

## 6. További tudományos közlemények

- [5] F. Ujhelyi, M. Lovász, Z. Göröcs, A. Sütő, P. Koppa, G. Erdei, E. Lőrincz „Phase coded polarization holographic system demonstration, Holography 2005, International Conference on Holography, Varna, Bulgaria, 21-25 May 2005, CongressCenter Frederic Joliot-Curie”, Proc. of SPIE 6252 (2006) 209-213 Holography 2005: International Conference on Holography, Optical Recording, and Processing of Information Editor(s): Yury Denisyuk, Ventseslav Sainov, Elena Stoykova
- [6] P. Koppa, F. Ujhelyi, P. Varhegyi, T. Ujhelyi, Z. Göröcs, Zs. Nagy, B. Gombkötő, E. Dietz, S. Frohmann, S. Orlic and E. Lőrincz „New results in the modeling and experimental investigation of holographic storage systems,” COST P8 Meeting, Loutraki, Greece, 26-27 May 2006

# Optikai Adattárolás és Jelfeldolgozás Térben Fázismodulált Fény Felhasználásával

Ph.D. tézisfüzet

Göröcs Zoltán

Témavezető:  
Dr. Maák Pál

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Atomfizika Tanszék  
(2009)

## 5. A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

- [1] Zoltán Göröcs, Gábor Erdei, Tamás Sarkadi, Ferenc Ujhelyi, Judit Reményi, Pál Koppa, and Emőke Lőrincz, „Hybrid multinary modulation using a phase modulating spatial light modulator and a low-pass spatial filter,” *Optics Letters*, Vol. 32, Issue 16, pp. 2336–2338 (2007.)
- [2] Zoltán Göröcs, Gábor Erdei, Tamás Sarkadi, Ferenc Ujhelyi, Judit Reményi, Pál Koppa, and Emőke Lőrincz, „Application of a phase-SLM and low-pass Fourier filtering to generate spatial patterns simultaneously modulated in phase and amplitude,” *CLEO 2007, Conference on Lasers and Electro optics, International Quantum electronics Conference, Munich, Germany*, 17-22 June (2007)
- [3] Zoltán Göröcs, Tamás Sarkadi, Gábor Erdei, Pál Koppa, „Hologram positioning servo for phase encoded data storage systems” submitted to *Applied Optics*, in review process (2010)
- [4] Pal Maák, Zoltán Göröcs, István Frigyes, László Jakab, Péter Richter, „Continuously variable pulse true-time delay system incorporating an AO Bragg cell and an electro-optic modulator,” *Optical Engineering* **43** (5), 1238-1243 May (2004)

adatoldalakkal. A módszer előnye a megszokott mechanikai szervókkal szemben, hogy teljesen elektronikusan képes a pozíciót korigálni egy adott tartományon belül, amely a fáziskódolt holográfia esetében, a hagyományos holográfiához képest megnövekedett pozícionálási pontosságot ellensúlyozza. [3]

3. Megalkottam egy akusztó-optikai modulátort és egy speciálisan erre a célra fejlesztett elektro-optikai modulátort tartalmazó optikai rendszert, amely megvalósítja a késleltető jel spektrumának frekvenciafüggő fázistolását, így ez a jel időbeli eltolódását eredményezi. A rendszer újdonsága, hogy mikroszekundumos elektromos impulzusok teljesen folytonos, analóg módon vezérelt időbeli eltolására alkalmas  $\pm 200\text{ns}$  tartományban. [4]

## 1. A kutatások előzménye

Az utóbbi években az optikai és optoelektronikai alkalmazások életünk részévé váltak. Az optika és az elektronika legszembetűnőbben az információ-technológiai alkalmazásokban jelennek meg együtt. Disszertációm két ilyen témakörben, a holografikus adattárolásban, és a mikrohullámú késleltető rendszerekben elért eredményemet tartalmazza. Mindkét témában már a kutatásaim megkezdése előtt értek el eredményeket a Budapesti Műszaki Egyetem Atomfizika Tanszékén, és ezekből számos publikáció született.

A polarizációs holográfia témakörében a Tanszéken elért eredmények között találjuk a dán Risø laboratórium által kifejlesztett holografikus tároló anyag kísérleti és elméleti vizsgálatából készült publikációkat és disszertációkat, valamint az akkor megépített demonstrátor működését szimuláló programot, illetve a holografikus tárolórendszer kísérleti megvalósítását bemutató doktori disszertációt. Mikor csatlakoztam a kutatáshoz a tanszéken a Bayer Innovation-nel együttműködve egy fáziskódolt holografikus rendszer család is megépítés alatt állt.

Az Atomfizika Tanszéken a szélessávú jelek időbeli késleltetésére szolgáló akusztó-optikai késleltető vonal kutatásában is értek el eredményeket. Az elrendezés eleinte lépcsős tükrökkel majd térbeli fénymodulátorral hozott létre frekvenciafüggő fázistolást, de a teljes spektrum folytonos vezérlésére nem volt mód.

## 2. Célkitűzések

A kutatásom legfontosabb célja a holografikus adattárolás, legfőképpen a polarizációs holográfiát felhasználó, vékony hologramokat kártyára rögzítő rendszerek fejlesztése. Célom volt megválaszolni, hogyan fog majd több olvasó egység egymással kompatibilisen működni, melyhez meg kellett oldanom a hologram és a kiolvasó nyaláb egymáshoz képesti pozíciójának beállítását. A meglévő holografikus rendszer egyik, összeszerelési szempontból kényes, eleme a fázismaszk volt, amelynek kiváltásával jelentősen egyszerűsíteni lehetett az optikai rendszert. Célom volt továbbá a tanszéken futó másik kutatási témában, a valósidejű jelképleltetésben, hogy egy folytonosan változtatható impulzusképleltető optikai rendszerrel az úthosszdiszperzió elméletének előrejelzéseit kísérletileg megvalósítsam.

## 3. Vizsgálati módszerek

Munkámhoz hozzátartozott a meglévő holografikus adattárolást szimuláló algoritmus Matlab környezetbe ültetése, és ennek továbbfejlesztése a fáziskódolt hologrammultiplexelés szimulációjához. A holografikus anyag Kachashvili féle modellel számított viselkedésének szimulációjára külön Matlab algoritmust írtam. Az említett szimulációs algoritmusokkal kapott eredmények kísérleti ellenőrzése is elengedhetetlen volt.

## 4. Új tudományos eredmények

1.  $0 - \pi$  tartományon fázismoduláló térbeli fénymodulátor (SLM) és egy alacsony térfrekvenciás szűrő segítségével egyidejű fázis- és amplitúdómodulációra alkalmas, egyszerűen megvalósítható 4-f optikai elrendezést dolgoztam ki, valamint működését kísérletileg igazoltam. Megmutattam, hogy a tervezett rendszer működésekor, az amplitúdó- és fázismoduláció esetében, a modulációhoz használt térbeli fénymodulátor felbontásának negyede elérhető. Az általam tervezett összeállítás hatékonyan váltja fel az irodalomban eddig legjobbnak tartott fázismaszkot használó elrendezést. [1,2]
2. Fáziskódolt holografikus adattároló rendszerekben a hologramok elmozdulásának meghatározására és ennek korrigálására alkalmas módszert fejlesztettem ki és ennek működését kísérletileg igazoltam. Megterveztem egy a hologram elmozdulását jelző fázismodulációt, amely a működéséhez két hologram egyazon helyre történő rögzítését igényli. Kísérletileg bebizonyítottam, hogy azo-benzol oldalláncos polimerekben fáziskódolt multiplexelés segítségével egyazon területre legalább két hologramot lehetséges rögzíteni. Az adat rögzítéséhez ki-fejlesztettem egy olyan multiplexelt adatoldalpart amelynek adatsűrűsége, a mozgásérzékenység, mint pluszfunkció ellenére, megegyezik az eddig használt