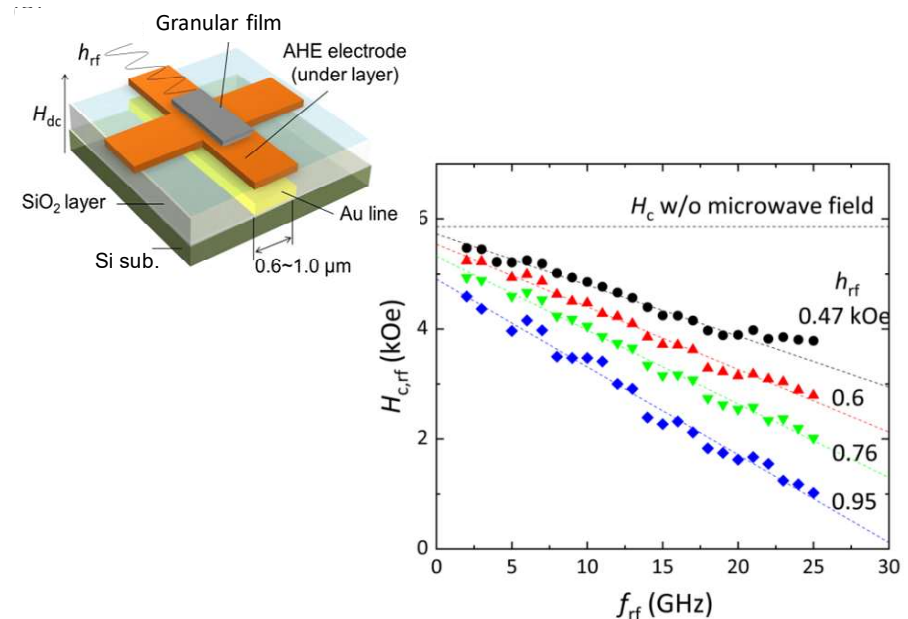


研究プロジェクト名: 微小磁性体の磁化ダイナミクス

概要: 磁性体を利用した様々な電子デバイスの構成要素はナノサイズ領域に入り, その動的な磁化挙動の理解が必須となっている. 本プロジェクトでは, 不揮発メモリ・ストレージ用材料や磁石材料等を中心に, 高い時間・空間分解能を有する磁気計測手法を確立し, それらを利用して微小磁性体の磁化ダイナミクスに関する理解を深める. さらに, それらの知見を駆使し, 磁気記録技術等の性能向上・革新に努める.

コアメンバー: 岡本グループ (東北大), 海住グループ (慶大), 加藤グループ (名大), 富田グループ (東北大)

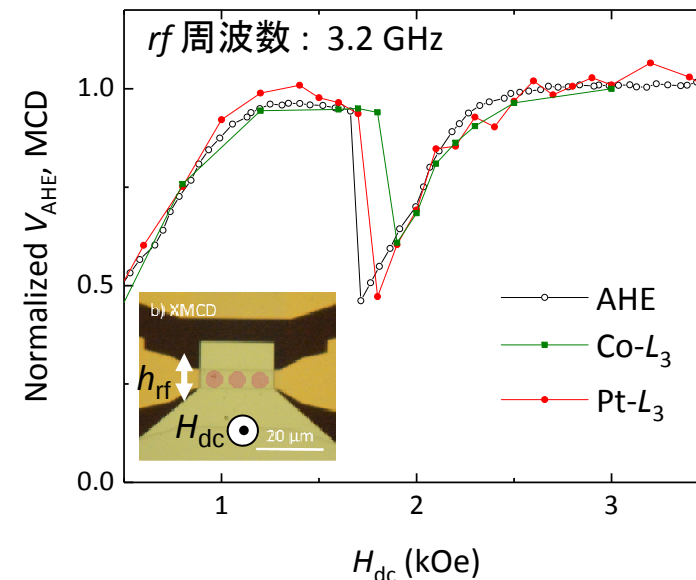
期待される研究成果: これまでに構築してきた超高感度磁化検出技術, 高空間・時間分解磁化検出技術を駆使することにより, 不揮発メモリ・ストレージ材料に生じるスピン波励起・磁化反転等の磁化ダイナミクス, 永久磁石材料の磁化反転機構, ひいては保磁力支配要因の理解に繋がることが期待される.



研究プロジェクト名: 微小磁性体の磁化ダイナミクス

概要: スピントロニクスデバイスの最小構成要素はナノサイズ領域に入り, その磁化挙動の深い理解が必要となっている. 本研究では, 微小磁性体の物性そして磁化ダイナミクスについて理解を深め, それらの知見を通じてデバイス設計・性能向上に資することを目指す. 特に, デバイス材料として重要な層間結合多層膜やフェリ磁性・反強磁性体の微小磁性体におけるスピン波励起, そしてそれらと磁化反転との関係について, 電気的手法やX線を中心とする光学的手法などを駆使して詳細を明らかにする.

研究成果(実施状況): 強い垂直磁気異方性を示すCo/Pt多層膜では, Coの存在により界面近傍のPtは分極している. この分極スピンの振舞いに関し, X線磁気円二色性によりCoとPtスピンのGHz帯の非線形ダイナミクスを調べた. その結果, 両者が同一のコーン角でコヒーレントに歳差運動していることを初めて実証した.

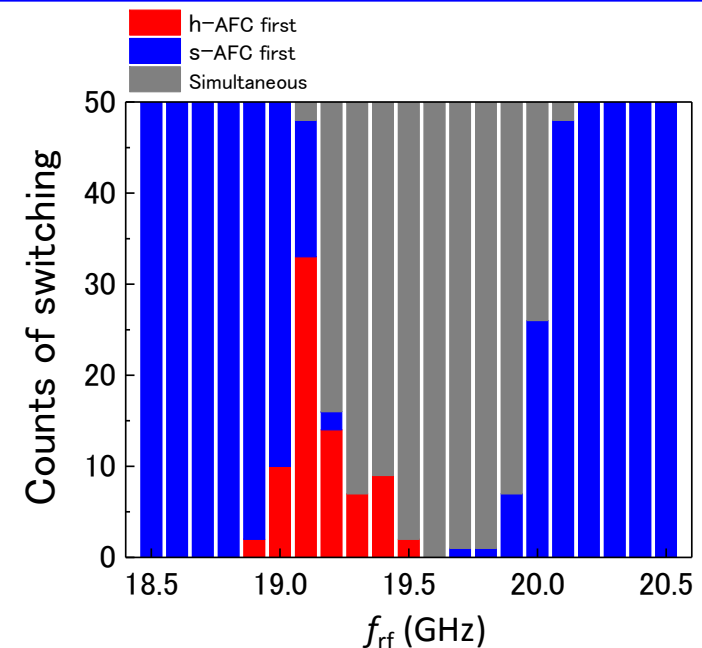


主要発表論文等: [1] S. Okamoto et al. Appl. Phys. Express, 10,023004 (2017); [2] B. Lao et al. Jpn. J. Appl. Phys. 55,07MC01 (2016); [3] T. Kodama et al. Phys. Rev. Applied, 6,024016 (2016)

研究プロジェクト名: 微小磁性体の磁化ダイナミクス

概要: 新たな超高密度記録方法としてマイクロ波アシスト記録 (MAMR)が注目されている. この記録原理に基づけば, 多層構造の特定の磁性層をマイクロ波周波数の制御により選択的に記録でき, 従来の2次元記録から3次元記録へのパラダイムシフトが可能となる. 本年度, その原理実験を行い 3次元記録の可能性を実証した.

研究成果(実施状況): 積層磁性体における層間の相互作用を低減するため, 記録層として人工反強磁性層(AFC)を採用した. 低異方性層 (s-AFC)と高異方性層(h-AFC)からなる2層積層構造に対し MAMR実験を行った. その結果, マイクロ波帯交流磁場の制御により, 両層の磁化を選択的に反転させることに成功した. この結果は, 今後の磁気記録の3次元化に向け道を切り拓くものである.

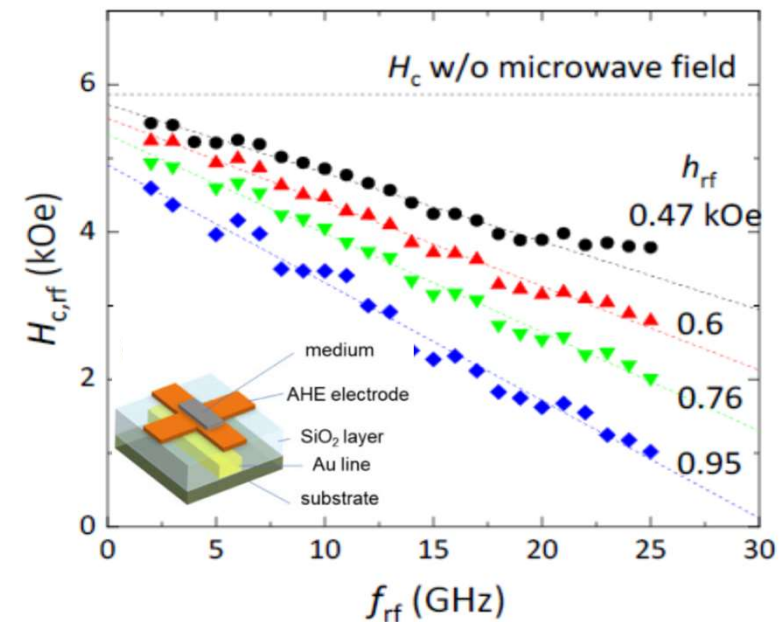


主要発表論文等: [1] Y. Lu et al. Appl. Phys. Lett. (in press), [2] N. Kikuchi et al. IEEE Trans. Magn. 54, 6100106 (2018)

研究プロジェクト名: 微小磁性体の磁化ダイナミクス

概要: 新たな超高密度記録方法としてマイクロ波アシスト記録 (MAMR) が注目されている。これまでMAMRの有効性は多くの研究で実証されてきたものの、実用上重要なグラニューラ型記録媒体ではその効果は小さかった。本研究ではマイクロマグネティクス解析に基づいて原因を探り、MAMR研究試料構造の改良を行った。具体的には、高周波磁場印加時の試料加熱の抑制、振幅の増大により磁化反転磁場の大幅な低減に成功した。

研究成果: 試料構造、高周波伝送路の改良による試料昇温抑制、磁場振幅増強により、CoCrPt-TiO₂グラニューラ型記録媒体の反転磁場を大幅に低減した。具体的には周波数25 GHz, 振幅0.95 kOeの高周波磁場の印加により、6 kOeの反転磁場を1 kOeにまで低減することに成功した。この成果は将来のMAMRを原理とする磁気記録の超高密度化の流れを一層促進するもの考えられる。

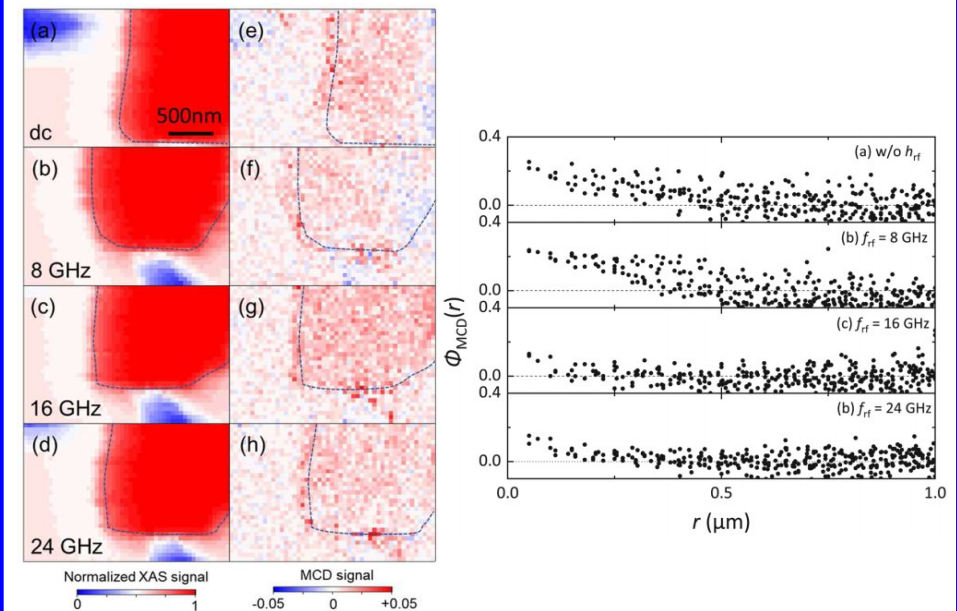


主要発表論文等: [1] N. Kikuchi et al. Jpn. J. Appl. Phys. 57, 09TE02 (1988), [2] Y. Lu et al. Appl. Phys. Lett. 112, 162404 (2018)

研究プロジェクト名: 微小磁性体の磁化ダイナミクス

概要: 新たな超高密度記録方法としてマイクロ波アシスト記録 (MAMR) が注目されている。これまでMAMRの有効性は多くの研究で実証されてきたものの、実用上重要なグラニューラー型記録媒体での効果検証は難しかった。本研究では素子構成の抜本的な見直しにより、グラニューラー薄膜でのMAMR効果検証を行った。さらにMAMRによる磁化反転挙動を実空間観測に成功した。

研究成果(実施状況): 素子構造を抜本的に見直すことで、マイクロ波の連続波印可が可能となり、これまでの実験では実施できなかった様々なMAMR効果に関する原理検証が可能となった。それにより、マイクロ波周波数領域によって熱揺らぎ効果が大きく異なるなど、MAMR特有の現象を見出した。さらにSpring-8のナノXMCDを用いて実空間でのMAMRによる磁化反転挙動の観測にも成功した。

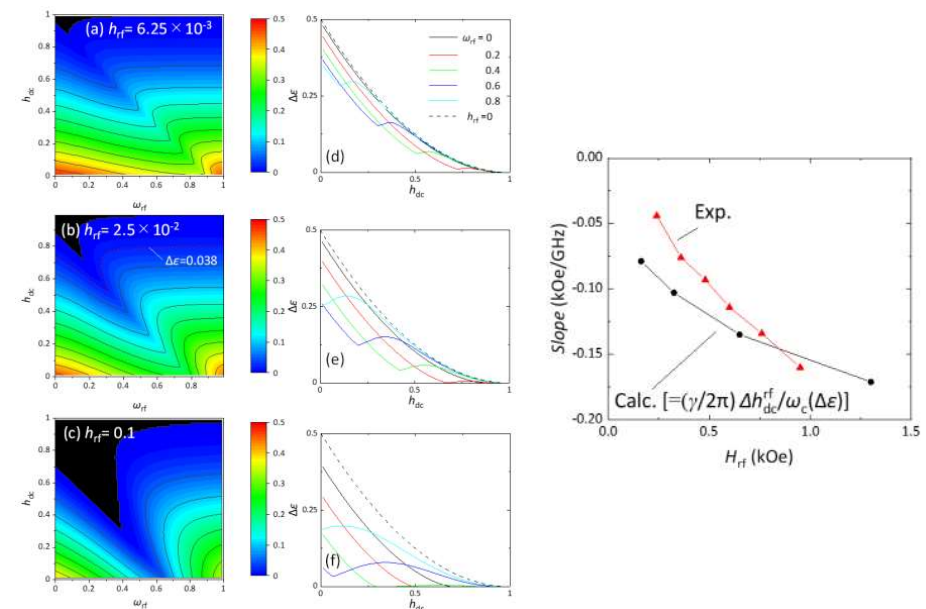


主要発表論文等: [1] N. Kikuchi et al., J. Appl. Phys. 126, 083908 (2019).
[2] N. Kikuchi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 59, SEED03 (2020).

研究プロジェクト名: 微小磁性体の磁化ダイナミクス

概要: 新たな超高密度記録方法としてマイクロ波アシスト記録 (MAMR) が注目されている。これまでMAMRの有効性は多くの研究で実証されてきたものの、実用上重要なグラニュー型記録媒体では、MAMR効果がマクロスピンモデルの予測とは異なっていた。本研究では、熱揺らぎがスピンダイナミクスに与える影響を取り込んで計算し、グラニュー型記録媒体の実験結果を説明することに成功した。

研究成果(実施状況): 大振幅歳差運動において、スピンの1回転する際のエネルギー収支を取り込んだエネルギー障壁計算を行い、MAMRにおける熱揺らぎの影響を正確に計算した。その結果、グラニュー型記録媒体のMAMR実験で観測された従来のマクロスピンモデルの予測とは異なる反転磁場の周波数依存性や臨界周波数挙動などを定量的に説明すること成功した。

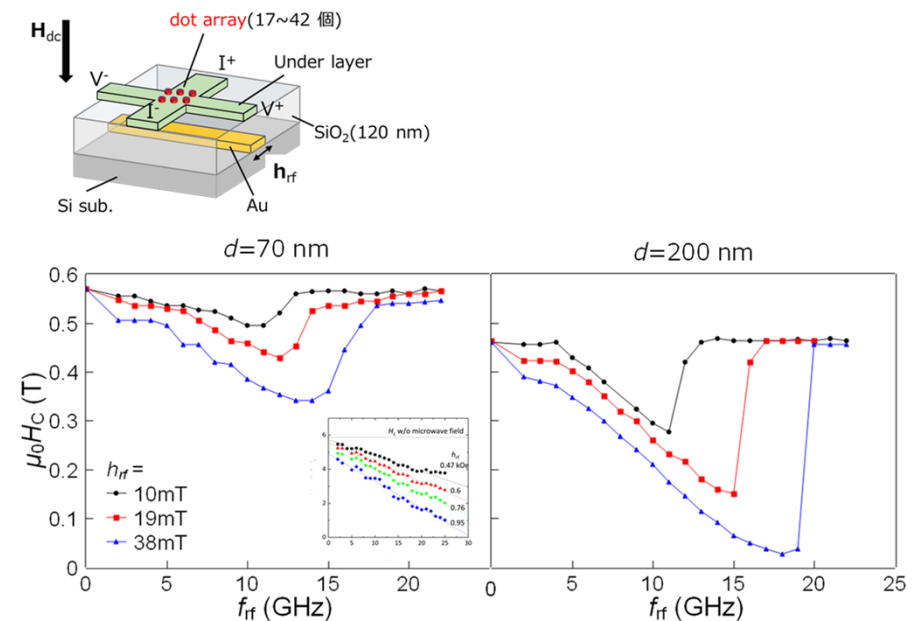


主要発表論文等: [1] N. Kikuchi et al., submitted to PRB.
[2] S. Okamoto, Sci. Tech. Adv. Mater. 22, 124 (2021)

研究プロジェクト名: 微小磁性体の磁化ダイナミクス

概要: 新たな超高密度記録方法としてマイクロ波アシスト記録 (MAMR)が注目されている。これまでに実用上重要なグラニューラ型記録媒体では、熱揺らぎ効果がMAMR特性そのものに影響することを理論計算により明らかにした。本研究ではその検証を目的とし、ナノドット磁性体を用いた実験を行った。

研究成果(実施状況): 垂直磁化ナノドットを形成し、MAMR効果を調べた。その結果、ドット径200 nmの試料では周波数に対する反転磁場減少の傾きはマイクロ波磁場振幅に依存せず、マクロスピンモデルによる予想と一致したが、ドット径70 nmの試料では傾き変化を観測した。これはグラニューラ型媒体で観測された挙動と同様であり、熱揺らぎ効果を実験的に検証することが出来た。



主要発表論文等: [1] N. Kikuchi et al., Phys. Rev. B, 105, 054430, (2022).