

写真1 組立工程ESD損傷を再現した損傷箇所

ることになる。

写真1は組立工程において発生していたフィールド酸化膜の損傷をESD試験により再現したものである。(写真1:A) HBM試験、MM試験での損傷はポリシリコン抵抗溶解、CDM試験での損傷はポリシリコン抵抗下酸化膜破壊であった。再現されたESD放電波形は、立上りがCDM試験のように速く、放電時間はHBM試験の半分程度とCDM試験よりも遥かに長いことが確認された。組立工程を調査した結果、半導体デバイス等、電子部品を搭載したプリント基板が保護プラスチックケースに帯電している静電気によって誘導され、ケーブルをプリント基板に差し込むと、同様なESDサージが流れ込み、同じ損傷が発生することを見出した。実際の組立工程では、典型的なHBM現象でもCDM現象でもないESD障害が発生している場合があり、一般的な静電気工程対策を実施しても完全にESD障害を防止できないこともある。

(2) システムレベルESD試験でのデバイス損傷

一般の電子機器ESD試験はIEC61000-4-2、車載搭載電子機器ESD試験はISO-10605/JASO D010-00に規定され、システムレベルESD試験と呼ばれている。コンポーネントレベルESD試験とは、被試験機器(システム)の状態、放電電流波形、試験電圧値等で相違がある。しかし近年、システムに搭載される部品点数が急速に減少したため、基板、モジュールにてシステムレベルESD試験による耐性確認が要求され、搭載電子デバイスの損傷が問題となってきた。

図2はESDガンを用いてLCDパネルのシステムレベル

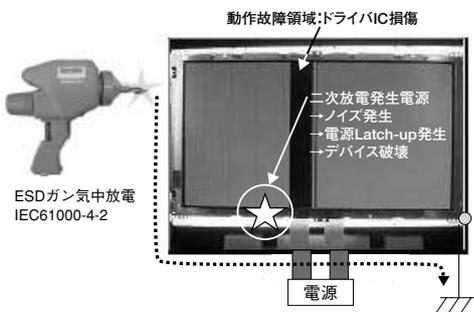


図2 LCDパネルモジュールへのシステムレベルESD試験 (IEC61000-4-2) の適用

ESD試験 (IEC61000-4-2) と障害メカニズムを示す。シャーシへESD放電すると、シャーシから電子デバイス搭載プリント基板へ二次放電が発生、電子デバイスの電源ラインにノイズが流入し、ラッチアップが発生、デバイス(ドライバIC)が損傷したものである(表1③参照)。

このようにモジュール等へのシステムレベルESD試験による損傷は、搭載電子デバイスがESD起因の電源ノイズ等によりラッチアップを引き起こすことが主な原因と考えられる²⁾。このシステムレベルESD耐性は、二次放電を起こし難くすることにより改善されるが、この他にも搭載される電子デバイスの電源ノイズによるラッチアップ耐性値を向上させることによって、ある程度改善できる(図3、図4)。

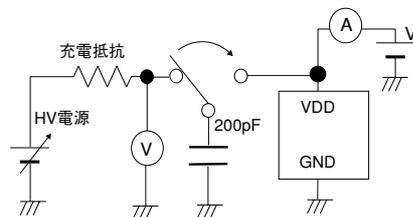


図3 電子デバイスにおける電源ノイズラッチアップ耐性評価回路

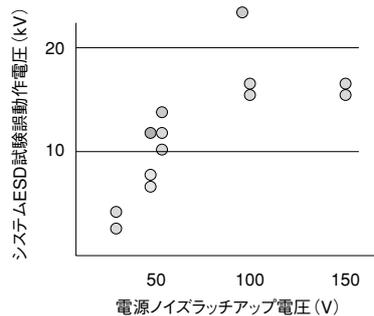


図4 システムレベルESD試験誤動作電圧と電源ノイズラッチアップ電圧との関係

当社では、電子デバイス組立工程におけるESD損傷防止の工程改善提案、電子デバイス耐性改善技術支援を実施している。一方、システムレベルESD損傷改良に対しては、電源ノイズラッチアップ耐性評価手法等を用いたデバイス、モジュールESD耐性改善を提案している。

良品構造解析 (LSIプロセス診断)

高信頼性が要求されるシステムでは、高信頼性電子デバイスを更に選別して使用する必要がある。当社は、新たなデバイスの選別法としてLSIプロセス診断を提案している。ここではLSIプロセス診断と、それを応用したMEMS、太陽電池の評価手法を紹介する。

LSIプロセス診断システム^{3) 4)} はデバイスの品質を評価

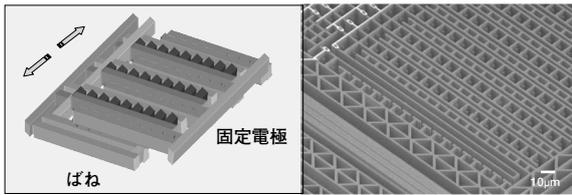


図6 3軸加速度センサの鳥瞰SEM像と動作概略図

評価する有効な手法の確立が期待されている。そこで当社はLSIプロセス診断を拡張した評価方法を提案している⁵⁾。以下に、現在、市場に広く浸透している汎用の3軸加速度センサ（図6参照）について実例を示す。

3軸加速度センサは可動電極がバネで支持されており、バネの支持部に最も応力が集中すると考えられ、この部分の構造上の検査が重要となる。当然、検査項目に、バネ支持部の欠陥が効率的に検出可能となる検査項目として、平面TEM検査等を追加している。

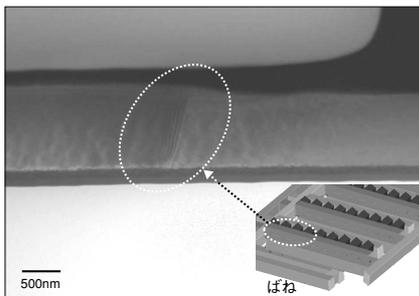


図7 平面TEM検査で見られた結晶欠陥

実際の検査で検出されたバネの支持部に見られた欠陥を図7に示す。3軸加速度センサの重要な可動部でこのような結晶欠陥が存在する場合、実使用時に故障を誘発する可能性が高くなり、自動車等の高信頼性を必要とするシステムには採用しがたくなる。この場合も、事前にLSIプロセス診断を拡張した診断システムで評価し、問題を内在したデバイスを排除することでシステムの信頼性を高めることが可能となる。

(6) 太陽電池での実例

世界的なCO₂削減の動きにより大きな注目を浴びている太陽電池であるが、パネル製造メーカーが乱立、パネルの品質もまちまちである。環境に優しいはずの太陽電池でもすぐに故障し交換するのでは、環境負荷の増大を招くばかりである。太陽電池についてもLSIプロセス診断を応用し、太陽電池の評価方法を確立している。太陽電池モジュールは長期にわたって大きな温度ストレスにさらされるため、インターコネクタと呼ばれる内部のはんだ接続性が経年劣化する可能性が高く、ウィークポイントとなる。実際の検査で検出されたインターコネクタ部に

見られた欠陥を図8に示す。インターコネクタ部のはんだ量が少なく接続性が悪い。初期状態の接続性が悪いと経時劣化などで長期信頼性に影響を与えるため、このようなパネルの採用は控えるべきである。

このようにシステムの信頼性向上を図るにはLSIプロセス診断による評価が効果的である。

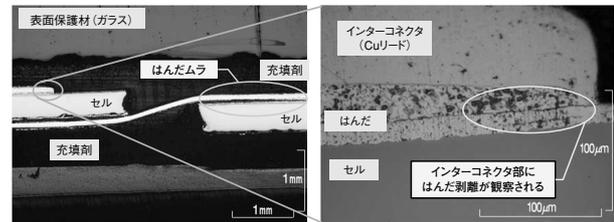


図8 インターコネクタ部に見られた欠陥

まとめ

電子デバイスの微細化・高度化および車載用に代表されるようにアプリケーション分野の急拡大等マーケット要因により今後益々、上記の技術が重要となってくる。

当社では最新の技術開発およびニーズに即した解析装置への設備投資を積極的に行い、より良い信頼性評価技術の提供に努める所存である。◆◆

参考文献

- 1) 福田保裕：半導体デバイスの静電気対策，静電気学会誌，vol29，2005年
- 2) 福迫真一 他：表示用高耐圧ドライバLSIにおけるシステムノイズ破壊解析と耐性評価方法の提案，第12回RCJ信頼性シンポジウム，2002年
- 3) 矢部一博 他：LSIプロセス診断システムと信頼性試験による相互検証，第14回RCJ信頼性シンポジウム，2004年
- 4) 今井康雄 他：電子部品の故障解析および良品解析—車載用電子部品の信頼性向上のための取り組み—，電子情報通信学会，2007年
- 5) 村原大介 他：LSIプロセス診断法によるMEMSデバイスの評価試行，第39回 信頼性・保全性シンポジウム，2009年

筆者紹介

今井康雄：Yasuo Imai. 沖エンジニアリング株式会社 取締役 信頼性技術事業部長
 福田保裕：Yasuhiro Fukuda. 沖エンジニアリング株式会社 信頼性技術事業部 技師長
 田中大起：Daiki Tanaka. 沖エンジニアリング株式会社 信頼性技術事業部 営業技術グループ長
 矢部一博：Kazuhiro Yabe. 沖エンジニアリング株式会社 信頼性技術事業部 構造解析グループ長