II. 21 世紀の車と 42 V 電源

解説

キーワード

42 V, 高電圧, 標準電圧, アーク, 2 電源システム

正員 寺谷達夫

トヨタ自動車(株)

1. まえがき

21 世紀の車のキーワードは、環境と IT、そしてグローバル化である。世界的・地球的視点に立った環境技術と IT 技術が 21 世紀の車社会を大きく変革する可能性がある。その技術的バックボーンが、パワーエレクトロニクス技術と制御技術である。

車の高電圧化は、プリウスを始めとするハイブリッド車から本格的に導入（バッテリー電圧：288V）され、従来の標準電圧 14V（バッテリー電圧：12V）を将来 3 倍の 42V（バッテリー電圧：36V）にパワーアップしようと、国際的な議論と開発が日・米・欧を中心に進められている（Ex. MIT コンソーシアム）。ここでは、車両用 42V 電源について、狙いと位置付け、現状・可能性・課題について述べる。

2. 「今、何故 42V か？」

車の高電圧化の最も大きなインパクトは、環境対応である。燃費や排気規制への対応に必要な電気負荷は、従来より一桁高い出力（キロワット級）が要求され、現行 14V 電源系では限界がある。図 1 に車両電源電圧の歴史を示す。標準化電圧について見ると「50 年に一度の変革期にある」と言われる。21 世紀、パワーエレクトロニクスの増大で、バッテリーは 36V（42V 電源系）にシフトする。

車両の高電圧化 42V には、以下の 5 つの狙いがある。

①燃費向上・排出ガスの削減、②快適性の向上、③電動化による車両全体の軽量化・低コスト化、④高電圧化に伴う、モータ効率向上とワイヤハーネスの細線化、⑤新機能追加による商品力向上である。

* 標準化電圧 「50 年に一度の変革 ?！」

1920年代	1955年	2000年	20X0年
7V	14V	42V	多重電圧
(バッテリー: 6V)	(バッテリー: 12V)	(バッテリー: 36V)	
負荷: 補機・ランプ・点火	負荷: ホーター・エレキ・ランプ・EFI・オートイ	負荷: ハワエレキ・HVISA、ハイワイヤ・燃費、排気対応	FC(300V)・ハワ(42V)・ECU(6V)

図 1. 車両電源電圧の歴史

現在 14V 系搭載車における電気負荷の総消費電流の限界は約 180A である。今後高電気負荷の増大により、将来 14V 系限界線を超えると予測される。また個々の電気負荷を図 2 に見ると従来負荷が 100W ラインに分布し、一方、新規電気負荷の多くが 1KW を超えるエリアに分布しており、14V 系 W/H の限界ラインを超える。

図 2. 電気負荷出力と作動時間

従って、今後、総消費電流量および個々の電気負荷出力から車の高電圧化は必須となる。

42V 系採用の主な理由は、以下の 5 点である。

①安全な電圧（ボデーアース）、②性能（数 kW～10 kW）、③W/H の最適設計（14V 系と同等な取り扱いが可能）、④回路の低コスト化が可能（汎用 IC 活用、回路設計が容易）、⑤36V バッテリー（鉛シールドバッテリー 12V の整数倍）の低コスト化が可能である。

3. 車両エネルギーマネジメントと高電圧化

車の高電圧化により、車両エネルギーを有効活用できる。車両の燃費を向上させる基本要素には 4 つの項目があり、図 3 に示す。この 4 つの項目を全て上手く活用し、理想的な車両エネルギーマネジメントを実現した車がハイブリッド車、プリウスである。また図中③、④は、パワーエレクトロニクスの特徴を生かした使い方で、高電圧化 42V もこの領域で燃費向上に寄与する。

モータ出力とそれを駆動する電源電圧およびワイヤハーネスに流れる定常電流との関係を図 4 に示す。図中領域 I は、ハイブリッド車でモータ出力 30 kW のプリウスはバッテリー電圧が 288V。領域 II が従来車 12V バッテリーでモータ出力 1 kW のアイドルストップ車。領域 III がバッテリー 36V、42V 電源システムの対象ゾーンでモータ出力は 2 kW～10 kW のマイルドハイブリッド領域を示す。領域 III の 42V 系、バッテリー電圧 36V の位置付けを図 6 に示す。

図 3. 車両燃費向上の基本要素

21st Century's Vehicles and 42 V Power Net.

By Tatsuo Teratani, Member (Toyota Motor Corporation).

燃費効果・コストが中庸である領域Ⅲのエリアが、今後の普及台数の増大につながる可能性がある。また36Vバッテリー電圧は、電圧絶縁上従来の12Vバッテリー系と同一の扱いができ、システムの簡素化、コスト上も有利である。

図4. 電源電圧とモータ出力&W/H電流の関係

4. 42V 対応部品&システムの開発

36V バッテリーは、現在3種類の候補が上がっている。鉛シール、ニッケル水素、リチウムイオンで、更に電源アシストとしてキャパシタがある。鉛シールバッテリーは、コストと安全性で優れ、今後の42V電源のベースとなる。

42V化によるワイヤハーネスのメリットは大きい。電圧3倍でワイヤハーネスに流れる電流は1/3になり、それに伴い電線サイズと重量は1/6になる。しかし高電圧化により回路保護は必須となり、ノイズ対策でのシールド線使用も増加傾向となる。

一方42V化に伴い、リレーやスイッチ、コネクタ部でのアークが大きくなり、本質的な問題解決が迫られる。たとえば42Vリレーの問題解決には、半導体リレー化やメカリレーの耐アーク構造が必要となる。

システムでは代表的な2電源システムを図5に示す。主要部品は、MG、インバータ、DC/DCコンバータ、36Vバッテリーが追加となる。これらのキーコンポーネントの低コスト化が、42V展開普及の大きな課題である。また、42Vを活用した将来システムの事例を図7に示す。

5. 42Vの技術課題

42V系には、3つの技術的課題がある。一つは、アークとリークで回路保護性能には十分な配慮が必要となる。次にノイズの問題でアークやPWM制御のノイズが大きくノイズ抑制を考慮した基本設計が必要となる。3つ目にコストパフォーマンスである。最終的には車両システム全体からみた電源電圧の安定化、車両システム全体のフェールセーフ、回路保護、回り込み防止への配慮が必須となる。

図5. 代表的な2電源システム(42V/14V)

図6. 領域Ⅲ(42V, Bat. 36V)の位置付け

図7. 42V系将来システムの事例

6. 42V系の規格化

次世代標準電圧42Vは、国際的なハーモナイゼーションが重要で、現在実質的な国際的活動はMITコンソーシアムで行われている。更に欧州ではForum BordnetzとSCIWORXで規格化(ISO)等が検討されている。日本は先のMITコンソーシアム名古屋から自技会、電気学会を始め多くのカーメーカ、部品メーカの参画があり、今後日・米・欧の連携で着実な展開が期待される。

7. おわりに

従来の14V系システムの成熟度から、当面は2電源システムから導入され、いずれ42V単一電源系にシフトしていくものと考えられる。今後、2005年までが42Vの導入期、2005年～2009年が普及期となる。

21世紀初頭、これからの10年間は「環境の10年」になるに違いない。日本でのグリーン税制の始まり、欧州CO2削減の140g/km達成に向けた技術開発、米国SULEV対応等。こうした中で、42V化による電源系のパワーアップはハイブリッド車の普及と共に、増々重要性が高まってくるものと思われる。

(平成13年2月2日受付)

寺谷 達夫 (正員) 1948年11月2日生。1974年3月名古屋大学大学院工学研究科(電気工学専攻)修士課程修了。同年トヨタ自動車入社。主に自動車エレクトロニクスに関する部品・システム・実車の開発・設計・評価業務に従事。現在ハイブリッド車、車両高電圧化(42V)に関する企画・開発に従事。同社技術企画部主査。