

デジタル回路のノイズ対策策具に関する研究

- 多層回路基板のグランド面のスリットが及ぼすEMIへの影響 -

大木賢次* 軽部俊幸** 長尾伸久***
宮下純一** 密澤雅之** 須藤尚子***

1. はじめに

本報告は、長野県精密工業試験場、福島県ハイテクプラザ、及び茨城県工業技術センターの3公営共同により、平成8年及び9年の2年間にかけて実施した「デジタル回路のノイズ対策策具に関する研究」における研究成果の報告である[1][2]。

多層デジタル回路基板のEMI対策として電源パターン(VccとGND)の広面積化が提言されている。しかしながら両面基板では、いわゆる“ベタ化”は難しく、電源パターンは島状となるか、あるいは開口部(スリット)を持つ形状となる。このことが、基板からの放射電磁界に影響を与えることとなる[3]。このため、プリント回路基板から放射されるノイズ抑制を目的として、グランド層と電源層のパターンの違いによる放射電界強度への影響についての解析が示されている[5]。

このような電源パターンの放射電界強度に対する影響を推し、ノイズの少ない電子回路基板の策具に役立てることを目標として、研究を実施した。本報告では特にグランド面のスリットの影響について注目して、スリットの大きさ・位置の違いが放射電界強度に及ぼす影響について、基板上の電流分布を基に策具を行った結果について報告する。

2. 実験

2.1 スリットによる放射電界強度の変化

実験は図1に示す回路基板を使用した。8[MHz]の発振器とCMOS IC 74HC00を実装して、50[]のストリップライン(伝送路)に接続し、6[pF]で終端した。この基板のグランド層(裏面)に、大きさ一定で位置・向きが異なったスリットを開けて、電流分布測定、放射電界強度測定及び電流分布・放射電界強度のシミュレーションをそれぞれ行った。なお、信号線の長さは3.0[cm]で実験を行った。

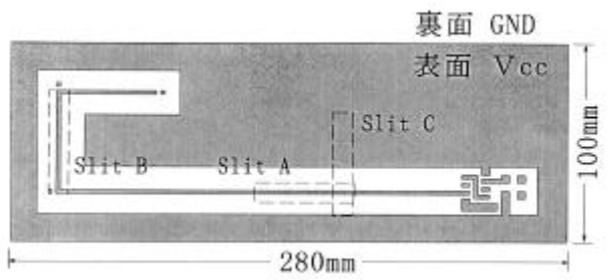


図1 実験基板1

2.2 スリットの大きさと放射電界強度関係

この実験においては、伝送路をより単純化した図2の回路基板にて実施した。

この基板のグランド層(裏面)にスリットを開け、グランド面の磁界分布と放射電界強度の測定及びシミュレーションを行った。この実験においては、幅一定、高さを伝送路に垂直方向に2.3, 4.3, 6.3, 8.3[mm]と変化させたスリットを開けた。

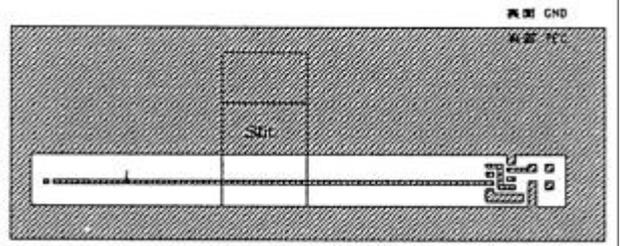


図2 実験基板2

2.3 実験方法

この実験においては、放射電界強度測定は電波室内において3m法により実施した。また、パターンの電流分布については、EMSCANを利用して近傍界の磁界強度より測定した。さらに、シミュレーションによる解析は、モーメント法によるIncases社製のEMC work benchによった。

3. 結果及び考察

3.1 スリットによる放射電界強度の変化

1)放射電界強度測定結果

スリットの有無及びその位置による放射電界強度への影響について、放射電界強度測定結果を図3に示す

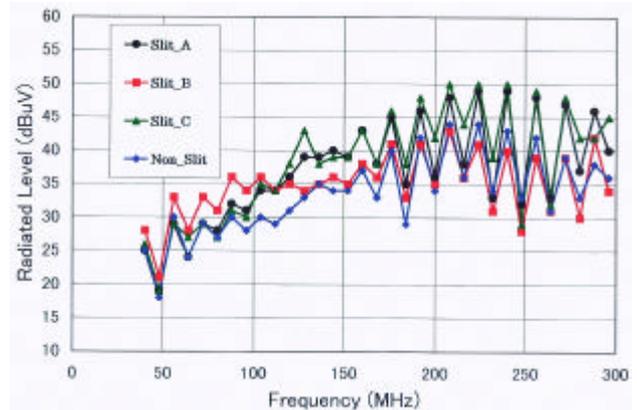


図3 スリットの位置と放射電界強度

グランド層が存在するスリットはその位置により放射電界強度への関与の様子が異なる。今回のスリットの大きさでは、信号伝送路の直下にスリットがあると放射強度が大きく変化したが、その他の位置で放射強度の影響は余りみられなかった。また、伝送路の直下であっても位置により様子が異なり、伝送路に対するスリットの位置が、放射電界強度の測定結果に影響をおよぼすことが判明した。

2)近傍界測定結果

ここで基板上面に流れる高周波の帰還電流を注目して、代表的な周波数の基板グランド面の磁界分布及びその強度を図4に示した。

グランド面の磁界測定の結果から、伝送路の直下にスリットがある場合のグランド面の電流分布は、信号源からの帰還電流がスリットにより迂回していることがわかる。また、スリットの近くのグランドパターンに広く電流分布が見られるようになった。

更に、伝送路側の磁界強度の変化から、開口部分の伝送路の磁界強度が増

加していることもわかった。

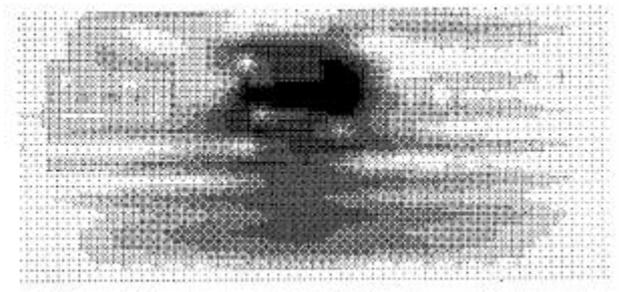


図4 基板表面の磁界分布 (Slit_A,128MHz)

3)シミュレーション結果

上記の磁界分布は、以下の図5に示したシミュレーションの結果ともほぼ一致し、スリットによる帰還電流の経路の変化と、電原パターンに及ぼす影響が確認できた。

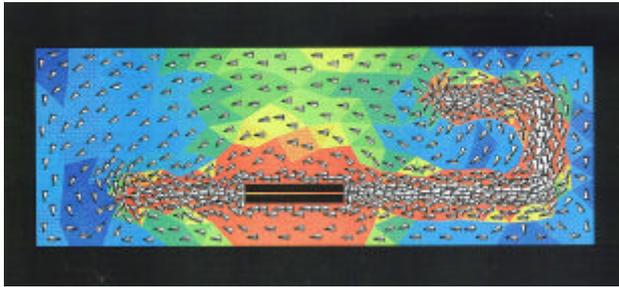


図5 シミュレーション結果 (Slit_A,128MHz)

3.1 スリットの大きさと放射電界強度関係

1)放射電界強度測定結果

スリットの大きさによる放射電界強度測定の違いを、図6に示す。グランド層に最初にスリットを開いた際に、全体的に約10dBの放射電界強度の増加が確認できたが、その後伝送線路に対して垂直方向にスリットを大きくしても電界強度に大きな変化は見られなかった。

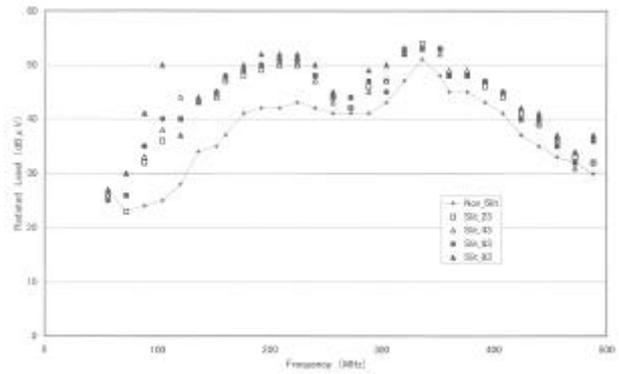


図6 スリットの大きさと放射電界強度

2)磁界分布の測定と解析

開口の大きさの違いによる、代表的な磁界測定結果をそれぞれ図7、図8、図9に示す。

グランド面の電流分布測定の結果では、スリットがない場合は見られなかった磁界分布がスリットを開けることにより現れ、スリットの開口面積が大きくなるに従って磁界強度も強くなった。100~200MHz付近では開口部のエッジ部分で磁界強度が強くなっており、帰還電流が集中している様子がわかる。このことがシミュレーションの結果とも一致している。

また、伝送線路の断面を観測するとスリットを開けることにより反射によると思われる成分が見られ、放射電界強度を大きくする一因であると考えられる。

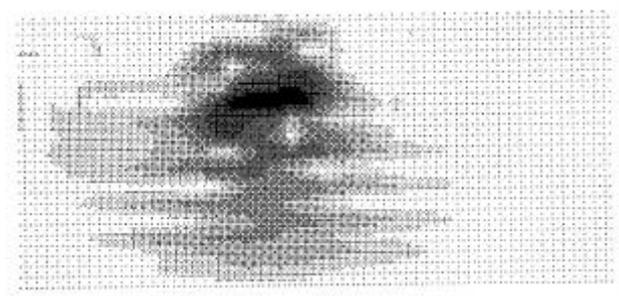


図7 スリット高さ2.3mmの電流分布 (112MHz)

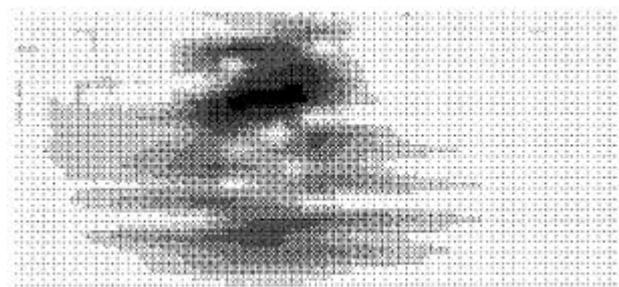


図8 スリット高さ6.3mmの電流分布 (112MHz)

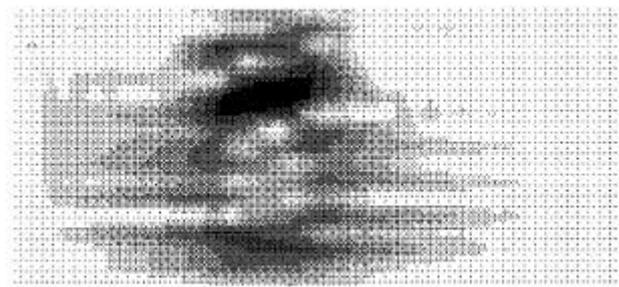


図9 スリット高さ8.3mmの電流分布 (112MHz)

以上の結果から、伝送線路下のスリットにより放射電界強度が大きくなる理由として、以下のことが考えられる。

- ア) 帰還電流が迂回するためコルベ面積が大きくなる。
- イ) スリットのために伝送線路のインピーダンスが部分的に大きくなり、伝送線路上で電波の反射等が起こる。
- ウ) スリットが伝送線路を給電点としてグランド層(電原層)を共振させる。

4. まとめ

グランド面のスリットはその位置により放射電界強度へ与える影響が異なる。特に伝送線路下のスリットは放射電界強度を大きくする。

しかしながら、今回の実験においては、伝送線路下のスリットは放射電界強度を強くするが、その大きさを伝送線路に対して垂直に大きくしても、放射電界強度にそれほど影響を与えないという結果が得られた。

今後、スリットが放射電界強度を大きくするメカニズムの検討とともに、グランドパターンのより効果的な配置について検討を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 電力通信学会所収(大会)予稿集(B-4-51,1997)
- 2) 電力通信学会総合大会(大会)予稿集(B-4-16,1998)
- 3) 中野他(信学)技芸EMCJ94-8(1994-6)
- 4) 戸花上(信学)技芸EMCJ95-20(1995-07)