

静電気放電発生箇所可視化技術の開発（その2）

生産技術部 ○尾前宏

1. はじめに

電子関連企業等で深刻化している静電気放電トラブルに対応するため、被試験体の近くに、静電気放電の発生を監視する装置を設置し、放電を検知するとほぼリアルタイムに、被測定物を撮影した動画画像上で、放電の発生する様子を可視化する手法を考案し、特許を取得した。(特許第5374687号)

平成24年度の成果発表会で報告した可視化システムの概要や、放電源の算出精度に関する評価結果に引き続き、試作した可視化システムの概要や実環境での可視化事例、短時間に多数の放電が生じる事例へ対応する手法について検討した結果について報告する。

2. システムの概要

本技術に基づく可視化システムは、図1のように4本の受信アンテナ、ビデオカメラ、計測器（デジタルオシロスコープ: DSO）、制御用PC等で構成されている。監視時は、同システムを被測定物の近くに設置して、放電に伴う電磁波の発生を監視するとともに、被測定物のビデオ画像を制御用PCのメモリ上で、無限ループ保存し続ける。放電に伴う電磁波を検知すると、4本のアンテナへ電磁波が到達した時間差から放電源の座標を算出し、放電が発生した瞬間のビデオ画像(静止画)の該当位置にマーキング表示することで、ほぼリアルタイムに放電源を特定することができる。また、ハードディスクに記録した測定結果を繰り返し確認することもできる。4本のアンテナとビデオカメラは、一体化されており、可視化システムの移動や監視作業を、短時間かつ容易に行える。

図2に試作した検証装置を示す。使用したビデオカメラは、USB2.0インターフェースを用いて制御用PCに接続し、640×480画素のカラー画像を30fpsで表示、保存が可能である。撮影範囲は、ズームレンズを用いることで、最大広角時の方位角が±30度（距離1mにおいて幅115cm）、最大望遠時の方位角は±10度（距離1mにおいて幅30cm）である。静電気放電に伴う電磁波の捕捉は、4ch入力、20GS/sのデジタルオシロスコープで行う。また、制御、解析などを行うソフトウェアも開発した。

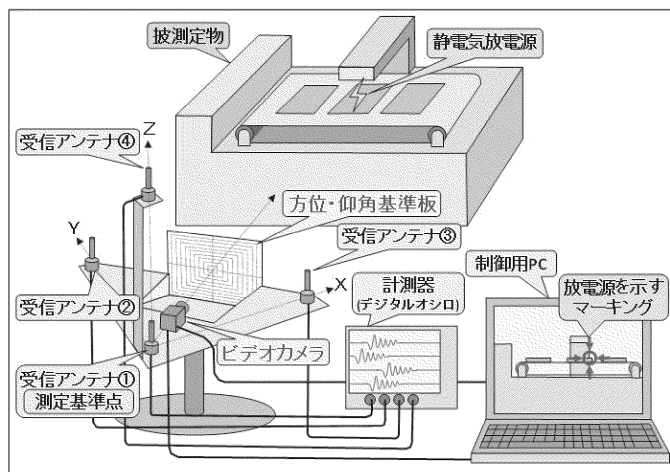


図1 静電気放電発生箇所可視化システムの概念図

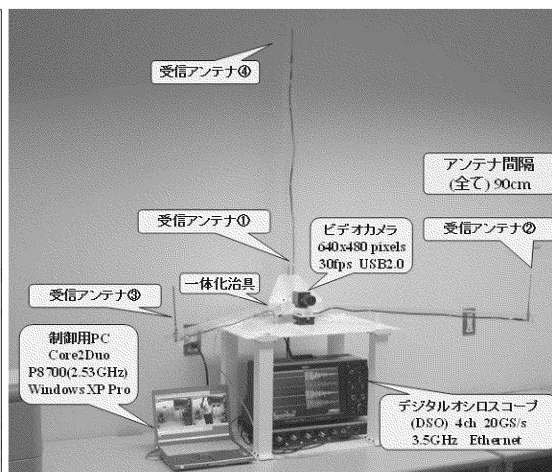


図2 試作した検証装置

3. 実環境での実施例

実際の電子部品製造工程において、作業者が、右手に持った電子部品を加工装置のレーンに挿す作業を繰り返し行っていた際に生じた静電気放電の検出例を示す。この例では、図3に示すような放電波形が観測され、算出された放電位置は、作業者の右手付近であることが確認できた。さらに、放電発生前後の動画像（実際には1秒間あたり30枚の静止画ファイルの集まり）に対し、放電が生じた瞬間の静止画には緑色の二重丸のマーキング、それ以外の画像には赤色のマーキングを加えた後、時系列で再生した結果、作業者の右手が動いて電子部品をレーンに挿した瞬間に放電が発生していることを確認できた。

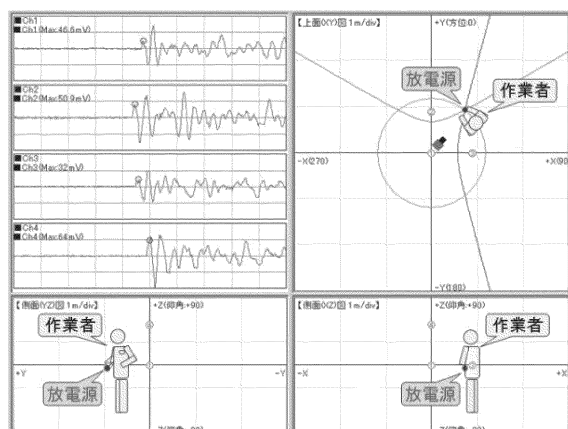


図3 放電波形と放電源の算出位置

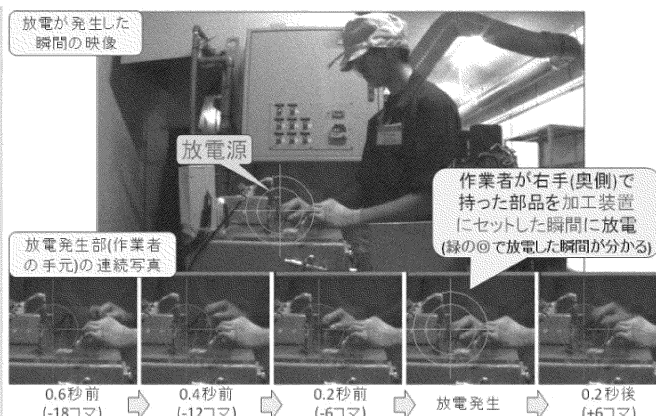


図4 放電発生に至るプロセス画像

4. 短時間に多数の放電が生じる事例へ対応する手法の検討及び実験

開発当初の可視化手順は、DSOで放電を検出する度にPCへ波形データを読み込み、波形を解析して放電源を算出し、該当位置へのマーキング、保存といった一連の処理を行っており、放電を検出すると、ほぼリアルタイムに放電状況を可視化することができた。しかし、電子部品を高速搬送する際など、短時間に多数の放電が生じるような事例には追従できない可能性が高かった。

そこで、放電が発生していると思われる時間帯は、DSO内部で放電検出と放電波形の記録処理だけ繰り返し行い、放電が終了した頃を見計らって記録処理を終了し、全ての記録をPCへ読み込んで、まとめて放電源の算出処理や、該当する時刻の画像へのマーキング処理を行う手法を考案した。

試作した検証装置で使用したDSOのch1にパルスジェネレータ出力を接続し、パルスの発生周波数を段階的に高めて、DSOの波形検出が追従できる上限周波数を確認した結果、パルス周波数が約1MHz(100万回/秒)までは、漏れなくトリガがかかり、波形が記録できることが分かった。

5. おわりに

これまでの技術開発や性能評価により、検出可能電位や算出位置精度について、実用的に十分な機能と性能を有し、実環境で生じる様々な放電現象も検出できることを確認し、本技術シーズの実現可能性が高いことが確認された。今後は、今回の研究成果をもとに、本技術シーズの実用化を図るための研究開発や、本技術シーズを活用した共同研究などを行う予定である。

なお、本成果の一部は、(独)科学技術振興機構(JST)の研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)平成23年度第2回 FSステージ 探索タイプにより実施した。その支援に謝意を表す。