

配向カーボンナノチューブインダクタの作製と高周波特性評価

Fabrication and high-frequency measurement of inductors with aligned carbon nanotubes

慶應大・理工¹、富士通研² 嵯峨寛彬¹、野田 啓¹、栗野祐二¹、近藤大雄²、岩井大介²

Keio Univ.¹, Fujitsu lab², Hiroaki Saga¹, Kei Noda¹, Yuji Awano¹, Daiyu Kondo², Taisuke Iwai²

E-mail: nodakei@elec.keio.ac.jp

【背景と目的】 現在のモノリシックマイクロ波集積回路 (MMIC) における大部分の面積を占めているのは、インダクタ等の受動素子である。受動素子は用いる周波数に依存した線路長を必要とするため、回路の小型化の大きな障壁となっている。その背景の下、本グループでは、カーボンナノチューブ (CNT) バンプを用いたマイクロストリップ線路用のインダクタ (図 1) を提案し、その高周波特性の理論解析結果について報告した[1]。この構造は、マイクロストリップラインの直下に CNT バンプを垂直に連立させ高周波電流の経路を三次元方向に増加させることにより占有面積の縮小を図るものである。本稿では、この新構造に基づく配向 CNT インダクタの作製とその高周波特性評価を実施したので、報告する。

【実験】 まず、酸化膜付きのシリコン基板表面に、Al薄膜と触媒となる Co 微粒子をスパッタ法で堆積した後、熱化学気相成長法によってCNTバンプアレイパターン (CNTの長さ: 約 50 μm) を作製した。その後、バンプアレイ試料への樹脂の充填、樹脂の平坦化、グランドプレーンとなるAu薄膜堆積、シリコン基板の削除、信号線となるAu薄膜堆積の各プロセスを経て、長さ1 mmのオープンスタブの直下にCNTバンプが連結したインダクタ構造を作製した。このCNTインダクタ試料と、CNTバンプが連結していないオープンスタブ試料 (長さ 1 mm) に対して、ネットワークアナライザによるSパラメータ測定を行った。

【結果】 伝送特性 (S_{21}) の測定結果 (図 2) において、今回作製した試料がオープンスタブとしての特性を持つことが確認された。また CNT バンプのない従来型のオープンスタブの共振周波数 (約 38 GHz) と比較し、CNT バンプ付きのオープンスタブでは共振が低周波側に現れており (約 32 GHz)、我々が提案している構造の適用により、インダクタのサイズ縮小効果が得られることを示す結果となった。更に、CNT バンプのパターンを変化させることに伴い、共振周波数も変化することを確認した。

[1] 中村光貴, 岩井大介, 栗野祐二, 第 73 回応用物理学会学術講演会 14a-C2-11 (2012).

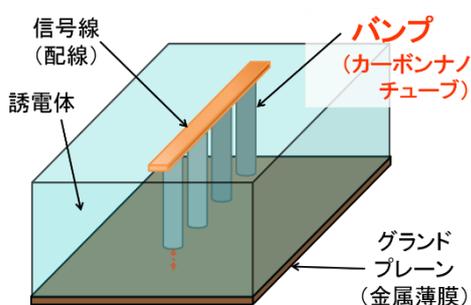


図 1. CNT バンプを用いたマイクロストリップ線路用のインダクタ。

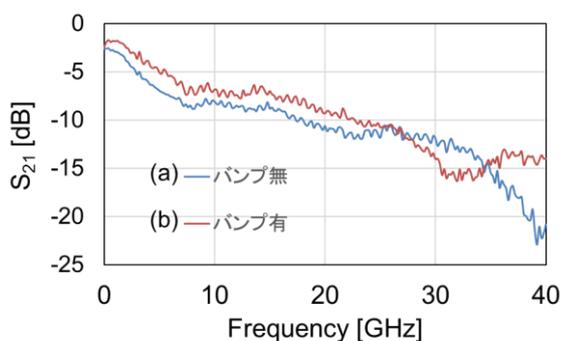


図 2. オープンスタブにおける伝送特性測定結果。(a) CNT バンプなし (b) CNT バンプあり。