

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、誤りがな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

J-FET 入力オペアンプの使い方

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。

- 本資料に記載されている内容は2006年7月現在のものです。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。

1. 製品紹介

NECのJ-FET入力オペアンプ・シリーズには、表1-1に示すように、低ノイズ・タイプの μ PC822/4072シリーズ、低電圧、低消費電力タイプの μ PC832/4062シリーズ、高精度、高安定タイプの μ PC811, 812シリーズなど、現在5タイプ22種類の製品がそろっています。また、パッケージも超小型パッケージのSOPや9ピン・スリムSIPを加え、用途に応じて各品種系列を幅広く選択することが可能です。

表1-1 J-FET入力オペアンプ・シリーズ一覧表

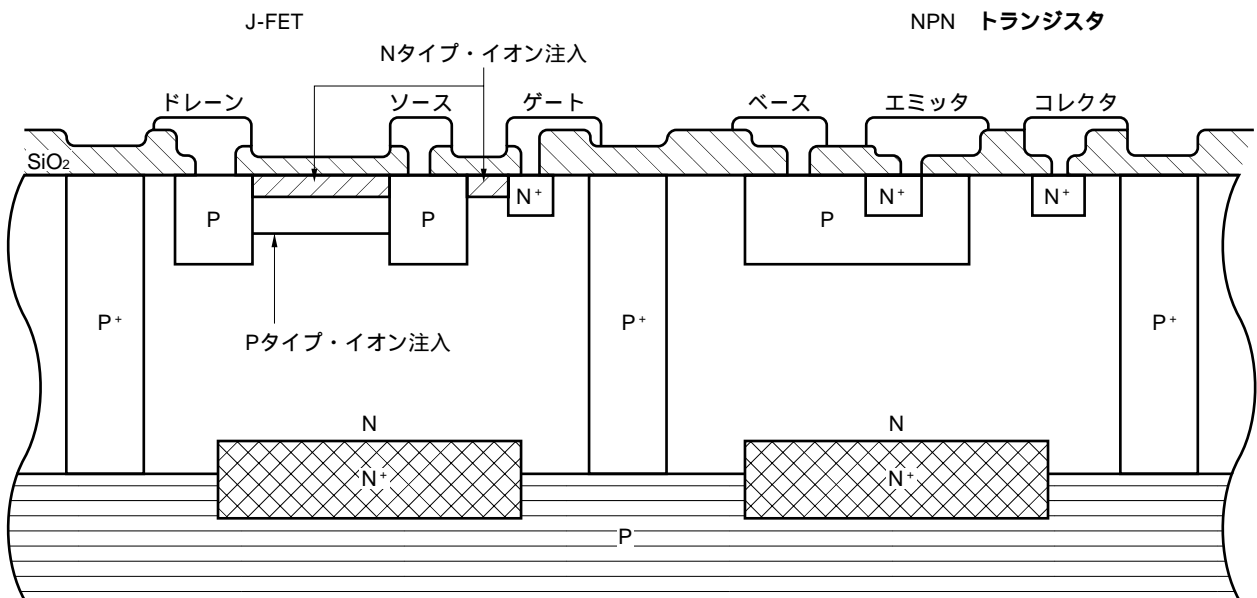
製品名		回路数	特徴	相当品
通工用	一般用			
μ PC801C	μ PC4081C/G2	1	汎用	TL081
μ PC803C/G2	μ PC4082C/G2	2	$V_{IO} = 15 \text{ mV (MAX.)}$ $SR = 13 \text{ V}/\mu\text{s}$	TL082
μ PC804C	μ PC4084C	4		TL084
μ PC821C/G2	μ PC4071C/G2	1	低ノイズ $V_{IO} = 10 \text{ mV (MAX.)}$ $SR = 13 \text{ V}/\mu\text{s}$ $e_n = 17 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}} (f = 1 \text{ kHz})$	TL071, LF351
μ PC822C/G2	μ PC4072C/G2	2		TL072, LF353
μ PC824C/G2	μ PC4074C/G2	4		TL074, LF347
μ PC831C/G2	μ PC4061C/G2	1	低電圧動作, 低消費電力 $V^* = \pm 2 \text{ V}$ から動作 $I_{CC} = 200 \mu\text{A}/\text{amp}$ $SR = 3 \text{ V}/\mu\text{s}$	TL061, LF441
μ PC832C/G2	μ PC4062C/G2	2		TL062, LF442
μ PC834C/G2	μ PC4064C/G2	4		TL064, LF444
μ PC811C/G2	-	1	高精度, 高安定 $V_{IO} = 2.5 \sim 3 \text{ mV (MAX.)}$ 負荷安定度10 000 pF	LF411, LF356
μ PC812C/G2	-	2		LF412
μ PC813C/G2	-	1	高精度, 高速 $V_{IO} = 2.5 \sim 3 \text{ mV (MAX.)}$ $SR = 25 \text{ V}/\mu\text{s}$	-
μ PC814C/G2	-	2		-

2. イオン注入プロセスについて

イオン注入法とは数keV～数十keVに加速されたイオンをシリコン上に打ち込む技術であり、イオン注入量、注入エネルギーを電氣的に制御できるので均一なスレッシュホールド電圧をもったJ-FETを大量に作るすることができます。また、チャンネル部分およびトップ・ゲート部分をドーピングで薄く形成することにより、熱拡散では不可能であった50V前後の絶縁耐圧が得られ特性のバラツキも軽減されます。

図2-1にJ-FET入力オペアンプの入力段に使用されているイオン注入法によるPチャンネルJ-FETおよびNPNトランジスタの構造を示します。

図2-1 イオン注入プロセスによるJ-FETおよびNPNトランジスタ



3 . J-FET入力オペアンプの動作原理

入力段にFETを用いることにより高スルーレートが得られます。まずJ-FET入力オペアンプの回路を図3 - 1のように簡略化して小信号の周波数応答を求めます。

J-FETの相互コンダクタンスを g_m ，差動入力電圧を V_i とすると小信号周波数応答は次式のように表されます。

$$V_o = \frac{g_m V_i}{C \cdot S} \dots\dots\dots(1)$$

図3 - 1 J-FETオペアンプの動作原理A

ゼロクロス周波数を ω とすると $S=j \omega$ のときにゲインが1となるので

$$\left| \frac{V_o}{V_i} \right| = \left| \frac{g_m}{\omega C} \right| = 1 \dots\dots\dots(2)$$

したがって，ゼロクロス周波数 ω は，

$$\omega = \frac{g_m}{C} \dots\dots\dots(3)$$

となります。

次に反転アンプにおけるスルーレートを考えてみます。スルーレートは入力トランジスタの一方が完全に飽和するようなオーバドライブが入った状態で最大となり，その時の電流パスは図3 - 2に示すようになります。したがって，初段電流 $2I_1$ が全て2段目に流れるので

出力電圧 V_o は，

$$V_o = \frac{1}{C} \int_0^t 2I_1 dt \dots\dots\dots(4)$$

スルーレートは，

$$\frac{dV_o}{dt} = \frac{2 \cdot I_1}{C} \dots\dots\dots(5)$$

と表されます。

したがって，J-FET入力オペアンプでは，Cを小さくすることで，(3)式によりゼロクロス周波数を高く，また(5)式で決まるスルーレートを大きくすることができます。

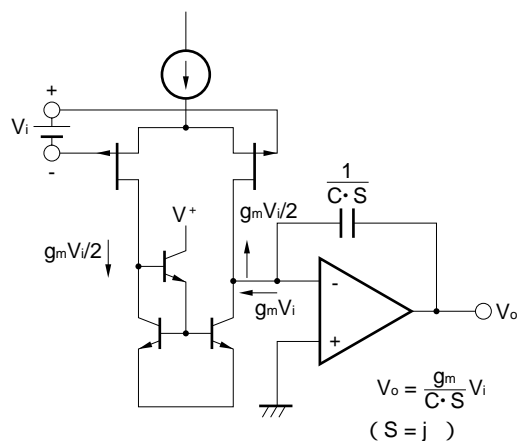
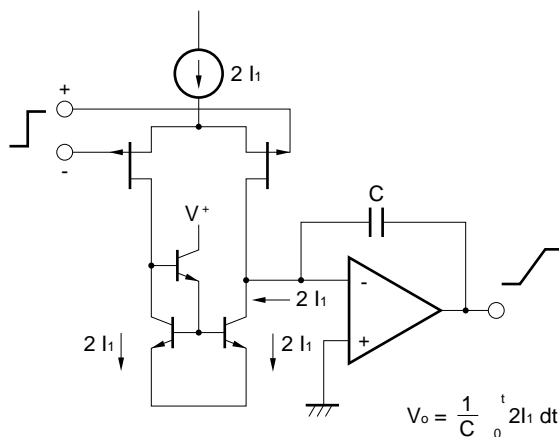


図3 - 2 J-FETオペアンプの動作原理B



4. 各製品の電気的特性

表4 - 1に各製品の主要電気的特性，図4 - 1～図4 - 3に各製品の等価回路を示します。また，表4 - 1には比較のためにバイポーラ・トランジスタで構成された μ PC4558の特性を示しますので参照してください。以下に各シリーズの特徴を説明します。

(1) μ PC803/4082シリーズ

J-FET入力オペアンプの基本となる汎用オペアンプです。

(2) μ PC822/4072シリーズ

現在，主流になっている品種で， μ PC803/4082シリーズと比較して入力オフセット電圧，入力オフセット電流およびノイズ特性が改善されています。

(3) μ PC832/4062シリーズ

J-FET入力オペアンプのロウ・パワー版です。消費電力を従来品の1/10に押さえ，電源電圧も ± 2 Vから動作可能となっております。

ただし，AC特性，ノイズ特性およびゲインは標準のJ-FETオペアンプに比べ劣ります。

(4) μ PC81Xシリーズ

入力段に抵抗トリミング方式を用い，入力オフセット電圧をシングルで2.5 mV (MAX.)，デュアルで3 mV (MAX.)に押さえており，従来のJ-FET入力オペアンプに比較し，1/3以上改善されております。

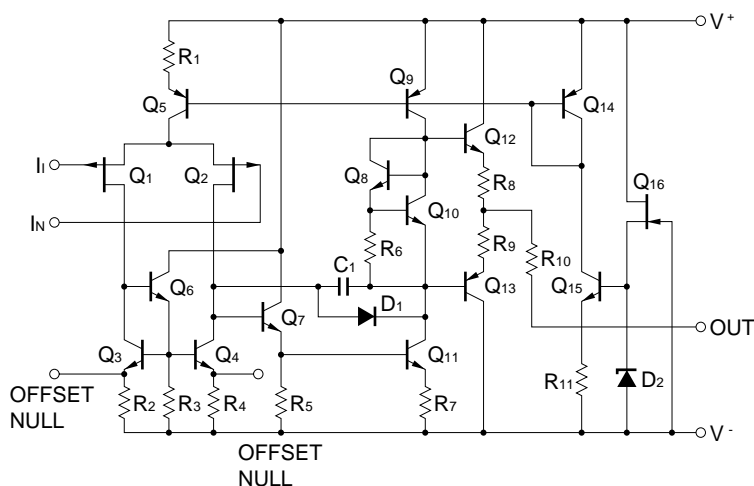
また，このシリーズでは，出力段にNECオリジナルのハイスピードPNPトランジスタを採用しているため， μ PC811, 812では安定性（耐負荷容量10 000 pF）， μ PC813, 814では高速性（SR = 25 V/ μ s）が大幅に向上し，非常に魅力的なオペアンプになっています。特に， μ PC813, 814は25 V/ μ sという高速にもかかわらず，ゲイン1倍の帰還回路でも発振しないため，J-FET入力タイプのオペアンプでは，最高速オペアンプとなっています。

安定性および高速性の比較は，4.1 パルス応答特性のグラフを参考にしてください。 μ PC822/4072シリーズでは電流が流れ込んだ場合，300 pF程度の負荷容量で発振しはじめます。

表 4 - 1 電気的特性比較表 (特に指定のない限り, $T_A = +25 V, V^* = 15 V$)

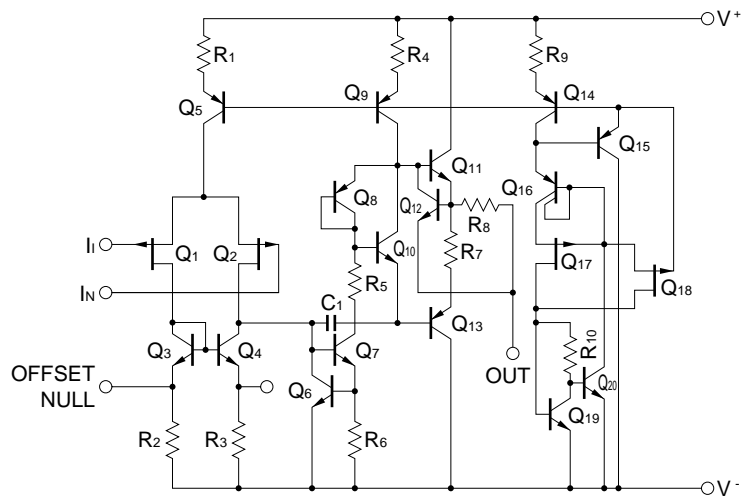
項目	略号	μ PC4558	μ PC803/ 4082 シリーズ	μ PC822/ 4072 シリーズ	μ PC832/ 4062 シリーズ	μ PC81Xシリーズ		単位
						μ PC811	μ PC813	
						μ PC812	μ PC814	
入力オフセット電圧	V_{io}	6	15	10	10	2.5		mV(MAX.)
						3		
V_{io} 温度変化	V_{io}/ T	3	10	10	10	7		μ V/ (TYP.)
入力オフセット電流 ($T_A = T_j$)	I_o	200 nA	200	50	50	100		pA(MAX.)
入力バイアス電流 ($T_A = T_j$)	I_b	500 nA (流れ出し)	400 (流れ込み)	200 (流れ込み)	100 (流れ込み)	200 (流れ込み)		pA(MAX.)
大振幅電圧利得	A_v	20000	25000	25000	3000	25000		(MIN.)
回路電流 (デュアル)	I_{cc}	5.7	5.6	5	0.5	6.8		mA(MAX.)
スルーレート	SR	1	13	13	3	15	25	V/ μ s(TYP.)
GB積 ($f = 10$ kHz)	GBW	2	3	3	1	4	6	MHz(TYP.)
入力換算電圧性ノイズ ($f = 1$ kHz, $R_S = 100 \Omega$)	e_n	12	25	17	30	19		nV \sqrt{Hz} (TYP.)
推奨動作電圧	V^*	$\pm 4 \sim \pm 16$	$\pm 5 \sim \pm 16$	$\pm 5 \sim \pm 16$	$\pm 2 \sim \pm 16$	$\pm 5 \sim \pm 16$		V
推奨最大負荷容量 ($A_v = +1, R_f = 0$)	C_L	100	100	100	100	10000	220	pF
特 徴		汎用 (入力段:バイポーラ・トランジスタ)	汎用	低ノイズ	低動作電圧 低消費電力	高精度 高安定 高速		

図 4 - 1 μ PC803/4082シリーズ, μ PC822/4072シリーズの等価回路



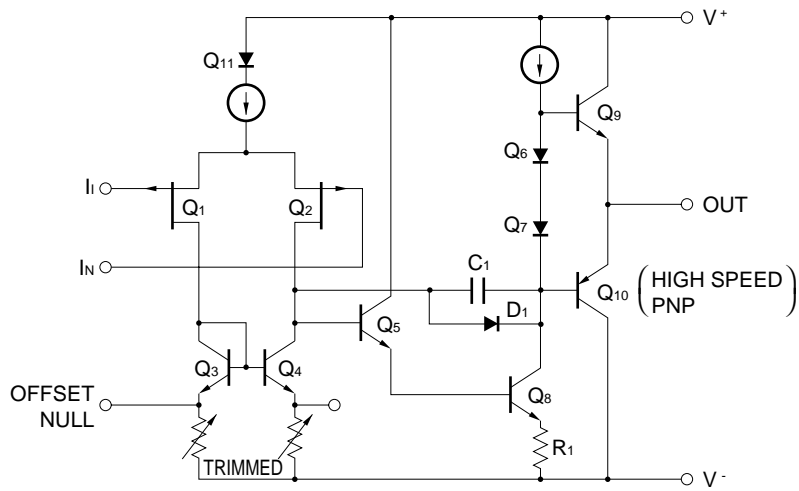
備考 OFFSET NULL端子は μ PC801/4081, μ PC821/4071のみ

図4 - 2 μ PC832/4062シリーズの等価回路



備考 OFFSET NULL端子は μ PC831/4061のみ

図4 - 3 μ PC81Xシリーズの等価回路



備考 OFFSET NULL端子は μ PC811, 813のみ

4.1 パルス応答特性

(1) μ PC822/4072シリーズ (SR = 13 V/ μ s)

(a) $V^{\pm} = 15$ V, $A_v = +1$, $R_L = 2$ k Ω , $C_L = 100$ pF

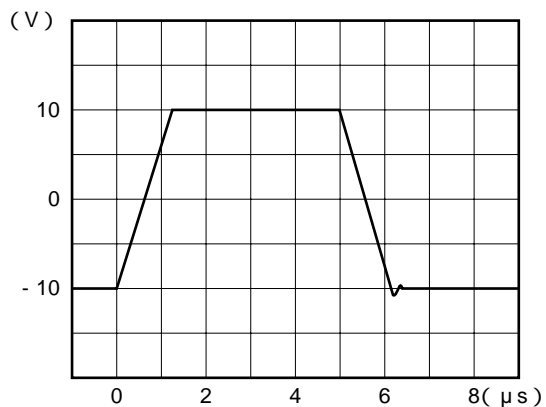


(b) $V^{\pm} = 15$ V, $A_v = +1$, $R_L = 2$ k Ω , $C_L = 470$ pF

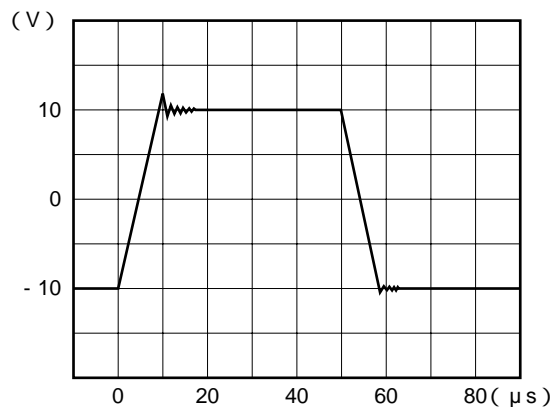


(2) μ PC811, 812 (SR = 15 V/ μ s)

(a) $V^{\pm} = \pm 15$ V, $A_v = +1$, $R_L = 2$ k Ω , $C_L = 100$ pF



(b) $V^{\pm} = \pm 15$ V, $A_v = +1$, $R_L = 2$ k Ω , $C_L = 10$ 000 pF

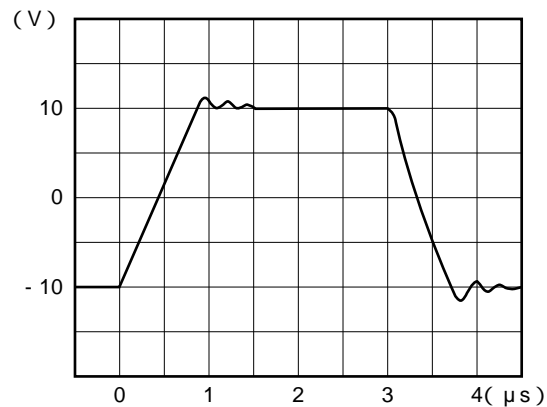


(3) μ PC813, 814 (SR = 25 V/ μ s)

(a) $V^{\pm} = 15$ V, $A_v = +1$, $R_L = 2$ k Ω , $C_L = 100$ pF

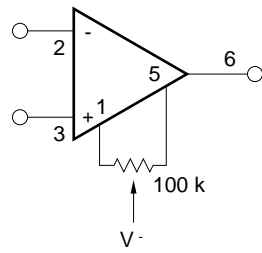


(b) $V^{\pm} = 15$ V, $A_v = +1$, $R_L = 2$ k Ω , $C_L = 470$ pF

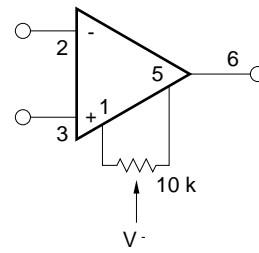


5 . 応用回路例

(1) オフセット調整法

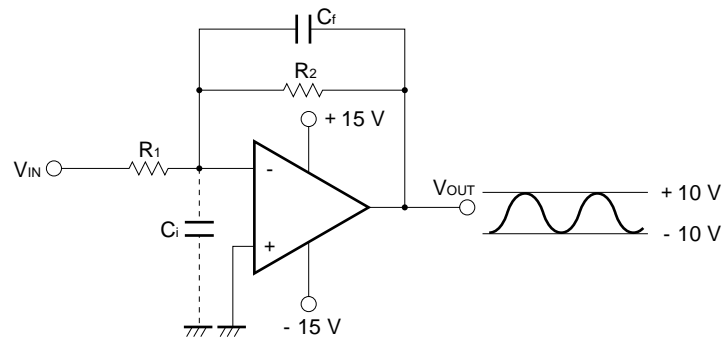


μ PC801/4081
 μ PC821/4071
 μ PC831/4061



μ PC811, 813

(2) 反転増幅器

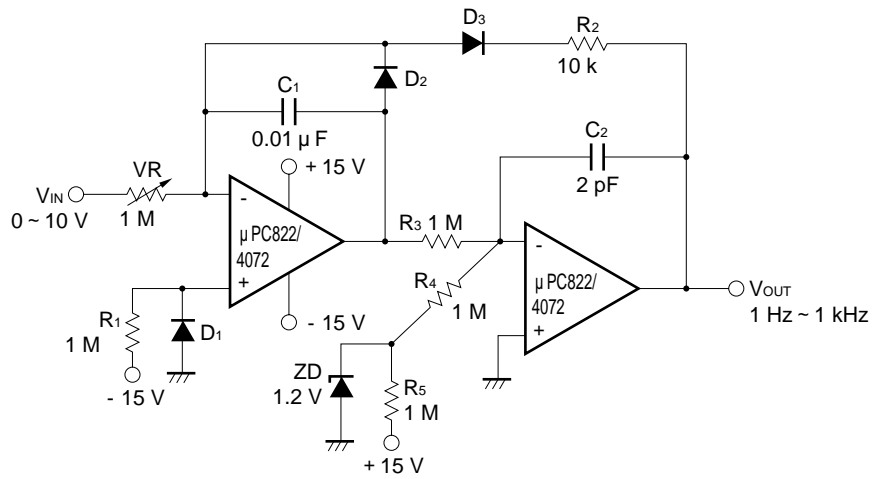


- ・ C_i (入力容量) = 10 pF (TYP.) (μ PC803/4082シリーズ)
- = 7 pF (TYP.) (μ PC822/4072シリーズ , μ PC81Xシリーズ)
- = 5 pF (TYP.) (μ PC832/4062シリーズ)

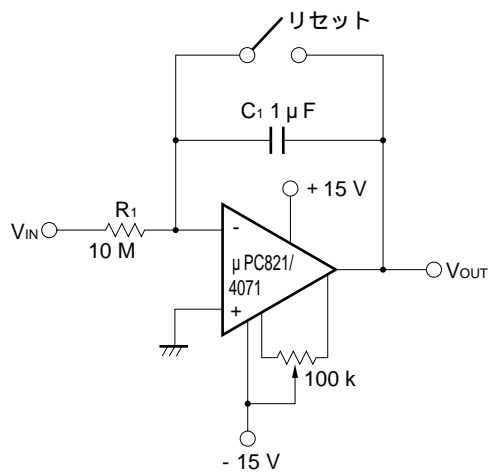
$$C_f = \frac{R_1}{R_2} C_i$$

- ・ パワー・バンド幅 $f_{\max} = \frac{\text{スルーレート}}{2 V_{OM}}$

(3) V-Fコンバータ

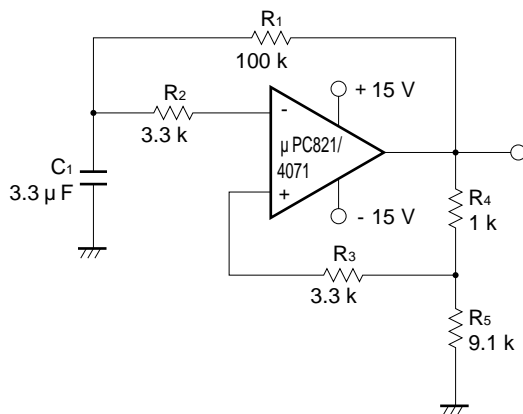


(4) 長時間積分回路



$$V_{OUT} = - \frac{1}{R_1 C_1} \int_{t_1}^{t_2} V_{IN} dt$$

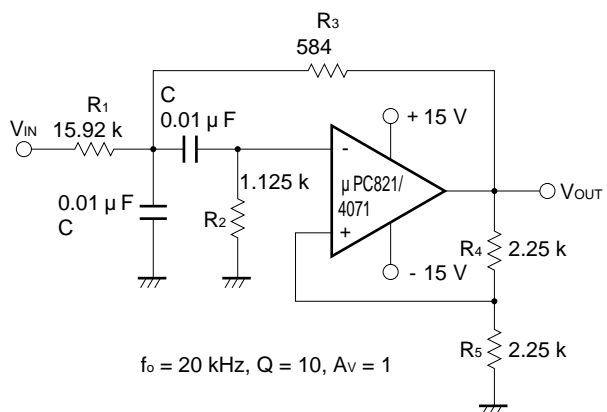
(5) 0.5 Hzマルチバイブレータ



$$f = \frac{1}{2R_1 C_1 \ln(1 + 2R_5/R_4)}$$

$$= 0.5 \text{ Hz}$$

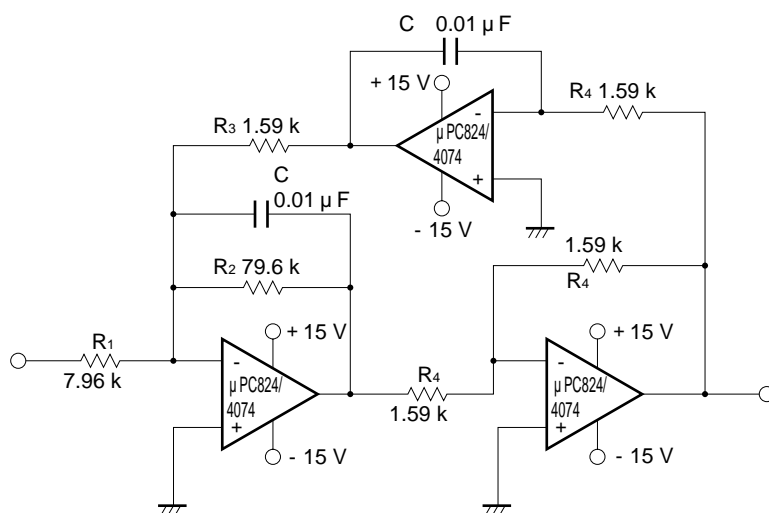
(6) 非反転バンドパス・フィルタ (2次)



$$f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{R_2 C^2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right)}$$

$$= 20 \text{ kHz}$$

(7) 2次バイクワッド・バンドパス・フィルタ

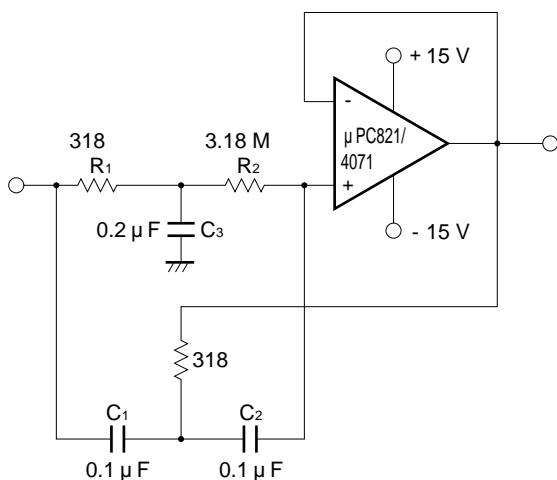


$$A_v = \frac{R_2}{R_1} = 10$$

$$Q = 2 \quad f R_2 C = 50$$

$$f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{R_3 R_4 C^2}} = 10 \text{ kHz}$$

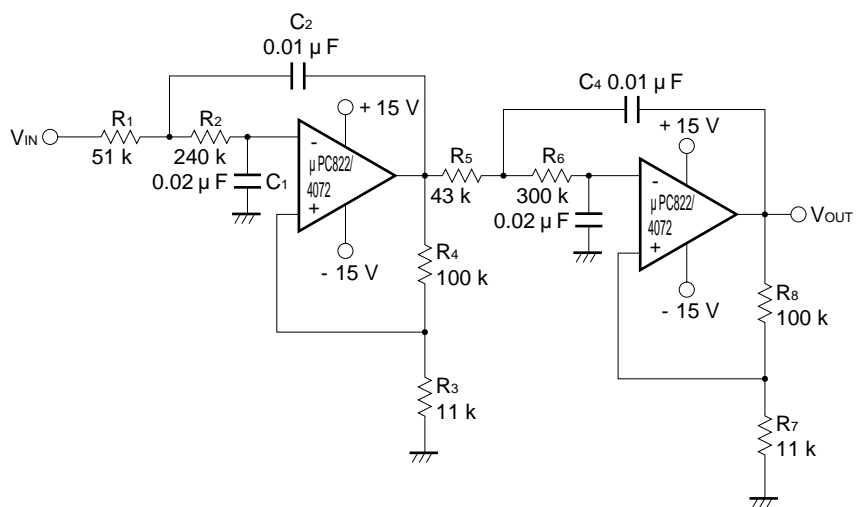
(8) 高Qノッチ・フィルタ



$$f_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}} = 50 \text{ Hz}$$

$$Q = f_0 R_2 C_1 = 50$$

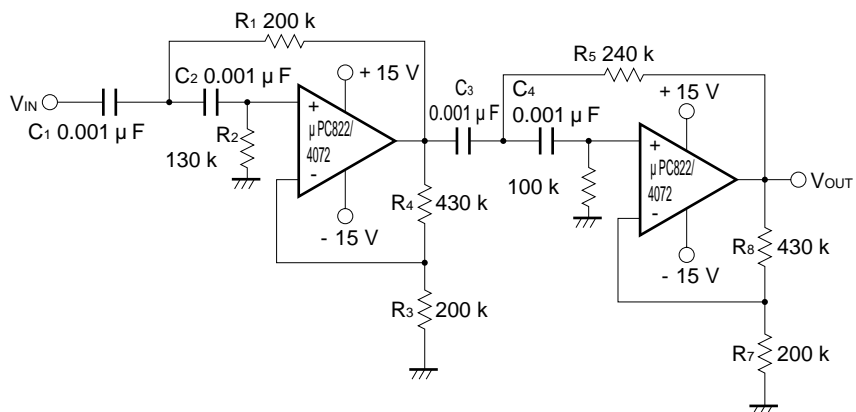
(9) 4次低域通過バターワース・フィルタ



$$f_c = \frac{1}{2 \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = \frac{1}{2 \sqrt{R_5 R_6 C_3 C_4}} \quad 100 \text{ Hz} \quad A_v = 100$$

初段 $Q_1 = 1.31$ 2 段目 $Q_2 = 0.541$

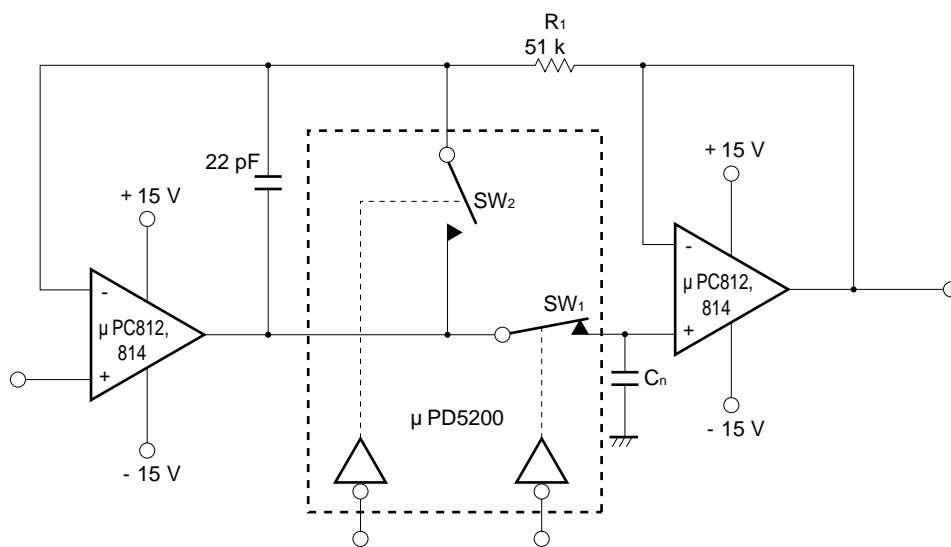
(10) 4次高域通過バターワース・フィルタ



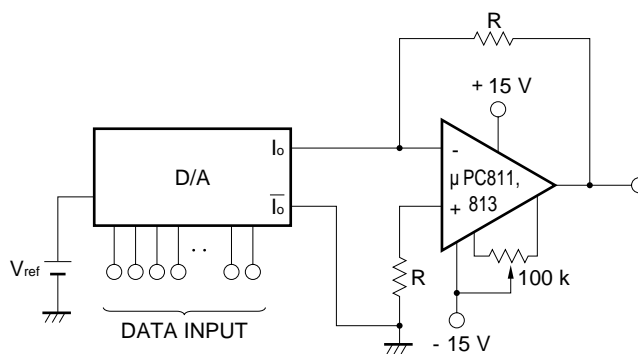
$$f_c = \frac{1}{2 \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = \frac{1}{2 \sqrt{R_5 R_6 C_3 C_4}} \quad 990 \text{ Hz}, \quad A_v = 10$$

初段 $Q_1 = 1.31$ 2 段目 $Q_2 = 0.541$

(11) サンプル・アンド・ホールド回路



(12) D/Aコンバータのバッファ・アンプ



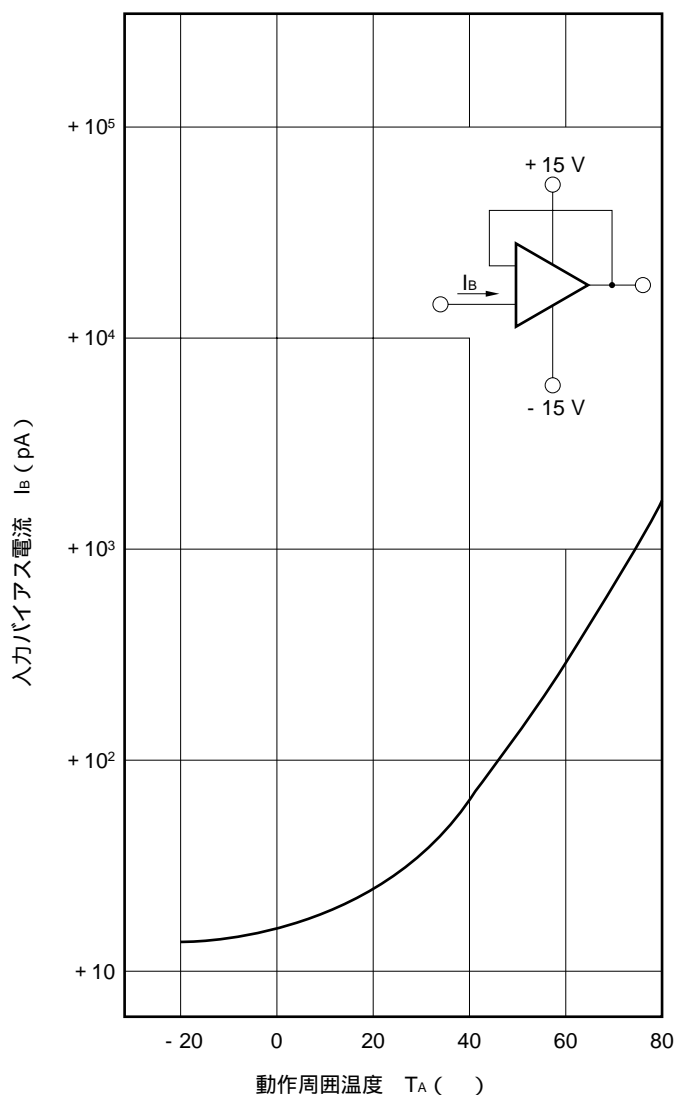
6. 応用上での注意事項

J-FET入力オペアンプは絶対最大定格を越えない温度条件，電圧条件下で使用するのはもちろんのことですが，そのほかにJ-FET入力オペアンプに特有ないくつかの注意事項があります。

6.1 入力バイアス電流の温度特性

J-FET入力オペアンプでは，入力バイアス電流 I_B は，ゲート，チャネルによって形成されるPN接合の逆方向リーク電流であり，その特性は図6 - 1に示すような温度依存特性を示します。動作周囲温度25℃以上では，ほぼ指数関数的に増加し，温度70℃では常温の20倍程度の1 nAのオーダーとなります。したがって，高入力インピーダンス回路では，動作周囲温度や負荷電流による温度上昇に伴う I_B 増加を十分考慮に入れる必要があります。また，クワッド・オペアンプの μ PC804/4084， μ PC824/4074ではもともと回路電流が多く， ± 15 Vの電源で使用した時には，無負荷時でも20～30℃の温度上昇が見込まれるので，放熱設計が必要となる場合があります。

図6 - 1 $I_B - T_A$ 特性



6.2 同相入力電圧範囲

(a) 正側

ほとんどのJ-FET入力オペアンプは、 V^+ 電圧まで入力範囲をとることが可能です。図6-2に示すように入力のJ-FETはPチャンネルですからソースはゲートより V_{GS} 分だけ低くなります。初段の定電流供給トランジスタ Q_5 はC-E間が飽和電圧約0.2Vにいたるまで動作しますが、エミッタ側に抵抗 R_1 が入っているため、 $V_{CE(SAT)5}$ 0.6Vとなり、また V_{GS} は通常0.8V程度ですから、

$$V_{ICM(+)} = V^+ - V_{CE(SAT)5} + V_{GS} = V^+ + 0.2V$$

まで入力（ゲート）電圧が上がっても動作します。しかし、 μ PC81Xシリーズでは Q_5 のエミッタ抵抗 R_1 の代わりに図4-3に示すようにダイオード Q_{11} が入っているため $V_{ICM(+)}$ は、 V^+ 近傍までとなり、注意が必要です。

以上、説明したようにJ-FET入力オペアンプはほぼ V^+ 電圧まで $V_{ICM(+)}$ を得ることができますが、図6-3に示すように V_{ICM} を V^+ 側に増していくと、ゲートの逆バイアス電圧が高くなるために、入力バイアス電流が増すので注意が必要です。入力バイアス電流は $V_{ICM} = V^+$ 付近でピーク値をとり、だいたい2~3nA程度になります。

(b) 負側

負側は、正側に比較するとかなり狭くなります。図6-2において、

$$V_{ICM(-)} = V^- + V_{BE7} + V_{BE11} + V_{DS(SAT)2} + V_{GS} = V^- + 2.3V$$

となります。また、 μ PC832/4062シリーズでは図4-2に示すように V_{BE} が1個分少なくなっていますので、 $V_{ICM(-)}$ は、 $V^- + 1.8V$ 程度になります。

図6-2 同相入力電圧範囲 (μ PC822/4072)

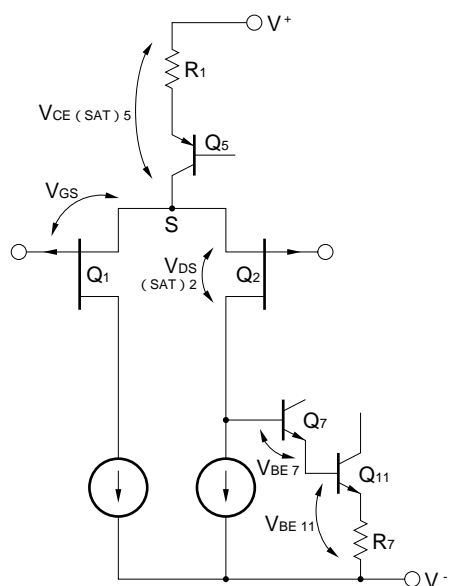
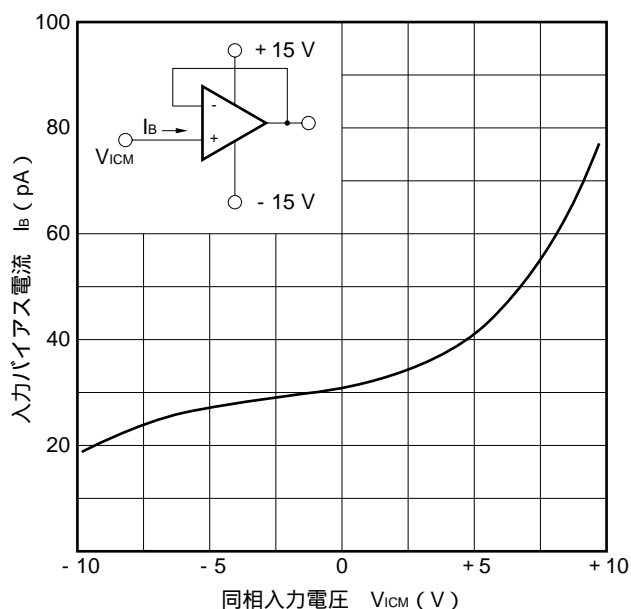


図6-3 $I_B - V_{ICM}$ 特性



6.3 安定性

μPC811, 812では耐負荷容量性が強いのでほとんど問題はありますが、ほかのJ-FET入力オペアンプでは、あまり発振安定度が高くないので注意が必要です。特にフィードバック抵抗が高い場合は、次のように入力容量の影響を配慮してください。

入力容量の影響

μPC822/4072シリーズの入力容量は7 pF (TYP.) であり、バイポーラ・トランジスタ入力の演算増幅回路 (741系 NPNトランジスタ入力 1 ~ 2 pF, 4558系ラテラルPNPトランジスタ入力 3 ~ 4 pF) に比べ大きくなっています。また μPC822/4072シリーズでは帯域も 3 MHzと広がっているので、応用回路上高周波における入力容量の影響を考慮しないと発振などのトラブルを起こすことがあります。次に電圧フォロア回路を例にとりて説明します。図6 - 4の電圧フォロア回路において、フィードバック抵抗 R_f と入力容量 C_i が位相余裕に及ぼす影響を考えてみます。図6 - 4の回路においてフィードバック要素 H は、

$$H = \frac{\frac{1}{C_i S}}{R_f + \frac{1}{C_i S}}$$

$$= \frac{1}{1 + R_f C_i S}$$

と計算できます。

したがって、フィードバック抵抗 R_f と入力容量 C_i により

= $1/R_f C_i$ の点にポールが生じ位相余裕が低下します。

たとえば、 $R_f = 10 \text{ k}$, $C_i = 7 \text{ pF}$ とすると、

$$f = \frac{1}{2 R_f C_i} = 2.3 \text{ MHz}$$

にポールが生じます。μPC822/4072シリーズのゼロクロス周波数は 3 MHz (TYP.) ですので、 R_f と C_i によるポールにより位相余裕は大きく低下します。入力容量の影響は図6 - 5に示すように R_f に平行に C_f を付加することで除去できます。図6 - 5の回路においてフィードバック要素 H は、

$$H = \frac{\frac{1}{C_i S}}{\frac{R_f}{C_i S} + \frac{1}{C_i S}} = \frac{R_f C_i S + 1}{R_f (C_i + C_f) S + 1}$$

と計算できます。

図6 - 4 入力容量の影響 (電圧フォロア)

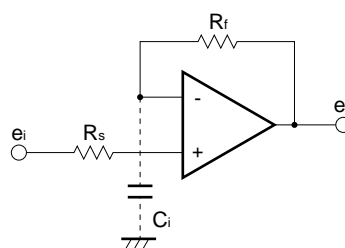
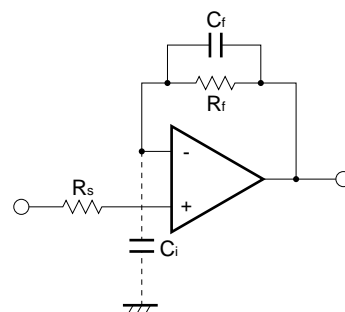


図6 - 5 入力容量の影響の除去



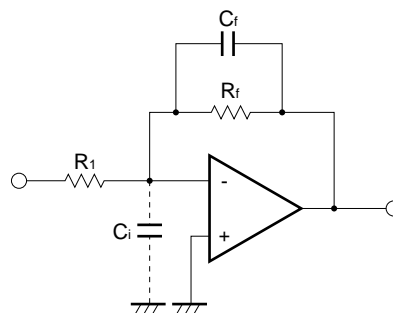
したがって、 $C_f = C_i$ の条件で入力容量の影響はキャンセルできますが、通常効果が認められるのは $C_f = 100$ pF程度までで、それ以上は容量を増しても効果は同じです。

なお図6 - 6の反転アンプにおいても同様のことが言えますが、この場合は、

$$C_f = \frac{R_1}{R_f} C_i$$

と計算できます。

図6 - 6 反転アンプ



【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。
