

ROHM
SEMICONDUCTOR

完全ノイズレスを追求した
ロームのオペアンプ



EMARMOUR 

High EMI Immunity Op Amps

&

Ultra-Low noise CMOS Op Amps

Next Generation **Op Amp**

驚愕のノイズレス性能で回路設計の

外部ノイズの影響を受けない

High EMI Immunity Op Amps **EMARMOUR** 

高EMI耐量オペアンプ



2つのオペアンプ

車載電子機器や産業機器において、センサの必要性が高まると同時に、センシング回路には安全かつ高精度に動作することがより求められるようになりました。センシング回路では、センサ素子が出力する微弱な電気信号をどのように処理するかが安全や性能に影響を及ぼします。そのために、システムが正確に信号処理できるレベルに増幅するオペアンプの存在が要となります。オペアンプが微弱な信号を増幅する際に妨げとなるのは、他のデバイスからの外部ノイズとオペアンプ自体が出す半導体ノイズですが、これらの対ノイズ性能を追求すると、必ず性能の限界に突き当たります。ロームは、一貫生産の強みを生かし、回路設計だけでなくレイアウトやプロセス、素子のばらつきまでを見直すことで、今までの対ノイズ性能の限界を超えた高性能オペアンプの製品化に成功しました。

開発の背景:

ノイズレスオペアンプで、
センシング回路の
高性能化・高信頼性を
推進する

基本安全規格IEC61508をコアとして、機械製造、交通運輸、医療機器などのいろいろな分野で、機能安全に関する回路規格が制定され、より安全性が求められるようになってきました。中でも自動車分野では、交通事故を防ぐための様々な機能安全に基づいた安全装置が急速に開発されています。そして、その装置の電子回路設計で重要視されるのがセンシング回路です。センサから出力される電気信号は微弱であることが多く、周辺の電装システムや通信機器からのノイズの影響を受けやすいため、入力信号がノイズごと増幅されてしまうと、誤認識や誤動作を発生する可能性が高くなります。同時に、高精度の電圧増幅を実現するには、オペアンプ自体がノイズを出さないことも極めて重要となります。ロームは、車載機器、産業機器におけるセンシング回路の信頼性を高めることを目指して、ノイズ対策が不要なほどの高EMI耐性を実現するオペアンプと、業界最高クラス*の低ノイズ性能を実現するオペアンプを開発しました。

常識が変わる!

信号処理時にノイズが出ない

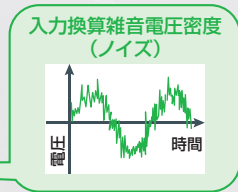
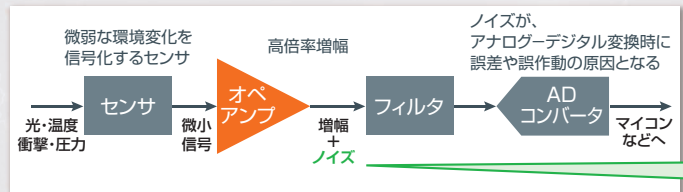
Ultra-Low noise CMOS Op Amps

低ノイズCMOS オペアンプ

が誕生!



センサ回路に
使われる
オペアンプの
課題



オペアンプの持つ AC電圧誤差
出力にノイズとして現れます。
高倍率に増幅した際に信号成分にのる誤差となります。

アプリケーションの高精度化はオペアンプに依存するため「小さい信号」を「より正確に増幅する」ことが求められています。

*2021年10月ローム調べ

High EMI Immunity Op Amps

超高EMI耐量 高EMI耐量オペアンプ



【高EMI耐量オペアンプの必要性】

高EMI耐量オペアンプを使用する必要性について、2つ紹介します。

1つ目は、交通事故を未然に防ぐADAS(先進運転支援システム)や人命を守る電子機器を外部ノイズからシャットアウトするためです。

2つ目は、電気自動車に搭載されるエアコンやパワーステアリングなどの大電力モータや、高圧バッテリーと駆動機器から発生するノイズが増えることに対応するためです。

高EMI耐量のEMARMOUR™ オペアンプシリーズを使用することで電子回路をより強力にノイズから守ることができます。

イーエムアーマー EMARMOUR™とは?

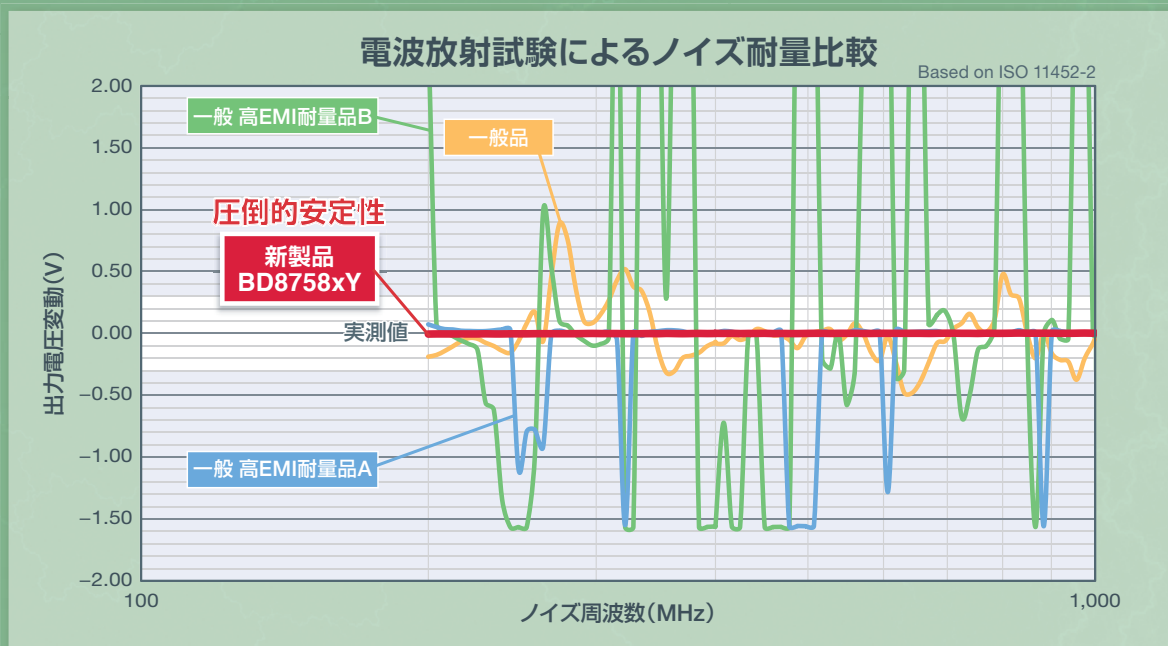
「EMARMOUR™」は、ロームの「回路設計技術」「レイアウト技術」「プロセス技術」を融合することで開発され、ISO 11452-2による国際的ノイズ評価試験において、全ノイズ周波数帯域での出力電圧変動が極小となるノイズ耐量を実現した製品にのみ与えられるブランド名です。圧倒的なノイズ耐量により、システム開発におけるノイズ課題を解決することで、設計工数削減や高信頼性に貢献します。



業界最高クラス*のノイズ耐量 で、ノイズ対策の負荷を大幅に軽減

下のノイズ周波数に対する出力電圧変動のグラフが示すように、一般品および一般の高EMI耐量品が周波数によってノイズの影響を受けやすいピークを計測しているのに対し、ロームの新製品(BD8758xY)は周波数による変動が極めて少なく、出力電圧変動を±1%以下(一般品は±3.5~10%)に抑えることに成功しました。

この高EMI耐量を実現したことにより、これまで車載電装部品設計者を悩ませ、多くの時間や手間を必要としていたノイズ対策の負荷を大幅に軽減。従来必要とされていたCRフィルタやシールドなど、外付け部品のコストやスペースも削減します。



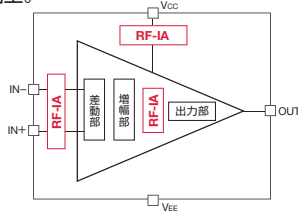
回路やレイアウト、素子サイズなどを徹底的に見直し ノイズ耐量を大幅に改善

ロームではこれまでの製品を徹底的に分析し、ノイズ対策回路の追加やレイアウトの見直しに加えて、最適な寄生容量を生むプロセスの選定により、EMIに対する耐性を大幅に改善。チップのダウンサイズという業界の潮流に囚われることなく、柔軟な発想で最適な

選択を行ったことも成功の鍵となりました。また、この画期的なノイズ耐量は1つの対策では決して実現できず、3つの要因を融合することで大幅な改善ができました。

回路の見直し

新たに開発したノイズ対策回路RF-IAを必要箇所に複数組み込むことでノイズ耐性を向上。

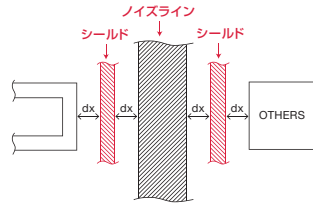


新開発のノイズ対策回路 (RF-IA)を追加

※RF-IA(Radio Frequency Impedance Adjuster)
高周波インピーダンス調整機能

レイアウトの見直し

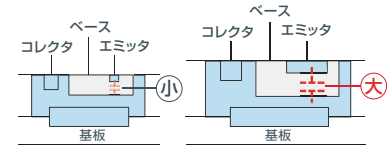
ノイズラインに対してシールドを張り巡らせると同時に、配線干渉の見直しや内部アナログコアへのインピーダンス調整を行います。



- ①: ノイズラインのシールド
- ②: 配線干渉の見直し
- ③: 内部アナログコアへのインピーダンス調整

最適なプロセスの使用

寄生容量が大きいとノイズ耐量が高いことに着目し、最適な寄生容量が得られるようにプロセスや素子サイズを選定。



プロセス、素子サイズによって寄生容量が異なる

最適な寄生容量のプロセスを選定!

上記の3つが完全にそろった時に、外部ノイズの影響を受けなくなる

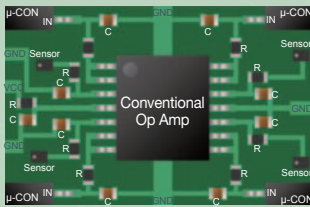
ノイズ対策にかかっていた 時間や手間、コストなどを大幅に軽減

画期的な設計から生まれた高EMI耐量により、従来必要だった外付けのCRフィルタや金属板シールドを配置する必要がなくなり、周辺部品のコストダウンや省スペース化に貢献します。

また、これまでノイズ対策の設計を行う場合、機能設計やノイズ設計を行った後のノイズ評価でNGになると、最初からやり直す必要が

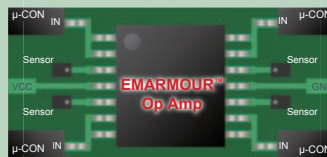
あり、時間と手間とさらには費用の面でも大きな負担となっていました。これに対しロームの高EMI耐量オペアンプを使用すれば、設計工数や設計費用を大きく削減させることが可能となり、短納期のセット設計の短納期化に貢献できます。

従来オペアンプ



コンデンサと抵抗で構成されるCRフィルタでノイズ耐性を補う

ロームの高EMI耐量オペアンプ



CRフィルタ不要 (4chの場合、最大18個の部品削減)

ノイズを気にする必要がなくなる
ノイズ設計が容易

新しいモデル(基板)で設計する際に...

▶ 従来オペアンプを使用すると



▶ 新製品オペアンプを使用すると



高い汎用性を備え 世界標準の信頼性 規格にも準拠

ロームの新しい高EMI耐量オペアンプは、従来のオペアンプと同じ汎用性能を持っているため、従来品からの置き換えの場合でも、安心してお使いいただけます。

また、車載電子部品の規格として世界的に広く採用されているAEC-Q100に対応した高い信頼性を備えています。

Ultra-Low noise CMOS Op Amps

超低ノイズ

低ノイズCMOSオペアンプ



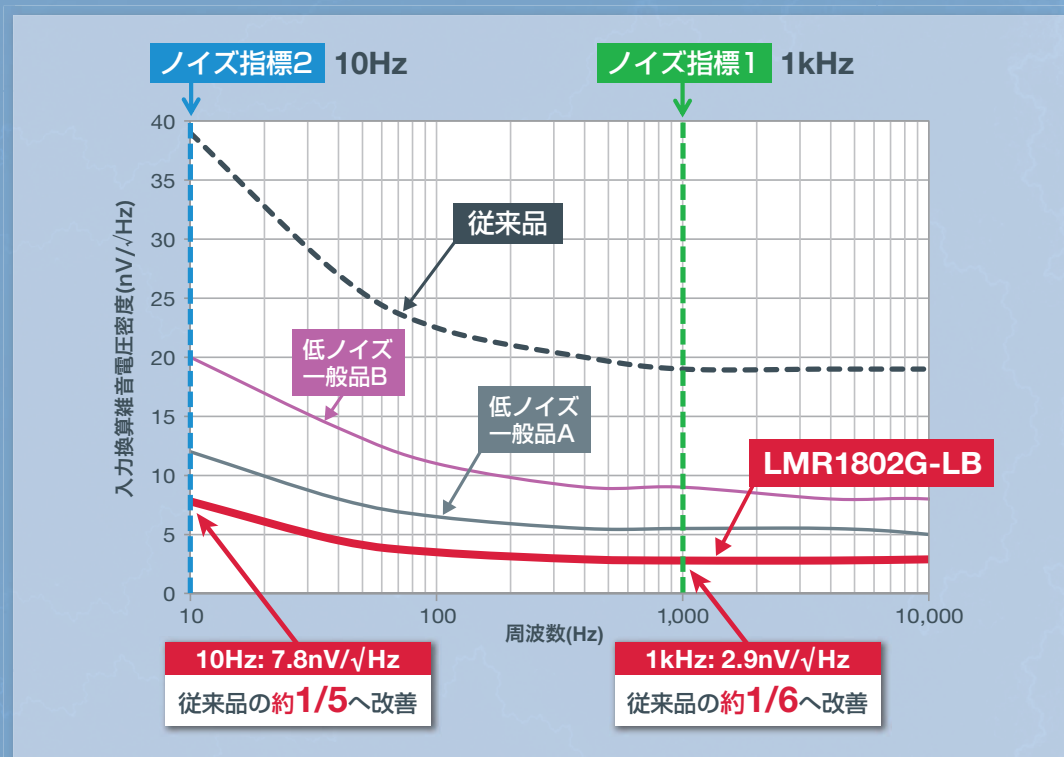
【低ノイズCMOSオペアンプの必要性】

センサ回路において、オペアンプはセンサ素子の微弱な信号を増幅し、できる限り正確にマイコンに伝達する役割を担います。セットにおける誤差として、最も懸念すべき誤差はオペアンプの誤差である入力オフセットとセンサ素子自体の個体誤差である場合が多く、一般的には、システム全体として、この誤差を補正するために、キャリブレーション(補正)が行われます。期待値に対して、マイコンの読み値が増減する場合は、それに合わせて出力値を補正する事で、セットの精度を高めることができます。しかし、オペアンプにおいて、キャリブレーションができない電気的特性が存在し、それが「入力換算雑音電圧」で示される、オペアンプ出力電圧の微小な揺らぎとなります。この揺らぎは常にランダムに発生するため、補正する事ができず、オペアンプの増幅度に比例して誤差の振幅も増幅されてしまいます。このような背景から、入力換算雑音電圧が極力小さいオペアンプでなければ、高精度な増幅を行うセットのシステムが成り立たないため、より低ノイズのCMOSオペアンプが必要とされています。

業界最高クラス*の低ノイズ で、さらなる高精度化を実現

センサの高精度制御を目指して、オペアンプ自身が発生させるノイズを大幅に低減させた低ノイズCMOSオペアンプを開発しました。内部のトランジスタや抵抗から発生するノイズは、信号増幅の際に誤差を生むことで、増幅精度を悪化させます。これに対しロームは、製造プロセスと回路設計の両面から改善を行い、グラフが示すように業界最高クラス*の低ノイズを実現。ちなみに、 $2.9\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ は従来の約1/6、 $7.8\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ は従来の約1/5という数値です。

さらに、増幅時に誤差の要因となる入力バイアス電流と入力オフセット電圧を大きく抑制すると同時に、従来ノイズとトレードオフの関係にあった発振マージンの位相余裕を業界最高レベル*の68°に改善。低ノイズだけでなく、大幅な高精度化や動作の安定化を図っています。これらの改善により、センサの能力を十分に引き出す周辺回路の設計が可能です。



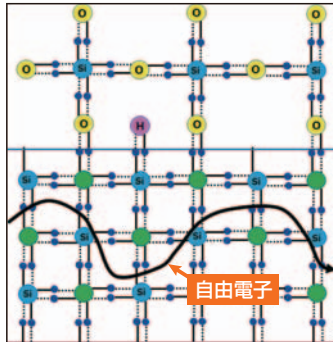
製造プロセスと回路設計の両面からの対策を組み合わせで 業界最高クラス*の低ノイズを実現

従来の低ノイズオペアンプを、製造プロセスの側面から分析。不純物による電子の散乱を大幅に抑制することにより、フリッカノイズを抑えることに成功しました。これを抑えることで低周波数帯のノイズ特性が大きく向上しました。

加えて、回路構成やトランジスタの大きさを調整し、抵抗値を下げることで、IC内部のトランジスタや抵抗、配線などから発生するサーマル

ノイズ(ホワイトノイズまたは熱雑音)を低減。これらの低ノイズ実現のポイントは、製造と設計の両面からアプローチを行ったことであり、この2つが融合しなければ業界最高クラス*の低ノイズ特性は実現できませんでした。ロームの一貫生産体制のメリットがここでも存分に発揮されています。

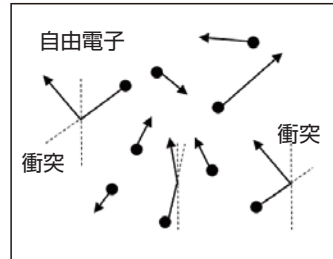
製造プロセスにより改善



フリッカノイズ

半導体中に含まれる不純物による電子の散乱(揺らぎ)が原因で発生するといわれています。電子の半導体中での散乱を抑制し電子の流れをスムーズにすることにより改善します。

回路設計により改善



サーマルノイズ

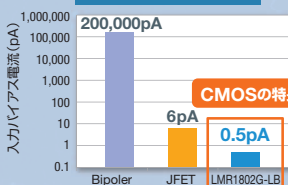
IC内部の抵抗成分、純粋な抵抗、トランジスタ、配線等で発生します。回路構成、トランジスタサイズを調整し抵抗値を下げることで改善されます。

入力バイアス電流と入力オフセット電圧を 大幅に低減

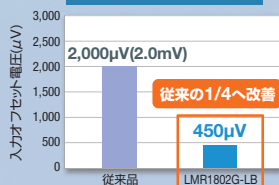
入力バイアス電流については、静電気による破壊を防ぐ素子のリーク電流が主な要因といわれていますが、その素子サイズを最適化することで、0.5pAまで電流値を抑制(JFET従来品の約1/12)。入力オフセット電圧については、トランジスタの素子サイズを大きくする

ことでデバイスのばらつきによる影響を最小化し、電圧利得を高めるとい回路設計上の見直しも実施。さらに、入力オフセット電圧を最適化できる製造プロセスを選択していることも、450μV(従来品の約1/4)という低い値を実現できた要因です。

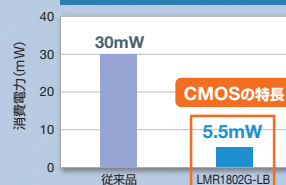
低入力バイアス電流



低入力オフセット電圧



低消費電力化(低電圧動作)



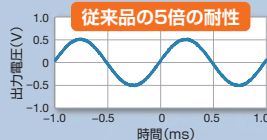
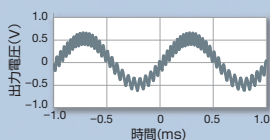
	従来品*	LMR1802G-LB
入力換算雑音電圧密度	5nV/√Hz	2.9nV/√Hz
回路電流	6mA	1.1mA
電源電圧	4V to 32V	2.5V to 5.5V

*電源5Vで従来ハイボラーローノイズ品と比較

位相余裕の向上で 高い安定性を確保

低ノイズCMOSオペアンプは高い安定性を保持しています。従来のオペアンプには、ノイズを低減すると位相余裕が小さくなり、発振が起りやすくなるという課題がありました。この製品では発振を抑え

るために回路内に組み込まれる位相補償を数箇所に分けて最適化することで、68°という高い位相余裕を実現。さらに、発振しやすさの指標として挙げられる容量性負荷特性を500pFまで高めています。



	一般品A	一般品B	従来品	LMR1802G-LB
入力換算雑音電圧密度	5.5nV/√Hz	7.5nV/√Hz	19nV/√Hz	2.9nV/√Hz
位相余裕*	24°	60°	40°	68°
容量性負荷特性	100pF	250pF	100pF	500pF

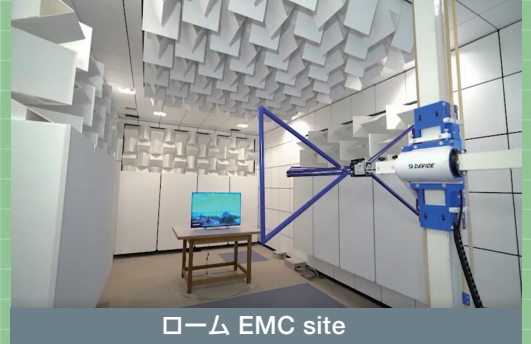
*無負荷時

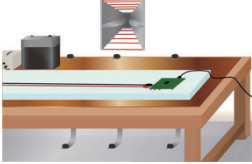
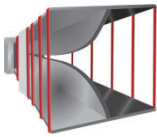

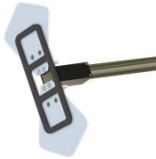
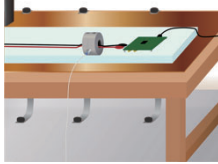

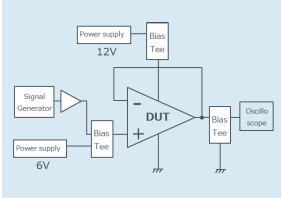
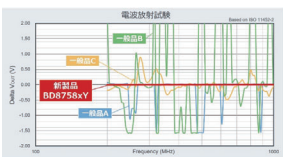
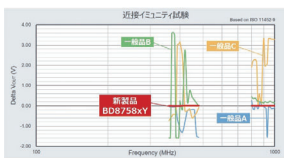
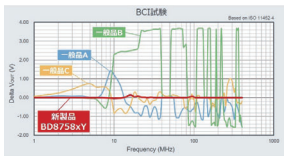

4つの国際的ノイズ評価試験を圧倒的な性能でクリア

超高EMI耐量オペアンプの ノイズ評価試験



ルームでは「アプリケーション上で特別な対策をしなくても、オペアンプがノイズで誤動作しない事を目指す」ために、一般的なDPI対応はもちろんのこと、通常は電子機器メーカーが行っている、電波放射試験（アンテナから電磁波を照射）、近接イミュニティ試験（アンテナから電磁波を照射）、BCI試験（ワイヤハーネスに、電流注入プローブでノイズを印加）を、電波暗室で試験することによって、あらゆるノイズに対応できる真の高EMI耐量オペアンプを完成させました。



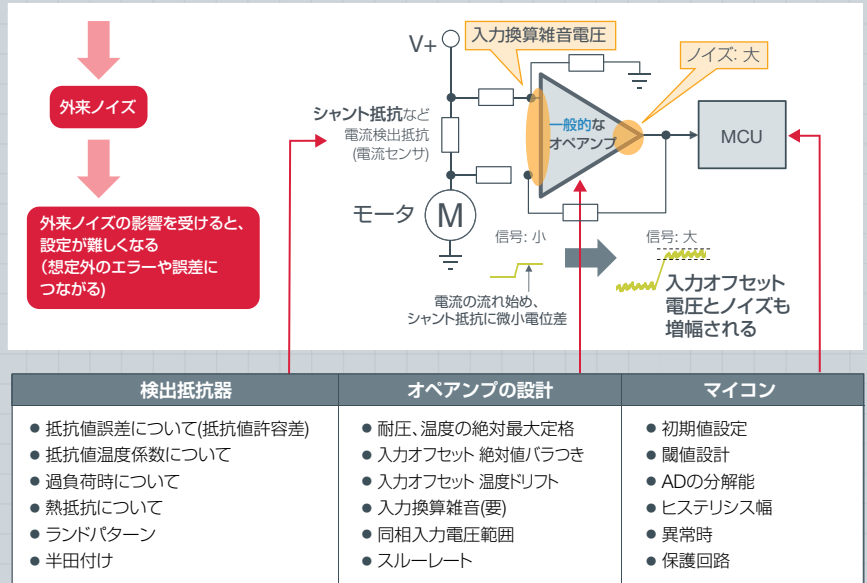
試験内容	電波放射試験	近接アンテナイミュニティ試験	BCI試験	DPI試験
対象となるオペアンプ	○: EMARMOUR™ 高EMI耐量オペアンプ ×: 一般的な高EMI耐量オペアンプ	○: EMARMOUR™ 高EMI耐量オペアンプ ×: 一般的な高EMI耐量オペアンプ	○: EMARMOUR™ 高EMI耐量オペアンプ ×: 一般的な高EMI耐量オペアンプ	○: EMARMOUR™ 高EMI耐量オペアンプ △: 一般的な高EMI耐量オペアンプ (フィルタの対策により特定周波数帯だけノイズに強い)
試験概要	電子機器メーカーが一般的に実施する試験。アンテナから電磁波を照射するため、入力フィルタでは防げないノイズ試験。	携帯電話の普及により、増えた試験。アンテナから電磁波を照射するため、入力フィルタでは防げないノイズ試験。	電子機器に接続されたワイヤハーネスに、電流注入プローブでノイズを印加する試験。強い電磁界ノイズが励起した際に電子機器の耐性を評価する。	半導体の端子に直接ノイズ信号を印加する試験。入力端子にあらかじめフィルタを入れておくなど、対策は比較的容易。
試験条件	ISO 11452-2準拠	ISO 11452-9準拠	ISO 11452-4準拠	IEC 62132-4準拠
試験方法・測定回路・測定環境	置換法(進行波電力) 周波数 vs 出力電圧 : ボルテージフォロア  	周波数 vs 出力電圧 : ボルテージフォロア  	周波数 vs 出力電圧 : ボルテージフォロア  	周波数 vs 最大注入電力 : ボルテージフォロア 
測定結果				

ノイズに悩まされない設計

下図のようなシャント抵抗器を用いたシンプルな電流検出回路設計でも、ノイズに対して多くの考慮が必要となります。

電流検出はシャント抵抗等の微小抵抗に電流を流し、抵抗の両端の微小電圧を増幅して読み取る事で電流値をモニタします。セットにおいて、許容できる電流検出の誤差を設定し、入力オフセット電圧×増幅率の誤差がキャリブレーションできる範囲に収まっているか確認し、その後、補正不可能な入力換算雑音電圧×増幅率が測定誤差として許容できるかどうかを判断します。

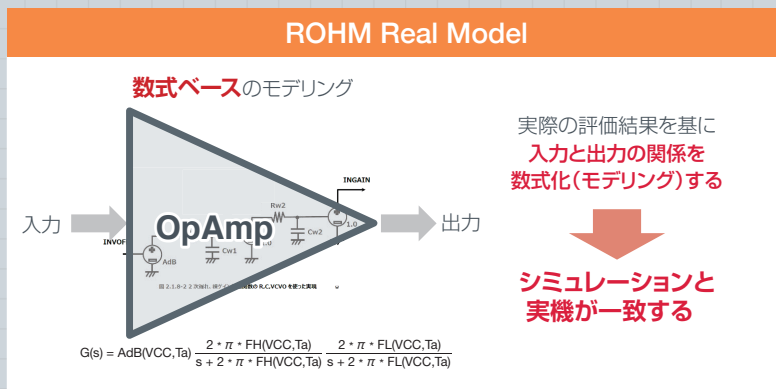
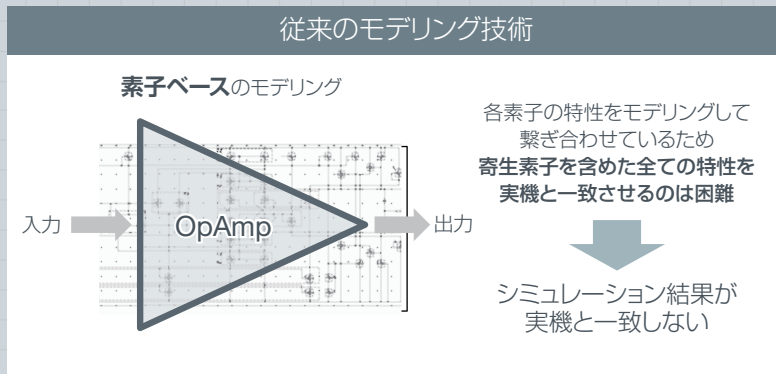
そして、許容できる範囲とシャント抵抗器の特性やマイコンとプログラム設計などシステム設計が必要になります。その中でも、一番悩まされるのが不確定要素であるノイズです。外来ノイズからの影響や内部ノイズをとともに少なくすることが、相互に安心をもたらす設計を実現します。



ROHM Real Model

業界トップクラス*のシミュレーション精度。

「ROHM Real Model」は、トランジスタ回路全体で実現する特性を、機能毎に設計、再結合し、高い特性再現性を実現するローム独自のモデリング技術です。

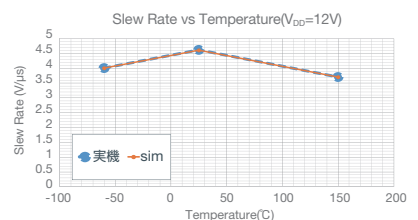
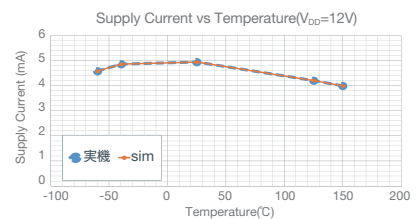


位相余裕に関しても、高精度で再現

ローム独自のモデルベース技術を駆使して開発した高精度SPICEモデルを完備。IC実物の電気的特性と温度特性を忠実に再現することで、効率的なアプリケーション開発に貢献します。

オペアンプ SPICEモデル			
カテゴリ	特性	ROHM	一般品
DC	ゼロ入力電流	○	○
	回路電流	○	○
	短絡出力電流	○	○
	出力電圧振幅の最大値および最小値	○	○
	入力バイアス電流	○	△
	同相電源電圧除去比	○	×
	DC出力抵抗	○	△
	Rail-to-Rail	○	○
	ソース/シンク出力電流制限	○	○
	入力オフセット電圧	○	○
	入力容量	○	△
	電源電圧依存性	○	×
	温度特性	○	×
AC	スルー・レート	○	△
	コニティ・ゲイン周波数	○	○
	1極または2極アンプのゲイン/フェーズ	○	○
	同相電源電圧除去比	○	×
	AC出力抵抗	○	△
位相余裕 (共振余裕度)	○	△	

温度特性を完全に再現



オペアンプ

■ 高EMI耐量グラウンドセンスオペアンプ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力バイアス電流 (Typ) (nA)	スルーレート (Typ) (V/μs)	回路電流 (Typ) (mA)	EMARMOUR™ (高EMI耐量)	Nano Cap™ (出力安定)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
バイポーラ	BA82904YF-C	2	3.0 to 36	6mV@25°C 9mV@-40 to 125°C	20	0.2	0.5	✓	-	SOP8	FSs	YES
	BA82904YFVM-C									MSOP8	FSs	YES
	BA82902YF-C	4					SOP14			FSs	YES	
	New BA82902YFV-C						SSOP-B14			FSs	YES	

■ 高EMI耐量150°C動作保証グラウンドセンスオペアンプ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力バイアス電流 (Typ) (nA)	スルーレート (Typ) (V/μs)	回路電流 (Typ) (mA)	EMARMOUR™ (高EMI耐量)	Nano Cap™ (出力安定)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
バイポーラ	New LM2904EYF-C	2	3.0 to 32	6mV@25°C 9mV@-40 to 150°C	20	0.2	0.6	✓	-	SOP8	FSs	YES
	☆ LM2904EYFJ-C									SOP-J8	FSs	YES
	New LM2904EYFVM-C									MSOP8	FSs	YES
	☆ LM2902EYF-C	4					SOP14			FSs	YES	
	☆ LM2902EYFV-C						SSOP-B14			FSs	YES	

■ 高EMI耐量グラウンドセンスオペアンプ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力バイアス電流 (Typ) (nA)	スルーレート (Typ) (V/μs)	回路電流 (Typ) (mA)	EMARMOUR™ (高EMI耐量)	Nano Cap™ (出力安定)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
バイポーラ	BA83472YF-C	2	3.0 to 36	10mV@25°C 10mV@-40 to 125°C	100	8.5	4.3	✓	-	SOP8	FSs	YES
	BA83472YFVM-C									MSOP8	FSs	YES
	New BA83474YF-C	4					SOP14			FSs	YES	
	New BA83474YFV-C						SSOP-B14			FSs	YES	

■ 高EMI耐量入出力フルスイングオペアンプ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力バイアス電流 (Typ) (nA)	スルーレート (Typ) (V/μs)	回路電流 (Typ) (mA)	EMARMOUR™ (高EMI耐量)	Nano Cap™ (出力安定)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
CMOS	New BD87581YG-C	1	4.0 to 14	9mV@25°C 10mV@-40 to 125°C	0.001	3.5	2.3	✓	-	SSOP5	FSs	YES
	New BD87582YFVM-C	2					5			MSOP8	FSs	YES
	New BD87584YFV-C	4					10			SSOP-B14	FSs	YES

■ 高EMI耐量高速グラウンドセンスオペアンプ



素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力バイアス電流 (Typ) (nA)	スルーレート (Typ) (V/μs)	回路電流 (Typ) (mA)	EMARMOUR™ (高EMI耐量)	Nano Cap™ (出力安定)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
CMOS	BD77501G	1	7.0 to 15	27mV@25°C	0.001	10	1.3	✓	✓	SSOP5	-	-
	BD77502FVM	2					2.6			MSOP8	-	-
	New BD77504FV	4					5.2			SSOP-B14	-	-

コンパレータ

■ 高EMI耐量オープンコレクタコンパレータ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力バイアス電流 (Typ) (nA)	スルーレート (Typ) (V/μs)	回路電流 (Typ) (mA)	EMARMOUR™ (高EMI耐量)	Nano Cap™ (出力安定)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
バイポーラ	BA82903YF-C	2	2.0 to 36	5mV@25°C 9mV@-40 to 125°C	50	1.3	0.6	✓	-	SOP8	FSs	YES
	BA82903YFVM-C									MSOP8	FSs	YES
	BA82901YF-C	4					SOP14			FSs	YES	
	BA82901YFV-C						SSOP-B14			FSs	YES	

■ 高EMI耐量150°C動作保証オープンコレクタコンパレータ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力バイアス電流 (Typ) (nA)	スルーレート (Typ) (V/μs)	回路電流 (Typ) (mA)	EMARMOUR™ (高EMI耐量)	Nano Cap™ (出力安定)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
バイポーラ	New LM2903EYF-C	2	3.0 to 32	5mV@25°C 9mV@-40 to 150°C	50	1.3	0.6	✓	-	SOP8	FSs	YES
	New LM2903EYFVM-C									MSOP8	FSs	YES
	☆ LM2901EYF-C	4					SOP14			FSs	YES	
	New LM2901EYFV-C						SSOP-B14			FSs	YES	

☆: 開発計画中

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

低ノイズCMOSオペアンプ 製品ラインアップ

■ 超低ノイズグランドセンスオペアンプ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力オフセット電圧 温度ドリフト (Max) ($\mu\text{V}/\text{C}$)	入力換算雑音電圧 (Typ)($\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$)	利得帯域幅積 (MHz)	スルーレート (Typ)($\text{V}/\mu\text{s}$)	入力バイアス電流 (Typ)(nA)	回路電流 (Typ)(mA)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全 カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
CMOS	New LMR1802YG-C	1	2.5 to 5.5	450 μV @25°C 500 μV @-40 to 125°C	—	2.9	4.4	1.1	0.0005	1.1	SSOP5	FSs	YES
	☆ LMR2802YFVM-C	2	2.5 to 5.5	450 μV @25°C 500 μV @-40 to 125°C	—	2.9	4.4	1.1	0.0005	2.2	MSOP8	FSs	YES

■ 高精度入力/出力レールtoレールオペアンプ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力オフセット電圧 温度ドリフト (Max) ($\mu\text{V}/\text{C}$)	入力換算雑音電圧 (Typ)($\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$)	利得帯域幅積 (MHz)	スルーレート (Typ)($\text{V}/\mu\text{s}$)	入力バイアス電流 (Typ)(nA)	回路電流 (Typ)(mA)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全 カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
CMOS	New TLR377YG-C	1	2.5 to 5.5	1200 μV @25°C 1300 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	0.645	SSOP5	FSs	YES
	☆ TLR2377YF-C	2	2.5 to 5.5	1200 μV @25°C 1300 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	1.245	SOP8	FSs	YES
	☆ TLR2377YFJ-C	2	2.5 to 5.5	1200 μV @25°C 1300 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	1.245	SOP-J8	FSs	YES
	New TLR2377YFVM-C	2	2.5 to 5.5	1200 μV @25°C 1300 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	1.245	MSOP8	FSs	YES
	☆ TLR4377YF-C	4	2.5 to 5.5	1200 μV @25°C 1300 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	2.49	SOP-J14	FSs	YES
	☆ TLR4377YFV-C	4	2.5 to 5.5	1200 μV @25°C 1300 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	2.49	SSOP-B14	FSs	YES
	New TLR376YG-C	2	2.5 to 5.5	150 μV @25°C 550 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	0.645	SSOP5	FSs	YES
	New TLR2376YFJ-C	2	2.5 to 5.5	150 μV @25°C 550 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	1.245	SOP-J8	FSs	YES
	New TLR2376YFVM-C	2	2.5 to 5.5	150 μV @25°C 550 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	1.245	MSOP8	FSs	YES
	New TLR4376YFV-C	4	2.5 to 5.5	150 μV @25°C 550 μV @-40 to 125°C	4.0	8	4	2	0.0005	2.49	SSOP-B14	FSs	YES

■ 高精度入力/出力レールtoレール高速オペアンプ

素子構造	品名	ch	電源電圧 (V)	入力オフセット電圧 (Max)	入力オフセット電圧 温度ドリフト (Max) ($\mu\text{V}/\text{C}$)	入力換算雑音電圧 (Typ)($\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$)	利得帯域幅積 (MHz)	スルーレート (Typ)($\text{V}/\mu\text{s}$)	入力バイアス電流 (Typ)(nA)	回路電流 (Typ)(mA)	パッケージ	ComfySIL™ 機能安全 カテゴリ	車載対応 AEC-Q100
CMOS	☆ BD7281YG-C	1	2.5 to 5.5	1.7mV@25°C 2mV@-40 to 125°C	4.0	12	7	10	0.0005	1.7	SSOP5	FSs	YES
	☆ BD7282YFJ-C	2	2.5 to 5.5	1.7mV@25°C 2mV@-40 to 125°C	4.0	12	7	10	0.0005	3.4	SOP-J8	FSs	YES
	☆ BD7282YFVM-C	2	2.5 to 5.5	1.7mV@25°C 2mV@-40 to 125°C	4.0	12	7	10	0.0005	3.4	MSOP8	FSs	YES
	☆ BD7284YFV-C	4	2.5 to 5.5	1.7mV@25°C 2mV@-40 to 125°C	4.0	12	7	10	0.0005	6.8	SSOP-B14	FSs	YES

☆: 開発計画中

ComfySIL™は、機能安全に向けた
ComfySIL™の思想に準ずる製品に与えられるものです。



■ 「ComfySIL™」対応機種について

ComfySIL™ 対応機種には、機能安全カテゴリ欄に FSp、FSm、FSsの省略記号を表記しています。

「ComfySIL™」
機能安全カテゴリ省略記号

FSp : FS process compliant
FSm : FS mechanism implemented
FSs : FS supportive

「ComfySIL™」の詳細については、
ロームのホームページをご覧ください。ホームページURL: <https://www.rohm.co.jp/functional-safety>



- 1) 本資料の記載内容は2021年11月1日現在のものです。
- 2) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。本製品のご使用に際しては、下記セールス・オフィスまで最新の仕様書をご請求の上、必ずご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのデューティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、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。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。
- 6) 本製品は、一般的な電子機器(AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器など)および本資料に明示した用途への使用を意図しています。
- 7) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 8) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
 - ・ 輸送機器(車載、船舶、鉄道など)、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 9) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
 - ・ 航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 10) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 12) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては下記セールス・オフィスまでお問合せください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
- 13) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米商輸出入管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 14) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載、複写することを固くお断りします。

ROHM Sales Offices

詳しくは、下記までお電話にてお問い合わせください。

〈国内〉		〈海外〉	
横浜 (045)476-2121	京都 (075)365-1077	韓国 +82-2-8182-700	フィリピン +63-2-8807-6872
東京 (03)6636-4590	名古屋 (052)589-9027	北京 +86-10-8525-2483	タイ +66-2-254-4890
西東京 (042)648-7821		上海 +86-21-6072-8612	マレーシア +60-3-7931-8155
仙台 (022)295-3011		深圳 +86-755-8307-3008	インド +91-80-4125-0811
宇都宮 (028)633-2271		香港 +852-2740-6262	ドイツ +49-2154-921-0
高崎 (027)310-7111		台湾 +886-2-2500-6956	アメリカ +1-408-720-1900
松本 (0263)34-8601		シンガポール +65-6436-5100	

R2091A

ローム株式会社

〒615-8585 京都市右京区西院溝崎町21
TEL: (075)311-2121 FAX: (075)315-0172

ROHM
SEMICONDUCTOR

www.rohm.co.jp