

光電界強度測定の実用に関する研究 (第2報)

木島 一広・河西 伸一・清水 章良

Study on the Application of Electric Field Measurement using Electro-Optical Devices (2nd Report)

Kazuhiro KIJIMA, Shin'ichi KASAI and Akio SHIMIZU

要 約

電磁環境両立性 (EMC) 試験が規格どおりの特性や仕様に合致しているかどうかの評価をより高精度に行うことを目的として、光電界センサを用いた電界測定方法を応用して、種々の EMC 試験環境の評価をより高精度に行う可能性について検討した。その結果、パルス状の電界検出に適した電界センサが試作できた。さらに、高電圧パルス測定を実現するための条件を決定し、電氣的ファストトランジェント/バースト試験器および静電気障害試験器の波形測定への適用実験を行った結果、試作したシステムで立ち上がりの早いパルス状波形測定において測定が可能であることが明らかになった。

1. 緒 言

電子機器のエミッション測定およびイミュニティ試験をおこなう電磁環境両立性 (EMC) 測定においては、その測定・試験方法が様々な国際規格で規定されている。規定されている方法に即した測定・試験を行うにあたっては、測定場や、試験器が規格に規定されている特性や仕様を満たしているかどうか重要な要素となる。そのためには、測定場の特性測定、試験器の発生波形確認を行う必要があるが、これらの測定は高周波領域の測定となるため、現状の測定方法では配線の取り回しなど、測定条件の僅かな違いにより測定値が大きく変動するため、評価することが非常に難しい。

そこで本研究では、平成19～20年度に研究を行った、光電界センサを用いた電界測定方法を応用して、種々の EMC 試験環境の評価をより高精度に行う可能性について検討した。

平成 21 年度には、高周波ノイズシミュレータおよびサージ発生器の評価への適用法について検討した。

平成 22 年度は、電氣的ファストトランジェント/バースト試験器および静電気障害試験器の評価への適用法について検討したので報告する。

2. 実験方法

2-1 電氣的ファストトランジェント/バースト試験器の波形測定

光電界測定、高速な高電圧パルス測定への適用を確

認するため、まず、電氣的ファストトランジェント/バースト試験器の波形測定への適用について検討を行った。電氣的ファストトランジェント/バースト試験器は、リレー接点等のチャタリングなどによって発生するインパルスを模擬した試験機である。今回は、IEC (国際電気標準会議) 61000-4-4 に準拠した発生器の波形測定を行った。使用機器を表 1、用いた電界センサの写真を図 1、実験配置を図 2 にそれぞれ示す。

表 1 使用機材

サージ発生器	テセック NSG2050+PNW2225
減衰器	テセック CAS3025
半導体レーザー	THORLABS LTC100
オシロスコープ	Tektronix TDS5104B

電氣的ファストトランジェント/バースト試験器の波形測定に用いた光電界センサは、電気光学結晶であるニオブ酸リチウム (NEL クリスタル株, Y カット 両面ミラー 厚さ 0.5mm) 上に、真空蒸着器 (日本電子株) により金蒸着を行い、電極を形成したものをを用いた。

LiNbO₃ の破壊電圧は 10V/ μm であるため、結晶の破壊を防ぐために、今回は、発生器の出力に、規格で定められている 50 Ω 終端、60dB の減衰器を挿入してセンサに接続している。

光電界センサには、波長 780nm の半導体レーザーを

入射して信号の検出を行った。

あわせて、従来法との比較のために減衰器に直接同軸ケーブルを介してオシロスコープに接続した従来法による測定を行い、測定波形の比較を行った。

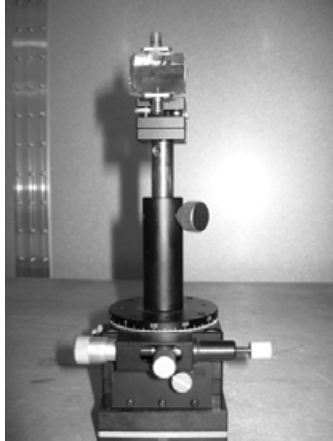


図1 使用したセンサ



図3 使用したセンサ

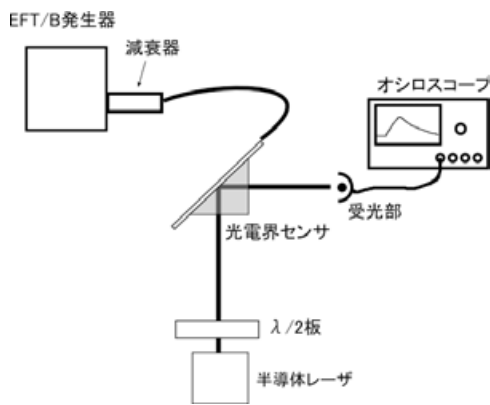


図2 実験配置の模式図

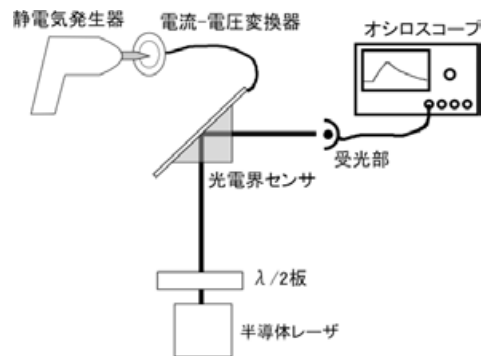


図4 実験配置の模式図

2-2 静電気障害試験器の波形測定

続いて、静電気障害試験器の波形測定への適用を試みた。静電気障害試験器は、人体に帯電した電荷が手に持った金属片を介して放電する様子（マン-メタル放電）を模擬した試験器である。今回は IEC 801-2 に準拠した試験器の波形測定を行った。使用機器を表 2、用いた電界センサの写真を図 3、実験配置を図 4 にそれぞれ示す。

表 2 使用機器

静電気障害試験器	三基電子工業 ESD300
半導体レーザー	THORLABS LTC100
オシロスコープ	Tektronix TDS5104B
電圧-電流変換器	ノイズ研究所 06-00001A

静電気障害試験器の波形測定に用いた光電界センサも、電氣的ファストランジェント/バースト試験器の場合と同様に、電氣光学結晶であるニオブ酸リチウム（NEL クリスタル(株), Y カット 両面ミラー 厚さ 0.5mm) 上に、真空蒸着器（日本電子(株)）により金蒸着を行い、電極を形成したものを用いた。光電界センサには、波長 780nm の半導体レーザーを入射して信号の検出を行った。ターゲット状の電流-電圧変換器に静電気発生器による放電を印加し、電流-電圧変換器と同軸ケーブルで接続した光電界センサにより信号を測定している。

3. 実験結果および考察

3-1 電氣的ファストランジェント/バースト試験器の波形測定

取得した波形の一例を図 5、6 に示す。図 5 は単一パルス波形、図 6 は単一パルスがバースト状になっている状態の波形を示している。

妥当性を検証するため、減衰器に直接同軸ケーブルを介してオシロスコープに接続した従来法による測定と比較した結果を図 7 に示す。光電界センサを用いた測定波形と従来法を用いた測定波形はほぼ一致しており、今回の測定が有効である事が確認できた。波形に重畳されている細かいノイズはレーザーの雑音であると考えられ、

さらなる感度の向上を図ることで S/N 比を向上する必要がある。さらに、測定の線形性を確認するため、試験器のパルス電圧を+4kV と+2kV にそれぞれ設定した際の取得波形の比較結果を図8に示す。この測定では、オシロスコープに内蔵されている 20MHz のローパスフィルタを用いている。+4kV の測定結果は+2kV のほぼ倍になっていることから、この範囲では線形性が保たれているものと思われる。

これらの測定から今回試作したセンサが高速パルス測定に使用可能であることを確認することができた。

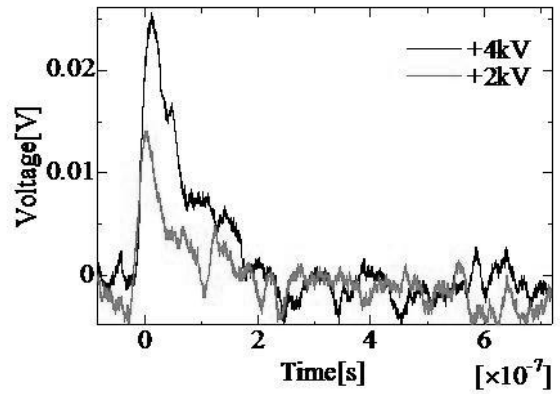


図8 種々のパルス電圧の測定結果比較

3-2 静電気障害試験器の波形測定

取得した波形の一例を図9に、種々の充電電圧の波形を測定した比較結果を図10に、また正負両極性の放電測定結果を図11に示す。

今回の測定においても S/N 比の問題から、オシロスコープ内蔵の 20MHz のローパスフィルタを用いている。

種々の充電電圧の測定結果においては充電電圧に応じて測定波形が変化している様子が取得できた。また、充電電圧の極性を変えることで、取得波形の極性も変化しており、静電気放電の波形を捕らえている事は確認できた。

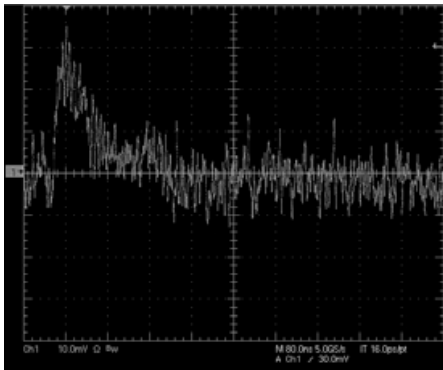


図5 取得波形の一例 (電圧4kV)

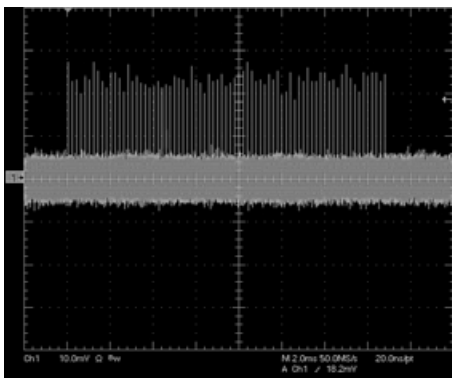


図6 バースト状態の観測 (電圧4kV)

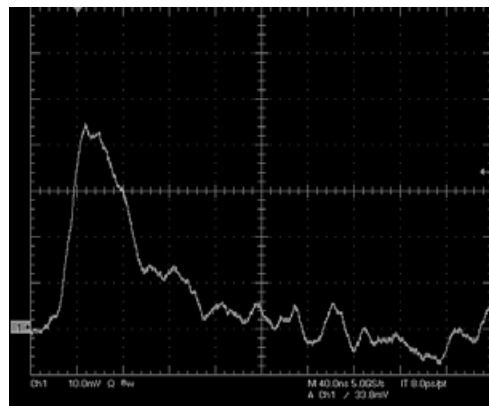


図9 取得波形の一例(電圧+8kV)

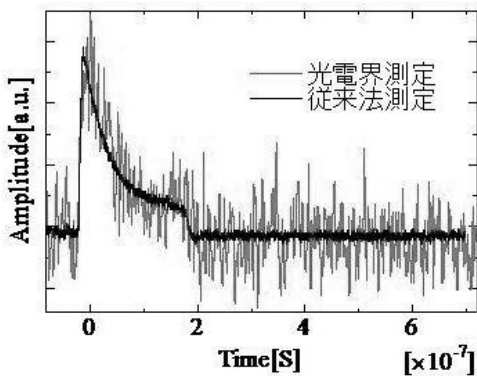


図7 従来法との測定結果比較

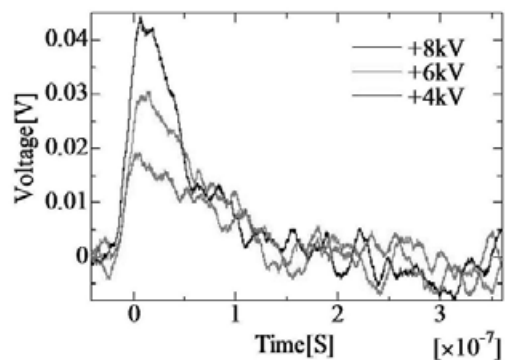


図10 種々の充電電圧の測定結果比較

4. 結 言

平成19～20年度に研究を行った，光電界センサを用いた電界測定方法を応用して，種々のEMC試験環境の評価をより高精度に行うことを目的として，電極間距離などの検討を行い，平成22年度は以下の結果を得た．

- (1) 高電圧印加による光電界結晶の破壊を防ぎ（LiNbO₃の破壊電界は10V/ μ m程度），高電圧パルス測定を実現するための条件を決定した．
- (2) 電気的ファストトランジェント/バースト試験器および静電気障害試験器の波形測定への適用実験を行い，その結果，試作したシステムで立ち上がりの早いパルス状波形測定において測定が可能であることが明らかになった．

今後さらなる S/N 比の向上を図ることで，本研究結果は，サージ発生器，インパルス試験器，静電気試験器および電気的ファストトランジェント/バースト試験器の評価に適用可能になると考えられる．

参考文献

- 1) 西原 浩，春名 正光，栖原 敏明：光集積回路，オーム社（1993）

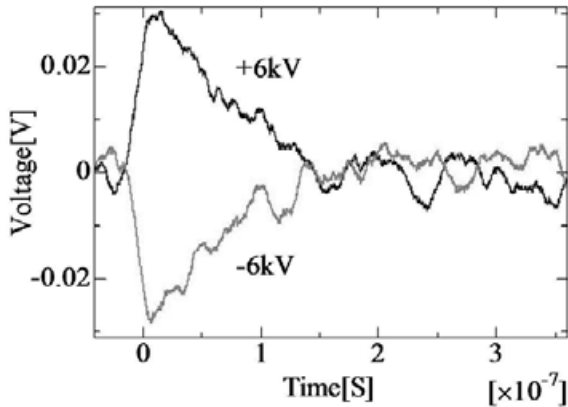


図11 正負両極性の放電測定結果比較

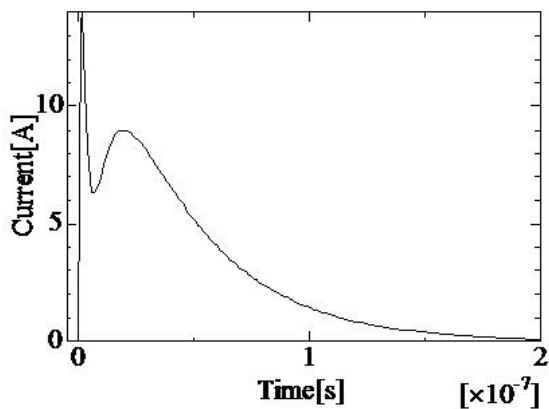


図12 理想電流波形（充電電圧4kV）

今回の静電気障害試験器の理想電流波形を図12に示す．今回の測定では，理想波形で見られる発生初期の早い立ち上がりパルスがはっきりと確認されていない．これは，S/N比の改善に用いた20MHzのローパスフィルタが大きな原因であると考えられるため，さらに感度を改善させることで，測定が可能になるものと考えられる．