

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。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、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



アプリケーション・ノート

高精度オペアンプの使い方

資料番号 G13412JJ3V0AN00 (第3版)

発行年月 August 2007 NS

© NEC Electronics Corporation 1998

- 本資料に記載されている内容は2007年8月現在のもので、今後、予告なく変更することがあります。量産設計の際には最新の個別データ・シート等をご参照ください。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。当社は、本資料の誤りに関し、一切その責を負いません。
- 当社は、本資料に記載された当社製品の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、一切その責を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
- 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責を負いません。
- 当社は、当社製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、当社製品の不具合が完全に発生しないことを保証するものではありません。当社製品の不具合により生じた生命、身体および財産に対する損害の危険を最小限度にするために、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計を行ってください。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定していただく「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。

標準水準：コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット

特別水準：輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器

特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器、生命維持のための装置またはシステム等

当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。意図されていない用途で当社製品の使用をお客様が希望する場合には、事前に当社販売窓口までお問い合わせください。

(注)

- (1) 本事項において使用されている「当社」とは、NECエレクトロニクス株式会社およびNECエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいう。
- (2) 本事項において使用されている「当社製品」とは、(1)において定義された当社の開発、製造製品をいう。

本版で改訂された主な箇所

箇所	内容
p. 14	5. 応用回路例(2) 高安定度基準電圧 ・ V_{OUT} の式を変更

本文欄外の 印は、本版で改訂された主な箇所を示しています。

この" "をPDF上でコピーして「検索する文字列」に指定することによって、改版箇所を容易に検索できます。

1. はじめに

高精度オペアンプは、計測機器を中心に使用されていますが、測定精度の向上や応用範囲の拡大に伴い、現在は、低ノイズ、高精度、高速化の要求が増加しています。

NEC エレクトロニクスでは、抵抗トリミング技術と超低ノイズ NPN トランジスタを入力段に採用し、入力オフセット電圧 $20 \mu\text{V}$ (TYP.)、入力換算雑音電圧 $2.7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (TYP.) の特性を持つオペアンプ、 μPC815 , 816 を製品化しています。

この技術資料では、高精度オペアンプに要求される特性、 μPC815 , 816 の電気的特性、応用回路例、使用上の注意事項などについて説明します。

2. 高精度オペアンプに要求される特性

まず、最初に高精度オペアンプに要求される基本特性について説明します。

高精度オペアンプは、従来より計測機器を中心に微小センサ信号の増幅回路や、高分解能電流出力型 D/A コンバータの電流、電圧変換回路などに使用されてきました。このような用途のオペアンプに要求される性能は次の基本特性です。

入力オフセット電圧、入力バイアス電流が小さいこと。

入力オフセット電圧、入力バイアス電流の温度や時間に対する安定度が高いこと。

入力インピーダンスが高いこと。

CMR, SVR 特性がすぐれていること。

高利得であること。

低ノイズであること。

また、デジタル・オーディオ機器の信号処理分野への応用も広がっており、上記の特性以外に次の特性が要求されています。

高速であること（スルーレートが高いこと）。

広帯域であること（GB 積が大きいこと）。

3. μ PC815, 816 の特徴, 規格概要

μ PC815, 816 は, 抵抗トリミング技術を採用し, 入力オフセット電圧 $20 \mu\text{V}$ TYP.を実現した高精度オペアンプです。

従来の高精度オペアンプに比べ, ノイズ特性を改善するとともに, ハイ・スピード PNP トランジスタの採用により, 帯域, スルーレートなどの諸特性も大幅に向上しています。

利得帯域幅積, スルーレート, 耐負荷容量特性の相違により, μ PC815 と μ PC816 の 2 タイプがあり, いずれも計測用の高精度増幅回路に最適です。また μ PC816 はデジタル・オーディオ機器の信号処理回路にも最適です。

3.1 特 徴

入力オフセット電圧	$\pm 20 \mu\text{V}$ TYP.
V_{IO} 温度変化	$\pm 0.3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ TYP. (unnull)
入力換算電圧性ノイズ	$28 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ TYP. ($f_0 = 10 \text{ Hz}$)
スルーレート	μPC815 : $1.6 \text{ V}/\mu\text{s}$ TYP. ($A_v = 1$) μPC816 : $7.6 \text{ V}/\mu\text{s}$ TYP. ($A_v = 1$)
利得帯域幅積	μPC815 : 7 MHz TYP. ($f_0 = 100 \text{ kHz}$) μPC816 : 25 MHz TYP. ($f_0 = 100 \text{ kHz}$)

位相補正回路を内蔵しています。

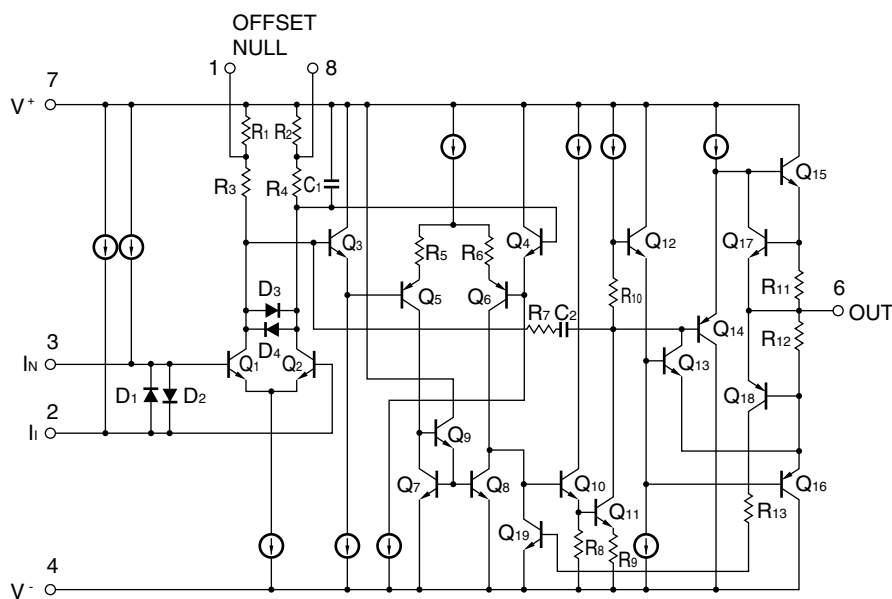
入力に差動入力保護回路を, 出力に出力短絡保護回路をそれぞれ内蔵しています。

入力バイアス電流キャンセル回路を内蔵しています。

容量性負荷に対して安定です。 μPC815 : 1000 pF MAX.

μPC816 : 100 pF MAX.

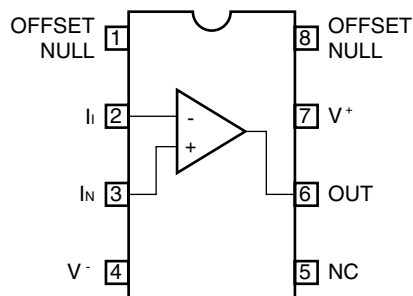
3.2 等価回路



3.3 端子接続図 (Top View)

• 8 ピン・プラスチック DIP (7.62 mm (300))

μ PC815C, 815C (1), 816C



3.4 絶対最大定格 (TA = 25°C)

項目	略号	定格	単位
電源電圧 ^{注1}	$V^+ - V^-$	- 0.3 ~ +44	V
差動過大入力電流 ^{注2}	I_{ID}	± 25	mA
入力電圧 ^{注3}	V_I	$V^- - 0.3 \sim V^+ + 0.3$	V
出力印加電圧 ^{注4}	V_O	$V^- - 0.3 \sim V^+ + 0.3$	V
全損失	P_T	350 ^{注5}	mW
出力短絡時間 ^{注6}		無限大	s
動作周囲温度	T_A	- 20 ~ + 70	°C
保存温度	T_{stg}	- 55 ~ + 125	°C

注 1. 電源の逆接続は破壊の可能性がありますので注意してください。

2. 差動過大入力電圧 (± 1 V 以上) の印加時に D_1 , D_2 (3.2 等価回路を参照) に流れる電流容量を示します。

3. 特性劣化や破壊がなく、入力端子に印加可能な入力電圧範囲です。

電源 ON/OFF 時などの過渡状態も含めて定格を越えないように注意してください。

なお、オペアンプとして正常動作する入力電圧は、電気的特性の同相入力電圧範囲内です。

4. 特性劣化や破壊がなく、出力端子に外部から印加可能な電圧範囲です。

電源 ON/OFF 時などの過渡状態も含めて定格を越えないように注意してください。

なお、オペアンプとして得られる出力電圧は、電気的特性の最大出力電圧の範囲内です。

5. $T_A + 55^\circ\text{C}$ での値です。 $T_A > 55^\circ\text{C}$ では、 - 5.0 mW/°C でディレーティングしてください。

6. 全損失および注 5 のディレーティング以下で使用してください。

3.5 電気的特性 (T_A = 25°C, V[±] = ±15 V)

項目	略号	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位	
入力オフセット電圧	V _{IO}	R _S = 100 Ω		±20	±60	μV	
入力オフセット電流	I _{IO}			±7	±50	nA	
入力バイアス電流	I _B			±10	±55	nA	
入力抵抗 (同相モード)	R _{ICM}			3		GΩ	
大振幅電圧利得	A _V	R _L = 2 kΩ, V _O = ±12 V	5000000	20000000			
回路電流	I _{CC}	I _O = 0 A		3.0	4.6	mA	
同相信号除去比	CMR		110	130		dB	
電源変動除去比	SVR	V [±] = ±3 V ±18 V	106	126		dB	
最大出力電圧	V _{om}	R _L = 2 kΩ	±12.5	+13.5 -14.0		V	
		R _L = 600 Ω	±10.5	+12.5 -13.5		V	
同相入力電圧範囲	V _{ICM}		±11	+12.5 -13.5		V	
スルーレート	μPC815	SR	R _L = 2 kΩ, A _V = 1	0.8	1.6		V/μs
	μPC816		R _L = 2 kΩ, A _V = 1	3	7.6		V/μs
利得帯域幅積	μPC815	GBW	f _o = 100 kHz	4	7		MHz
	μPC816		f _o = 100 kHz	15	25		MHz
入力換算雑音電圧	V _n	R _S = 100 Ω, f = 0.1 ~ 10 Hz		0.06	0.13	μV _{p-p}	
入力換算電圧性ノイズ	e _n	f _o = 10 Hz		2.8	4.5	nV/√Hz	
		f _o = 100 Hz		2.7	4.0	nV/√Hz	
		f _o = 1000 Hz		2.7	3.8	nV/√Hz	
入力換算電流性ノイズ	i _n	f _o = 10 Hz		1.5	4.0	pA/√Hz	
		f _o = 1000 Hz		0.4	0.6	pA/√Hz	
V _{IO} 可変範囲		R _P = 10 kΩ		±3		mV	
V _{IO} 経時変化		注		±0.2	±1.0	μV/Mo	

注 長期間の入力オフセット電圧経時変化は、最初の30日間動作後の変化を示します。初期の30日間の平均の変動は2.5 μV程度です。

4. 主要特性について

4.1 入力オフセット電圧

μPC815, 816 では入力オフセット電圧を低く抑えるために、抵抗トリミング技術を採用しています。抵抗トリミング技術の説明の前に、まずオフセット調整の原理から説明します。

まず図4-1より、

$$\begin{cases} I_1 = I_{S1} \exp qV_{BE1}/KT \\ I_2 = I_{S2} \exp qV_{BE2}/KT \end{cases}$$

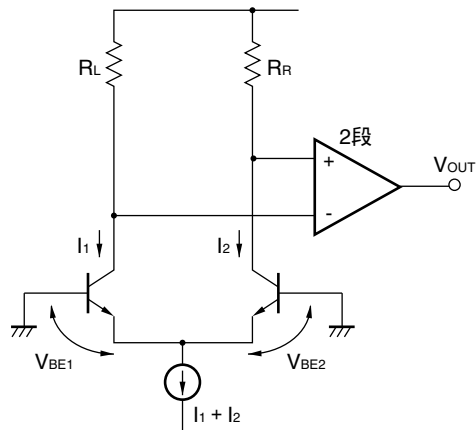
したがって、

$$\begin{cases} \ln I_1/I_{S1} = qV_{BE1}/KT \\ \ln I_2/I_{S2} = qV_{BE2}/KT \end{cases}$$

よって、

$$\begin{cases} V_{BE1} = \frac{KT}{q} \ln I_1/I_{S1} \dots \dots \dots \\ V_{BE2} = \frac{KT}{q} \ln I_2/I_{S2} \dots \dots \dots \end{cases}$$

図4-1 オペアンプの入力段



オペアンプのゲインを無限大と仮定して、入力オフセット電圧 V_{IO} は V_{BE1} と V_{BE2} との差ですから、より、

$$V_{IO} = V_{BE1} - V_{BE2} = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_1}{I_{S1}} \cdot \frac{I_{S2}}{I_2} \dots \dots \dots$$

となります。2段目の入力オフセット電圧は、 R_{L1} に比較して、十分に小さいので、

$$R_{L1} = R_{R2} \dots \dots \dots$$

よって、より、

$$V_{IO} = \frac{KT}{q} \ln \frac{R_R}{R_L} \cdot \frac{I_{S2}}{I_{S1}} \dots \dots \dots$$

となります。したがって、 R_R/R_L の比を変えることにより、 V_{IO} の調整が可能となります。

抵抗トリミングによるオフセット調整の方法は、図4-2に示すように、入力トランジスタのコレクタ負荷抵抗の一部に並列接続されたツェナー・ダイオードをチップ・テスト時に電氣的にショートさせて行っています。

さらに、パッケージ封入後も最小ビットのトリミングが実施できる、オンチップ抵抗トリミング技術を採用し、オフセット電圧の精度を向上させています。

図4-2 抵抗トリミング

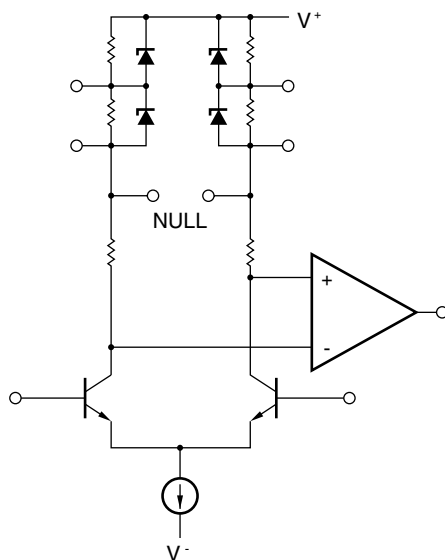
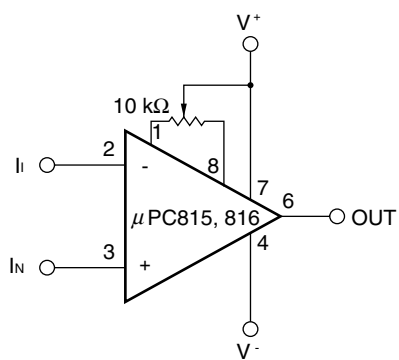


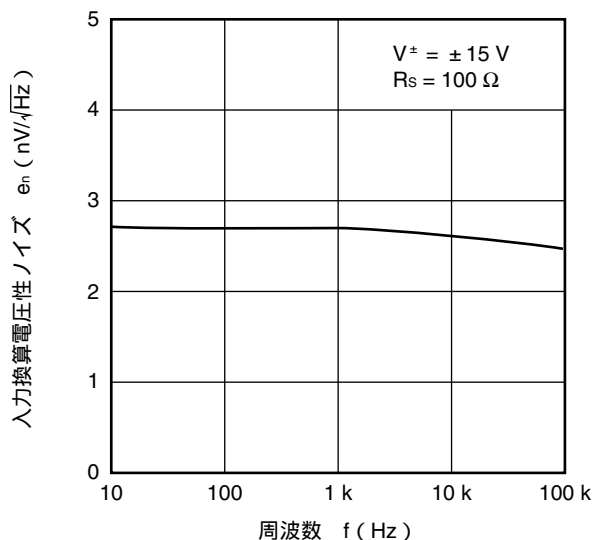
図4-3 オフセット調整回路



4.2 超低ノイズ

入力段に超低ノイズ NPN トランジスタを採用したことにより，入力換算電圧性ノイズを $2.7 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ と低く抑えています。図 4 - 4 に μPC815 の $e_n - f$ 特性を示します。

図 4 - 4 μPC815 の $e_n - f$ 特性



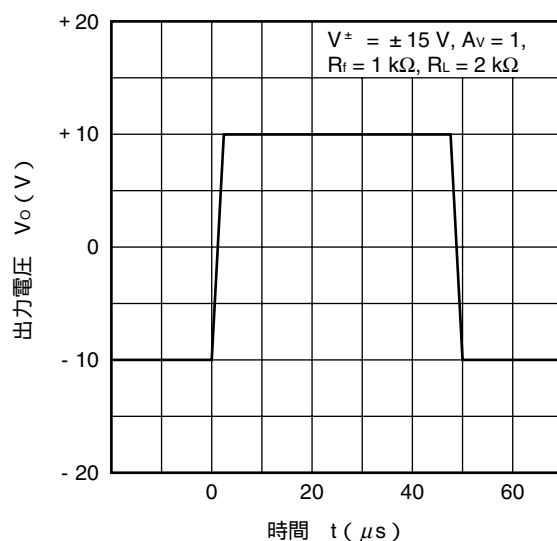
4.3 高速

出力段に $f_T = 300 \text{ MHz}$ のハイ・スピード PNP トランジスタを採用したことにより，スルーレートは μPC815 で $1.6 \text{ V}/\mu\text{s}$ ， μPC816 で $8 \text{ V}/\mu\text{s}$ と高くなっています。

μPC816 は， μPC815 の位相補正容量を減じていますが，全帰還で安定に動作できます。

またハイ・スピード PNP トランジスタの効果により容量負荷に対しても安定で，全帰還の場合でも μPC815 で 1500 pF まで， μPC816 では 220 pF までの容量負荷に対して安定に動作します。図 4 - 5 に μPC816 の出力応答波形を示します。

図 4 - 5 μPC816 の出力応答波形



4.4 広帯域

フィード・フォワード位相補正を採用したことにより、利得帯域幅積は $f = 100 \text{ kHz}$ のとき、 μPC815 で 7 MHz 、 μPC816 で 25 MHz と広がっています。

図 4 - 6 に開ループ・ゲインの周波数特性を示します。また、位相余裕度も高く、 μPC815 が 60 度（ゼロクロス周波数 = 4 MHz ）、 μPC816 が 40 度（ゼロクロス周波数 = 5.5 MHz ）です。図 4 - 7 に位相特性を示します。

図 4 - 6 $\mu\text{PC815, 816}$ の $A_v - f$ 特性

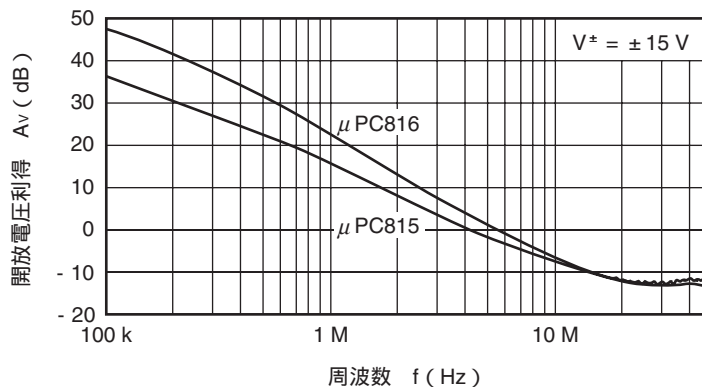
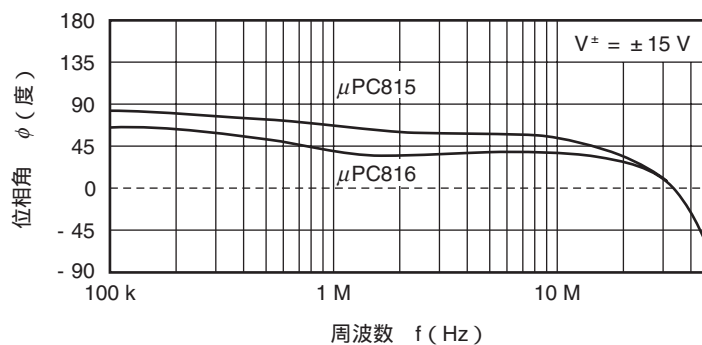
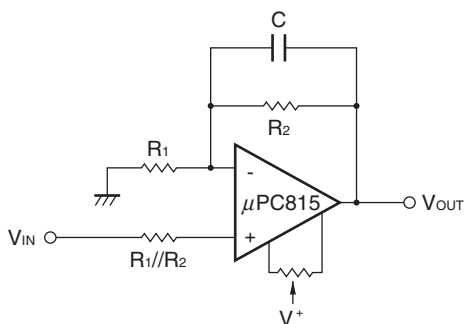


図 4 - 7 $\mu\text{PC815, 816}$ の位相特性

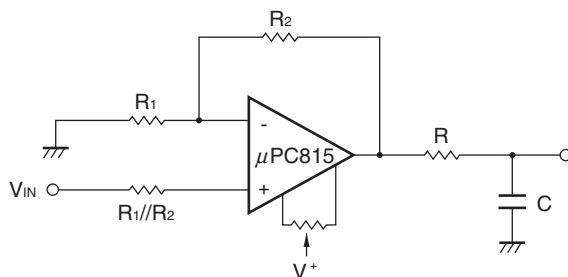


5. 応用回路例

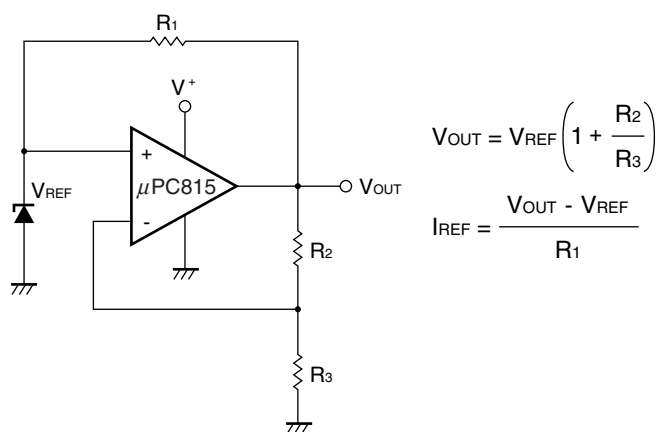
(1) 低 DC ドリフト同相増幅回路



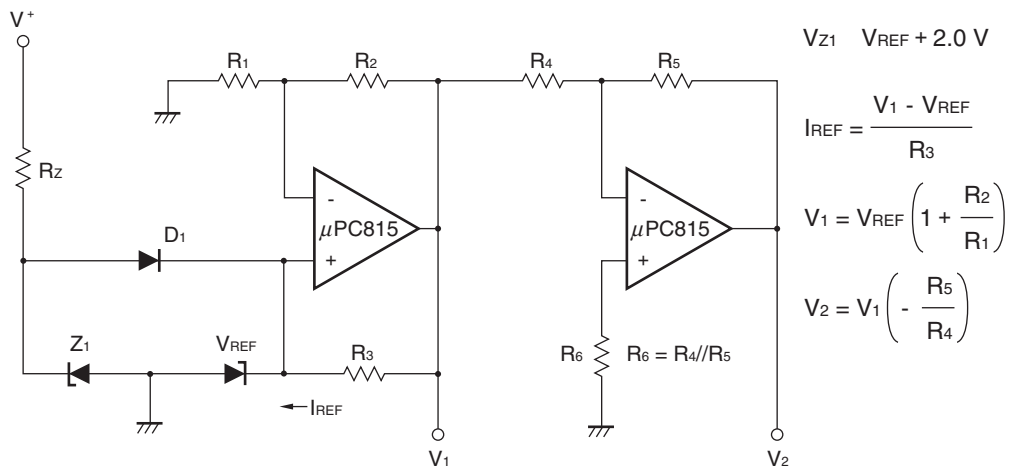
R_2 に並列に挿入された C はノイズ・フィルタ（ロウ・パス・フィルタ）の役割を果たします。しかし、大きな容量性負荷が出力に接続される場合には、この C は位相余裕低下の原因となるため、負荷容量がつく場合は、次の図のように、出力に RC フィルタを形成することを推奨します。



(2) 高安定度基準電圧

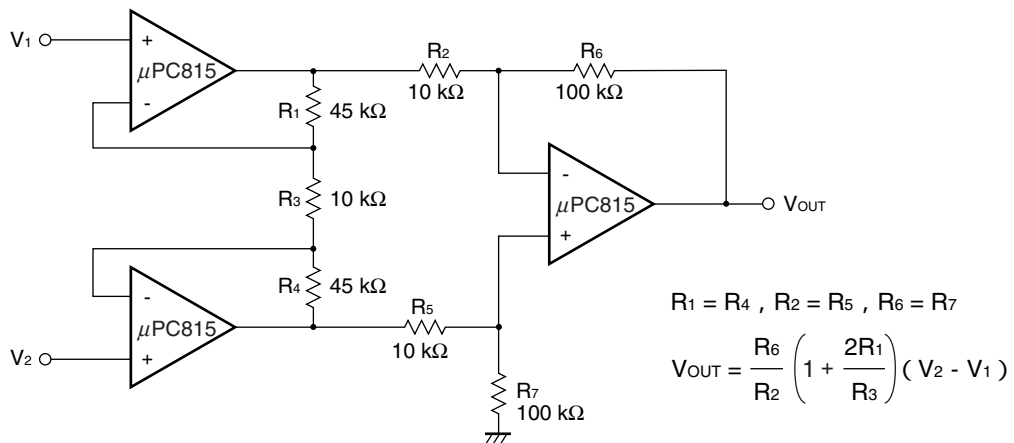


(3) 高精度デュアル・トラッキング基準電圧



備考 Rz, Z1, D1は、スタート・アップ回路

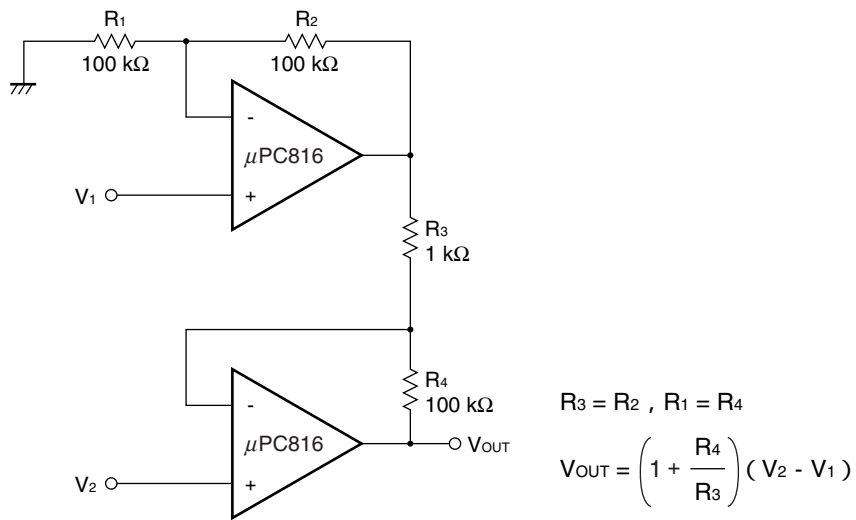
(4) 高精度差動増幅回路 (3 アンプ)



備考 1. 抵抗器はすべて精度 1%以下 (金属皮膜抵抗)

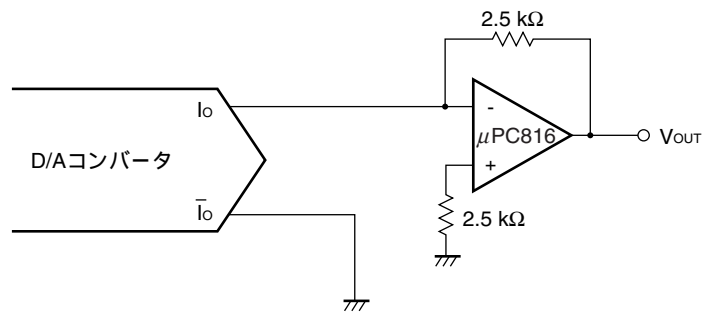
2. R3にてゲインの可変が可能です。

(5) 高精度差動増幅回路 (2 アンプ)



備考 抵抗器はすべて精度 1%以下 (金属皮膜抵抗)

(6) 電流出力型 D/A コンバータ電流電圧変換回路



6. 使用上の注意点

高精度オペアンプは、微小電圧を増幅するオペアンプとして現在容易に入手できるオペアンプの中で、最もすぐれた部類に属します。しかし、増幅する電圧が微小になればなるほど外付け部品の選定や実装方法などに十分な注意を払わないと高精度オペアンプの低温度ドリフト、低ノイズ特性を生かしきることができません。

この章では、高精度オペアンプの性能をフルに活用するための応用上の諸注意を述べます。

6.1 実装上の諸注意

高精度オペアンプは主に初段に使用され、また高ゲインを必要とする場合が多いので実装上、次の点に留意してください。

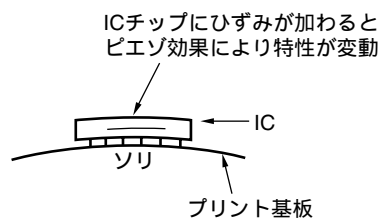
(1) 十分な静電シールドを施すこと

外来ノイズの影響を防ぐばかりでなく、空気の流れ（風）で生じる摩擦電気の影響も除去します。

(2) パワー・トランジスタなどの熱源からはできるだけ離れた場所に実装すること

熱勾配や熱起電力の悪影響を防ぐのはもちろんのことですが、熱によってプリント基板のソリが生ずると、特に DIP タイプの IC の場合は、IC チップに圧力が加わり圧電（ピエゾ）効果によって出力が変動するので注意が必要です。

図 6 - 1 ピエゾ効果



(3) 電源バイパスは必ず行うこと

DC～低周波では 100 dB 以上の SVR 特性が得られますが, 1 kHz では 20 dB 以上低下します。したがって, 電源ノイズの多い環境では, パスコンは絶対必要です。

図 6-2 SVR - f 特性

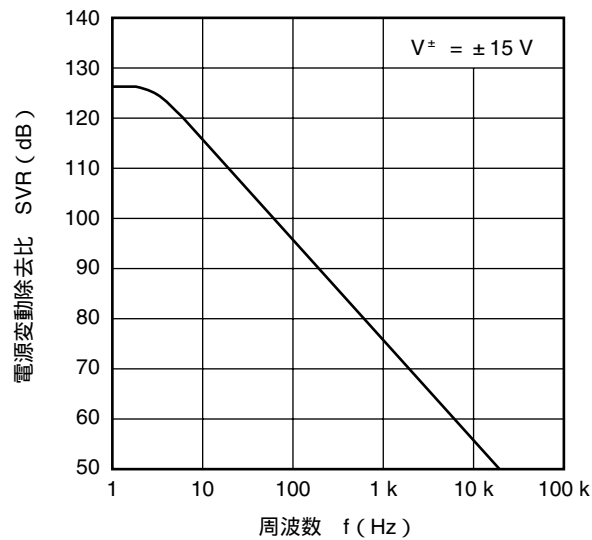
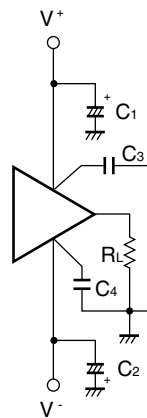


図 6-3 電源バイパス方法



備考 C1, C2 : 電解コンデンサ

C3, C4 : セラミック・コンデンサ

6.2 外付け部品の選定について

(1) 抵抗

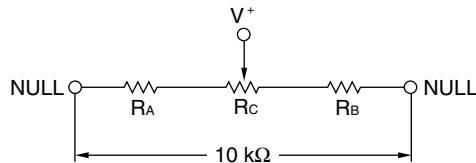
高精度オペアンプを使用する回路では, フィードバック抵抗や信号源抵抗など負帰還アンプの精度を決定する部分には, 精度の高く, ノイズや温度係数の低い精密巻線や金属皮膜の抵抗を使用しなければなりません。ただし, 個別抵抗では ± 50 ppm 程度の温度係数のバラツキは免れないため, より安定したゲインを得るためには, マッチングの良く取れた集積抵抗や抵抗ネットワークの使用を推奨します。

(2) ポテンショメータ

μ PC815, 816 のオフセット調整は、10 k Ω のポテンショメータでトリムしたときに最も低い温度ドリフト性能が得られるようになっていきます。しかし、オフセットのゼロ調整をとった場合には、オペアンプの安定性よりもポテンショメータの安定性の方が重要になってくる場合があるので、使用するポテンショメータも分解能の高い（10 回転以上）温度係数の低いタイプを選定しなければなりません。

また、10 k Ω という値は調整範囲に十分な余裕があるので、**図 6 - 4**のような回路を用いて、ポテンショメータの抵抗値変動に対してオフセット電圧変動の感度を低くした方が安定性も向上し、オフセット調整作業も容易になります。

図 6 - 4 ポテンショメータの抵抗値変動 vs オフセット電圧変動の回路例



備考 R_A, R_B 固定 2.5 k Ω , R_C 可変 5.0 k Ω
 (R_A, R_B は金属皮膜抵抗, R_C は 10 回転以上)

6.3 応用回路上の注意事項

(1) 負荷電流とパッケージの温度上昇について

負荷を重くすると出力電圧の値によって負荷電流が大きく変化し、チップの自己発熱によってオフセットの温度ドリフトに影響を及ぼすので注意してください。

負荷電流によりチップが消費する電力は、負荷抵抗を R_L 、出力電圧を V_o 、電源電圧を V_{CC}^+ 、 V_{CC}^- とする（**図 6 - 5** 参照）と、

$$P_d = (V_{CC} - V_o) \frac{V_o}{R_L} \quad (\text{ただし, } V_o > 0 \text{ では } V_{CC} = V_{CC}^+, V_o < 0 \text{ では } V_{CC} = V_{CC}^-)$$

となります。したがって、

$$P_d = - \frac{1}{R_L} \left(V_o - \frac{V_{CC}}{2} \right)^2 + \frac{V_{CC}^2}{4R_L}$$

となり、**図 6 - 6** に示すように、 $V_o = V_{CC}/2$ で消費電力は最大となります。よって、 $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ 、 $V_{CC} = \pm 15 \text{ V}$ の場合、MAX. 値で $P_d = 56 \text{ mW}$ の電力を消費します。

μ PC815, 816 のパッケージ（8 ピン・プラスチック DIP）の熱抵抗は、200 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ですから、負荷電流による温度上昇 ΔT_j は次のようになります。

$$\Delta T_j = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{W} \times 0.056 \text{ W} = 11 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

μ PC815, 816 11 $^{\circ}\text{C}$

図 6 - 5 出力段回路

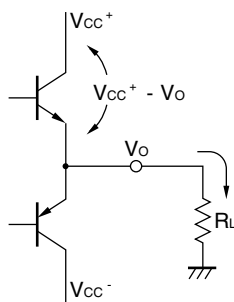
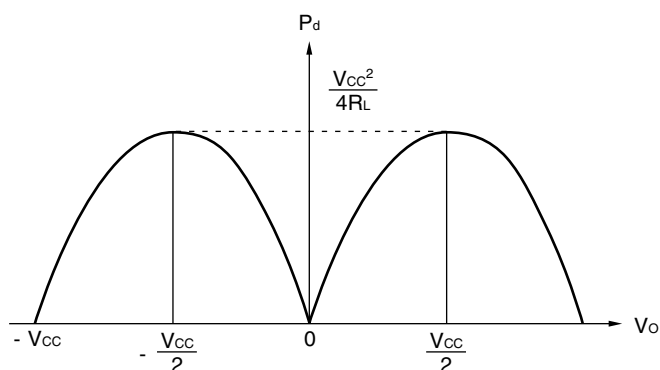


図 6 - 6 電力消費カーブ



(2) μ PC815, 816 の差動入力保護について

μ PC815, 816 の入力段には、入力 NPN トランジスタの保護用に反転入力、非反転入力端子間に差動入力保護用のダイオードが挿入されています（図 6 - 7 参照）。

また、超低ノイズを実現するために、入力段には電流制限抵抗が入っていません。したがって、過大差動入力電圧が印加される場合には、外部に直列抵抗を挿入して差動入力電流を定格の 25 mA 以下に抑える必要があります。

上記の過大差動入力電圧が印加されるケースは、帰還がかかっている場合でも生じます。たとえば図 6 - 8 の $R_s = R_f = 0$ のボルテージフォロア回路の場合、入力の立ち上がりがスルーレートより速いと差動入力保護ダイオードが導通し、オペアンプの出力能力いっぱいの電流を引いてしまうため、図 6 - 9 に示すように入力そのまま出力に出てきてしまいます。

この現象の対策として、差動入力保護ダイオードが導通したときの電流制限をするため、フィードバック抵抗または、信号源抵抗を 1 k Ω 以上にしてください。

またフィードバック抵抗 R_f が高くなると、入力端子の入力容量 C_{in} の影響で $f = \frac{1}{2\pi R_f C_{in}}$ の周波数にポールができ、位相余裕が低下して発振する場合があります。対策として、フィードバック抵抗 R_f と並列に数 10 pF のコンデンサを接続してください。

図 6 - 7 μ PC815, 816 の入力段回路

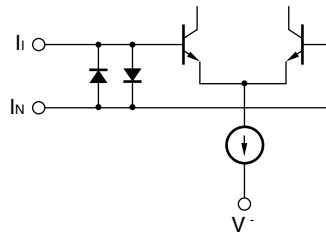


図 6 - 8 過大差動電流が流れるボルテージフォロア回路 (μ PC815, 816)

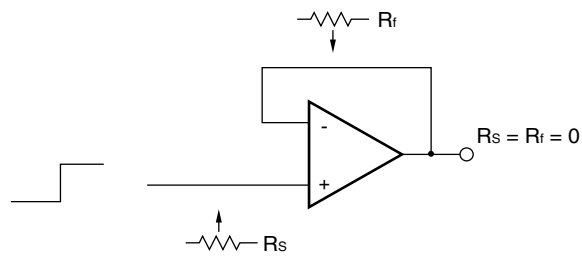
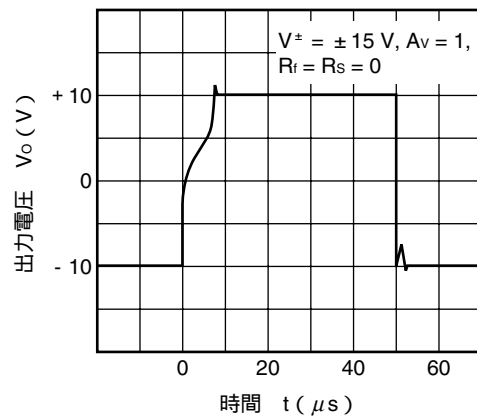


図 6 - 9 図 6 - 8 の回路で生じる異常応答



【発 行】

NECエレクトロニクス株式会社

〒211-8668 神奈川県川崎市中原区下沼部1753

電話（代表）：044(435)5111

—— お問い合わせ先 ——

【ホームページ】

NECエレクトロニクスの情報がインターネットでご覧になれます。

URL(アドレス) <http://www.necel.co.jp/>

【営業関係，技術関係お問い合わせ先】

半導体ホットライン

(電話：午前 9:00～12:00，午後 1:00～5:00)

電 話 : 044-435-9494

E-mail : info@necel.com

【資料請求先】

NECエレクトロニクスのホームページよりダウンロードいただくか，NECエレクトロニクスの販売特約店へお申し付けください。
