



次世代コックピット向けソリューション White Paper

はじめに

自動車は、カーラジオ、カーオーディオ以外にも、車室内外において様々な音声を発している。

例えば、方向指示器を作動させると「カッチ、カッチ」というウインカー音がする。また、ADAS（先進運転支援システム）の機能として、衝突回避のためのブレーキシステムが作動すると警告音が鳴る。最近では、xEV などのモーターで走る自動車には、歩行者に接近を知らせる AVAS（車両接近通報装置）が搭載されている。他にもエンジンをかけた際のウェルカムサウンドや、ETC の音声など、自動車から発せられる音声は様々である。



図 1.多機能化する車載メータークラスターに求められる多様な音

例に挙げたウインカー音は、元々メカニカルリレーの切り替わる音が聞こえていたものだが、電子化されてリレーが不要になっても、音だけはスピーカから再生されている。これは、私たちが音声から重要な情報を得ていることを示す一つの例といえるが、今後、AI や自動運転技術が進歩することで、人と自動車の双方向コミュニケーションを発達させていく必要があることから、音声はそのためのツールの一つとして、より一層存在感を増していくと考えられる。

1. スピーカシステムの構成

先述した ADAS や AVAS の音声 outputs システムは、大別してブザーを用いるものと、スピーカを用いるものがある。前者はコストを低く抑えられるが、再生できる周波数には制限がある。一方、後者はオーディオ機器と同じで、広い帯域の再生が可能である。長らくコックピット周りの音声においては、ウインカー音やブザーだけで十分であったため、多様な音声を必要としていなかったが、現在のコックピット周りは、必要とされる音声が多様化してきたことで、スピーカなしではシステムが成立しなくなりつつある。

そこで必要になるのがスピーカアンプ IC である。スピーカアンプ IC とは SoC(System On a Chip)などから出力された音声信号を増幅し、スピーカに電流を流して駆動するための IC である。音声信号のフォーマットはサイン波などのアナログ信号を入力して使うアナログ入力タイプと、I²S などのデジタルオーディオフォーマットを用いるデジタル入力タイプが存在し、アプリケーションによって使い分けられる。また、スピーカアンプ IC の出力方式は、AB 級アンプと D 級アンプに大別され、AB 級アンプは電力変換効率が低く、IC の発熱も大きくなるが、不要輻射が発生しないという利点がある。一方、D 級アンプは電力変換効率が高く、

発熱も小さいが、不要輻射が発生するため、出力に LC フィルタを必要とする。よって、発熱を許容できる範囲では AB 級アンプを、大きな出力が必要で発熱を許容できない場合は D 級アンプを用いることになる。

2. スピーカアンプの課題

出力方式に関わらず車載スピーカアンプに要求されるのは、高信頼性に加え、大出力(大音量)と安全性を両立することである。信頼性は言うまでもなく、大出力と安全性はトレードオフの関係にあるため、両立が非常に難しい。大出力を実現するには、スピーカに大電流を流す必要があり、IC の出力トランジスタサイズを大きくすることに等しい。しかし、出力トランジスタサイズが大きくなると、例えばスピーカが故障しショートした際など、出力端子間に大きな電流が流れる恐れがある。場合によっては IC が破壊に至ることもあり、自動車の安全性が損なわれる。これを防ぐためには IC に過電流保護回路を搭載する必要があり、従来のスピーカアンプ IC では負荷電流を制限する方式が用いられてきた。しかし、この方式の場合は図 2 に示すように、出力できる最大電流値より、過電流保護回路の動作しきい値を小さい値に設定しなければならない。そのため最大出力が制限され、大出力時には波形(音)が歪んでしまうという課題があった。

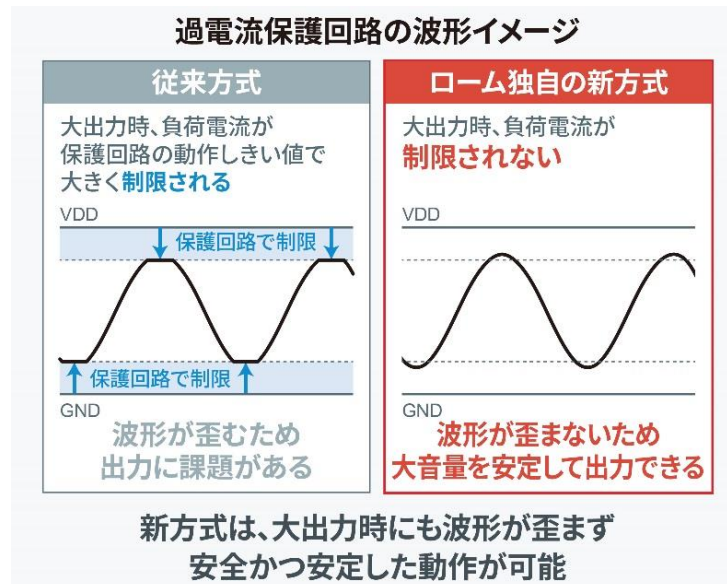


図 2. 過電流保護回路の波形イメージ

3. ロームの新製品「BD783xxEFJ-M」

ロームは、大出力と安全性を両立して、この課題を解決する車載クラスター向けスピーカアンプ「BD783xxEFJ-M」を開発した。クラスターで最も要求の多い 5V 電源での動作、出力電力 1~2W をメインターゲットとし、入力方式はアナログ入力、出力方式には部品点数の少ない AB 級を選択した。この製品は以下に示す大きく 3 つの特長を備えている。

3-1. 過電流保護を搭載した上で、2.8W 大出力を実現

新製品「BD783xxEFJ-M」は新開発の過電流保護回路を採用することで、電源電圧 5V、負荷 4Ω で 2.8W (THD+N<10%) という大出力と、スピーカ端子出力短絡からの保護という安全性を両立している。

車載クラスター向け、過電流保護搭載スピーカアンプ出力比較

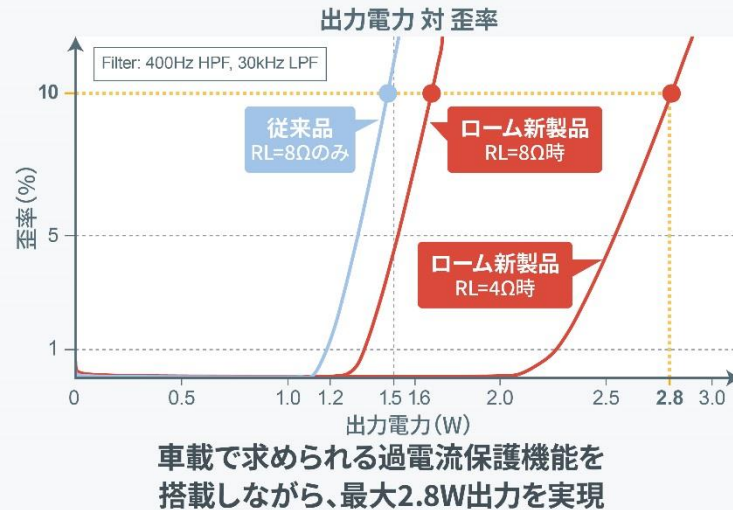


図 3. 車載クラスター向け、過電流保護搭載スピーカアンプ出力比較

一般的に、AB 級アンプの過電流保護回路は「電流リミッタ回路」を用いることが多く、これは先述した通り、出力の電流を制限することで過電流を流さずに済む一方で、出力電力をも制限してしまう。出力電力を制限せずに過電流からの保護を行う場合は、「ピーク電流保護回路」を採用することが必要になるが、これは文字通りピーク電流を検出して出力を停止する機構である。この方式では出力電流が最大電流を超えたところでの電流検出が可能になる一方で、起動時や減電時など出力のバイアス電圧が低い場合は、出力が短絡しても出力電流の最大値がしきい値を超えず、保護回路が動作しない。このためピーク電流保護回路は、IC がチップのジャンクション温度を超えて発熱し、最悪の場合破壊に至るという弱点がある。つまり、電流リミッタ回路を採用すれば音が歪み、ピーク電流保護回路を採用すれば保護できない条件が出てきてしまうということになる。

この問題を解決するため、ロームはこれら二つの回路を組み合わせた新方式の過電流保護回路(特許出願中)を考案した。これは、起動時や減電時など大出力が不要なシチュエーションでは、電流リミッタ回路を動作させて IC の発熱を防ぎ、通常動作時はピーク電流保護に自動的に切り替えることで、両方の保護回路の良いところ取りをし、大出力を可能にする技術である。

新製品「BD783xxEFJ-M」は、この新方式の過電流保護回路を搭載したことで負荷短絡から確実に IC を保護し、かつ大出力時にも歪まない特長を実現したのである。

3-2. 車載用途の過酷な環境に対応できる高信頼性を達成

新製品は、車載信頼性規格 AEC-Q100 に準拠し、動作温度 $T_a=105^{\circ}\text{C}$ に対応するため、厳しい信頼性が求められる車載アプリケーションにおいても安心して使用可能である。一般的に発熱の大きい AB 級アンプにおいて、 105°C 動作時に大出力を可能にするのが今回採用したパワーパッケージ (HTSOP-J8) である。このパッケージはリードタイプながら、サイズは $4.9\text{mm}\times 6.0\text{mm}\times 1.0\text{mm}$ と小型であり、4 層基板使用時 (JEDEC51-5,7 に準拠) の θ_{JA} は $45.2^{\circ}\text{C}/\text{W}$ と放熱性が高い。このパッケージを採用したことで、ロームの従来品と比べて、チップ温度上昇が 80% 低下 (条件: $V_{CC} = 5\text{V}$, $R_L = 8\Omega$, $\text{THD} < 10\%$) し、これまでのパッケージでは不可能だった $T_a=105^{\circ}\text{C}$ という厳しい条件においても、機能を損なうことなく音声出力することが可能になった。さらに、機能面でも信頼性を高めるため、過電流保護以外にも保護回路を搭載。異常発熱時には、温度保護により IC を破壊から守り、バッテリーの瞬断時には、減電圧保護により、予期しないポップノイズ発生を防ぐことが可能となっているため、あらゆる環境に耐える強固なシステム構築に貢献する。

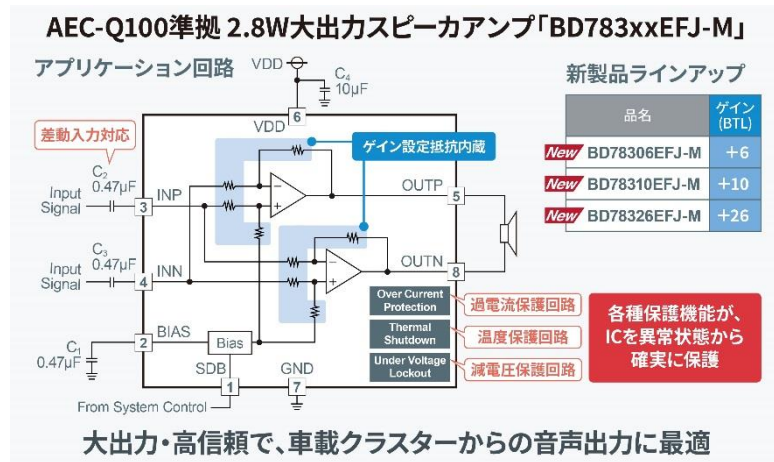


図 4.AEC-Q100 に準拠し、各種保護機能を備える「BD783xxEFJ-M」

3-3. 抵抗を内蔵することで部品点数を削減

この出力レンジのAB級アンプにおいては、音量設定をする際、信号の増幅率を調整するための、入力抵抗・帰還抵抗は、外付けとなっている製品が一般的である。新製品は、この抵抗を内蔵することで、部品点数と、プリント基板実装面積の削減を図っている。また、その増幅率を6dBから26dBまで、2dB刻みで11製品取り揃えているため、細かな増幅率の調整にも対応可能である。なお、その調整を頻繁に行うサンプル評価時に限っては、26dBの製品「BD78326EFJ-M」を用い、評価用の抵抗を各入力端子に付加することで、ICの交換をせず簡単に評価することが可能であり、抵抗を内蔵していても設計工数の増加にはならない。すでに6dB、10dB、26dB品の量産を開始しており、他の製品についても順次リリース予定である。

4. 今後の展開

冒頭にも書いたように、コックピット周辺の音声にはすでに多機能化が求められているが、今後CASE（Connected, Autonomous, Shared, Electric）時代を迎えることで、その需要はさらに高まり、大出力化が進んでいくと考えられる。また、車室内のレイアウトにおいても、従来のコックピットとカーオーディオの境目がなくなり、音声の使い方もさらに多様性を増していくと考えられる。

ロームが、これらの要求に応えるにはスピーカアンプのラインアップも充実させていく必要がある。今回開発したBD783xxEFJ-Mは、車載AB級スピーカアンプであるが、現在ロームでは、車載D級スピーカアンプを開発中である。BD783xxEFJ-Mが電源電圧5V以下のアプリケーションをターゲットにしていたのに対し、次製品の車載D級スピーカアンプでは12Vバッテリーへの接続に対応し、4W以上の大出力が可能になる。12V対応の車載対応スピーカアンプICにおいては、これまでAB級アンプが主流であったが、コックピットやヘッドユニット用のECU(Electric Control Unit)で省スペース化の要求が高まったことで、放熱用のヒートシンクがボトルネックとなりつつある。ロームは、この要求に応えるべくスピーカアンプにD級アンプ方式を採用することで、小型化にも大きく貢献する。

第一弾の車載D級スピーカアンプとしては、BD783xxEFJ-Mと同じアナログ入力タイプに加え、デジタル入力タイプ、複数チャンネルタイプなど4製品をラインアップする予定で、多様なアプリケーションに対応する。例えば、デジタル入力タイプはTDM(Time Division Multiplexing)フォーマットに対応。最大8チャンネルのスピーカを1つのシステム内で接続することが可能で、アプリケーションデザインの選択肢を広げることができる。

第二弾の車載D級スピーカアンプは2021年のサンプル出荷を目指しており、今後もロームは車載スピーカアンプICに注力し、自動車の安全性、快適性の向上に貢献していく。

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 2020年 5月 現在のものであり、予告なく変更することがあります。

