

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究)

H30 年度 研究開発年次報告書

平成 29 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：佐藤 敏郎]

[信州大学学術研究院工学系・教授]

[研究開発課題名：100MHz スイッチング電源用磁心材料開発]

実施期間：平成 30 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

(1)「信州大学」グループ

- ①研究開発代表者:佐藤 敏郎(信州大学学術研究院工学系、教授)
- ②研究項目(1)「超高周波電力用磁心材料の開発」
 - ・Fe系扁平金属磁性粉末積層コンポジット磁心材料の作製技術の確立、材料試作と評価(10MHz~100MHz、ベンチマーク;Ni-Znフェライト材料)
 - ・コンポジット磁心プレーナリアクトル/トランスの試作と評価(阪大Gと連携)
 - ・試作リアクトル/トランスのスイッチング電源モジュールへの実装による開発磁心材料の有用性を実証(阪大Gと連携)

(2)「大阪大学」グループ

- ①主たる共同研究者:舟木 剛(大阪大学大学院工学研究科、教授)
- ②研究項目(2)「100MHzスイッチング電源モジュールの基盤技術開発」
 - ・共振ソフトスイッチングコンバータ回路の検討(信大Gと連携)
 - ・低EMI基板/部品実装の検討(信大Gと連携)
 - ・スイッチング電源モジュールプロトタイプ(10MHz~20MHz)の試作と評価(信大Gと連携)

§2. 研究開発実施の概要

1. 研究項目(1)「超高周波電力用磁心材料の開発」;動作周波数 30MHz 以下の等方性扁平磁性粉末積層コンポジット磁心材料として、低保磁力等方性 Fe 系ナノ結晶扁平磁性粉末の作製技術を確認するとともに、Fe 系ナノ結晶扁平磁性粉末積層コンポジットを作製し、Ni-Zn フェライトの 2 倍以上の飽和磁束密度(0.54 T)、1/4 以下の低保磁力(159 A/m)を達成した。試作コンポジット磁心は比透磁率 120 を有し、20MHz における損失係数 $\tan \delta$ は約 0.22 であり、同一の比透磁率を有する Ni-Zn フェライトの約 1/10 であった。扁平磁性粉末の積層の均一化によってさらなる高透磁率化と低損失化が可能である。動作周波数 30MHz 以上の一軸磁気異方性扁平磁性粉末積層コンポジット磁心材料として、Fe 系ナノ結晶合金に対する Pd 添加を検討した。Fe の一部を 1 at.%Pd で置換することで約 1GHz の強磁性共鳴周波数を有する磁化回転モード一軸磁気異方性扁平粉末が得られ、100MHz コンポジット磁心材料に繋がる成果を得た。また、プレーナリアクトル/トランスとして銅損の低減と結合係数の向上に繋がる磁気回路構造、ならびに三次元磁気部品実装を想定した扁平粉末コンポジット/球形粉末コンポジットハイブリッド磁気回路を考案した。

2. 研究項目(2)「100MHz スwitching電源モジュールの基盤技術開発」;スイッチング電源モジュールの基盤技術開発の第一段階として、超高周波ハードスイッチング方式の限界と共振ソフトスイッチング方式の適用条件を明らかにするとともに、LLC 共振コンバータ用リーケージトランスの設計法を確立し、次年度の電源モジュール試作開発のための電源制御方式を検討した。さらに、低配線インダクタンス基板を実現するための nH オーダーのインダクタンス評価技術を確認した。また、高耐熱部品実装技術の確立を目指した検討を行った。