

Holografie – realizace reflexního hologramu

P. Maraczek, Gymnázium Vídeňská 47, Brno
patrikmaraczek@seznam.cz

J. Bahyl, Gymnázium Varšavská cesta 1, Žilina
jakubilinko@gmail.com

R. Hons, Gymnázium Třebíč, Třebíč
richard.hons@centrum.cz

Abstrakt:

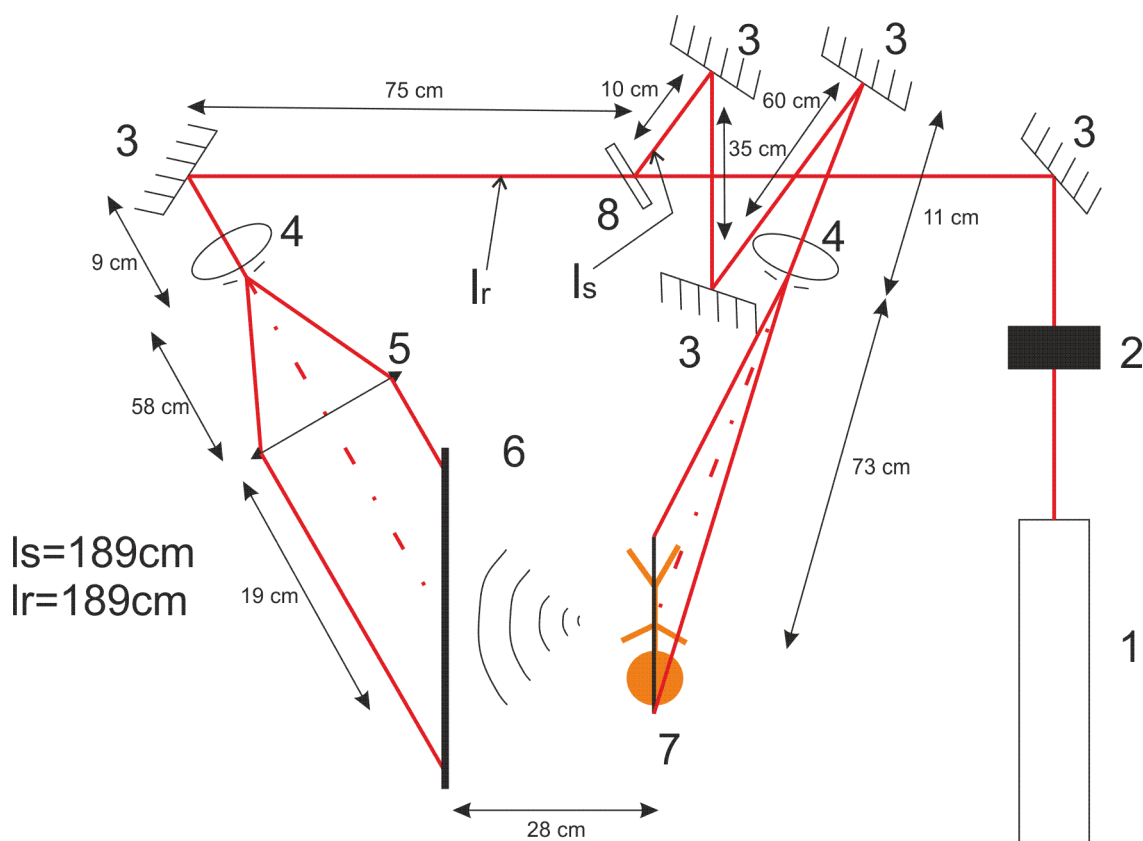
V práci jsme se zabývali realizací reflexního hologramu. Hologram jsme realizovali procesem kopírování z transmisního hologramu. Cílem bylo sestavení optické aparatury, expozice a následné vyvolání hologramu.

1 Úvod

Holografie je metoda záznamu obrazu, která, na rozdíl od např. fotografie, zachovává třídimenzionální charakter předmětu. Záznam hologramu vyžaduje dva koherentní svazky světla, které lze vytvořit pomocí děliče svazku. Jeden dopadá na záznamové médium odrazem od předmětu jako takzvaná signální vlna. Druhý svazek dopadá na záznamové médium přímo jako vlna referenční. Tyto svazky spolu interferují a jejich interferenční obrazec je zachycen na záznamovém médiu. Pokud na vyvolaný hologram dopadá svazek shodný s referenčním, pak se difrakcí světla na zaznamenané struktuře vytvoří obraz předmětu. Existují dva základní typy hologramů, transmisní a reflexní. Při rekonstrukci transmisního hologramu pozorujeme obraz ve světle, které prošlo hologramem. Při rekonstrukci hologramu reflexního pozorujeme obraz ve světle od hologramu odraženém. Transmisní hologram lze rekonstruovat pouze laserem, kdežto reflexní i bílým světlem.

2 Vlastní experiment

Zabývali jsme se kopírováním transmisního hologramu (masteru) na hologram reflexní. Jako zdroj světla jsme použili červený laser (He-Ne s vlnovou délkou 632,8nm). Samotný záznam jsme realizovali na optické soustavě umístěné na odpruženém stole (kvůli otřesům). Popis a rozmístění optických prvků viz Obr. 1.1.



Obr. 1.1 – Schéma kopírování masteru. 1 – laser; 2 – závěrka; 3 – zrcátko; 4 – objektiv s prostorovým filtrem; 5 – spojná čočka; 6 – master (transmisní hologram); 7 – záznamové médium; 8 – dělič.

Záznam byl vytvořen na skleněnou desku pokrytou fotocitlivou halogen-stříbrnou emulzí (AgBr). K výrobě hologramu je třeba, aby rozdíl drah obou svazků od děliče k záznamovému materiálu byl výrazně menší než koherentní délka laseru (v našem případě byl nulový). Po nastavení stejných délek svazků jsme seřídili všechny optické prvky (zrcátka, objektivy, prostorové filtry, čočky). Dále jsme nastavili vzájemnou intenzitu referenčního a signálního svazku pomocí děliče. Dobu expozice t jsme určili z rovnice :

$$t = \frac{E}{I_{\Sigma}}, \quad \text{kde} \quad I_{\Sigma} = I_S + I_R \quad \text{a} \quad I_R = I_R^0 \cdot \cos \alpha.$$

$I_s = 10.5 \mu W/cm^2$ je intenzita signálního svazku, I_r intenzita referenční vlny v rovině záznamového materiálu, $E = 600 \mu J/cm^2$ expoziční energie, $I_r^0 = 34 \mu W/cm^2$ intenzita referenční vlny (měřeno kolmo na svazek), $\alpha = 54^\circ$ úhel dopadu referenčního svazku, I_{Σ} výsledná intenzita v rovině záznamového materiálu.

Celý proces expozice probíhal v zatemněné místnosti při mírném zeleném světle (naš záznamový materiál byl citlivý na červené světlo, takže nemohl být poškozen). Po vložení záznamového materiálu bylo nutné místnost opustit, aby nevznikly nežádoucí vibrace. Po uplynutí přibližně 10 minut jsme se do místnosti opatrně vrátili a spustili závěrku nastavenou na 20 s. Po expozici jsme desku se záznamovým materiálem postupně vyvolali, opět při zeleném světle. Nejprve jsme použili vývojku po dobu dvou minut (nejdůležitější složkou je pyrokatechol). Vývojka redukuje ionty Ag^+ na Ag . Destička zčernala už za cca 30 s. Následovalo opláchnutí pod tekoucí vodou. Dalším krokem bylo čtyřminutové bělení destičky v běličce (kyselina sírová, bromid draselný, dvojchroman draselný). Následovalo opět opláchnutí pod tekoucí vodou. Poslední chemikálií bylo organické smáčedlo (úprava povrchového napětí vody a s tím spojené rovnoměrné schnutí). Vyvolaný hologram se sušil

v sušící skříni. Po vyschnutí hologramů jsme zalaminovali stranu s citlivou emulzí (kvůli mechanické ochraně).

3 Výsledky experimentu

Výsledkem našeho experimentu jsou tři plně funkční hologramy. Vytvořili jsme reflexní hologramy kopírováním z transmisní předlohy a potvrdili jsme možnost rekonstrukce reflexního hologramu bílým světlem (viz Obr. 3.1).



Obr. 3.1 – Rekonstrukce reflexního hologramu

Poděkování

Poděkování patří skupině optické fyziky při Katedře fyzikální elektroniky Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT a především garantům: Ing. Jakubu Svobodovi PhD., Ing. Martinu Possoltovi.

Reference

- [1] SAXBY, G.: *Practical holography* Prentice Hall, 1994
- [2] HARIHAN, P.: *Optical holography* Cambridge univerzity press, 1996
- [3] FIALA, P. - RICHTER, I.: *Fournierovská optika a optické zpracování signálů* Vydavatelství ČVUT, 2004
- [4] http://optics.fjfi.cvut.cz/files/pdf/ZPOP_04.pdf
- [5] http://optics.fjfi.cvut.cz/files/pdf/PPOP_03.pdf