

HOLOGRAFIE – realizace reflexního hologramu

Tomáš Přeučil, tomas.pre@me.com
Miklíková Adéla, miklikova.am@seznam.cz
Dominika Jurdová, d.jurdova@seznam.cz

16-20. června 2012

Abstrakt

Cílem naší práce bylo porozumět teorii hologramů a díky těmto poznatkům realizovat vlastní reflexní hologram procesem kopírování z masteru – transmisního hologramu.

1 Úvod

Holografie je metoda záznamu obrazu, či informací. Od fotografie se zásadně liší větším množstvím uložených informací – je v ní zachován třídídimenzionální charakter díky uchování nejen informace o amplitudě, ale i o fázi světelné vlny.

2 Vznik hologramu

K vytvoření záznamu hologramu je zapotřebí dvou koherentních svazků světla. Nemůže být použito dvou laserů, protože koherence laseru se zachovává pouze na velmi krátkou dobu i u jednoho laseru. Proto je zapotřebí, aby se laserový paprsek rozdělil na dva nové paprsky děličem svazku.

Získané nové paprsky jsou koherentní pouze pokud spolu interagují fotony, které vznikly v rámci koherenčního času laseru, proto musí být dráha obou paprsků stejně dlouhá. Jeden paprsek dopadá na zaznamenávaný předmět, od kterého se později odráží jako signální vlna na naše záznamové médium. Druhý, referenční paprsek přímo směřuje na médium, a zde navzájem koherentní svazky interferují a výsledný interferenční obrazec je zachycen na záznamovém médiu.

Pokud na vyvolaný hologram dopadá svazek shodný s referenčním, tak vidíme díky difrakci světla na zaznamenaném médiu obraz předmětu.

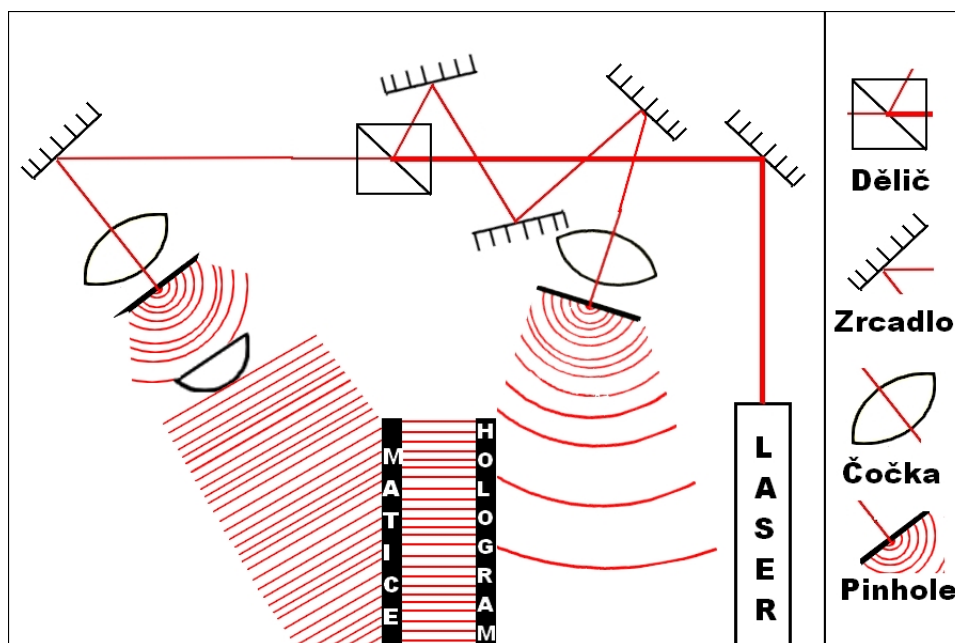
3 Druhy hologramů

Základními dvěma druhy hologramů jsou transmisní a reflexní. U transmisních hologramů dopadá referenční i obrazový paprsek na stejnou stranu záznamového média.

U reflexních hologramů dopadá referenční paprsek z druhé strany, než je objekt a lze u tohoto typu vytvořit i hologram, který není potřeba prosvěcovat laserem, ale stačí bílé světlo. Tyto hologramy se využívají v muzeích, galeriích.

4 Vlastní experiment

Náš hologram jsme vytvářeli jako kopii už hotového transmisního hologramu – masteru. Zdroj fotonů byl červený helium-neonový laser s vlnovou délkou 632,8 nm. Záznam jsme prováděli na odpruženém stole, aby nedocházelo k otřesům s pomocí optické soustavy. Popis a rozmístění viz. Obrázek 1.



Obrázek 1: Schéma kopírování masteru.

Hologram byl zaznamenán na skleněnou destičku pokrytou fotocitlivou halogen-stříbrnou emulzí. Optickou sestavu jsme sestavili dle schématu. Z laseru vychází paprsek, odráží se od zrcátka do děliče.

Zde se paprsek rozdvojí do námi určeného poměru 1:3, kdy referenční paprsek je silnější a pokračuje dále přes zrcátka a prodlužující dráhu až do čočky a pinholu, kde se z paprsku vytváří bodový zdroj světla, které dopadá na exponovanou desku.

Druhý paprsek se od zrcátka odráží rovněž do čočky a pinholu a poté se bodový zdroj světla převádí pomocí další čočky na rovinnou vlnu světla, která prochází námi kopírova-

ným masterem a na exponované desce interferuje s prvním paprskem.

Dobu expozice jsme dostali ze vzorců:

$$t = \frac{E}{I},$$

$$I = I_r + I_s,$$

$$I_r = I_R^0 \cos \alpha.$$

Kdy

$$I_s = 10\mu\text{W}/\text{cm}^2$$

je intenzita signálního svazku,

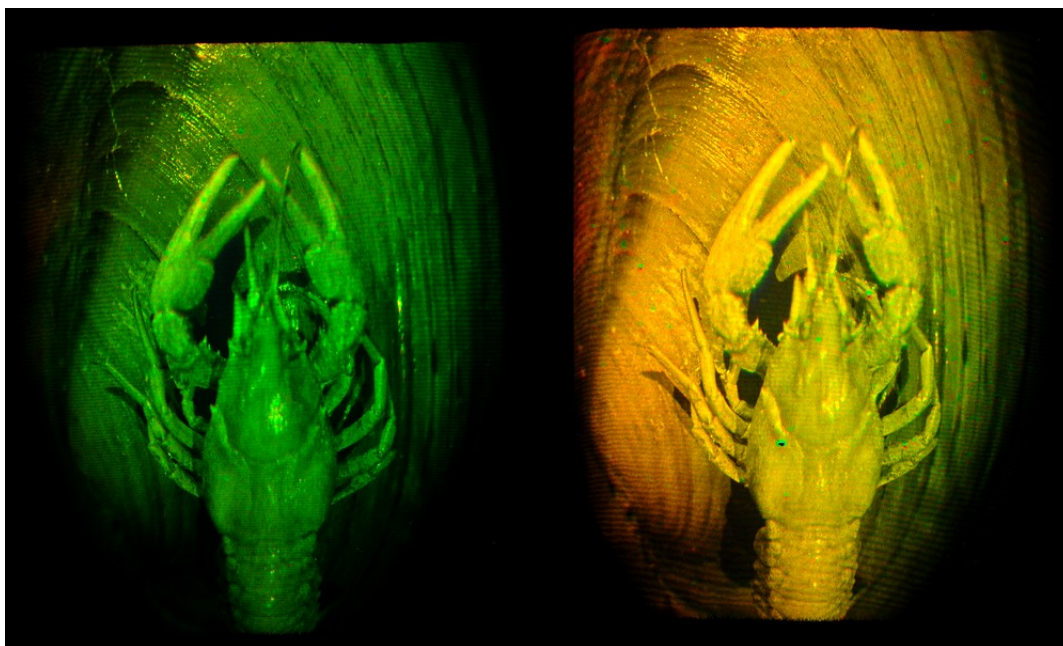
$$I_r = 30\mu\text{W}/\text{cm}^2$$

je intenzita referenční vlny v rovině exponované desky.

$$E = 600\mu\text{J}/\text{cm}^2$$

Je expoziční energie desek. Úhel dopadu referenční vlny jsme zvolili 53° .

Celý proces exponování probíhal v zatemnělé místnosti pouze za přítomnosti slabého zeleného světla. Po vložení desky do soustavy jsme místnost opustili. V této době jsme si připravili vývojku a běličku. Po 10 minutách jsme se vrátili, zapnuli laser s dobou expozice 20s. Následně se deska vložila do vývojky na 2 minuty, opláchla se ve vodě, vybělila se během 5 minut v běličce, opláchla se a nakonec, aby dobře vysychala, tak se ošetřila smáčedlem. To zajišťuje rovnoměrné vysychání celé destičky. Po vyschnutí jsme zalaminovali stranu s emulzí kvůli ochraně před mechanickým zničením.



Obrázek 2: Dva exponované hologramy.

5 Výsledky

První dva hologramy se naexponovaly dobře a lze vidět ostrý hologram humra v bílém světle, a tedy jsme potvrdili možnost rekonstrukce reflexního hologramu z transmisní předlohy. Třetí hologram po dlouhém bělení vypadal dobře, ale nevznikal zde hologram. To se stalo z důvodu rušivých vibrací. Jelikož jsme udělali vše správně, nerozuměli jsme proč se to stalo. Ale nakonec jsme zjistili, že speciální odpružený stůl, na kterém celá aparatura byla postavena, se vyfoukl a nebyl tedy odpružený.

Poděkování

Poděkování patří skupině optické fyziky na fakultě jaderné fyziky a informatiky ČVUT a supervisorovi Ing. Marku Škereňovi, PhD.

Reference

- [1] HARIHARAN, P. Optical holography: principles, techniques, and applications [online]. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 1996, xvi, 406 p. [cit. 2013-06-18]. Cambridge studies in modern optics (Unnumbered). ISBN 05-214-3965-5.
- [2] Aldebaran.cz: Oficiální fórum serveru Aldebaran.cz [online]. [cit. 2013-06-18]. Dostupné z: <http://www.aldebaran.cz/forum/viewtopic.php?t=1690&sid=f8d84a8933a>
- [3] Slibná budoucnost tištěné elektroniky českýma očima. In: Strategie.cz [online]. [cit. 2013-06-18]. Dostupné z: <http://strategie.e15.cz/prilohy/s-print/slibna-budoucnost-tistene-elektroniky-ceskyma-ocima-469480>