Technologie DMD

DMD (*Digital Micromirror Device*) je speciální typ polovodiče, který tvoří základ technologie DLP používající se při výrobě DLP projektorů. Technologii DMD objevili v roce 1987 ve společnosti *Texas Instruments* Larry Hornbeck a William Nelson.

Základem této technologie byla technologie *Deformable Mirror Device* z roku 1977 využívající mikroskopické mechanické analogové modulátory světla.

Čip technologie DMD má na svém povrchu více než dva miliony mikroskopických zrcadel s velkou odrazivostí umístěných těsně vedle sebe, přičemž tato zrcadla vytvářejí pole ve tvaru obdélníka. Tato zrcadla, jejichž rozměry jsou menší než pětina průměru lidského vlasu, odpovídají jednotlivým pixelům obrazu, který se pomocí této technologie zobrazuje.

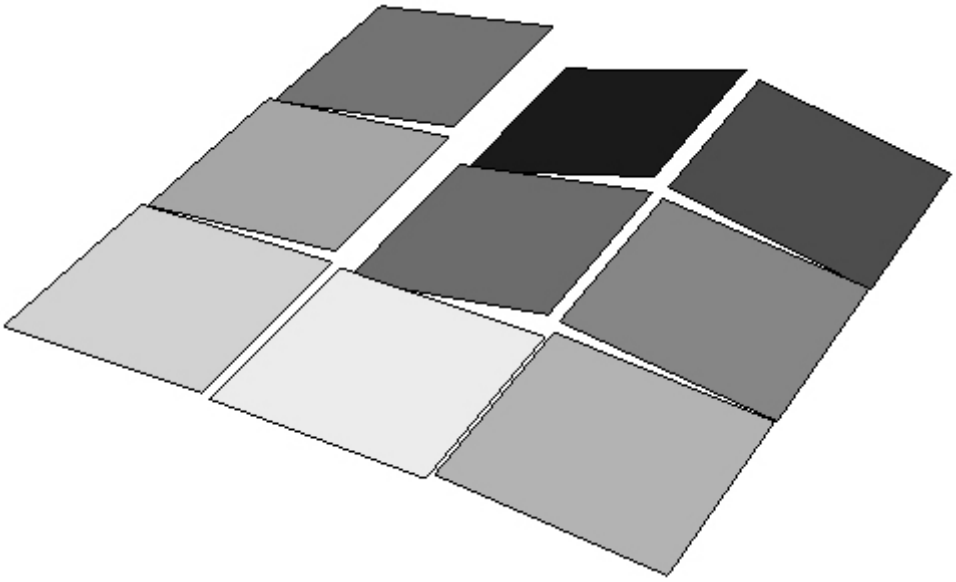
Počet zrcadel je tedy stejný jako počet obrazových bodů (pixelů) daného formátu obrazu, který je promítán projektorem využívajícím tuto technologii na projekční plochu.

Zrcadla jsou řízena elektrickými impulsy a mohou se proto každé nezávisle na ostatních natáčet v intervalu $\pm(10°-12°)$. Tímto otáčením mění zrcadla směr trajektorie světla, které na ně dopadá. Odrazem světla od zrcadel se reguluje světelný tok světla procházející do dalších částí optické soustavy projektoru. Zrcadlo, které je ve stavu *zapnuto*, odráží světlo do další části optického systému přístroje (čočka, objektiv, ...). Pixel, který je daným zrcadlem reprezentován, se v tomto případě na projekční ploše zobrazí plným jasem. Je-li zrcadlo ve stavu *vypnuto*, je světlo odráženo mimo optický systém projektoru a na vytváření obrazu na projekční ploše se nepodílí; pixel, jehož jas je ovládán tímto zrcadlem, se na projekční ploše zobrazí v tomto případě jako černý.

Aby mohla být tímto systémem generována jiná barva světla než bílá nebo černá, musí se zrcadla velmi rychle naklápět. Při zobrazování videa ve formě digitálního signálu vykoná každé ze zrcadel několik tisíc pohybů za sekundu. Poměr dob, kdy je zrcadlo ve stavu *zapnuto* a kdy je ve stavu *vypnuto*, určuje odstín šedivé barvy, která je daným zrcadlem v daném místě projekční plochy vytvářena: od bílé barvy až po černou barvu. Současně používaná technologie DMD může vytvářet více než 1024 odstínů šedi. Na obr. 312 je schématicky zobrazeno devět zrcadel z celého čipu DMD s různým natočením, které jednoznačně určuje odstín šedé barvy odrážené na projekční plochu (touto barvou je na obr. 312 přímo vykresleno dané zrcadlo).

Každý obrazový bod (pixel) na projekční ploše proto může nabývat jednoho z 1024 odstínů šedé barvy. Výsledný obraz na projekční ploše je pak lidským okem vnímán přirozeně, tj. jako obraz, ve kterém se odstíny plynule mění.

Toto přirozené vnímání je dáno velkým počtem zrcátek vytvářejících obraz a rozlišovací schopností lidského oka. To nedokáže prostě některé detaily z určité vzdálenosti rozlišit.

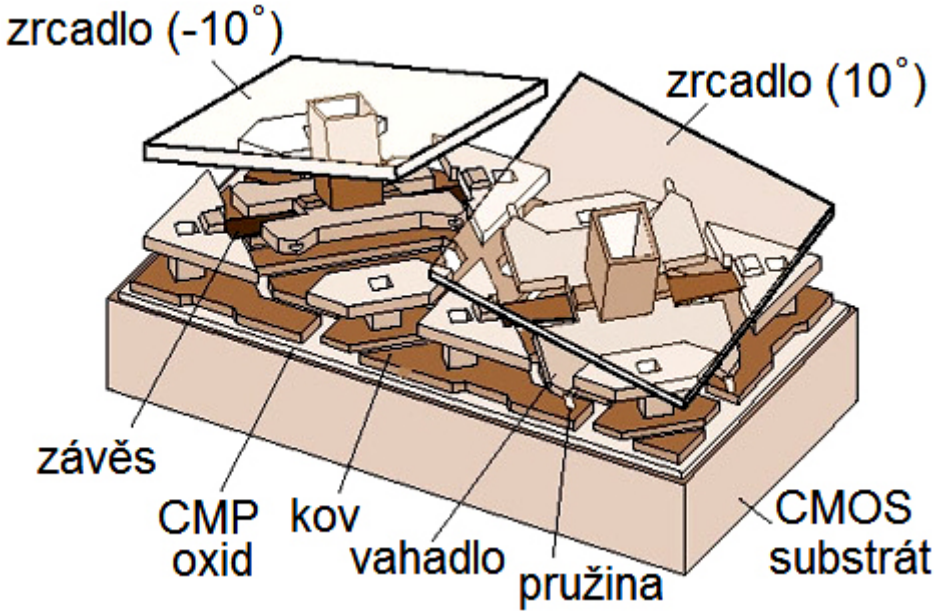


Obr. 312

Celý čip je umístěn na CMOS substrátu (viz obr. 313), jehož povrch je upraven technologií CMP.

CMP (*Chemical Mechanical Polishing* (*Planarization*)) je metoda úpravy povrchu materiálu s využitím kombinace chemických sil a mechanických sil.

Jednotlivá zrcadla jsou vyrobena z hliníku a mají rozměry přibližně 16 µm. Každé z nich je připevněno na vahadlo zavěšené na dvou torzních závěsech. V tomto typu upevnění je závěs pevně uchycen na obou koncích a jeho střední část se otáčí. Vzhledem k malým rozměrům zrcadel a jejich závěsů není závěs nijak výrazně namáhán; testy ukázaly, že více než 10^{12} operací provedených se závěsy nezpůsobilo žádné znatelné poškození. Testy také prokázaly, že závěsy zrcadel nemohou být zničeny běžným nárazem a vibracemi, protože ty jsou absorbovány samotnou strukturou DMD technologie.



Obr. 313

Poloha každého ze zrcadel je kontrolována pomocí dvou párů elektrod vytvářejících elektrostatické pole. Každý z těchto párů elektrod má jednu elektrodu umístěnou na každém konci

závěsu. Jedna dvojice elektrod přitom kontroluje polohu zrcadla na vahadle, druhá dvojice elektrod pak kontroluje správné natočení zrcadla. Většinu doby je na oba páry elektrod přiváděn stejný náboj. Místo natáčení zrcadla zpět do rovnovážné polohy, jak by se mohlo na první pohled zdát, je tedy zrcadlo drženo v jeho současné poloze. Důvodem je skutečnost, že přitažlivá elektrostatická síla působící na jeden z konců zrcadla je vždy větší, než síla působící na druhý konec. To vyplývá přímo z Coulombova zákona: jedna strana zrcadla je k elektrodám blíže, než je druhá strana, a proto na bližší stranu působí i větší elektrostatická síla.

Aby se zrcadlo mohlo začít pohybovat (resp. natáčet), musí přijít příslušný signál z paměťové buňky SRAM, která je umístěná pod každým zrcadlem a která je spojená s elektrodami ovládajícími polohu zrcadel. Jakmile jsou do dané buňky SRAM vloženy příslušné informace o pohybu zrcadla, přivede se napětí na elektrody. V důsledku toho mezi zrcadlem a elektrodami začne působit elektrostatická síla a zrcadlo se začne pohybovat. Když je napětí znovu obnoveno, je zrcadlo dále drženo v původní poloze. Další požadovaný pohyb zrcadla je vyvolán přivedením dalšího napěťového impulsu z buňky SRAM.

Tyto napěťové impulsy ovládající pohyb zrcadel jsou generovány na základě videosignálu, který je do elektroniky systému přiváděn. Obraz, který videosignál přenáší, je pak zobrazován na projekční plochu.

Napětí, které se přivádí na elektrody a kterým se vlastně řídí pohyb zrcadel, nabývá pouze určitých hodnot. Tím se sníží počet různých úrovní napětí, které jsou nutné pro adresaci jednotlivých pixelů. Ty tak mohou být přímo řízeny z paměťové buňky SRAM. Další výhodou je skutečnost, že tímto způsobem je možné měnit napětí pro všechna zrcadla na celém čipu a všechna zrcadla se tedy mohou otočit ve stejný okamžik. Toto přesné časování je velkou výhodou pro další využití technologie DMD při promítání pohyblivého obrazu.

Vzhledem k tomu, že veškerá řídící elektronika je umístěná pod zrcadly, mohou být zrcadla umístěná těsně vedle sebe. Z aktivní zobrazovací plochy tak není ubráno nic; na projekční ploše pak v obraze nevzniká tmavá mřížka, jako vzniká např. u technologie LCD. Vlivem velké odrazivosti zrcadel je kontrast promítaného obrazu i světelný výkon celé soustavy dán v podstatě jen intenzitou světla, které na zrcadla dopadá ze světelného zdroje projektoru pracujícím s technologií DMD.

© 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.