

連続波を用いた CoCrPt グラニューラ記録媒体の マイクロ波アシスト磁化反転実験

佐藤勝成, 菊池伸明, 岡本 聡, 北上 修, 島津武仁
(東北大)

Microwave assisted magnetization switching experiments with continuous rf wave on CoCrPt granular media

K. Sato, N. Kikuchi, S. Okamoto, O. Kitakami, and T. Shimatsu
(Tohoku University)

はじめに

マイクロ波アシスト磁化反転(MAS: Microwave Assisted magnetization Switching) は次世代の高密度磁気記録技術として注目されている。MAS の実験手法としては、大振幅の高周波磁場を印加するために幅 $1\ \mu\text{m}$ 程度の線路に高周波電流を印加する手法が多く用いられている。この場合、ジュール熱による試料の温度上昇や破損を防ぐために高周波電流はナノ秒レベルのパルス状で印加される。この手法を用いて測定する場合、パルス磁場の時間でのマイクロ波アシスト効果と、直流磁場による測定時間 ($10 \sim 10^3\ \text{s}$) での熱揺らぎが重畳して観測される。そのため、アシスト効果を見積もるためには、ふたつの異なる時間スケールの現象を同時に考慮する必要がある。本研究では、この難点を解決するため、高周波を連続波として印加できる試料を製作することで、マイクロ波によるアシスト効果と直流磁場による熱揺らぎによる保磁力への影響を同じ時間スケールで議論することを目指した。具体的には、高い熱伝導率を有する Si ウエハーを基板として用いて温度の上昇を抑えた。

実験方法および結果

ノンドープの Si ウエハー上に幅 $1\ \mu\text{m}$ の高周波磁場印加用 Au 線路と厚さ $100\ \text{nm}$ の絶縁層を形成後、厚さ $15\ \text{nm}$ の CoCrPt-SiO₂ 層を下地層・保護層とともに成膜した。Au 線路上の磁性体を電子線リソグラフィ及び Ar イオンエッチングにより $0.6 \times 1.6\ \mu\text{m}^2$ の矩形に加工した。その後、下地層を四端子抵抗測定用および異常 Hall 効果 (AHE) 測定用の二種類の電極形状に加工した。Fig. 1 に、出力 $P_{\text{rf}} = +24\ \text{dBm}$ の連続高周波電流を印加して測定した試料抵抗の周波数依存性を示す。このとき、試料位置での高周波磁場振幅は $480\ \text{Oe}$ である。高周波電流を印加していないときの抵抗値は図中に点線で示した。右軸は、同じ試料で測定した抵抗変化を温度変化 ΔT に対応させたものである。高周波電流により $10\ \text{K}$ 程度の温度上昇はみられるものの周波数に対してはほぼ依存しないことが分かった。Fig. 2 に周波数 $18\ \text{GHz}$ 、振幅 $480\ \text{Oe}$ の高周波磁場を印加して測定した AHE 曲線を示す。高周波電流を印加せずに測定した AHE 曲線も併せて示す。高周波磁場の印加により保磁力は $6.3\ \text{kOe}$ から $4.3\ \text{kOe}$ へと $2.0\ \text{kOe}$ 低下している。 $10\ \text{K}$ の温度上昇では $0.13\ \text{kOe}$ しか保磁力が変化しないことから、この保磁力の減少の大部分はマイクロ波アシスト効果によるものである。

参考文献

- 1) K. Shimada et al., Technical digest MORIS 2018, Tu-P-01 (2018).

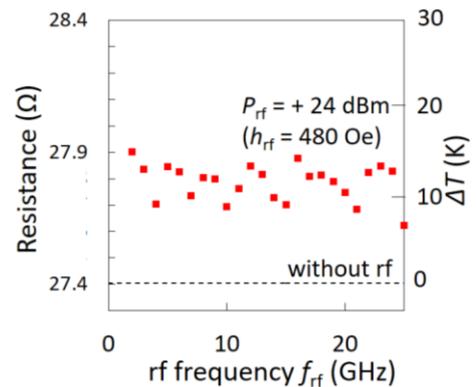


Fig. 1 rf frequency dependence of resistance measured with rf field ($P_{\text{rf}} = +24\ \text{dBm}$, $h_{\text{rf}} = 480\ \text{Oe}$)

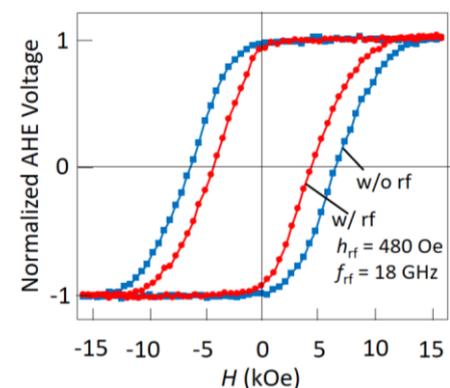


Fig. 2 AHE curves measured with and without rf field ($h_{\text{rf}} = 480\ \text{Oe}$, $f_{\text{rf}} = 18\ \text{GHz}$)