Technologie LCoS

Tekuté krystaly na křemíkové bázi (*Liquid crystal on silicon* - LCoS) mají průměr většinou menší než dvanáctina palce (tj. přibližně 2 mm) a pro vytváření barev zobrazovaného obrazu většinou využívají systém postupného osvětlování pomocí displeje z kapalných krystalů nebo LED.

Projektory technologie 3LCD nebo technologie DLP využívají k vytvoření barevného obrazu barevný kotouč.

Řez technologií LCoS je zobrazen na obr. 314. Jednotlivé vrstvy tohoto čipu jsou (zdola nahoru tyto):

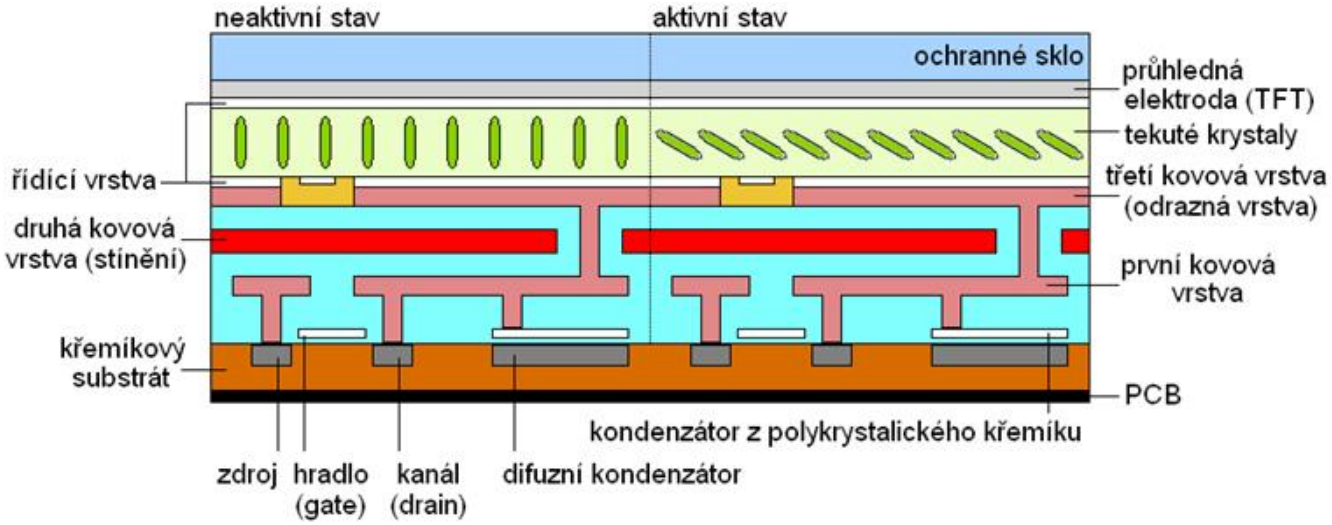
1. PCB (*Printed circuit board*) - integrovaný obvod, který přenáší instrukce a digitální signál (televizní signál, videosignál, ...) ve formě elektrického proudu do zařízení využívající tento typ čipu;
2. křemíkový substrát - je tvořen vrstvou tranzistorů. Každý tranzistor řídí zobrazování jednoho pixelu tak, že řídí modulaci světla ve vrstvě obsahující kapalné krystaly. Instrukce, které jsou vysílány do vrstvy kapalných krystalů, jsou získávány z videosignálu vstupujícího do vrstvy PCB. S rostoucím napětím, které je přiloženo na vrstvu kapalných krystalů, klesá množství světla, které prochází vrstvou kapalných krystalů po odrazu od odrazné vrstvy.
3. odrazná vrstva - po odrazu světla od této vrstvy prochází světlo horními vrstvami a v závislosti na nastavení tekutých obrazů se podílí na vytváření výsledného obrazu.
4. vrstva kapalných krystalů - pomocí napětí přiloženým na tuto vrstvu je ovládáno množství světla, které po odrazu od odrazné vrstvy prochází do dalších částí systému. V závislosti na přiloženém napětí totiž nastává polarizace světla při průchodu touto vrstvou.

Tato vrstva tedy funguje naprosto shodně jako v displeji z kapalných krystalů.

5. řídící vrstva - řídí činnost kapalných krystalů tak, aby polarizovaly světlo správně;
6. průhledná elektroda - tvořena systémem tranzistorů TFT, které uzavírají elektrický obvod tvořený křemíkovým polovodičem a vrstvou kapalných krystalů;
7. ochranné sklo - horní vrstva, která ochraňuje čip před poškozením, nečistotami, ... Světlo, které má být polarizováno vrstvou tekutých krystalů, prochází sklem bez výraznějších změn.

Název této technologie (resp. čipu) je právě odvozen ze skutečnosti, že vrstva kapalných krystalů se nachází na křemíkovém substrátu (tj. *Liquid Crystal on Silicon* - LCoS).

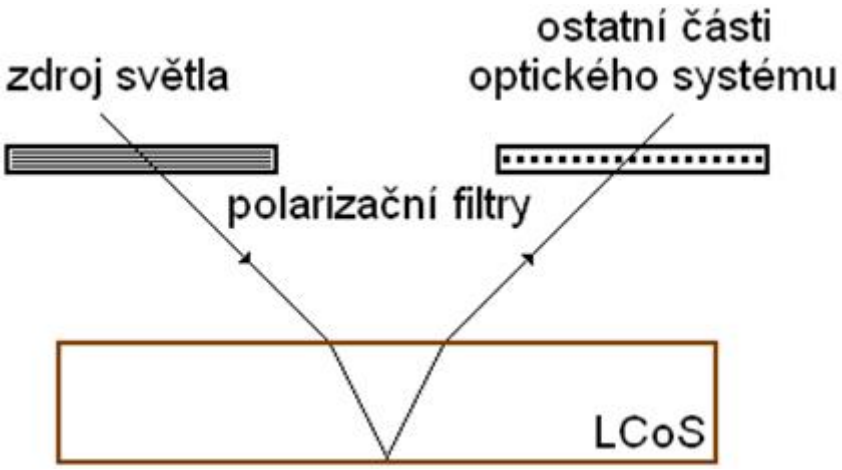
Průchodem světla ochranným sklem klesá mírně jeho intenzita, ale tento pokles je zanedbatelný. V ochranné skleněné vrstvě nenastává ani odraz světla ani lom světla - světlo dopadá totiž na tuto vrstvu kolmo.



Obr. 314

Tak jako je v technologii LCD umístěn panel s tekutými krystaly mezi dvěma polarizačními filtry, je v technologii LCoS panel s tekutými krystaly umístěn mezi křemíkový polovodič a průhlednou elektrodu tvořenou tenkými tranzistory (TFT). Na povrchu polovodiče je vytvořena odrazná vrstva, na které nastává odraz světla. Takto odražené světlo prochází zpět vrstvou kapalných krystalů a v závislosti na napětí přiloženém na elektrody, mezi nimiž se vrstva kapalných krystalů nachází, nastává polarizace světla. Je-li napětí mezi elektrodami nulové, procházející světlo se polarizuje znovu tak, že se jeho rovina polarizace stáčí o úhel $90°$. Je-li napětí mezi elektrodami nenulové, světlo procházející vrstvou kapalných krystalů se nepolarizuje a do dalších částí systému, ve kterém je čip technologie LCoS použit, tak prochází méně světla.

Schématicky je tato situace zobrazena na obr. 315, na kterém je zobrazen LCoS panel a dva polarizační filtry, jejichž roviny polarizace jsou na sebe navzájem kolmé. Tyto filtry jsou na tomto obrázku záměrně zakresleny odděleně, protože při praktickém použití této technologie (např. v projektorech LCoS) je polarizace světla řešena technicky odlišným způsobem.



Obr. 315

Je-li čip technologie LCoS použit v LCoS projektorech, dopadá na ochranné sklo čipu již polarizované světlo (v LCoS projektorech je v cestě světla před jeho dopadem na čip umístěn polarizační filtr). Není-li světlo ve vrstvě kapalných krystalů polarizováno, pak do dalších částí systému neprochází (je polarizováno v rovině kolmé k rovině polarizace polarizačního filtru umístěného před čipem LCoS). Nastane-li další polarizace světla ve vrstvě kapalných krystalů, prochází světlo i při své cestě z čipu LCoS ven příslušným polarizačním filtrem beze změny.

Tímto způsobem se tedy vlastně reguluje množství světla, které prochází z čipu technologie

LCoS do dalších částí optických přístrojů.

Světlo, pomocí kterého je na základě informací z PCB vrstvy vytvářen příslušný obraz, tak prochází vrstvou kapalných krystalů dvakrát.

Každý pixel zobrazovaného obrazu je ovládán vlastní elektronikou (tj. vlastním tranzistorem TFT), která natočením kapalných krystalů ovládá jas (přesněji brightness) daného pixelu. Pixely jsou adresovány velmi podobně, jako jsou adresovány paměti počítačů. Horizontální vzdálenosti mezi sousedními pixely téže barvy jsou velmi malé (přibližně 8 μm až 20 μm), a proto v této technologii nevzniká tzv. „duhový efekt"; ten vzniká hlavně u technologie DLP využívající čip technologie DMD.

Přesné provedení čipu a volba materiálů pro jeho výrobu se liší v závislosti na výrobci daného čipu. Každý výrobce používá jiné materiály a jiné technologie, které jsou většinou součástí výrobního tajemství. Např. se liší typ kapalných krystalů - někteří výrobci používají nematické kapalné krystaly, jiní používají ferroelektrické krystaly. Podobně se liší i výroba řídící vrstvy - někteří výrobci používají organické materiály, které mohou být poškozeny velkou intenzitou světla přicházejícího z lampy projektoru využívajících tento typ čipu. Jiní výrobci používají fotocitlivé materiály.

Základní výhodou tohoto systému je fakt, že veškerá elektronika systému, je za odraznou vrstvou, na kterou dopadá světlo. To znamená, že v obraze vytvořeném na projekční stěně nejsou žádné tmavé pruhy nebo jiná rušivá místa. Vzhledem k uspořádání celého čipu je možné zobrazovat obrazy ve vysokém rozlišení (např. HD rozlišení). Světlo prochází vrstvou kapalných krystalů dvakrát, a proto musí být tato vrstva velmi tenká a musí poskytovat maximální kontrast zobrazovaného obrazu. Proto je výrazně snížena doba odezvy celého čipu a je výrazně potlačeno rozmazání obrazu.

Doba odezvy je vlastně doba, kterou potřebuje čip na zpracování jednoho snímku daného obrazu (jednoho snímku videa nebo filmu).

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.