Holografie

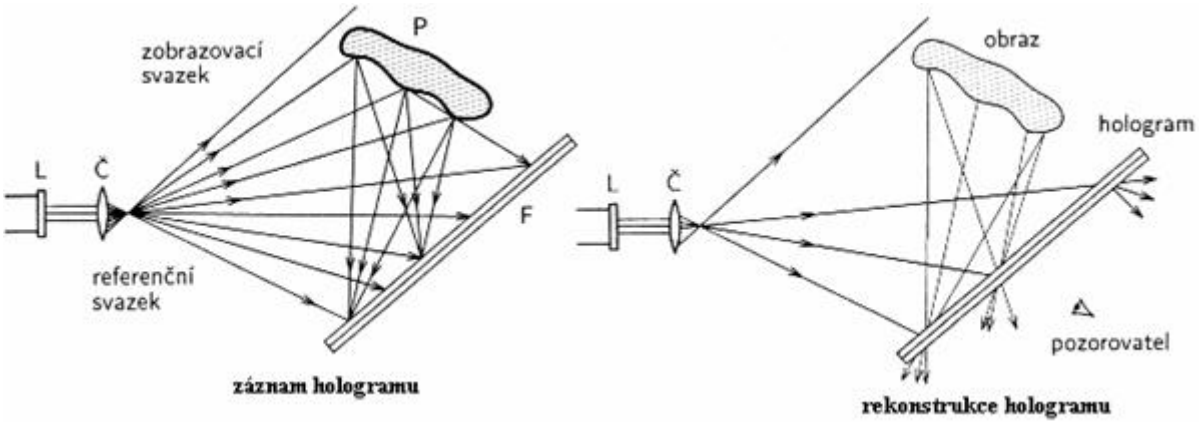
Na interferenci vysoce koherentního světla je založena významná metoda záznamu a trojrozměrného vybavování obrazu, která se nazývá **holografie**. Holografie byla objevena roku 1948 britským učencem Dennisem Gaborem (1900 - 1979, Nobelova cena v roce 1971). Záznam předmětu v citlivé vrstvě fotografického filmu se jmenuje **hologram** a nese informaci nejen o intenzitě (tak jako klasická fotografie, která je přímočarým záznamem světla odraženého a rozptýleného daným objektem), ale také o fázi světla odraženého od zaznamenávaného předmětu.

Hologram tedy zachycuje navíc i způsob, jakým se světlo na povrchu objektu rozptyluje. Na základě toho lze určit prostorové rozložení jednotlivých bodů pozorovaného objektu.

Princip holografie (viz obr. 57) spočívá v tom, že světelné vlny vyzařované laserem *L* se opticky (např. čočkovým objektivem *Č*) rozdělí na dva svazky. Jeden se nechá dopadat na zobrazovaný objekt *P* tak, aby odražené vlny dopadaly na fotografickou desku *F*, a současně na ni dopadá také druhý, tzv. referenční (srovnávací) svazek laserových světelných vln.

Referenční svazek vln může být odražen i od zrcadla. Zrcadlo ovšem není bezpodmínečně nutné, ale může se použít jako „přesměrovač“ chodu světelných vln.

Citlivost materiálů pro zachycení hologramu musí být vysoká: více jak 5000 čar na milimetr délky. Taková jemná struktura ale vyžaduje naprostý klid při záznamu, pohyb zaznamenávaného obrazce vzhledem k citlivé vrstvě nesmí překročit zlomky tisícin milimetru.



Obr. 57

Jeden svazek byl rozptýlen předmětem a druhý dopadá přímo, proto nejsou vlny obou svazků již ve fázi. Jejich rozdílná fáze (resp. fázový rozdíl) se projeví při interferenci. Na fotografické desce vzniká po vyvolání interferenční obrazec, který je tvořen nepravidelně rozmístěnými interferenčními maximy a minimy. Přímý pohled na hologram nejeví žádnou spojitost se zaznamenaným objektem.

Informace o každém bodu zaznamenávaného předmětu je přitom díky interferenci světla „rozptýlena“ v celé ploše hologramu. Proto je možné i z pouhého úlomku holografické desky rekonstruovat celý obraz. Kvalita takto rekonstruovaného obrazu je úměrná ploše úlomku holografické desky.

Fakt, že informace o každém bodu zaznamenávaného předmětu je zachycena v celé ploše hologramu vyplývá z toho, že světlo se šíří z daného bodu (zaznamenávaného předmětu) všemi směry.

Obraz lze získat teprve jeho rekonstrukcí tak, že hologram osvětlíme laserovým světlem pod stejným úhlem, pod nímž dopadal na fotografickou desku referenční svazek světla při zhotovování hologramu. Tím se vytvoří světelné pole, které oko vnímá jako prostorový obraz původního objektu ve směru, v němž se tento předmět nacházel.

Pokud měníme poměr vlnových délek světla, pomocí nichž hologram pořizujeme, vzhledem k vlnovým délkám, jimiž ho rekonstruujeme, dosáhneme zvětšení nebo zmenšení obrazu ve srovnání se zaznamenávaným předmětem.

Pořídíme-li hologram čočky (spojky nebo rozptylky), převezme hologram její vlastnosti. To znamená, že se obraz bude při průchodu hologramem zmenšovat nebo zvětšovat. Toho lze využít k zajímavým efektům, kdy se díváme do holografického obrázku dalekohledu nebo mikroskopu a vidíme zvětšený obraz předmětu umístěného za hologramem.

Existují dva typy hologramů:

1. transmisní - referenční i obrazový svazek paprsků dopadají na stejnou stranu fotografického filmu. Takový hologram lze pozorovat prosvícením filmu laserovým světlem stejné vlnové délky, které bylo použito při záznamu. Laserové světlo se láme na interferenčním obrazci, napodobuje tak rozptylové vlastnosti fotografovaného objektu a promítá jeho trojrozměrný obraz.

Tento systém se používá v různých muzeích, výstavních síních, ..., v nichž jsou návštěvníkům tímto způsobem ukazovány trojrozměrné snímky vzácných předmětů, které z nejrůznějších důvodů nemohou být přímo vystaveny.

2. reflexní (odrazové) - referenční i obrazový paprsek dopadají na opačné strany filmu. Tyto hologramy lze pozorovat v přirozeném světle. Odfiltrují všechno světlo kromě toho, které je vhodné pro pozorování hologramu.

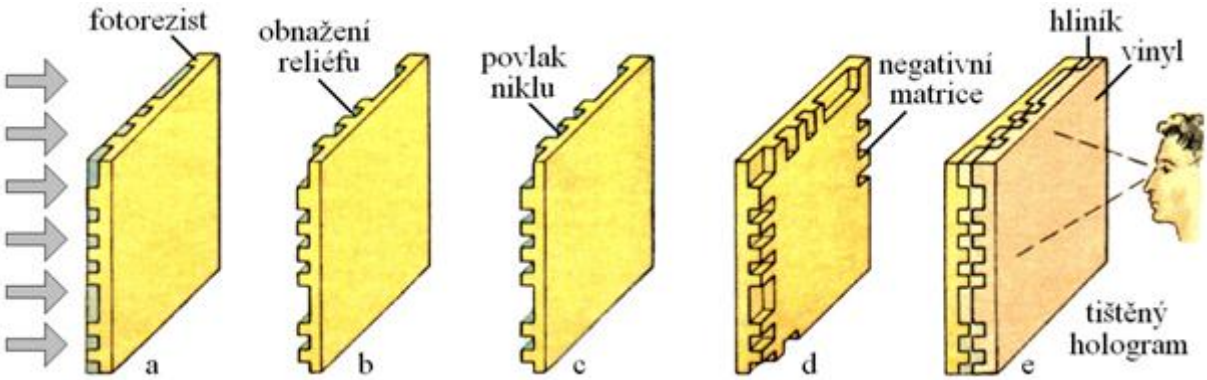
Na tomto principu jsou založeny některé odznaky, ochrana kreditních karet a dokladů, cenných kuponů (např. MHD), ...

Pomocí hologramů lze testovat i namáhání součástek - hologram součástky se položí na druhý hologram téže součástky při zátěži a výsledný obraz pak ukáže čáry pnutí odpovídající mikroskopickým vadám.

Stomatologie je začíná používat místo sádrových odlitků pacientových zubů.

Americký fyzik Stephen Benton (1941 - 2003) se zasloužil o vznik tištěných hologramů. Složky barevného spektra, na které se rozkládá bílé světlo, se lámou na rozhraní optických prostředí vlivem disperze pod různými úhly. Proto se překryje přes sebe několik identických transmisních hologramů vytvořených pomocí světel různých vlnových délek. Pomocí štěrbiny, která vymezuje svazek laserového světla, a laseru s proměnnou vlnovou délkou vznikne sekundární reflexní hologram, který je možné tisknout.

Podle obr. 58 se při operacích spojených s tiskem hologramu hologram překopíruje laserovým světlem na film opatřený tzv. fotorezistní vrstvou (obr. 58a). Ta změkne v místech silnějšího osvětlení a fotorezist se dá z těchto míst odplavit v lázni s hydroxidem sodným (obr. 58b). Tak vystoupí mikroskopické reliéfy síťového rastru. Reliéf má hloubku setiny mikrometru, rozestupy řádově mikrometry. To je dáno rozlišovací schopností emulze, která je desetkrát vyšší než u zpracování fotografií. Další postupně velmi silně připomíná výrobu gramofonových desek nebo CDček.



Obr. 58



Obr. 59

Vystouplý reliéf se elektrolyticky povlékne asi 150 mikrometrů silnou vrstvou niklu (obr. 58c). Po nanesení dalších kovů se vzniklý negativní otisk hologramu stáhne jako slupka (obr. 58d) a upraví jako matrice. Ta při tisku rotuje na tiskovém bubnu a přenáší svůj mikroreliéf do vinylového pásku s vrstvičkou hliníku (obr. 58e). Aby se povrch hologramu nepoškrábal, bývá pokryt průsvitnou ochrannou vrstvou a upraven např. jako samolepka.

Ukázka jednoho takového hologramu, který byl vyfotografován při běžném osvětlení, je na obr. 59.

© 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.