

# 平成26年度「革新的な三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発 課題ア 革新的三次元映像表示のためのデバイス技術」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発予算

- ◆実施機関 日本放送協会(代表研究者)、長岡技術科学大学
- ◆研究開発期間 平成21年度から平成27年度(7年間)
- ◆研究開発予算 総額473百万円(平成26年度 59百万円)

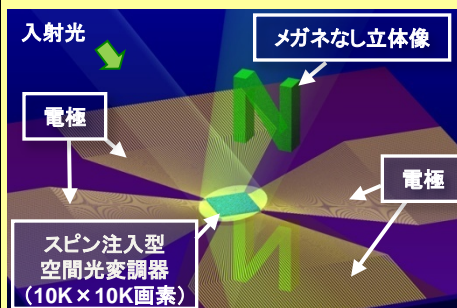
## 2. 研究開発の目標

超高精細な空間光変調器(画素ピッチ:1 $\mu$ m、画素数:10K $\times$ 10K)による動画ホログラフィー表示実験に必要なデバイス設計・プロセス技術、評価技術や映像表示技術を開発し、平成27年度までに単色での広視域立体像表示を実証する。

## 3. 研究開発の成果

### ① 超高精細空間光変調器の作製技術(課題ア-1) ③ 立体映像表示技術(課題ア-3)

動画ホログラフィーの広視域化 画素ピッチ $\leq$ 1 $\mu$ m  $\rightarrow$  視域角 $>$ 30度



超多画素・狭画素ピッチの  
スピ注入型空間光変調器  
(スピンSLM)の開発

広視域立体映像表示技術の  
開発

#### 研究開発成果: 超高精細空間光変調器の作製技術

- 超多画素スピンSLM開発に向けて、アクティブマトリクス(AM: Active-Matrix)駆動方式の新奇デバイスを開発した。第一次モデルとして画素ピッチ5 $\mu$ m のシリコンバックプレーン上にトンネル磁気抵抗(TMR: Tunnel Magnetoresistance)磁性多層膜を用いた光変調素子を2次元アレイに高精度で配置したAM駆動方式スピンSLMを開発し、スピン注入磁化反転による光変調動作に成功した。
- 超高精細スピンSLM開発に向けて、第二次モデルとなる2 $\mu$ m画素ピッチからなるAM駆動回路搭載シリコンバックプレーンを設計・作製した。さらに、最終モデルとなるスピンSLM用AM駆動回路搭載シリコンバックプレーンの仕様設計・レイアウト設計および半導体マスク開発を実施した。

#### 研究開発成果: 立体映像表示技術

- 広視域の立体像を再生するため、CGH(Computer Generated Hologram)計算手法を拡張し、最大回折角の大きな超高密度(画素数:10K $\times$ 10K、画素ピッチ:1 $\mu$ m)パターンデータを設計・作成した。このデータを基に、巨大磁気抵抗(GMR: Giant Magnetoresistance)膜と参照磁性膜をパターンニングした超高密度GMRホログラムを作製し、広視域の立体像再生に成功した。
- 超高密度GMRホログラムの表示光学系を構築し、外部磁場制御の下で磁気光学効果による明瞭なON/OFF動作と視域角37度の大きな運動視差を伴う広視域の立体像再生に成功した。
- 第二次モデルとなるAM駆動方式スピンSLM用の外部駆動回路を設計・作製し、多画素スピンSLMの任意の画素を正確かつ高速に駆動する技術を開発した。

#### 研究開発成果: 超高精細空間光変調器の評価技術

- 光変調素子の各層の誘電率テンソルをパラメータとして入力し、スピンSLMによる再生像をシミュレーション表示することができる技術を開発した。これにより、デバイスを実際に作製することなく、その表示性能を事前に評価することが可能となった。
- V溝を用いた新奇アパーチャ構造を提案し、FDTDシミュレーションにより、ナノ領域の磁気光学測定に必要なナノサイズの円偏光光源が生成できることを明らかにした。
- 15度/ $\mu$ mを超える大きなファラデー回転角を有する新奇磁性ガーネット薄膜の開発に成功し、その磁気異方性の制御にも成功した。

### ② 超高精細空間光変調素子の評価技術(課題ア-2)

サブミクロンサイズの微小画素とその配列構造の磁気  
光学特性の計測技術およびシミュレーション技術



計算で得られたスピンSLM  
による再生像

磁性体周期配列構造の磁気  
光学特性の理論構築

ナノ領域の偏光計測技術

# ①超高精細空間光変調器の作製技術, ③立体映像表示技術の主な成果

## ①超高精細空間光変調器の作製技術 ③立体映像表示技術

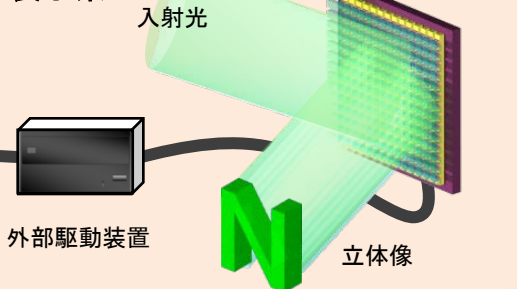
超高精細空間光変調器(スピンSLM)の作製技術を開発  
広視域ホログラフィ立体像表示技術の開発

### 入力系



- 計算機合成ホログラム (CGH)
- インテグラル (IP) 立体ホログラフィー変換

### 表示系

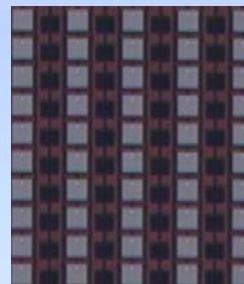


- A. アクティブマトリクス (AM) 駆動方式スピンSLMの開発
- B. 立体像入力信号および立体像表示技術の開発
- C. AM駆動方式スピンSLMの外部駆動装置の開発

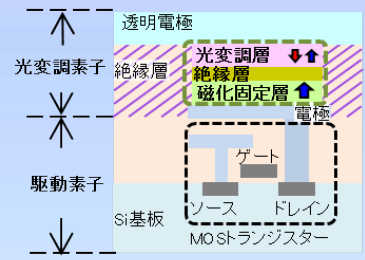
## アクティブマトリクス駆動方式スピンSLMの開発

超多画素・超高密度のスピンSLMを実現するために、アクティブマトリクス (AM: Active-Matrix) 駆動方式の2次元スピンSLMを開発した。

- MOSTランジスタからなる駆動素子の上に、トンネル磁気抵抗 (TMR: Tunnel Magnetic Resistance) 磁性膜の光変調素子を形成する微細加工技術を開発し、二次元アレイのスピンSLMを作製した。任意の画素に対し、スピン注入磁化反転による光変調動作に成功した。



スピンSLMの光学顕微鏡像



スピンSLMの基本断面構造 (1画素部分)

【MMM 2014年11月】ほか

## AM駆動方式スピンSLMの外部駆動装置の開発

多画素のスピンSLMを駆動するための外部駆動装置を設計・開発した。

- 第二次モデルのAM駆動方式スピンSLMを動作させるため、クロック信号を基準に入力データを並列処理して出力する駆動回路装置を設計・作製し、多画素スピンSLMを正確かつ高速に駆動する技術を開発した。

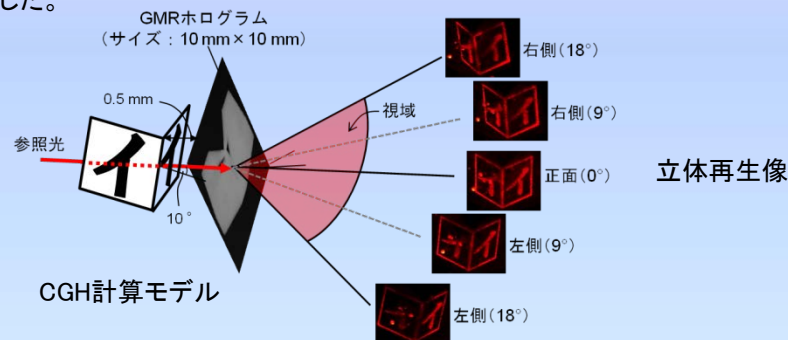


スピンSLM用外部駆動装置の基本構成と外観

## 立体像入力信号・立体像表示技術の開発

立体映像入力信号用のCGH (Computer Generated Hologram) データ生成技術を構築し、磁気光学効果による広視域の立体像表示を実証した。

- フレネルキルヒホッフ回折積分のフレネル領域における近似式を用いたCGH計算手法を拡張し、超高密度 (画素数: 10K × 10K、画素ピッチ: 1μm) パターンデータを生成した。本データからGMR (Giant Magnetic Resistance) ホログラムを作製し、理論値通りの大きな運動視差 (37度) を伴う広視域立体像の再生に成功した。

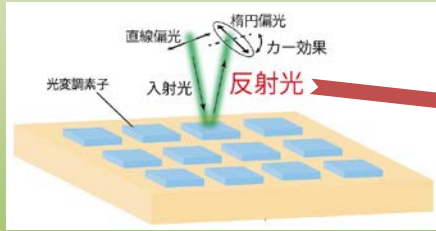


【日本光学会HODIC研究会 2015年3月】

## ②超高精細空間変調器の評価技術の主な成果

### ②超高精細空間変調器の評価技術

磁気光学効果を利用した超高精細空間光変調器の評価技術を開発



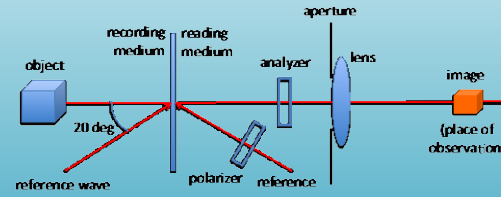
$$R = \begin{bmatrix} r_{ss}^0 + P - L & r_{sp}^0 + P + L \\ r_{ps}^0 + P - L & r_{pp}^0 + P + L \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

not affected by MO (for  $r_{ss}^0$ )  
longitudinal effect (for  $r_{ps}^0$ )  
transverse effect (for  $r_{sp}^0$ )  
polar effect (for  $r_{pp}^0$ )

- A. スピンSLMによるホログラフィのシミュレーション
- B. 新奇磁気光学材料の開発
- C. ナノ領域の偏光特性評価技術

### スピンSLMの偏光特性および回折効率の理論構築

- スピンSLMでは、多層構造を有する光変調素子の磁気光学効果によって光が変調される。そのため、再生像のシミュレーション表示を行うには、光変調素子の多層構造まで考慮した計算が必要となる。本研究では、光変調素子の各層の誘電率テンソルを用いたシミュレーション技術を開発し、スピンSLMを実際に作製することなく、その表示性能を事前に評価することが可能となった。



シミュレーションに用いた光学系

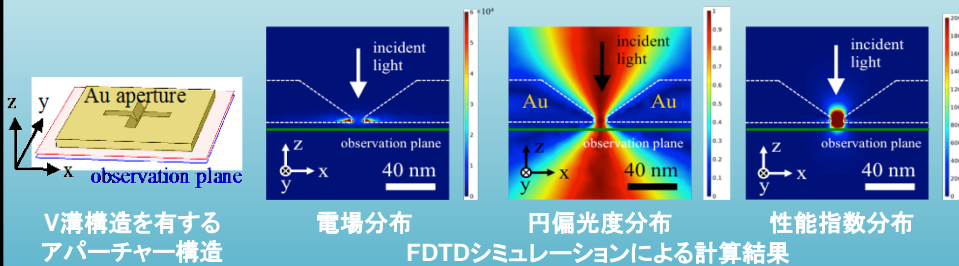


計算で得られたスピンSLMによる再生像

【応用物理学会 2015年3月】他

### ナノ領域の偏光特性評価技術の開発

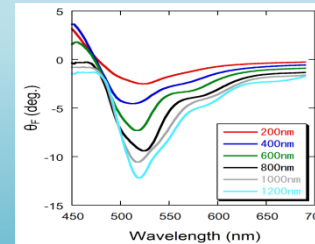
- 超高精細空間光変調器を構成する素子の磁気光学特性を評価するためには、光の回折限界を超えたナノ領域の評価装置を開発することが必要となる。特に、ナノ領域での磁気光学効果を測定するためのナノサイズ光源を開発することが重要である。本研究では、V溝構造を有する新奇のアーチャー構造を提案し、10 nmの大きさの増強された円偏光が生成可能であることを FDTDシミュレーションにより明らかにした。



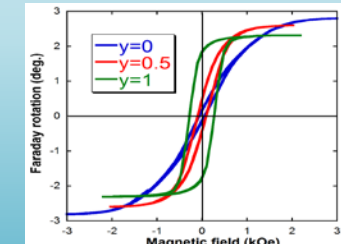
【応物理学会 2015年3月】他

### 新奇磁気光学材料の開発

- 磁性材料を用いたホログラムの回折効率の向上には、大きな磁気光学効果を有する材料開発に加えて、磁気異方性の制御が重要である。本研究では、開発した15度/μmを超える大きなファラデー回転角を有する新奇磁性ガーネット薄膜の開発に成功し、その磁気異方性の制御に成功した。



ファラデー回転スペクトル



ファラデーヒステリシス曲線

【MMM2014年11月】他

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース 報道	展示会	標準化提案
革新的三次元映像表示 のためのデバイス技術 に関する研究開発	33 ( 2 )	0 ( 0 )	19 ( 4 )	147 ( 32 )	7 ( 4 )	8 ( 1 )	0 ( 0 )

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1) 受賞

映像情報メディア学会 第43回鈴木記念奨励賞 (2010年8月)      日本光学会 第3回HODIC鈴木・岡田記念賞 技術部門賞 (2013年5月)  
 映像情報メディア学会 第46回鈴木記念奨励賞 (2013年8月)      国際会議MORIS2013 Best Poster Awards (2013年12月)  
 IEEE IAS The First Prize Paper, Technical Committee Prize Paper Award (2014年10月)

(2) 展示会等での発表

平成21年8月26日      NICT超臨場感コミュニケーションシンポジウム (東京・富士ソフト アキバプラザ)  
 ・「革新的三次元映像表示のためのデバイス技術」, ・「磁性体を用いた3次元映像表示用素子の評価技術の開発」

平成22年5月27日      NHK技研公開2010 (東京・世田谷、NHK放送技術研究所)  
 ～30日      ・ポスター展示:「スピン注入型光変調素子」, ・研究発表:「超高精細空間光変調素子」

平成23年5月26日      NHK技研公開2011(東京・世田谷、NHK放送技術研究所)  
 ～29日      ・ポスター展示:「スピン注入型超高精細空間光変調器」

平成24年5月24日      NHK技研公開2011(東京・世田谷、NHK放送技術研究所)  
 ～27日      ・研究展示:「超高精細空間光変調器」

平成24年7月4日      NICT産学連携フォーラム (東京・ベルサール九段) [研究発表、パネル・静態・動態展示、映像上映]  
 ・革新的三次元映像表示のためのデバイス技術「スピン注入磁化反転を利用した超高精細空間光変調器の研究開発」

平成25年5月30日      NHK技研公開2013(東京・世田谷、NHK放送技術研究所)  
 ～6月2日      ・ポスター展示「トンネル効果を用いたスピン注入型空間光変調器」

平成26年5月29日      NHK技研公開2014(東京・世田谷、NHK放送技術研究所)  
 ～6月1日      ・研究展示:「立体像表示のためのスピン注入型空間光変調器」

展示概要: 革新的三次元映像表示のためのデバイス技術に関する研究開発成果を放送技術の専門家および一般の方々に広く紹介した。

5. 今後の研究開発計画

超多画素・超高密度の空間光変調器(画素数:10K×10K、画素ピッチ:1µm)の設計・加工技術、デバイス評価技術、超多画素駆動回路の設計・作製技術、超高精細な空間光変調器の入力信号技術の各種要素技術の研究開発を推進し、平成27年度にスピンSLMによる動画ホログラフィー表示の総合実証実験を行う。