

# TEMセルを使った放射エミッションおよびイミュニティのトラブルシューティング

Kenneth Wyatt

Wyatt Technical Services LLC

Email: ken@emc-seminars.com

**予**算と敷地を考えなくてよいなら、EMC 適合性試験に完全に対応できる試験室を持ちたいと願う会社は多いだろう。だが正式な適合試験を始める前に、放射エミッションと放射イミュニティ適合について低価格のトラブルシューティングを実施する機会もあったほうが良いと思っているに違いない。私は、自分たちでエミッション・イミュニティの予備適合性試験を実施する方法について多くの記事を書いているが(参考文献1~8参照)、さまざまな調整や迅速な比較をさせていただければ、卓上用の簡単な TEM セルがぴったりな場合もある。

TEM (transverse electromagnetic field: 横方向電磁界) セルは、基本的に拡大された2ポート、50Ωの伝送線またはストリップラインである。供試デバイス (DUT: device under test) は普通、小さな回路基板やサブアセンブリで、底面の絶縁スペーサーの上、または中央のセプタムの上に置く。放射エミッション試験では、スペクトラムアナライザ(以下「スペアナ」)を片方のポートに接続し、その反対側のポートを50Ωで終端する(図1)。DUTがセプタムに接触して電圧が発生した場合には、スペアナを保護するのにDCブロックを使うのが賢明な選択である。放射イミュニティ試験では、50Ωの終端はそのままにして、スペアナをRF信号発生器に置き換える(図2)。

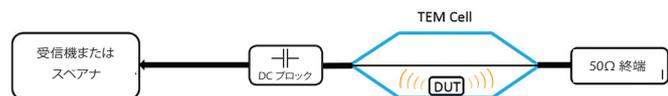


図1. 放射エミッション試験に TEM セルを用いた試験構成 (図提供: Tekbox)

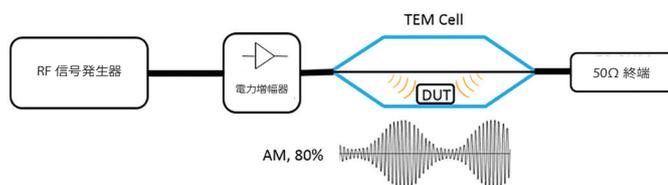


図2. 放射イミュニティ試験に TEM セルを用いた試験構成 (図提供: Tekbox)

この記事で私が使っている TEM セルは、Tekbox Technologies 社 (<https://www.tekbox.net/>) 製造のものである。米国では Selig Electronics 社 (<http://www.saelig.com/category/tekbox-accessories.htm>) より購入できる。米国以外の国の代理店については Tekbox 社の Web を参照のこと。

Tekbox の TEM セルは極めて頑丈な設計で、上部と下部の板材には厚いステンレス鋼が使われ、高品質のハードウェアおよび “N” コネクタ付きである。大部分の TEM セルは高次モードに悩まされ、使える帯域が限定されている。Tekbox の設計は、FR-4 ベースのエポキシガラス繊維の中央セプタムを独立した並列ストリップに分布させた抵抗器に接続して設計している点でユニークである。そのため高次モードおよび共振は抑制される。各抵抗器は、図5に示すようにシリコンベースの保護接合剤でカバーされている。これにより周波数応答を一定に保ち、使用可能な周波数を拡大することが期待できる。この記事で私が使っているモデル TBTC2 は、基本的に 1 GHz までずっと一定である。

Tekbox 社は3種類のサイズの TEM セルを製造している。本稿の測定例では中間サイズの TBTC2 を使っている。このモデルは作業机の上に無理なく置ける。同社の TEM セル製品は3モデルあり、どのモデルにも25ワットの50オーム終端抵抗器、広帯域 DC ブロック、短い同軸ケーブルが付属している。

Tekbox は TEM セルを「オープン」にして、DUT のインストールや評価をしやすくしている。だが、オープン TEM セルは周囲環境信号を受信してしまうので、DUT からのエミッションと区別するのに手間がかかる。したがって、エミッションプロファイルの違いを観察できるよう、DUT 測定の前に基準レベル(周囲環境信号)測定をやりたくなるに違いない。

上記3種の TEM セルは全て、回路基板や小さなサブアセンブリなど小さな DUT 用に設計されている。大きな製品は、GTEM と呼ばれる大きなセルを用いて試験できる。基本的に GTEM は TEM セルの半分だが、片方の端に RF 吸収体がある。大きなモデルでは卓上機器1個をうまく収容することができる。

## 1. TEM セルの評価

エミッションまたはイミュニティ試験をセットアップする前に、50オームの終端性能(図3および4)とセル自身の周波数応答性能(図5)の性能確認をすることにした。使用したアナライザは Rigol DSA815TG で、トラッキングジェネレータが付いたスペアナである (<http://www.rigolna.com/products/spectrum-analyzers/dsa800/>)。終端のリターン損失試験については Mini-Circuits ZFDC-25-5 20 dB (0.1 ~ 2000 MHz) の方向性結合器