

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)

令和2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 : 令和2年4月1日～令和3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
 - ・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
 - ・電源モジュール回路方式の検討, CMOS制御コントローラ的设计・試作(阪大Gと連携)
 - ・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」

(1) 周波数30MHz以下での利用を目的とする等方性扁平磁性粉末積層コンポジット磁心材料については, 新規のシート磁心作製法を開発し, 扁平粉末の占積率の改善により粉末体積充填率が約68%まで向上した。シート磁心の飽和磁化はNi-Znフェライトの約4倍の0.81Tに向上し, 100以上の比透磁率を利用できる周波数上限を従来の48MHzから90MHzに高周波化した。

30MHz以上での利用を想定した異方性扁平粉末については, 前年度に引き続いてFe系ナノ結晶合金組成へのPd添加効果を検討した。

(2) 10~20MHzスイッチング電源用プレーナリアクトル/トランスを試作した。微細Fe系球形磁性粉末コンポジット磁心を用いて試作したプレーナリアクトルは15MHzにおけるQ値;135を有する。また, プレーナトランスでは, 巻線導体の交流抵抗増加を抑制する磁束経路制御技術を導入し, 15MHzにおける伝送効率95%を達成した。

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」

(1) プレーナリアクトルを用いたUSB PD用24V入力-15V・4A出力Buckコンバータモジュールを試作し, 動作周波数5MHz, 出力60Wで効率93.3%, 電力密度21W/cm³を達成した。

(2) 広範な入力電圧, 低電圧出力に適するLLC-LC共振と結合インダクタを採用した2次側倍電流整流回路方式を提案し, 48V入力-2.5V・4A出力のプロトタイプを試作して正常な動作を確認するとともに, 動作周波数3.2MHz, 出力10Wで効率72%を達成した。

(3) 高周波高損失性等方性扁平磁性粉末積層コンポジット磁心とチップキャパシタを用いてプレーナ型のL-C-L伝導ノイズフィルタを試作し, 数百MHz帯のノイズ成分を有する10MHzハーブドスイッチングコンバータの出力電圧スパイクノイズを劇的に抑制できることを示した。