

Demonstration of Efficiency Increase of 350 V-to-13.3 V Isolated DC-DC Converters for Electric Vehicles by Active Gate Driving*¹

電動車向け350V-13.3V絶縁型DC-DCコンバータへのアクティブゲートドライブ適用による効率向上の実証

鋤田 陽平^{*2} 畑 勝裕^{*3} 近藤 弘規^{*4} 渡辺 健一^{*4} 永吉 謙一^{*4} 高宮 真^{*2}
 Yohei Sukita Katsuhiko Hata Hiroki Kondo Kenichi Watanabe Kenichi Nagayoshi Makoto Takamiya

*1 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), Atlanta, USA, pp. 2551-2555, March 2025.

*2 東京大学 工学系研究科 電気系工学専攻 *3 芝浦工業大学 工学部 理工学研究科 *4 エレクトロニクス事業部 技術部

Abstract

An active gate driving (AGD) is applied to a power converter product, and the efficiency increase of the power converter by AGD is demonstrated by measurements under switching noise aligned condition compared to a conventional gate driving. Specifically, the gate driver for a single Si power MOSFET comprising a 165 kHz, 350 V-to-13.3 V isolated DC-DC converter product for electric vehicles was replaced with a developed time-domain stop-and-go active gate driver, and the DC-DC converter efficiency and the spectrum amplitude at 27 MHz of the power MOSFET drain current of the conventional single-step gate driving and the proposed AGD are compared in measurements at 1.2 kW (= 13.3 V, 90 A) output. The results show that the proposed AGD reduces switching loss by 45% compared to the conventional single-step gate driving under the drain current spectrum amplitude alignment condition, resulting in a 10% reduction in total DC-DC converter loss and a 0.9% increase in DC-DC converter efficiency from 90.3% to 91.2%.

Keywords: Active Gate Drive, Switching Loss, DC-DC Converter, Efficiency

要旨

開発したtime-domain stop-and-go方式のアクティブゲートドライバ(AGD)をDC-DCコンバータに適用し、従来の単ステップ電圧を印可するタイプのゲートドライバを用いた場合と損失および変換効率を比較した。比較にあたっては、パワー MOSFETに流れるドレイン電流の27 MHzにおけるスペクトラムの振幅が同等となるようゲート波形を調整した。結果として、提案したAGDは前述条件において従来のゲートドライバよりもスイッチング損失を45%低減し、コンバータの変換効率を90.3%から91.2%へ向上できた。

キーワード: アクティブゲートドライブ、スイッチング損失、DC-DCコンバータ、変換効率

産業用エンジンをベースとした水素エンジンシステムの性能向上に関する研究開発*¹

Research and Development on Performance Improvement of Hydrogen Engine Systems Based on Industrial Engines

田中 耕太^{*2} 田中 剛^{*2} 山本 浩史^{*3} 泉 光宏^{*3} 水嶋 教文^{*4} 葛岡 浩平^{*4}
 Kota Tanaka Takeshi Tanaka Hiroshi Yamamoto Mitsuhiro Izumi Norifumi Mizushima Kohei Kuzuoka

*1 自動車技術会論文集 Vol.56, No.5 *2 先行開発部 *3 ダイアゼブラ電機(株) *4 産業技術総合研究所

要旨

産業用エンジンのカーボンニュートラル実現に向けて量産LPGエンジンをベースに燃料供給系を水素用に換装した水素エンジンを開発した。ターボ過給に加え、異常燃焼の抑制技術やクランクケース内循環システムなどの採用による最小限のシステム変更で、ベースエンジンと同等レベルの出力および低NOx(窒素酸化物)排出を達成した。また、燃焼適正化により高熱効率および低NOxが両立することを示した。

キーワード: 水素エンジン、異常燃焼、異常放電、イグニッションコイル、クランクケース内換気システム

Abstract

A hydrogen engine was developed by converting the fuel supply system of a mass-produced LPG engine to accommodate hydrogen, with the goal of achieving carbon neutrality for industrial engines. To address the torque reduction resulting from the conversion to a hydrogen engine, turbocharger was added, along with abnormal combustion suppression technologies and hydrogen concentration reduction technologies in the crankcase. Minimal system modifications enabled the achievement of power performance equivalent to the base engine as well as low NOx emissions. Additionally, combustion optimization demonstrated the capability to achieve both high thermal efficiency and low NOx emissions simultaneously.

Keywords: Hydrogen Engine, Abnormal Combustion, Abnormal Ignition, Ignition Coil, Crankcase Ventilation System