

スイッチング電源における電磁界ノイズシミュレーション実用化の研究

評価技術課 佐々木克浩, 塚本吉俊, 宮田直幸 加工技術課 岩坪聡*1 機械電子研究所 釣谷浩之*2
若い研究者を育てる会 コーセル株式会社 野口拓

1. 緒言

スイッチング電源から発生する電磁ノイズを設計段階で予測できれば、製品開発期間の短縮やノイズ対策効率の向上が期待できる。その実現の一手段として電磁界シミュレーションが試みられているが、製品をそのままモデル化すると複雑で解析規模が大きくなってしまいう課題がある。

そこで本研究では、スイッチング電源におけるノイズの要因を考慮したモデルを検討することで、モデリングやノイズ発生メカニズムに関する知見を蓄積し、これにより設計段階での遠方電界の予測の実現を目指した。その第一歩として、主要なノイズ源であるFETと方形ループ状線路(ディファレンシャルモード放射)から成る簡易モデルを設定した。一般的な電磁界シミュレータでは、FETなどの非線形素子を直接考慮できないことが多いため、回路解析と電磁界解析を組み合わせたシミュレーションについて検討した。

2. 解析方法

電磁界シミュレータはムラタソフトウェア社製 FEMTET、回路シミュレータはリニアテクノロジー社製 LTspice を使用した。製作した簡易モデルにおける主要部品である抵抗、インダクタ、FET およびループ状線路を図1のようにモデル化した。FETの寄生容量と諸特性をカタログ値に合うように設定した。その他の部品のインピーダンスについて、電磁界シミュレータによる解析または実測を行い、その値に合うように回路内の素子の定数を調整した。以上により等価回路化した回路解析モデルを用いて、ループ状線路に流れる電流 I を計算した後、電力値を算出して給電部に設定し、距離 $r=3\text{m}$ 、角度 $\theta=\phi=90\text{deg}$ の位置の遠方電界を計算した。

3. 結果とまとめ

スイッチング電源において、30MHz以上の部品の高周波特性についての検討はこれまで少なかったが、本研究では、100MHzまでを考慮した等価回路モデルを作成した。このモデルを計算することで、ノイズ源と考えられる50MHz付近の周波数成分を含む電流 I の計算を可能とした。この計算された電流値はレベルが低下し始めるピーク周波数が実測と一致したが、ピーク付近のレベル差は最大で6dB程度生じた。

次に、垂直偏波の遠方電界を計算した結果を図2に示す。同図では比較のため、電波暗室における実測結果と給電電流を実測値として解析した結果も示した。計算と実測のスペクトルは同様な傾向を示しており、実測とのレベル差に関して、給電電流が実測値では±

4dB以内、計算値では9dB以内でシミュレーション可能であった。以上の結果から、FETとループ状線路により発生するディファレンシャルモードノイズの概略計算が可能になった。

<詳細は平成25年度若い研究者を育てる会「研究論文集」pp. 7-13を参照>

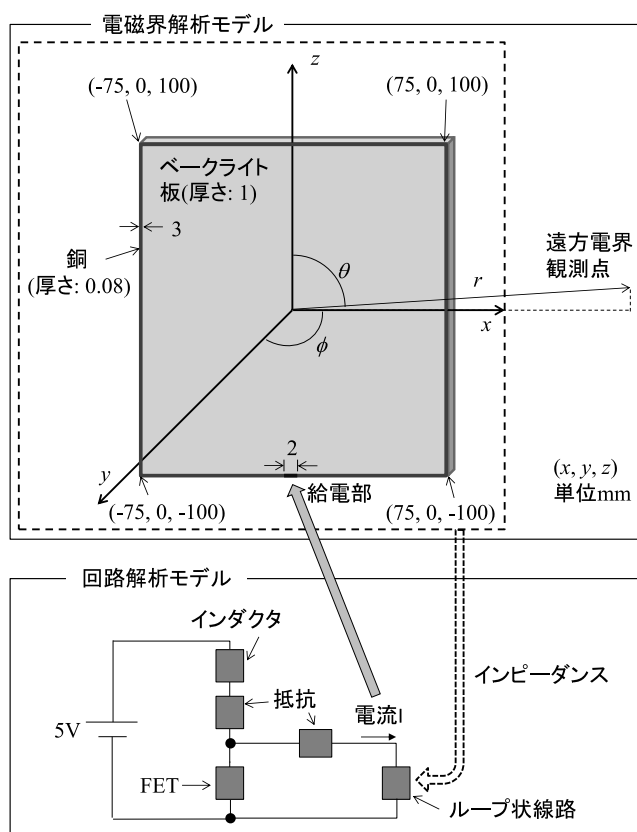


図1 解析モデル

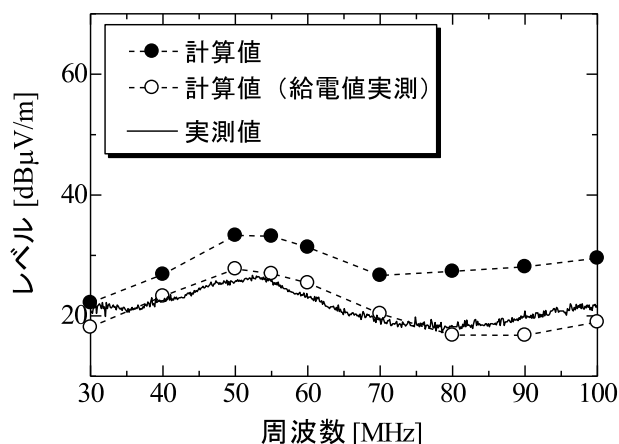


図2 遠方電界の計算および実測結果

*1 現 評価技術課、*2 現 商工企画課