

## Beating field 方式高周波 MFM による コプレーナ伝送線路の GHz 帯近傍磁界分布評価

遠藤 恭, 荒井 薫, 大西真輝, 柳 邦雄, 島田 寛, 山口正洋 (東北大工)

Estimation of GHz range magnetic near field distribution on a CPW using beating field type HF-MFM

Y. Endo, K. Arai, M. Onishi, K. Yanagi, Y. Shimada, M. Yamaguchi (Tohoku Univ.)

**はじめに** 携帯情報端末内部の RFIC チップ上ではデジタル回路規模の増大にともない、デジタル回路で発生した電磁ノイズがアナログ回路に混入して電磁干渉問題が深刻化する恐れがある。この問題の対策として、チップ内で発生した電磁ノイズの発生源、伝搬経路、混入先の特定が重要であり、微細な信号線等を通る電流が作り出す近傍磁界を検出する高空間分解能を有する新たな計測法の開発が望まれている。

我々は、検出センサとして磁気力顕微鏡 (MFM) 探針に着目し、場のうなり (Beating field) 方式高周波 MFM の開発を行ってきた<sup>1), 2)</sup>。これまでに、周波数帯がわずかに異なる 2 つの正弦波信号を CPW に同時に入力し、その線路上で擬似的に Beating field を発生させて、MFM 探針で高周波近傍磁界計測が可能であることを明確にした。本研究では、提案した Beating field 方式高周波 MFM を用いて CPW 上で発生する GHz 帯近傍磁界分布を評価した結果について報告する。

**実験方法** Beating field 方式高周波 MFM では、2 台の信号発生器を用いて搬送波信号を CPW へ、また搬送波信号の周波数とわずかにずらした周波数の参照信号を MFM 探針直上に設置した励磁コイルへそれぞれ入力し、CPW と励磁コイルとの間で Beating field を発生させた。この CPW 上に MFM 探針を置くと、探針は Beating field の勾配に応答して振動し、参照信号の周波数をわずかに掃引して搬送波信号の周波数との差分が探針の機械的共振周波数とほぼ一致すると、探針の振動振幅が最大となった (図 1)。このときの振幅値を計測した。

本計測に用いた MFM 探針は、軟磁気特性を有する Ni-Fe 膜 (50 or 100 nm 厚) を DC マグネトロンスパッタでコートした Si 探針 (Ni-Fe コート探針) である。CPW は一端を終端させた 1 ポート型形状である。その寸法に関しては、信号線、グラウンド線、両線間のギャップ幅、線路長は 5, 50, 6, 8000  $\mu\text{m}$  である。CPW の特性インピーダンスは 189  $\Omega$  である。また、MFM 探針直上に設置した励磁コイルは直径 100  $\mu\text{m}$  の半ターンコイルである。

**結果** CPW に 1.6 GHz の搬送波信号を、また励磁コイルに 1.600025 GHz の参照信号をそれぞれ入力し、Ni-Fe コート探針を基板表面から 0.50  $\mu\text{m}$  の高さに固定ながら CPW の幅方向に走査させて、共振時における探針の振動振幅値を計測した。その結果を図 2 に示す。その振動振幅値は CPW の幅方向のすべての範囲で観測でき、 $x = 0 \sim 2.5 \mu\text{m}$  で極大、 $x = -6.5 \sim -2.8 \mu\text{m}$  および  $4.5 \sim 7.5 \mu\text{m}$  で極小となった。この振動振幅値の極大および極小領域は、それぞれ CPW の信号線中央およびギャップ中央の位置と対応している。この結果は、振幅変調型高周波 MFM で観測された結果とは異なり、主に CPW 上で発生する高周波近傍磁界の平行成分を反映したものであり、Beating field 方式高周波 MFM を用いると CPW 上で発生する GHz 帯近傍磁界分布の検出が可能であることを表わしている。

**謝辞** 本研究の一部は、科研費 (No. 26630119)、総務省電波利用料制度による電波資源拡大のための研究開発「高速・高品質な無線通信実現のための IC チップレベルの低ノイズ化技術の研究開発」および科学技術振興調整費 (先端融合領域イノベーション創出拠点の形成「マイクロシステム融合研究開発拠点」) の支援を受けて行われた。

**参考文献** 1) 遠藤恭, 福嶋正昭, 荒井薫, 島田寛, 山口正洋, 電気学会マグネティックス研究会資料, MAG-13-162, 41 (2013). 2) Y. Endo, M. Fukushima, K. Arai, Y. Shimada, and M. Yamaguchi, J. Appl. Phys. **115**, 17D120 (2014)他。

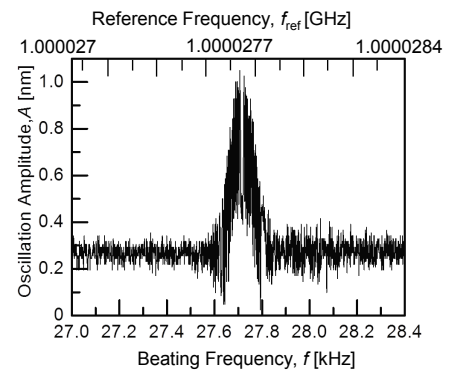


Fig. 1. Oscillation amplitude of MFM tip measured at 0.4  $\mu\text{m}$  above the CPW surface on the center-line of the gap between the signal and ground lines as a function of the reference frequency (or beating frequency) for the signal frequency of 1.0 GHz.

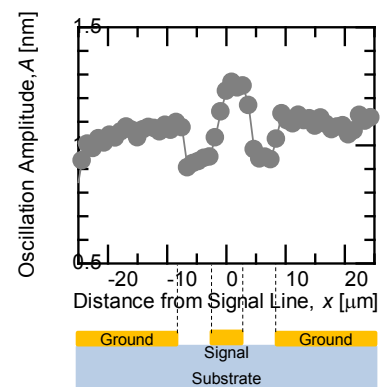


Fig. 2. Dependence of oscillation amplitude of MFM tip on the center of the signal line in the CPW for the signal frequency of 1.6 GHz.