

銀ナノ粒子を用いた高周波回路の作製

C-2 Fabrication of High-frequency circuit using Silver Nanoparticles

周 裕夫[†] 香川 俊明[†]

Yufu ZHOU[†] Tosiaki KAGAWA[†]

[†] 湘南工科大学大学院工学研究科

[†] Graduate School of Eng, Shonan Institute of Technology

1. はじめに

プリンタによって銀ナノ粒子を印刷する技術を用いて、マイクロ波回路を容易に試作できることを着目した^[1]。印刷には専用のフィルムが必要であるため、本稿ではこのフィルムが特性インピーダンスや損失に与える影響を調べる。

2. 素材の評価

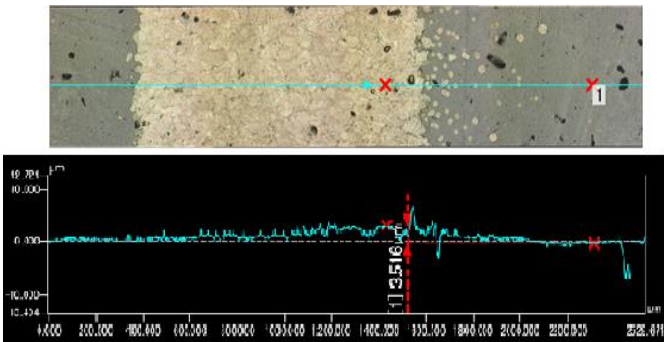


図1 レーザ顕微鏡解析画像

印刷した線路の厚さをレーザ顕微鏡によって測定した結果を図1に示す。図の上半の印刷写真の中心を横断して高さをプロットしたものが下のグラフである。銀ナノ粒子の平均印刷厚さは $1.519 \mu\text{m}$ になる。

3. 素子構造

素子構造としては、専用シートに銀ナノ粒子の回路を印刷し

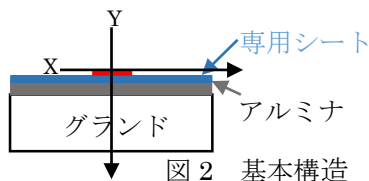


図2 基本構造

これを厚さ 2mm のアルミナ基板上に貼り付け、更に銅のグランド電極の上に置くことによりマイクロストリップラインを構成した。

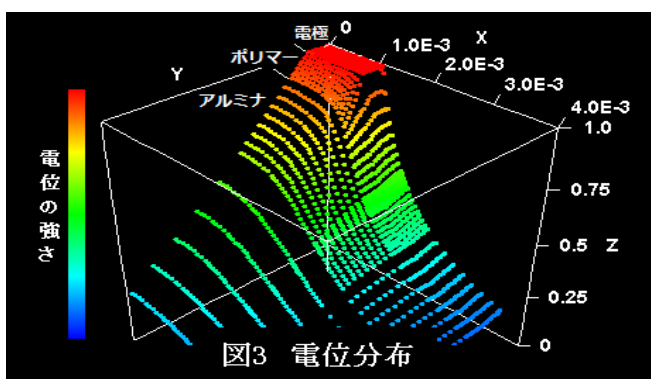


図3 電位分布

図3は有限要素法の計算により求めた素子構造の電位分布を示す。X軸は図2の中心部から横方向を示す、Y軸は素子の縦方向を示す。電位は一番高い電極部分からポリマー、アルミナの順に下がっていく。印刷フィルムの厚さは 0.168mm 、誘電率 ϵ は 3.5 で誘電正接 ($\tan\delta$) は 0.08 である。

4. 特性インピーダンスと損失評価

図4に有限要素法によって求めた特性インピーダンスの電極幅依存性を示す。比較のため印刷フィルムのない場合も示す。両者の差は極めて小さい。

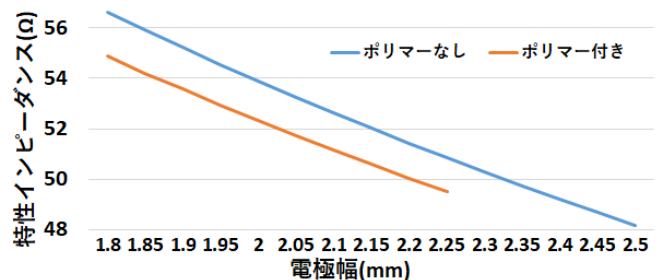


図4 特性インピーダンス計算結果

作製したマイクロストリップラインの損失を測定した。透過するマイクロ波のパワーと線路の長さの関係から単位長さの損失を求めた。銀の抵抗による損失と誘電損失の計算結果とそれらの和を実験結果と共に図5に示す。実験値はこれにより 10 倍高くなる。比較的低い周波数では周波数の平方根に比例する抵抗損が支配的で、高周波で周波数に比例する誘電損が支配的となるので、損失が急激に増加する。

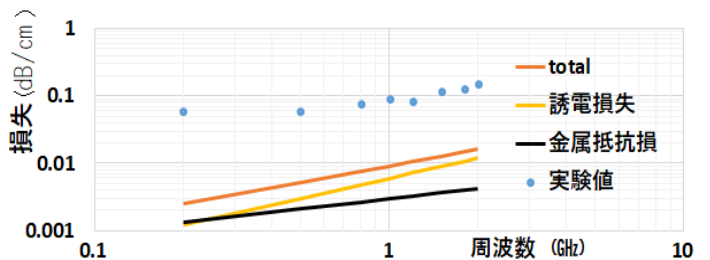


図5 損失の対数グラフ

[1] 周裕夫, 服部直幸, 香川俊明, ”銀ナノ粒子を用いた高周波回路の作製,”電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 2017.3