

光通信送受信装置の電磁ノイズ解析

尾前 宏*, 上菌 剛*

Study on EMC analysis of optical communication device

Hiroshi ONOMAE and Tsuyoshi UEZONO

インターネットや携帯電話などの普及に伴うデジタル通信ネットワークの大容量化に対応した光WDM方式通信制御LSIを開発するプロジェクトにおいて、LSI内部での電磁ノイズによる相互干渉問題を防ぐための解析技術に関する研究を行った。試作したLSI内部及び、LSI周辺部の電気配線における近傍電磁界分布の可視化を行った結果、主なノイズ源はデジタル系用のクロック信号であり、アナログ回路部の受信回路や電源回路へ干渉する可能性があることが明らかになった。

Keyword : 電磁ノイズ, 光通信, 装置, 解析, 可視化

1. 緒 言

インターネットや携帯電話などの普及に伴うデジタル通信ネットワークの大容量化に対応した光WDM方式通信制御LSIの開発プロジェクト¹⁾において、LSI内部での電磁ノイズによる相互干渉問題を防ぐための解析技術に関する研究を行った。

今回開発するLSIは高周波で動作するアナログ部とデジタル部が混在するLSIであり、チップ内におけるノイズの相互干渉がLSIの性能に大きく影響を与える可能性が高い。

そこで、LSI内部における電磁界の強度分布を視覚化し、電磁波の発生源や伝搬状況の解析を行ったので報告する。

なお、本研究は、鹿児島大学の山下喜市教授プロジェクトリーダーのもと、鹿児島大学、日立ハイブリッドネットワーク(株)、慶応義塾大学、(株)日本計器鹿児島製作所、ソニーセミコンダクタ九州(株)鹿児島TEC、(株)シーテック、九州産業技術センター(管理法人)及び、当センターがプロジェクトを組み、平成16~17年度の地域新生コンソーシアム研究開発事業「光WDM伝送用自律制御アーキテクチャとシステム LSIの開発」として経済産業省の支援を頂いて行った研究開発において、当センターの分担研究として実施したものである。

2. 解析システム

2. 1 システムの概要

微細なLSIチップ内の電磁波分布を高い分解能で正確に可視化するため、今回用いた解析システムは、図1に示すように、超精密XYZステージ、スペクトラムアナライザ、拡大観察用カメラ、微小磁界プローブ、制御用コンピュー

ター等で構成されている。プローブは同軸ケーブルを介してスペクトラムアナライザに接続する。

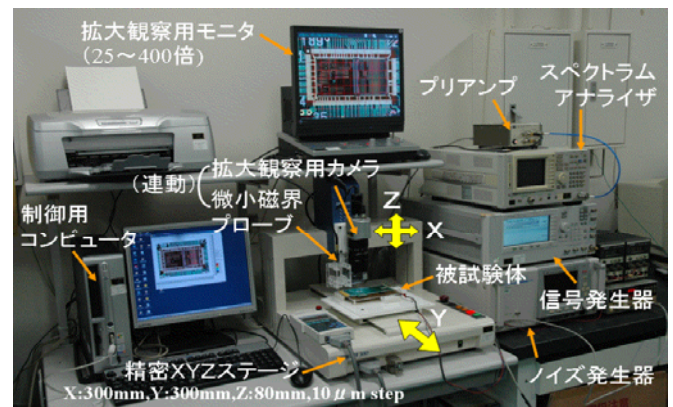


図1 解析システム

超精密XYZステージにおいて被試験体近傍上空のXY平面を微小磁界プローブでスキャンすることで、被試験体上の各ポイントにおける磁界強度を測定し、制御用パソコンで記録する。指定した全領域の測定が完了後、測定データの保存を行うとともに、測定データをその強弱に応じて8段階の色で画面上に表示する。その際、あらかじめ写真撮影しておいた被試験体の映像を重ね表示することで、どの領域での放射強度が高いかを識別しやすくしている²⁾。

2. 2 測定結果表示機能の改良

本システムでは、電磁波の発生源となっている電気配線を特定しやすくするため、あらかじめ、プローブの向きを4方向(0度, 45度, 90度, 135度)変えて測定し、各座標毎に、最大値の得られた向きを“| / - \”の線のいずれかで表示する機能を有している。

しかし、被試験体の映像と重ね表示した場合に解析結果の線が見えにくかったり、逆に被試験体の映像が見にくくなる場合があった。そこで、図2に示すように、線の長さ

*電子部

を調整したり，四角い枠を表示するオプションを追加し視認性の向上を図った。また，確認したい強度範囲以外のデータを表示しない設定も追加し，確認したい部分を絞り込みやすくした。

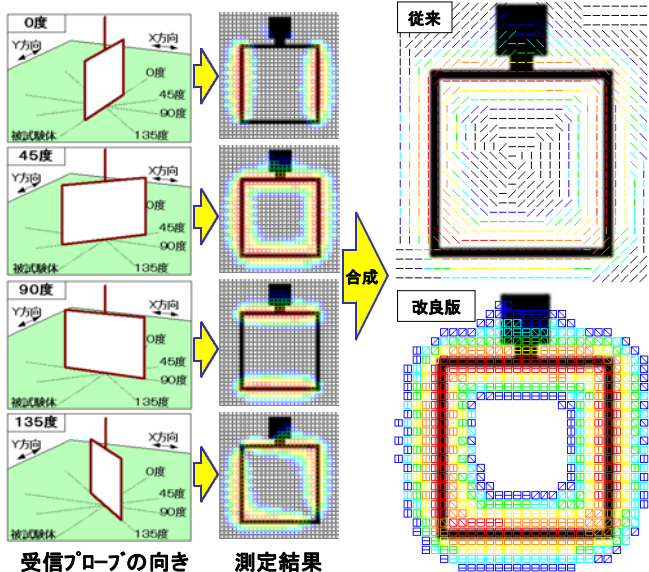


図2 表示機能の改良(被試験体:9mm角ループアンテナ)

2. 3 測定条件の設定方法

測定を行う場合，まず最初に，図3のように被試験体をXYZステージのY軸に取り付けられている被試験体固定板上の任意の場所に固定する。被試験体固定板には10mmピッチで3mmφのねじ穴が切っており，スペーサなどを介して被試験体を固定できる機構になっている。次に測定を行いたい領域の左上コーナー部に拡大観察用カメラの画面中央を位置合わせし，カメラ原点(X:0, Y:0)として測定を開始する。

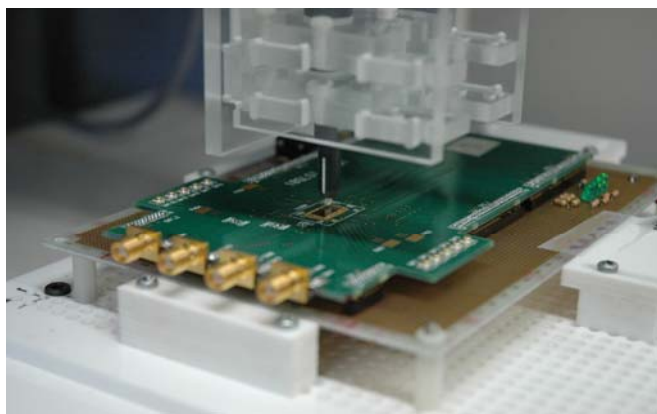


図3 被試験体固定板と被試験体の固定方法

3. 実験方法及び結果

3. 1 被試験体の概要

今年度，試作したLSIチップは，図4に示すように5mm×10mm角で，左右2つのブロックで構成されている。左側は10Gb/sでの光通信を行うためのアナログ回路，右側はアナログ部を制御するためのデジタル回路及びアナログゲ

ジタル変換回路となっている。

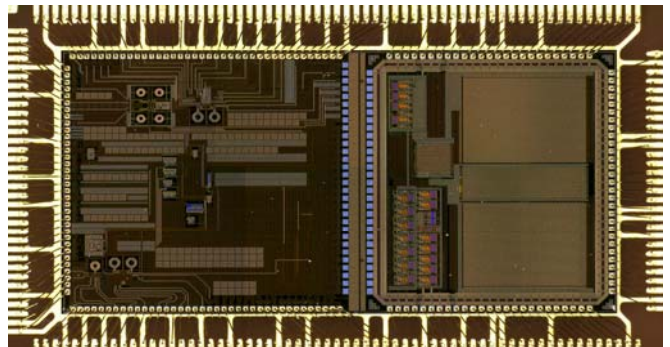


図4 試作LSI (ウェハ部:5mm×10mm)

今回の測定では，図5のように，このチップを評価用ボードに搭載し，20MHzのクロック信号のみ供給した状態で測定した。

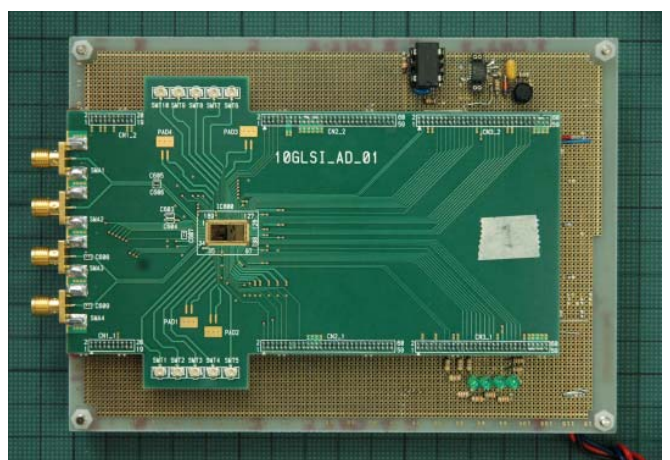


図5 評価用ボード

3. 2 放射スペクトルの解析

強度分布を解析する周波数を決定するため，被試験体のクロックラインにおける放射スペクトルを測定した。

その結果，図6に示すようにクロック信号の高調波が約1GHz近くまで発生しており，その中で放射強度が最大であった第11次高調波(220MHz)における磁界分布を測定することとした。

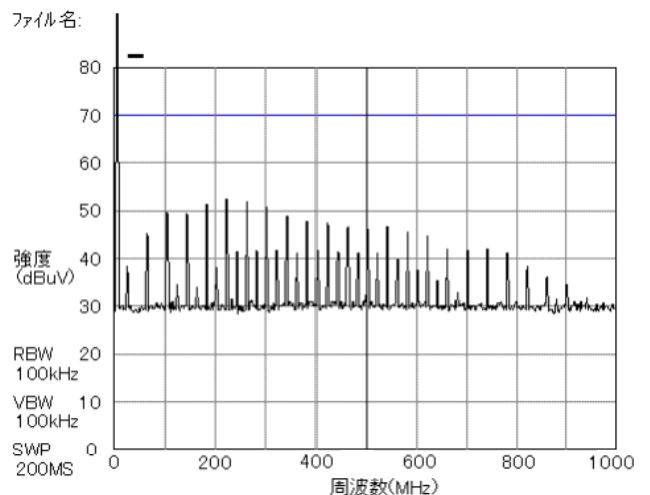


図6 クロックラインからの放射スペクトル

3. 3 電磁界強度分布の測定

評価ボードにおける電磁界強度分布を測定するに当たっては、LSIチップ内部での強度分布を調べるとともに、LSIチップ周辺の配線での電磁波発生状況についても確認することとした。評価用ボードは図7のようにステージに固定し、微小磁界プローブ（CP2S）を用いてスキャンした。

周辺回路を含めた強度分布測定時は、チップ周辺32mm×24mmを0.5mmピッチで測定し、LSIチップ内部だけの測定時はチップ周辺12mm×9mmを0.2mmピッチで測定した。いずれの際も、プローブ先端と被試験体との隙間は0.5mmとした。

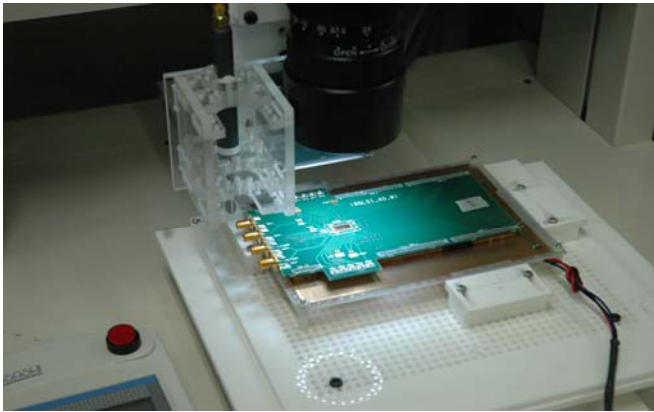


図7 測定風景

周辺回路まで含めた測定結果を図8に、LSIチップ内部の測定結果を図9に示す。

その結果、周辺回路の場合、LSIチップへクロック信号を供給する配線からの放射ノイズレベルが高く、LSIチップ上においてもデジタル部のクロック配線からの放射が強いことが確認できた。また、本来デジタル信号の通っていないアナログ部の電源配線からの放射も確認された。

これらの結果から、デジタル部のクロック信号がアナログ部の回路へ干渉する可能性があるため、電源配線などへのノイズフィルタの追加や信号配線へのダンピング抵抗の追加等で対策する必要があると考えられる。

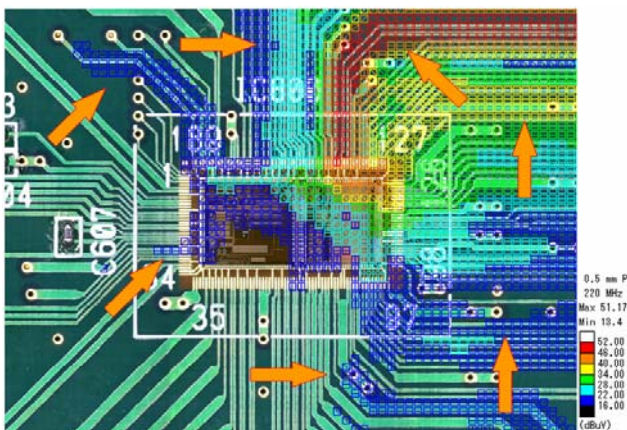


図8 LSIチップ周辺の磁界強度分布
(32mm×24mm 0.5mmピッチ)

さらに、アナログ部の受信回路部分がクロック信号の影響を受けやすい場所に配置されているので、クロック信号の配線位置もしくは受信回路部の位置を再考する必要も考えられる。

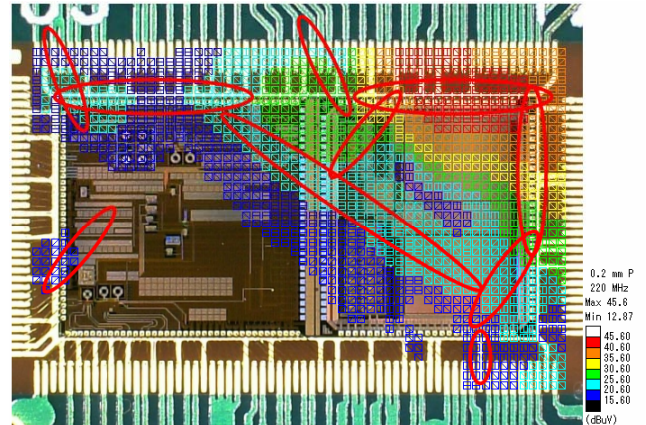


図9 LSIチップ上の磁界強度分布
(12mm×9mm 0.2mmピッチ)

4. 結 言

今年度の電磁ノイズ解析では、試作LSIチップ単体からの放射ノイズ解析を行い、LSIチップ上における電磁ノイズの及ぼす影響について明らかにした。今後の補完研究等においては、今回の解析で明らかになった問題点に対する対策を施した上で、光WDM送受信装置としての電磁ノイズ解析を行い、対策効果の確認などを行う予定である。

なお、本研究開発で使用した超精密XYZステージと信号発生器は、平成16年度の日本自転車振興会の補助を受けて整備した。

参 考 文 献

- 1)平成17年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「光WDM伝送用自律制御アーキテクチャとシステムLSIの開発」成果報告書（2005.3）
- 2)尾前宏，上菌剛，永吉弘己：鹿児島県工業技術センター研究報告，**18**，57-63（2004）

