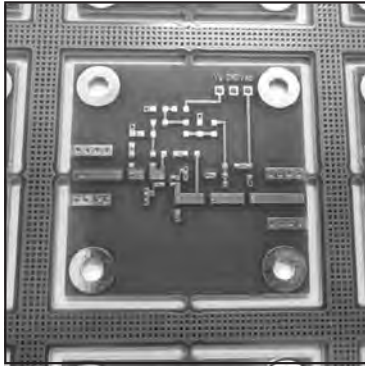


連載



自前の無線LANやBluetooth伝送システムへ応用

EpHEMT [高電子移動度トランジスタ] でつくる

1 ~ 3 GHz帯低雑音アンプの設計・製作

第4回 低雑音アンプの回路設計

知念 幸勇 Koyu Chinen

受信器の前段にはプリアンプ(前置増幅器)として雑音指数(NF: Noise Figure)の小さい低雑音アンプ(LNA: Low Noise Amplifier)が使われます。本連載では、低雑音、広帯域、高線形特性を有する高電子移動度トランジスタEpHEMT(Enhancement Pseudomorphic High Electron Mobility Transistor)を使ったLNAを設計・製作します。

今回はメーカ製の素子とマイクロストリップライン(MSL)によるLNA回路の設計を行います。入出力側のインダクタには積層チップを使用しましたが、ソース接続インダクタは帰還量を制御する重要な素子であるため、基板の銅はくレイアウトで作製しました。現在入手可能な代替品EpHEMTを用いたLNA回路も設計しました。

〈編集部〉

メーカ製の素子とマイクロストリップライン(MSL)によるLNA回路設計

● LNA回路の製作で使用したメーカ製の素子

表1に示すのは、LNA回路の製作で使用したメーカ製の素子のリストです。素子のサイズは、マニュアル実装が可能な1.6×0.8mm(JISミリ表記: 1608, EIAインチ表記: 0603)に統一しました。インダクタは積層チップ・インダクタを選択しました。メーカごとの特性も比較対象とすべきですが、今回は在庫品で対応しましたので推奨品という訳ではありません。

素子のSパラメータは、メーカのWebサイトなどからダウンロードします。回路シミュレータによっては、組み込みの部品ライブラリで提供している場合があります。Sパラメータのライブラリは、高周波回路シミュレーションにとって不可欠な要素です。Sパラメータのサポートがあるメーカ(ベンダ)の素子を選択することが重要です。

● 伝送路に使用したマイクロストリップライン(MSL)

実装基板の寸法は40×40×1mm(または1.6mm)で、材質は銅はく厚35μm(または18μm)のガラス布

エポキシ樹脂銅張積層板(FR-4)を用いました。

高周波信号の伝送路としては、基板の誘電体を信号線路とグラウンド(GND)で挟んだマイクロストリップライン(MSL)がよく使用されます。

一般に回路シミュレータにはMSLの伝送路モデルがあり、ストライプ幅 w 、基板厚 d 、基板比誘電率 ϵ_r を入力するとインピーダンス Z が出力されます。機械的な寸法は顕微鏡などを使えば精度よく測定できますが、基板の比誘電率 ϵ_r の測定は容易ではありません。

基板の比誘電率 ϵ_r の数値は基板メーカから標準的な数値が出されていますが、周波数やロットにより異なります。正確な値を知るにはストライプ幅 w の異なるMSLのサンプルをいくつか準備して、ネットワーク・アナライザなどで測定して確認します。

MSLの寸法はインピーダンス Z に加え、 S_{11} 、 S_{22} 、実装部品の寸法、加工精度なども考慮して決定します。

表1 LNA回路で使用したメーカ製素子

素子のサイズは、マニュアル実装が可能な1.6×0.8mm(JISミリ表記: 1608, EIAインチ表記: 0603)に統一した

部品名	記号	値	型名	メーカ名
トランジスタ (EpHEMT)	Tr_1	-	ATF54143	Broadcom
コンデンサ	C_{11} C_{12}	12 pF	GRM1882C1H120JA01D	村田製作所
	C_{21} C_{22} C_{23} C_{24}	100 pF	GRM1882C1H101JA01D	
	C_{31} C_{32}	100 nF	GRM188R11E104MA01	
	インダクタ	L_{11} L_{12}	39 nH	
抵抗	R_{31} R_{32}	47 Ω	ERJ3GEYJ470V	パナソニック
	R_{21} R_{22}	120 Ω	ERJ3GEYJ121V	
	R_{51}	240 Ω	ERJ3GEYJ241	
	R_{11}	1.2 kΩ	ERJ3GEYJ122V	
	R_{41}	12 kΩ	ERJ3GEYJ123V	