

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：高速及び低電圧動作 EMP 防護素子とその回路に関する基礎研究
- (2) 研究代表者：音羽電機工業株式会社 塚本 直之
- (3) 研究期間：令和4年度～令和8年度（予定）

2. 中間評価の実施概要

実施日：令和6年11月26日

場所：TKP秋葉原カンファレンスセンター

評価委員：未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授

平澤 洽（委員長）

東京農工大学 名誉教授

宇野 亨

情報通信研究機構 主席研究員

門脇 直人

慶應義塾大学 名誉教授

笹瀬 巖

元 東海大学 教授

森本 雅之

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究と成果の概要

研究の概要

近年のマイクロエレクトロニクスの高電圧化に対応した、動作電圧3V以下でHPEMのエネルギーを確実に吸収できるエネルギー耐量を持ち、可能な限り回路挿入時の並列容量が小さな非線形抵抗素子の実現を目指すとともに、その素子の実状況での使用を考慮に入れた基礎的な実証実験ならびに電磁界-回路連成シミュレーションを実施する。

進捗状況

(1) HPEMの電子機器への影響メカニズムの解明

ユースケースをドローンと設定し、そのHPEM試験結果からHPEMの影響メカニズムを把握するとともに、その影響メカニズムの定量的な検討を可能とするための電磁界-回路連成シミュレーションの構築に成功し、線形素子の場合には試験結果と計算結果の良好な一致が得られ、非線形素子も含めた電磁界解析への道が開かれた。

(2) 新防護素子の開発

バリスタの元素配合に関する第一原理計算でのメカニズムの解明、網羅的ハイスループット合成・組成探索としての薄膜評価、薄膜結晶成長装置の立ち上げと単結晶膜の高品質化及びバリスタの特徴を捉えるMIアルゴリズム開発を並行して推進している。

ワイドバンドギャップ半導体のバルクウェハを用いショットキーバリアダイオードの順方向動作による ns パルス処理に関する基礎的な原理実証を完了した。その一定の確証をもとにミスド CVD 法によるワイドバンドギャップ半導体薄膜ショットキーバリアダイオードを多岐材料種に渡り試作・評価した。その結果の一つとして、ZnO ベースのデバイスにおいて、1~3 V の動作電圧の再現と、立ち上がり時間 数 ns のパルスに対する応答と電圧クランプ可能であることを確認した。

(3) 新防護素子の試験評価方法の開発

マイクロ波バーストから HEMP まで評価可能な大型 GTEM セルの開発や、放射界評価用の CW2.45GHz/2kW 半導体式送信機の製作を実施した。

既存防護素子の伝導評価試験を進め方式毎の挙動について把握。劣化評価とその等価回路表現等の検討を行った。

(4) 新防護素子の目標仕様の決定

ユースケースの HPEM 影響メカニズムと現在の HPEM 対策の課題から、動作電圧 3 V を有する、2 タイプ（電源等用、信号線用）の防護素子の実現可能性を見出すことを目標と設定した。

(5) 防護素子の劣化機構の解明

既存防護素子の伝導パルス印加による劣化挙動の確認から、劣化の定量評価技術開発に視野を広げ検討しており、今後、国際標準へ繋げる予定である。

4. 中間評価の評点

A 進捗は順調であり、研究計画に沿って進めてよい。

5. 総合コメント

中間評価段階までは、ドローンをユースケースとして、具体的な防護素子と防護回路について研究を進めてきた。今後は、より一般的なケースに考察の対象を広げ、さらに頑健なシステムを目指して取り組んでいただきたい。

要求性能に応じた設計手法を確立できれば、非常に有益である。今後、積極的な論文発表及び特許出願を期待する。

6. 主な個別コメント

- 非線形数値シミュレーションでの解析結果も良好であり、製造プロセスの確立なども含め、目標を概ね達成できる可能性があると考えます。
- できるだけ早く防護素子を完成させて実証実験に入ることを期待する。その実験を通して問題点を抽出し、更なる解決策を検討いただきたい。
- ドローンなどの IEMI 対策として、劣化挙動や有効な指標が提案・標準化できるような取り組みを求める。