

一般社団法人日本電機工業会 2018年度(第67回)電機工業技術功績者奨励賞 受賞 広島電鉄株式会社3900形更新車両用電機品

1. まえがき

広島電鉄株式会社3900形電車は1990～96年にかけて合計8編成、さらに1997～98年に車体のデザインおよび内装が変更になった3950形が合計6編成導入され、30m級の車体長による乗車人員が多いことを生かして、主に宮島線広島宮島口への直通運転に使用されている。

初期の3900形の電気機器は納入から25年以上の経年となり、特に制御装置の電子機器の寿命による不具合発生が今後増加する懸念があるため、更新を行う必要があった。

近年SiC(Silicon Carbide)に代表される化合物半導体によるパワーデバイスの実用化が進んできた。特にSiCハイブリッドモジュールの適用により主回路半導体冷却器の簡素化が可能であり、更新対象の制約からVVVFインバータの置き換え更新用に適用した。車両外観を図1に示す。



■ 図1 車両外観
Fig.1 Exterior of vehicle

■ 表1 VVVFインバータ装置の比較
Table1 Comparison of propulsion inverters

	GTO	Si-IGBT	SiC ハイブリッド
質量	100 (380kg)	67 (255kg)	65 (244kg)
占有体積	100 (1.2m ³)	60 (0.7m ³)	42 (0.5m ³)
出力密度	100 (141kW/m ³)	167 (236kW/m ³)	240 (340kW/m ³)

※いずれも従来のGTOシステムを100とした場合

2. VVVFインバータ装置(RG6039-A-M)および

断流器箱(SA156-A-M)

SiCハイブリッドモジュール適用の三相2レベルインバータであり、後述の85kWの三相かご形誘導電動機を2台駆動する。

断流器箱は編成で1台搭載のため、高速度遮断器1台とインバータ2回路分の断流器を収納している。いずれも電磁投入式のディアイオングリッド方式を採用している。

インバータ制御は速度センサレスベクトル制御であり、既存のGTOシステムに比べて外乱への追従、検知性能に優れている。図2にVVVF装置の外観、図3に断流器箱の外観を示す。

従来のGTO、Si-IGBT、SiCハイブリッドの各素子を適用したVVVF装置の体積、質量、単位体積あたりの出力の比較を表1に示す。質量、体積は100を下回れば従来のGTOシステムより優れており、出力密度は100を超えれば優れていることを表す。

表1より、質量、体積、密度いずれもSi-IGBT、SiCハイブリッドと半導体素子の変遷にしたがって優れた結果となることがわかる。特にSiCハイブリッドでは出力密度が従来のGTOに比べて2.4倍と大幅に向上したといえる。



■ 図2 VVVFインバータ装置
Fig.2 Propulsion inverter



■ 図3 断流器箱
Fig.3 Line breaker box