



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Elektronikus Eszközök Tanszéke

Elektronika alapjai

12. előadás

Kijelzők

Érintőképernyők

- Kijelzők
 - Passzív és aktív folyadékkristályos kijelző.
 - AMOLED
- Érintőképernyők technológiája

Folyadékkristály

- Friedrich Reinitzer osztrák botanikus, 1888 koleszteril-benzoát kísérlete
 - A kristály 145°C -on megolvadt, zavaros folyadékká alakult, majd 179°C -on tiszta folyadékká alakult át.
 - Tehát van egy olvadáspont és egy ún. tisztulási pont.
 - Az alkalmazásra 1968-ig várni kellett.
- Speciális, szerves anyagok
 - Átmeneti állapot a szilárd test és a folyadék halmazállapot között
 - Mechanikai tulajdonságaik a folyadékokra emlékeztetnek
 - Optikai, dielektromos és egyéb tulajdonságaik viszont kristályokra jellemző anizotrópiát mutatnak.
 - Átlátszóak, de képesek a beeső fény polarizációját elforgatni.
 - A folyadékkristályos állapot viszonylag széles hőmérséklettartományban fennáll
 - A folyadékkristály molekulái úgy rendeződnek, hogy egy irányba álljanak, de külső hatással könnyen megváltoztatható.

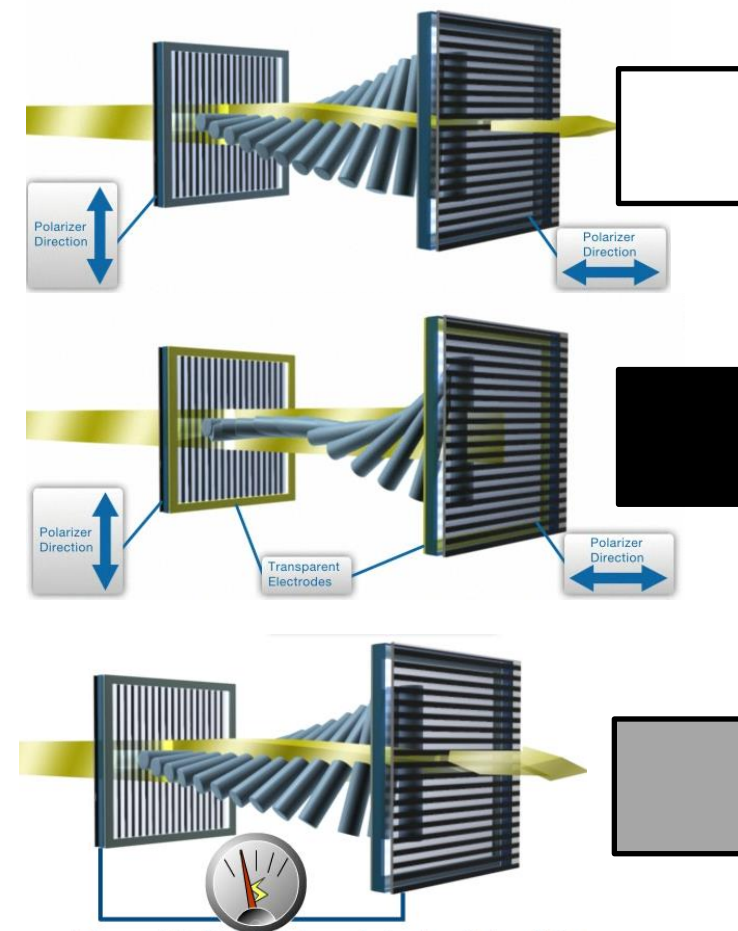
Folyadékkristályok

- Elég sok típusuk van.
- Kijelzésre az ún. nematikus folyadékkristályokat használják.
- Hosszú, pálcikaszerű molekulák, amelyek külső hatás hiányában párhuzamosan rendeződnek.
 - (kristályra jellemző)
- A tömegközéppontok azonban nem szabályosak
 - (folyadékra jellemző)

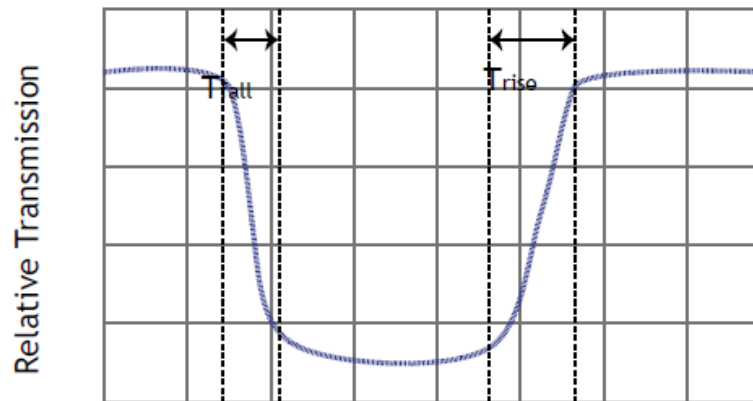
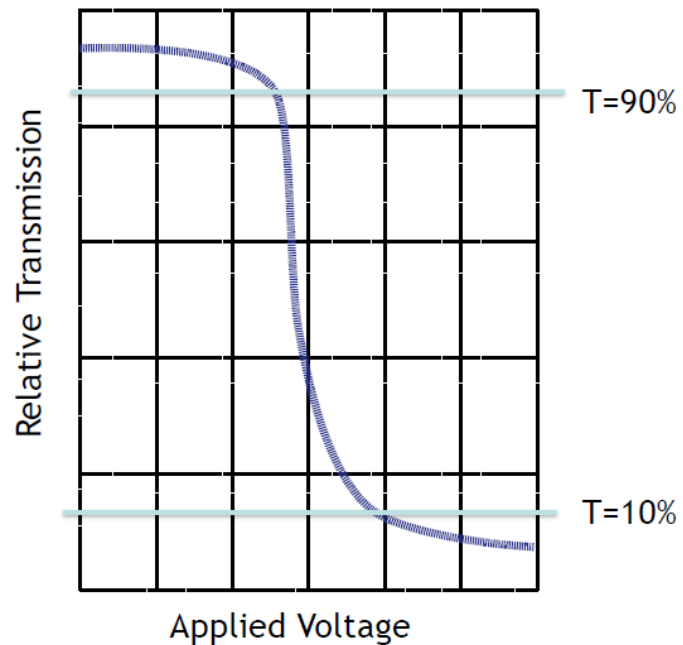


A működés elve

- A folyadékkristályt két üveglap közé helyezik.
 - Az üveglap belső oldalán szabályos kisméretű orientáló réteget helyeznek el.
 - „direktor” réteg
 - A legegyszerűbb esetben a folyadékkristály molekulák 90° -ban fordulnak el.
 - Azaz a beeső fény polarizációját szintén 90° -ban fordítják el.
 - A mindkét üveglapon kívülről polarizáló réteget helyeznek el, szintén egymásra merőleges irányban.
 - Így a fény keresztüljut a cellán.



- Ha térerősséggel megváltoztatjuk a folyadékkristály orientációját
 - A fény nem jut keresztül a cellán, elsötétedik.
 - Megfelelő vezérléssel szabályozható a fény intenzitása



- A folyadékkristályos cella kb. $5-10\mu\text{m}$
- Az optikai hatás eléréséhez kb. 3V szükséges
 - Az elsötétítés gyorsabb, hiszen a molekulák a térerő irányába próbálnak fordulni.
 - A vezérlés megszüntetésekor idő szükséges (ms nagyságrendű), hogy spontán visszarendeződjön az eredeti csavart állapotba.

Megvilágítás

■ Reflektív

- Nincs külön megvilágítás, a beeső fény kelti a hatást, amely a hátoldali tükörről verődik vissza

■ Transzmisszív

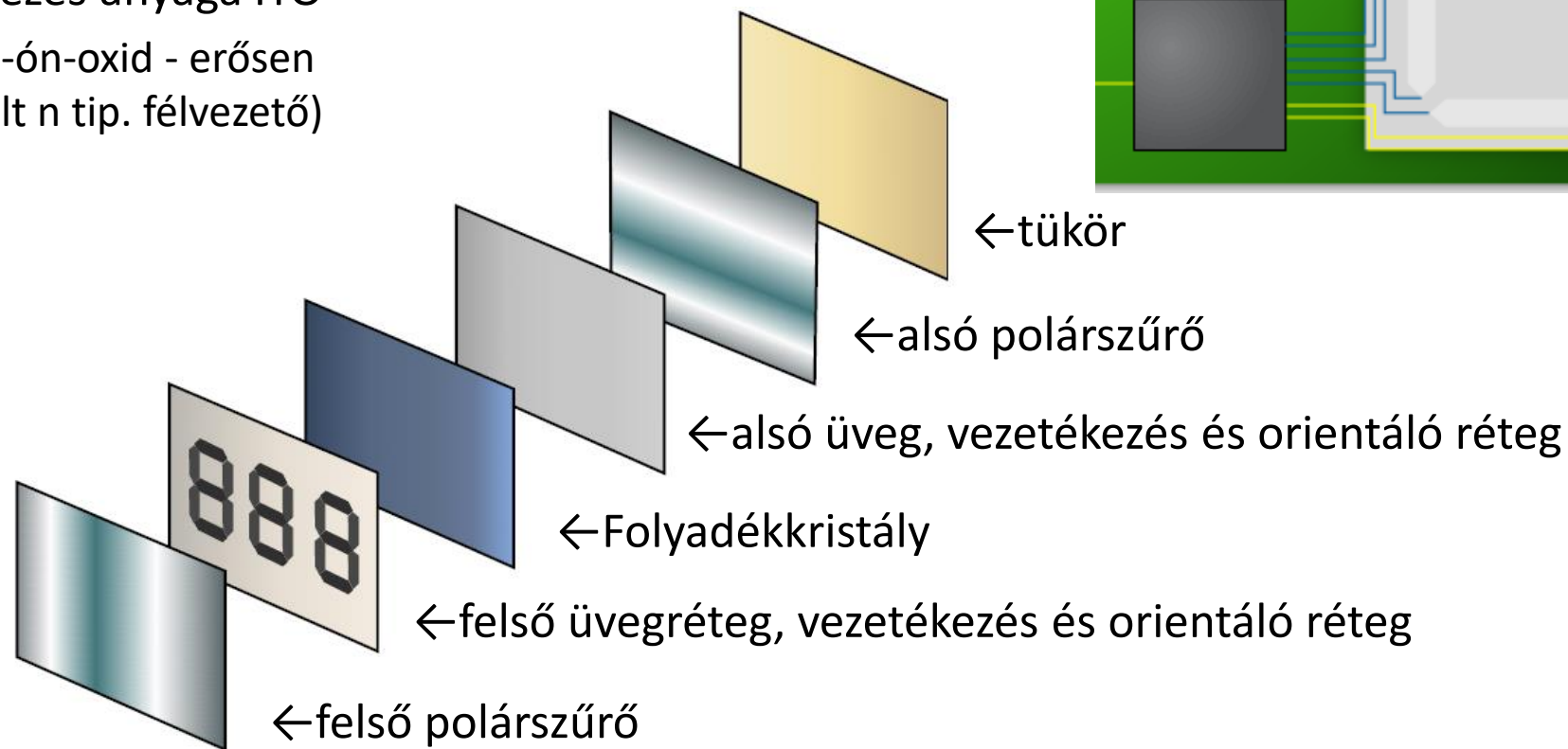
- Van háttérmegvilágítás, általában LED vagy ~~hidegkatódos fénycső (CCFL)~~
- Az intenzitást a megvilágítás intenzitásának változtatásával érik el.
 - PWM

■ Transzreflektív

- Erős fényben, pl. napsugárzás esetén reflexióval, egyébként pedig saját háttérmegvilágítással működik.

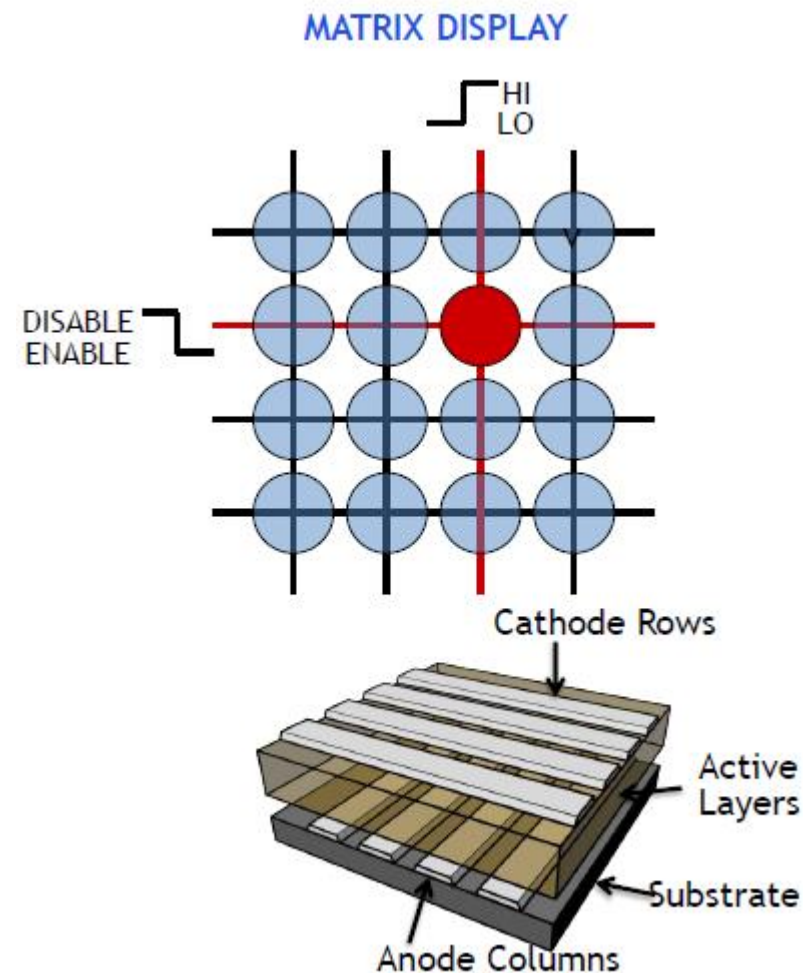
Direkt címzésű kijelző

- A legegyszerűbb kijelzők
 - Órák, számológépek stb.
 - Az egyes pixelek egyesével címezhetők.
 - A vezetékezés anyaga ITO
 - (Indium-ón-oxid - erősen adalékolt n tip. félvezető)

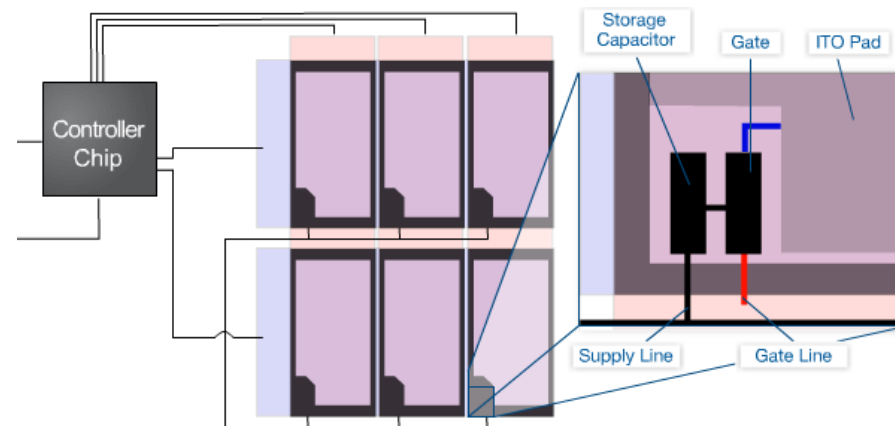


Passzív mátrix

- A felső elektródán függőlegesen, az alsó elektródán pedig vízszintesen fut a fémezés.
- A kereszteződés lesz a pixel
- A vezérlés nem egyszerű
 - Nem közvetlenül egyenfeszültséget kapcsolnak rá, hanem négyszögjeleket.
 - A kijelzés soronként történik, pásztázással
 - A nem aktivált sorban is zavart kelt
 - A kontrasztarány romlik a sorok számának növekedésével.
 - STN – super csavart nematikus folyadékkristály. Nem 90° , hanem 270° -ban csavarodik, így a kontraszt jobb lesz.
 - DSTN – két réteg, amely ellenkező irányban csavarodik.



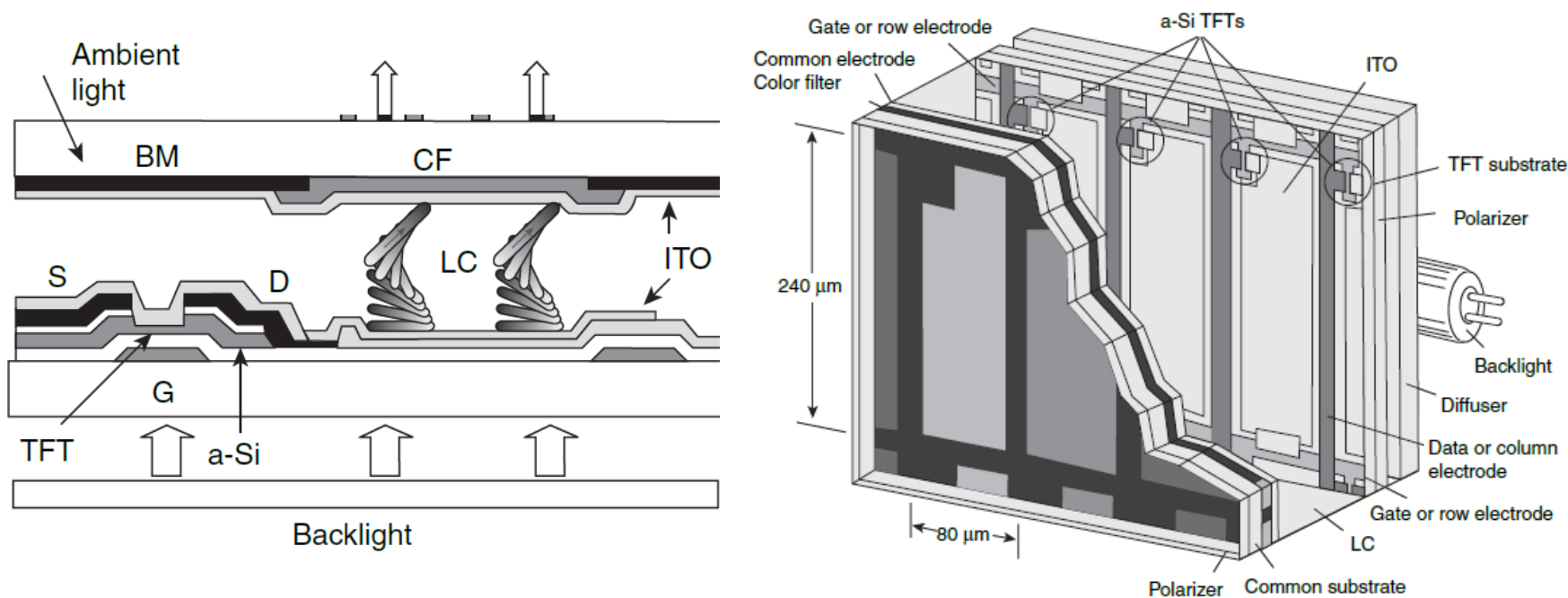
Aktív mátrix (TFT) kijelzők



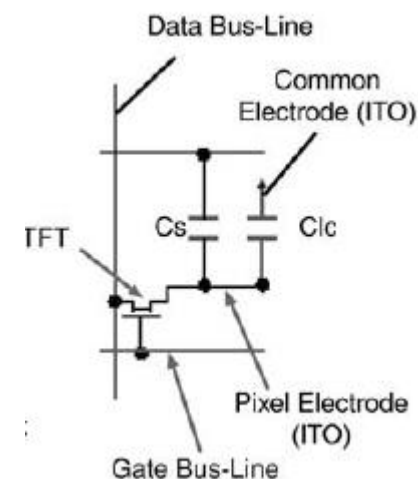
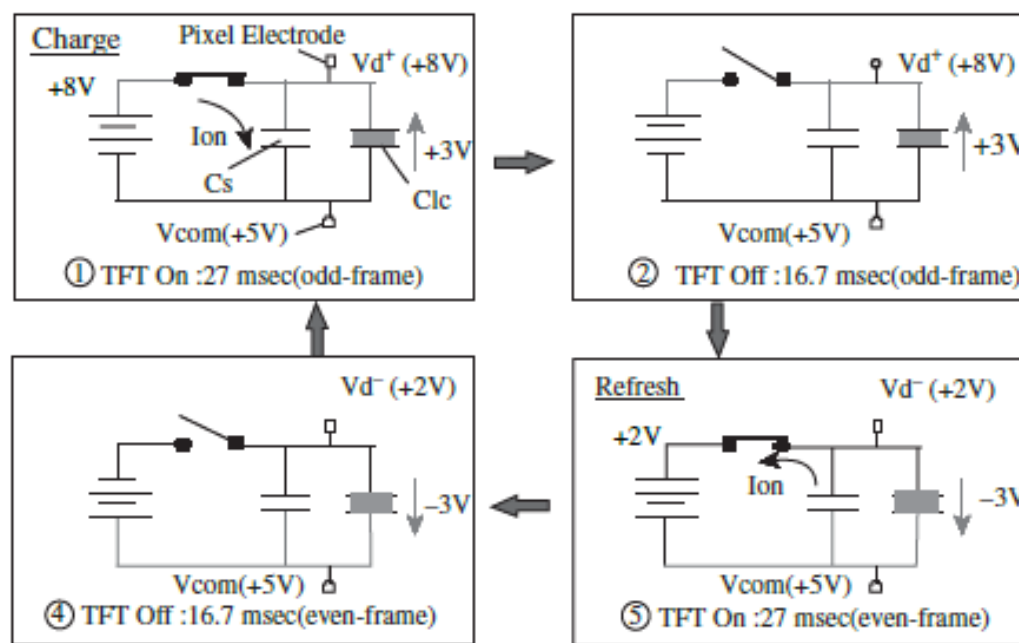
- Tranzisztort használnak minden egyes pixel (színenként) ki/be kapcsolásához.
 - A tranzisztorokat az üvegre integrálják.
 - A képpontok egyesével címezhetők
 - Pl. egy 1920×1080 kijelző esetén több, mint 6 millió képpont van.
 - Pl. 6 hibás képpont 1ppm hibaarányt jelent...

TFT

- TFT: thin film tranzistor, vékonyréteg tranzisztor
 - Amorf szilíciumból készül.
 - MOS tranzisztor, de sokkal rosszabb paraméterekkel.



- A TFT bekapcsolásához kb. 20V, kikapcsolásához kb. -5V szükséges.
 - Ebben az esetben a be és kikapcsolt tranzisztor áramának aránya kb. 10^6
 - A folyadékkristály károsodik, ha sokáig nagy egyirányú térerősségnek teszik ki
 - Ezért képenként átkapcsolják a polaritást
- A cella hasonlít a DRAM-hoz

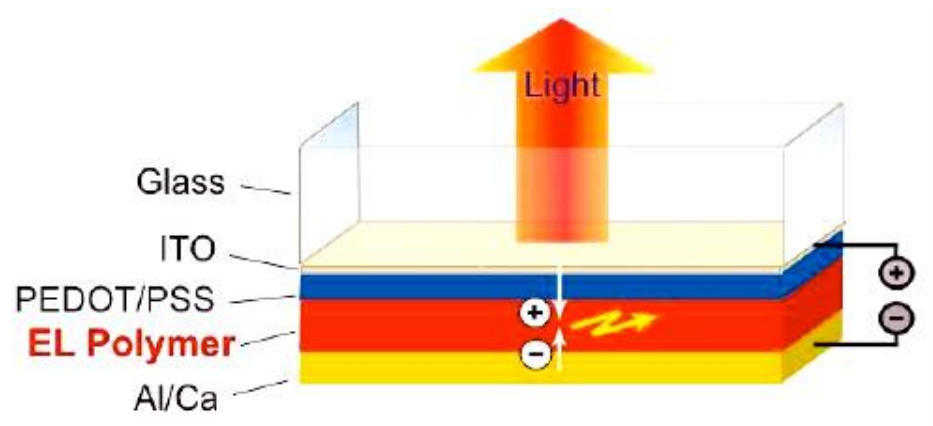


OLED – szerves világító dióda



OLED – organic LED

- Szerves vegyületek, amelyen, ha áram halad keresztül, fényt bocsátanak ki.
- (a középső polimer rétegben zajlik a rekombináció, fénykibocsátással)
- Az fénykibocsátó anyag kémiai összetételétől függ a szín.



OLED

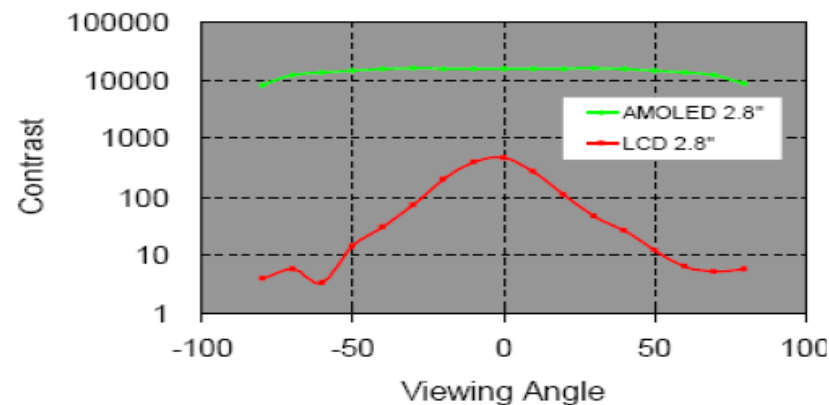
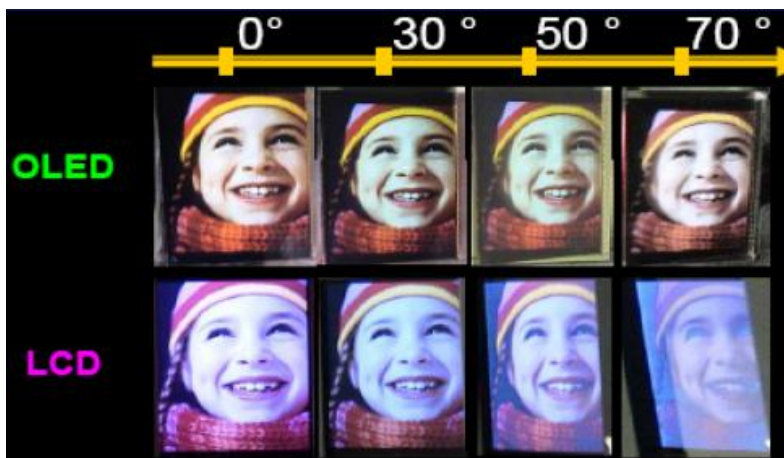
▪ Két irányba fejlődik

- Kijelzők területe – az LCD kijelzők vetélytársa
- Világítás
 - Itt vélhetően nagy jövő előtt áll
 - Nagy felszínű, extrém vékony, hajlékony, energiatakarékos világítás
 - Környezetbarát, hiszen nagyon minimális anyagot tartalmaz



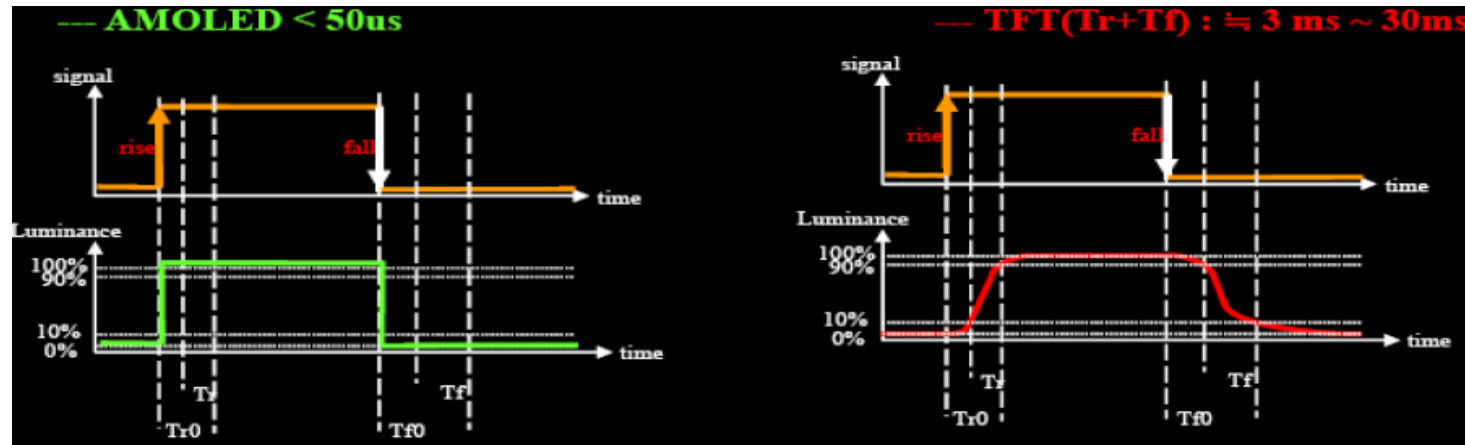
AMOLED – aktív mátrix OLED

- Minden egyes pixel hasonlóan vezérelt, mint az aktív TFT esetén.
 - Nincs azonban háttérvilágítás! Itt maga a pixel világít, amit a tranzisztorttal lehet ki és be kapcsolgatni.
 - Emiatt sokkal vékonyabb a kijelző és flexibilis.
- Előnyök
 - A TFT-hez képest a kontraszttarány jobb
 - Kevésbé változik a kontraszt a betekintési szögtől



■ Gyors

- $\sim 10\mu\text{s}$ a válaszidő, a néhány ms-os az aktív LCD-vel szemben.
- (a fényforrást AMOLED esetén a TFT tranzisztor kikapcsolja.)



■ Az elektromos fogyasztás függ a képtartalomtól

- (LCD esetén a fogyasztás állandó – a háttérvilágítás fogyasztása)

■ A panel élettartam $\sim 100\,000$ óra, de kezdetben $\sim 20\,000$ óra volt

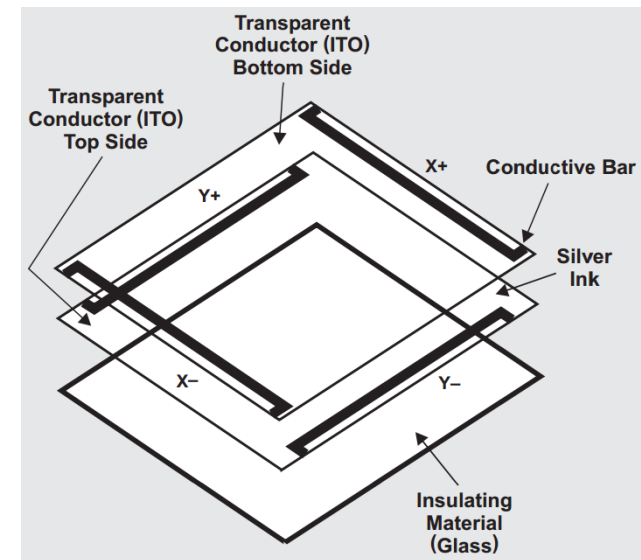
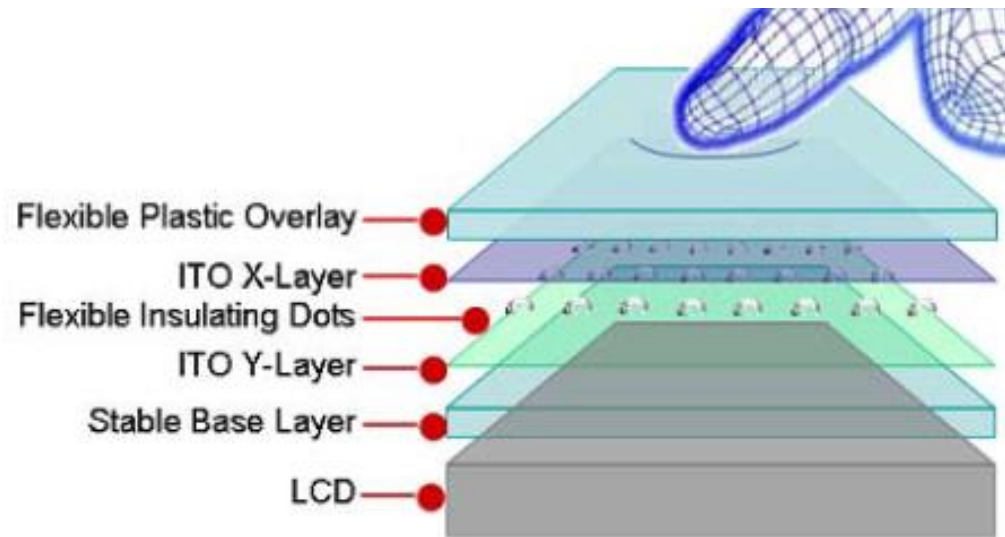
- Élettartam: az az idő, ami alatt a fényintenzitás a felére csökken



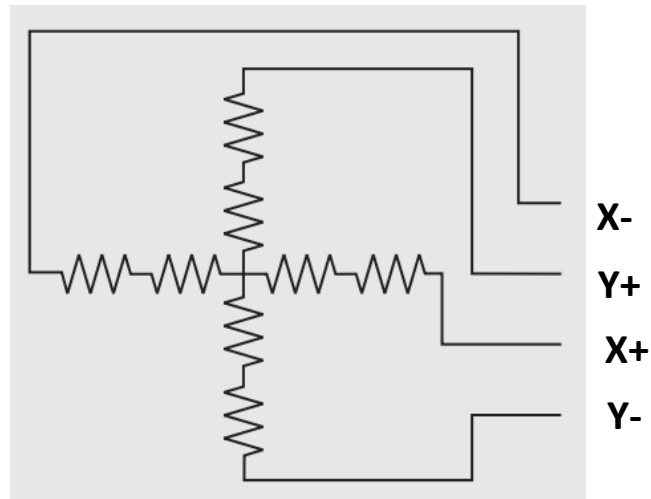
Érintésérzékelés

Ellenállásváltozáson alapuló
Kapacitásváltozáson alapuló

Rezisztív érintőképernyő



- ITO = indium-ón-oxid. Átlátszó vezető anyag.
 - Megnyomáskor a két vezető réteg összeér, az X és az Y között.
 - Két lépcsőben történik a kiolvasás, irányonként
 - (valójában egy ellenállásmérés történik...)



- Először az X rétegre feszültséget kapcsolva az Y vezetéken a X koordináta leolvasható (feszültségosztás)
- Utána ugyanezt megismételve az Y rétegre, most az Y koordináta határozható meg feszültségméréssel.
- Ezt gyorsan egymásután végezve a megnyomás (X,Y) koordinátája könnyen előállítható.

Rezisztív érintőképernyő

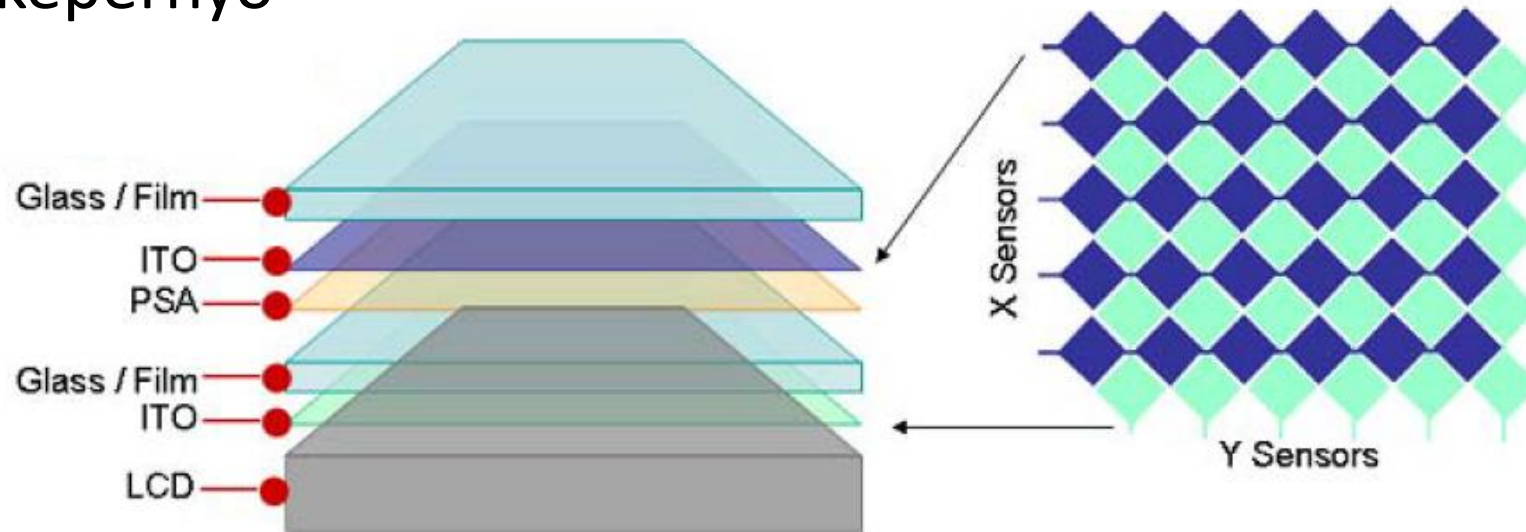
■ Előnyök

- Nagyon egyszerű felépítés.
- Kesztyűvel, más tárggyal nyomva is működik
- Szennyeződés nem befolyásolja a működést
- (ipari környezet, közforgalmú berendezések stb...)

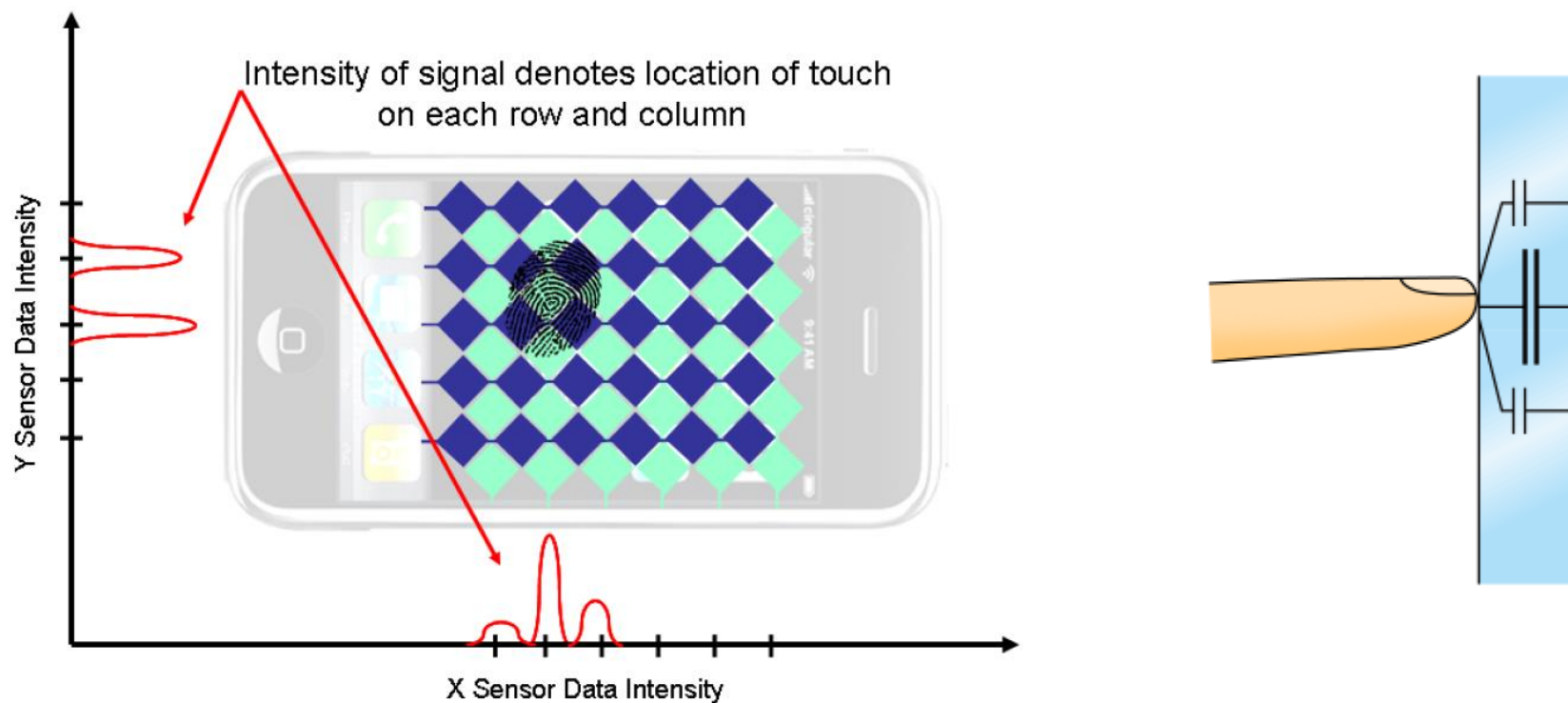
■ Hátrányok

- Bár az ITO réteg vékony, az átlátszóság 75-80%.
- Ha az ITO réteg nem teljesen egyenletes vagy sérül, nem lesz lineáris a feszültségesés, így a kiolvasás hibás lehet. (kalibrálni kell!)
- A fedőréteg megsérülhet
- Felépítésből adódóan nincs lehetőség többszörös érintésre (multitouch...)

Kapacitív érintőképernyő



- (ún. projected capacitance)
- Az x és y szenzorok egyesével címezhető, kapacitásuk kb. 10-20pF.
 - Az emberi ujj érintésére a kapacitás kb. 0.5pF-ot megváltozik
 - Mérésük:
 - gyors feltöltés, majd egy adott ellenálláson a kisütési idő mérése.
 - adott árammal történő feltöltés és kisütés és feszültség mérése
 - RC oszcillátor frekvenciájának megváltozása
 - Változó feszültséggel, Wheatstone híd kapcsolással
- A vezérlő folyamatosan letapogatja és méri a pixeleket



- Az X és Y szenzorok intenzitásának átlagolásával pontosabb koordináta érhető el.
- Jóval kisebb felbontás elegendő

Kapacitív érintőképernyő

■ Előnyök

- Jó átlátszóság > 90%
- Többszörös érintés kezelhető (multitouch)
- Vékony kesztyű használható
 - (orvosi alkalmazások, gumikesztyűt pl. nagyon fontos, hogy lehessen használni.)

■ Hátrányok

- Víz, szennyeződés (víz relatív dielektromos állandója 80,4)

Források, ajánlott irodalom, érdekességek

- [Rövid \(😊\) bevezetés a pCap érintőképernyő technológiába](#)