

負性抵抗回路による 減衰極付き共振回路の特性改善に関する検討

C-2 A Study on Improvement of Characteristics of Resonators with Attenuation Poles

by Negative Resistance Circuits.

高田晃平¹ 和田光司¹
Kohei Takada Koji Wada

電気通信大学¹
The University of Electro-Communications

1 まえがき

集中定数素子及び分布定数線路を用いた共振回路は、必ず損失を有する。このため、共振回路の Q 値が低下するなどの特性の劣化が生ずる。これに対して負性抵抗回路 [1] を装荷し、損失を補償することができる。本研究では、伝送線路挿入型負性抵抗回路を用いて、減衰極付き共振回路の Q 値を向上させることを目的とする。

2 減衰極付き共振回路への負性抵抗回路の装荷

負性抵抗回路の基本構成を図 1 に示す。負性抵抗領域内においては基本的に容量特性を持つが、FET の寄生成分による自己共振により、誘導性特性をもつ場合もある。

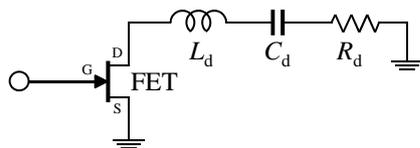


図 1 負性抵抗回路の基本構成 (バイアス回路は省略)

減衰極付き共振回路の構成を図 2, 図 3 及び図 4 に示す。回路構成によって、共振周波数の高域側, 低域側, 及びその両方に減衰極を配置することができる。高域側及び低域側に減衰極を有するタイプでは 1 側の直列共振周波数, 両側に減衰極を有するタイプでは 1 側及び 2 側の直列共振周波数において減衰極が生じ, 共振点に関しては, それぞれのタイプの共振回路の入力サセプタンスが 0 となる周波数となる。また, 実際の素子には損失が存在するため, これを近似し, 直列等価抵抗 R_{sx} と表した。この損失により, 共振回路の Q 値が低下する。

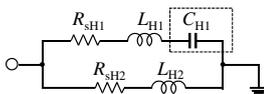


図 2 高域側に減衰極を有する共振回路 (Type 1)

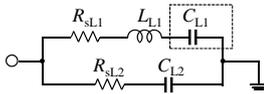


図 3 低域側に減衰極を有する共振回路 (Type 2)

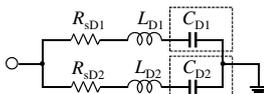


図 4 両側に減衰極を有する共振回路 (Type 3)

それぞれのタイプの共振回路について, 破線部を負性抵抗回路で置き換えることによって特性の改善を行う。損失の補填対象である L_x 及び C_x のパラメータを表 1 に, 負性抵抗回路のパラメータを表 2 に示す。ここで, D1 側は高域側の減衰極を, D2 側は低域側の減衰極を実現している。 L_x のパラメータに記載のある伝送線路は, イ

ンダクタの一部の置き換え及び負性抵抗回路の特性調整を行うために, インダクタと直列に FET のゲート部に接続されている。また, インダクタ及び伝送線路と FET の間には, DC カットのために 10 pF のキャパシタが挿入されている。これらは, 入力端から見て, インダクタ-伝送線路-キャパシタ-負性抵抗回路の順に接続されている。FET には ATF-34143(Avago Technologies) のモデルを用い, $V_{ds} = 2.0 \text{ V}$, $V_{gs} = -0.6 \text{ V}$ とした。インダクタ及びキャパシタは市販品 (太陽誘電株式会社) のモデルを用い, 基板には Megtron6 (パナソニック株式会社) を想定した。また, 目標共振周波数を 1.2 GHz, 減衰極は高域側を 1.4 GHz 及び低域側を 1.0 GHz とした。Advanced Design System (Keysight Technologies) による回路シミュレーションの結果を図 5 に示す。

表 1 L_x 及び C_x のパラメータ

L_{H1}	伝送線路 (幅 0.2 mm, 長さ 10.7 mm)
L_{H2}	2.4 nH
L_{L1}	7.5 nH + 伝送線路 (幅 1.2 mm, 長さ 10.7 mm)
C_{L2}	5.0 pF
L_{D1}	伝送線路 (幅 0.35 mm, 長さ 13.1 mm)
L_{D2}	7.5 nH + 伝送線路 (幅 1.1 mm, 長さ 10.7 mm)

表 2 負性抵抗回路のパラメータ

タイプ	L_d [nH]	C_d [pF]	R_d [Ω]
Type 1	2.4	8.0	40
Type 2	1.8	33	13
Type 3 (D1 側)	2.2	10	33
Type 3 (D2 側)	1.8	33	22

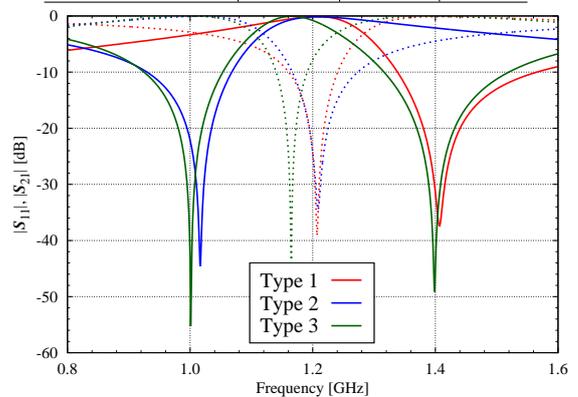


図 5 共振回路の損失を補償した回路の特性

3 まとめ

シミュレーション結果より, 全ての提案回路において Q 値の向上及び共振周波数近傍に減衰極が実現できた。

参考文献

- [1] Jae-Ryong Lee *et al.*, IMS, pp. 1747-1750, 2003.
- [2] 伊藤 正治 ほか, 信学技報, 2003.