

誤動作対策支援システムの開発

電子部 ○尾前 宏

1. はじめに

静電気放電に対する耐ノイズ性試験法である国際規格¹⁾では、電子機器の筐体への直接放電や、水平結合板、または垂直結合板に放電する間接放電等を行い、製品としての耐ノイズ性の評価を行う。

実際に誤動作を起こす電子回路（プリント基板）は製品内部にあり、パネル面や筐体などからの容量結合、電磁結合、外来電磁波の影響などで誤動作すると考えられている。

プリント基板は、CPU 等の各種デバイスや、それらを結ぶパターンなどから構成されている。外来ノイズはデバイスに直接侵入したり、パターンを受信アンテナとして侵入する場合がある。耐ノイズ性向上の方法（イミュニティ対策）としては、電磁波の影響を受けやすい場所に対するシールド板の追加、グラウンドの強化、ノイズ対策部品の追加、パターン変更などを行う方法がある。イミュニティ対策を効果的に行うには、誤動作の現象を観測して、どこが誤動作しているか検討し、なぜ誤動作するのか（ノイズの侵入経路など）を究明することが重要であり、ループアンテナを使用した評価システムなども報告されている^{2)~4)}。これを実現する方法として、静電気放電試験器を用いてプリント基板の各部分に局所的にノイズを加え、誤動作しやすい場所を明確にすることでイミュニティ対策を支援するシステムを試作したので報告する。

2. システムの概要

システム構成を図1に、システム全体写真を図2に示す。本システムの試験方法は、通常、国際規格で定められている水平結合板への接触放電試験を元に、水平結合板のサイズを小型化して、放電ガンの先端に取り付け、供試体の一部に局所的に放電させ、各ポイントでの誤動作電圧や、誤動作現象を記録し、誤動作分布などを解析する方法である。

このため小型の水平結合板として、1辺9cm、3cm、1cmの正方形のもの（以後、9cm角プローブ、3cm角プローブ、1cm角プローブと表記する）を用意した。プローブの外観を図3に示す。供試体へ放電させるため、木製の箱（以後、試験ボックスと表記）を用意し、その中央部に放電ガンを上向きに固定し上蓋を閉じる。上蓋には、中心部に放電プローブを放電ガンに取り付けるための穴と、XY座標を示す1cm間隔の升目が書いてあり、試験を行う際は、上蓋中心部に放電プローブを取り付け、供試体に対して下から放電させる。放電させる位置を変える場合には、升目に沿って、作業者が手動で供試体の位置を変える。

試験条件の設定及びトリガなど、静電気放電試験器の制御はコンピュータから光 GPIBにて行う。

誤動作判定は作業者の判断で行い、各ポイントごとに誤動作電圧及び、誤動作内容を記録（識別コードで記録）する。図4に解析図面のレイアウトを示す。各ポイントの誤動作状況は、誤動作電圧に応じた6段階カラーの枠で表示するとともに、誤動作電圧値、誤動作内容の識別コードも表示する。この際、供試体の映像と重ね表示し、場所の確認を容易にできるようにした。

なお、供試体の映像は事前に640×480ドットにて32cm×24cmの範囲を撮影して画像ファイル（bmp形式）化しておく。

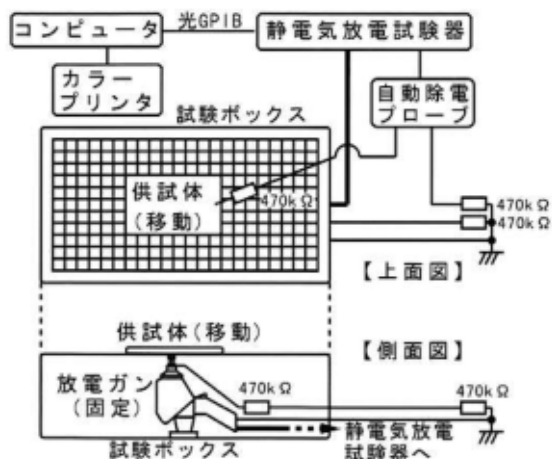


図1 システム構成



図3 放電プローブ群



図2 システム全体写真

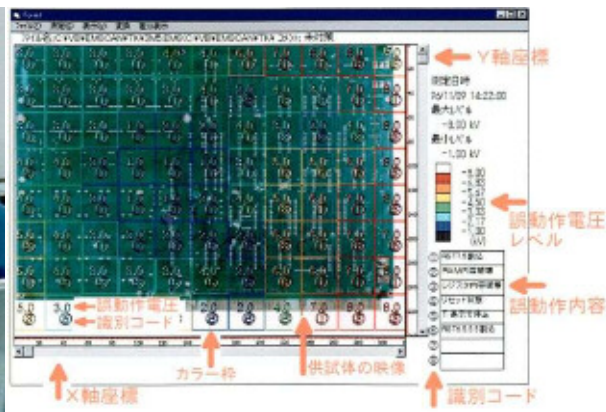


図4 解析画面の説明

3. 実験方法

3.1 供試体について

市販のワンボードコンピュータについて試験を行った。供試体の外観を図5に示す。

裏面から見た主な部品の位置関係を図6に示す。試験時には、8個ある7セグメントLEDを順次点灯させるプログラムを実行し、表示の様子で誤動作の判定を行った。

3.2 放電プローブのサイズの違いについて

9 cm角, 3 cm角, 1 cm角の3つの放電プローブを使用し、供試体裏面について実施した。

4. 結果及び考察

4.1 放電プローブのサイズの違いについて

9 cm角, 3 cm角, 1 cm角プローブにおける結果をそれぞれ図7, 図8, 図9に示す。9 cm角プローブで解析した結果は、同じ領域を3 cm角プローブで9ポイント試験した結果の中の最小値とほぼ同じか+αの値を示しており、誤動作現象もほぼ一致していた。3 cm角プローブの領域を1 cm角プローブで試験した結果もほぼ同様な結果となった。

4. 2 誤動作箇所の解析について

3 cm角プローブの試験結果を元に、誤動作原因と考えられるパターンについて検討した結果を図10に示す。8085Aで用意されている割込入力のうちRST7.5, 6.5, 5.5の入力用パターンが誤動作原因である可能性が高かった。RST6.5と5.5はハイレベル検出になっており、RST7.5は立ち上がりエッジ検出になっている。供試体における回路図を図11に示す⁵⁾。RST7.5については、1インストラクションステップ動作回路用に使われており、1STEPモード切替SWがONの時に動作する。通常はこのSWはOFFになっている。RST6.5と5.5はこのボード上では特に使用されていないが、LS14を経て拡張バスまでパターンが延びている。図14の回路図に示す誤動作パターン①②③の部分が誤動作の原因となっている可能性が高かった。そこでCPUの部分でRST関係の端子をグランドに直結する対策を行い対策前後を比較してみる(対策前:図7, 対策後:図12)と、RST入力系のパターン部分での誤動作レベルが向上し、誤動作内容も別なものとなっており、RST入力関係のパターンが誤動作の原因であることが確認できた。

5. おわりに

- 1) 9 cm角, 3 cm角, 1 cm角プローブでの試験結果について比較したところ, 9 cm角プローブで試験した結果, 同じ領域について3 cm角プローブで9ポイント試験した中の最小値とほぼ一致か $+\alpha$ の値を示しており, 誤動作現象もほぼ一致していた。3 cm角プローブの領域を1 cm角プローブで試験した結果もほぼ同様な結果となった。このことから, 9 cm角でおおまかな誤動作分布を把握した上で, 3 cm角プローブや1 cm角プローブに取り替えることにより誤動作箇所の絞り込みが効率的に行える。
- 2) 誤動作原因となるパターン上ではほぼ同じ電圧, 同じ現象で誤動作する。そこで, 同電圧, 同現象で誤動作している領域と同じ形状のパターンが誤動作原因である可能性が高い。
- 3) 今回の供試体の場合, CPUのRST入力関係のパターンが誤動作しやすい箇所として検出された。

今後は、誤動作の発生するアルゴリズムの理論的解析や実用化に向けての応用技術などについて検討する予定である。

文 献

- 1) "IEC1000シリーズ (1994年版)", (社) 関西電子工業振興センター (1994)
- 2) 千葉ら: "放射電磁雑音によるデジタル回路基板への誘導と回路共振", 信学技報, EMCJ-91-89, 45 (1991)
- 3) 半杭ら: "プリント基板のEMC評価装置の検討", 1994信学春季全大, SB-3-2 (1994)
- 4) 半杭ら: "磁界印加形プリント基板用EMC評価装置", 信学技報, EMCJ94-17, 65 (1994)
- 5) "TK-85トレーニングブック", 日本電気株式会社

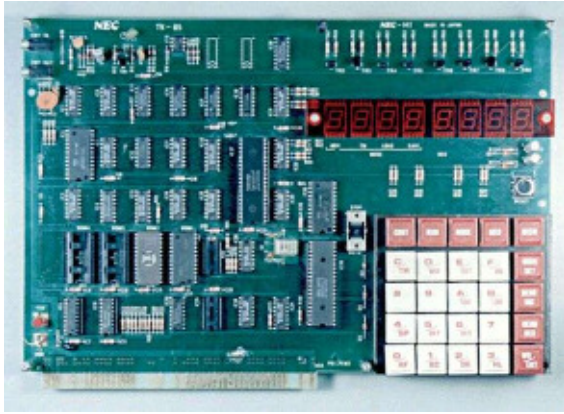


図5 供試体の外観

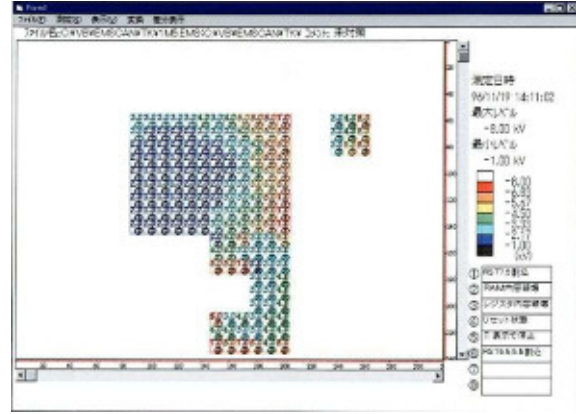


図9 1 cm角プローブでの試験結果

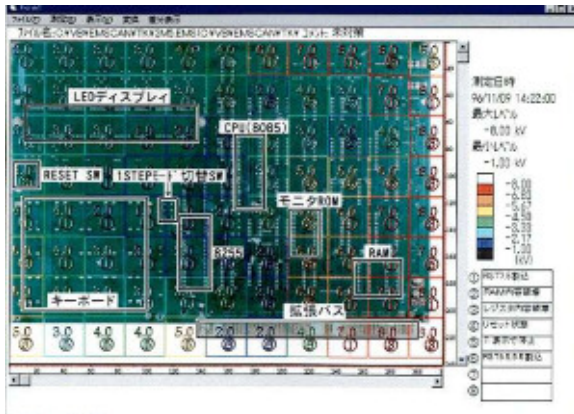


図6 供試体の主な部品配置

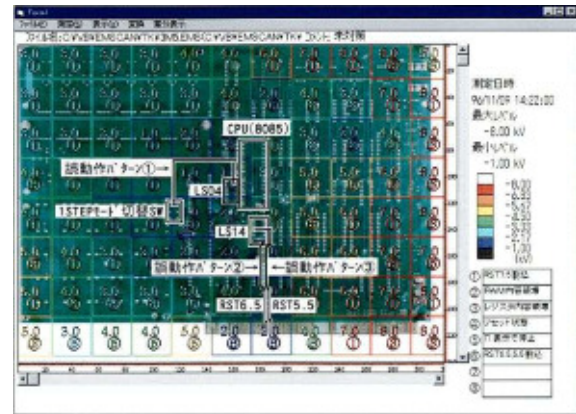


図10 誤動作原因のパターン

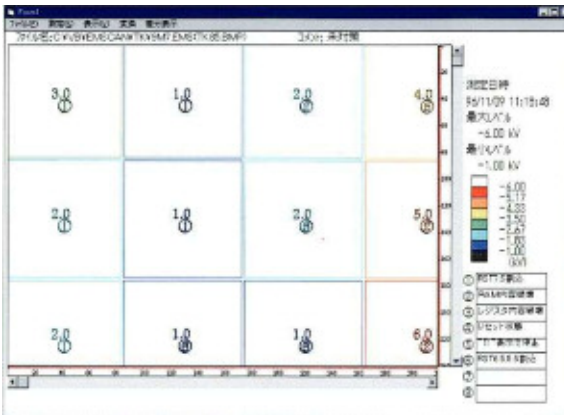


図7 9 cm角プローブでの試験結果

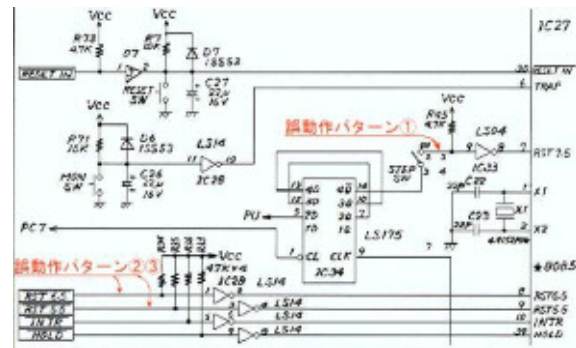


図11 回路図

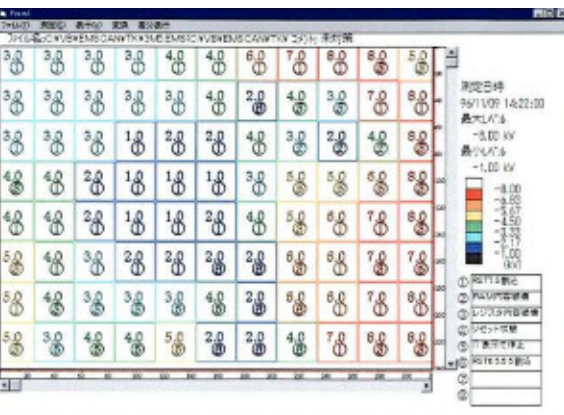


図8 3 cm角プローブでの試験結果

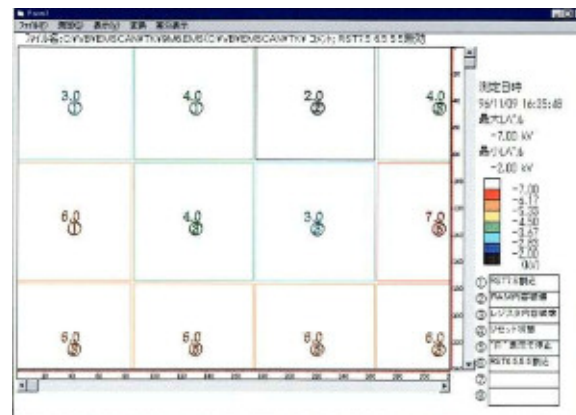


図12 対策後の試験結果（9 cm角プローブ）