

電磁界解析によるLTEアンテナの インピーダンス整合回路の最適化

概要

スマートフォンのプリント基板にLTEバンド動作用のアンテナを設置し、複数の周波数帯で動作するように、インピーダンス整合回路をXFDTDを用いてチューニングした事例です。整合回路を構成する各回路部品は、システム効率（システム全体の損失を含めた放射効率）を最大化するように選択されています。

図1は、プリント基板に設置されたアンテナのモデルと、その給電部の拡大図を示しています。このアンテナは、シンプルなストリップ導体によってオフセンター給電されています。このタイプのアンテナの動作モードは複雑ですが、エレメントの長さが異なる2つの逆L型アンテナを背中合わせにしたものと考えることができます。図2は、このアンテナを整合回路無しで給電した場合のシステム効率を示していて、性能向上のためにはインピーダンスマッチングが必要であることを示しています。

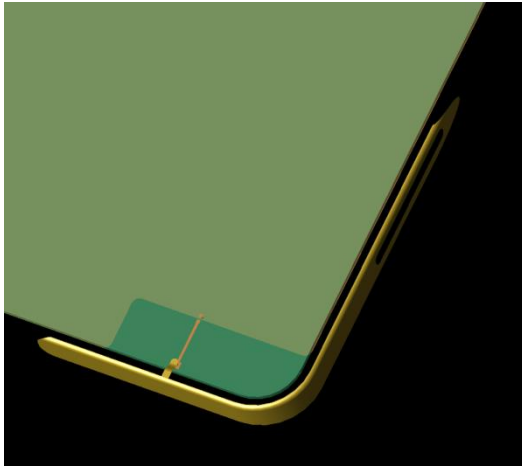


図1-1 : LTEアンテナ 整合回路無し

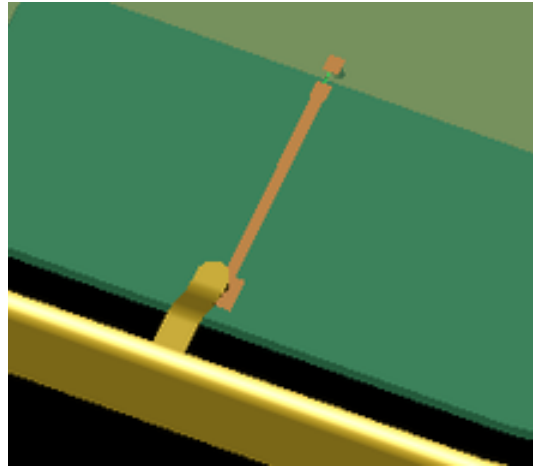


図1-2 : 給電部拡大図

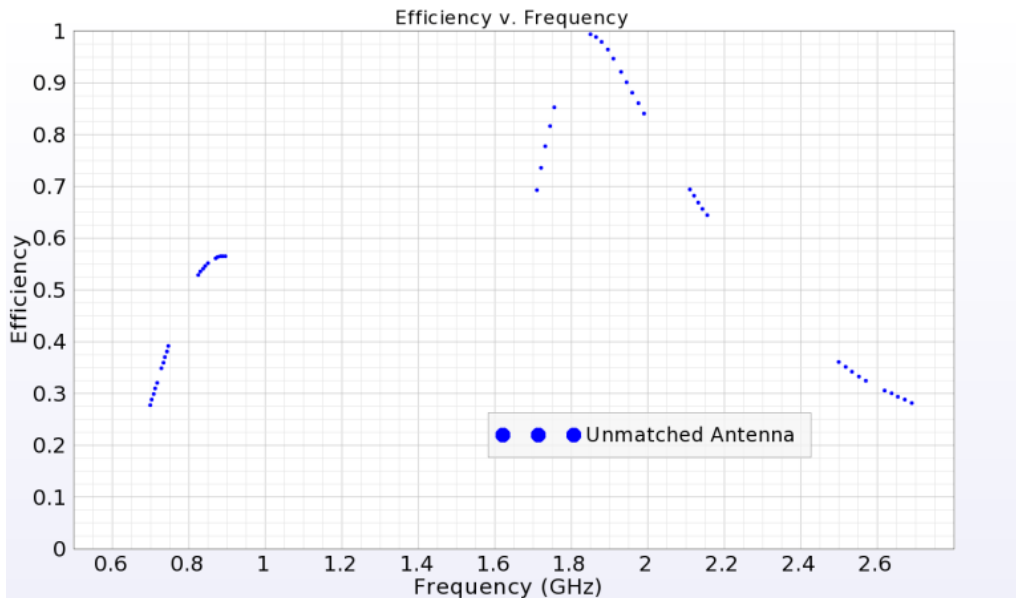


図2 : システム効率 整合回路無し

スマートフォンなどの携帯電話は、事業者が定めた複数の周波数帯で動作することを想定しています。表1は、この事例で要求されるLTE周波数帯です。

Band	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
12	699 - 716	729 - 746
5	824 - 849	869 - 894
4	1710 - 1755	2100 - 2155
2	1850 - 1910	1930 - 1990
7	2500 - 2570	2620 - 2690

表1：本事例で利用するLTE周波数帯

最大限の電力伝送と効率を実現するために、ポートとアンテナの間に整合回路が必要になります。設計基準の目標は、すべての動作帯域で少なくとも65%の平均システム効率を実現するアンテナと整合回路を作ることです。この設計目標を満たすために、図3の整合回路が選ばれています。図4はアンテナと整合回路の概要図、図5は回路レイアウト部を拡大して示しています。

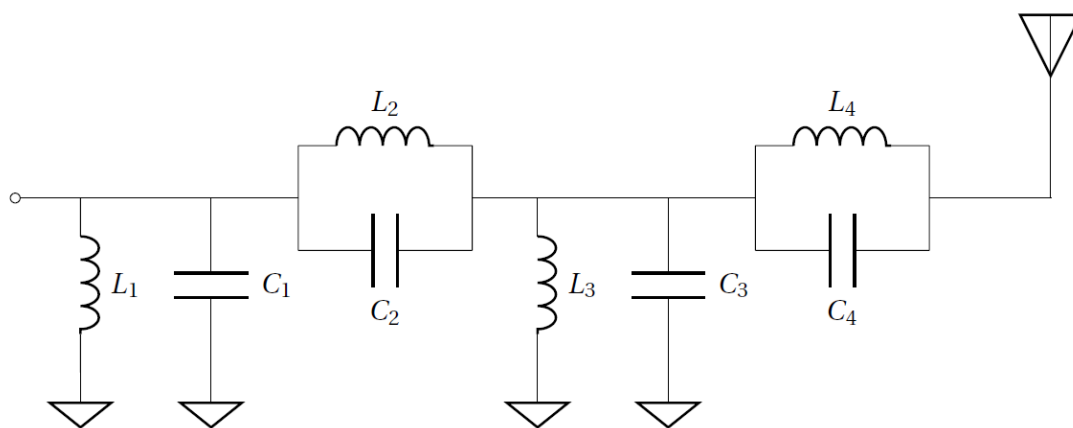


図3：整合回路図の概要

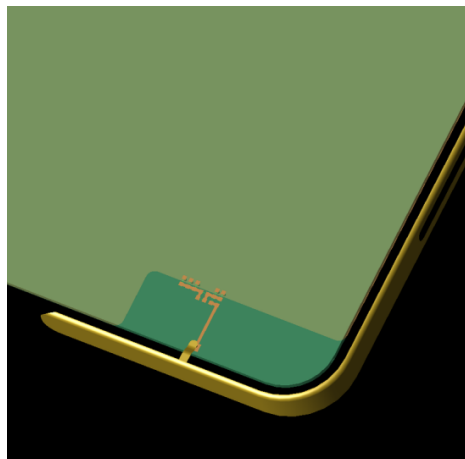


図4：アンテナと整合回路の3次元図



図5：整合回路部の拡大図

本事例の目的は、このモバイル機器向けの整合回路に使用できる村田製作所製のコンデンサとインダクタの組合せを実際に見つけ出すことです。この事例の用途と、物理的な回路レイアウトのおおよその要求サイズから、0603サイズ (0.6 x 0.3 mm) のMurata GJM、GRMシリーズコンデンサと、LQP03TG、LQP03TN、LQP03TQ、LQP03HQシリーズインダクタを候補部品として選びました。複数の異なる部品シリーズを使用しているため、キャパシタンスとインダクタンスの値の一部は、複数のシリーズにまたがって繰り返されています。すべての部品を正確に表現するため、最適化する回路部品は、XFtdの回路最適化機能内のタイプ「Tunable (可変)」部品として定義し、村田製作所の各製品の個別のデータをテーブルとして与えています。

MDIFインポート機能では、各部品毎に.s2pファイルをインポートして毎回新しい定義を作成するのではなく、各シリーズのs2pデータをMDIFファイルにコンパイルし、「Tunable」定義にインポートすることができます。すると、図6に示すように、XFtdはMDIFファイル内のs2pデータのセットごとにテーブルを自動的に作成します。

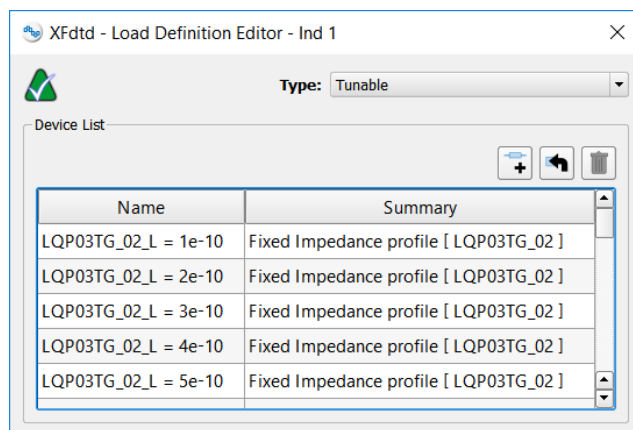


図6：各回路部品をタイプ「Tunable」として定義し、各製品をテーブルとしてリスト (画像はMDIFインポート後)

XFdtdの回路最適化機能は、XFdtdのフルウェーブFDTD解析によるシステム効率の特性評価を行います。その評価に基づいて、製品の各シリーズから最適な部品が決定されます。その結果として選択された部品の値とその村田製作所の部品番号を表2に示します。図7では、インピーダンス整合されたアンテナのシステム効率とチューニング前の結果を比較しています。

Component	Value	Part Number
L1	8.2 nH	LQP03HQ8N2H02
L2	0.1 nH	LQP03TG0N1B02
L3	6733 nH	LQP03HQ33NH02
L4	100 nH	LQP03HQR10H02
C1	0.2 pF	GJM0332C1HR20WB01
C2	27 pF	GJM0332C0J270GB01
C3	0.5 pF	GJM0332C1HR50WB01
C4	0.2 pF	GJM0332C1E9R2WB01

表2：各部品の最適値と対応する村田製作所製品の部品番号

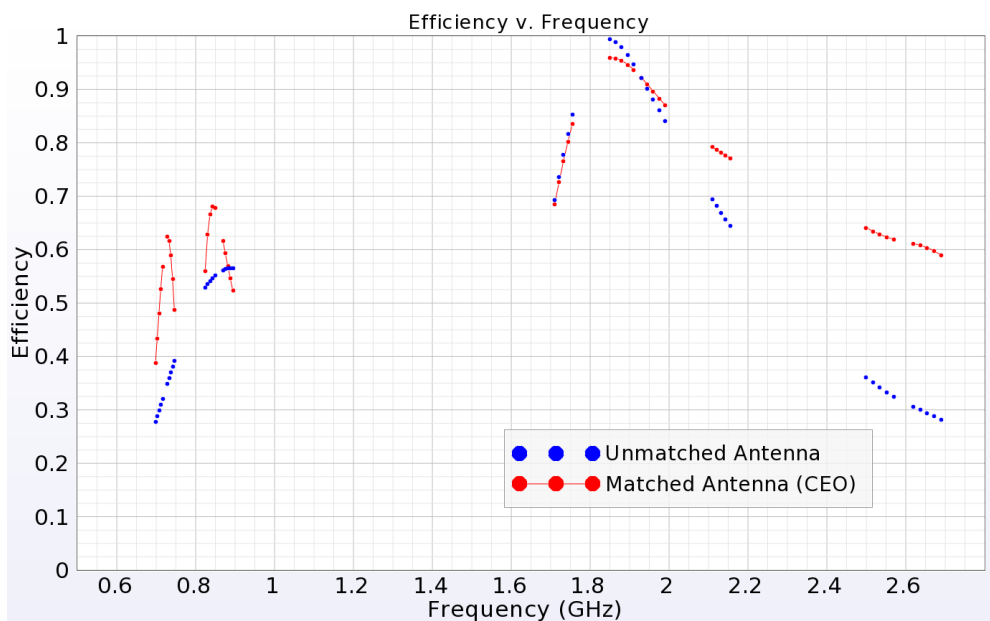


図7：インピーダンス整合チューニング前と後のシステム効率の比較

このXFtdによる回路最適化の結果を検証するために、最適化によって選択された村田製作所の各 부품のネットリストをインポートして、回路の各部品モデルに定義し、FDTD解析を行いました。その結果、図8に示すように、回路最適化で得られた結果を確認することができました。このように、解析によって実回路部品の組合せがわかり、試作、実測を行い、解析結果との確認ができることになります。

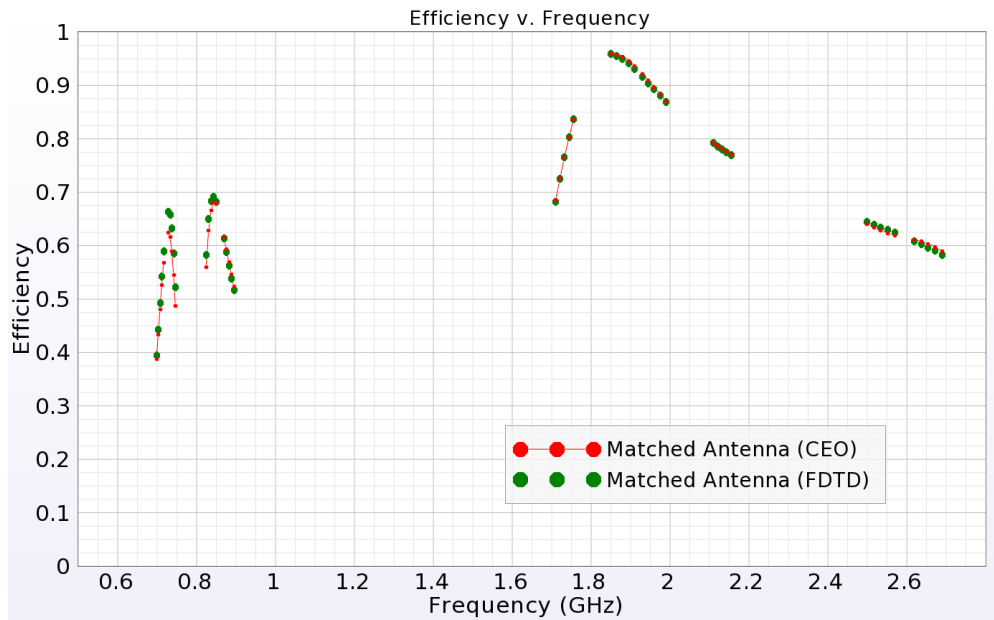


図8：システム効率比較

XFtdの回路最適化によって選択、作成された整合回路の解析結果と、各回路部品に対応するネットリストのインポートによって得られた解析結果の比較

[製品情報とお問合せはこちら（製品HP）](#)