τεχνολογία:η διάρκεια ζωής, η σωστή λειτουργία ανά τα χρόνια, και πολλά άλλα, είναι απλές υποθέσεις των κατασκευαστών. Στην ουσία όμως, κανείς δεν ξέρει ακριβώς πόσο μπορεί να αντέξει μία LED τηλεόραση, τι προβλήματα μπορεί να δημιουργηθούν μετά από μερικές εκατοντάδες ή χιλιάδες ώρες χρήσης, κτλ.
- Μεγάλο κόστος

1.5. Οθόνες OLED^[4]

Μια οθόνη τεχνολογίας AMOLED (Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode) ή πιο απλά OLED αποτελείται από μια οθόνη ενεργών στοιχείων OLED εικονοστοιχείων (pixels) που εκπέμπουν φωτεινότητα κατά την ηλεκτρική ενεργοποίηση στην οποία το ρεύμα εισέρχεται σε μια σειρά από τρανζίστορ λεπτής μεμβράνης (TFT) που λειτουργούν ως διακόπτες οι οποίοι ελέγχουν την ροή σε κάθε ένα εικονοστοιχείο. Η συνεχής ροή του ρεύματος ελέγχεται ουσιαστικά από τουλάχιστον δύο τρανζίστορ λεπτής μεμβράνης (TFT) σε κάθε εικονοστοιχείο, όπου το ένα χρησιμοποιείται για να ξεκινάει και να σταματάει τη φόρτιση του πυκνωτή αποθήκευσης και το δεύτερο για να παρέχει μια πηγή τάσης επιθυμητού επιπέδου για να δημιουργεί μια σταθερή ροή στο εικονοστοιχείο και να εξαλείφει την ανάγκη για πολύ υψηλή ροή ρεύματος που απαιτείται για την λειτουργία οθόνης παθητικών στοιχείων OLED.



Εικόνα 7: Δομή μιας OLED οθόνης

Πλεονεκτήματα

- Πολύ υψηλός λόγος αντίθεσης, πάνω από 1000000:1, στατικός
- Εξαιρετική γωνία θέασης
- Πολύ μικρό βάρος
- Εξαιρετικό επίπεδο μαύρου
- Δεν υπάρχουν αντικείμενα είδωλα και μουτζούρες κατά τη γρήγορη κίνηση, έχουν δηλαδή πολύ μικρό χρόνο απόκρισης
- Ευρεία γκάμα και έντονα χρώματα γιατί δεν χρησιμοποιείται οπίσθιος φωτισμός
- Μπορούν να κατασκευάζονται με εύκαμπτα πλαστικά υποστρώματα με αποτέλεσμα την κατασκευή εύκαμπτων οθονών

Μειονεκτήματα

- Υπάρχει πιθανότητα να υποστούν κάψιμο οθόνης
- Αυξημένη κατανάλωση ενέργειας κατά την εμφάνιση λευκού χρώματος
- Το μπλε χρώμα υποβαθμίζεται περισσότερο σε συνδυασμό με τα άλλα χρώματα
- Κακή αναγνωσιμότητα σε έντονο φως περιβάλλοντος, όπως σε εξωτερικούς χώρους
- Κίνδυνος καταστροφής της οθόνης μετά από παρατεταμένη έκθεση σε φως UV
- Δαπανηρή στην κατασκευή
- Τα οργανικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι ευαίσθητα στη φθορά με την πάροδο του χρόνου
-

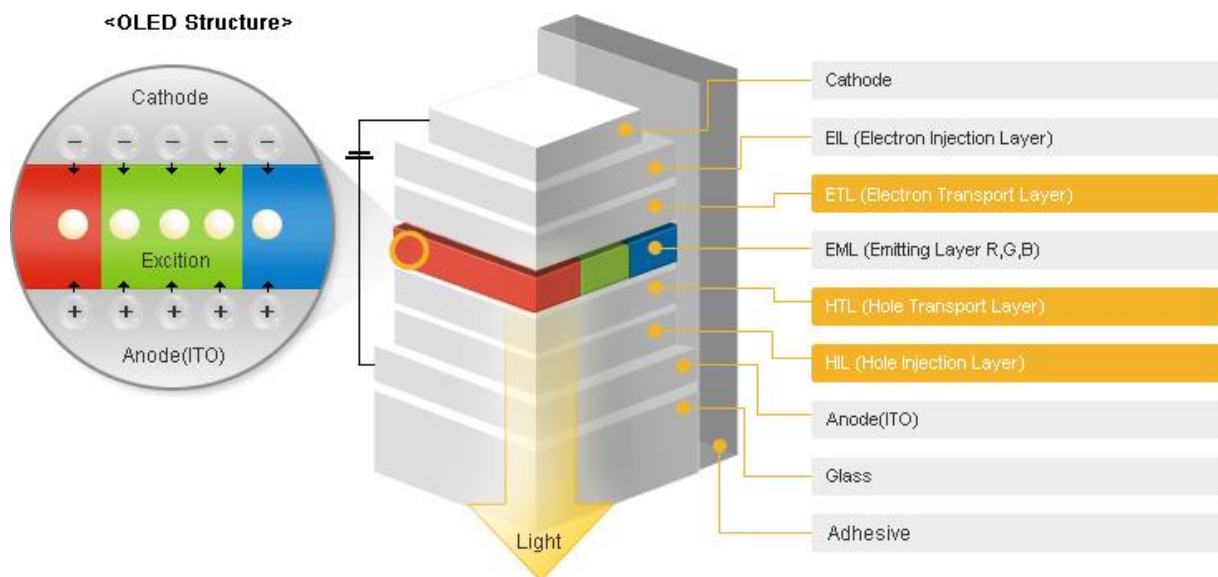
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΔΟΜΗ ΤΩΝ OLEDs^[5]

Μια συσκευή OLED αποτελείται από μια στοίβα λεπτών οργανικών στρωμάτων, τα οποία πλαισιώνονται από δύο πλάκες ηλεκτροδίων: την άνοδο και την κάθοδο. Το αρνητικό ηλεκτρόδιο είναι μεταλλικό, ενώ το θετικό είναι ένα διαφανές υλικό (συνήθως οξείδιο του ινδίου και του κασσίτερου, ITO), ώστε να επιτρέπει τη διέλευση φωτός από μέσα του.

Τα οργανικά στρώματα είναι συνήθως τρία:

- στρώμα μεταφοράς οπών (HTL: Hole Transport Layer),
- στρώμα εκπομπής φωτός (EML: Emitting Layer) και
- στρώμα μεταφοράς ηλεκτρονίων (ETL: Electron Transport Layer).

Όταν εφαρμοστεί τάση στα ηλεκτρόδια, τότε εκπέμπεται φως από την οργανική στιβάδα. Η βασική δομή ενός OLED φαίνεται παρακάτω

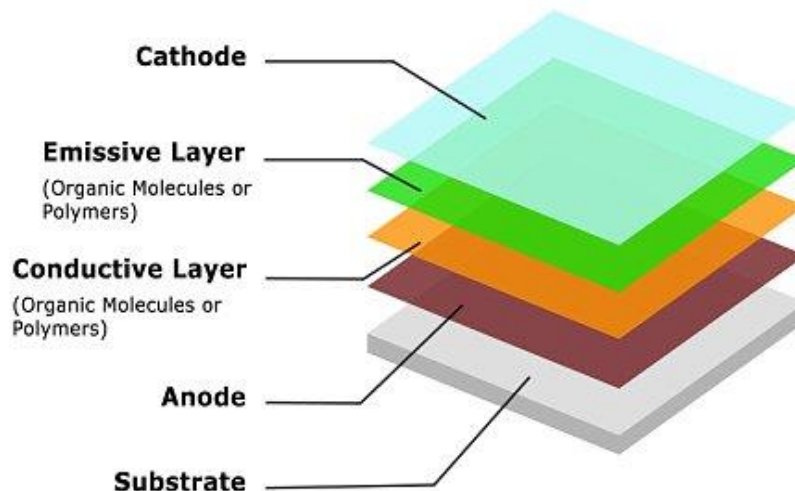


Εικόνα 8: Βασική δομή ενός OLED^[6]

Αναλυτικότερα η βασική δομή ενός OLED παρουσιάζεται παρακάτω και αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά τμήματα:

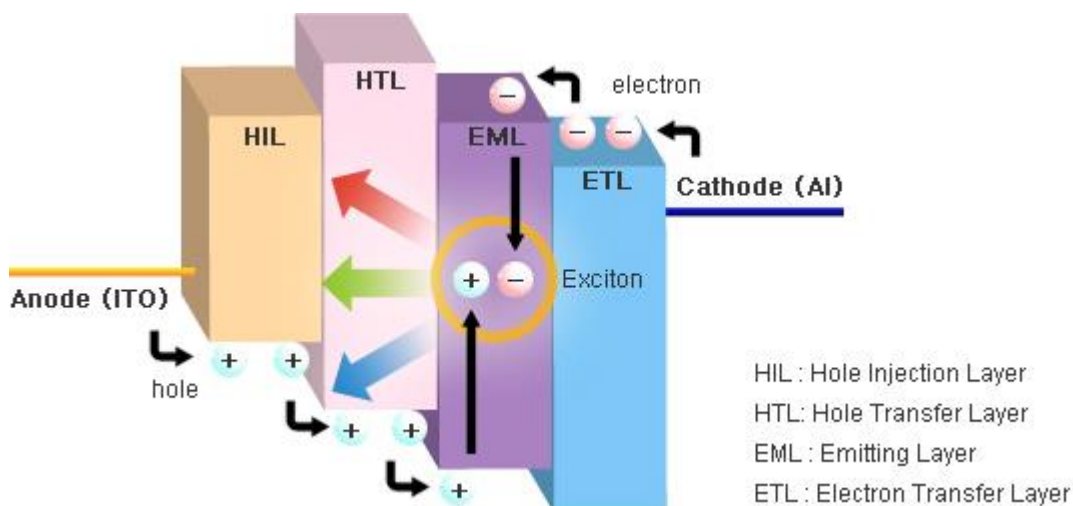
- **Υπόστρωμα** : βασική του λειτουργία είναι να της παρέχει μηχανική υποστήριξη.
- **Διαφανής άνοδος** : αφαιρεί ηλεκτρόνια από το πεδίο αγωγής ή ισοδύναμα του εγγέει οπές όταν στα άκρα εφαρμοστεί κατάλληλη τάση. Το υλικό κατασκευής είναι ένα διαφανές αγωγίμο οξείδιο (Transparent Conductive Oxide-TCO). Η διαφάνεια εξασφαλίζει τη μη απορρόφηση της εκπεμπόμενης από τη δομή ακτινοβολίας. Το πάχος της κυμαίνεται γύρω στα 1000 nm.
- **Οργανικά επίπεδα**:
 - **Επίπεδο αγωγής (Conducting layer)**: Κατασκευάζεται από οργανικά μόρια που άγουν τις οπές που εισάγει η άνοδος. Το πάχος αυτού κυμαίνεται ανάμεσα στα 5~100nm.
 - **Επίπεδο εκπομπής (Emissive layer)**: Αποτελείται επίσης από οργανικά μόρια που άγουν ηλεκτρόνια από την κάθοδο. Πρόκειται για το επίπεδο στο οποίο λαμβάνει χώρα το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο και εκπέμπεται φωτεινή δέσμη της οποίας το μήκος κύματος καθορίζεται από την ηλεκτρονική δομή του υλικού. Το πάχος κυμαίνεται ανάμεσα στα 10~100nm.
 - **Κάθοδος** : ανάλογα με τον τύπο της OLED μπορεί να είναι διαφανής ή όχι. Όταν είναι διαφανής κατασκευάζεται από ITO, ενώ όταν είναι αδιαφανής συνήθως από Al. Όσον αφορά την λειτουργία της εγγέει ηλεκτρόνια στο επίπεδο εκπομπής. Το πάχος της κυμαίνεται γύρω στα 100 nm.

OLED structure



Εικόνα 9: Αναλυτική δομή ενός OLED [7]

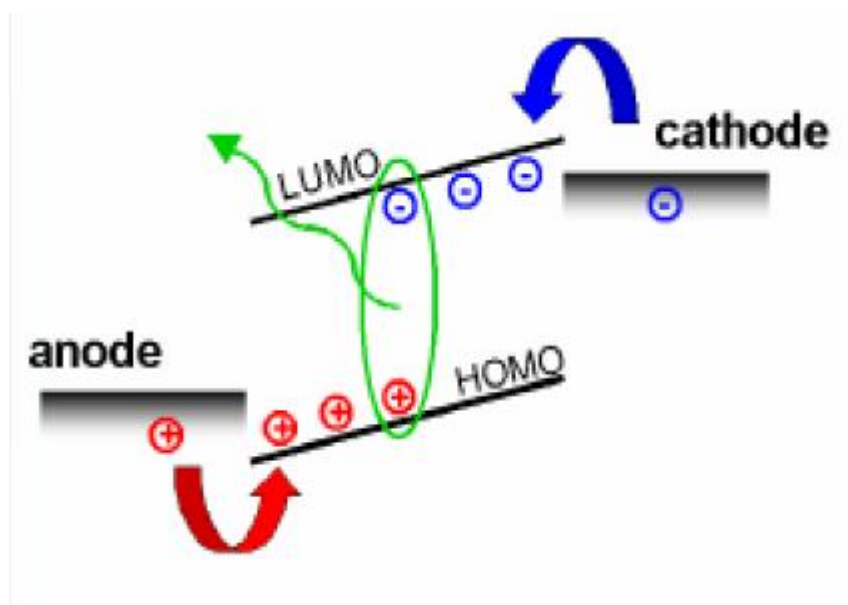
Το φως είναι μια μορφή ενέργειας. Επομένως, για να εκπέμπεται φως από ένα μόριο πρέπει αυτό να απορροφήσει ενέργεια από κάποια πηγή. Όταν ένα ηλεκτρόνιο σε κάποιο μόριο απορροφήσει αρκετή ενέργεια τότε μεταβαίνει σε μια διεγερμένη κατάσταση και εν συνέχεια αποδιεγείρεται ξανά εκπέμποντας φως. Όταν εφαρμοστεί ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ των ηλεκτροδίων που περιέχουν την οργανική στιβάδα, τα φορτία που εισάγονται προκαλούν γεωμετρικές ατέλειες που έχουν ως αποτέλεσμα την καταστροφή της συμμετρίας του οργανικού μορίου και την εμφάνιση χαμηλότερου ενεργειακού χάσματος E_g μεταξύ των ταινιών σθένους και αγωγιμότητας. Οι φορείς των φορτίων μετακινούνται κατά μήκος του οργανικού μορίου και η έλξη μεταξύ των φορέων οδηγεί στην δημιουργία εξιτονίου, με πιθανότητα εκπομπής φωτός. Το εξιτόνιο βρίσκεται είτε στην απλή είτε στην τριπλή διεγερμένη κατάσταση σύμφωνα με την αρχή του Pauli και θα δημιουργήσει δύο νέες ενεργειακές στάθμες εντός του ενεργειακού χάσματος. Κατά την αποδιέγερση του εξιτονίου (relaxation) θα εκλυθεί θερμότητα και φωτόνια με ενέργεια ίση με την ενεργειακή διαφορά των ενεργειακών σταθμών που αντιστοιχούν στο εξιτόνιο. Η απλή διεγερμένη κατάσταση είναι αυτή που θα έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή φωτός.



Εικόνα 10: Σχηματισμός του εξιτονίου [8]

2.1. Αρχή Λειτουργίας των OLEDs

Η λειτουργία των οργανικών LEDs στηρίζεται στο φαινόμενο της ηλεκτροφωταύγειας: Ένα OLED αποτελείται από ένα στρώμα εκπομπού, ένα αγώγιμο στρώμα, ένα υπόστρωμα, την άνοδο και την κάθοδο. Τα στρώματα αποτελούνται από ειδικά οργανικά πολυμερή που άγουν. Μια τάση εφαρμόζεται στο OLED ώστε η άνοδος να πολωθεί θετικά. Αυτό προκαλεί μια κίνηση ηλεκτρονίων τα οποία κινούνται μέσα στη συσκευή από την κάθοδο προς την άνοδο. Κατά συνέπεια η κάθοδος δίνει τα ηλεκτρόνια στο στρώμα εκπομπής και η άνοδος αποσύρει τα ηλεκτρόνια από το αγώγιμο στρώμα. Δηλαδή η άνοδος δίνει τις οπές στο αγώγιμο στρώμα. Έτσι το στρώμα εκπομπής (emissive layer) φορτίζεται αρνητικά ενώ το αγώγιμο φορτίζεται θετικά λόγω οπών. Εξαιτίας των ηλεκτροστατικών δυνάμεων τα ηλεκτρόνια και οι οπές έλκονται και επαναενώνονται (excitons).

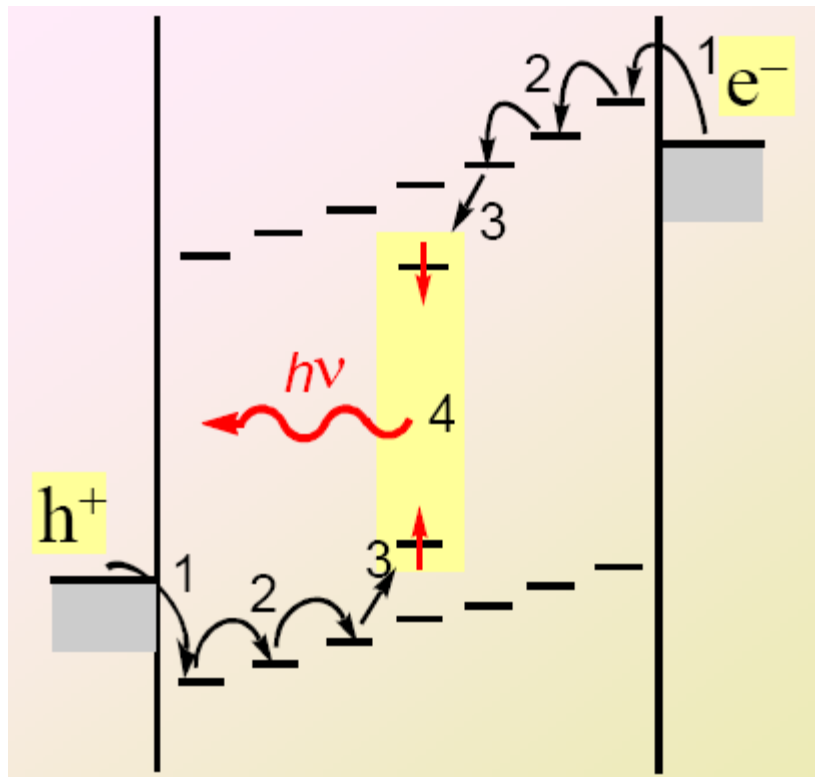


Εικόνα 11: Το φαινόμενο της ηλεκτροφωταύγειας

Η ένωση αυτή γίνεται πιο κοντά στο στρώμα εκπομπής επειδή στους οργανικούς ημιαγωγούς οι οπές είναι πιο ευκίνητες από τα ηλεκτρόνια. Έτσι έχουμε μια πτώση στα ενεργειακά επίπεδα των ηλεκτρονίων που συνοδεύονται από εκπομπή ακτινοβολίας της οποίας η συχνότητα είναι σε ορατά επίπεδα. Γι' αυτό το στρώμα λέγεται εκπομπής (emissive layer). Η συσκευή δεν λειτουργεί ανάστροφα γιατί οι οπές κινούνται προς την άνοδο και τα ηλεκτρόνια προς την κάθοδο. Έτσι απομακρύνονται και δεν ενώνονται.

Συνοπτικά η αρχή λειτουργίας μιας OLED είναι:

1. Έγχυση (injection 1) ηλεκτρονίων και οπών από δύο ηλεκτρόδια αντίθετης πολικότητας
2. Μεταφορά (transport 2) του φορτίου διαμέσου των οργανικών υμενίων
3. Συνάντηση του ζεύγους ηλεκτρόνιο-οπή και σχηματισμός εξιτονίου (exciton formation 3)
4. Εκπομπή ακτινοβολίας από το σχηματισθέν εξιτόνιο (emission 4)

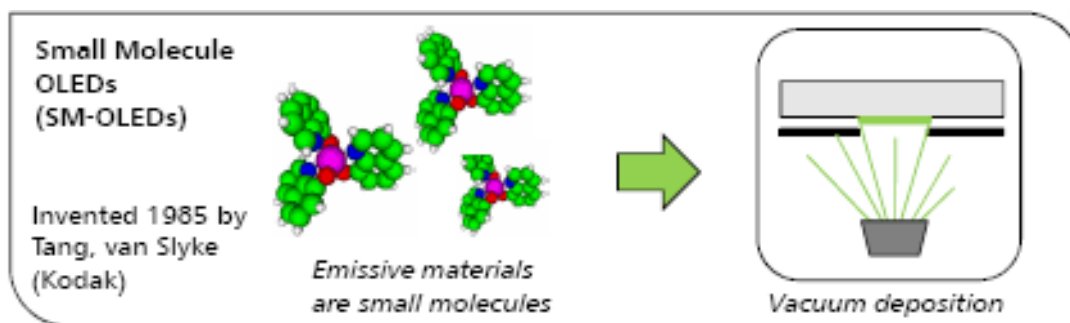


Εικόνα 12: Η αρχή λειτουργίας του OLED

2.2. Σχετικές Τεχνολογίες των OLEDs

2.2.1. Small molecules (SM OLEDs)

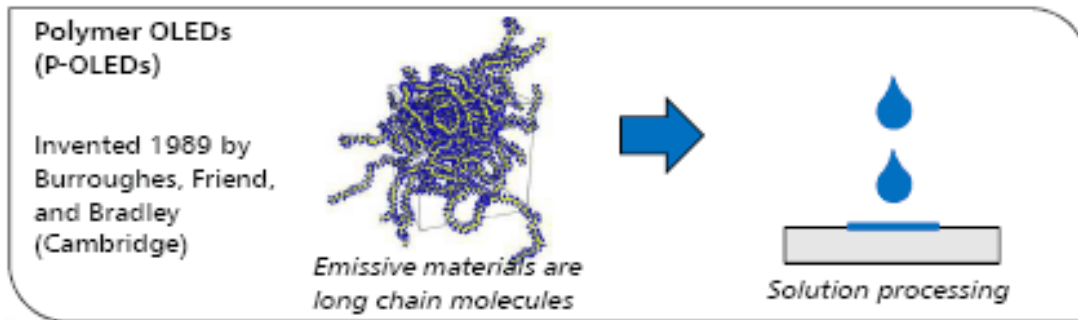
Η τεχνολογία OLED μικρό - μορίων αναπτύχθηκε κυρίως από την εταιρία Eastman Kodak. Η παραγωγή small molecules display απαιτεί την εναπόθεση εν κενώ που καθιστά την συγκεκριμένη διαδικασία παραγωγής ακριβότερη από άλλες τεχνικές . Δεδομένου ότι αυτό πραγματοποιείται σε υποστρώματα γυαλιού, αυτά τα displays δεν είναι εύκαμπτα.. Ο όρος OLED παραδοσιακά αναφέρεται σε αυτόν τον τύπο συσκευής αν και μερικοί χρησιμοποιούν τον όρο SM-OLED. Τα μόρια που ευρέως χρησιμοποιούνται στα OLED περιλαμβάνουν όργανο - μεταλλικά chelates (π.χ. Alq3, που χρησιμοποιήθηκε στην πρώτη οργανική συσκευή εκπομπής φωτός).



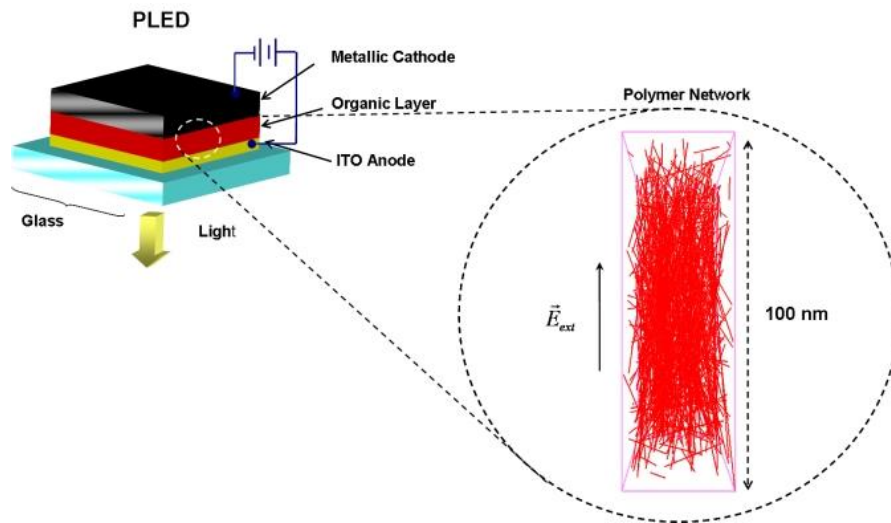
Εικόνα 13: SM OLEDs^[9]

2.2.2. PLED (Polymer Light Emitting Diodes)

Τα PLEDs περιλαμβάνουν ένα αγώγιμο και φωτοβόλο, λόγω επίδρασης πεδίου, πολυμερές το οποίο εκπέμπει φως όταν διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα. Αναπτυγμένα από το Cambridge Display Technology , είναι επίσης γνωστά και ως πολυμερή εκπέμποντος φωτός (light emitting polymers) (LEP). Χρησιμοποιούνται ως λεπτές ταινίες (thin films). Δεν απαιτείται κενό αέρος και τα υλικά μπορούν να εφαρμοστούν στο υπόστρωμα με την τεχνική απλού ψεκασμού. Το υπόστρωμα μπορεί να είναι εύκαμπτο . Έτσι τα PLED εύκαμπτα displays μπορούν να παραχθούν με πολύ μικρό κόστος. Τα χαρακτηριστικά πολυμερή που χρησιμοποιούνται στα PLED displays περιλαμβάνουν παράγωγα του poly (p-phenglene vinylene) και poly (fluorine) .



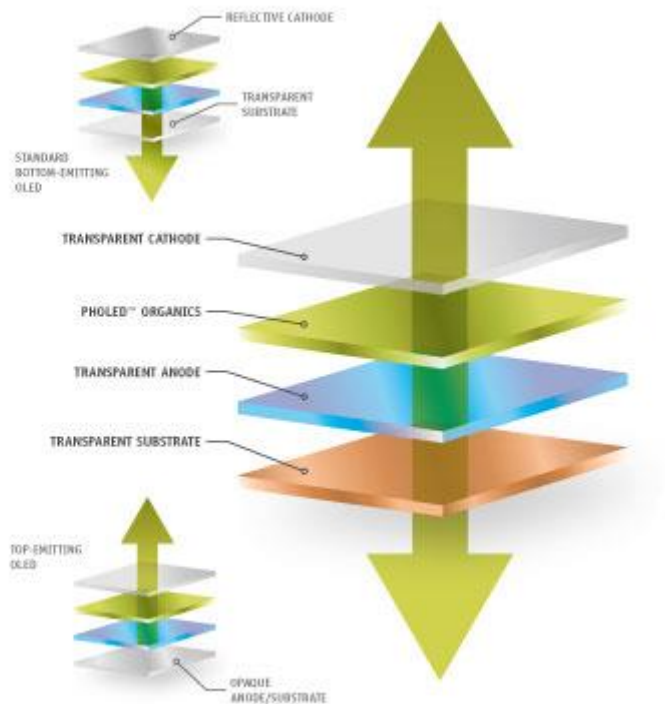
Εικόνα 14 : Παραγωγή PLED^[10]



Εικόνα 15: Δομή PLED^[11]

2.2.3. OLEDs (Διάφανες Transparent organic light – emitting device)

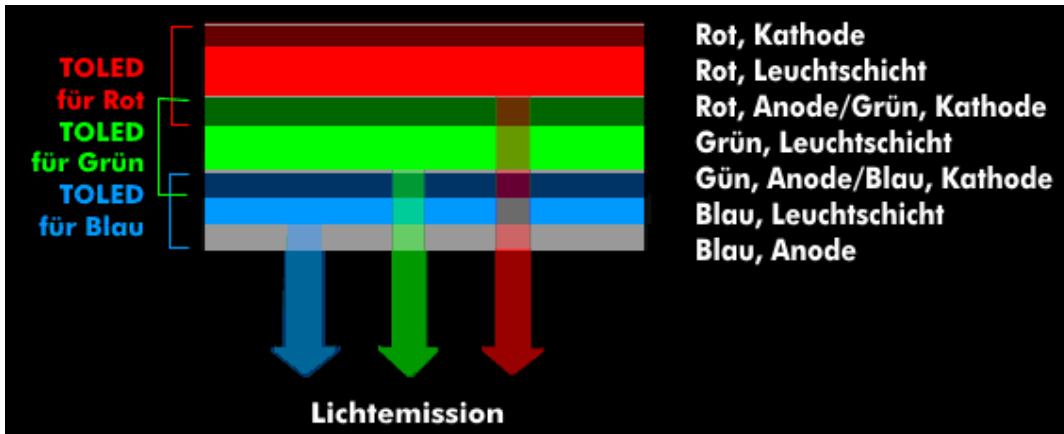
Πρόκειται για OLEDs με διάφανη κάθοδο. Είναι κατά 70% διάφανα όταν είναι ανενεργά και όταν είναι σε λειτουργία το φως εκπέμπεται και από τις δύο πλευρές. Τα TOLEDs μπορούν να βελτιώσουν κατά πολύ την αντίθεση.



Εικόνα 16 : Δομή ενός TOLED^[12]

2.2.4. SOLED (Stacked OLEDs, Συσσωρευμένο OLEDs)

Είναι διατάξεις που εκπέμπουν πλήρες χρώμα χρησιμοποιώντας κατακόρυφα διαδοχικά τοποθετημένες μονοχρωματικές διαφανείς διόδους (TOLEDs). Χρησιμοποιεί μια νέα αρχιτεκτονική εικονοκυττάρου (pixel) που βασίζεται στη συσσώρευση του κόκκινου, πράσινου και μπλε subpixel το ένα πάνω στο άλλο αντί δίπλα – δίπλα όπως γίνεται συνήθως στις οθόνες CRTs και LCDs . Έτσι βελτιώνεται η ανάλυση ως και τρεις φορές και βελτιώνεται και η ποιότητα πλήρους χρώματος. Το χρώμα και η λαμπρότητα κάθε στοιχείου (R-G-B) ελέγχεται με την εφαρμογή διαφορετικής τάσης. Μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ότι λόγω της πολυπλοκότητας της δομής τους η κατασκευή τους κρίνεται δύσκολη και δαπανηρή.



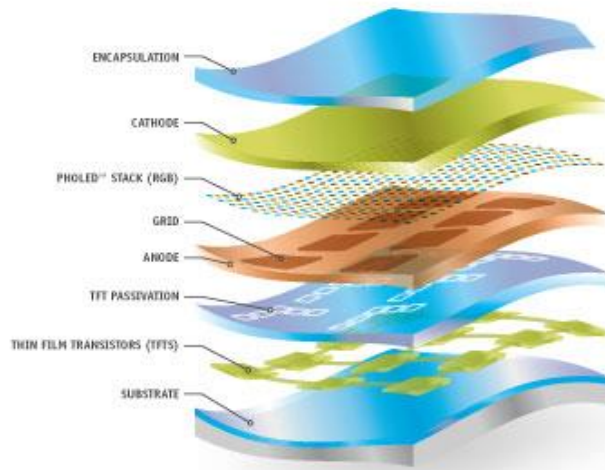
Εικόνα 17: Δομής Stacked OLED (SOLED)^[13]

2.2.5. FOLEDs (Εύκαμπτες – Flexible OLEDs)

Είναι οι OLEDs που για υπόστρωμα έχουν κάποιο διάφανο εύκαμπτο υλικό και μας δίνουν την δυνατότητα να κατασκευάσουμε οθόνες στο σχήμα που επιθυμούμε.



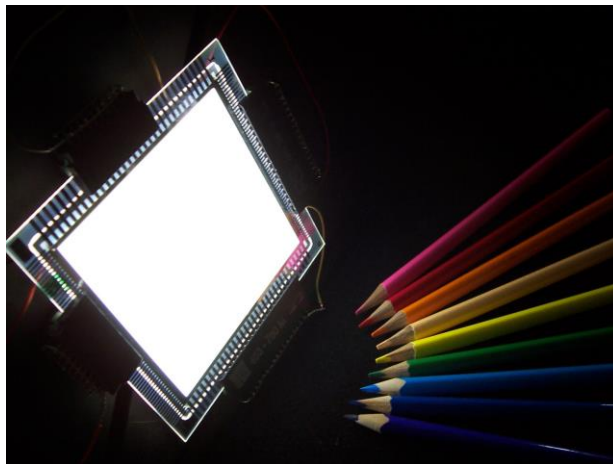
Εικόνα 18: FOLEDs^[14]



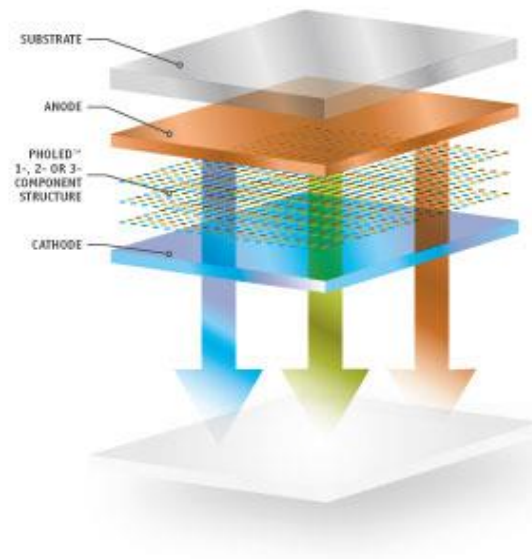
Εικόνα 19: Δομή FOLED^[15]

2.2.6. WHOLEDs (OLEDs λευκού χρώματος)

Στις περισσότερες περιπτώσεις βασίζονται σε ημιγώγιμα πολυμερή (hot polymers) που περιέχουν δύο ή περισσότερες ουσίες, που φθορίζουν (flyorescent probes) ή συνηθέστερα φωσφορίζουν (phosphorescent probes) σε διάφορα μήκη κύματος.



Εικόνα 20: WHOLED^[16]

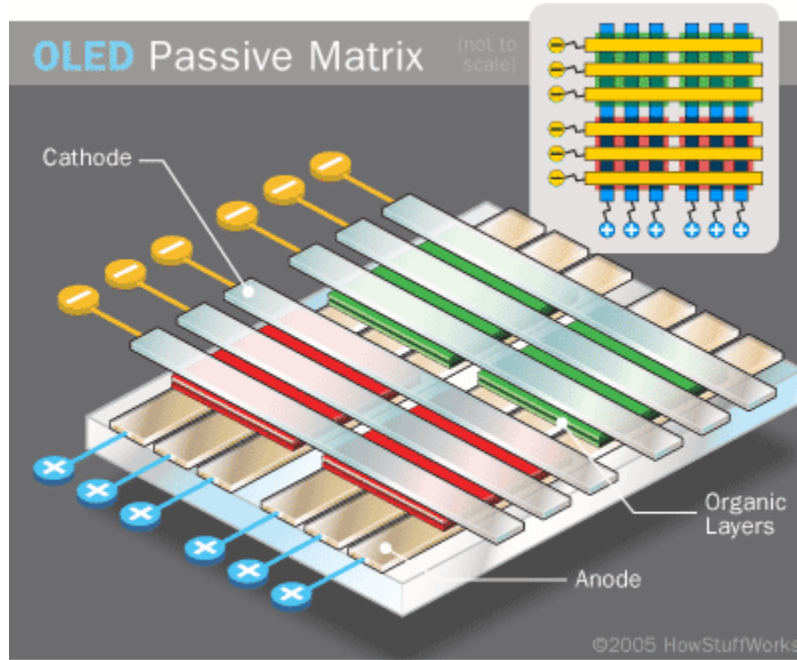


Εικόνα 21: Δομή WHOLEDs (OLEDs λευκού χρώματος)^[17]

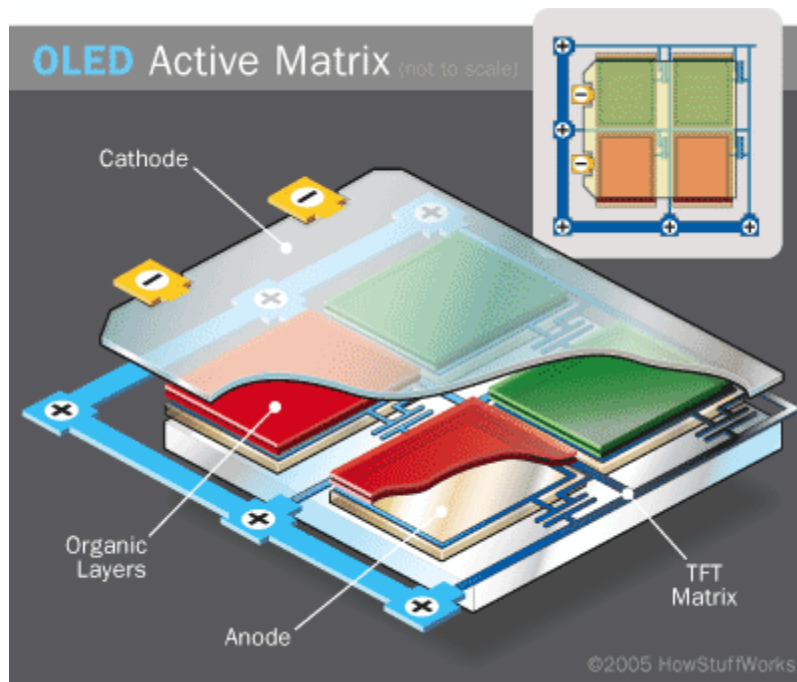
Οι WHOLEDs πρόκειται να χρησιμοποιηθούν ως πηγές επίπεδου φωτισμού (solid state lighting) με σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις υπάρχουσες λάμπες φθορισμού, όπως εύκολη εναπόθεση σε μεγάλες επίπεδες επιφάνειες, αποδοτικότερη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτεινή κλπ.

2.3. PMOLEDs (Passive matrix OLEDs) & AMOLEDs (Active matrix OLEDs) Οθόνες OLEDs Παθητικής και Ενεργητικής Μήτρας

Η οδήγηση και ο έλεγχος μιας οργανικής οθόνης δεν είναι και τόσο εύκολη υπόθεση και μπορούν να γίνουν με δύο διαφορετικούς τρόπους. Αυτό ουσιαστικά καθορίζει και το είδος της, το οποίο μπορεί να είναι είτε active-matrix είτε passive-matrix (είτε ενεργός οθόνη είτε παθητική). Σε κάθε περίπτωση τα pixel σχηματίζουν έναν πίνακα μιας και είναι ταξινομημένα σε γραμμές και στήλες.



Εικόνα 22: Δομή PMOLED



Εικόνα 23: Δομή AMOLED

Οι οθόνες OLED ενεργητικής μήτρας είναι ιδανικές για φορητές συσκευές λόγω της ελάχιστης κατανάλωσης ισχύος.

Πλεονεκτήματα

- Σχετικά απλές διεργασίες παρασκευής (εναπόθεση σε κενό, inkjet printing, screen printing, spin-coating, roll-to-roll processes).
- Δεδομένου ότι τα OLEDs μπορούν να τυπωθούν πάνω σε οποιοδήποτε κατάλληλο υπόστρωμα είναι πιο φθηνά από ότι εκείνα τον LCD ή των οθονών PLASMA.
- Τα τυπωμένα OLEDs πάνω σε εύκαμπτα υποστρώματα ανοίγουν την πόρτα σε νέες εφαρμογές όπως τα roll-up displays και displays ενσωματωμένα στα ρούχα.
- Εκπληκτικές δυνατότητες θέασης (φωτεινότερα χρώματα, μεγαλύτερες γωνίες θέασης, μικρότερος χρόνος απόκρισης, υψηλό contrast) επειδή τα εικονοκύτταρα (pixels) από τα OLED εκπέμπουν άμεσα το φως.
- Αυτόφωτες (χωρίς την ανάγκη ύπαρξης backlight).
- Πολύ καλά χαρακτηριστικά λειτουργίας (χαμηλή τάση λειτουργίας, εξοικονόμηση ενέργειας, μεγάλο εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας).
- Φιλικές στον χρήστη (λεπτές, ελαφριές).
- Εύκαμπτες (Flexible Organic Light Emitting Diodes).Ενδεικτικά ένα LCD έχει χρόνο απόκρισης 10 ms ενώ ένα OLED έχει λιγότερο από 0,01ms .

Μειονεκτήματα

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των OLEDs είναι ο μικρός χρόνος ζωής (10.000 ώρες) των οργανικών υλικών, π.χ. τα μπλε OLEDs έχουν τυπικό χρόνο ζωής περίπου 5000 ώρες, όταν χρησιμοποιούνται για επίπεδα panel displays, χρόνος ζωής μικρότερος από αυτών των LCD ή τις τεχνολογίας plasma. Πρόσφατα πειράματα έχουν μεγαλώσει τον χρόνο ζωής των μπλε OLED σε 20000 ώρες με διάφορες τεχνικές. Η διείσδυση υγρασίας στα displays μπορούν να προκαλέσουν ζημιά ή να καταστρέψουν τα οργανικά υλικά, επομένως οι διαδικασίες σφραγισμού είναι σημαντικές για τις κατασκευές. Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι ότι οι μεγάλες εταιρίες που έχουν τα δικαιώματα όπως η Eastman Kodak βάζουν εμπόδια για ευρεσιτεχνίες αν δεν πάρουν πρώτα την άδεια της.

2.4. Εφαρμογές των OLEDs

Τα OLEDs βρίσκουν εφαρμογές σε :

- Οθόνες (στα κινητά τηλέφωνα, στα φορητά mp3 player)
- Στα ραδιόφωνα αυτοκινήτων
- Στις ψηφιακές κάμερες, φωτογραφικές μηχανές
- Στα ρολόγια, στις ψηφιακές κορνίζες, σε πίνακες
- Στα φωτοβολταϊκά
- Για στρατιωτικούς σκοπούς
- Για ιατρικούς σκοπούς
- Ως πηγές φωτός σε διαστημικά προγράμματα



Εικόνα 24: Τυπικές εφαρμογές των OLEDs

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΟΘΟΝΩΝ OLED

Η αρχή λειτουργίας της οθόνης OLED είναι η εξής: Οι δίοδοι OLED τοποθετούνται μεταξύ δύο επαφών, στις οποίες εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση και παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τις διόδους. Οι δίοδοι έτσι παράγουν ακτινοβολία δημιουργώντας έτσι φυσικά χρώματα, τέλεια αντίθεση και καθαρότητα κίνησης με αποτέλεσμα μια εικόνα με σχεδόν καθόλου θαμπάδα πολύ καλύτερη από κάθε άλλης τεχνολογίας παραγόμενη εικόνα. Πρόκειται για διόδους που παράγουν φως χωρίς την πρόσπτωση ακτινοβολίας πάνω τους (ο οποίος είναι απαραίτητος για παράδειγμα στις LCD οθόνες). Κάθε αυτόνομη δίοδος είναι και ένα εικονοστοιχείο (pixel). Σαν επακόλουθο της τεχνολογίας τους, οι οθόνες αυτές χαρακτηρίζονται από πολλά πλεονεκτήματα

- Πολύ γρήγορος ρυθμός ανανέωσης (refresh rate)
- Πολύ καλή αντίθεση και απόδοση των χρωμάτων
- Πολύ λεπτές επιφάνειες
- Σχεδόν 180° γωνία θέασης
- Πιο φιλικές προς το περιβάλλον μιας και εκπέμπουν λιγότερη ενέργεια και δεν περιέχουν τοξικά μέταλλα^[18]

3.1 Πλεονεκτήματα Οθονών OLED

1. Εξαιρετικά καλή ποιότητα εικόνας

Τα χρώματα μιας OLED οθόνης είναι πιο φυσικά και φωτεινά και ταυτόχρονα έχει μεγαλύτερες γωνίες θέασης με αποτέλεσμα πολύ καλύτερη ποιότητα εικόνας. Λόγω του πολύ γρήγορου ρυθμού ανανέωσης τα καρέ της εικόνας είναι πολύ διαυγή με αποτέλεσμα να αναδεικνύεται και η παραμικρή λεπτομέρεια

2. Αυθεντικά χρώματα

Οι τηλεοράσεις OLED διαθέτουν μία παλέτα χρωμάτων πολύ πιο πλούσια και ζωντανή σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες διότι τα χρώματα που παράγονται χαρακτηρίζονται και από μεγάλη αντίθεση (contrast). Κυρίως στις σκοτεινές σκηνές η μεγάλη αντίθεση αποφέρει ατμόσφαιρα κινηματογράφου

3. Πραγματικά εικόνα χωρίς θαμπάδα

Είτε πρόκειται για μικρή κίνηση είτε για εικόνα με γρήγορες εναλλαγές, κάθε κίνηση στην οθόνη είναι 100% χωρίς θαμπάδα

4. Πιο λεπτή και πιο ελαφριά συσκευή

Την παρούσα χρονική στιγμή μπορεί κανείς να αγοράσει οθόνες με πάχος μόνο 4 χιλιοστά και βάρος 3.5 κιλά

5. Φιλική στο περιβάλλον

Επειδή τα δομικά στοιχεία της τηλεόρασης ακτινοβολούν χωρίς την παρεμβολή άλλου μέσου, καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια και λειτουργούν χωρίς τοξικά μέταλλα

6. Μελλοντικές προοπτικές

Οι τηλεοράσεις OLED θα μπορούσαν να είναι εύκαμπτες και διαφανείς στο εγγύς μέλλον

3.2 Μειονεκτήματα Οθονών OLED^[19]

1. Μεγάλο κόστος το οποίο δεν φαίνεται να υποχωρεί στο εγγύς μέλλον

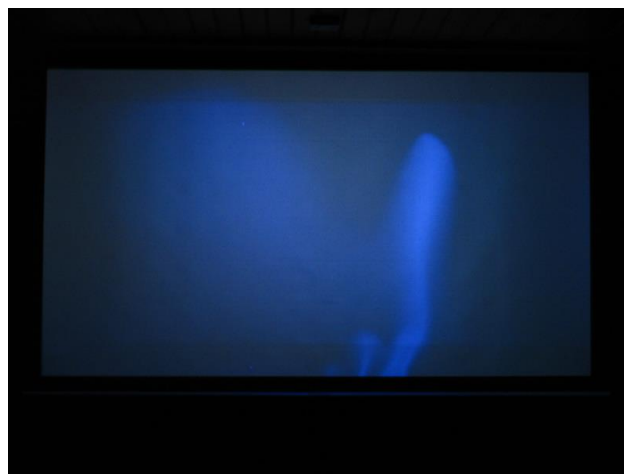
Ακόμα και με τη θεαματική πτώση τιμής που έκανε η LG, η τηλεόρασή της 55EA980V κοστίζει 2900€. Γεγονός είναι ότι τα προϊόντα νέας τεχνολογίας ξεκινούν να διατίθενται σε πολύ ακριβές τιμές και στη συνέχεια οι τιμές τους υποχωρούν. Παρ'όλα αυτά οι τηλεοράσεις OLED είναι πολύ πιο δύσκολες στην παραγωγή τους σε σχέση με τις τηλεοράσεις τεχνολογίας LED, οπότε μια δραστική μείωση στην τιμή τους δεν προβλέπεται σύντομα.

2. Δεν είναι επίπεδες

Η καμπυλότητα της οθόνης παραμορφώνει κάπως τα είδωλα. Οι άκρες δείχνουν φαρδύτερες σε σχέση με τη μέση της εικόνας και έτσι δημιουργείται μια ανεπαίσθητη τραπεζοειδής αίσθηση που είναι ενοχλητική. Επίσης οι πάνω οριζόντιες άκρες φαίνονται φαρδύτερες σε σχέση με τις κάτω οριζόντιες άκρες με αποτέλεσμα να σχηματίζεται ένα ανεπαίσθητο "U".

3. Μπορεί να αφήσουν μόνιμο αποτύπωμα στην οθόνη

Όπως και οι τηλεοράσεις plasma και CRT, έτσι και οι OLED μπορεί να αφήσουν πρόσκαιρο αποτύπωμα στην οθόνη, το οποίο μπορεί να γίνει και μόνιμο. Αν και δεν έχουν ξεκαθαριστεί ακόμα οι πιθανότητες εμφάνισης αποτυπωμάτων, έχουν αναφερθεί ήδη μερικά παραδείγματα

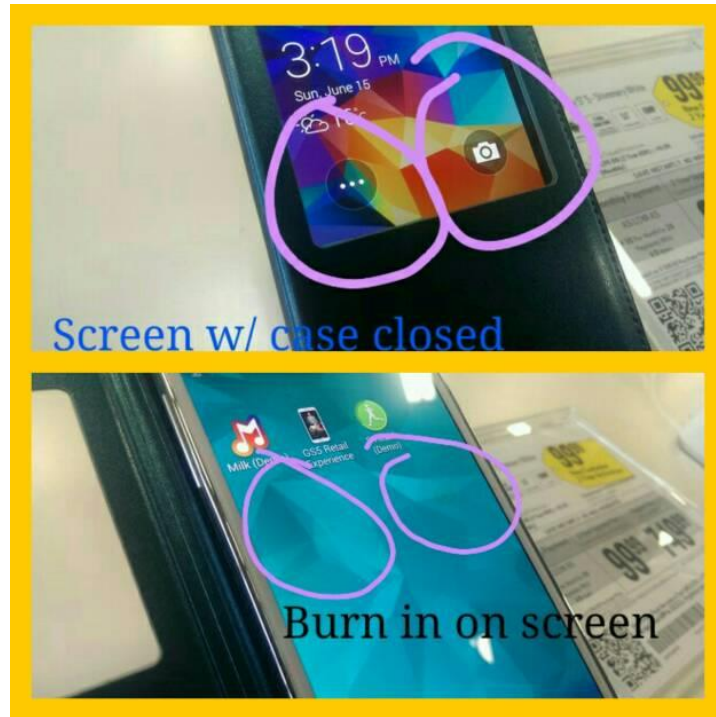


Εικόνα 25: Μόνιμο αποτύπωμα σε οθόνη

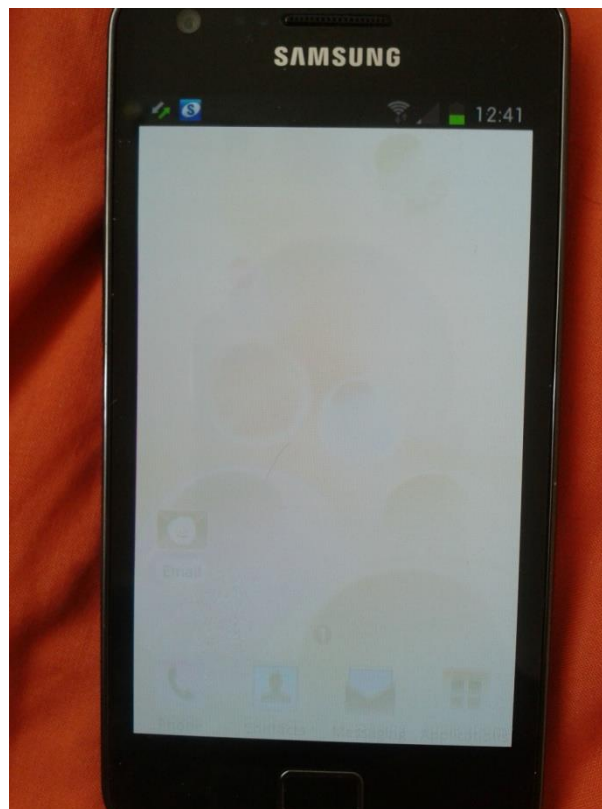
Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ένα γαλάζιο ακανόνιστο είδωλο που έχει μόνιμα αποτυπωθεί. Χαρακτηριστικό παράδειγμα έχει αναφερθεί στο αγγλικό κατάστημα Harrods, όπου σύμφωνα με το ένα μέλος του [AVS Forums](http://www.avforum.com/forum/40-oled-technology-flat-panels-general/1481970-oled-london.html) (<http://www.avforum.com/forum/40-oled-technology-flat-panels-general/1481970-oled-london.html>), αποτυπώματα και μάλιστα μόνιμα φαίνεται να έχουν εμφανιστεί μετά από δύο μήνες λειτουργίας. Βέβαια η συγκεκριμένη τηλεόραση χρησιμοποιούνταν για επίδειξη και ως εκ τούτου πολλές φορές επιδεικνύονταν το μενού της, πράγμα που δεν συμβαίνει τόσο συχνά κατά την κανονική χρήση. Πάντως μόνιμα αποτυπώματα έχουν παρατηρηθεί στην οθόνη του τηλεφώνου Samsung Galaxy S, το οποίο χρησιμοποιεί OLED οθόνη. Στις εικόνες που ακολουθούν βλέπουμε κάποια παραδείγματα



Εικόνα 26 :Αποτύπωμα στην οθόνη^[20]



Εικόνα 27 :Αποτύπωμα στην οθόνη^[21]



Εικόνα 28 :Αποτύπωμα στην οθόνη

4. Η τεχνολογία OLED είναι πολύ καινούρια

Δύο προβλήματα που υπάρχουν προς το παρόν είναι αφενός το πρόβλημα με το μπλε εικονοστοιχείο ("blue" pixel) και αφετέρου η χαμηλή απόδοση. Σε σύγκριση με τα κόκκινα και πράσινα εικονοστοιχεία, τα μπλε είναι πολύ λιγότερο αποδοτικά, με μελέτες να κάνουν λόγο ότι μόλις φτάνουν το 4% τη στιγμή που τα αλλά δύο έχουν αποδοτικότητα 20%. Η χαμηλή αποδοτικότητα του μπλε εικονοστοιχείου μπορεί να οδηγήσει και σε μείωση της διάρκειας ζωής της οθόνης. Η χαμηλή απόδοση έχει να κάνει με το ότι για κάθε οθόνη που φτάνει στο ράφι ενός καταστήματος, ένας μεγάλος αριθμός οθονών θα έχουν απορριφθεί ως ελαττωματικές.

3.3 Κατασκευάστριες Εταιρείες – Σύγκριση Τεχνολογιών

Χώρα	Εταιρεία	Μέγεθος Οθόνης	Ανάλυση	Καμπυλότητα
Κορέα	LG-Display	55 inch	FullHD	ΝΑΙ
	LG-Display	65 inch	UHD	ΝΑΙ
	LG-Display	77 inch	UHD	ΝΑΙ
	LG-Display	77 inch flexible	UHD	ΝΑΙ
Ιαπωνία	Panasonic	55 inch	UHD	ΟΧΙ
Κορέα	Samsung-Display	55 inch	FULL HD	ΝΑΙ
Κορέα	Samsung-Display	55 inch flexible	FULL HD	ΝΑΙ
Κίνα	Haier	55 inch	FHD	ΟΧΙ
Κίνα	Haier	65 inch	UHD	ΟΧΙ
Κίνα	TCL	65 inch	FHD	ΟΧΙ
Κίνα	TCL	65 inch	UHD	ΟΧΙ

3.3.1 Η εταιρεία Samsung Η Samsung έδωσε στην αγορά την πρώτη της OLED τηλεόραση, την KN55S9C, μεγέθους 55" καμπυλωτή Full-HD, τον Αύγουστο του 2013. Χάρη στην καμπυλότητα της οθόνης, η απόσταση του τηλεθεατή από αυτή είναι σχεδόν η ίδια ανεξαρτήτως γωνίας θέασης. Η τηλεόραση αυτή έχει ενσωματωμένη τη λειτουργία Multi-view, ένα χαρακτηριστικό που επιτρέπει στον τηλεθεατή να παρακολουθεί ταυτόχρονα δύο εκπομπές χρησιμοποιώντας 3D γυαλιά με κινητά χωρίσματα. Η οθόνη ζυγίζει 27 κιλά και έχει πάχος 5.3 ίντσες. Στις ΗΠΑ και στη Βόρεια Κορέα η τιμή της είναι \$ 8.900.

Η ίδια εταιρεία έχει επίσης αναπτύξει μια επίπεδη 55'' OLED τηλεόραση, η οποία όμως δεν φαίνεται να κυκλοφορεί σύντομα. Στην αρχή είχε ονομασθεί "Super OLED TV", αλλά τώρα αποκαλείται "Real

OLED TV”. Η αλλαγή αυτή στο όνομα μπορεί να βασίζεται στο γεγονός ότι η Samsung χρησιμοποιεί ‘True OLED’ RGB εικονοστοιχεία τα οποία διαφοροποιούν τις τηλεοράσεις OLED από τις τηλεοράσεις τεχνολογίας LED.



Εικόνα 29: Οθόνη OLED της εταιρείας Samsung

3.3.2 Η εταιρεία LG Electronics

Το Δεκέμβριο του 2011, η εταιρεία LG ανακοίνωσε την παραγωγή της πρώτης τους OLED τηλεόραση, την 55EM9700 μεγέθους 55 ιντσών. Μετά από ένα χρόνο σχεδόν, τον Ιανουάριο του 2013, η τηλεόραση βγήκε στην αγορά της Κορέας στην τιμή των \$ 10.000. Διατίθονταν επίσης και στην Αγγλία. Η τηλεόραση τεχνολογίας Full-HD έχει λόγο αντίθεσης (contrast ratio) 100.000.000:1 και γρήγορο χρόνο απόκρισης (contrast ratio) (σύμφωνα με την LG, ο χρόνος απόκρισης είναι 1.000 φορές ταχύτερος σε σχέση με την οθόνη LCD). Με πάχος μόλις 4mm και βάρος μόλις 3,5 kg αυτή η οθόνη είναι προς το παρόν η ελαφρύτερη και η λεπτότερη και χαρακτηρίζεται από την εταιρεία ως “ultimate display technology”. Η εταιρεία έχει χρησιμοποιήσει τεχνολογία WOLED για την κατασκευή της. Στην διεθνή έκθεση IFA-2013 η LG παρουσίασε την μεγαλύτερη οθόνη παγκοσμίως, 77 ίντσες και με ανάλυση 4K Ultra HD . Η οθόνη αυτή ήταν σε επίπεδο πρωτοτύπου και δεν αποτελεί ακόμα εμπορικό είδος.



Εικόνα 30: Οθόνη OLED της εταιρείας LG

3.3.3 Η εταιρεία Sony

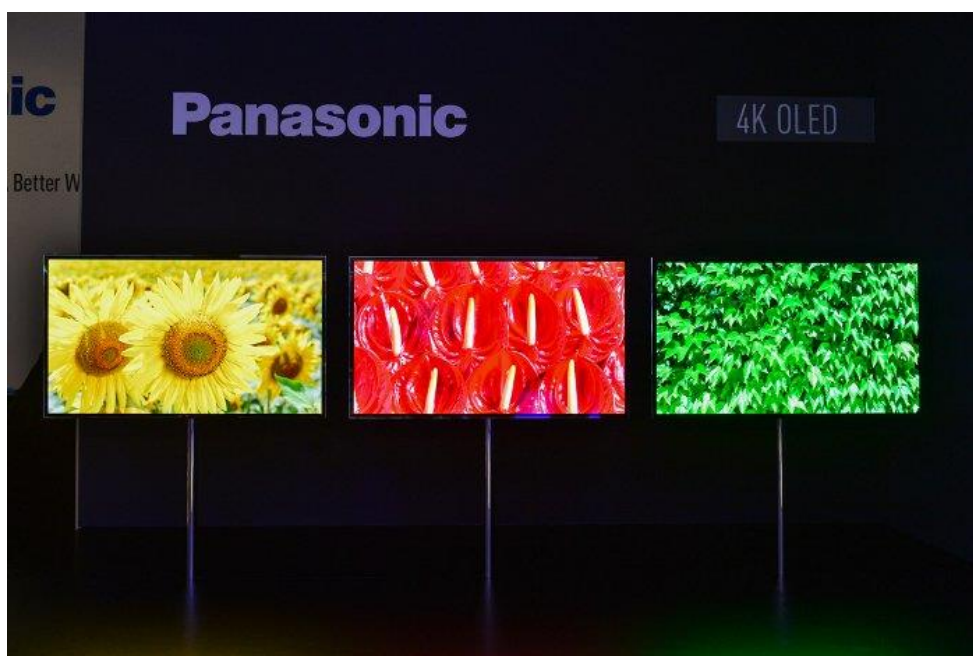
Η εταιρεία Sony παρουσίασε την πρώτη παγκοσμίως τηλεόραση OLED, μεγέθους 56 ιντσών και ανάλυση 4K (3840×2160) στην έκθεση Consumer Electronics Show στο Las Vegas το 2013. Η τηλεόραση αυτή αναπτύχθηκε από τη Sony σε συνεργασία με την εταιρεία AU Optronics Corp. (AUO). Η ανάλυση 4K επιτυγχάνεται με τη χρήση της τεχνολογίας Super Top Emission technology. Σύμφωνα με αυτή την τεχνολογία, ακτινοβολία περνάει μέσα από το στρώμα με τα OLED το οποίο χρησιμοποιεί τρανζίστορ λεπτής μεμβράνης και χαμηλής θερμοκρασίας (low-temperature polysilicon (LTPS) thin-film transistors (TFTs)).



Εικόνα 31: Οθόνη OLED της εταιρείας Sony

3.3.4 Η εταιρεία Panasonic

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία “RGB all-printing method”, η εταιρεία Sony παρήγαγε μια οθόνη 56 ιντσών με ανάλυση 4k2k resolution (3,840 x 2,160 resolution, 8,29 εκατομμύρια εικονοστοιχεία). Το προϊόν παρουσιάστηκε στην έκθεση Consumer Electronics Show στο Las Vegas το 2013. Η Sony και η Panasonic αποφάσισαν από κοινού να σταματήσουν την ανάπτυξη της OLED τηλεόρασης. Ο στόχος ήταν να συνδυαστεί η τεχνολογία printing organic material της Panasonic με την τεχνολογία Super Top Emission της Sony. Το εγχείρημα όμως διακόπηκε διότι αποδείχτηκε οικονομικά ασύμφορο.



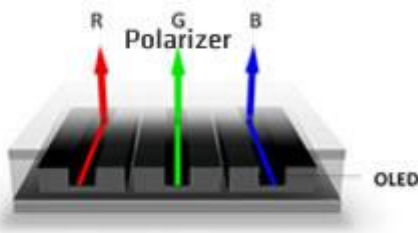
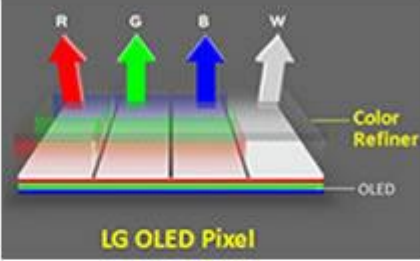
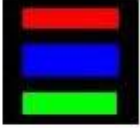
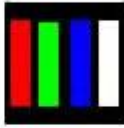

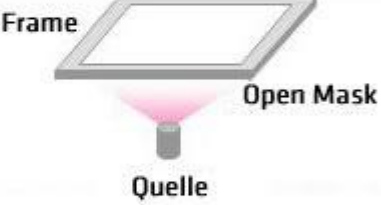




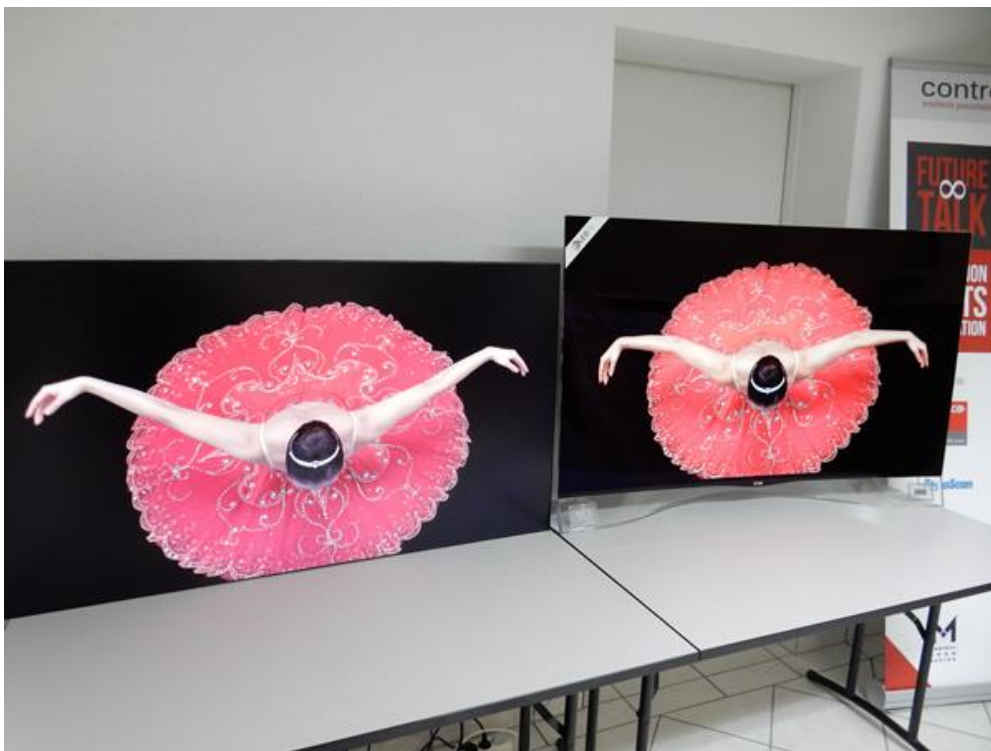
Εικόνα 32: Οθόνη OLED της εταιρείας Panasonic

3.3.5 True Pixel εναντίον WRGB

Προκειμένου να παραχθεί κάθε εικονοστοιχείο, η τηλεόραση OLED χρησιμοποιεί τρία έγχρωμα υπο-εικονοστοιχεία (sub-pixels) (RGB: Red, Green and Blue). Η Samsung χρησιμοποιεί αυτή την τεχνική στις τελεοράσεις της. Άλλες εταιρείες χρησιμοποιούν την τεχνολογία WRGB (or WOLED-CF) η οποία λειτουργεί με τέσσερα subpixels με φίλτρα χρωμάτων. Η τεχνολογία WRGB αναπτύχθηκε από την εταιρεία Kodak και τώρα τα δικαιώματα ανήκουν στη εταιρεία LG Display.

Πίνακας: Samsung vs LG-Display σύγκριση τεχνολογιών

	Samsung True RGB OLED	LG-Display WRGB OLED
		
Structur		
Pixel Structur		
Process		
	<p>The blue pixel is bigger (factor 1,5) to improve the brightness power consumption is higher</p>	<p>Blue has a bad efficiency so white compensate that</p>
Detail		

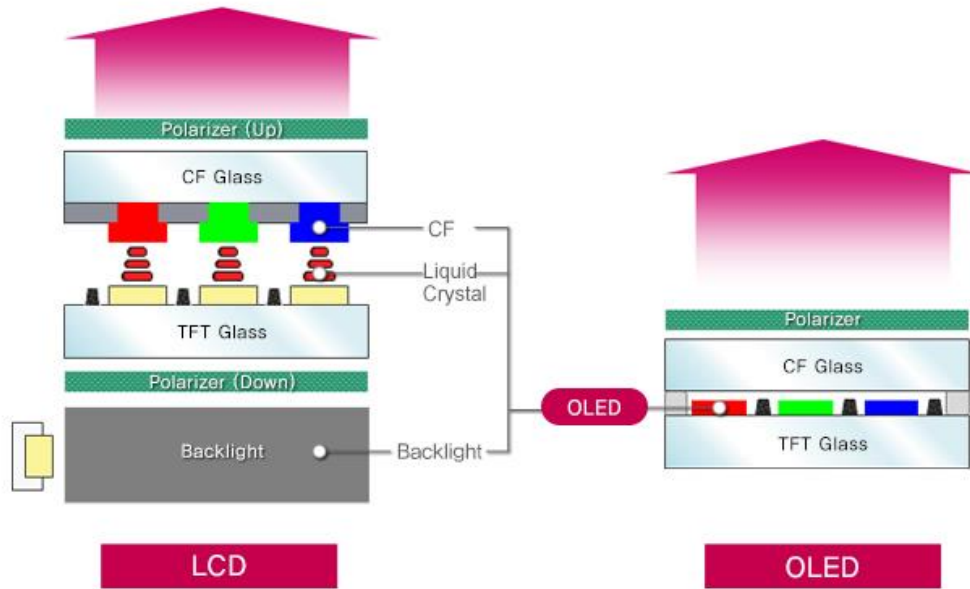


Εικόνα 33: Σύγκριση οθονών LED και OLED



Εικόνα 34: Σύγκριση οθονών LED και OLED

LCD vs. OLED



Εικόνα 35: Σύγκριση τεχνολογίας οθονών LED και OLED



Εικόνα 36: Μελλοντική πρόβλεψη χρησιμοποίησης τεχνολογίας OLED

3.4 Προϊόντα με OLED οθόνες

Κινητό τηλέφωνο Galaxy Round

Με οθόνη 5.7 ίντσες, βάρος 154 γραμμάρια και πάχος 7.9 mm thin. Η οθόνη έχει 400 mm ακτίνα καμπυλότητας.



Εικόνα 37: Galaxy Round

Κινητό τηλέφωνο LG G Flex

Με οθόνη 6 inch βάρους 154 γραμμάρια και πάχος οθόνης 0.44 mm thin.
Η οθόνη έχει 700 mm ακτίνα καμπυλότητας and can be bended with a r



Εικόνα 38: LG G Flex

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://www.delta-iek.gr/Portals/0/DigArticle/83/Technology-News-Issue-1.pdf>
- [2] http://www.ipet.gr/digitech2/index.php?option=com_content&task=category§ionid=9&id=31&Itemid=61
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/LED_display
- [4] <http://coolweb.gr/tv-led-vs-lcd-diafores/>
- [5] http://www.edu.demokritos.gr/ge/files/SS08/16-7/EIDII/K2_160708_Vassilopoulou.pdf
- [6] <http://www.lgchem.com/global/display/oled-panel>
- [7] <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1187309/Forget-plasma-LCDs-How-3mm-eco-friendly-OLED-TV-future.html>
- [8] <http://www.lgchem.com/global/display/oled-panel>
- [9] <http://cerig.pagora.grenoble-inp.fr/memoire/2010/impression-oled.htm>
- [10] <http://cerig.pagora.grenoble-inp.fr/memoire/2010/impression-oled.htm>
- [11] <http://www.gfct.fisica.uminho.pt/Members/helder/mesoscopic-modelling-of-organic-optoelectronic-devices>
- [12] <http://www.udcoled.com/default.asp?contentID=584>
- [13] <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/stacked-OLED-SOLED.html>
- [14] <http://www.tested.com/tech/206-what-your-options-are-for-cheap-night-vision-goggles/>
- [15] <http://www.udcoled.com/>
- [16] <http://www.hitech-projects.com/euprojects/olla/downloads.html>
- [17] <http://www.udcoled.com/default.asp?contentID=586>

- [18] <http://news.oled-display.net/oled-tv/>
- [19] <http://www.cnet.com/news/seven-problems-with-current-oled-televvisions/>
- [20] <http://community.eu.playstation.com/t5/PS-Vita-General/Trade-in-old-original-PS-Vita-for-the-Slim-PS-Vita-is-it-worth/td-p/21411425/page/2>
- [21] <http://forums.androidcentral.com/samsung-galaxy-s5/399985-screen-burn.html>