

超高速素子を用いた単一ドライブ電源駆動電流形インバータ

岩谷一生* 野口季彦 (長岡技術科学大学)

Current-Source Inverter Using Ultra High-Speed Switching Devices Driven by Single Gate-Drive Power Supply

Kazuki Iwaya, and Toshihiko Noguchi (Nagaoka University of Technology)

1. はじめに

SiC-FET などの超高速スイッチング素子を電圧形インバータに適用する場合、ハイサイドスイッチング素子のソース(エミッタ)電位が高速で変化するため、ドライブ信号の絶縁やドライブ電源に工夫が必要となる⁽¹⁾⁽²⁾。これに対し著者らは、スイッチング素子のソース端子が全て共通ラインに接続され、単一のゲートドライブ電源で駆動できる電流形 3 レベルインバータを提案した⁽³⁾。本論文では、超高速 MOSFET と SiC ダイオードを提案回路に適用し、 dv/dt が高い場合でも信号絶縁素子や絶縁電源なしで本回路が良好に動作することを実証したので報告する。

2. 実験回路

図 1 にソース共通電流形 3 レベルインバータを示す。D₁ ~ D₆ は SiC ダイオード (D06S60) を使用し、S₁ ~ S₄ には $t_{on}=3$ (ns), $t_{off}=8$ (ns) の超高速 MOSFET (DE375-102N10A) を使用している。制御電源とドライブ電源のグランドは ab 間に接続し、ゲート信号を絶縁する素子や絶縁したドライブ電源は一切使用せず、制御回路からのゲート信号を直接 MOSFET ドライバに入力し、スイッチング素子を駆動している。

3. 実験結果

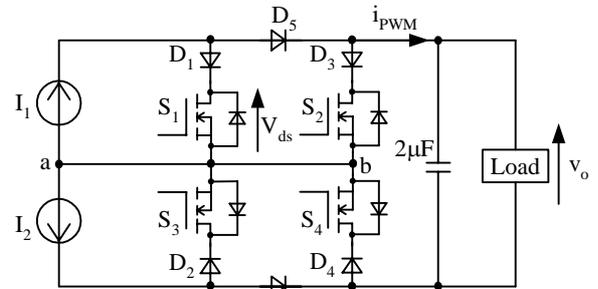
図 2 に出力波形を示す。実験条件は直流バス電流 I_1, I_2 がそれぞれ 3 (A)、キャリア周波数 100 (kHz)、出力周波数 100 (Hz) である。出力電流 i_{PWM} は 3 レベルの電流波形で、コンデンサ両端の電圧 v_o には良好な正弦波が出力されている。図 3 に S₁ のドレインソース間電圧 V_{ds} と i_{PWM} の拡大波形を示す。(a) は S₁ ターンオン時の波形で、電圧の立ち下り時間が 6.2 (ns) となっており、 dv/dt は 38.1 (kV/ μ s) である。また、S₁ がオンすると D₅ が逆バイアスとなるため、電流波形 i_{PWM} は SiC ダイオードのターンオフ電流とみなせるが、寄生容量と配線インダクタンスによる共振がみられる⁽⁴⁾。(b) は S₁ ターンオフ時の波形で、電圧の立ち上がり時間が 19.2 (ns)、 dv/dt は 12.2 (kV/ μ s) となっている。ターンオフ時、ターンオン時共に、電圧波形に対して電流波形が遅れているのは、使用した電流プローブの遅延時間の影響である。

4. まとめ

本論文では、ソース共通電流形 3 レベルインバータに超高速スイッチング素子を適用し、 dv/dt が高い場合でも絶縁電源やゲート信号絶縁素子を用いることなく良好に動作することを実験的に確認した。

文献

- 小倉・河野・石井・清水・大熊：平成 16 年電気学会産業応用部門大会, 1-S3-5, pp.53-60
- 竹重・高橋：平成 15 年電気学会全国大会, 4-014, pp.16-17
- 岩谷・野口：電気学会半導体電力変換研究会, SPC-04-152, pp.19-24 (2004)
- 高尾・八尾・荒井：電学論 D, 124, 9, pp.917-923 (2004)



SiC diode : D06S60

Ultra high-speed MOSFET : DE375-102N10A

図 1 主回路構成

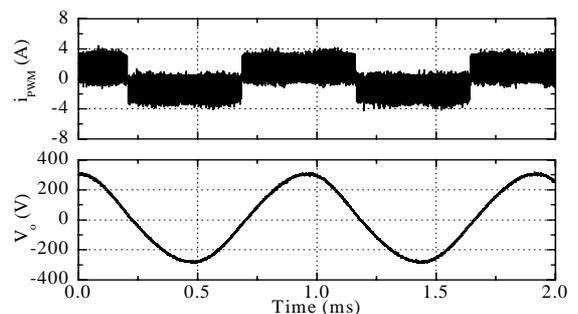
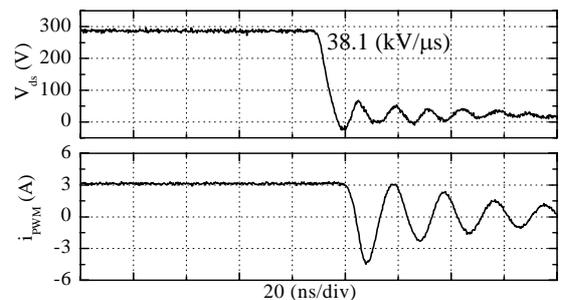
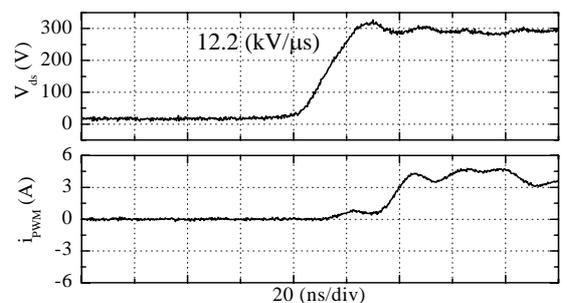


図 2 出力波形



(a) S₁ ターンオン電圧波形と D₅ ターンオフ電流波形



(b) S₁ ターンオフ電圧波形と D₅ ターンオン電流波形

図 3 ターンオン, ターンオフ波形