



# 高降圧比のDCDCコンバータで マイルドハイブリッド電源システムの改善に貢献

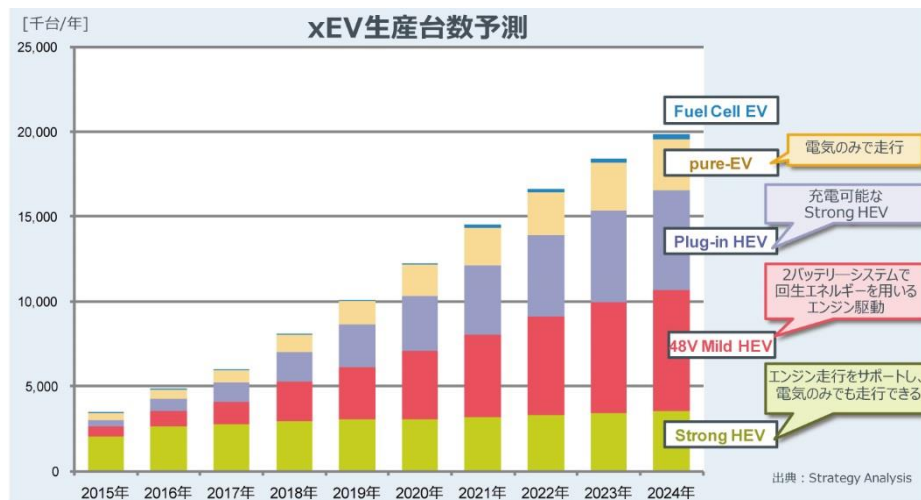
## 省エネ要求とマイルドハイブリッド自動車の普及

現在の社会トレンドとして、地球温暖化対策があらゆる製品において必要になっている。自動車分野でも例外ではなく、2020 年に向けて各地域で規制目標を制定しており、その中でも最も厳しいのが欧州であり、95g/km となっている。この数値を実現するために各社が電動化車両の開発に取り組んでいる。

電動化車両には、電気のみで走行を行う pure-EV、燃料電池で走行を行う Fuel Cell EV、回生エネルギーで充電しエンジン走行をサポートし電気のみでも走行できるストロングハイブリッド、更に家庭用コンセントで充電可能である Plug-in ハイブリッド、48V のリチウムイオン電池で回生エネルギーを充電しエンジンのスタート・ストップや走行の補助に用いるマイルドハイブリッド、これらの計 5 種類の電動化車両がある。この中で 48V マイルドハイブリッド対応車は 2024 年で 710 万台の生産が見込まれている[図 1]。

なぜ電動化を行うと燃費が向上するのかというと、従来のエンジン車の場合はガソリン（またはディーゼル）でエンジンを駆動し、エンジンにより鉛バッテリーを充電しエアコンやライトなどの電気系を駆動している。そのため、電気系を使用すればするほど燃費が悪化するのに対し、電動化車両ではブレーキ等で発生する回生エネルギーをリチウムイオンバッテリーに充電し、エアコンやライトなどの電気系に使用することで、エンジンの発電量を削減することができるため燃費が向上する。

電動化車両においてストロングハイブリッド車やプラグインハイブリッド車は CO2 削減効果が大いだが、追加コストが大きく小型車には搭載が困難になる。また、従来の 12V システムでは CO2 削減効果にも限界があるため、低コストで高い CO2 削減効果が見込める 48V のリチウムイオンバッテリーを使用したマイルドハイブリッドシステムが注目を集めている。



[図 1] 電動化車両生産台

## マイルドハイブリッドに求められる電源 IC

マイルドハイブリッド車と従来のシステムの大きな差は、バッテリーの電源電圧である。従来のシステムであれば 12V であった電源電圧が 48V と電圧が 4 倍になる。しかしながら、使用する電子コントロールユニットの電圧は変わらないので入出力電圧差が大きくなる[図 2]。

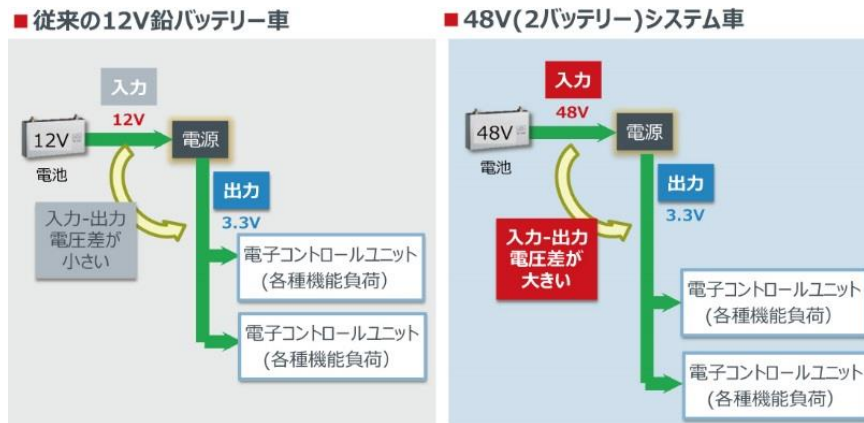
そのため、より高い入力電圧から低い出力電圧を生成するためのきわめて降圧比の高い DCDC コンバータが求められる。また、車載の電源 IC では電波の干渉を防ぐために、AM ラジオ帯域である 0.5MHz～1.7MHz に影響を与えないように 2MHz のスイッチング周波数が必要となる。従来では 48V から一旦 12V

## マイルドハイブリッドに最適な DCDC コンバータ White Paper

を生成し、そこから 5V や 3.3V を 2Chip で電子コントロールユニットに必要な電圧を生成していた。しかし、この方法では周辺部品が 2 倍になり実装面積が大きくなる問題がある。周波数を落として 1Chip で電圧を生成する方法もあるが、スイッチング周波数が低いためにコイルやキャパシタ等の周辺部品が大きくなること、また発生する高調波が AM ラジオ周波数に影響を与える課題がある。

そのためマイルドハイブリッドには、48V 入力から 3.3V が直接出力することができ、スイッチング周波数が AM ラジオ帯域以上で動作可能な DCDC コンバータが求められている。

しかしながら、それを実現するためにはいくつかの解決しなければならない課題があった。



[図 2]48V システムに必要な電源の違い

### 新技術 Nano Pulse Control® による電源の 1chip 化

より高い入力電圧からより低い出力電圧をより高い周波数で実現するための技術課題として、スイッチングのパルス幅を細くする必要がある。DCDC コンバータのスイッチングパルス幅というのは、入力電圧・出力電圧・スイッチング周波数の関数となっており、

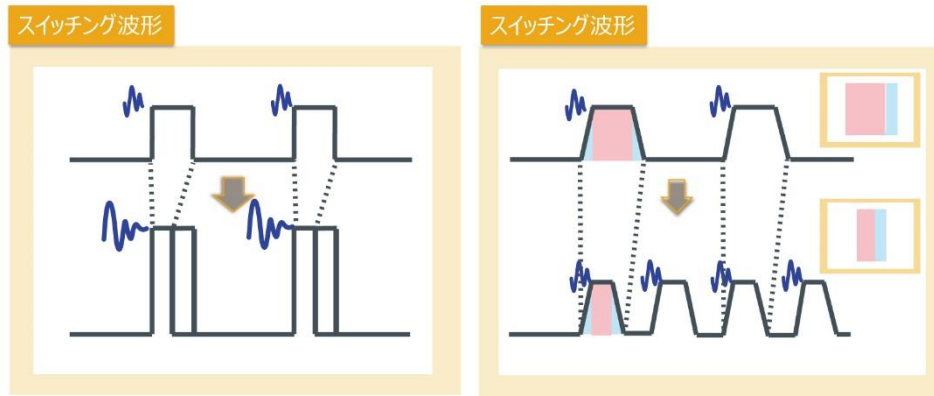
$$t_{on} = V_{OUT} / V_{IN} \div f$$

( $t_{on}$ :スイッチングパルス幅、 $V_{OUT}$ :出力電圧、 $V_{IN}$ :入力電圧、 $f$ :スイッチング周波数)

より求められる。この式からもわかるとおり、入力電圧が高く・出力電圧が低く・周波数が高いほどスイッチングパルス幅は細くなっていく。そのため、マイルドハイブリッド用の電源にはスイッチングパルス幅を細くする技術が必要となる。

しかしながら、パルス幅を細くするためにはスイッチング時に発生するノイズの問題をクリアにしなければならない。

入力電圧を高くすることで、IC 内部に含まれる寄生のインダクタンスによりスイッチング時のノイズ成分が増加する。高周波化に関しても、素子の寄生容量やスイッチング頻度の増加によりノイズ成分が増加する[図 3]。

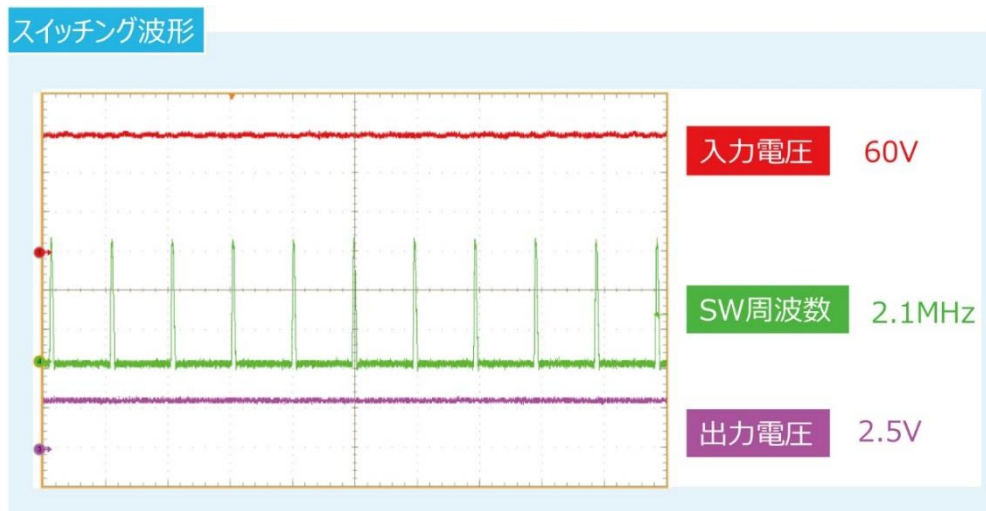


[図 3]高電圧・高周波化に対するノイズ成分の増加

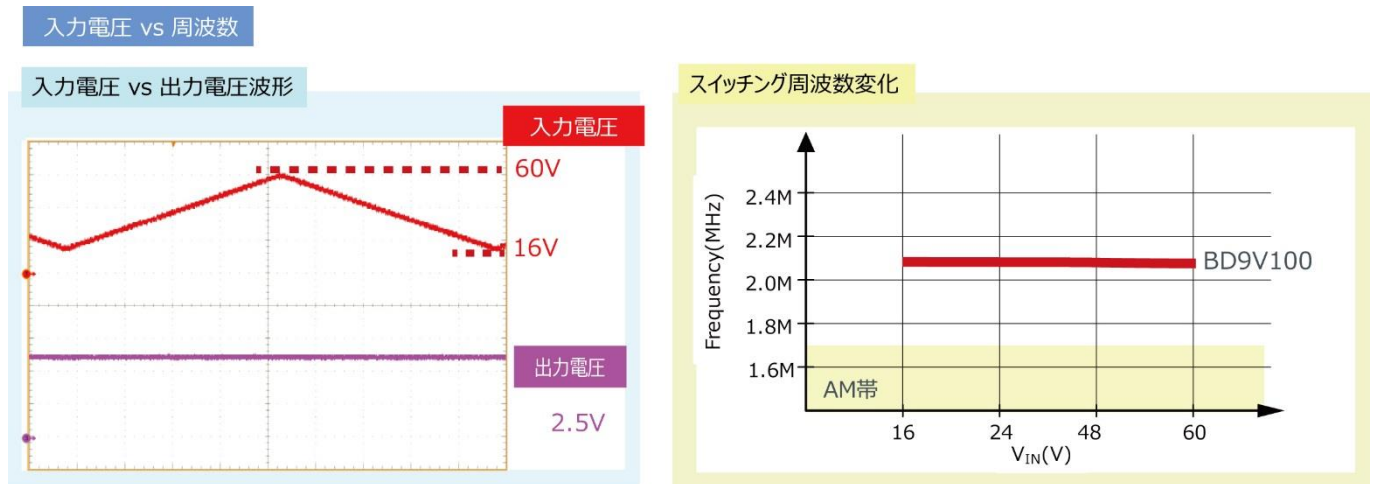
このスイッチングノイズを IC 内部に取り込んでしまうと、動作が不安定になってしまう。従来の制御方法ではこのノイズを IC に取り込まないようにマスク時間が必要になる。また、回路を動作させるためにはアナログ回路を動作させなければならないため、そこに遅延時間が発生してしまう。この二つの要因によりノイズ成分が増加するとパルス幅は太くなってしまう。

これらの問題を解決するために、ロームではノイズが発生する前の情報を検出し、その情報を元に制御を行う超高速パルス制御回路や高耐压 BiCDMOS プロセスなどを駆使した新技術「Nano Pulse Control<sup>®</sup>」を開発した。

この技術を搭載した機種の第一弾として、「BD9V100MUF-C」をリリースした。48V 電源に要求される最大電圧である 60V 入力から、3.3V 出力を行うために必要なパルス幅は、30ns となるが、実際の IC では負荷変動や電源変動を考慮すると、さらに細いパルス幅が必要になる。今回の製品ではその 30ns を大きく上回る 9ns の高速制御が可能であり、その結果 60V 入力 2.5V 出力という業界最高降圧比 24:1 を実現することが可能となった。60V 入力から 2.5V 出力に必要なパルス幅は 20ns になる[図 4]。また、高速制御を実現することにより、スイッチング周波数を 2MHz 以上に維持したまま、入力電圧 16V から 60V までで安定して 2.5V の出力が可能になる[図 5]。



[図 4]60V から 2.5V へ 2.1MHz で直接降圧可能



[図 5]幅広い入力電圧に対して安定したスイッチング周波数

この製品を使用することにより、従来の IC では、48V から 12V を作り、そして 3.3V を作るという今まで 2Chip 必要だった DCDC コンバータの構成が 1Chip で直接 48V から 3.3V を作ることが可能となった。

今回の製品は車載製品となるため、車載製品に対する取り組みとして異常時でも IC を破壊から防ぎ保護機能を搭載している。入力電圧が 60V と大きくなると、出力やスイッチング端子を短絡した際に大きなエネルギーが発生し、従来の大きな電流が流れてから異常を検出する短絡検出方法では IC が破壊してしまう。そのため、大きな電流が流れる前に事前に異常を検出して IC を保護する新方式の保護検出技術を開発し、出力が異常状態になっても IC を破壊から防止する。

また、ウェットプルーフパッケージと呼ばれる半田濡れと視認性の良いパッケージを採用することで、実装信頼性の向上もはかっている。

## 産業機器分野への展開

48V リチウムイオンバッテリーは車載分野以外にも建設機器や基地局に代表される産業機器分野においても広く使用されている。これらに使用されているマイクロプロセッサも多くは 3.3V や 5V のため本製品を展開することができる。従来にない高周波動作を実現したことで、周辺部品の小型化を行うことができるため、車載と同様の展開が可能である。

## 今後の展開

自動車の CO<sub>2</sub> 削減が大きく取り上げられ、燃費改善というのは自動車販売のスペックの一つとしても重要なものになっている。48V リチウムイオンバッテリーを使用したマイルドハイブリッドはコストパフォーマンスの良いハイブリッドシステムとして、これからシェアを伸ばしていくと考えられる。本 IC はこのマイルドハイブリッドに使用する電源として、小型化やシステムの簡略化に大きく期待ができる。特にマイルドハイブリッドの導入が進む欧州の車載市場においては今回の特性が大きなアドバンテージとなると考えられるため、積極的に拡販を進めていく。

(2017 年 9 月 21 日 電波新聞 第 2 部 電波ハイテクノロジー 掲載)

本資料に記載されている内容はロームの製品（以下「ローム製品」といいます）のご紹介を目的としています。ローム製品のご使用にあたりましては、別途最新の仕様書およびデータシートを必ずご確認ください。本資料に記載されております情報は、何ら保証なく提供されるものです。万が一、当該情報の誤りまたは使用に起因する損害がお客様または第三者に生じた場合においても、ロームは一切の責任を負うものではありません。本資料に記載されておりますローム製品に関する代表的動作および応用回路例は、一例を示したものであり、これらに関する第三者の知的財産権およびその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。ロームは、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。本資料に記載されております製品および技術のうち、「外国為替及び外国貿易法」その他の輸出規制に該当する製品または技術を輸出する場合、または国外に提供する場合には、同法に基づく許可が必要です。本資料の記載内容は 2017年 9月 現在のものであり、予告なく変更することがあります。

