



# 負荷容量で一切発振しない 高ノイズ耐量、高速オペアンプ「BD7750x」

イ-エム ア - マ -  
圧倒的ノイズ耐量の『E MARMOUR™シリーズ』に  
異常検知に最適なCMOS高速タイプが登場  
Nano Cap™技術を搭載して超安定制御を実現

## はじめに

近年、IoT の広がりとともに、自動車や産業機器などあらゆるアプリケーションにおいて、高度な制御を行うために多くの電子部品が搭載されている。これらの中で、計測機器や制御機器などで使われる異常検知システムや、微小信号を扱う各種センサなど、高速のセンシング技術が必要とされる場面は増加してきており、システムの異常信号を確実に検出するために、高速オペアンプが使用されている。しかし、従来の高速オペアンプを使用すると、配線などの容量性負荷による発振のために、基板設計はより困難になってきている。

同時に、電装化が進み電子部品の搭載点数が増加したことにより、ノイズの発生源となる機器が増加し、ノイズ環境が悪化した。そのため、微小な信号を扱うデバイスが誤動作することを防ぐためにノイズ対策が大きな課題となっている。ただし、ノイズ評価はシステム単体で行うことが難しく、組み立て後に行う必要がある。このとき、ノイズ評価が NG となれば、設計・組立・評価を何度も繰り返すことになり、メーカーの設計負荷も大きくなる。

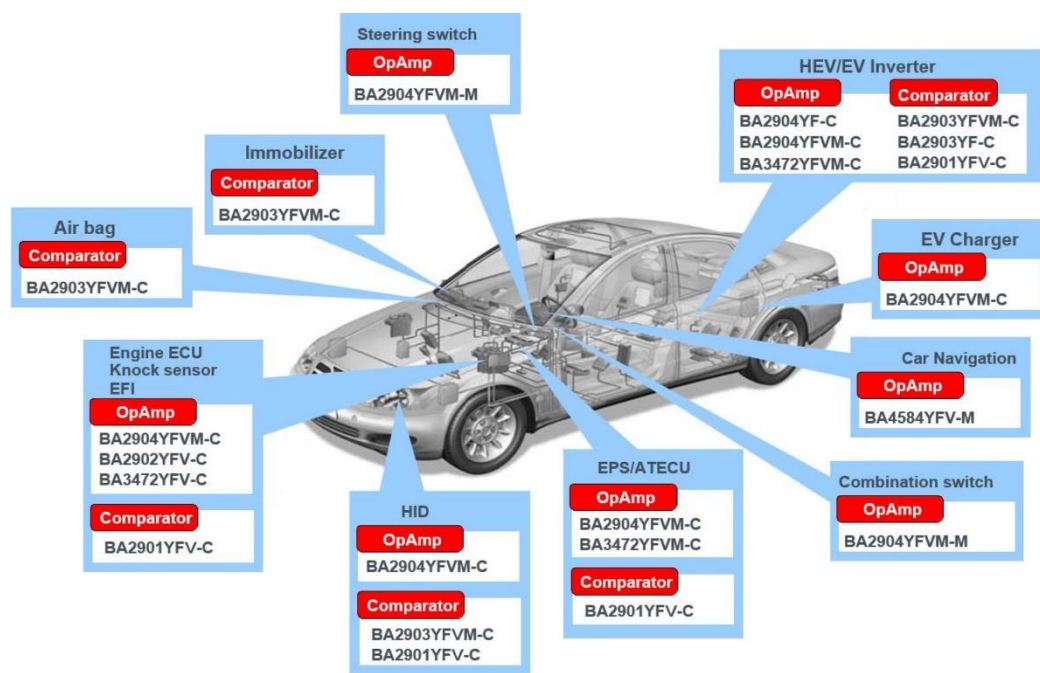
ロームはこれらの課題に対し、高いノイズ耐量を実現した製品シリーズ『EMARMOUR™（イーエムアーマー）』をラインアップ。第 1 弾のバイポーラタイプオペアンプは 2017 年より量産し、顧客だけでなく他分野の技術者も含め高い評価を得ている。今回は、異常検知システムなどで求められる高速増幅に対応しながら、配線などの負荷容量で一切発振しない CMOS 高速タイプオペアンプ「BD77501G」「BD77502FVM」（BD7750x）を『EMARMOUR™』シリーズに新たに追加したため紹介する。

BD7750x は、

- ・圧倒的なノイズ耐量により、一般品が $\pm 200\text{mV}$ 以上変動するノイズ環境において、本製品は $\pm 20\text{mV}$ 以下（一般品比 10 分の 1）を実現
  - ・独自の Nano Cap™ 技術により、高速増幅（スルーレート:  $10\text{V}/\mu\text{s}$ ）かつ業界 TOP の安定性を実現
  - ・CMOS 構造のため、バイアス電流が少なく、センサへの影響がない
- が大きな特長となっている。

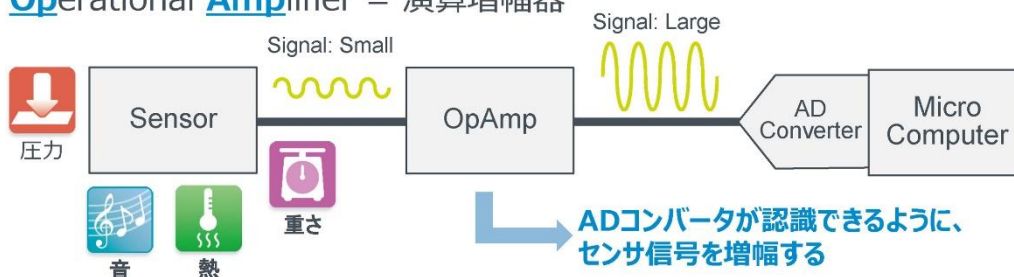
## アナログ IC の基本、オペアンプ・コンパレータとは

オペアンプ・コンパレータは、アナログ電子回路を設計する際には必ずと言っていいほど使用される重要電子部品である（図 1）。オペアンプ（Operational Amplifier）は演算増幅器であり、圧力、音、熱、重さなどの様々な情報を検知するための多数のセンサの後段に配置され、信号を増幅し AD コンバータが処理可能な電圧レベルに変換する。コンパレータ（Comparator）は比較器であり、センサ信号が閾値以上かどうかを判断し、デジタル信号で出力する（図 2）。どのようなアプリケーションでも、人間の頭脳にあたる MCU（Micro Computer）はオペアンプ・コンパレータの出力信号を基に全体を制御している。

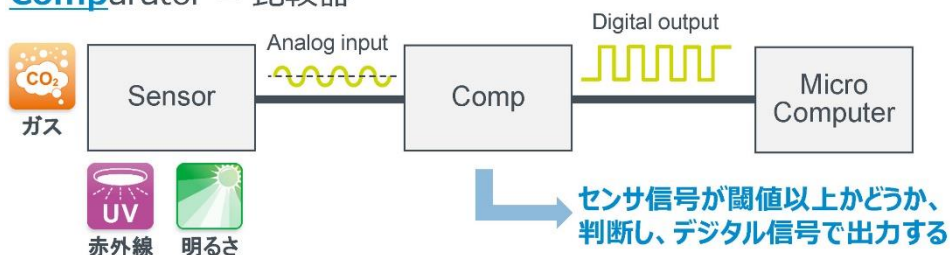


〔図 1〕 自動車におけるロームのオペアンプ・コンパレータ採用例

## Operational Amplifier = 演算増幅器



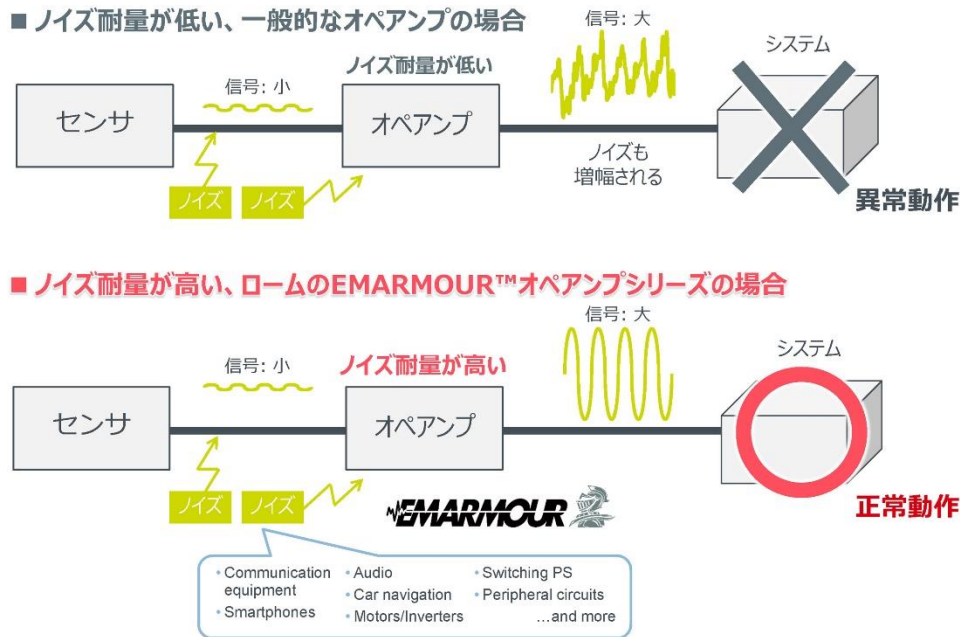
## Comparator = 比較器



〔図 2〕オペアンプ・コンパレータの動作概念図

## オペアンプとノイズ耐量の関係

電圧増幅の際に焦点となるのが、オペアンプそのもののノイズ耐量である。センサ出力の信号線やオペアンプに外部からノイズが侵入してきたとき、オペアンプのノイズ耐量が低いとノイズがそのまま増幅される（図 3）。その結果 MCU の誤認識または誤動作を引き起こし、システムの誤動作を招く。しかし、オペアンプのノイズ耐量が高いと、ノイズを除去しセンサ信号を正確に増幅して MCU に送ることができるため、システムを正常に動作させることが可能となる。そのため、電子部品の高集積化が進む ECU（電子制御ユニット）やインバータにおいては、ノイズ耐量の高い電子部品が必要とされる傾向がある。



〔図 3〕 オペアンプのノイズ耐量の違いによるシステム動作への影響

特にオペアンプにおいてはノイズ対策を行う場合、オペアンプ自身はもちろん、オペアンプにつながる電源ライン、グラウンドラインなどのすべての配線抵抗、容量、インダクタンスの成分を考えなければならない。最近では高性能な高周波シミュレータの開発も進んでいるが、プロセス固有の寄生容量や寄生インダクタンス等の詳細な特性まで網羅するには至らず、結局は設計者の知識と経験、勘によってノイズ耐量の強弱が決まると言える。これらのことがノイズ設計の難しさに拍車をかけている。

## 圧倒的なノイズ耐量を実現した『EMARMOUR™ シリーズ』に CMOS 高速タイプを追加

ノイズ設計の難しさという課題がある中で、ロームは『EMARMOUR™』という一つのソリューションを提示した。『EMARMOUR™』はロームの「回路設計技術」「レイアウト技術」「プロセス技術」を融合することで開発され、ISO11452-2 による国際評価試験において、全ノイズ周波数帯域で高ノイズ耐量を実現した製品に与えられるブランド名である。

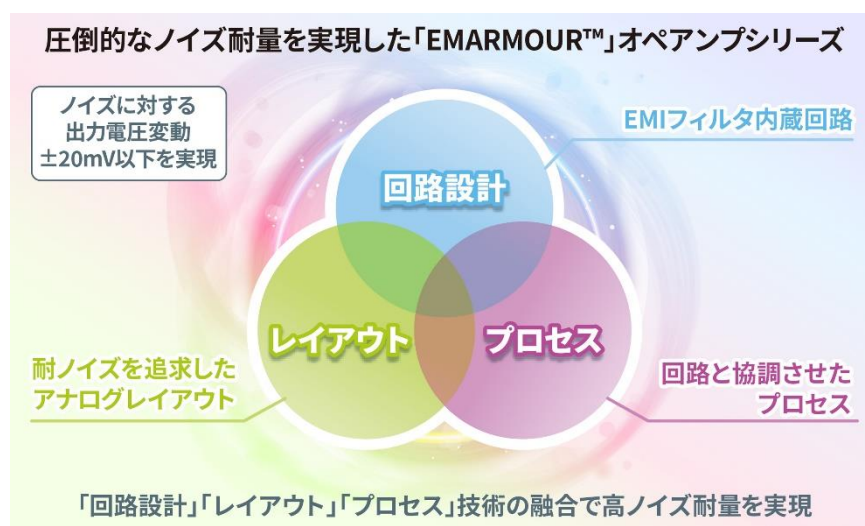
前述したように、ロームはこの『EMARMOUR™』シリーズの第一弾として 2017 年に自動車のパワートレインやエンジンコントロールユニットなど苛酷な環境で車載センサを採用する車載電装システムに最適な、バイポーラタイプオペアンプを量産している。

今回、その技術を CMOS タイプオペアンプに展開し、さらにローム独自の電源 IC 技術「Nano Cap™」搭載により超安定制御も実現した「BD77501G」「BD77502FVM」（以降、BD7750x とする）を開発した。『EMARMOUR™』シリーズとして高いノイズ耐量を備えるだけでなく、異常検知システムなどで求められる高速増幅（高スルーレート 10V/μs）に対応しながら、配線などの負荷容量で一切発振しない業界初のオペアンプである（図 4）。

品名	回路数	最大動作電圧 (V)	入力オフセット電圧 (mV) (Typ.)	バイアス電流 (nA)	スルーレート (V/μs) (Typ.)	回路電流 (mA) (Typ.)	Nano Cap™技術 (出力安定)	パッケージ
<b>New</b> BD77501G	1ch	15	4	0.001	10.0	1.3	✓	SSOP5
<b>New</b> BD77502FVM	2ch					2.6	✓	MSOP8
BD87581YG-C	1ch	14	1		3.5	2.3	—	SSOP5
BD87582YFVM-C	2ch					5.0	—	MSOP8

〔図 4〕『EMARMOUR™』 CMOS オペアンプシリーズのラインアップ

新製品「BD7750x」では、高いノイズ耐量を実現するため、広い周波数帯域でノイズをカットできる EMI フィルタ回路を内蔵し、電源ライン、グラウンドライン、素子の配置等を全面的に見直し、ノイズに強いチップレイアウトに変更、さらにノイズに強い独自のプロセスを採用した（図 5）。

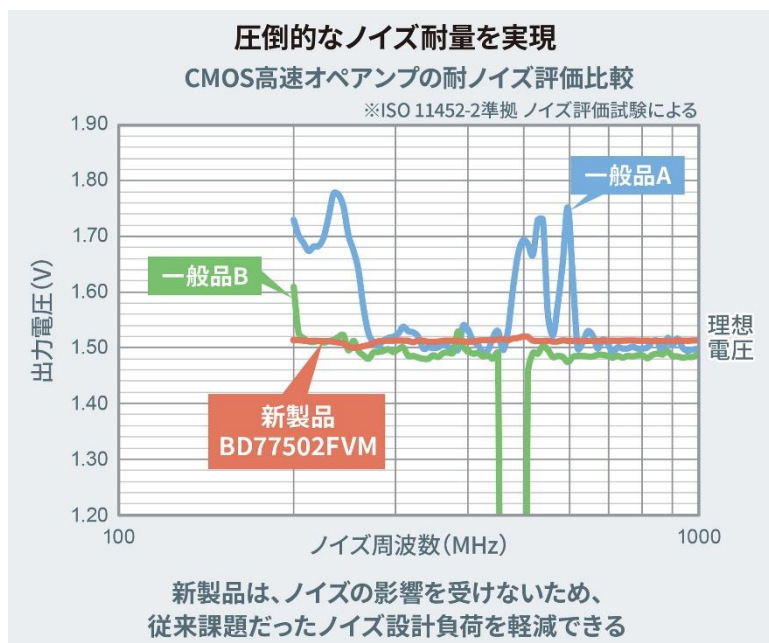


〔図 5〕 高ノイズ耐量を実現するローム独自のアナログ技術

その結果、車載製品のノイズ評価試験として用いられる「ISO11452-2」準拠の評価試験（200MHz～1GHz 範囲での評価）において、例えば一般品は出力電圧変動が±200mV 以上ばらつくのに対して、BD7750x は全周波数帯域で±20mV 以下に抑制することに成功した（図 6）。

従来、システムの誤動作を防ぐために、オペアンプのノイズ耐量を補うには、影響を受けやすい特定周波数帯のノイズを減衰させる外付けフィルタ回路や、オペアンプをシールド（金属板）で覆う必要があったが、圧倒的なノイズ耐量を実現したことでこれらが削減可能となる。これにより、ノイズ対策に要する時間やコストを大幅に削減し、ノイズ設計時の負担を軽減することに貢献できる。



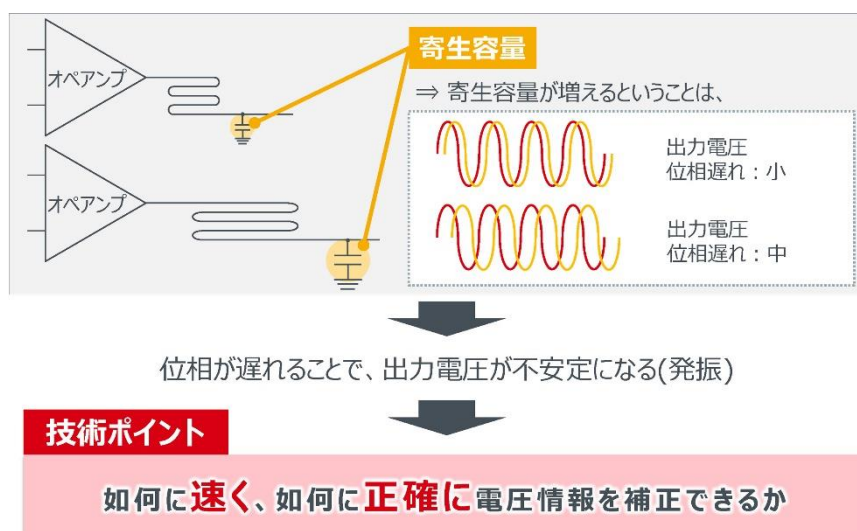


〔図 6〕 ローム新製品「BD77502FVM」と一般品のノイズ評価比較

## 発振しない高速オペアンプを実現する超安定制御技術「Nano Cap™」

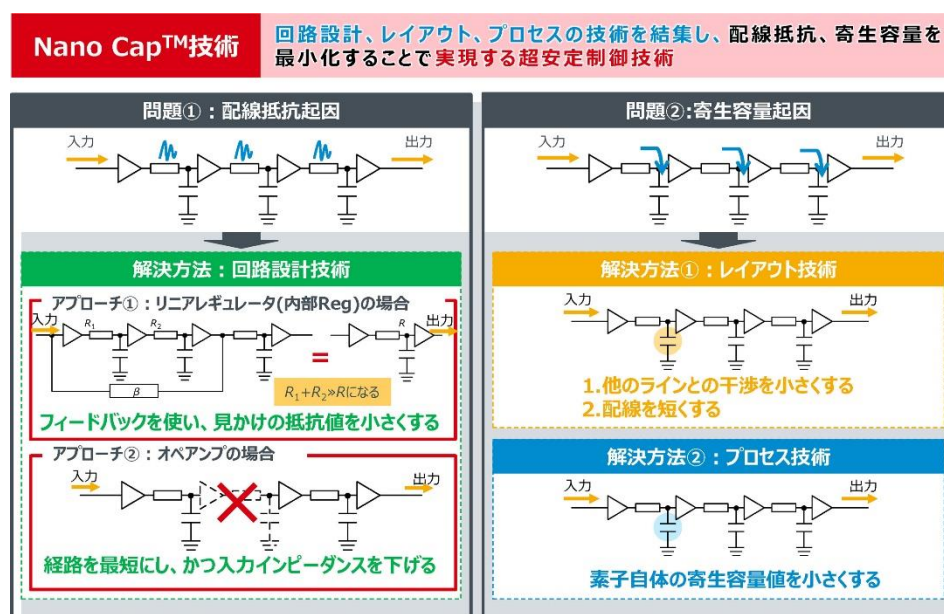
「Nano Cap™」とは、ロームの垂直統合生産体制において、「回路設計」「レイアウト」「プロセス」、3つの先端アナログ技術を結集することで実現する超安定制御技術を指す。安定制御により、アナログ回路のコンデンサに関する安定動作課題を払拭することで、自動車や産業機器、民生機器など問わず、あらゆるアプリケーションの設計工数削減に貢献する。

異常検知のアプリケーションでは、センサ出力などの微小信号を高速かつ正確に増幅することが求められるため、入力バイアス電流が少なく、高速な伝達が可能な CMOS オペアンプが用いられてきた。しかし、高速になればなるほど、出力端子から見える寄生容量の影響を受けやすくなり、安定動作が難しくなる（図 7）。また通常、オペアンプは増幅率を向上させるために IC 自身に複数の増幅段を持っているが、増幅段数が増えると配線抵抗や寄生容量の影響を受け、回路の動作が不安定となる場合がある。



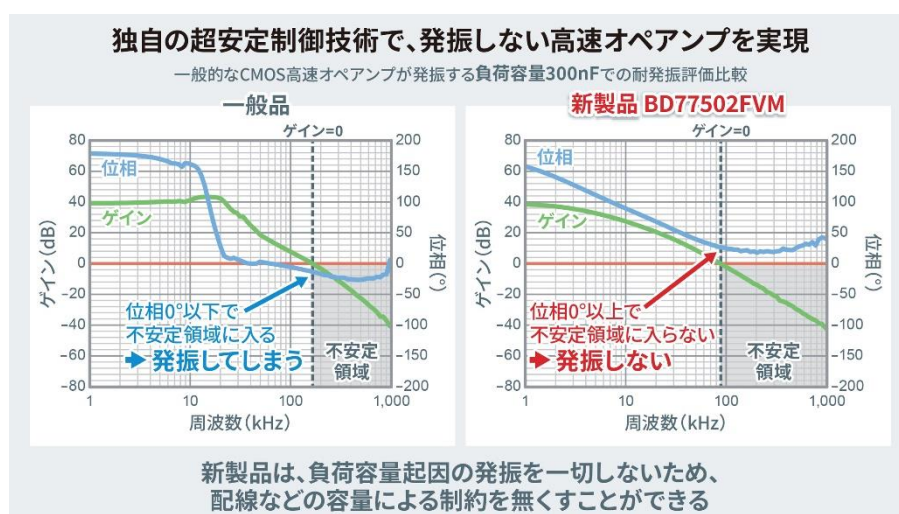
〔図 7〕 寄生容量によるオペアンプ動作への影響

この課題に対して、新製品「BD7750x」は、Nano Cap™ の超安定制御により、それぞれの増幅率を上げることで、増幅段数を削減、同時に、入力から出力までの経路を最短でレイアウトすることで、配線抵抗と寄生容量の影響を最小化した（図 8）。このように Nano Cap™ における「回路設計」「レイアウト」「プロセス」、3つの技術を結集した結果、高速かつ安定動作を実現することに成功した。



〔図 8〕超安定制御技術「Nano Cap™」を構成する要素技術

出力安定度は位相余裕の特性であらわれ、Gain=0 になった時に位相(Phase)が 0°以下になると不安定となる。負荷容量を 300nF とした場合、一般品では位相(Phase)が 0°を下回っているが、Nano Cap™ を搭載した BD7750x は位相(Phase)が 0°以上となっている（図 9）。一般的な高速オペアンプは配線などの負荷容量の影響を受けやすく、非常に扱いにくいに対し、BD7750x は全ての負荷容量で一切発振せずに安定した動作を提供できるため、アプリケーションの設計工数削減に貢献できる。



〔図 9〕ロームの一般品と新製品「BD77502FVM」の耐発振評価比較

さらに、BD7750xはCMOSタイプのため入力バイアス電流が小さく、高精度なセンシングを可能とし、また、ユニバーサル品と互換性があるため従来品からの置き換えが簡単にできるという点も特長である。電源電圧は7.0～15V。入力オフセット電圧は±4mV（典型値）、入力範囲はVSS ～ VDD-2.0V、動作温度範囲は-40℃～+85℃。消費電流は1チャンネル品が1.3mA、2チャンネル品が2.6mAとなっている。CMOS高速タイプでノイズ耐量に加え、安定制御を実現したBD7750xは、まさに市場のニーズと合致している。

### 今後の展開

今回新たに開発した高速CMOSオペアンプのBD7750xは、『EMARMOUR™』シリーズとして、車載分野、FA（製造装置）、産業ロボットに代表される産業機器分野や医療分野など、システム上でノイズによる誤動作が許されない分野での幅広い活躍が予想される。

それに加えて、計測機器や制御機器で使われる異常検知システム、微小信号を扱う各種センサなどでは高速なセンシング技術が必要とされる場面が増加しており、BD7750xはNano Cap™ 技術により配線などの容量性負荷によらず安定かつ高速に動作することができる。

今後、本製品のラインアップ化をさらに加速させ、車載対応も進めることで幅広いアプリケーションの設計工数削減と高信頼化に貢献していく。

※「EMARMOUR™」「Nano Cap™」は、ローム株式会社の商標または登録商標です。





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 2021年 1月 現在のものであり、予告なく変更することがあります。

