

Od difrakce a interference světla k holografii a difraktivní optice

Jiří Daněk *, Petr Bastl **, Michal Vahala ***

* Gymnázium J. Wolkerova Prostějov

** Gymnázium Vídeňská 47 Brno

*** Gymnázium Plasy

* jbuchar@seznam.cz

** petr.bastl@seznam.cz

*** igarion@seznam.cz

Abstrakt:

Vytvoření transmisního a reflexního hologramu, záznam na fotografickou desku, vyvolání a rekonstrukce hologramu.

1 Úvod

Cílem našeho miniprojektu bylo seznámení se se základy fyzikálních jevů difrakce a interference světla, které lze pozorovat například na štěrbině. Zkušenosti s těmito jevy jsme využili během experimentů s hologramy.

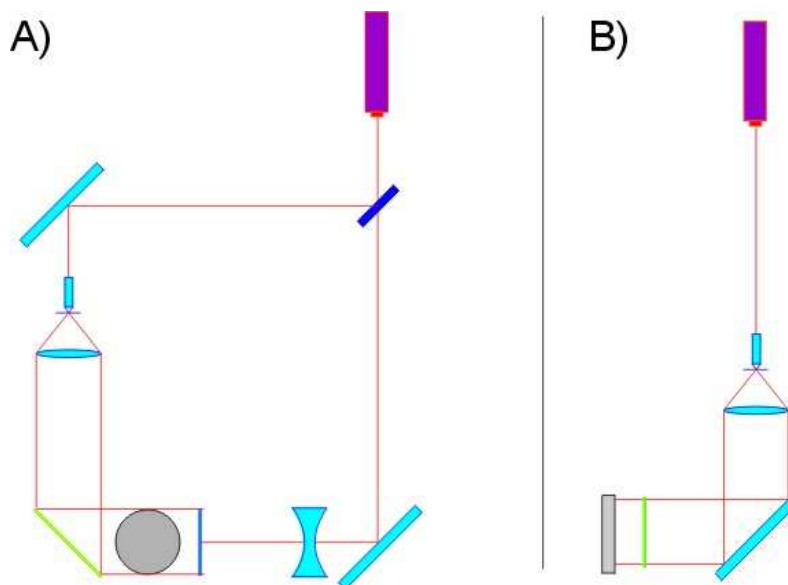
2 Difrakce a interference světla

Naším cílem bylo na vytvořit vlastní hologram, ale nejprve jsme se museli seznámit se základními světelnými jevy, jejichž využití bylo pro náš experiment nepostradatelné. Těmito jevy byla *difrakce* = ohyb a *interference* = skládání světla. Abychom mohli tyto jevy pozorovat musíme splnit některé podmínky. První z nich je že musíme při jejich pozorování použít monochromatické záření, ve kterém mají fotony stejnou vlnovou délku. Jako zdroj tohoto záření jsme použili LASER. Dále musí být rozměry struktury na které k difrakci dochází srovnatelné s vlnovou délkou použitého záření. S oběma jevy jsme se seznámili nejprve teoreticky a poté následně i v praxi.

3 Holografie

Interferenci využijeme při záznamu hologramu na fotocitlivý materiál. Aby k interferenci docházelo musíme mít dvě monochromatické vlny. První z nich se nazývá signální vlna, která nese velice důležitou informaci o objektu jehož hologram tvoříme. Druhou neméně důležitou je vlna referenční, bez které by fotocitlivý materiál nebyl schopen zaznamenat prostorové uspořádání předmětu.

Hologramy dělíme na transmisní a reflexní. Hlavní rozdíl mezi nimi je ve způsobu, jakým jsou zaznamenány. Záznam hologramu můžeme provádět, když obě vlny přichází ze stejné strany záznamové destičky, potom hovoříme o hologramu transmisním, pokud přichází z opačných stran jedná se o hologram reflexní. Jiné způsoby záznamu se projeví i na vlastnostech hologramů respektive na různých způsobech jeho rekonstrukce. Hologram transmisní lze rekonstruovat pouze monochromatickým světlem, zatímco reflexní lze pozorovat v běžném bílém světle.



Obrázek č.1 Schéma použité při výrobě transmisního (A) a reflexního (B) hologramu. Zaznamenávané objekty jsou šedé, záznamový materiál zelený a optické prvky jsou modré.

Pomocí optických prvků (př.: zrcátka, děliče svazků,...) jsme na optickém stole sestavili schéma potřebné pro vytvoření transmisního hologramu.

V závislosti na intenzitě světelných vln v rovině záznamu citlivosti zvoleného záznamového materiálu jsme vypočetli dobu expozice na $t = 5$ s. Po exponování hologramu jsme destičku se záznamem chemicky zpracovali v roztocích vývojky, běličky a smáčedla stejně jako bychom vyvolávali fotografii. Rekonstrukci hologramu jsme prováděli tím způsobem, že jsme destičku upevnili zpět do schématu. Signální vlnu jsme přerušili a nechali destičku ozařovat pouze vlnou referenční. Ta se v tomto momentě stala vlnou rekonstrukční a s pomocí destičky nám zrekonstruovala původní signální vlnu, kterou teď nevyzařoval objekt ale destička. Pro lidské oko to tedy vypadalo, že je objekt stále na svém místě za destičkou, ačkoliv byl již mimo schéma.

Při tvorbě reflexního hologramu jsme sestavili aparaturu jednodušší. Stačil nám pouze jeden svazek záření, který posloužil zároveň jako vlna referenční i jako vlna signální, neboť se odráží od objektu a vrací se k záznamovému materiálu z druhé strany. Výhodou tohoto hologramu je jednoduchost schématu a má i rekonstrukční přednosti oproti hologramu transmisnímu. K jeho přesné rekonstrukci stačí bílé světlo (obsahující různé vlnové délky). Po expozici, kterou jsme stanovili na $t = 3,5$ s, jsme destičku opět vyvolali.

4 Závěr

Při práci na miniprojektu se nám povedlo úspěšně naexponovat hologram transmisní a dva hologramy reflexní. Při tvorbě transmisního hologramu nám jako vzor posloužila malá skleněná vázička, která se objeví posvítíme-li na destičku červeným laserem. Jako vzor pro reflexní hologram nám posloužila skromná sbírka různých mincí, kterou v destičce odhalí i bílé světlo. Při vytváření hologramů jsme se seznámili se základními jevy a principy optiky, základy holografie a jejího praktického využití v současném životě.

Poděkování:

Naším supervizorům: Jakubu Svobodovi, Davidu Najdekovi, Milanu Květoňovi a Ivanu Richterovi.

Katedře fyzikální elektroniky FJFI ČVUT.

Reference:

FIALA PAVEL – RICHTER IVAN *Fyzikální optika* ČVUT 2005
VRBOVÁ M. A KOL. *Lasery a moderní optika* Prometheus 1994