

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23246060

研究課題名(和文) ナノ構造磁性フォトニック結晶を用いたコリニア体積磁気ホログラムメモリに関する研究

研究課題名(英文) Study on collinear magnetic volume hologram memory using magnetic nanostructure photonic crystals

研究代表者

リム パンボイ(Lim, Pang Boey)

豊橋技術科学大学・国際教育センター・准教授

研究者番号：40502597

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,600,000円、(間接経費) 10,380,000円

研究成果の概要(和文)：リライタビリティを有する高効率磁気ホログラム媒体の形成を目的として、計算機シミュレーションと実験により研究を行った。二光束干渉方式を用いて記録媒体構造と書き込み条件について検討した結果、パルス幅の短いピコ秒レーザーを用いることで、従来のナノ秒レーザーより明瞭なフリンジが形成でき、またより深いフリンジを得るため、熱拡散層を導入した多層膜構造とすることで、高い回折効率を得られることがわかった。一方、磁性フォトニック結晶と組み合わせたハイブリッドメディアについて検討した結果、磁性膜内で光が定在波となるため効果的に深い干渉縞が形成でき、単層膜に比べ2倍以上明るい再生像が得られることがわかった。

研究成果の概要(英文)：To achieve a high-efficiency magnetic hologram medium with rewritability, the following study was performed by experiments and computer simulation. The recording condition and the structure of medium were investigated using a two-beam interference method. The use of laser with the short pulse width of 50 picosecond was effective to obtain a deep and clear fringe compared to that of the 25 nanosecond laser. In addition, the use of a multilayered film structure including the thermal diffusion layers was found to be effective to form the fringe deeper than usual single film and showed high diffraction efficiency. On the other hand, the hybrid media combining with magnetic photonic crystal, the deep and clear interference fringes could be formed to achieve large diffraction efficiency because the light became a standing wave in the magnetic film. As a result, the reconstructed image became brighter more than twice compared to that of the usual single layer film in collinear holography.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学、電子・電気材料工学

キーワード：磁気ホログラム ホログラムメモリ コリニア方式 短パルスレーザー ガーネットメディア 磁性フォトニック結晶 ノイズ低減

1. 研究開始当初の背景

我々のグループは、2000年に開始したJSTのCREST事業(代表者:井上光輝)で、実用が困難であったホログラムメモリを、見かけ上1本の光ビームでホログラムが記録再生できるコリニア方式ホログラムメモリの開発に着手し、2005年に連続回転する光ディスクにDVDライクにホログラム情報記録ができることを世界で初めて示した。実際、このコリニア方式ホログラムメモリは、Ecma Internationalの国際標準化組織で世界初のホログラムメモリ国際標準として承認された。上述の成果を踏まえて2005年に開始した文部科学省キーテクノロジー事業では、光位相を用いた多値体積記録ホログラムメモリの開発を行い、記録密度と転送レートが最大で16倍に達することを原理実証した。しかし、その記録材料であるフォトポリマは、リライタビリティがないことや、遮光が必要であること、長期安定性の不安など、実用化に際して解決すべき多くの課題がある。そこで、リライタビリティをもつ安定な記録材料として、希土類鉄ガーネットなどの透光性酸化物強磁性体に着目し、ホログラム記録再生特性を調べてきた。約3 μm 厚の希土類鉄ガーネット膜に、2光束干渉法で単純な縦縞様ホログラムの体積記録を試みた結果、フォトポリマの記録時とほぼ同じ60 mJ/cm^2 のエネルギー密度で熱磁気書き込みした磁気ホログラムから、回折効率0.14%の高い効率で信号光が再生できることを見出し、世界で初めて体積的に磁気ホログラフィの記録再生ができることを示した。しかしながら実用性に優れたコリニア方式で磁気ホログラムの形成・再生を試みたところ明瞭な再生光が得られなかった。これは、コリニア方式では1つの対物レンズで信号光と参照光とを集光して位相干渉させるために、空間的に複雑な体積ホログラムが形成されるが、磁気ホログラムでは磁気ドメインの空間分解能の不足や、熱磁気書き込み時の熱拡散による干渉縞のボケが原因と考えられた。

2. 研究の目的

本研究は、透光性強磁性膜に体積的な磁気ホログラムを形成することで、リライタビリティを有するコリニアホログラムメモリを世界に先駆け実現しようとするものである。このために、光磁気エンハンス体積記録メディアや、ピコ秒レーザを光源とするコリニア磁気ホログラムシステムなど、新規の光メモリ基盤技術を確立し、最終的にはこれらを組み合わせたプロトタイプシステムの実現を目的とするものである。

3. 研究の方法

我々は既に、磁氣的結合が弱い微細な結晶粒から成る磁性ガーネット膜を用いて、コリニア体積ホログラムの複雑な干渉縞を、磁性ナノドットの集合で実現できる可能性を示した。そこで、この透光性磁性媒体のノイズ低減・再生コントラスト向上などの最適化を行

うと共に、磁性フォトニック結晶との組み合わせで磁気光学効果を増大させた光磁気エンハンスホログラム記録メディアを実現する。また上記の新規な記録メディアを用いて、ピコ秒レーザを光源とするコリニア磁気ホログラムシステムの構築を行う。

4. 研究成果

コリニア方式を用いた磁気ホログラムの記録品質の改善と3次元方向のシフト多重記録による高記録密度化を目的とし、記録メディアと記録条件に関して、マルチフィジクス有限要素解析ツールのコムソルを用いた数値シミュレーションと多結晶磁性ガーネットを用いた記録・再生実験により検討した。(1)メディア解像度とノイズ低減の検討:ホログラムを記録するガーネットメディアは粒径40 nm 程度の多結晶膜であり、個々の結晶粒が磁化反転することで情報を記録していると考えられる。多結晶膜の作製条件を変え、粒径が異なるメディアを作製してホログラム記録を行い、回折効率の評価を行った結果、0.1%以上の回折効率を得るには干渉縞1 line 中に結晶粒子が10~20個必要であることがわかった。これよりコリニア方式磁気ホログラム記録品質を改善するには、ガーネット粒径を25 nm 以下にするのが有効であることがわかった。また結晶粒径と散乱ノイズの関係について定量的に評価し、粒径が約50 nm 以下にすることで散乱ノイズを $10^{-4}\text{Srad}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$ 以下にできることがわかり、結晶粒径の微細化が、記録品質の改善とノイズ低減の両方に有効であることを見いだした。

(2)記録画像サイズの検討:コリニア方式の磁気ホログラムでは、信号光と参照光の相対的間隔によって干渉縞の電界分布が変化し、高電界部で干渉縞を記録する。シミュレーションおよび実験により、信号光直径を小さくすることで高電界部の強度分布が一様となり、干渉縞の高周波成分まで正確に記録できるようになることを明らかにした。

(3)書き込み条件による熱拡散の影響:熱磁気記録方式を用いる磁気ホログラムでは、メディアの温度上昇で記録するが、それに伴う熱拡散により正確な干渉縞の記録が妨げられる可能性がある。そこでシミュレーションにより記録レーザのパルス時間(加熱時間)の影響を調べた結果、熱拡散を抑えるためには 10^{-9} 秒オーダー以下のパルス時間が望ましいことが分かった。そこで50ピコ秒のパルスレーザを導入し、3 μm 厚のBi, Dyなどを置換したイットリウム鉄ガーネット膜(Bi:YIG)に記録・再生し回折効率を評価した。その結果、従来記録に用いていたパルス時間25ナノ秒より50ピコ秒で記録した方が高い回折効率を示した。これは数値シミュレーションの結果とも定量的によく一致し、短パルスレーザの有効性を確認した(図1)。しかしながらシミュレーションの結果、高い回折率が得られる深い磁気フリッジを形成するために書き込みエネルギーを大きくしても、

表面付近の過剰な温度上昇によりFRINGE同士がつながってしまうため、有効な磁気FRINGEが形成できているのは深さ $2\mu\text{m}$ 程度以下であり、単純に膜厚を厚くしても回折効率の向上は困難であることが示唆され、実験でも同様の結果が得られた。

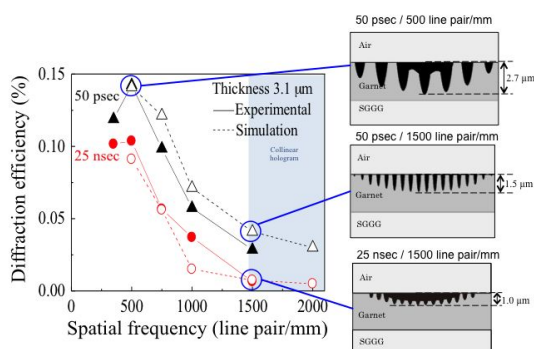


図1 回折効率の空間周波数および書き込みレーザパルス幅依存性と計算により得られた磁気FRINGE形状。

そこで過剰の熱の影響を緩和し、明瞭な磁気FRINGEを形成する方法として、光吸収の小さなアルミナ薄膜をガーネット膜内に挿入した多層膜構造について検討した結果、ガーネット単層膜に比べて、深く明瞭な磁気FRINGEを形成することができ、単層膜に比べて2倍以上大きな回折効率が期待できることがシミュレーションで示された(図2)。実際に2層のアルミナ層を導入した多層膜構造を作製し、回折効率を2光束干渉法で評価した結果、シミュレーションと同様に単層膜の約2倍の回折効率を得られ、熱拡散の影響を低減する多層膜構造が、明瞭なFRINGEを形成し回折効率の向上に有効であることがわかった。

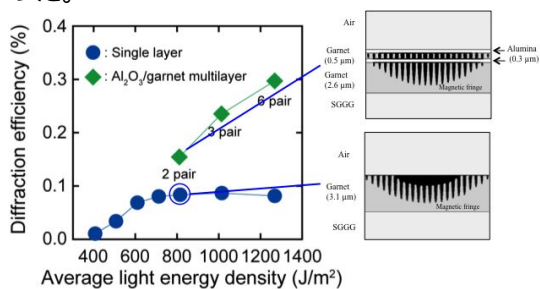


図2 計算により得られた単層膜とアルミナ多層膜構造メディアの回折効率と計算により得られた磁気FRINGE形状。

(4)記録密度の向上: 面内2方向のシフト多重記録を行い、重なって記録した部分から再生像を確認することができた。さらに膜厚方向への多重記録が可能であることを実験で示した。これにより3次元方向での多重記録によるさらなる高記録密度化が期待できる。
(5)光磁気エンハンスド記録メディア: 磁性フォトリソニック結晶(MPC)の記録メディアへの適用性について検討した。誘電体ミラー1ペアおよび2ペアで磁性膜を挟んだ構造について、数値シミュレーションで回折効率を評価

した結果、2ペアの誘電体ミラーを有するMPCにおいて、同じ膜厚の単層膜の2倍の回折効率を得られることがわかった。そこで実際に2ペアのMPCを作製し、コリニア方式で像を書き込んだ結果、単層膜に比べて約2.5倍明るい明瞭な再生像(図3)が得られ、MPCの有効性が示された。今後は、MPCと先に示したアルミナ多層膜構造を組み合わせることで、更に回折効率の大きなリライタブル磁気媒体の実現が期待できる。

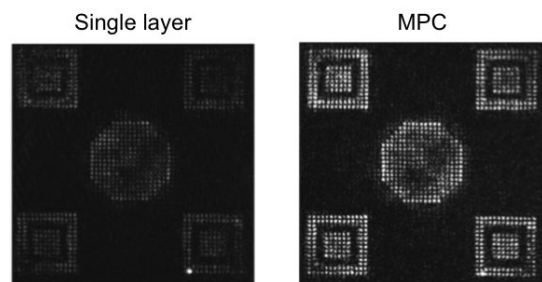


図3 単層膜(左)とMPC(右)にコリニア方式で書き込んだ再生像の比較。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

(1) 鈴木裕太, 後藤太一, 江藤優, 高木宏幸, P.B. Lim, A.V. Baryshev, 井上光輝, “レーザ熱処理を用いた誘電体ミラー上の磁性ガーネット薄膜の選択的結晶化” J. Magn. Soc. Jpn., 査読有り, Vol.85, 2012, pp.183-187, <http://dx.doi.org/10.3379/msjmag.1204R006>.

(2) 後藤太一, 橋本良介, 磯谷亮介, 鈴木裕太, 荒木隆平, 高木宏幸, 井上光輝, “磁気光学材料と電気光学材料とを挟んだマイクロキャビティ膜の形成” J. Magn. Soc. Jpn., 査読有り, Vol.85, 2012, pp.197-201, <http://dx.doi.org/10.3379/msjmag.1204R010>.

(3) R. Isogai, N. Sagara, T. Goto, Y. Nakamura, P.B. Lim, M. Inoue, “Diffraction efficiency of volumetric magnetic holograms with magnetophotonic crystals” J. Magn. Soc. Jpn., 査読有り, Vol.38, 2014, pp.119-122.

〔学会発表〕(計47件)

(1) H. Kato, H. Sakurai, P.B. Lim, M. Inoue, “Magneto-optical volumetric collinear holography with magnetic garnet films for rewritable hologram memories” MORIS2011, De Veeniging (Netherlands).

(2) P.B. Lim, H. Kato, H. Sakurai, S. Baek, A. Baryshev, H. Takagi, Y. Nakamura, M. Inoue, “Magneto-optic collinear holography with nano-clustered ferromagnetic garnet films for rewritable hologram memories” Collaborative Conference on 3D & Materials Research (3DMR 2011), 済州島 (大韓民国).

(3) 【招待講演】M. Inoue, P.B. Lim, H. Sakurai, H. Horimai, “Magneto-optic collinear volumetric holography with ferromagnetic gar-

- net films” Moscow International Symposium on Magnetism (MISM2011) モスクワ大学 (Russia).
- (4) S. Baek, H. Sakurai, P.B. Lim, M. Inoue, “Magneto-optical volumetric collinear holography with magnetic garnet films for rewritable hologram memories” Micro & Nano Electronic Circuit Devices, Materials & Mechanics, University Sains Malaysia (Malaysia).
- (5) P.B. Lim, M. Inoue, “Japan original super optical memory - new development strategy of Japan (Write-once optical memory)” Micro & Nano Electronic Circuit Devices, Materials & Mechanics, University Sains Malaysia (Malaysia).
- (6) S. Baek, H. Sakurai, N. Sagara, P.B. Lim, H. Takagi, A.V. Baryshev, Y. Nakamura, M. Inoue, “Resolution of magnetic garnet films with different grain sizes for rewritable hologram memories” International Workshop on Holography and Related Technologies 2011 (IWH2011).
- (7) S. Baek, P.B. Lim, H. Sakurai, H. Takagi, A.V. Baryshev, M. Inoue, “Magneto-optical collinear volumetric holography with ferromagnetic garnet films” The Asia-Pacific Interdisciplinary Research Conference 2011 (AP-IRC 2011).
- (8) 相良 尚人, Baek Seungmin, 正木幸宏, 高木宏幸, Alexander Baryshev, 中村雄一, Lim Pang Boey, 井上光輝, “磁性ガーネットを用いた磁気ホログラムの再生像改善に関する研究” 電気学会マグネティクス研究会, 信州大学 (長野市).
- (9) S. Baek, H. Sakurai, P.B. Lim, M. Inoue, “Thermal diffusion in magneto-optical collinear volumetric hologram memory” The 19th International Conference on Magnetism with Strongly Correlated Electron Systems 2012, 釜山国際展示場 (Busan, Korea).
- (10) S. Baek, H. Sakurai, N. Sagara, P.B. Lim, M. Inoue, “Resolution of magnetic garnet films for magneto-optical collinear volumetric hologram memory” The 19th International Conference on Magnetism with Strongly Correlated Electron Systems 2012, 釜山国際展示場 (Busan, Korea).
- (11) 高木宏幸, 江藤 優, 中村和樹, 井上光輝, “光アドレス駆動型磁気光学空間光変調器を用いた広視野角電子ホログラフィックディスプレイ” 電気学会 マグネティクス研究会, サン・リフレ函館 (函館市).
- (12) R. Hashimoto, T. Goto, R. Isogai, H. Takagi, A. Baryshev, Y. Nakamura, M. Inoue, “Microcavity with iron-garnet/PLZT defect layer for multiferroic optical modulation” 第73回応用物理学学会学術講演会, 愛媛大学 (松山市).
- (13) H. Takagi, M. Hamaguchi, R. Hashimoto, A. Baryshev, M. Inoue, “Fundamental study on the liquid magneto-optical device with magnetophotonic crystal structure” JEMS 2012, Niccolo Paganini Auditorium & Conbress Centre (パルマ, イタリア)
- (14) 【招待講演】高木宏幸, 上野智視, 金澤直輝, 中村雄一, 井上光輝, “マグネティック結晶を用いた磁界センサ” 日本セラミックス協会 第25回秋季シンポジウム, 名古屋大学 (名古屋市).
- (15) 米澤建, 高木宏幸, 江藤優, 中村和樹, 井上光輝, “ナノ磁気ピクセル空間光変調器を用いた3次元電子ホログラフィディスプレイ” 電気学会 基礎・材料・共通部門大会, 秋田大学 (秋田市).
- (16) 相良尚人, 正木幸宏, 林攀梅, 高木宏幸, 中村雄一, 井上光輝, “体積磁気ホログラムの熱磁気書き込みシミュレーション” 平成24年度 電気関係学会 東海支部連合大会, 豊橋技術科学大学 (豊橋市).
- (17) 正木幸宏, 相良尚人, 林攀梅, 高木宏幸, 中村雄一, 井上光輝, “磁性ガーネット膜を用いた体積磁気ホログラムの光回折効率” 平成24年度 電気関係学会 東海支部連合大会, 豊橋技術科学大学 (豊橋市).
- (18) 江藤優, 中村和樹, 高木宏幸, 井上光輝, “タイリング光アドレス方式を用いた磁気光学3次元ホログラムディスプレイの基礎特性” 平成24年度 電気関係学会 東海支部連合大会, 豊橋技術科学大学 (豊橋市).
- (19) 中村和樹, 江藤優, 高木宏幸, 林攀梅, 高木康博, 井上光輝, “CMOSを用いたホログラム像の実写と磁気光学3次元ディスプレイへの応用” 平成24年度 電気関係学会 東海支部連合大会, 豊橋技術科学大学 (豊橋市).
- (20) 中村和樹, 江藤優, 高木宏幸, 林攀梅, 高木康博, 井上光輝, “光アドレス方式を用いた磁気光学3次元ディスプレイの基礎特性” 電子情報通信学会 電子部品・材料研究会, 機械振興会館 (東京).
- (21) 相良尚人, 正木幸宏, 林攀梅, 高木宏幸, 中村雄一, 井上光輝, “磁性ガーネット膜を用いた体積磁気ホログラムの回折効率の改善” 電子情報通信学会 電子部品・材料研究会, 機械振興会館 (東京).
- (22) Y. Eto, K. Nakamura, K. Matsugami, H. Takagi, M. Inoue, “Three-dimensional holographic display using amorphous TbFe film” The Joint International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage (ISOM'12), 日本科学未来館 (東京).
- (23) N. Sagara, P.B. Lim, H. Takagi, Y. Nakamura, M. Inoue, “Improvement of reconstructed image of magnetic hologram with magnetic garnet films” The Joint International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage (ISOM'12), 日本科学未来館 (東

- 京).
- (24) 相良尚人, 井上光輝, “磁性酸化物薄膜を用いた磁気ホログラム” 第17回ポリウムホログラフィックメモリ技術研究会, 東京大学生産技術研究所 (東京).
- (25) Y. Eto, K. Nakamura, H. Takagi, P. Lim, M. Inoue, “Three-dimensional display with magnetic hologram composed of a large number of nano-scale magnetic pixels in magnetic thin film with perpendicular magnetization.” 12th Joint MMM/Intermag, The Hyatt Regency Chicago (Chicago, Illinois, USA).
- (26) 正木幸宏, 相良尚人, 林攀梅, 高木宏幸, 中村雄一, 井上光輝, “磁性酸化物薄膜に形成した体積ホログラムの光回折効率向上に関する研究” IEEE Magnetics Society名古屋支部若手研究会, 2013年2月, 名古屋大学 (名古屋市).
- (27) M. Inoue, P.B. Lim, H. Takagi, Y. Nakamura, “Magneto-optic collinear holography with nano-clustered ferromagnetic garnet films for rewritable hologram memories” ICF 11 Conference, 2013年4月, 沖縄コンベンションセンター (宜野湾市).
- (28) M. Inoue, T. Takagi, Y. Nakamura, A. Baryshev, P.B. Lim, “Magneto-optic volumetric hologram memory and magneto-optic 3D display with artificial functional magnetic materials” 第242回応用セラミックス研究所講演会, 2013年4月, 東京工業大学 すすかけ台キャンパス (横浜).
- (29) P.B. Lim, Y. Nakamura, H. Takagi, N. Sagara and R. Isogai, “Magneto-optic volumetric holography with magnetic garnet sputtered films” the 2013 Summer Topicals meeting, 2013年7月, Hilton Waikoloa Village, (Waikoloa Hawaii, USA).
- (30) 【招待講演】M. Inoue, H. Takagi, T. Goto, A. Baryshev, P.B. Lim, “Magnetophotonics and Their Applications in Hologram Memory and 3D Display” the 2013 Summer Topicals meeting, 2013年7月, Hilton Waikoloa Village, (Waikoloa Hawaii, USA).
- (31) 相良尚人, 林攀梅, 高木宏幸, 中村雄一, 井上光輝, “計算機シミュレーションによる体積磁気ホログラム用磁性膜構造の検討” 電気学会 マグネティックス研究会, 2013年8月, 大同大学 (名古屋市).
- (32) 相良尚人, 林攀梅, 高木宏幸, 中村雄一, 井上光輝, “計算による体積磁気ホログラムの回折効率向上に関する研究” 第37回日本磁気学会学術講演会, 2013年9月, 北海道大学 (札幌市).
- (33) M. Inoue, “Flow control of optical and spin waves with garnet-based magnetophotonic/magnonic crystals and their applications towards “magnonics””, EASTMAG 2013, 2013年9月, Far Eastern Federal University (ウラジオストック, ロシア).
- (34) 相良尚人, 磯谷亮介, 高木宏幸, 中村雄一, 林攀梅, 井上光輝, “熱伝導層導入による体積磁気ホログラムの回折効率の改善” 電子情報通信学会 電子部品・材料研究会, 2013年10月, 機械振興会館 (東京).
- (35) 磯谷亮介, 相良尚人, 小林完, 高木宏幸, 中村雄一, 林攀梅, 井上光輝, “積層構造を導入した磁性ガーネット媒体を用いた体積磁気ホログラムの回折効率向上” 電子情報通信学会 電子部品・材料研究会, 2013年10月, 機械振興会館 (東京).
- (36) R. Isogai, N. Sagara, K. Kobayashi, T. Goto, H. Takagi, Y. Nakamura, P.B. Lim, M. Inoue, “Double Layered Magnetic Garnet Media for Volumetric Holograms” The Irigo Conference 2013, 2013年10月, 伊良湖シーパーク&スパ (田原市).
- (37) 磯谷亮介, 相良尚人, 後藤太一, 中村雄一, 林攀梅, 井上光輝, “磁性ガーネット複合膜を用いた体積磁気ホログラムの回折効率向上に関する研究” 日本電子材料技術協会第50回秋期講演大会, 2013年11月, 日本セラミックス協会ビル (東京).
- (38) N. Sagara, P.B. Lim, T. Goto, H. Takagi, Y. Nakamura, M. Inoue, “Improvement of diffraction efficiency with magnetic garnet films”
- (39) K. Kobayashi, N. Sagara, R. Isogai, H. Takagi, P.B. Lim, Y. Nakamura, M. Inoue, “Fabrication of nano-structured magnetic recording media for magnet-optic volumetric hologram memories” ISTS2013, 2013年11月, THEi Hal, IVE (香港, 中華人民共和国).
- (40) R. Isogai, N. Sagara, T. Goto, Y. Nakamura, P.B. Lim, M. Inoue, “Improvement of diffraction efficiency of volumetric magnetic holograms with magnetophotonic crystals” MORIS2013, 2013年12月, 大宮ソニックシティ (さいたま市).
- (41) N. Sagara, R. Isogai, T. Goto, P.B. Lim, H. Takagi, Y. Nakamura, M. Inoue, “Improvement of diffraction efficiency with multilayered structure for hologram memory” MORIS2013, 2013年12月, 大宮ソニックシティ (さいたま市).
- (42) 【招待講演】M. Inoue, H. Takagi, P.B. Lim, T. Goto, “3D applications with magneto-optic holography” 日本磁気学会 第194回研究会, 2014年1月, 中央大学 駿河台記念館 (東京).
- (43) 磯谷亮介, 相良尚人, 後藤太一, 高木宏幸, 中村雄一, Lim Pang Boey, 井上光輝, “磁性フォトリック結晶を用いた体積磁気ホログラム媒体の基礎検討” IEEE Magnetics Society名古屋支部若手研究会, 2014年2月, 名古屋大学 (名古屋市).
- (44) M. Inoue, H. Takagi, Y. Nakamura, P.B.

Lim, T. Goto, “Novel Magnetophotonic and Magnonic Devices and Their Applications” 9th International conference on optics-photonics design & fabrication, 2014年2月, Itabashi Culture Center (Tokyo).

(45) 磯谷亮介, 鈴木章太, 相良尚人, 中村和樹, 後藤太一, 高木宏幸, 中村雄一, Lim Pang Boey, 井上光輝, “磁性フォトニック結晶を用いた体積磁気ホログラム” 電気学会 マグネティックス研究会, 2014年3月, 名古屋大学 (名古屋市).

(46) 小林完, Carine Soo Wei Ping, 相良尚人, 磯谷亮介, 後藤太一, 高木宏幸, 中村雄一, Pang Boey Lim, 井上光輝, “磁性ガーネット/アルミナ多層膜の体積磁気ホログラムの記録再生特性” 電気学会 マグネティックス研究会, 2014年3月, 名古屋大学(名古屋市).

(47) R. Isogai, S. Suzuki, K. Nakamura, N. Sagara, T. Goto, H. Takagi, Y. Nakamura, P. B. Lim, M. Inoue, “Magneto-optic volumetric collinear holography, with magnetophotonic crystals” IEEE International Magnetism conference 2014, 2014年5月, Dresden (Germany).

〔その他〕

ホームページ等

研究テーマ紹介 Web ページ

<http://www.spin.ee.tut.ac.jp/research-magholo.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

リム パンボイ (LIM Pang Boey)

豊橋技術科学大学・国際教育センター・准教授

研究者番号：40502597

(2) 研究分担者

井上 光輝 (INOUE Mitsuteru)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：90159997

高木 宏幸 (TAKAGI Hiroyuki)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・講師

研究者番号：40390463

バリシェフ アレクサンダー (Baryshev Alexander)

豊橋技術科学大学・エレクトロニクス先端融合研究所・テニユアトラック准教授

研究者番号：70402667