

複合機のEMC課題と上流下流の連携設計

2018年9月7日
コニカミノルタ株式会社
CAE推進部 野村 毅

複合機においては、システムレベルのESDの問題が課題となっている。

現在のESD評価は、実測を手がかりとして評価対策を繰り返す進め方であり、現場は疲弊している。

シミュレーション・ESD誘導電圧の実測を行うことで、ESDの誘導電圧はセット側の使い方に大いに依存することがわかってきた。

LSIメーカーとセットメーカーが情報を共有することで、セットとしての競争力を向上させる方法を探っていきたい。

- ◆ コニカミノルタの紹介
 - ✓ 弊社の製品とEMC課題
- ◆ 製品化プロセスの上流／下流
 - ✓ 製品化プロセスの課題
 - ✓ システムレベルESD設計の狙い
- ◆ 複合機のESD問題へのアプローチ
 - ✓ 複合機のESD誤動作を予測設計するための課題
 - ✓ 複合機のESDのクリティカルパス
 - ✓ 光プローブの実測とシミュレーションの比較
 - ✓ シミュレーションによる誘導電圧の見積もり
 - ✓ イミュニティーモデルの明確化
 - ✓ DPI法／ESD試験からわかること
 - ✓ イミュニティー設計はこうありたい
- ◆ 上流下流連携設計への期待
 - ✓ 装置のESD設計を実現するために

コニカミノルタの紹介

複合機 (MFP) の誤動作解析への取り組み



ビジネスソリューション

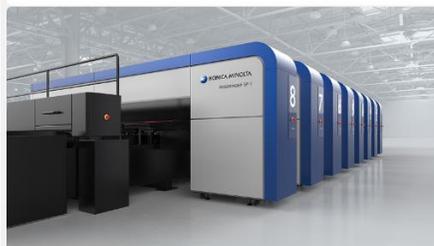
複合機 (MFP) / レーザープリンター / ファイリング機器 / ソフトウェア・周辺機器 / クラウドサービス / 出力環境最適化サービス

> サポート > ダウンロード

プロダクションプリント & グラフィック

デジタルカラー印刷システム / デジタルモノクロ印刷システム / デジタル色校正システム / CTP (印刷用プレート) / プリプレス生産システム

> サポート > ダウンロード



産業用インクジェット

インクジェットヘッド / インクジェットテキスタイルプリンター / インクジェットインク

> サポート > ダウンロード



ヘルスケア

デジタルX線画像診断システム / デジタルマンモグラフィ / 超音波画像診断装置 / 医療用画像情報システム / パルスオキシメーター / 黄疸計 / 医療ICTサービス / 造影剤

> カタログ請求 > サポート・お問い合わせ



計測機器

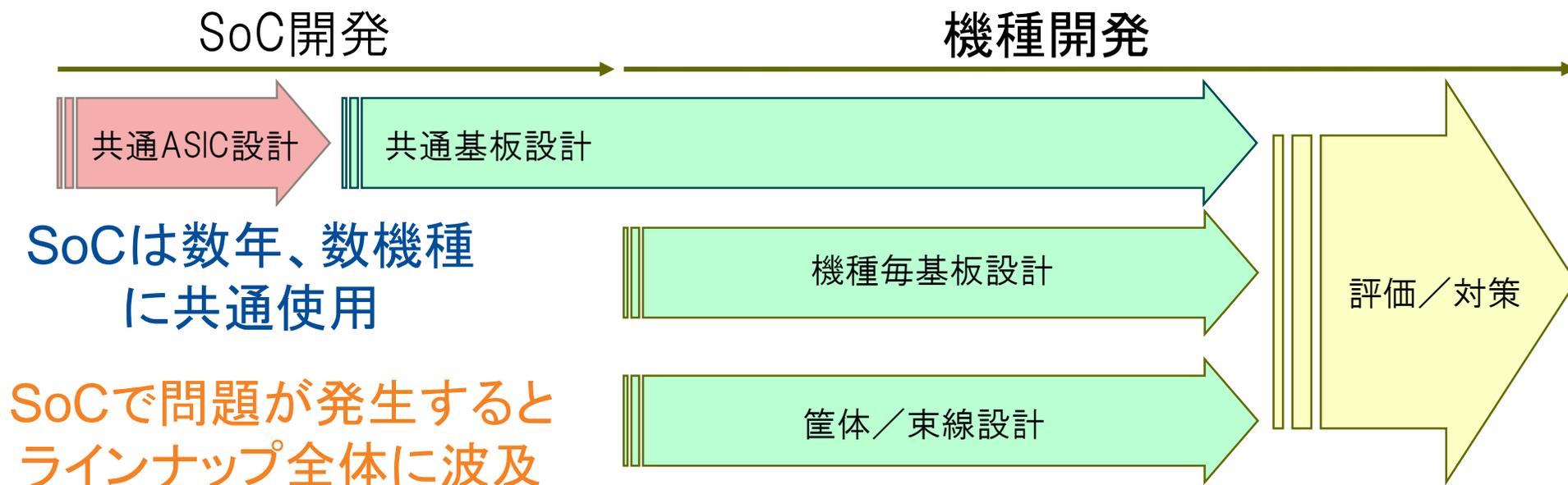
測色計 / 照度計 / 輝度計 / 基準太陽電池セル

登録 > お客様サポート > 修理・校正

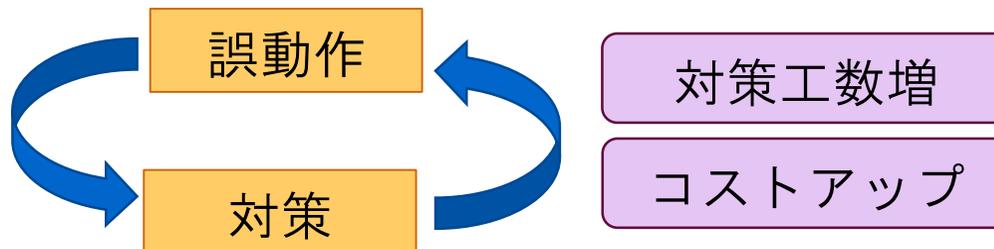
ヘルスケア製品、計測機器などで信頼性は益々重要視される

ESDなどイミュニティー問題への対応設計の確立が重要

製品化プロセスの上流／下流



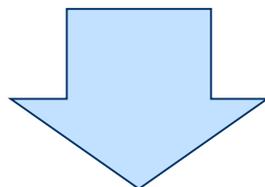
下流ステージでのESD印加試験



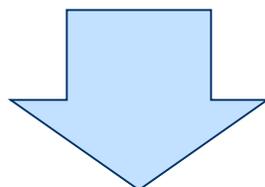
設計上流からのESD設計手段

狙い

ESDによる誤動作のメカニズムを明らかにする



複合機のコストダウンと信頼性の両立



ヘルスケア製品／計測機器の信頼性確保への展開

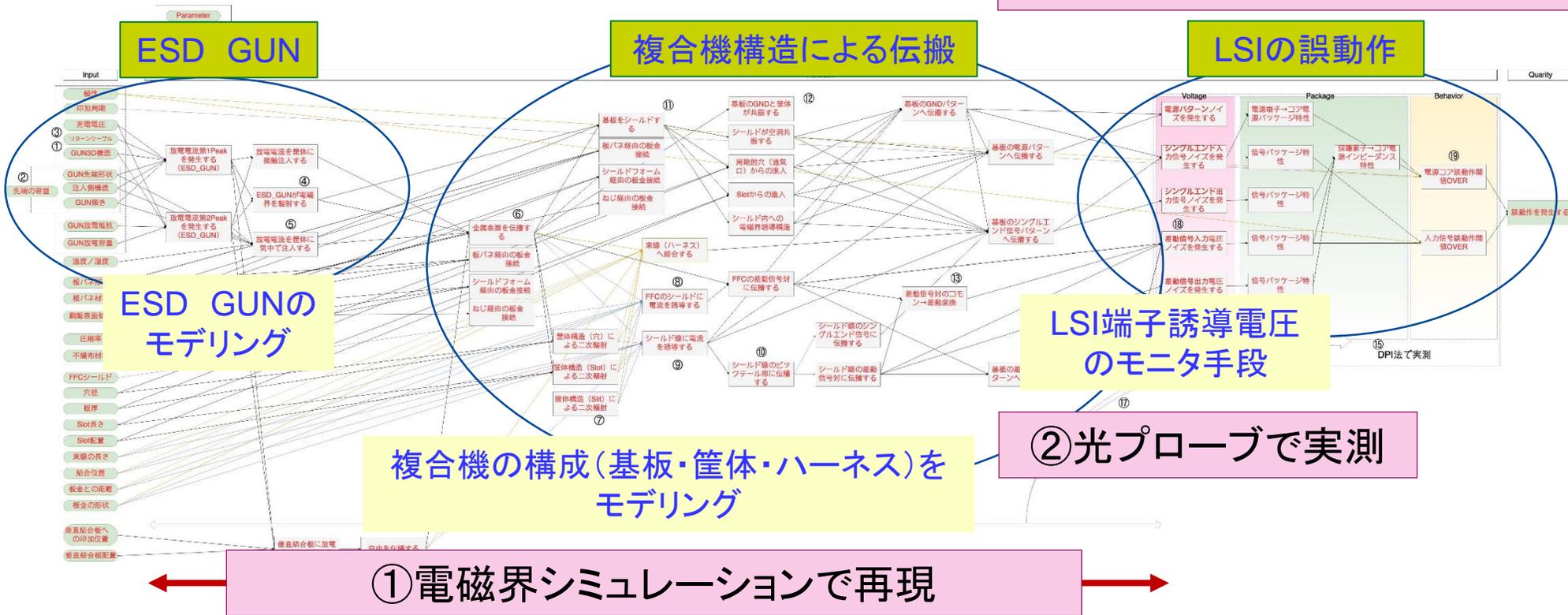
複合機のESDの課題へのアプローチ

複合機のESD誤動作を予測設計するための課題

ESDの誤動作発生フロー

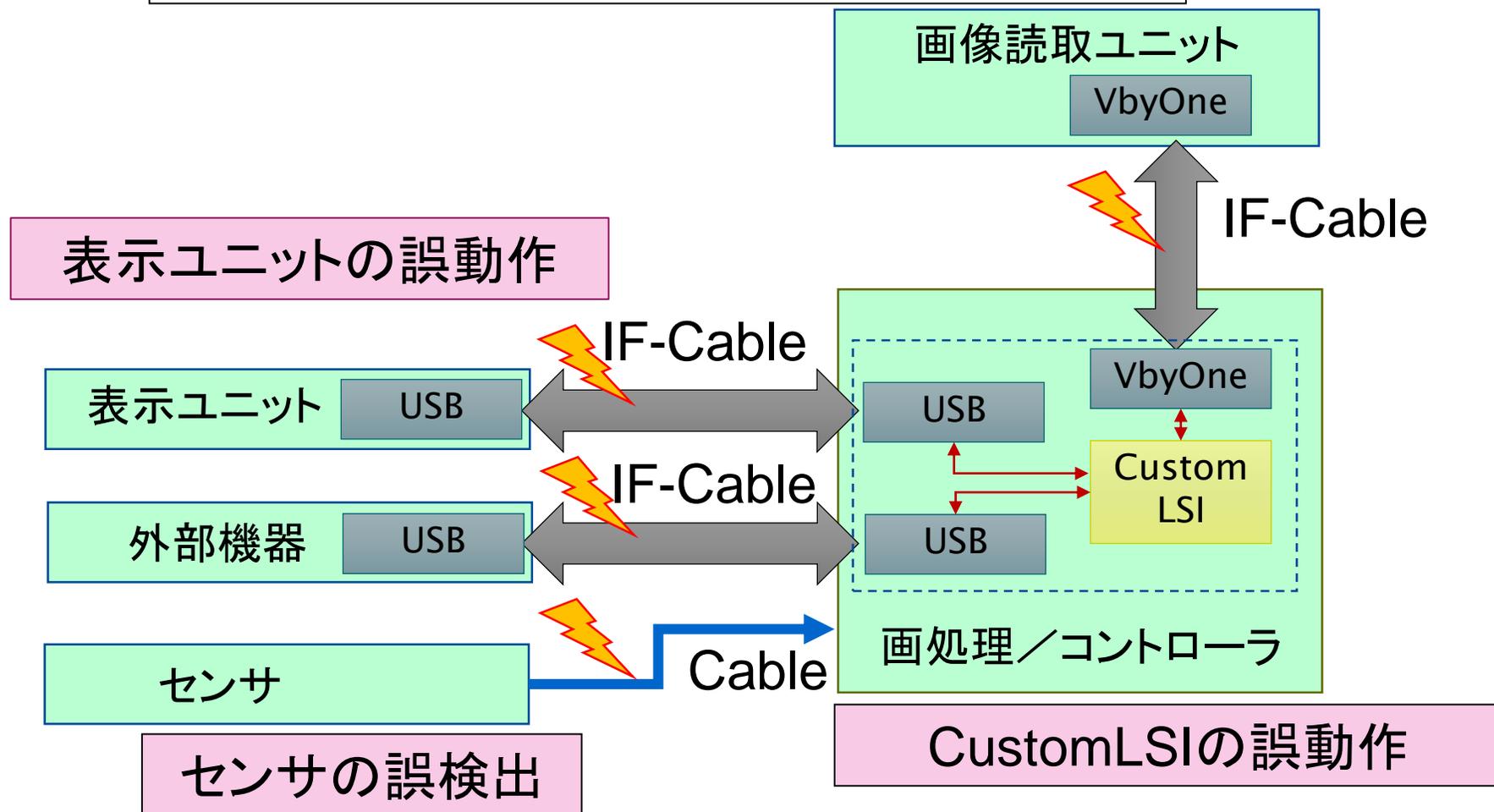
最重要課題

③ LSIの誤動作モデルの明確化



セットメーカーにとってLSIの誤動作メカニズムの明確化は最大の課題

MFP基本構造と誤動作のクリティカルパス



インターフェースケーブルに結合するノイズが重要

光プローブの実測とシミュレーションの比較



KONICA MINOLTA

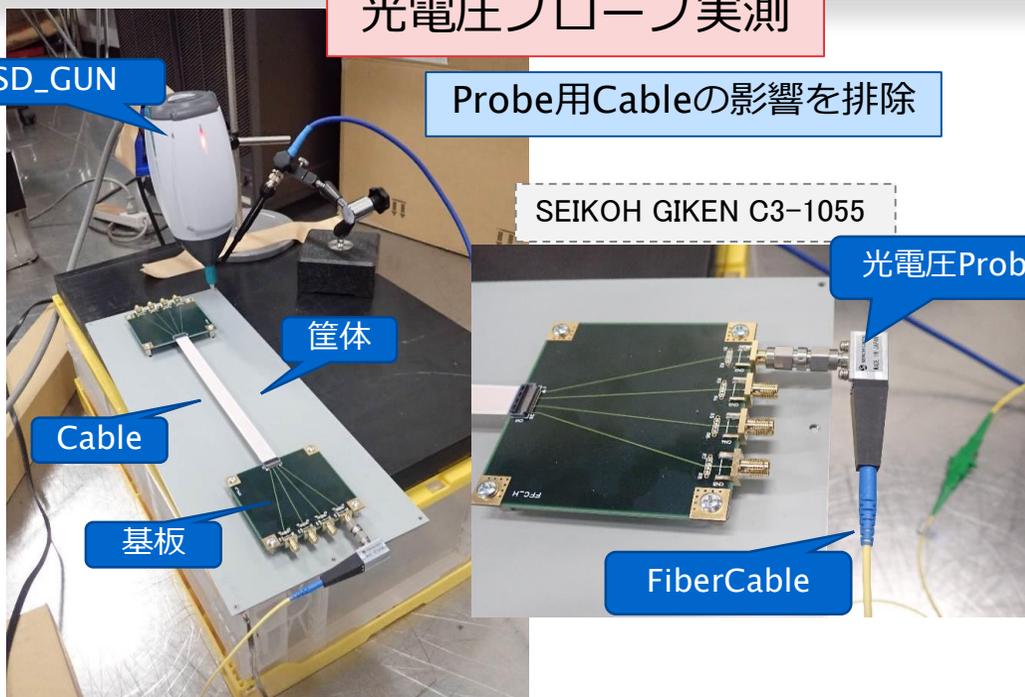
光電圧プローブ実測

Probe用Cableの影響を排除

SEIKOH GIKEN C3-1055

光電圧Probe

FiberCable



SimModel

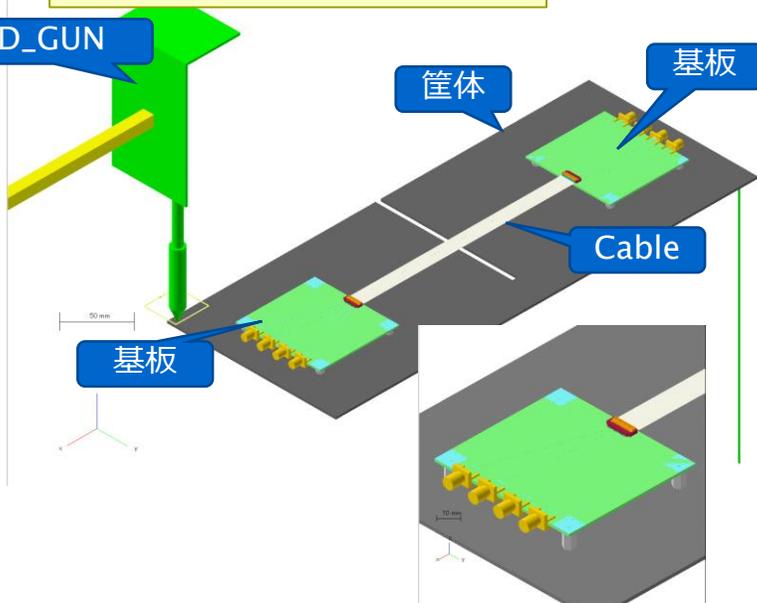
ESD_GUN

筐体

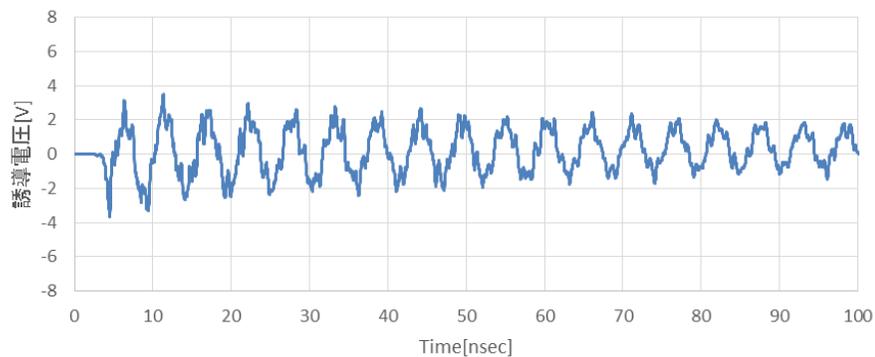
基板

Cable

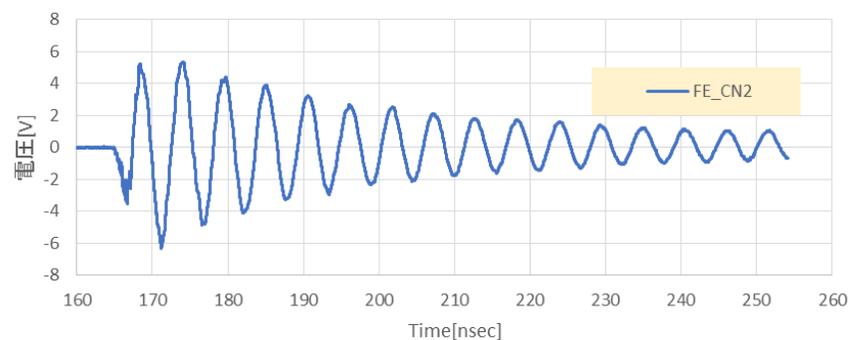
基板



誘導電圧Sim結果



誘導電圧実測結果



ESD_GUNモデルの調整は必要だが、シミュレーションは実測と良い一致を示す

シミュレーションによる誘導電圧の見積もり



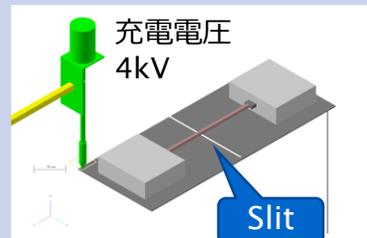
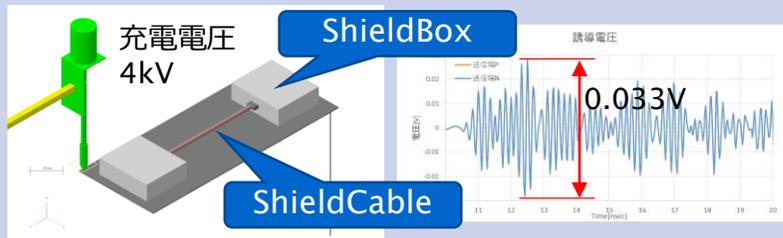
KONICA MINOLTA

筐体⇒連続

筐体⇒不連続

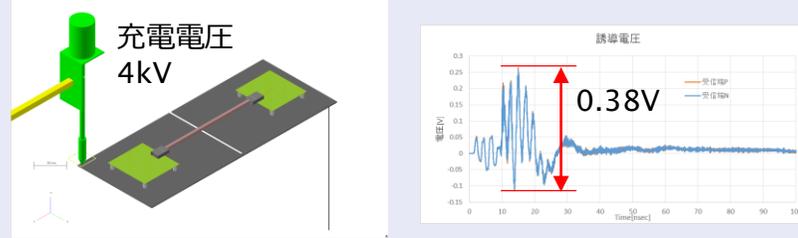
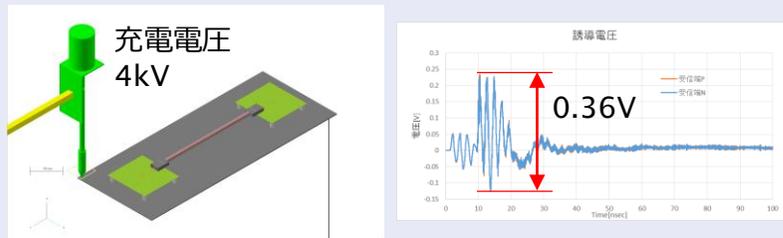
Case1

ShieldBox
+
ShieldCable



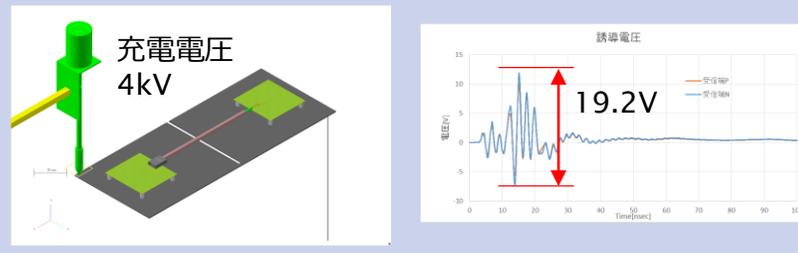
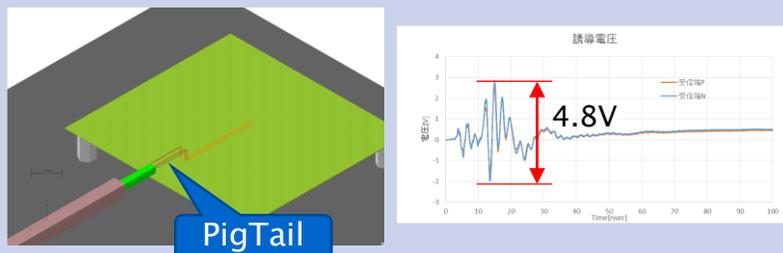
Case2

ShieldCable



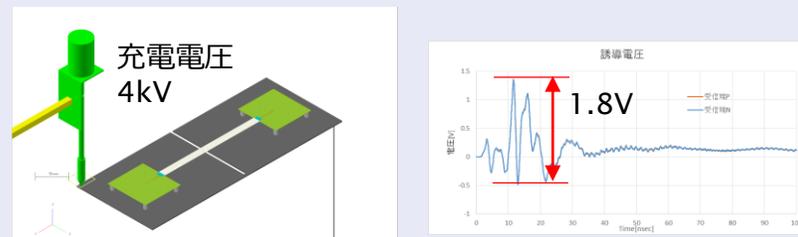
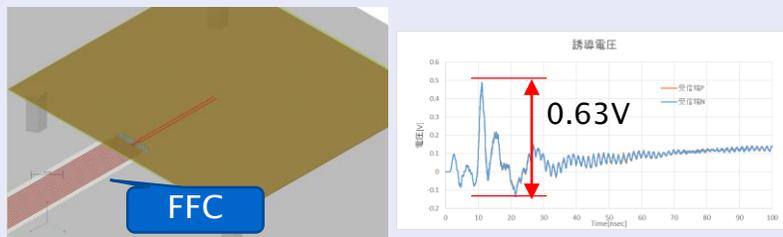
Case3

ShieldCable
With
PigTail



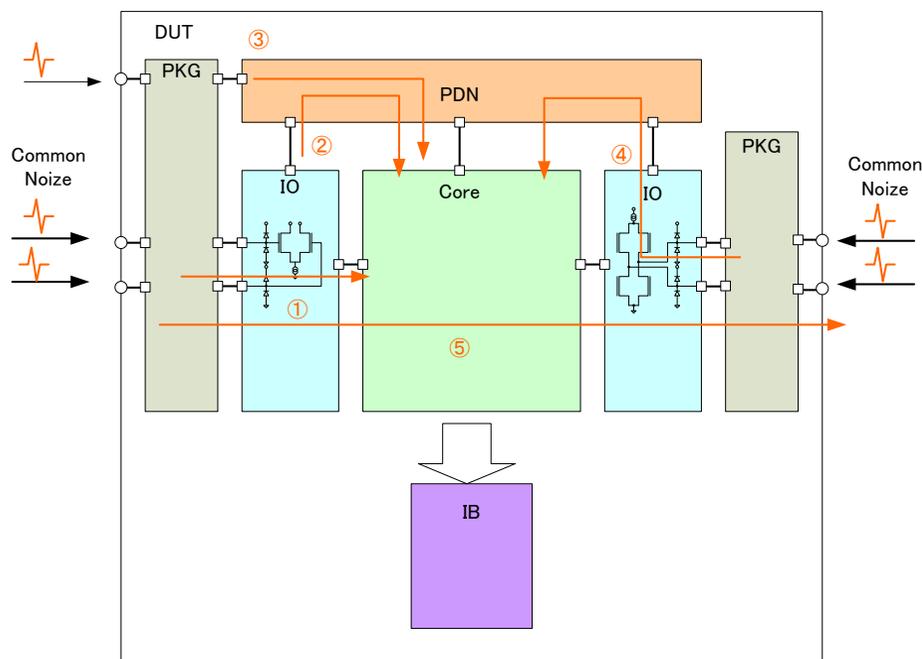
Case4

Flexible
Cable

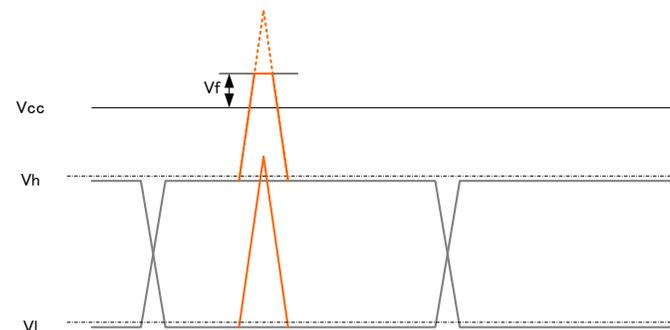


伝送手段、筐体構造による誘導電圧の差を分析可能

考えられるESDノイズの侵入経路



①同相ノイズに対する耐性は $(V_{cc} + V_f)$ を超えることで崩れる



②-④は電源、IOクランプダイオード経由のCore電源/GNDへのノイズ伝播。経路のインピーダンス特性とCore内のロジック反転。LSI設計に左右される。

③はデカップリングCapで低減。②、④の経路が重要。

⑤は、入力から出力へThroughする経路。

経路①のみであればLSIの内部設計に左右されない。

②③④⑤の重要度は？

DPI法／ESD試験からわかること

写真に示した評価環境(写真)



ESD実験での誤動作閾値電圧

LVDS 3V程度

Vby One 0.6程度

DPIの誤動作開始電圧

LVDS 3V程度。200MHz以上は1V程度に減少

Vby One 0.5-1.0V (@100-1000MHz)

・DPI法

図.22 LSI(LVDS/VbyOne/ロジックIC/ASIC)の信号端子.電源端子評価結果

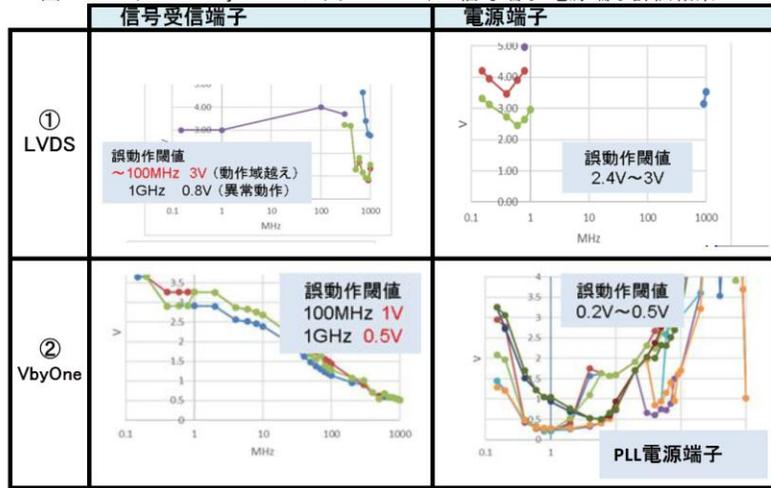
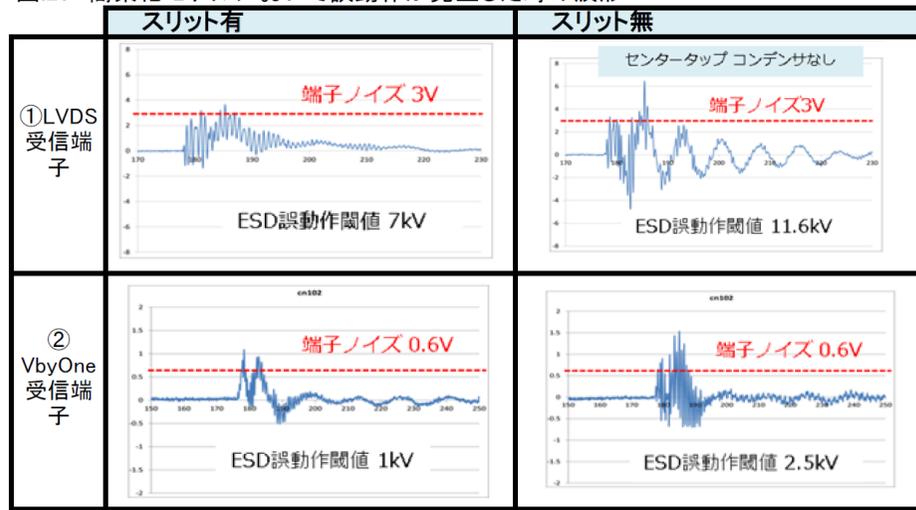


図.23 簡素化モデルにおいて誤動作が発生した時の波形



経路①のメカニズムであれば

3.3V電源のLVDSは2.5V程度と同相ノイズで誤動作に至る。

1.8V電源のVbyOneは0.85V程度と同相ノイズで誤動作に至る。

DPI法の誤動作閾値とESDの誤動作検証による閾値はざっくり一致する。

LVDSとVbyOneの誤動作閾値の違いは、電源電圧に対するマージンという考え方でよいのか？

イミュニティー設計はこうありたい（複合機を例に）



KONICA MINOLTA

ユーザーセントリックの視点では、低価格での製品提供、信頼性の高い製品の提供という相反する仕様を両立しなければならない。そのためには、製品の仕様環境、異常発生時のユーザーに発生する不利益を明確にしてイミュニティー設計を規定する必要がある。

■ ハードウェアでの対応設計

「LSIの耐量」>「伝送線路の実装方法に依存する端子誘導電圧」の関係を実現する。

ESDのノイズスペクトラム、対策部品の周波数特性など考慮する必要のある高度な設計となる。

LSIの耐量、端子誘導電圧を周波数に依存しない固定値として管理するか、周波数に依存する値として管理するかは、周波数に依存する値として管理することの優位性があるかにより決定する。

セット側での誘導電圧の見積もりは、正確には難しい。ある程度マージンのある仕様環境対誘導電圧の対応関係を表現する必要がある。

■ ソフトウェアでの対応設計（ESDfree設計）

ハードウェアでの対応設計可能範囲を決定し、不可能であればソフトでのキャンセルの仕組みを確立する。

センサーは、通常ハーネスによりコントローラと接続されるので、装置内のどの位置への放電でも誘導電圧が発生する。センサ値の読み取りは複数回行い、単発の誘導ノイズに対して正常動作を継続する仕組みが必要である。

画像データなどの信号は、単発の誘導電圧による異常値は許容できるので対応は不要。

画像に関する同期信号への単発の誘導電圧は、画像開始位置の異常による同期ずれが発生する。ノイズによる同期ずれは許容できるのでいかなるタイミングに想定外のタイミング信号が発生しても、新たな画像の開始タイミングでは正常な動作を継続できるソフト構造が必要である。

パネルなどの表示装置の異常については、表示情報の定期的なリフレッシュを行い、単発の誘導電圧による異常表示をキャンセルする構造が必要である。

上流下流連携設計への期待

- ✓ 装置側の使用条件による誘導電圧の見積もり（ざっくりでも良いので早期に方向性を決定できる）
- ✓ ハードウェアで対応設計を実現するのかソフトウェアで対応設計を実現するのか方針決め

そのために

- LSIのイミュニティー性能を明確にしたい。
 - どんなノイズ侵入経路がクリティカルか（電源系、入力、出力・・・）
 - 誤動作閾値、周波数特性までの考慮が必要か？
- LSIのイミュニティーモデルを定義したい。
 - LSI設計と装置設計のコミュニケーションツール下流（装置設計側）は上流（LSI設計部署／さらにLSI設計メーカー）に対して何を要求すれば良いかを明らかにできる。



KONICA MINOLTA