

3次元EMCシミュレーションソフトウェア

S-NAP[®] PCB Suite[®]

for Windows[®]

— Ver.5.0 —

MEL

Microwave & Electronics Laboratory

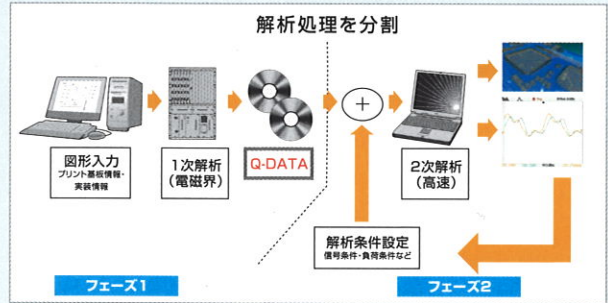
3次元EMCシミュレーションソフトウェア
S-NAP[®] PCB Suite[®]
 for Windows[®]
 Ver.5.0

概要

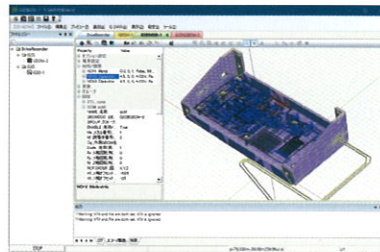
S-NAP PCB Suite は、電磁界解析と回路解析を融合した3次元EMC解析用のシミュレータで、部品実装状態のプリント板と筐体やワイヤ等を含めて高速に解析します。全端子の波形やスペクトルを調べることが可能で、静電ノイズや伝導ノイズなど各種ノイズ問題の解析、対策が容易に行えます。

構成

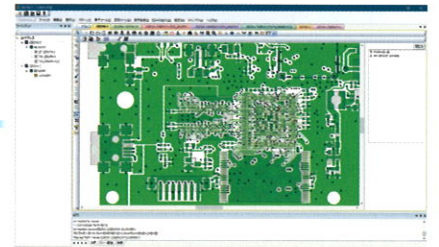
ソフトウェアの構成は、図のように1次解析部分と2次解析部分に分かれています。1次解析では、プリント板と筐体やワイヤを含む3次元構造の電磁界解析を行い全体をブラックボックス化します。2次解析ではノイズ信号やパルス信号など印加し、ノイズ特性や信号の応答特性をシミュレーションします。さらに、その結果から電流分布特性や放射特性、電磁界特性なども観測することが可能です。



プリント板データはプリント板CADからODB++/I/Fを通して読み込まれ、筐体やワイヤはSTLファイルや内部図形で構築し、プリント板と合わせて3Dエディタで組み合わせます。

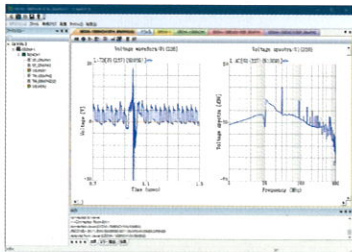


3Dエディタ

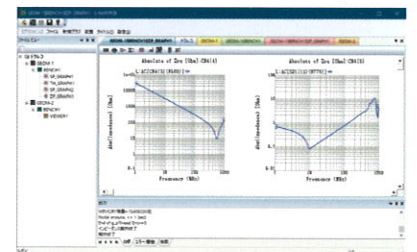


PCBエディタ

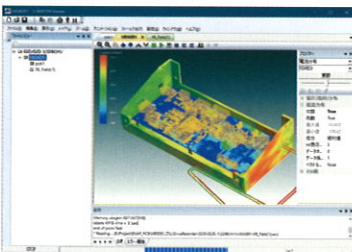
**3次元モーメント法
電磁界ソルバ**



波形とスペクトル



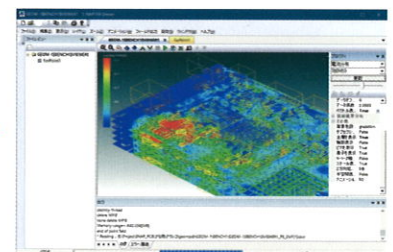
インピーダンス表示



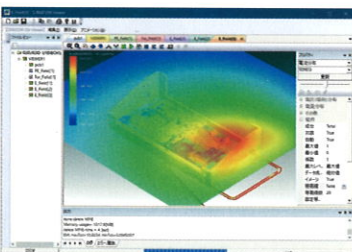
3D電流分布



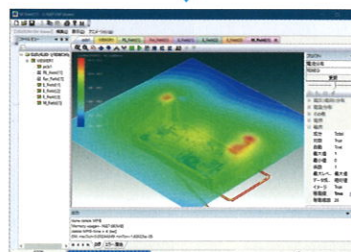
3Dテストベンチ



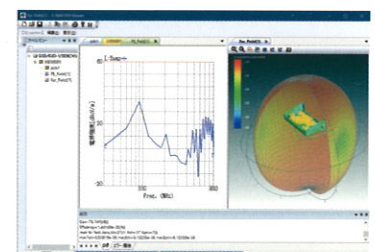
PCB電流分布



近傍電界分布



近傍磁界分布



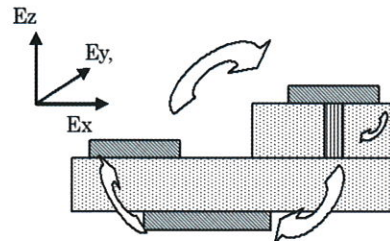
3m電界と遠方放射パターン

電磁界ソルバ

電磁界解析手法は、3次元モーメント法を実装しており、複数のプリント板、筐体、ワイヤ、樹脂ケース（誘電体）、フェライトなどを組み合わせて解析可能です。基板上的動作信号だけでなく、平面波入射の設定も可能です。

3次元電磁界エンジン

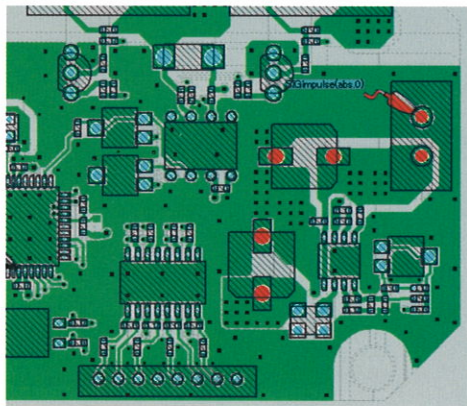
3次元モーメント法電磁界ソルバは、MPIE (Mixed Potential Integral Equation) をベースにしたモーメント法で右図のように3次元的な電界結合と磁界結合の要素を計算します。しかしながら、PC板を離散化した時の要素数は膨大になりますので、境界要素法の考え方を導入し小領域に分割して計算致します。その結果大規模基板におけるモーメント法解法を可能にしています。



$$E_k(\mathbf{r}) = -j\omega A_k(\mathbf{r}) - \nabla\phi_k^e(\mathbf{r}) - \frac{1}{\epsilon_k} \nabla \times F_k(\mathbf{r})$$

テストベンチソルバ

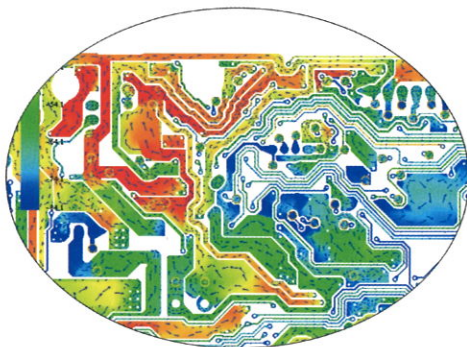
回路解析エンジン



テストベンチは、1次解析（電磁界解析）で得られたプリント板を含む3次元構造のSパラメータに部品や信号源などを実装して回路解析を行うものです。非線形の時間軸解析では、3次元構造のSパラメータのインパルス応答を計算し、コンボリューションを行うことでトランジェント解析を行います。線形解析や定常解析の場合は、周波数ドメインでのスペクトル解析を元に時間軸波形を合成します。

端子数が多くなると、全端子に対するSパラメータ計算は膨大な計算量になり、現実的な解析ではなくなります。この問題を解決するために、アクティブポートとパッシブポートに分類する手法を採用しています。アクティブポートは、信号の入力や素子の接続を行うことが可能な端子で、いわゆる入出力可能なポートです。一方、パッシブポートは、信号入力などのアクティブな操作はできず、電圧と電流を観測するのみのポートになります。このように2種類のポートに分類することで、大規模基板においても全端子電圧電流の観測を行うことができます。

電流・電圧分布解析

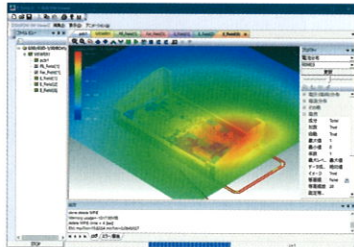


PC板のパターンや筐体、ワイヤに流れる電流や電圧レベルを計算することは、結合や集中度合いを検討するために重要なことですが、電界や磁界の放射を計算は電流分布と電圧分布を元に計算しますので、電磁界分布を解析するには必須になります。電流分布と電圧分布は回路の動作状態に依存しますので、回路解析後に全端子の情報を電磁界ソルバにフィードバックして計算する必要があります。

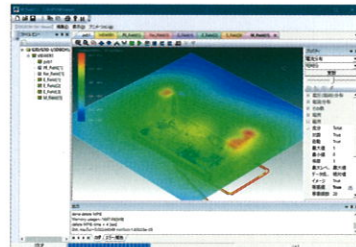
テストベンチはこの機能を有しており、回路解析を行った結果を反映して電流分布と電圧分布を計算できますので、結合状態や電流の向きなども確認することが可能です。

電界・磁界及び各種フィールド解析

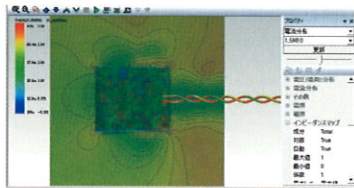
電界、磁界、空間インピーダンス、ポインティングベクトル解析



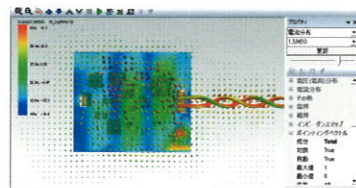
空間電界



磁界分布



空間インピーダンス分布

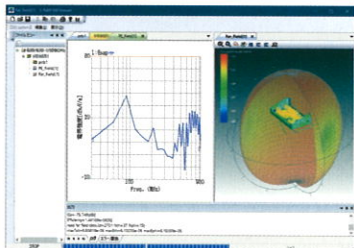


ポインティングベクトル

電流・電圧分布を基に空間の各種分布解析を行うことができます。空間分布は任意のカット面で計算することができます。

空間インピーダンス分布は、空間のE/Hを表示したもので誘電体内や空間のインピーダンスの変化を示したものです。ポインティングベクトルはエネルギーの流れを表わすものです。

指定点の電界強度と指定周波数での近傍遠方放射パターン



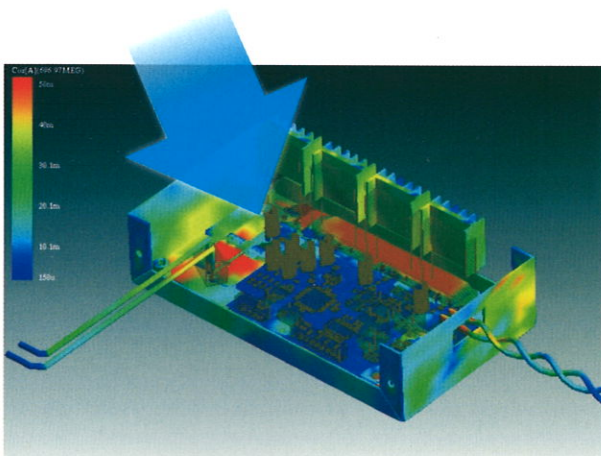
3m電界と遠方放射パターン

この機能は遠方点電界計測機能で、電波暗室での測定と同じイメージです。例えば、基板の上方3m地点($R=3, \theta=0, \phi=0$)の電界強度の傾向を知ることができます。入射波解析と併用し、入射における2次輻射を計算すると、基板から輻射しやすい周波数なども知ることができます。

放射パターンは、遠方界と近傍界のパターン計算が可能です。

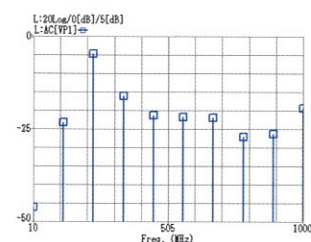
入射波解析機能

θ, ϕ 方向から到来する平面波



到来波により誘起した電流

入射波解析機能は、空間的に離れた位置から、RF信号を照射するものです。無線トランシーバなどの高周波発生機器を基板の近傍で動作させるイメージです。外来波信号として、 θ, ϕ 方向から到来する平面波を設定します。基板に到来した電磁波は、筐体やパターンに電位を誘起します。端子に誘起した電圧特性は、全端子のスペクトルをACプローブで観測することができ、同時に基板全体の電圧電流分布が出力されます。

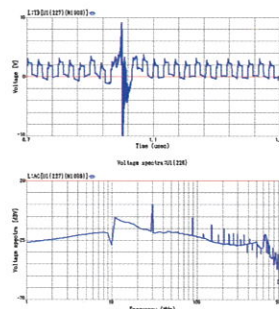
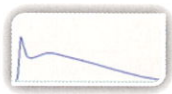
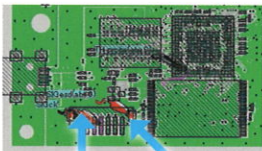


基板端子に誘起した電圧の例

テストベンチ解析モード

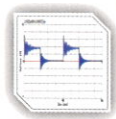
テストベンチでの解析モードは、ハーモニック・バランス解析を含め、線形定常応答解析（タイムハーモニック）、伝達特性解析、インピーダンス解析、Sパラメータ解析、トランジェント解析、入射波解析機能を実装しています。Sパラメータ解析以外は、全端子電圧電流をリアルプローブで観測できます。

信号応答

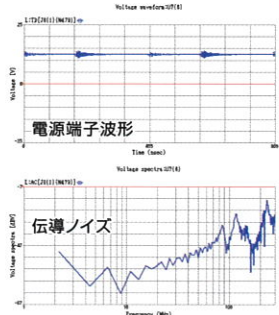


端子に複数の信号を割り当て同時に動作させることで、複数の信号の干渉を解析することができます。左図は、コネクタ端子に印加した信号とコネクタのハウジングに印加したESDノイズを解析した例で、CPUの受信端子では信号にESDが重畳していることが確認できます。図は端子波形とスペクトルです。

スイッチング動作

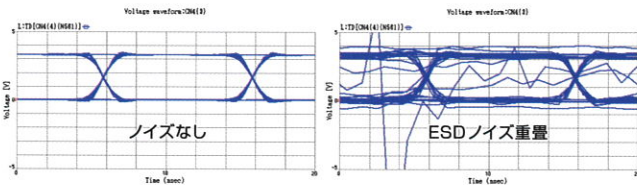


DCDC回路部分



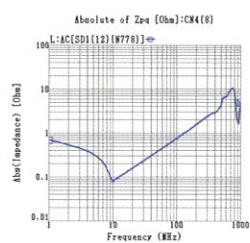
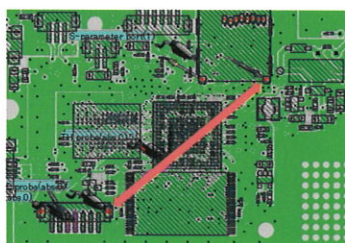
DCDCコンバータやバッファの出力などはスイッチング動作を行っていますが、これらから発生するノイズを解析するには、基板上でスイッチング動作を行う必要があります。ハーモニック・バランス解析やトランジェント解析機能を用いると実装状態でのスイッチングを行うことができ、伝導ノイズなどをシミュレーションすることが可能です。図は6層基板に組み込まれたDCDC回路を動作させた場合の電源端子波形とスペクトル（伝導ノイズ）を表わしています。

SI解析



非常に高い周波数での伝送線路解析や、メアングラインを含むような差動線路の特性は、高精度な3次元の電磁界解析が必要になります。ノイズが重畳されたSI特性なども容易に観測可能です。

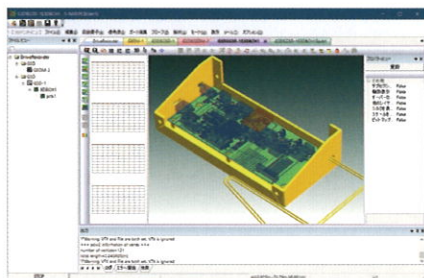
プレーン共振(Sパラ、AC、インピーダンス)



2点間のインピーダンスを容易に測定

高周波数での伝送線路解析や、メアングラインを含むような差動線路の特性は、高精度な3次元の電磁界解析とSパラメータ解析が必要になります。Sパラメータ解析では、ミックスドモードSパラメータの解析も行うことができます。テスターモードでは、任意のアクティブポート間のインピーダンスをテスターで抵抗を測定するイメージで表示することが可能です。

リアルプローブ機能



3Dベンチ全体図



2.5Dベンチ全体図

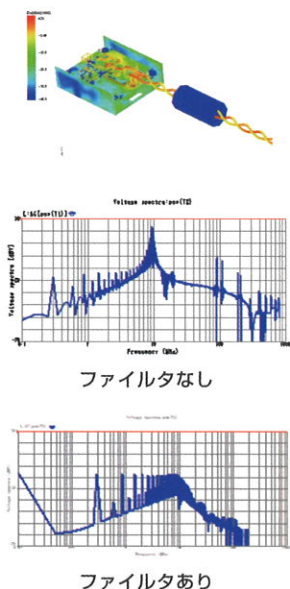


オシロプローブ操作イメージ

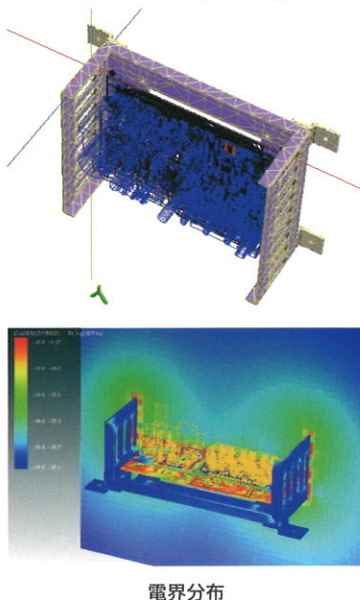
テストベンチでは、3種類のリアルプローブを使用できます。リアルプローブは、プローブ型のマウスポインタで端子に触れるだけで、基板上的すべての端子の電圧および電流を観測することができるモードです。オシロプローブは、オシロスコープで波形を見るかの如く操作できる機能です。ACプローブは各端子の周波数特性を観ることができます。インピーダンスプローブは、2つのアクティブポート間のインピーダンスを即座に調べることができます。

各種シミュレーション例

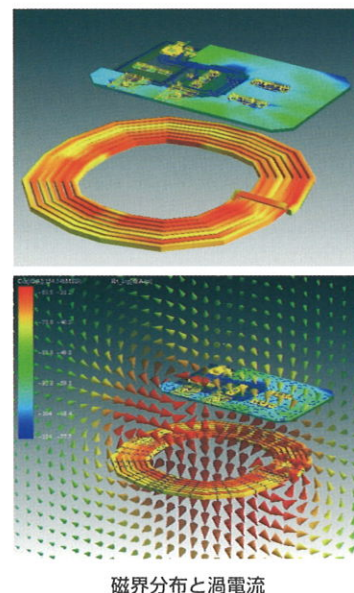
クランプフィルタ挿入特性



複数基板と筐体解析



外部磁界の影響



MEL
 Microwave & Electronics Laboratory

株式会社 エム・イー・エル

〒452-0808 名古屋市西区宝地町207番地
 TEL 052-504-6068 (代) / FAX 052-504-6067
 ホームページ <http://www.melinc.co.jp/>
 E-mail info@melinc.co.jp

<取扱店>