

## EMC問題への 電磁界シミュレータの利用

# SONNET

石飛徳昌 ㈱ソネット技研  
www.sonnetsoftware.co.jp

1

## EMC問題への 電磁界シミュレータの利用

- ☀️ EMC問題への電磁界シミュレータの取り組み
- ☀️ シミュレータ活用のためのEMC問題のメカニズム

2


## EMC問題への電磁界シミュレータの 取り組み

- ☀️ 大規模解析
- ☀️ デザインルールチェッカ
- ☀️ コンベンショナルな電磁界解析

3

## 大規模解析

FDTD法/クラスタコンピューティング/PostSimulation



http://www.nec-eng.com/comprom\_06.html

- ☀️ FDTD法
- ☀️ クラスタコンピューティング
- ☀️ PostSimulation

4

## デザインルールチェッカ

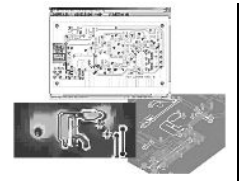


http://www.nec-eng.com/comprom\_06.html

- ☀️ 厳格な電磁界解析
- ☀️ 顧客固有のルールチェック
- ☀️ 設計チームの権限性
- ☀️ PostSimulation

5

## コンベンショナルな電磁界解析



http://www.nec-eng.com/comprom\_06.html

- ☀️ 厳格な電磁界解析
- ☀️ PostSimulation

6

## EMC問題への 電磁界シミュレータの取り組み

大規模解析	とにかくできる ような気がする	費用、解析時間が大きい 必ずしも現象を再現しない
デザインルールチェッカ	現実的な時間費用 で大きな効果	ルールの全てを守れない ルールにないルール
コンベンショナルな電磁界解析	厳密な解析	問題のメカニズムについての理 解が必要

7

## シミュレータ活用のための EMC問題のメカニズム

- \* 波長よりとも小さい場合
  - \* 放射と電流ループの大きさの関係
  - \* 電流ループを小さくする配線パターン
    - ☀️ 差動線路
    - ☀️ シングルエンド線路
  - \* 不要伝搬モード
    - ☀️ 導体数と伝搬モードの数
    - ☀️ スライムコネクタ線路アダプタ
- \* 波長と同程度の場合
  - \* 放射と電流ループの大きさの関係
    - ☀️ PCBとアダプタからの放射
    - ☀️ 筐体、シールドボックス、グラウンドバランス

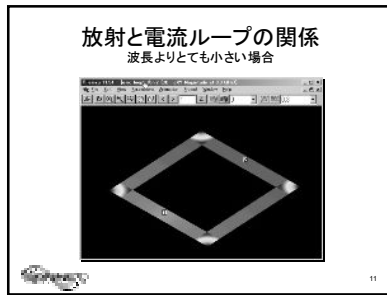
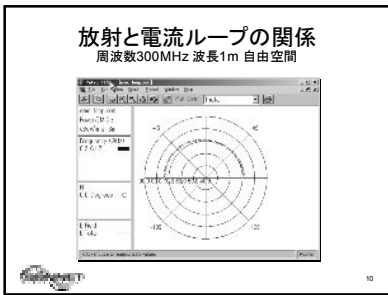
8

## 放射と電流ループの関係

波長よりとも小さい場合



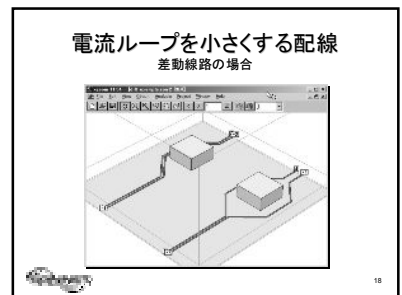
9



**放射と電流ループの関係**  
波長よりとても小さい場合

- 不要放射を防ぐには
- 電流ループを小さくする

17



電流ループを小さくする配線  
シングルエンドの場合

19

電流ループを小さくする配線  
シングルエンドの配線のリターンパス

20

電流ループを小さくする配線  
差動線路の差動モードのリターンパス

21

電流ループを小さくする配線  
差動線路のコモンモードのリターンパス

22

伝送モードはいくつある？  
導体が二本ならひとつ

23

伝送モードはいくつある？  
導体が三本ならふたつ

24

32bitバスラインの伝送モード  
導体は33本

25

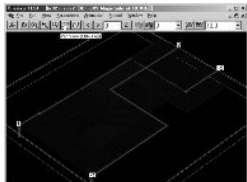
32bitバスラインの伝送モード  
32のシングルエンド線路

26

32bitバスラインの伝送モード  
16の差動線路

27

**32bitバスラインの伝送モード**  
ノイズが使っていない伝送モードで伝搬し  
大きな電流ループをつくる



28

**32bitバスラインの伝送モード**  
差動線路の間にグランド導体をおく



29

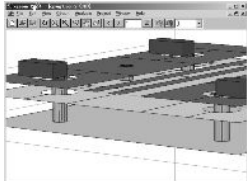
**グランド付きコブレナ線路**



\*導体数は6、伝送モードは5

30

**グランド付きコブレナ線路**



\*同電位の導体同士を接続して不要伝導モードを無くす

31

**グランド付きコブレナ線路**



\*それでもコモンモードは残し、しかし、  
\*グランドに誘われていたループは小さい

32

**グランド付きコブレナ線路**



\*わざわざ、差動線路をグランドから浮かすのであれば大丈夫

33

**グランド付きコブレナ線路**



\*わざわざ、線路をグランドから浮かすのであれば大丈夫

34

**放射と電流ループの関係**  
波長と同程度の場合



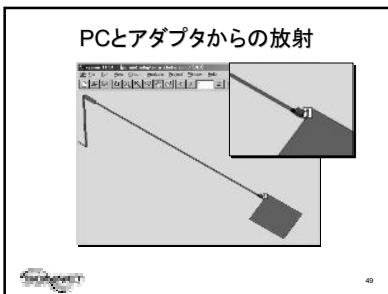
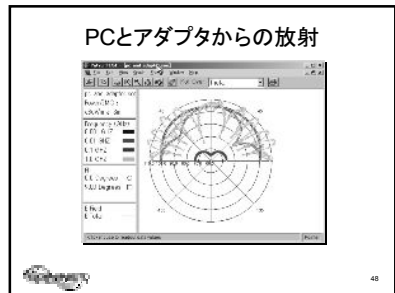
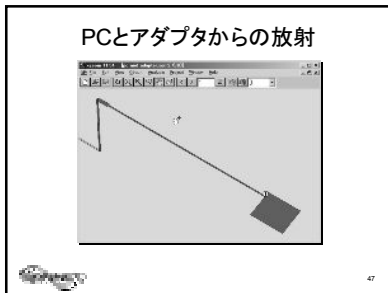
35

**放射と電流ループの関係**  
一辺1cmの正方形ループからの放射



36





電流ループと波長

- ⚡波長よりずっと小さい電流ループは、ループが大きい程放射が大きい
- ⚡波長と同程度の電流ループは、ループが大きいと放射方向が複雑
- ⚡(導体の数-1)の伝送モードがある。
- ⚡意図しない伝送モードが大きな電流ループを作る

52

シールドボックスの共振と不要放射

53

シミュレータ活用のための EMC問題のメカニズム

- 個々の放射メカニズムを再現するシミュレーションは容易で、短時間に実現できる。
- 個々の放射メカニズムの厳密な解析は設計ルールの改良につながる。
- 個々の放射メカニズムの理解は測定時の問題解決を早める。

54