

Beli hologram

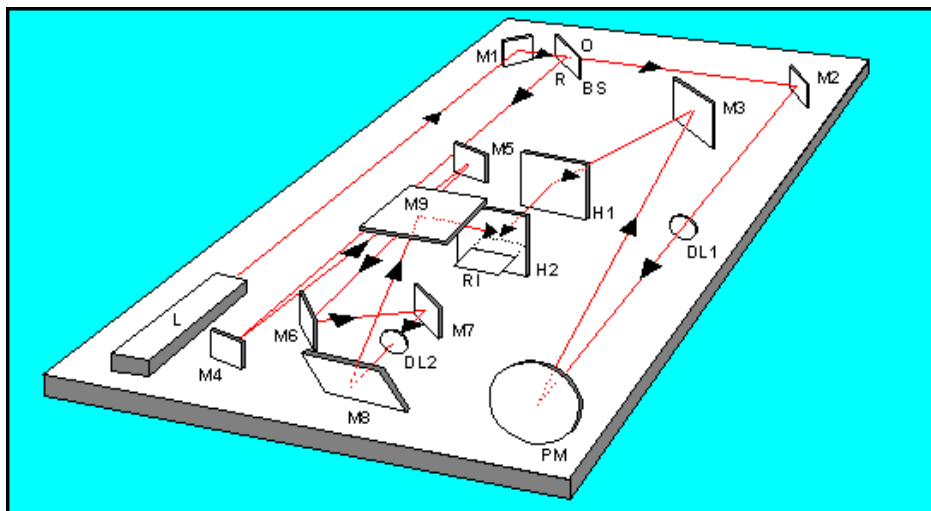
1. Uvod

Hologram je trodimenzionalna laserska fotografija in je pravi trodimenzionalni posnetek originalnega predmeta. Vsebuje globino in paralakso, kar nam omogoča, da vidimo okoli predmeta in predmet v ozadje. Svetlobno valovanje (električna poljska jakost) nosi podatek o globinski porazdelitvi posameznih točk na površini predmeta v obliki faznega kota. Pri fotografiji je ta podatek izgubljen, saj je počrtnitev filma sorazmerna povprečni vrednosti kvadrata električne poljske jakosti, ki je neodvisna od faznega kota. Pri holografskem zapisu ohranimo podatek o fazah tako, da s fotografsko ploščo registriramo interferenčno sliko, ki nastane med svetlobo, ki jo siplje predmet, in svetlobo, ki na poti do fotografske plošče obide predmet. Za snemanje hologramov potrebujemo svetlobo iz koherentnega svetlobnega izvora (laser). Dovolj dober je že 5mW He-Ne laser z valovno dolžino 633nm, močnejši laser seveda skrajša dobo ekspozicije filma, hologrami pa lepše uspejo, če je laserska svetloba še polarizirana.

Poznana sta dva načina izdelave holograma, vidnega z navadno belo svetlobo. Pri enem načinu hologram rekonstruiramo tako, da opazujemo svetlobo, odbito od fotografskega filma (reflektivni hologram), pri drugem pa opazujemo svetlobo, prepuščeno skozi film (transmisivni hologram).

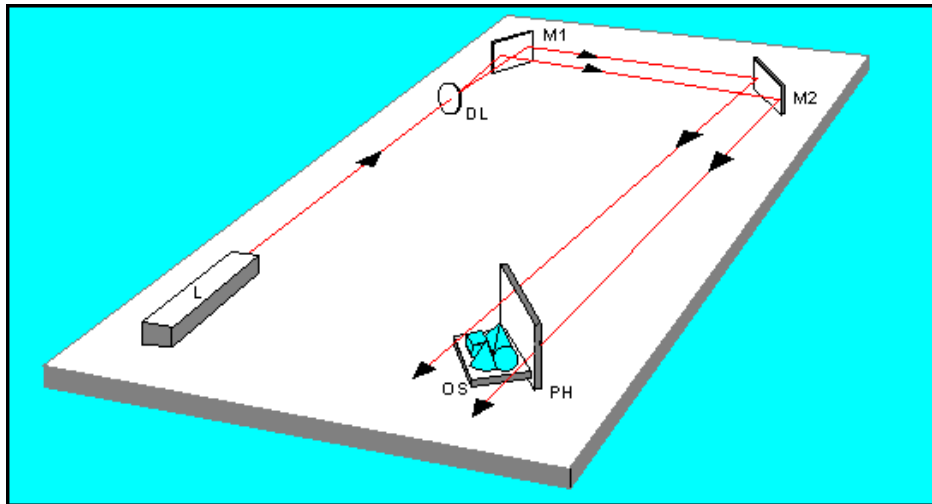
2. Reflektivni beli hologram

Reflektivni hologram se lahko naredi na dva načina. Eden od načinov je, da primarni laserski snop razdelijo na dva žarka. En žarek služi kot referenca, zato tudi ime referenčni žarek, ki ga s pomočjo ogledal in leč tako usmerijo na fotografski film, da vpada nanj pod nekim kotom (navadno 45°) in da je ta enakomerno osvetljen. Drugega pa prav tako s pomočjo ogledal in leč usmerijo do predmeta, zato ime predmetni žarek, svetloba pa se s predmeta odbije na fotografski film z druge strani, kot nanj vpada referenčni žarek. Svetloba, odbita od predmeta, in referenčni žarek na fotografskem filmu, konstruktivno interferirata. Ta interferenčna slika sedaj vsebuje podatke o predmetu, ki jih lahko vidimo kot trodimenzionalno sliko.



*L – laser
M in PM – zrcala
BS – polprepustno
zrcalo, ki razdeli
primarni žarek
DL – leče
H1 – glavni hologram,
ki nadomešča predmet
(pojasnilo glej pri
transmisivnem belem
hologramu)
H2 – fotografski film,
kjer interferirata
predmetni in
referenčni žarek*

Preprostejša metoda potrebuje samo en žarek koherentnega svetlobnega izvora, vendar je film slabše osvetljen kot pri prej omenjeni metodi. Žarek vodijo direktno, lahko pa tudi s pomočjo leč in ogledal, do fotografskega filma. Ta je zamaknjen za nek kot glede na vpadni žarek, optimalno 45°, predmet pa stoji takoj za fotografskim filmom. Tukaj je žarek hkrati referenčni žarek, saj direktno vpada na film, prepuščeni del žarka pa se odbije od predmeta nazaj na fotografski film in služi kot predmetni žarek.

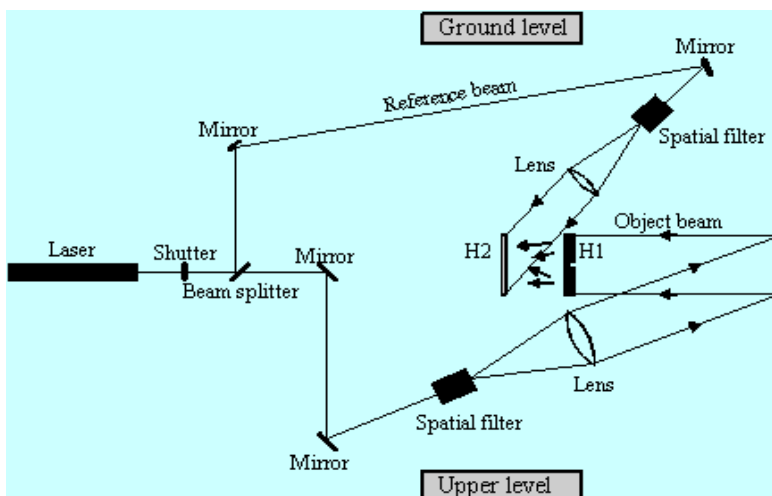


*L – laser
 DL – leča
 M – zrcala
 PH – fotografski film
 OS – predmet*

Kot že prej omenjeno, nastane pri rekonstrukciji takšnega holograma slika na isti strani, s katere osvetljujemo film, svetloba pa mora nanj vpadati pod natanko enakim kotom, pod katerim je pri izdelavi na film vpadal referenčni žarek.

3. Transmisivni beli hologram

Transmisivni beli hologram, imenovani tudi mavrični hologram, je prav tako viden v navadni beli svetlobi, napravi pa se ga v dveh stopnjah. Prva stopnja je zelo podobna postopku ustvarjanja reflektivnega holograma. Laserski žarek se prav tako loči na referenčnega in predmetnega, le da predmetni žarek tokrat vpadna na fotografski film z iste smeri kot referenčni žarek. Na filmu prav tako nastane interferenčni vzorec, le da bi tokrat pri rekonstrukciji holograma sliko radi opazovali na nasprotni strani, s katere osvetljujemo film. Hologram, ki ga napravimo na tak način, je navaden transmisivni hologram (študentje se lahko spomnijo tudi na vajo iz Praktikumuma III) in ga imenujejo tudi glavni hologram. V drugi stopnji posnamejo nov hologram tako, da skozi ozko vodoravno režo osvetlijo glavni hologram, ki nato deluje kot osvetljeni predmet, in ta žarek usmerijo na fotografski film. Na isti fotografski film - podobno kot prej - usmerijo še referenčni žarek, spet pod optimalnim kotom 45°. Vodoravna reža omeji navpični pogled prve slike, tako da ne pride do navpične paralakse v končni sliki belega holograma. Proces z režo odstrani potrebo po koherentnosti navadne bele svetlobe (vemo, da je koherenta dolžina bele svetlobe zelo majhna), s čimer dosežemo, da lahko sliko kar najbolj osvetlimo že z navadno sobno žarnico, hkrati pa ohranimo trodimenzionalno karakteristiko slike, če opazovalec oči premika v vodoravni smeri. Ko opazovalec premika oči v navpični smeri, ne vidi nobene paralakse, barve holograma pa se spreminjajo od modre proti rdeči, zato tudi ime mavrični hologram.



*H1 – glavni hologram zastrt z režo
 H2 – fotografski film, kjer
 interferirata predmetni in referenčni
 žarek*

Sliko takšnega holograma opazujemo na nasprotni strani, s katere smo osvetlili hologram. Nanj mora svetloba vpadati pod enakim kotom, kot je pri izdelavi holograma na film vpadal referenčni žarek.