

# フォトンとマグノンを活用した 最先端研究

フォト・マグノニクス技術調査専門委員会編

## 目 次

|                                                          |    |                                                                               |    |
|----------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. 本技術調査専門委員会設置目的                                        | 03 | 3.6 超短パルスレーザー光による THz 光発生と<br>ヘテロ構造界面電流誘起 THz 光検出                             | 18 |
| 2. 光と磁気を利用した記録および計測技術                                    | 04 | 3.7 高 $K_u$ $L1_0$ -FePt ナノ孤立磁性微粒子群上<br>アモルファス GdFeCo フェリ磁性薄膜<br>における磁気緩和増大検討 | 19 |
| 2.1 光と磁気を利用した記録                                          | 04 | 3.8 まとめ                                                                       | 21 |
| 2.2 高密度磁気ホログラム記録                                         | 07 | 4. マイクロ波の応用とその計測技術                                                            | 23 |
| 2.3 光と磁気を利用した計測技術                                        | 10 | 4.1 はじめに                                                                      | 23 |
| 3. 光利用による超高速磁化応答および磁化反転                                  | 16 | 4.2 マイクロ波アシスト磁化反転                                                             | 23 |
| 3.1 はじめに                                                 | 16 | 4.3 磁性体の高周波動特性の測定技術                                                           | 27 |
| 3.2 新奇光物質作用：<br>全光型磁化反転（AOS）現象<br>～新規超高速情報記録原理～          | 16 | 4.4 むすび                                                                       | 31 |
| 3.3 AOS 形成磁区の GdFeCo 薄膜隣接層<br>構成依存性～AOS 発現条件の探求～         | 17 | 5. スピン波制御技術とそのデバイス応用                                                          | 33 |
| 3.4 AOS 現象の隣接 3d 遷移金属種依存性<br>～電子比熱に着目した AOS 励起の<br>高効率化～ | 17 | 5.1 スピントロニクスとマグノニクス                                                           | 33 |
| 3.5 ナノ・アンテナ利用微小領域<br>AOS 現象励起                            | 18 | 5.2 マグノニック結晶                                                                  | 34 |
|                                                          |    | 5.3 絶縁体マグノニクス                                                                 | 36 |
|                                                          |    | 5.4 金属マグノニクス                                                                  | 39 |
|                                                          |    | 5.5 まとめ                                                                       | 42 |

## フォト・マグノニクス技術調査専門委員会委員

|      |                 |    |                  |
|------|-----------------|----|------------------|
| 委員長  | 中川 活二(日本大学)     | 委員 | 齊藤 伸(東北大学)       |
| 幹事   | 加藤 剛志(名古屋大学)    |    | 佐藤 琢哉(九州大学)      |
| 幹事補佐 | 塚本 新(日本大学)      |    | 島崎 勝輔(日立マクセル)    |
| 委員   | 栗野 博之(豊田工業大学)   |    | 関口 康爾(慶応義塾大学)    |
|      | 石橋 隆幸(長岡技術科学大学) |    | 高塚 裕二(住友金属鉱山)    |
|      | 岩田 聡(名古屋大学)     |    | 高橋 有紀子(物質材料研究機構) |
|      | 内田 健一(物質材料研究機構) |    | 田丸 慎吾(産業技術総合研究所) |
|      | 大貫 進一郎(日本大学)    |    | 中川 茂樹(東京工業大学)    |
|      | 岡本 聡(東北大学)      |    | 馬場 哲也(産業技術総合研究所) |
|      | 小田島 渉(富士通)      |    | 平田 雅一(セイコーインスツル) |
|      | 喜々津 哲(東芝)       |    | 宗片 比呂夫(東京工業大学)   |
|      | 後藤 太一(豊橋技術科学大学) |    | 村上 元良(パナソニック)    |
|      | 小林 正(三重大学)      |    | 村上 義照(シャープ)      |

## 1. 本技術調査専門委員会設置目的

1980年代の光熱磁気記録技術進展に伴い、マグネティックス技術委員会はその技術調査や研究発展支援を行ってきた。その技術の流れは熱アシスト磁気記録技術に引き継がれ、平成20年4月から平成23年3月まで設置された「熱と磁気によるナノ領域スピン制御ストレージ技術調査専門委員会」、平成23年4月から平成26年3月まで「フォト・スピントロニクス技術調査専門委員会」が設置され、この分野の技術調査が行われることで、マグネティックス技術委員会の活動はこの分野で大きく貢献してきた。これを引き継ぎ、平成26年4月より、「フォト・マグノニクス技術調査専門委員会」が平成29年3月まで設置され、この分野の技術調査を行った。

近年、世界的産業構造変革に伴う国内の技術産業再編や研究分野縮小が急速に進み、学問分野と産業分野の連携が難しくなっており、ある種の閉塞感が起こっている。特にストレージ分野では、新技術導入に伴うリスク拡大により、産業界での新たな取り組みへの難しさが顕著となっている。

そこで、学会と産業界との協調体制として理学的取り組みと工学的取り組みの両者が協力できる分野の技術調査を進め、近接場光と磁性・マグノニクスの融合分野の技術調査、光利用による超高速磁化応答解析による磁性・マグノニクス分野の技術調査、光を利用した磁気記録技術分野の技術調査、磁性・マグノニクス材料の基礎と応用に関する技術調査を行った。

これらの技術的背景および内外機関における研究開発状況として、熱アシスト磁気記録は、近接場光利用を前提として国内外で研究が進められ、磁気ヘッド内への表面プラズモンアンテナ組み込み設計や実験が行われつつある。一方、超短パルスレーザを利用した磁気物性も基礎と応用の観点で興味深く、国内外での研究が進んでおり、光と磁気の両者を結び付ける研究は重要な役割を担っている。さらに、コヒーレンシーの高いスピン波を活用したマグノニクス分野の研究はこれから進展すると期待され、ガーネットなどの酸化物磁性材料を用いた非電荷のスピン波を活用する新たなデバイス研究を進める機運にある。スピン波生成には、光の活用が重要であり、前述の近接場光を利用した熱アシスト磁気記録や、超短パルスレーザによる磁気物性解析に加え、光とマグノニクスの融合は新デバイス実現に必須と考えられる。

以上をふまえ、本フォト・マグノニクス技術調査専門委員会が平成26年（2014年）4月～平成29年（2017年）3月の3年間の設置が認められた。

以下、第2章以降に、各テーマに分けて技術調査結果を報告する。また、各章、節の執筆者（敬称略）を以下にまとめる。

- 1 本技術調査専門委員会設置目的  
中川活二（日本大学）
- 2 光と磁気を利用した記録および計測技術
  - 2.1 光と磁気を利用した記録  
中川活二（日本大学）、大貫進一郎（日本大学）
  - 2.2 高密度磁気ホログラム記録  
後藤太一（豊橋技術科学大学）
  - 2.3 光と磁気を利用した計測技術  
石橋隆幸（長岡技術科学大学）
- 3 光利用による超高速磁化応答および磁化反転  
塚本新（日本大学）
- 4 マイクロ波の応用とその計測技術
  - 4.1 はじめに  
岡本聡（東北大学）
  - 4.2 マイクロ波アシスト磁化反転  
岡本聡（東北大学）
  - 4.3 磁性体の高周波動特性の測定技術  
田丸慎吾（産業技術総合研究所）
  - 4.4 むすび  
岡本聡（東北大学）
- 5 スピン波制御技術とそのデバイス応用  
関口康爾（慶応義塾大学）