

PV モジュール配線形状と放射電界ノイズの関係

Relationship between Wiring Shape of PV Module and Radiated Electric Field Noise

杉山大季¹⁾

指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

キーワード：PV モジュール, 太陽光発電設備, EMC, 電界ノイズ, EMI

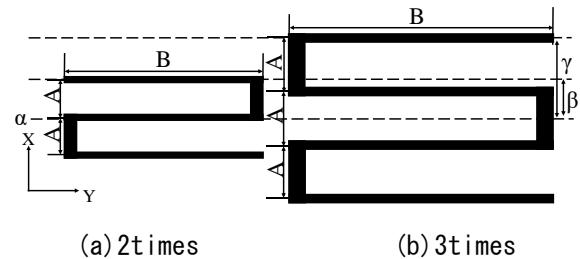
1. はじめに

近年, SDGs やパリ協定などが採択されて再生可能エネルギーに注目が集まっている。今後も導入量の増加が見込まれている。しかし、太陽光発電において電波障害の報告が挙がっている^[1-2]。その原因の一つとして、太陽光発電設備を構成する PV モジュール内の配線（バスバー配線）が挙げられる^[3]。筆者らは、バスバーの折り曲げ段数を変化させると周辺磁界が小さくなることを有限要素法による解析によって明らかにした^[4]。また、電波暗室内において配線形状が放射電界強度に与える影響を明らかにし、有限要素法による解析と同じ傾向の結果を得ることができた^[5]。次の取り組みとして、放射電界強度の指向性を調査することにした。しかし、筆者らが使用していたバスバー配線形状の模擬モデル（EUT : Equipment Under Test）は、実験環境的に指向性を測定できるサイズではなかった。そこで、新たに大きさの異なる小型の EUT を作成し、EUT の大きさが放射電界強度に与える影響と放射電界強度の指向性を調査した。

本稿では、EUT の大きさの違いが放射電界強度に与える影響、および EUT の指向性を報告する。

2. EUT の大きさと放射電界強度の関係

本章では、EUT の大きさと放射電界強度の関係について述べる。図 1(a)に折り曲げ段数 2 段時、(b)に折り曲げ段数 3 段時の EUT における模式図を示す。また、表 1 に大小 2 つの EUT の寸法を示す。



(a) 2 times (b) 3 times

図 1 EUT の模式図

表 1 EUT の大きさ

	Small Model	Big Model
A	50mm	90mm
B	200mm	270mm

2. 1. 実験方法

図 2 に実験環境を示す。測定は、電波暗室内で行い、EUT とループアンテナの間距離 ℓ は 3m とした。55kHz-2MHz の放射電界強度はスペクトラムアナライザで各 EUT に対して 2 回測定した。本稿では、1 回目の測定結果（100kHz-2MHz）のスペクトルを記載する。スペクトラムアナライザの設定値は、VBW : 120kHz, RBW : 100kHz とした。

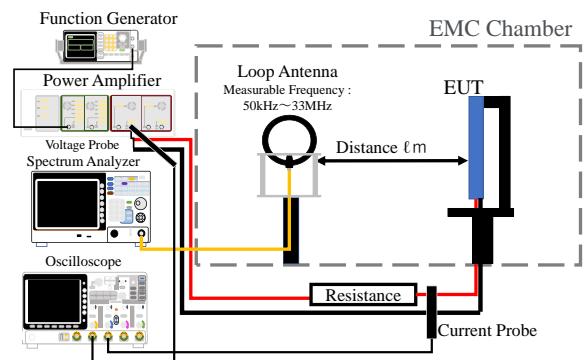


図 2 実験環境

EUT へ加える波形は、ファンクションジェネレータで周波数: 10kHz・デューティ比: 80%の方形波を発生させ、パワーアンプにより、70V_{p-p}へ増幅した信号を使用した。

2. 2. 実験結果

図3に実験結果を示す。どちらのEUTも0.2MHz-1MHz間で折り曲げ段数3段時の放射電界強度が5dB μ V/m-10dB μ V/m程度低い傾向となった。これは、先行研究の有限要素法による解析と同じ傾向の結果^[4]を示している。つまり、EUTの大きさに関係なく形状を変更することで放射電界強度の低減が可能であるという知見を得られた。

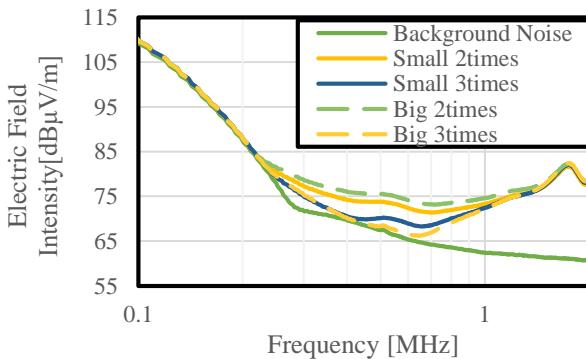


図3 EUTの大きさと放射電界強度の関係

3. 配線形状と指向性の関係

前章では、EUTの大きさに関係なく配線形状によって放射電界強度に違いが出ることを確認した。本章では、折り曲げ段数が異なるEUTの指向性について述べる。

3. 1. 実験方法

本実験は、前章の“Small Model”を対象として、電波暗箱内で行った。ループアンテナの給電点とEUTの中心間距離 ℓ は0.5mとした。また、ターンテーブルを用いて図1の α 軸を中心に0度から355度まで5度ごとに55kHz-2MHzの周波数スペクトルを測定した。その他の実験条件は2.1節と同様にした。

3. 2. 実験結果

図4に代表値として、(a)600kHz時と(b)1MHz時における実験結果を示す。2つの図より、放射電界強度に若干の違いはあるが、同じような指向性を示すことがわかった。また、90度や270度付近では折り曲げ段数3段の放射電界強度が大きい。こ

れは、同地点付近において、ループアンテナとEUTの距離が近くなるためであると考える。図1の β と γ は、各EUTの中心と端部までの距離を示している。 β と γ の距離を比べると β の方が短くなっている。ループアンテナ-EUTの端部間距離は ℓ と β 、 γ の差であり、この距離は $\ell-\gamma$ の方が大きくなる。以上ことからも、折り曲げ段数3段時に近くなっていることがわかる。

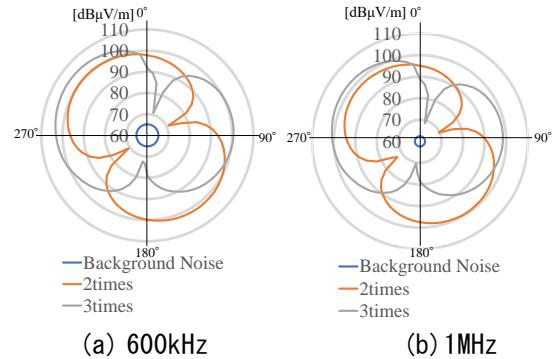


図4 EUTの指向性

4. まとめ

本稿では、EUTの大きさが放射電界に与える影響および、EUTの指向性を明らかにした。放射電界強度の実験より、EUTの大きさの違いが放射電界強度に差異を生じさせ、0.2MHz以上の周波数において、折り曲げ段数3段時の放射電界強度が小さくなることわかった。また、指向性の実験より、周波数が指向性に与える影響は小さいことがわかった。

今後は、折り曲げ段数の異なるPVモジュールを製作し、発電中における放射電界の測定を行い、配線形状が放射電界に与える影響を調査する。

参考文献

- [1] 鶴田靖孝、濱野陽一、奥山純正：“AMラジオへのPCSノイズ障害対策”，電気設備学会誌第40巻, pp.190-193(2020)
- [2] 石上 忍：“省エネルギー機器からの電磁波による電磁雑音障害の原因と測定”，RFワールドNo.28, pp.113(2014)
- [3] 堀 淳祥、原田和郎、石原好之、戸高敏行：“DC-DCコンバータ接続時における太陽電池パネルの放射ノイズ特性”，電子情報通信学会信学技報, pp.39- 44 (2000)
- [4] 杉山大季、米盛弘信：“太陽光発電モジュール内のバスバー配線形状が周辺磁界に与える影響”，日本AEM学会誌 Vol.29 No.2 , pp.251-256(2021)
- [5] 杉山大季、米盛弘信：“PVモジュール内の配線から放射される電界の強さに関する一検討”，第33回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集, pp.110-111(2021)

謝辞

本研究は、JSPS科研費JP18K04117の助成を受けたものである。また、マイクロニクス株式会社様より実験装置導入に際して多大なご支援を頂いた。ここに関係各位に感謝する次第である。