

2020年3月25日
三菱電機株式会社

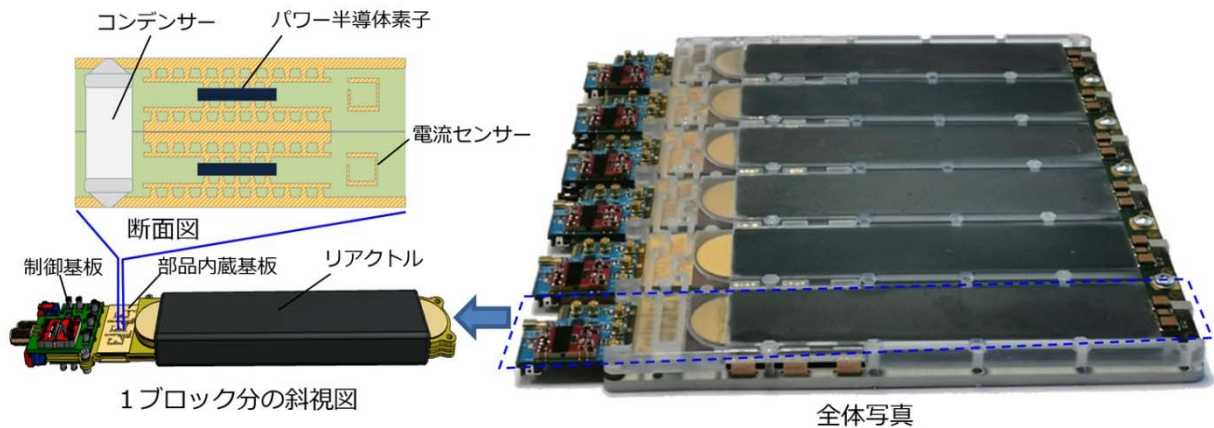
NEWS RELEASE

パワーエレクトロニクス機器の小型化に貢献
電力変換器の高電力密度化を実現する部品高集積化技術を開発

三菱電機株式会社は、パワー半導体素子、コンデンサー、電流センサーなどの部品を同一基板へ内蔵する部品集積化技術を開発しました。これにより、世界最高^{※1}電力密度 136kW/L の電力変換器（従来比^{※2}約 8 倍）を実現し、パワーエレクトロニクス機器の小型化に貢献します。

※1 2020年3月25日現在、当社調べ。100kW（連続運転時）双方向 DC/DC コンバーターに適用した場合

※2 当社にて従来の集積化技術を用いて設計した結果と比較



136kW/L 高電力密度電力変換器（24×18×1.7cm）（開発品）

開発の特長

部品高集積化技術により、世界最高電力密度 136kW/L の電力変換器を実現

- ・パワー半導体素子、コンデンサー、電流センサーを同一基板に内蔵し、各部品間の配線のインダクタンスを従来の 10 分の 1 以下に低減
- ・インダクタンス低減によりスイッチング時の電圧の振れを抑制し、SiC^{※3} パワー半導体素子などの特長である高速スイッチングを実現
- ・高速スイッチングによる高周波駆動により、リアクトル^{※4} などの受動部品を小型化し、世界最高の電力密度 136kW/L の電力変換器（従来比^{※2}約 8 倍）を実現

※3 Silicon Carbide : 炭化ケイ素

※4 DC/DC コンバーターにおいて、電流を平滑化する部品で大きな体積を占める

今後の展開

今後、制御回路なども基板に内蔵し、さらに高いレベルの集積化技術の開発を進めます。

開発の背景

パワーエレクトロニクス機器に用いられる電力変換器に対する小型化ニーズが高まっていますが、電力変換器を構成する部品のうち、大きな体積を占めるリアクトルの小型化が主な解決策の一つです。スイッチング駆動された電圧や電流を平滑化するリアクトルの小型化には、時間当たりのスイッチング回数を多くする高周波駆動が有効です。

今回、パワー半導体素子やコンデンサーなどの部品を基板に内蔵して電流経路長を短くすることでインダクタンスをサブナノヘンリー（ $1\text{nH}^{\ast 5}$ 以下）に低減できる部品内蔵型集積化技術を開発しました。高周波駆動を実現することで、リアクトルの小型化が可能となり、世界最高電力密度 136kW/L の電力変換器を実現しました。

※5 nH（ナノヘンリー）、Hはインダクタンスの単位、nは 10^{-9} 倍の意味

特長の詳細

部品高集積化技術により、世界最高電力密度 136kW/L の電力変換器を実現

- 従来技術の構造では、ワイヤーによる配線やコンデンサーなどの部品を基板上へ配置することにより電流経路長が長くなり、配線のインダクタンスが増大します（図1の赤線）。インダクタンスが大きい場合、スイッチング時の電圧の立ち上がり時間を短く（高速スイッチング）すると、電圧の振れが大きくなり（図2の赤色の波形）、素子破壊やノイズ増大などの課題が発生するため、スイッチングを低速に抑制（図2の黒色の波形）せざるを得ませんでした。スイッチング一回当たりの損失が大きく（図3）、また、損失に伴う発熱量がスイッチングの回数に比例して増えるため、高周波駆動は採用できず、リアクトルの小型化を妨げていました。
- パワー半導体素子、コンデンサー、電流センサーを同一基板内に内蔵し、パワー半導体素子とコンデンサーを結ぶ電流経路（図4の赤四角部分）のインダクタンスをサブナノヘンリー（ 1nH 以下）に低減する構造を実現しました。低インダクタンス構造により電圧の振れを抑制し、SiC本来の特長である高速スイッチングが可能になりました（図5）。
- 高速スイッチングの実現で、各スイッチングにおける損失を抑制できる（図6）ため、高周波駆動が可能になり、リアクトルの体積を80%削減、加えて、デッドスペースなどの削減により世界最高電力密度 136kW/L の電力変換器を実現しました。

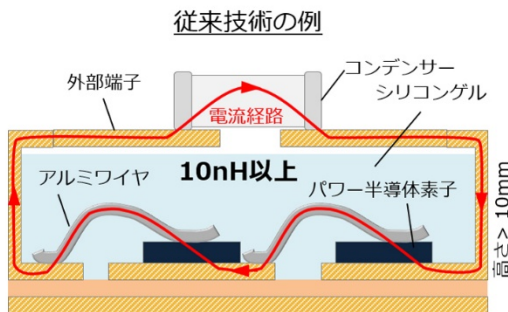


図1. 断面図（従来技術） 幅 $> 5\text{cm}$

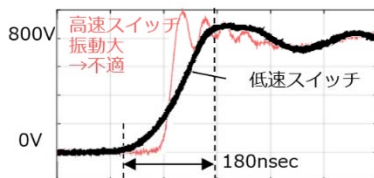


図2. スwitching時の電圧波形（従来技術）

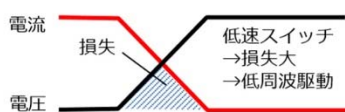


図3. 損失を示す模式図（従来技術）

高電力密度化に限界

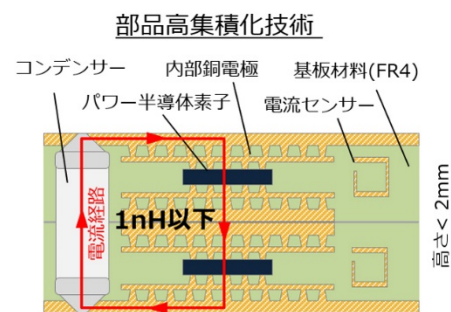


図4. 断面図（新技術） 幅 $< 2\text{cm}$

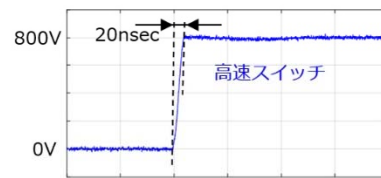


図5. スwitching時の電圧波形（新技術）

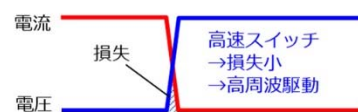


図6. 損失を示す模式図（新技術）

より高電力密度化が可能

環境への貢献

パワーエレクトロニクス機器に用いられる様々な電力変換器の小型化に貢献します。

開発担当

Mitsubishi Electric R&D Centre Europe
1, allée de Beaulieu, CS 10806, 35708 Rennes cedex 7, France
Fax +33-2-2345-5859
www.fr.MitsubishiElectric-rce.eu