

## EMC設計対策に役立つ マイクロ波的シミュレーション技術

ソネット技研 石飛

[tovy@sonnetsoftware.co.jp](mailto:tovy@sonnetsoftware.co.jp)

2008/8/1

SONNET

www.sonnetsoftware.co.jp  
ソネット技研

- 序
- EMC問題解決の手順の提案
- 問題を単純化することの効果
- むすび

SONNET

www.sonnetsoftware.co.jp  
ソネット技研

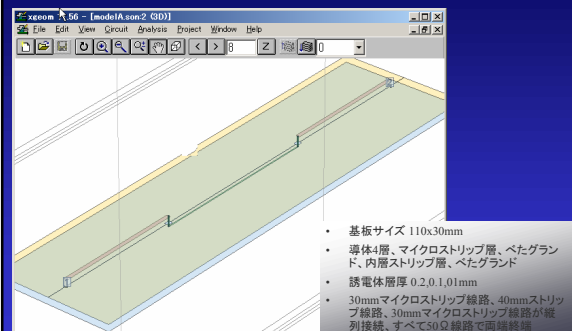
## ベンチマークモデルを使ったシミュ レータの検証

- “EMC設計対策に役立つシミュレーション技術” pp21-94 電磁環境工学情報 Vol20 No.12 2008/4/5
- “ストリップラインからの放射ノイズ解析” Pp25-28 超高速高周波エレクトロニクス実装研究会論文集 Vol8, No.1

SONNET

www.sonnetsoftware.co.jp  
ソネット技研

### model A

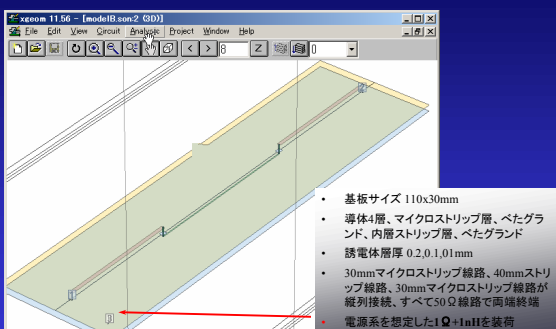


- 基板サイズ 110x30mm
- 導体4層、マイクロストリップ層、ベタグラウンド、内層ストリップ層、ベタグラウンド
- 誘電体層厚 0.2, 0.1, 0.1mm
- 30mmマイクロストリップ線路、40mmストリップ線路、30mmマイクロストリップ線路が縦列接続、すべて50Ω線路で両端終端

SONNET

www.sonnetsoftware.co.jp  
ソネット技研

### model B

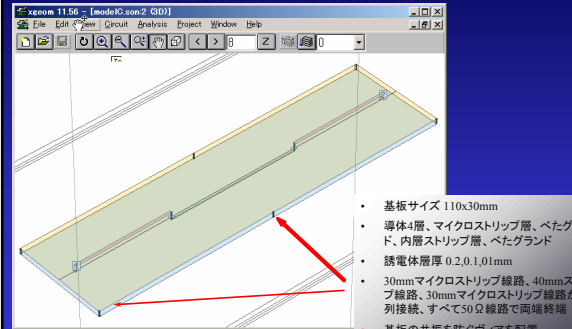


- 基板サイズ 110x30mm
- 導体4層、マイクロストリップ層、ベタグラウンド、内層ストリップ層、ベタグラウンド
- 誘電体層厚 0.2, 0.1, 0.1mm
- 30mmマイクロストリップ線路、40mmストリップ線路、30mmマイクロストリップ線路が縦列接続、すべて50Ω線路で両端終端
- 電源系を想定した1Q+1nHを接続

SONNET

www.sonnetsoftware.co.jp  
ソネット技研

### model C

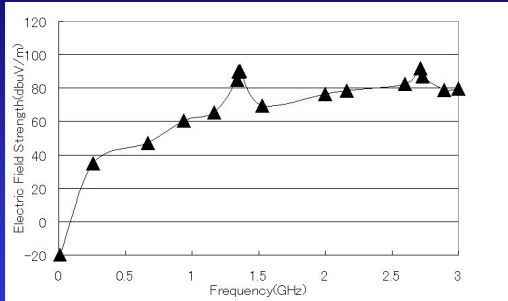


- 基板サイズ 110x30mm
- 導体4層、マイクロストリップ層、ベタグラウンド、内層ストリップ層、ベタグラウンド
- 誘電体層厚 0.2, 0.1, 0.1mm
- 30mmマイクロストリップ線路、40mmストリップ線路、30mmマイクロストリップ線路が縦列接続、すべて50Ω線路で両端終端
- 基板の共振を防ぐビアを配置

SONNET

www.sonnetsoftware.co.jp  
ソネット技研

## 解析結果 3m離れた電界強度

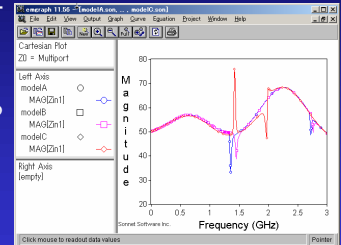


SONNET

ソネット技研

## 解析結果 入力端からみたインピーダンス

- 結果はどのシミュレータでも当たらずとも遠からじ
- 解析リソース
  - Sonnet Pro + core2duo 2.4GHz
  - Model A 63MB 26分
  - Model B 84MB 30分
  - Model C 91MB 47分
- この解析時間で満足か？



SONNET

ソネット技研

## もっと早く！ケタチガイに早く！

- 対策を考え効果を試すには不十分
- では
  - 待ってれば早くなるのか？
  - 早くする工夫はないのか？

SONNET

ソネット技研

- 序
- EMC問題解決の手順の提案
- 問題を単純化することの効果
- むすび

SONNET

ソネット技研

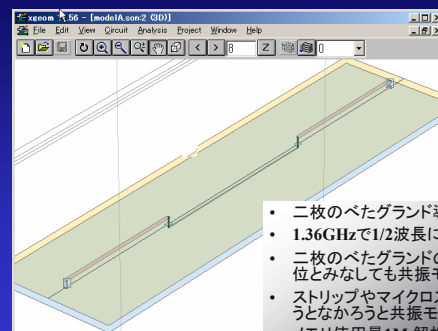
## EMC問題解決の手順の提案 マイクロ波的シミュレーション技術

- 電気長の大きなものだけに着目する
- 共振モードを特定する
- 共振モードをなくす
  - Qを下げる
  - 共振周波数を上げる
  - 共振系にエネルギーが注入されない構造
- 次に電気長の大きなものに取り組む

SONNET

ソネット技研

## 一番電気長の大きな部分は？

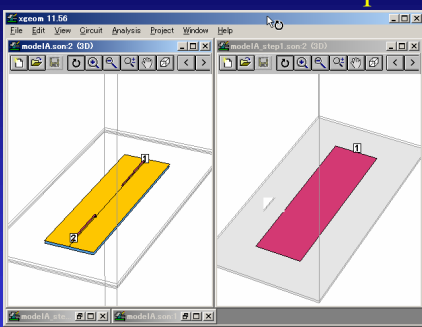


- 二枚のべたグラウンド導体の長さ110mm
- 1.36GHzで1/2波長になる
- 二枚のべたグラウンドのうち一枚を基準電位とみなしても共振モードは変わらない
- ストリップやマイクロストリップ線路があるうとなかると共振モードは変わらない
- メモリ使用量1M, 解析時間9秒

SONNET

ソネット技研

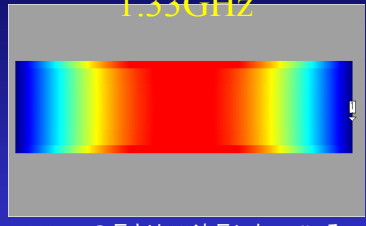
## 共振モードの特定 model A step1



- ベタ導体を一枚だけ(110x30mm)
- 下側のベタ導体は解析空間の境界面(電位0)
- ポートは高インピーダンス

SONNET ソネット技研

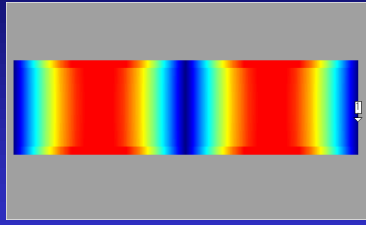
## もっとも低い共振モード 1.33GHz



- 110mmの長さは1/2波長になっている。
- ベタ導体中央部で電流が強い
- ベタ導体両端で電圧が高い
- ベタ導体中央部で磁界が強い
- ベタ導体両端で電界が強い

SONNET ソネット技研

## ベタ導体2番目の共振モード 2.66GHz



- 110mmの長さは1波長になっている

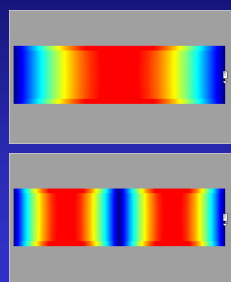
SONNET ソネット技研

## EMC問題解決の手順の提案 マイクロ波的シミュレーション技術

1. 電気長の大きなものだけに着目する
2. 共振モードを特定する
3. 共振モードをなくす
  1. Qを下げる
  2. 共振周波数を上げる
  3. 共振系にエネルギーが注入されない構造
4. 次に電気長の大きなものに取り組む

SONNET ソネット技研

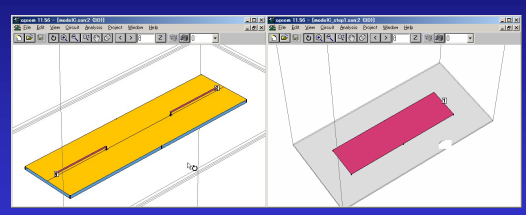
## 共振モードを無くす



- 共振モードの
  1. 電流の強い部分で導体を切断する
  2. 電圧の強い部分で導体を短絡する

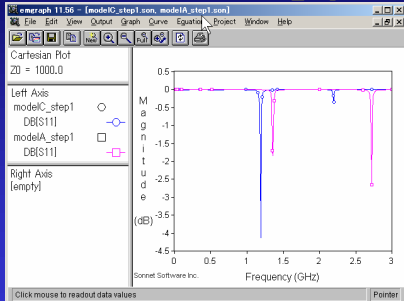
SONNET ソネット技研

## 共振モードを無くす 電圧の強い箇所をviaで短絡する model C\_step1



SONNET ソネット技研

### 電圧の強い箇所をviaで短絡する model\_C\_step1

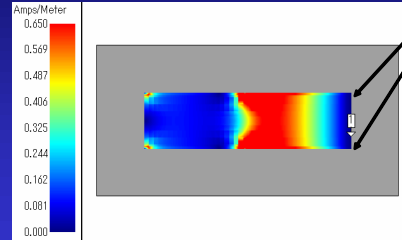


- まるで効果が無い
- 返って共振周波数が下がっている



ソネット技研

### 電圧の強い箇所をviaで短絡する model\_C\_step1

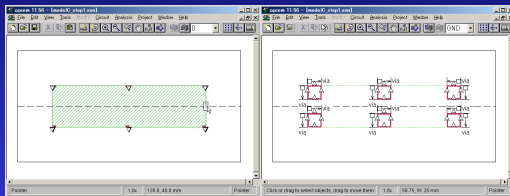


Viaが効いてない  
Viaが細過ぎるか？



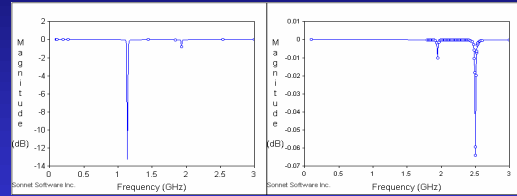
ソネット技研

### Viaの大きさを確認するモデル modelC\_step2



ソネット技研

### Viaの大きさを確認するモデル modelC\_step2



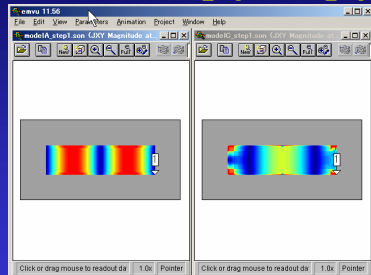
Via径 0.625mm□

Via径 1.25mm□



ソネット技研

### Viaがある場合の共振モード modelA\_step1,modelC\_step2



Viaなし

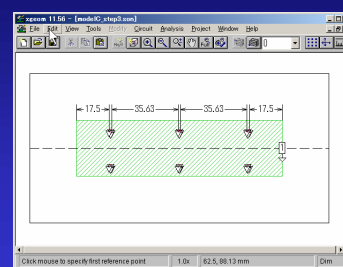
Viaあり

- Viaを追加しても共振モードの電圧と電流が入れ替わるだけで共振周波数が下がらない



ソネット技研

### もっと効果的なViaの配置は？



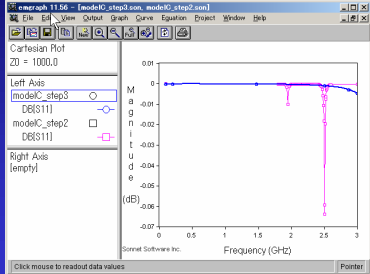
- Viaとviaの間隔を
- Viaと導体端の間隔の
- 二倍になるように配置する。
- Viaの数は同じで共振周波数をより高くできる。



ソネット技研

## Viaの配置を変更した効果の確認

modelC\_step2



- 3GHz以下でべた導体の共振モードはなくなった。
- 3GHz以下でべた導体に起因する放射は無い
- 次の問題に取り組む必要がある。

SONNET

ソネット技研

## EMC問題解決の手順の提案

マイクロ波的シミュレーション技術

1. 電気長の大きなものだけに着目する
2. 共振モードを特定する
3. 共振モードをなくす
  1. Qを下げる
  2. 共振周波数を上げる
  3. 共振系にエネルギーが注入されない構造
4. 次に電気長の大きなものに取り組む

SONNET

ソネット技研

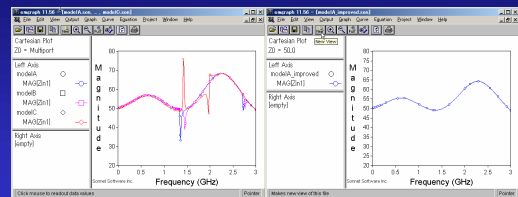
- 序
- EMC問題解決の手順の提案
- 問題を単純化することの効果
- むすび

SONNET

ソネット技研

## アイデアを試し 回路のパフォーマンスを改善できる

入力端からみたインピーダンス



オリジナルなベンチマークモデル

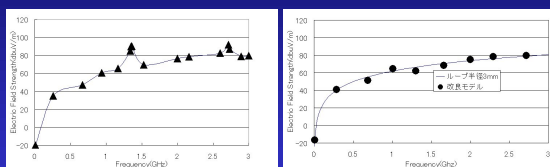
改良したモデル

SONNET

ソネット技研

## アイデアを試し 回路のパフォーマンスを改善できる

3m離れた電界強度



オリジナルなベンチマークモデル

改良したモデル

SONNET

ソネット技研

## 短時間で安く実行できる

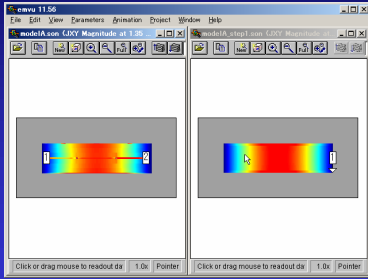
- Model A 63MB 26分
- Model B 84MB 30分
- Model C 91MB 47分

- ModelA\_step1 1MB 1分以下
- ModelC\_step1 2MB 1分以下
- ModelC\_step2 2MB 2分
- ModelC\_step3 2MB 1分以下

SONNET

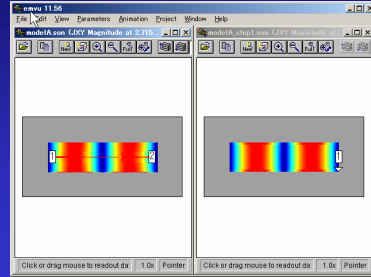
ソネット技研

## Fineモデルとの比較



www.sonnet.com  
ソネット技研

## Fineモデルとの比較



www.sonnet.com  
ソネット技研

- 序
- EMC問題解決の手順の提案
- 問題を単純化することの効果
- むすび



www.sonnet.com  
ソネット技研

## むすび

- EMC問題解決の手順を提案した
- その一例としてベンチマークモデルの放射低減の過程を紹介した。



www.sonnet.com  
ソネット技研

いつも波長を忘れずに



www.sonnet.com  
ソネット技研