

# サブナノ秒パルス磁場を用いた FMR 過渡領域における磁化反転過程に関する研究

岡野 元基、能崎 幸雄  
(慶大理工)

The study of the transient region of ferromagnetic resonance by using sub-nanosecond pulsed fields

Genki Okano, Yukio Nozaki  
(Keio Univ.)

## はじめに

マイクロ波アシスト磁化反転(MAMR)は、強磁性共鳴(FMR)を利用したエネルギーアシスト磁化反転の手法である。マイクロ波を印加し磁化の FMR を引き起こすことで、より小さな外部磁場での磁化反転が可能となる。これまで MAMR については様々な形状において、磁化反転磁場のマイクロ波周波数、強度依存性が調べられてきた。しかし、一般的な信号発生器が幅 10 ns 以下のマイクロ波を出力できないために、磁化反転ダイナミクスについての報告は少ない。以前我々はこの問題を解決するためにマイクロ波に加えて 2 ns 幅のパルス磁場を重畳印加し、マイクロ波とパルス磁場の協同効果で起こる磁化反転を観測することで、磁化反転ダイナミクスの性質について調べた[1]。今回は磁化緩和時間よりも短いパルス磁場 (サブナノ秒幅) を重畳印加する実験を行い、より詳しく磁化反転ダイナミクスについて調べた。

## 実験方法

測定に用いた NiFe 細線の寸法を Fig. 1 に示す。表面を熱酸化処理された Si 基板の上に、超高真空蒸着機を用いて厚さ 30 nm の NiFe 細線を作製した。その後、SiO<sub>2</sub> 絶縁層(70 nm)をスパッタ成膜した後、Au(100 nm)のコプレーナ線路(幅 : 2 μm)を作製した。コプレーナ線路にマイクロ波、パルス電流を流すことで NiFe 細線の幅方向にマイクロ波磁場とパルス磁場を印加した。磁化反転磁場は VNA-FMR 法を用いて NiFe 細線の FMR スペクトルを測定することにより求めた。そしてアシスト磁場として(a)マイクロ波のみ、(b)パルス磁場のみ、(c)マイクロ波+パルス磁場の重畳磁場を印加した場合での磁化反転磁場を測定した。

## 実験結果

ここでは、マイクロ波(周波数 5 GHz、強度 100 Oe、幅 25 ns)とパルス磁場(強度 320 Oe、幅 300 ps)を重畳印加した場合の結果を示す。マイクロ波の立ち上がりからパルス磁場の立ち上がりまでの遅れ時間を  $t_{\text{delay}}$  と定義し、磁化反転磁場の  $t_{\text{delay}}$  依存性を Fig.2 にプロットした。ここで、青点線はパルス磁場のみ、赤線はマイクロ波のみを印加した場合の磁化反転磁場を表す。結果を見るとマイクロ波、パルス磁場のみを印加した場合よりも両者を重畳印加した場合の方が、磁化反転磁場が減少している。またマイクロ波が立ち上がる範囲

( $t_{\text{delay}}=0\sim 5$  ns) においては、磁化反転磁場がマイクロ波強度の増加に伴って減少しており、どちらも  $t_{\text{delay}}=5$  ns で飽和している。この結果から、磁化の歳差運動の振幅がマイクロ波の強度の増加から遅れずに応答していることがわかる。当日は、さらに詳しく磁化ダイナミクスについて調べた結果についても報告する。

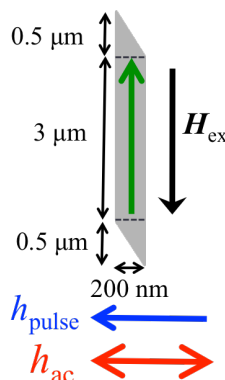


Fig. 1 Lateral size of NiFe wire

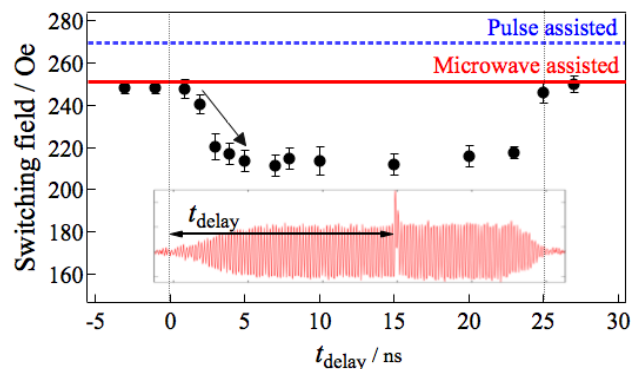


Fig. 2 Switching field under a simultaneous application of microwave and pulsed field

## 参考文献

[1] G. Okano, Y. Nozaki. Appl. Phys. Express. 8, 013001