

修士論文題目 広帯域 L-C 整合電力増幅器の  
最適回路構成に関する研究  
学籍番号 07GD183 氏名 向 則行  
指導教官 新井 宏之 教授  
論文提出日 平成 21 年 3 月 16 日

近年、ソフトウェア無線技術の実現に向けて、広帯域で高効率な無線回路の研究・開発が盛んに行われており、なかでも電力増幅器の広帯域高効率化が大きな課題の 1 つとなっている。従来、広帯域増幅器として分布型増幅器や負帰還増幅器、抵抗整合型増幅器があり、これらはいずれも広帯域にわたり平坦な特性が得ることができるが回路構成に抵抗を含むため利得や効率が低くなる問題がある。一方、無損失回路素子を用いたインピーダンス整合を広帯域で行う L-C 整合増幅器は上記の広帯域増幅器に比べ利得、効率の面で有利となる。

本論文では、広帯域高効率電力増幅器の実現のために L-C 整合増幅器における最適な回路構成の検討を目的としている。L-C 整合増幅器は出力インピーダンスと整合回路の Q 値により帯域が制限されるため増幅器には、出力インピーダンスが高く純抵抗となりなおかつ周波数によらず一定であることが求められる。しかしながら高出力特性を実現するためユニットトランジスタを多数並列接続した一般的なパワー-MESFET の出力インピーダンスは非常に低く、さらに FET 内部の寄生容量が高くなり強い容量性を持つために周波数依存性を持つので、整合状態により特性に大きな影響を受ける L-C 整合増幅器が広帯域で良好な特性を得ることは困難となる。

この問題に対して、高効率で高出力インピーダンスとなるバランス型カスコード回路に注目し、広帯域化のための出力インピーダンスの周波数依存性を抑制する回路を追加した広帯域バランス型カスコード電力増幅器の検討そして回路の最適化を行った。周波数依存性抑制回路の提案には、まず小信号等価回路を用いた回路解析により回路と出力インピーダンスの関係を明らかにし、その結果をもとに周波数依存性を抑制するために装荷する回路を選択した。また周波数依存性の変化量として新たに反射係数を用いた評価方法を提案し、そのパラメータと回路の Q 値を用いて最適化を行った。

検討の結果、カスコード回路におけるゲート接地 FET のゲート・ソース間に接続したインダクタと出力部に並列に接続したコンデンサによって構成する回路を従来のバランス型カスコード回路に追加した回路構成を提案し、解析により出力インピーダンスの周波数依存性、Q 値ともに半減できることを解析により明らかにした。また GaAsFET を用いて提案する増幅器を試作し実験を行い、その結果約 150%の比帯域幅で出力 32dBm 以上、電力付加効率 30%以上と良好な結果が得られ提案回路の有効性を確認した。