

電気自動車用急速充電器「EVC-50KA」の開発

Development of Quick Charger "EVC-50KA" for Electric Vehicles

堀 恵 輔* 道 永 勝 久* 大 芝 正 嗣* 伊 藤 孝 典*
小 山 博 康* 芦 田 有 治* 山 口 雅 英*

Keisuke Hori Katsuhisa Michinaga Masashi Oshiba Takanori Ito
Hiroyasu Koyama Yuji Ashida Masahide Yamaguchi

Abstract

Due to the increase of Electric vehicles (below EV), there is a growing need to set up EV charging infrastructure. To meet this demand, we have developed a quick EV charger "EVC-50KA." This quick EV charger complies with CHAdeMO protocol. It is also equipped with a large color liquid crystal display and an audio guidance, making it easy to operate.

Key words: Quick charger, Electric vehicles

1 まえがき

昨今、二酸化炭素排出量削減の方策として、各自動車メーカーから電気自動車（以下EV）が販売され、各種補助金や優遇制度ならびに走行時の経済性によりEVへの関心が高まり、本格的な普及が始まっている。販売が開始されたEVには、一般家庭のコンセントからAC100VまたはAC200Vで車載充電器にて8時間から16時間で充電する普通充電と、急速充電専用プラグにて約30分でバッテリーに直接充電する急速充電の2種類が用意されている。これらのEVにおいて1回の充電で走行できる最大距離は約160～200kmであり、EVの更なる普及と利便性向上には、外出先でも安心して走行できる充電インフラ整備が必要

不可欠である。経済産業省による報告「次世代自動車戦略2010」¹⁾でも、2020年までに日本全国で5000基の急速充電器の設置が必要とされている。その中で、急速充電器の普及促進と規格統一をはかるため、チャデモ協議会（CHAdeMO）が設立され、チャデモプロトコルとしてEVと急速充電器間の充電シーケンスが規格化された。このチャデモプロトコルは国内の各自動車メーカーおよび充電器メーカーが採用し、海外においても採用の動きがある。

今回、チャデモプロトコルを採用し、大画面液晶カラーパネルと音声ガイダンスによる高い充電操作性を有したEV用急速充電器を開発したので、その概要を報告する。

2 急速充電器の構成

急速充電器は、交流電力を直流電力に変換し、充電

* 産業電池電源事業部

電源システム生産本部 開発部

コネクタを介してEVに搭載されているバッテリーに直接充電をおこなうための装置である。

図1にチャデモプロトコルによるEV用急速充電器の概略図を示す。急速充電器とEVとのインターフェースはチャデモプロトコルにて定義されており、EVがバッテリーの状態に応じて最適な電流指令値を決め、充電器は受け取った指令値をもとに直流電流を出力することで、急速充電をおこなっている。充電コネクタには、電力供給ラインに加えてEVと充電器を結ぶ信号線が複数存在し、チャデモプロトコルに準拠するすべてのEVと充電器において共通であるため、汎用的に各社EVへ急速充電ができる。

EVC-50KAの構成を図2に示す。急速充電器は電源ユニット、充電制御装置、表示器、充電コネクタおよび入出力ブレーカなどで構成し、最大出力50kWの急速充電により、15～30分でEVのバッテリーを80%程度充電できる。また、交流から直流への電力変換部を10kW単位のユニット構造とすることにより、10～50kWの出力容量への柔軟な対応が可能である。加えて、万が一電源ユニットが故障した場合でも、他の健全な電源ユニットで充電できるとともに、故障ユニットを交換することで、容易に復旧できるため、信頼性、メンテナンス性に優れた充電器を実現できる。

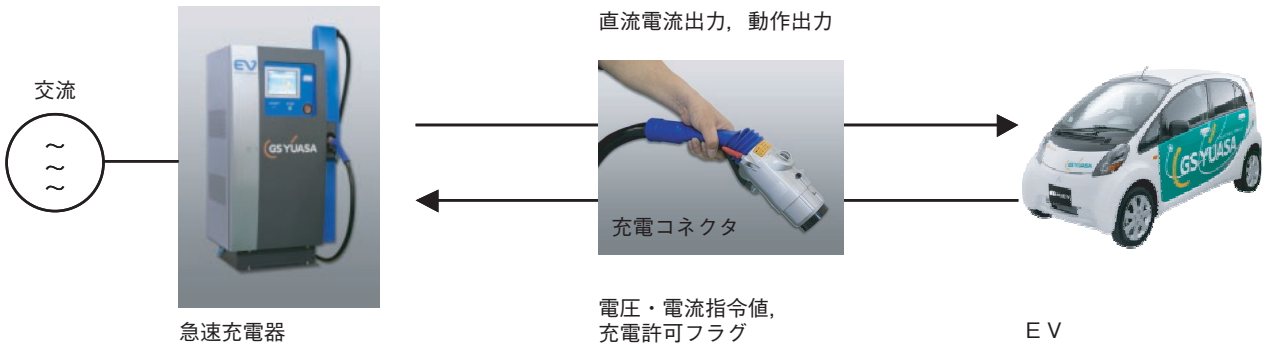


図1 チャデモプロトコルによるEV用急速充電器の概念図

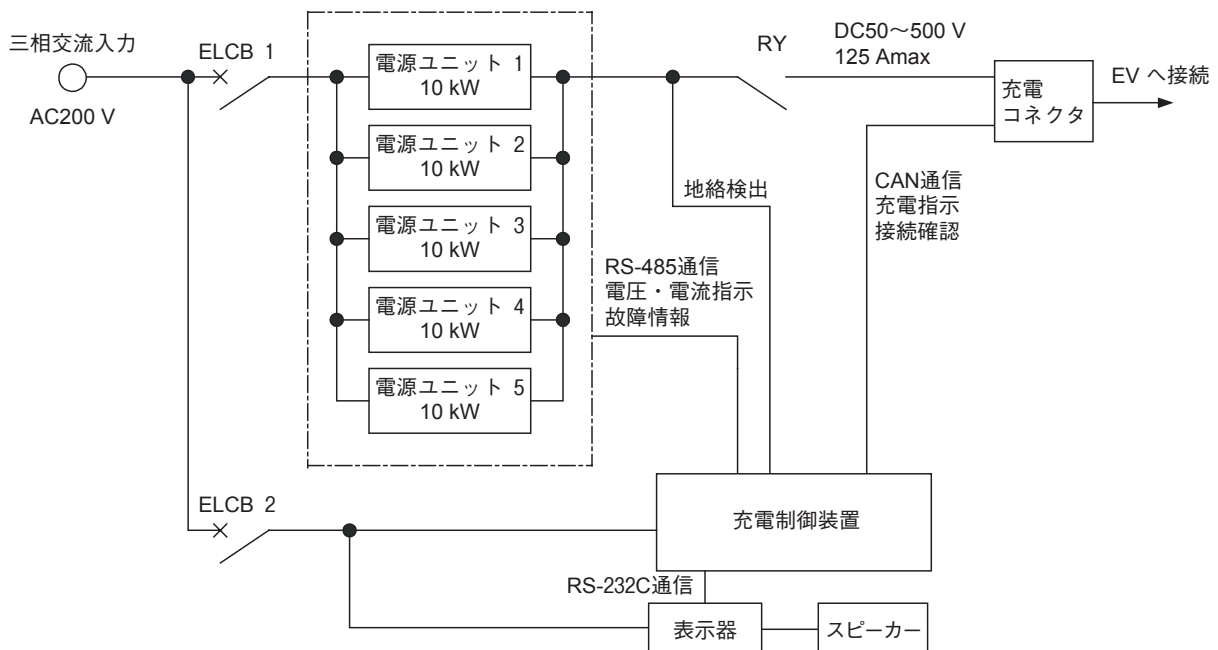


図2 EVC-50KAの構成

3 電源ユニット

開発した電源ユニットの主回路構成を図3に示す。電源ユニットは前段が高効率 AC/DC コンバータ、後段が DC/DC コンバータの構成である。前段制御を RISC (Reduced Instruction Set Computer) マイコン、後段制御を DSP (Digital Signal Processor) によるフルデジタル制御により部品点数の削減と、プリント基板の小形化を実現した。

高効率 AC/DC コンバータは IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を使用し、三相フルブリッジ構成にて三相 AC200 V 系の交流電力を DC360 V の直流電力に変換するもので、入力電流波形を入力電圧に同期した正弦波に制御して入力力率を 1 にしている。

後段の DC/DC コンバータは DC360 V の直流電力を絶縁された DC50 ~ 500 V の直流電力に変換するものである。フルブリッジ構成のフェーズシフト制御方式により、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) を零電圧スイッチングすることにより、スイッチングロス低減して、高効率を実現している。

また、出力電圧が DC500 V と高電圧であることから、出力電力変換部の電圧を低減し、価格や流通性の良い汎用的な部品選定をするために、DC/DC コンバータを 2 直列とした。

4 充電制御装置

充電制御装置は、チャデモプロトコルに基づいて充電をするために、EV から CAN 通信により充電電圧、電流指令値、充電許可フラグを受け取り、電源ユニットに出力電流を指示する。さらに各種シーケンス処理と、地絡検出、盤内温度監視、ならびに出力電圧・電流監視をおこない、充電器本体と充電器利用者の安全性を確保している。

5 表示器 (LCD タッチパネル)

今回、急速充電器本体の操作用として大画面 (10.4 型: 211.2 × 158.4 mm) 液晶カラータッチパネルを採用した。表示器は、図4に示すように、充電時にバッテリー充電状態、充電電圧、電流、電力量を一目で確

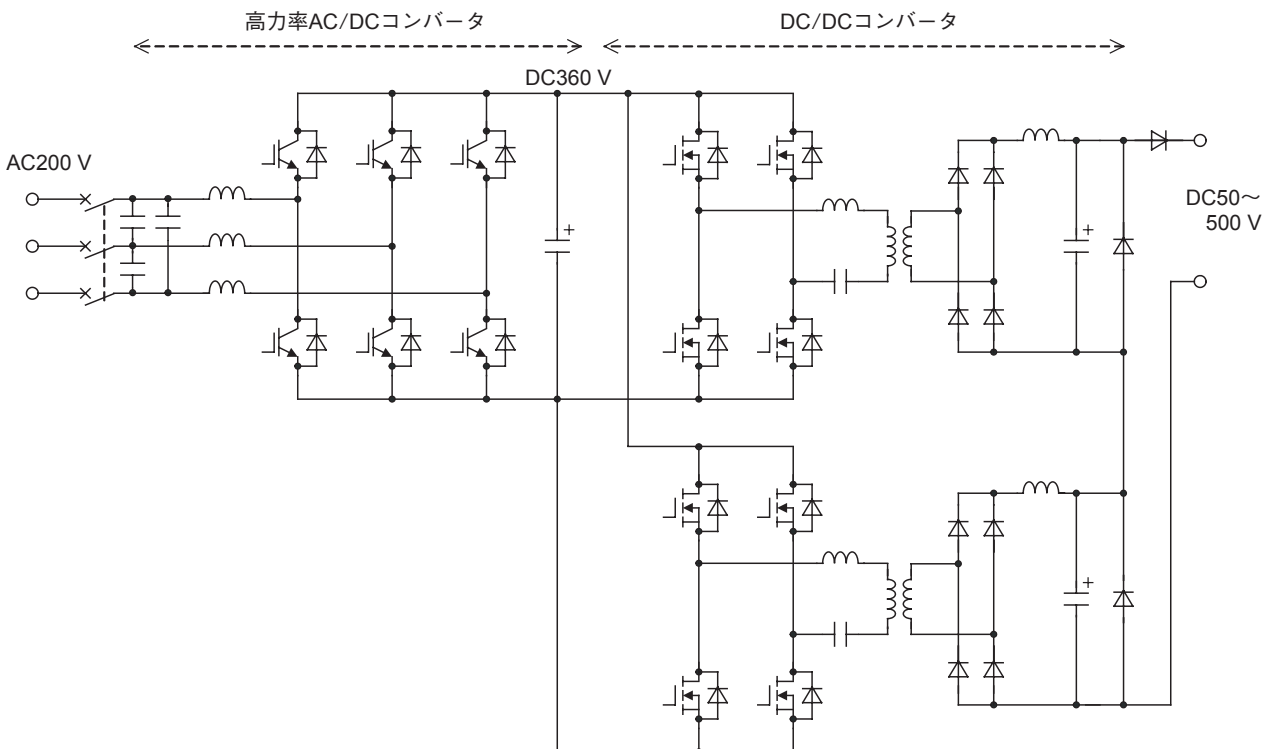


図3 開発した電源ユニットの主回路構成

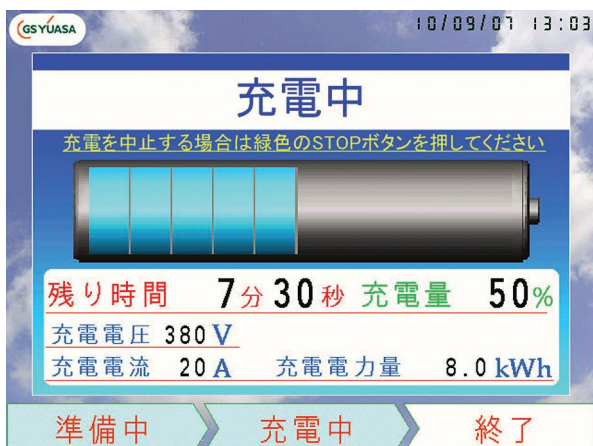


図4 充電中画面表示

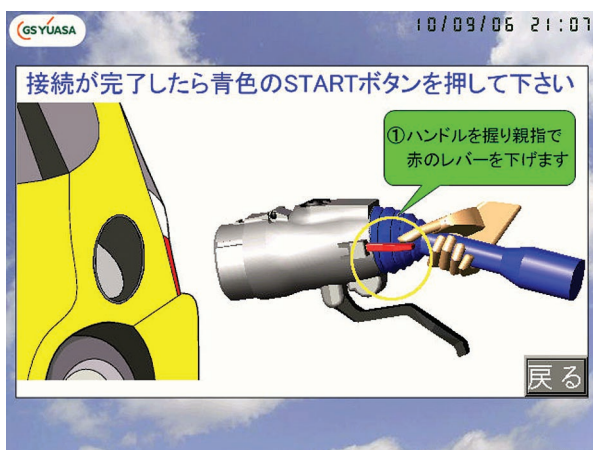


図5 充電ガイダンス画面

認することができる。また、図5に示すようなアニメーション表示と音声出力によって、充電操作方法を確認でき、初めての充電器利用者でも容易に充電できる高い操作性を実現した。あわせて、各種警報状況、計測値表示、ならびにメンテナンス情報などの表示や設定操作を表示器でおこなうことができる。

6 外観および仕様

EVC-50KAの外観を図6に示す。急速充電器はさまざまな場所に設置され、一般ユーザーが使用することを考慮して、上品で落ち着いた雰囲気でありながら、急速充電器として認識でき、親しみのもてるデザインとした。

つぎに、電氣的仕様を表1に示す。EVC-50KAの



図6 EVC-50VA (外観)

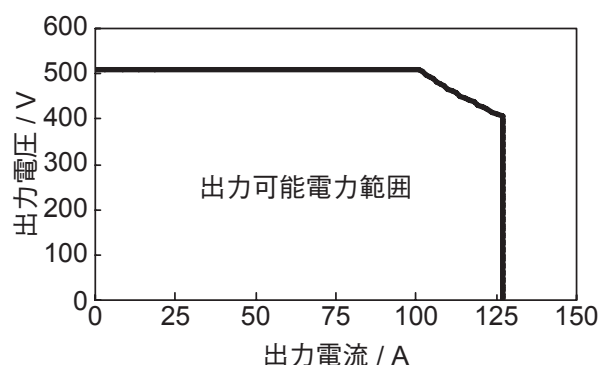


図7 EVC-50KAの出力電力範囲

定格出力電力は50 kWであり、最大出力電圧500 V、最大出力電流125 Aで、図7に示す出力特性をもつ。また、オプションとして非接触式ICカードリーダーを搭載することができ、各種認証・課金システムにも対応可能である。

7 特性

EVC-50KAの効率と力率特性を図8に示す。効率は定格入出力時において90.7%、力率は20%負荷以上の領域で99%以上といずれも表1に示す仕様を満足し、良好な特性が得られている。

表1 EVC-50KA の仕様

項目	仕様	備考
制御方式	スイッチングレギュレータ方式	
冷却方式	風冷	
定格	100%連続	
交流入力	相数 三相3線	
	電圧 200V ±15%	
	周波数 50/60 Hz ±5%	
	力率 95%以上	定格入出力時
	入力突入電流 定格入力電流の5倍以下	
直流出力	定格電圧 400V	出力電圧調整範囲±3%以上
	定格電流 125A	DC400V時, DC500V時は100A
	定格電力 50kW	電源ユニット5台実装時
	出力電圧範囲 50 ~ 500V	
	出力電流範囲 0 ~ 125A	電源ユニット5台実装時
	脈動電圧 5%以下	
	脈動電流 5%以下	
	効率 90%以上	定格入出力時
その他	騒音 65dB以下	音声ガイダンス除く
	高調波雑音 VCCIクラスA準拠	
	周囲温度 -10 ~ 40℃	
	相対湿度 30 ~ 90%	結露しないこと
	絶縁抵抗 3MΩ以上	DC1000Vメガーによる
	絶縁耐力 交流回路-接地間 AC2000V 1分間	
	直流回路-接地間 AC2000V 1分間	
	交流回路-直流回路間 AC2000V 1分間	
	制御回路-接地間 AC 500V 1分間	
	寸法 W900 × D700 × H1600 mm	
	保護等級 IP33	
	充電プロトコル チャデモプロトコル	
オプション	遠隔監視	機器管理機能
	課金システム	ICカード対応
	塩害対応	

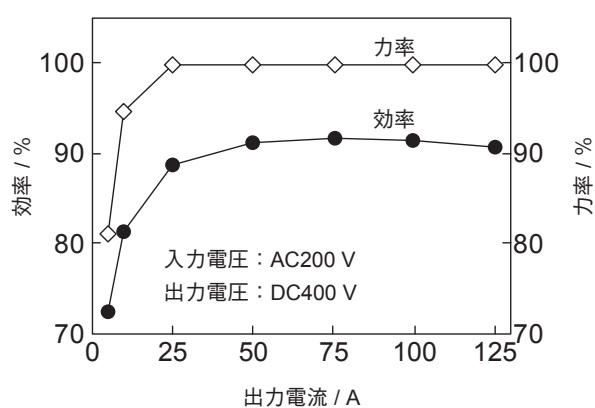


図8 EVC-50KA の効率・力率特性

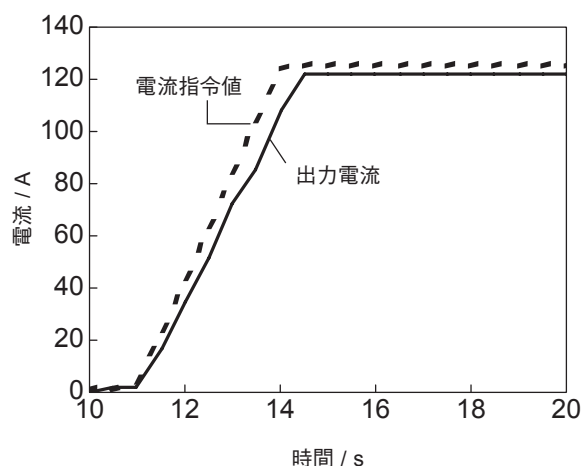


図9 EVC-50KA の直流出力電流追従特性

図9はEVC-50KAの直流出力電流追従特性である。図中に破線で示す電流指令値に対して、充電器の出力電流がすみやかに追従していることがわかる。また、

オーバーシュートも見られず、良好な特性を示している。

8 まとめ

以上、今回開発したEV用急速充電器「EVC-50KA」について報告した。EVC-50KAは、電源ユニットおよびチャデモ協議会により規格化されたチャデモプロトコルに則った充電制御装置などにより構成し、大型液晶カラーパネルと音声ガイダンスを採用したことで、高い充電操作性を実現することができた。

また、電力変換部を10kWのユニット構造にしたことと、電源ユニットの並列運転台数を変更することにより、10～50kWの出力容量への柔軟な対応も可能となった。

今後のEVの普及にあわせて、インフラ整備の拡大

が進み、EV用急速充電器へのニーズもさらに多様化していくものと考えられる。これにこたえて更なるEVの普及実現に貢献すべく、研究・開発を積み重ねていく所存である。

文献

- 1) 経済産業省, 2010年4月12日報告, 次世代自動車戦略2010.
- 2) 多田幸生, 道永勝久, 芦田有治, 大芝正嗣, 山口雅英, 三好聖司, *GS News Technical Report*, **60**(2), 45, (2001).