

# 光電界強度測定の実用に関する研究

木島 一広・河野 裕・阿部 治

## Study on the Application of Electric Field Measurement using Electro-optical Devices

Kazuhiro KIJIMA, Hiroshi KONO and Osamu ABE

### 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、高周波ノイズシミュレータおよびサージ発生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

電子機器のノイズ放射測定およびノイズ耐性試験をおこなう電磁環境両立性（EMC）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。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ので、以下に報告する。

### 2. 実験方法

#### 2-1 高周波ノイズシミュレータの波形測定

光電界測定のパルス性高電圧の測定への適用を確認するために、まず、高周波ノイズシミュレータの波形測定への適用を試みた。高周波ノイズシミュレータは、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模擬した試験機であり、 $\pm 2$  kV以下の振幅、50ns～1 $\mu$ sのパルス幅の方形波を発生する試験機である。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 使用機器

高周波ノイズシミュレータ	三基電子工業 ENS-24PA
半導体レーザ	THORLABS LTC100
オシロスコープ	Tektronix TDS5104B



図1 使用したセンサ

高周波ノイズシミュレータ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）製、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）製）により金蒸着を行い、電極を形成したものをを用いた。

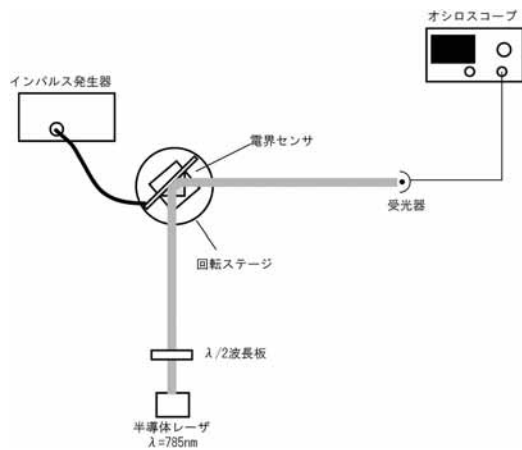


図2 実験配置の模式図

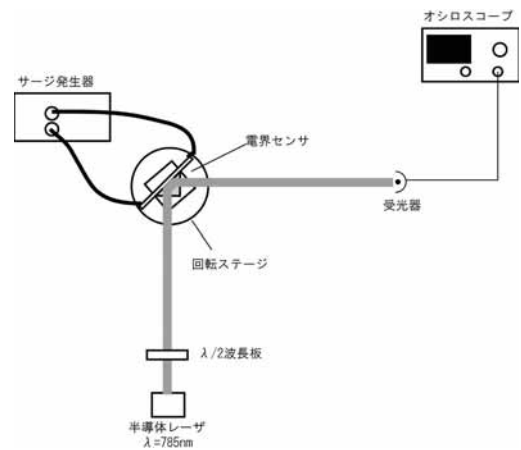


図4 実験配置の模式図

LiNbO<sub>3</sub>の破壊電圧は10V/ $\mu$ mであるため、結晶の破壊を防ぐために、今回は、ノイズシミュレータの出力に、40dBのアッテネータを挿入してセンサに接続している。また、出力端には50 $\Omega$ 終端を挿入している。

### 2-2 サージイミュニティ試験器の波形測定

続いて、サージイミュニティ試験機の波形測定への適用について検討を行った。サージイミュニティ試験機は、雷などで電力線や通信線に誘起される高電圧を模擬した試験機である。今回は、IEC（国際電気標準会議）

61000-4-5に準拠したコンビネーションウェーブ発生器（開放電圧波形1.2/50 $\mu$ s,短絡電流波形8/20 $\mu$ s）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。サージイミュニティ試験器の波形測定に用いた電界センサは、電気光学結晶であるニオブ酸リチウム（NELクリスタル株製、Yカット、両面ミラー、厚さ0.5mm）を用い、電極間を40mmとした。

あわせて、従来法との比較のために高電圧差動プローブによる測定を行い、測定波形の比較を行った。

表2 使用機材

サージ発生器	テセック NSG2050+PNW2050
差動プローブ	テセック MD200A
半導体レーザー	THORLABS LTC100
オシロスコープ	Tektronix TDS5104B

## 3. 実験結果および考察

### 3-1 高周波ノイズシミュレータの波形測定

取得した波形の一例を図5に、種々の電圧のインパルス測定した比較結果を図6に示す。

高周波ノイズシミュレータ特有の鋭い立ち上がりが測定できており、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。

また、測定結果の線形性については、種々の電圧の比較から確認することができた。

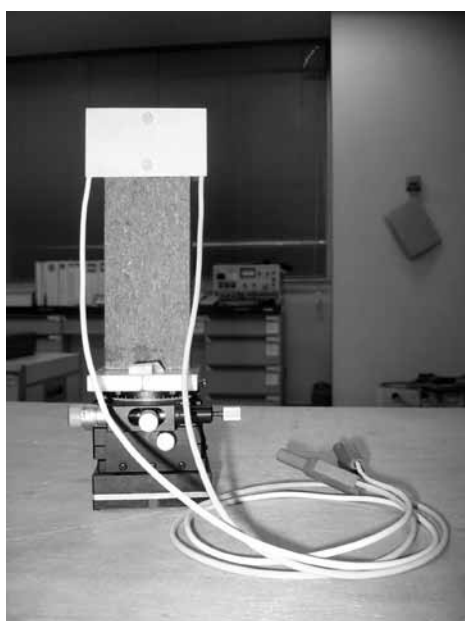


図3 使用したセンサ

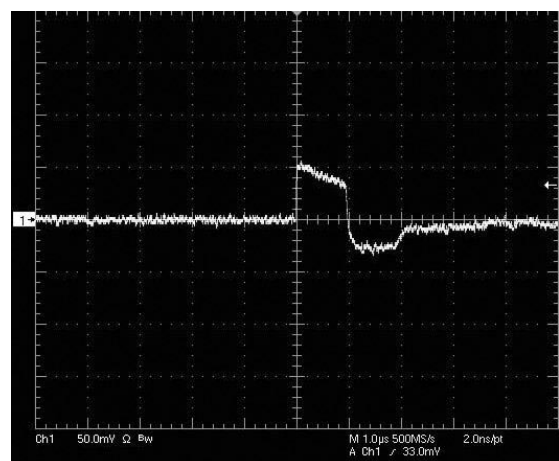


図5 取得波形の一例  
(パルス幅1 $\mu$ s, 電圧1kV)

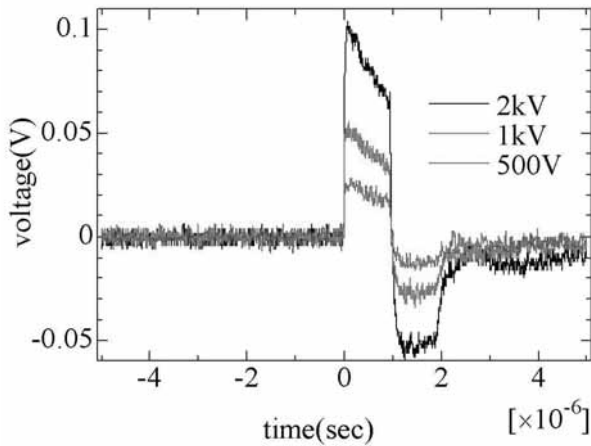


図6 種々のインパルス電圧の測定結果比較  
(パルス幅  $1\mu\text{s}$ )

3-2 サージイミュニティ試験器の波形測定

取得した波形の一例を図7に、差動プローブ測定結果との比較を図8に、また種々の電圧のサージ波形を測定した比較結果を図9に示す。

今回の測定は、開放電圧の測定となる。測定結果からは、波頭長 $1.2\mu\text{s}$ 、波尾長 $50\mu\text{s}$ である事が確認でき、

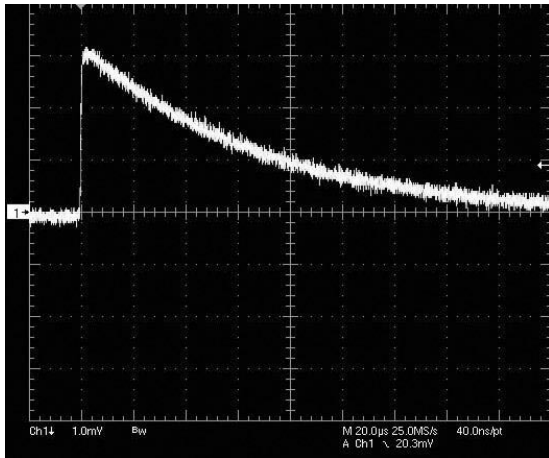


図7 取得波形の一例  
(電圧 4 kV)

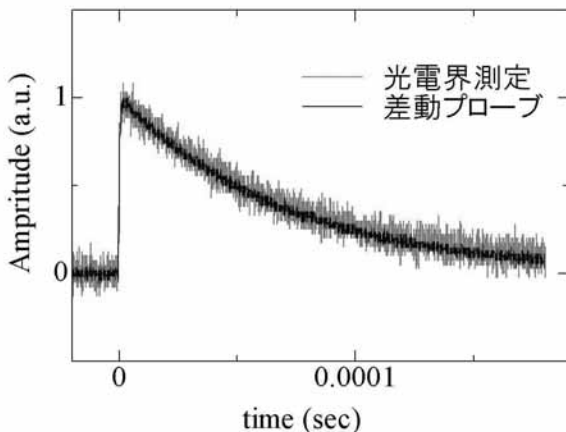


図8 差動プローブとの測定結果比較

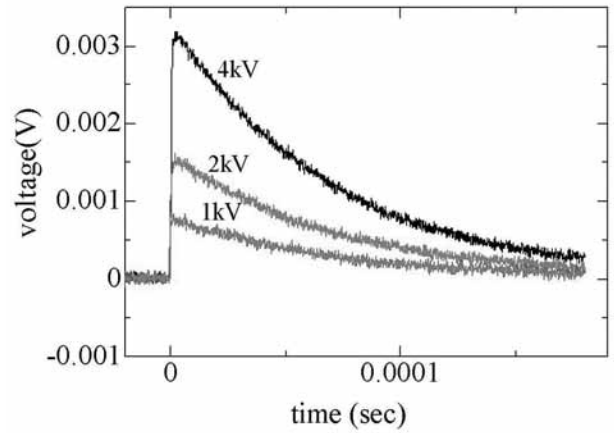


図9 種々のサージ電圧の測定結果比較

測定が行えている事が確認できた。併せて、差動プローブとの比較でも良い一致を見せており、今回の測定が有効であること確認できた。

さらに、種々のサージ電圧の測定結果比較により、測定結果の線形性を確認することができた。

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21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 $10\text{V}/\mu\text{m}$ 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) 高周波ノイズシミュレータおよびサージ発生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。

高周波ノイズシミュレータでの波形観測が可能であったことから、他の試験機においても測定が可能であることが十分に期待出来る。今後、静電気試験機、電氣的ファストトランジェント/バースト試験機などにおいても測定条件の検討を行い、適用を図って行く予定である。

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)