

MORIS2009 ショート速報

田中拓男（理化学研究所）

会議名：Magnetics and Optics Research International Symposium for New Storage Technology

開催期間：2009年6月15日－18日

開催場所：Awaji Yumebutai International Conference Center (Hyogo, 日本)

*****要約*****

この国際シンポジウムは、光磁気記録に関する学術的・工学的研究成果を議論する場として設立された。その後、ハードディスクなどの磁気記録技術もその範疇に取り入れて会議を開催している。今回の会議でも様々な磁気・光学技術に関する議論が行われたが、主に次世代高密度磁気記録技術に関連する発表が多く見受けられた。特に、熱アシスト磁気記録、マイクロ波アシスト磁気記録など、光（主に近接場やプラズモン）やマイクロ波技術を併用した新しい磁気記録技術に関する講演と、記録メディア表面にナノスケールの構造を形成して記録密度の向上を狙うパターンドメディア技術に関する発表が多かった。

1. はじめに

MORIS2009 は、淡路島の淡路夢舞台国際会議場にて6月15日から18日まで4日間にわたって開催された。今回の会議では、33件の口頭発表と44件のポスター発表が行われた。次世代高密度記録を実現するための磁気記録技術を中心に、記録材料やデバイスなどについて幅広い議論が行われた。近年のナノ構造加工技術の進展を背景に研究が進められているパターンドメディアやメタマテリアルなどの技術についても発表があった。以下、いくつかのトピックスをピックアップして報告する。

2. 高速磁化反転現象

これまでの磁気記録技術では、記録材料に外部から磁場を印加することで材料の磁区を反転させて情報を記録するという手法が一般的であった。この常識を打ち破り、フェムト秒パルスレーザーを照射するだけで、外部からの印加磁場なしに磁気記録メディアの磁化反転を行う手法が最近提案されている。これは、"all optical recording"とも呼ばれている技術である。この手法について、オランダ Radboud 大の Rasing から原理の紹介と最新の実験結果が報告された。報告では、パルス幅 40 フェムト秒の円偏光単一パルスの照射によって、GdFeCo 膜の磁化方向を反転できる様子が紹介された。

東大の佐藤からは、NiO 薄膜における光誘起磁化反転現象を Pump-Probe 法を用いてフェムト秒スケールで測定した結果が報告された。

また、Strasbourg 大の Bigot は、磁気ナノ構造のフェムト秒オーダーの動的な磁化変化と静的な空間差分イメージングが可能なカー光磁気顕微鏡を提案した。講演では、フェムト秒レーザー照射によって生じる CoPt 膜の消磁現象を可視化した結果が示された。フェムト秒パルスレーザーを用いた磁化反転技術は、これまでの磁気記録方式に比べて格段の高速記録を実現できる技術としてその進展が期待される。

3. 新磁気材料

新しい磁気材料として、阪大の白石は多層グラフェンシート(Multi-layer graphene: MLG)におけるスピン注入の実験結果ならびに MLG に注入されたスピンの方向が 2.7V までバイアス電圧を増やしても低下しないという現象を発表した。後者の現象の原因については、MLG とコバルト電極間に理想的な接合状態が形成されたことが原因であろうとの見解が報告された。

日立マクセルの太田は、Ovalene のようにグラフェンに似た構造をもつ分子にさらに炭素を付与して非対称な構造を持つ分子を設計し、これらが強磁性特性を示すことを、半経験的分子起動計算法ならびに局所スピン密度近似法を用いて解析して発表した。

慶應大の中島は、バナジウム (V) やスカンジウム (Sc) などをベンゼンもしくはシクロロオクタテトラエン分子で挟んで多層に積層した 1 次元クラスター分子が強磁性特性を示すという報告を行った。

三重大学の久田は、基板に対して垂直方向に成長させたカーボンナノチューブ(CNT)アレイを磁気抵抗デバイス材料に利用するという提案を行った。Fe 電極を CNT 成長のための触媒としても利用してこの表面にマイクロ波 CVD 法で CNT を成長させ、さらにこれを NiFe 電極で挟んだデバイスを作成して磁気抵抗効果を測定している。

豊橋技科大の水谷は、金ナノ粒子の局在モード表面プラズモン共鳴を利用した光磁気効果の増強実験結果について報告した。金ナノ粒子を水晶基板上に分散させた後、この上に Bi:YIG フィルムをスパッタしたフィルムを作製した。そしてこの磁性膜が金ナノ粒子の局在モード表面プラズモン共鳴波長である 610nm において、通常の約 15 倍のファラデー回転角を示すという結果を報告した。

4. HAMR (熱アシスト磁気記録, Heat Assisted Magnetic Recording) など

書き換え可能なメモリには、データが勝手に変わってしまうかもしれないという潜在的な欠点がある。磁気記録では、記録密度を向上させるためにビットを小さくしてゆくと、磁気エネルギーよりも熱ゆらぎのほうが大きくなり、データを保持できなくなる。これが磁気記録方式の高密度化の限界を決めることになる。この限界を克服するには、熱的により安定した材料、つまり磁化反転エネルギーの大きな材料を使わざるを得ないが、そのような材料では、現在の磁気ヘッドではエネルギー不足のために磁化反転を誘起できずデータを書き込むことができない。そこで、記録材料を局所的に加熱することで磁化反転エネルギーを一時的に低減させて材料にデータを書き込む手法が熱アシスト磁気記録方式(Heat Assisted Magnetic Recording: HAMR)である。HAMR では、局所的な加熱に、近接場技術を利用してサブミクロンに集光した光スポットを使用する方式が主流となりつつある。

SeagateTechnology 社の Gage は、近接場発生器と光導波構造、固体浸ミラーなどを磁気ヘッドに集積化した HAMR 用ヘッドを試作し提案した。

シャープの宮西は、波長 650nm の赤色半導体レーザーも含めてモノリシックに集積化した近接場型 HAMR ヘッドを提案した。

Yonsei 大の Kim は、回折格子構造を導入した HAMR ヘッドと、磁気記録層の表面に銀薄膜を形成した表面プラズモンアシスト HAMR 記録メディアを提案した。

磁化反転エネルギーをアシストする際に、熱ではなくマイクロ波によって行う手法が、マイクロ波アシスト磁気記録方式(Microwave Assisted Magnetic Recording: MAMR)である。Carnegie Mellon大のZhuは、円偏光マイクロ照射MAMRにおける解析を行い、同手法を利用すれば 12dB以上のSN比で 3.5Tbits/in²の記

録密度が実現可能であることを報告した。

また、日立の五十嵐は、MAMR 記録において印加するマイクロ波の偏波が実際には楕円偏波になることを考慮してこの影響を解析し、マイクロ波の楕円偏光特性を考慮した MAMR ヘッドの設計が重要であると指摘している。

5. パターンドメディア

次世代の大容量磁気記録デバイスを実現するための記録メディア側からのアプローチとして、パターンドメディア(patterned media)が注目を集めている。これはあらかじめ記録材料表面にナノサイズの磁性粒子構造を作成しておき、1つの磁性粒子に1ビットを記録することで記録密度を向上させる手法であり、やはり現在の磁気記録技術が直面している「熱揺らぎ」が原因の記録密度の限界を克服する手法として注目されている。

日本大の伊藤のグループは、直径 18nm のシリカ粒子をシリコン基板表面に自己組織的に配列させ、この構造を下地として、その上にほぼ同じ粒径の TbFeCo もしくは FePt ナノ構造を成長させることに成功している。ポイントは、シリカ粒子と磁性粒子との間に塗布した SiN 層である。これにより TbFeCo 膜においては、垂直方向の保持力の向上と円筒形粒子の安定的形成を、また FePt 膜では低分散で粒径の小さい粒子構造を作製することに成功している。

6. フォトニックデバイス

豊橋技科大の高木は、光磁気空間光変調デバイス(MOSLM)について解説を行うと共に、フォトニック結晶構造で構成される微小共振器構造を導入して光閉じ込め効果を利用することで、ファラデー回転角を約 10 倍程度増強した SLM デバイスが実現できることを示した。

東工大の水本は、マッハツェンダー型干渉計を組み込んだ導波路アイソレーターを発表した。酸素プラズマを用いたダイレクトボンディング法で Ce:YIG 結晶を直接シリコン導波路表面に接着して非相反位相シフターを構成し、これを用いた干渉型アイソレーターを作製している。実験では、波長 1.559 μm 帯において、21dB の消光比を実現し、世界初となるシリコン導波路用の干渉型アイソレーターを示した。

7. おわりに

情報記録技術の大容量化に対する要求は年々加速している。磁気ディスクはこれまでその記録密度を上げることで、必要とされる記録容量の増加に答えてきたが、熱ゆらぎに由来する記録密度の限界が目前に迫ってきた。上記の通り今回の会議ではこれを克服する技術が数多く議論されたが、それらは従来の磁気オンリーの技術ではなく、近接場技術やフェムト秒極短パルスレーザーなどの最先端光学技術や、ナノパターンニング技術を導入したパターンドメディアなど、新しい工学技術のアシストを巧みに融合したものになっている。今まさにこれらの最先端技術を駆使した新しい磁気記録技術が着実に開発され、実用化に入ろうとしている。これらの進展を引き続き注目していきたい。