

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。

インフォメーション

オペアンプ,コンパレータの選択法

- 本資料に記載されている内容は2006年7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.6	表 1 - 1 オペアンプ, コンパレータ一覧表の記載品名見直し。
p.8	図 2 - 1 オペアンプの使用電源電圧範囲の記載品名見直し。
p.10	図 2 - 2 オペアンプの同相入力電圧範囲の記載品名見直し。
p.16	表 2 - 1 オペアンプのスルーレート値の記載品名見直し。
p.18	図 2 - 11 各オペアンプのスルーレート, GB積マップの記載品名見直し。
p.22	図 3 - 5 オペアンプの製品をコンパレータとして使用した場合の同相入力電圧範囲の記載品名見直し。
p.24, 25	表 4 - 1 オペアンプ, コンパレータ規格一覧表の記載品名見直し。

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。

はじめに

オペアンプ，コンパレータの特性改善に伴う応用分野の拡大につれて当社の汎用リニアICは合計62品種を数えるまでになりました。特に基本機能は同一であってもそれぞれ特徴のある多くの品種から，応用回路，使用装置に対して最適のコストパフォーマンスが得られる製品を選択することは，回路設計技術者にとって大切な問題といえましょう。本技術資料は，オペアンプ，コンパレータの特徴を比較検討し，何を基準として品種選定すべきかについて解説するものです。

目 次

1 . オペアンプ , コンパレータ一覧	... 6
2 . オペアンプ	... 7
2.1 使用電源電圧範囲	... 7
2.2 同相入力電圧範囲	... 9
2.3 出力電圧範囲	... 13
2.4 単電源オペアンプの出力電圧対ひずみ率特性	... 14
2.5 スルーレート	... 15
2.6 利得帯域幅積	... 18
3 . コンパレータ	... 19
3.1 応答速度	... 19
3.2 電源電圧範囲	... 21
3.3 同相入力電圧範囲	... 21
3.4 出力回路形式	... 23
4 . オペアンプ , コンパレータの規格一覧	... 24

1. オペアンプ, コンパレータ一覧

表 1 - 1 オペアンプ, コンパレータ一覧表

(a) オペアンプ一覧

大分類	小分類	回路数	品名		
			通工用	一般用	
低ノイズ		2	μ PC258C/G2	μ PC4558C/G2	
		4	μ PC458C/G2	μ PC4741C/G2	
	大出力電流, 出力特性改善	2	μ PC259C/G2	μ PC4560C/G2	
	広帯域 (限定位相補正)	2		μ PC4556C/G2	
	超低ノイズ, 広帯域	2		μ PC4570C/G2/GR-9LG	
		4		μ PC4574C/G2/GR-9LG	
超低ノイズ, 広帯域, 低電圧動作	2		μ PC4572C/G2		
単電源		2	μ PC1251C/G2	μ PC358C/G2/GR-9LG	
		4	μ PC451C/G2	μ PC324C/G2/GR-9LG	
	高速, クロスオーバーひずみなし	4	μ PC452C/G2	μ PC3403C/G2	
	高速, クロスオーバーひずみなし, 広帯域	2	μ PC842C/G2	μ PC4742C/G2/GR-9LG	
		4	μ PC844C/G2	μ PC4744C/G2/GR-9LG	
J-FET入力		1	μ PC801C	μ PC4081C/G2	
		2	μ PC803C/G2	μ PC4082C/G2	
		4	μ PC804C	μ PC4084C	
	低ノイズ	1	μ PC821C/G2	μ PC4071C/G2	
		2	μ PC822C/G2	μ PC4072C/G2	
		4	μ PC824C/G2	μ PC4074C/G2	
	マイクロパワー	1	μ PC831C/G2	μ PC4061C/G2	
		2	μ PC832C/G2	μ PC4062C/G2	
		4	μ PC834C/G2	μ PC4064C/G2	
	高精度	1	μ PC811C/G2	μ PC4091C/G2	
		2	μ PC812C/G2	μ PC4092C/G2	
	高精度, 高速	1	μ PC813C/G2	μ PC4093C/G2	
		2	μ PC814C/G2	μ PC4094C/G2	
	高精度	超高精度, $V_{IO} = 60 \mu V \text{ MAX}$	1	μ PC815C	
		超高精度, 高速, $V_{IO} = 60 \mu V \text{ MAX}$	1	μ PC816C	
	マイクロパワー		1	μ PC802C/G2	μ PC4250C/G2
	汎用		1	μ PC151C/G2	μ PC741C/G2
			1	μ PC251C/G2	μ PC1458C/G2

(b) コンパレータ一覧

大分類	小分類	回路数	品名	
			通工用	一般用
高速	伝達遅延時間200 ns単電源，両電源可	1	μ PC271C/G2	μ PC311C/G2
	伝達遅延時間80 ns単電源，両電源可	2	μ PC272C/G2	μ PC319C/G2
単電源		2	μ PC277C/G2	μ PC393C/G2/GR-9LG
		4	μ PC177C/G2	μ PC339C/G2/GR-9LG

2. オペアンプ

2.1 使用電源電圧範囲

従来のオペアンプの使用電源電圧は ± 15 Vや ± 12 Vと比較的高く，正負の両電源で使用することが標準でした。しかし，現在では，オペアンプをデジタルICとのインタフェースなどに使用する例が増えてきました。これに伴い，オペアンプを $+5$ V単一電源や ± 5 Vといった比較的低い電源電圧で使用する回数が増えてきています。

そのような状況において，最近のオペアンプでは，正電源端子と負電源端子間に適正な電位差が与えられていれば内部バイアスを正常な状態に保てるようになりました。

ただし，同相入力電圧範囲，出力電圧範囲などは電源電圧と直接対応する（正電源で負出力は得られない）ため，この点には特に注意して品種を選定する必要があります。

図2 - 1に，各オペアンプの使用電源電圧範囲を示します。

図 2 - 1 オペアンプの使用電源電圧範囲

分類	品名		電源電圧 (V)				
	通工用	一般用	0	± 5	± 10	± 15	± 20
			0	10	20	30	40
低ノイズ	μ PC258	μ PC4558	± 4 V ← → ± 18 V				
	μ PC458	μ PC4741	± 4 V ← → ± 20 V				
	μ PC259	μ PC4560	± 4 V ← → ± 18 V				
		μ PC4556					
μ PC4570							
	μ PC4574						
	μ PC4572	± 2 V ← → ± 7 V					
単電源	μ PC1251	μ PC358	+ 3 V ← → + 32 V				
	μ PC451	μ PC324					
	μ PC452	μ PC3403	+ 3 V ← → + 36 V				
	μ PC842	μ PC4742					
	μ PC844	μ PC4744					
J-FET入力	μ PC801	μ PC4081	± 5 V ← → ± 18 V				
	μ PC803	μ PC4082					
	μ PC804	μ PC4084					
	μ PC821	μ PC4071					
	μ PC822	μ PC4072					
	μ PC824	μ PC4074					
	μ PC831	μ PC4061	± 2 V ← → ± 18 V				
	μ PC832	μ PC4062					
	μ PC834	μ PC4064					
	μ PC811	μ PC4091	± 5 V ← → ± 18 V				
	μ PC812	μ PC4092					
	μ PC813	μ PC4093					
	μ PC814	μ PC4094					
高精度	μ PC815		± 3 V ← → ± 22 V				
	μ PC816						
マイクロパワー	μ PC802	μ PC4250	± 1 V ← → ± 18 V				
汎用	μ PC151	μ PC741	± 7.5 V ← → ± 18 V				
	μ PC251	μ PC1458					

2.2 同相入力電圧範囲

オペアンプの同相入力電圧範囲は、電源電圧に対し、一定の範囲に制限されます。この範囲を越えた入力電圧では正常な動作は期待できず、最悪の場合誤動作を引き起こします。

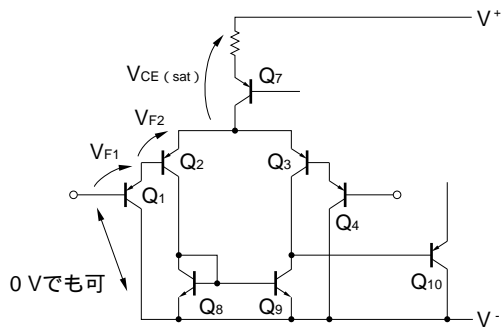
図2 - 2 にオペアンプの同相入力電圧範囲 (TYP. 値) を、図2 - 3 に代表的オペアンプの入力回路と、それぞれの同相入力電圧範囲の考え方を示します。

図 2 - 2 オペアンプの同相入力電圧範囲

分類	品名		同相入力電圧範囲 (TYP.) (V)							
	通工用	一般用	V^-	$V^- + 1$	$V^- + 2$	$V^- + 3$	$V^+ - 3$	$V^+ - 2$	$V^+ - 1$	V^+
低ノイズ	μ PC258	μ PC4558								
	μ PC458	μ PC4741								
	μ PC259	μ PC4560								
		μ PC4556								
		μ PC4570								
		μ PC4574								
		μ PC4572								
単電源	μ PC1251	μ PC358								
	μ PC451	μ PC324							$V^+ - 1.3$	
	μ PC452	μ PC3403								
	μ PC842	μ PC4742							$V^+ - 1$	
	μ PC844	μ PC4744								
J-FET入力	μ PC801	μ PC4081								
	μ PC803	μ PC4082	$V^- + 2.3$							
	μ PC804	μ PC4084								
	μ PC821	μ PC4071								
	μ PC822	μ PC4072								
	μ PC824	μ PC4074								
	μ PC831	μ PC4061								
	μ PC832	μ PC4062								
	μ PC834	μ PC4064								
	μ PC811	μ PC4091								
	μ PC812	μ PC4092								
	μ PC813	μ PC4093								
	μ PC814	μ PC4094								
	高精度	μ PC815		$V^- + 1.5$						$V^+ - 2.5$
μ PC816										
マイクロパワー	μ PC802	μ PC4250	$V^- + 0.9$						$V^+ + 0.9$	
汎用	μ PC151	μ PC741							$V^+ - 0.5$	
	μ PC251	μ PC1458								

図 2 - 3 代表的オペアンプの入力回路と同相入力電圧範囲

(a) μ PC358, 324

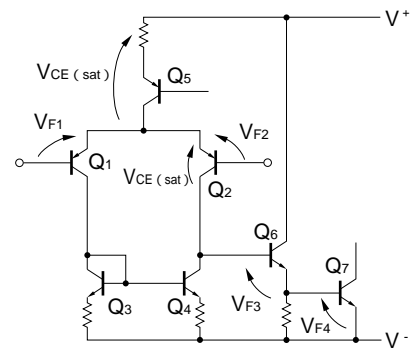


$$V^+ - V_{ICM(+)} \approx V_{F1} + V_{F2} + V_{CE(sat)} \text{ 注1}$$

$$1.5 \text{ V} (T_A = 25 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$V^- - V_{ICM(-)} \approx 0 \text{ V} \text{ 注2}$$

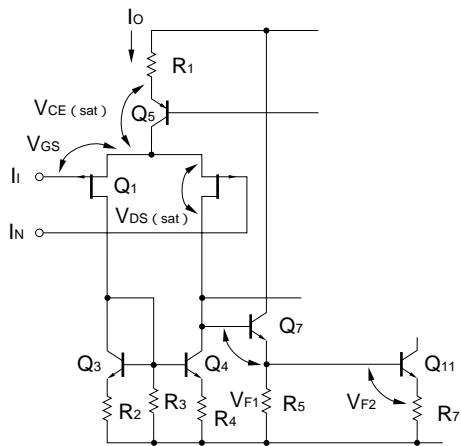
(b) μ PC4556, 4558, 4570, 4572, 4574, 4741



$$V^+ - V_{ICM(+)} \approx V_{F1} + V_{CE(sat)} \quad 1 \text{ V} (T_A = 25 \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ 注1}$$

$$V^- - V_{ICM(-)} \approx V_{F3} + V_{F4} - V_{F2} + V_{CE(sat)} \quad 1 \text{ V} (T_A = 25 \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ 注2}$$

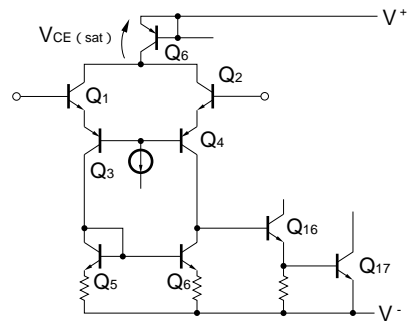
(c) μ PC4072, 4062



$$V^+ - V_{ICM(+)} \approx R_1 I_o + V_{CE(sat)} - V_{GS} \quad -0.4 \text{ V} (T_A = 25 \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ 注1}$$

$$V^- - V_{ICM(-)} \approx V_{F1} + V_{F2} - V_{DS(sat)} + V_{GS} \quad 2.3 \text{ V} (T_A = 25 \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ 注2}$$

(d) μ PC741



$$V^+ - V_{ICM(+)} \approx V_{CE(sat)} \quad 0.5 \text{ V} (T_A = 25 \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ 注1}$$

$$V^- - V_{ICM(-)} \approx V_{F1} + V_{CE(sat)} + V_{F2} + V_{F3} \text{ 注2}$$

$$2.5 \text{ V} (T_A = 25 \text{ } ^\circ\text{C})$$

注 1 . $V_{ICM(+)}$... 正側の同相入力電圧

2 . $V_{ICM(-)}$... 負側の同相入力電圧

ここで同相入力電圧範囲を越えるとオペアンプはどのように動作するか、 μ PC4558を例に考えてみます。

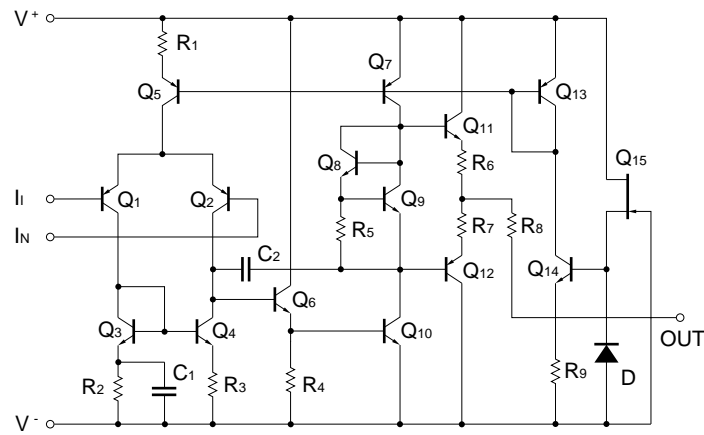
μ PC4558の場合、同相入力を V^- に近づけると、図2 - 4 (a) の等価回路中の Q_6 がOFF, Q_{10} もOFFになります。そのため出力は V^+ 側へ飽和します。

逆に V^+ に同相入力を近づけると、同様のモードで出力は V^+ 側へ飽和します。

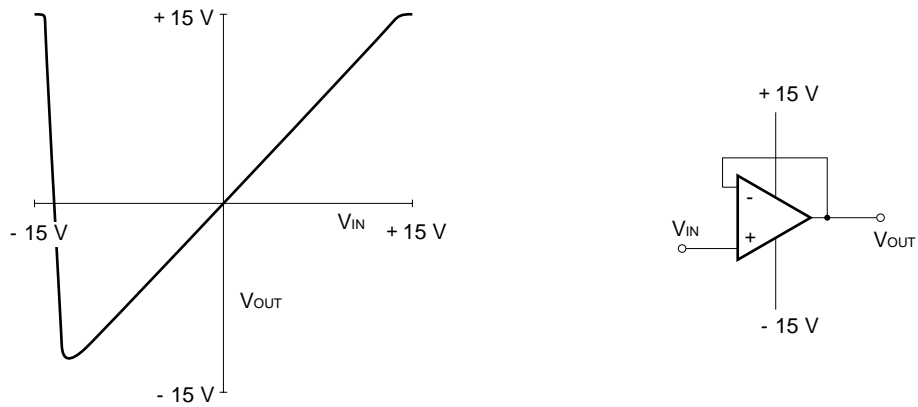
このように同相入力が入力電圧範囲を越えると、出力は予期されにくい動作をします。この動作はオペアンプの回路構成で全く異なりますので、オペアンプの等価回路で十分な予備検討が必要です。

図2 - 4 μ PC4558の等価回路と入出力特性

(a) 等価回路 (1 回路)



(b) μ PC4558ボルテージフォロワの入出力特性



2.3 出力電圧範囲

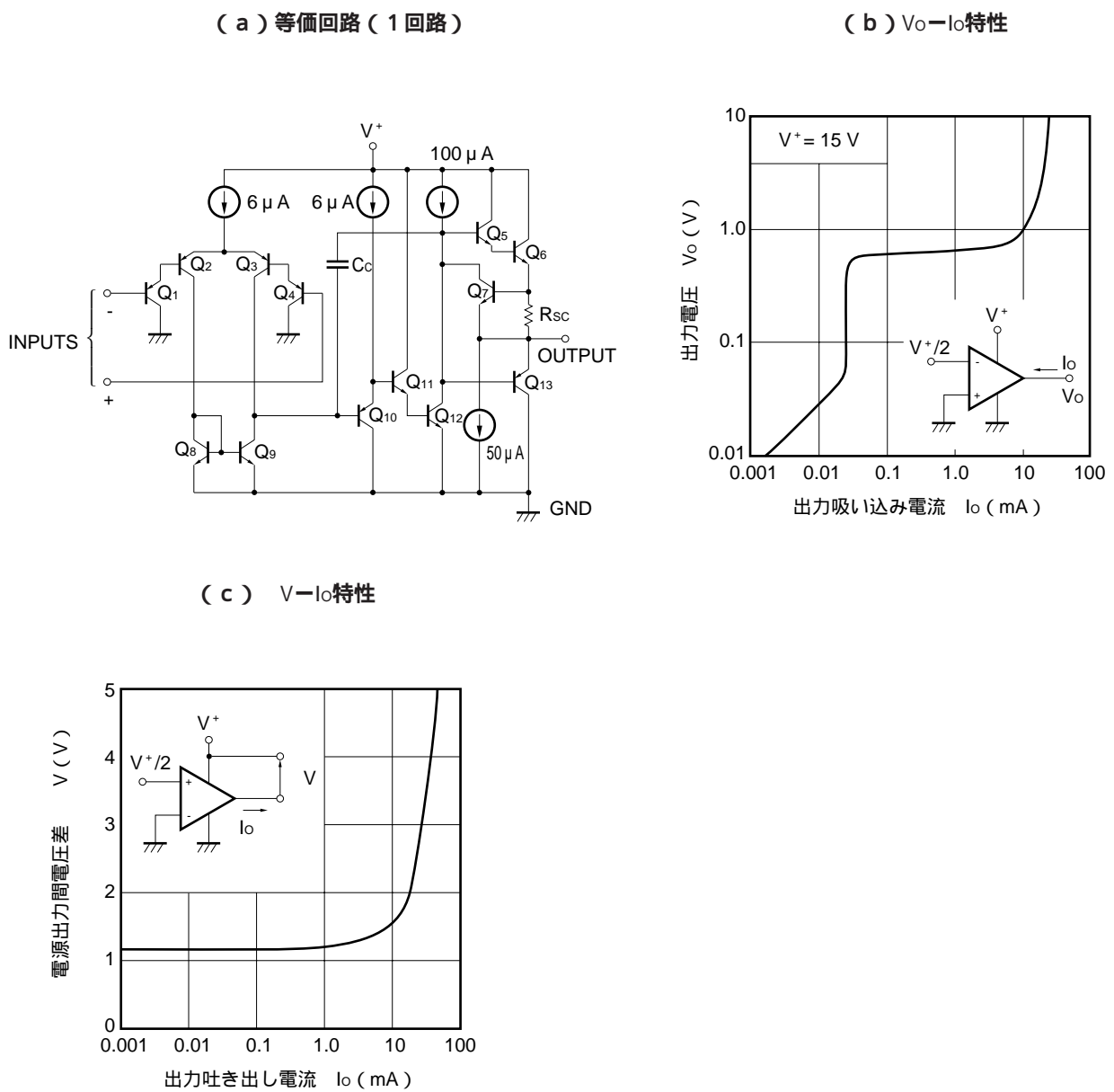
±両電源使用を前提として設計されているオペアンプ（ μ PC741など）では、出力段はエミッタフォロワ・プッシュプル回路であるため出力電圧範囲は電源電圧より正、負側とも2～3V程度狭くなります。

また、単電源使用を前提として回路設計されたオペアンプ（ μ PC358, 324など）では、低レベル出力電圧をGND電位に近づけるため、出力段の構成が工夫されています。これらのオペアンプの出力段はC級プッシュプル回路で、負荷が出力-GND間に接続されていれば、図2-5(a)中の50 μ Aの定電流源により、出力電圧 V_{oL} をほぼ0Vにまで下げられます。

出力電圧 V_{oH} については Q_5 , Q_6 の飽和電圧により、 V^+ より1.5V低い電位までとなります。

図2-5(b), (c)にそれらの特性を示します。

図2-5 μ PC358, 324の等価回路と特性曲線



2.4 単電源オペアンプの出力電圧対ひずみ率特性

μ PC358, 324出力段はC級プッシュプル回路です。

そのため、 ± 2 電源使用時に、負荷抵抗が対GND間に接続されている場合には、出力電圧の正、負サイクルに応じ Q_5, Q_6 と Q_{13} が交互に切り替わります。そのため各トランジスタの蓄積による時間遅れで、クロスオーバーひずみを生じます。

ただし、負荷供給電流が数 $10\mu\text{A}$ 以下の場合には、 $50\mu\text{A}$ の定電流源により出力回路が見かけ上NPNエミッタフォロワとなり、クロスオーバーひずみをほとんど発生しなくなります。

$R_L = 10\text{k}$ 時に出力電圧 0.4V 付近でひずみが大きく変化しているのはそのためです。

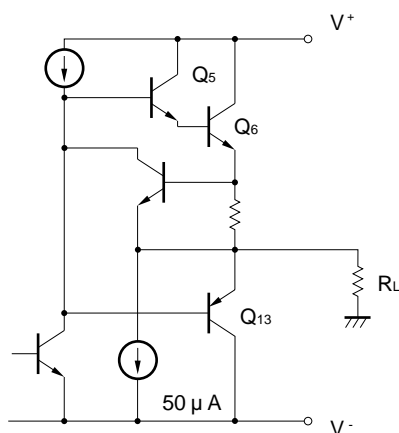
クロスオーバーひずみを減少させるためには、出力段のトランジスタ、 Q_5, Q_6 あるいは Q_{13} をエミッタフォロワ（A級動作）として動作させればよく、プルアップ抵抗あるいはプルダウン抵抗を出力端子に接続することにより可能となります。

たとえば、 $V^{\pm} = \pm 15\text{V}$, $R_L = 10\text{k}$, $R_P = 3\text{k}$ （+プルアップ）の場合には Q_{13} は常に非飽和動作し、クロスオーバーひずみはほとんど発生しません。

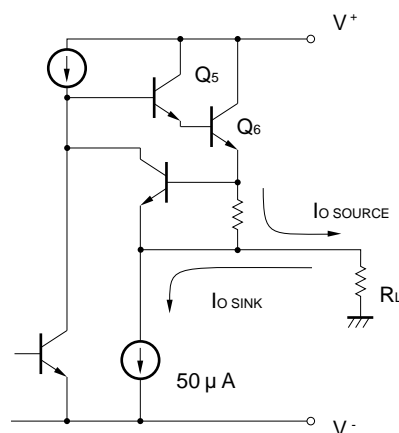
また μ PC3403は単電源オペアンプですが、出力段がAB級プッシュプル回路であるため、前述のようなクロスオーバーひずみは発生しません。

図 2 - 6 μ PC358, 324の出力段動作

(a) 出力段等価回路（正負二電源）



(b) $I_o < 50\mu\text{A}$ の場合の出力回路動作



(c) プルアップ抵抗の効果

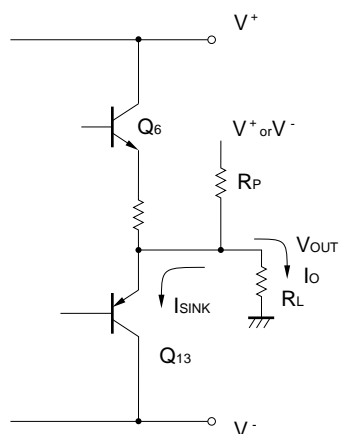
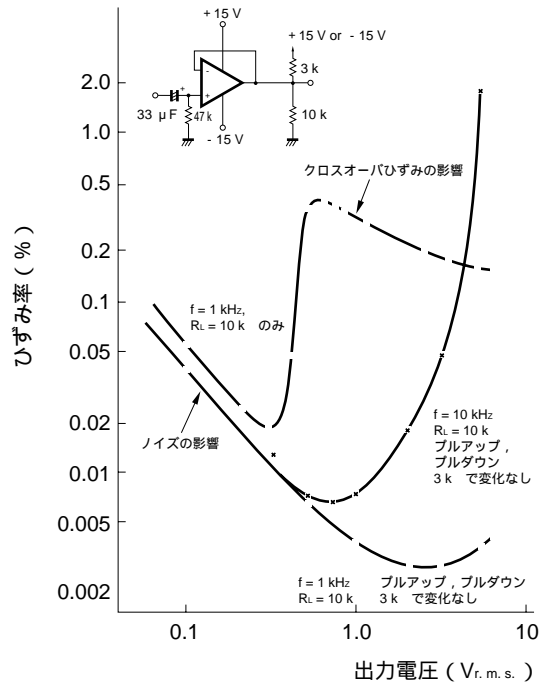


図2 - 7 μPC358, 324のひずみ率 - 出力電圧特性



2.5 スルーレート

スルーレートは、そのオペアンプのゼロクロス周波数 (ω_c) が決まれば、初段素子のアイドリング電流 (I) と順伝達コンダクタンス (g_m) の比で決定されます。すなわち、

$$SR = \frac{2}{gm} \omega_c \times I \quad [V/\mu s]$$

で表されます。

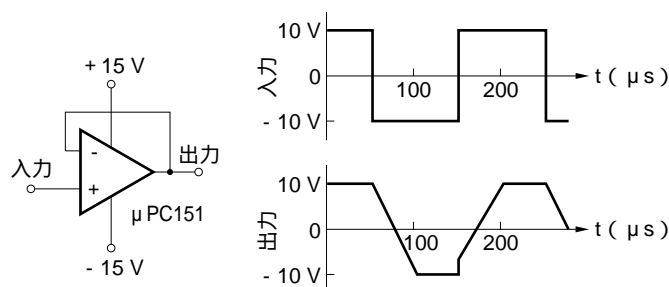
この式から、高スルーレート・オペアンプ実現のためには、初段電流により大きな値を設定する必要があることがわかります。

しかしながら初段にバイポーラ・トランジスタを用いたオペアンプでは、初段電流と入力特性 (入力バイアス電流、オフセット電圧) は相反するため、高スルーレート化には限界があります。

逆に、FET入力オペアンプ (μPC4062シリーズ, 4072シリーズ, 4091シリーズ) ではもともとFETの g_m が小さいため、高スルーレート特性が容易に得られます。

このようにスルーレートは、オペアンプの回路構成でかなり異なり、それに付随してほかの特性にも差を生じますので、品種選択にあたっては充分な配慮が必要です。

図2 - 8 オペアンプの高速応答



(1) 各オペアンプ固有のスルーレートを得るためには

オペアンプは単に動作可能電源電圧を印加しても、カタログ記載のスルーレートは得られません。

それを得るためには、初段が正規のアイドル電流でバイアスされなければなりません。

このバイアス回路は品種で少しずつ異なっておりますので、表2-1を参照してください。

表2-1 オペアンプのスルーレート値

分類	品名		スルーレート (V/μs)	電源電圧
	通工用	一般用		
低ノイズ	μ PC258	μ PC4558	1	± 4 V以上
	μ PC458	μ PC4741	1	± 4 V以上
	μ PC259	μ PC4560	2.8	± 4 V以上
		μ PC4556	5	± 4 V以上
		μ PC4570	7	± 4 V以上
		μ PC4574	7	± 4 V以上
		μ PC4572	6	± 4 V以上
単電源	μ PC1251	μ PC358	0.3	± 2.5 V以上
	μ PC451	μ PC324	0.3	± 2.5 V以上
	μ PC452	μ PC3403	0.8	± 1.5 V以上
	μ PC842	μ PC4742	7	± 2.5 V以上
	μ PC844	μ PC4744	7	± 2.5 V以上
J-FET入力	μ PC801	μ PC4081	13	± 5 V以上
	μ PC803	μ PC4082	13	± 5 V以上
	μ PC804	μ PC4084	13	± 5 V以上
	μ PC821	μ PC4071	13	± 5 V以上
	μ PC822	μ PC4072	13	± 5 V以上
	μ PC824	μ PC4074	13	± 5 V以上
	μ PC831	μ PC4061	3	± 3 V以上
	μ PC832	μ PC4062	3	± 3 V以上
	μ PC834	μ PC4064	3	± 3 V以上
	μ PC811	μ PC4091	15	± 5 V以上
	μ PC812	μ PC4092	15	± 5 V以上
	μ PC813	μ PC4093	25	± 5 V以上
	μ PC814	μ PC4094	25	± 5 V以上
	高精度	μ PC815		1.6
μ PC816			7.6	± 15 V
マイクロパワー	μ PC802	μ PC4250	0 ~ 1.0 (初段のプログラム電流により可変)	± 1.5 V以上
汎用	μ PC151	μ PC741	0.5	± 15 V
	μ PC251	μ PC1458	0.5	± 15 V

また、これらのスルーレートもオペアンプの製造条件のばらつきなどにより $\pm 50\%$ 程度までの、ばらつきが考えられますので、十分な配慮が必要です。

(2) 動作モードでスルーレートは大きく変化

オペアンプをコンパレータとして用いる場合には、その動作モードで大きな差を生じます。たとえば μPC358 , 324 などは高速応答には主眼がおかれておりません。そのため内部回路がほかのオペアンプとはかなり異なっており、注意が必要です。

たとえば、図2-9のような回路で数10 mVの電圧比較を行う場合に、次のような問題を生じます。

オペアンプに μPC358 , 324 を用いますと、図2-9(a)の等価回路で出力が“L”の場合、 Q_{12} は完全飽和となり、“H”に反転する場合 Q_{12} の C_{ob} の放電時間による遅れが生じ、オーバドライブ不足により、その出力波形は図2-10のようになります。

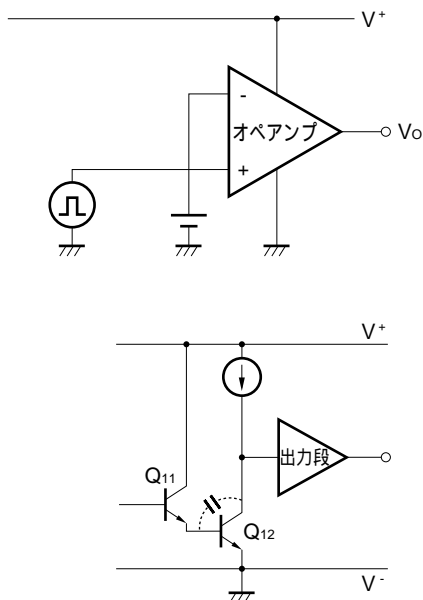
ところが μPC4558 系オペアンプでは、 $Q_6 \sim Q_{10}$ に過飽和防止用ダイオード D_1 が付加されており、 Q_{10} が完全に飽和しません。

そのため出力波形に遅れは生じず、また微小入力でも十分な応答が期待できます。

このように、 μPC358 , 324 ではオーバドライブによりその応答時間は10倍程度変わりますので注意を要します。

図2-9 オペアンプの電圧増幅段等価回路

(a) μPC358 , 324 の内部等価回路



(b) μPC4558 の内部等価回路

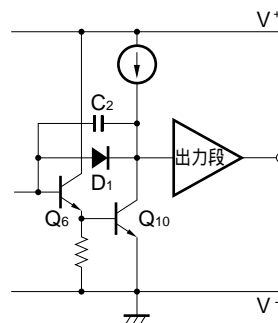
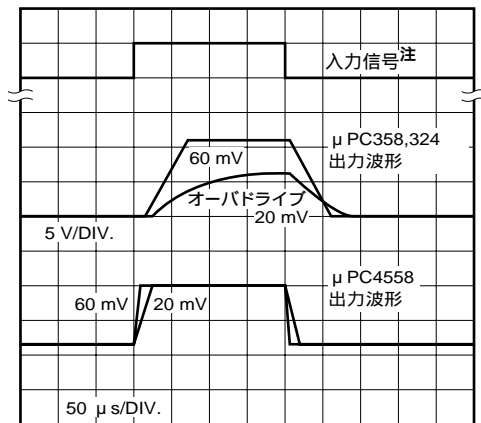
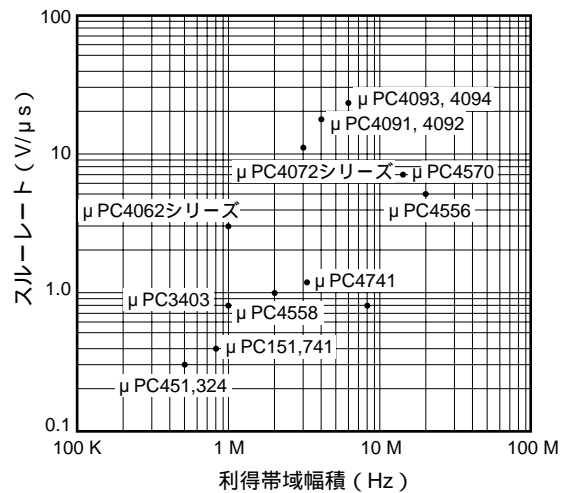


図2 - 10 各オペアンプによる出力応答波形の差



注 入力信号とは、反転、非反転入力端子電圧の差、
 $V^+ = +12V$

図2 - 11 各オペアンプのスルーレート，GB積マップ



注意 応用回路の設計においては、スルーレート，GB積とも標準値に対して1/2程度の余裕を見込む必要があります。

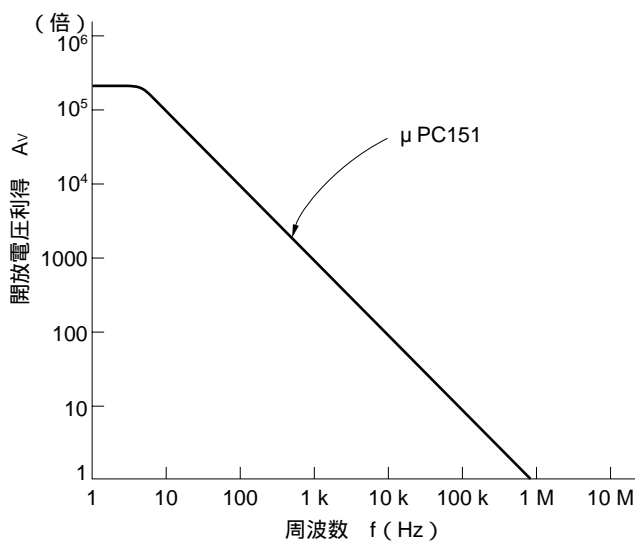
2.6 利得帯域幅積

オペアンプの大部分は、位相補正コンデンサを内蔵しており、各品種固有の利得周波数特性をもっています。また、安全なフィードバック・アンプが構成できるように、その利得周波数特性は、一次傾斜の部分を持っています(図2 - 12参照)。

この部分では、利得と周波数が反比例し、利得と帯域幅の積は一定になります。

実際のフィードバック・アンプでの帯域幅は、アンプ利得でGB積を割った値に近くなります。

図2 - 12 オペアンプの $A_v - f$ 特性



3. コンパレータ

コンパレータの機能は電圧を比較することであり，その基本回路は差動増幅回路です。

したがって，差動増幅回路を基本とするオペアンプの製品を，コンパレータとしても応用できます。

本項では，オペアンプの製品のコンパレータ応用も含め，その応答速度，電源電圧，同相入力電圧範囲，出力特性につき比較説明します。

3.1 応答速度

コンパレータの応答波形は図3 - 1のように t_{pd} , t_r , t_f などで表現されますが，本項では解説の都合上，出力がその振幅の50%値に達するまでの時間 t_d を用いて比較解説します。

また図3 - 2のように，入力信号の印加状態に応じて出力応答波形が変化します。オーバドライブ量の小さな入力条件：A，Cの場合は，オーバドライブ量が大きい入力条件：Bの場合に比較して，応答時間が増大します。

オペアンプの製品をコンパレータとして使用する場合は特にこの傾向が強くなります（2.4 単電源オペアンプの出力電圧対ひずみ率特性を参照）。

図3 - 1 コンパレータの応答波形

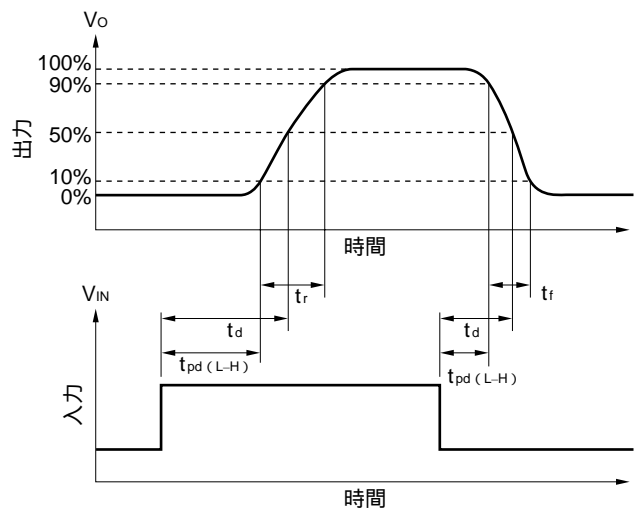


図3 - 2 コンパレータの入力信号と出力応答波形

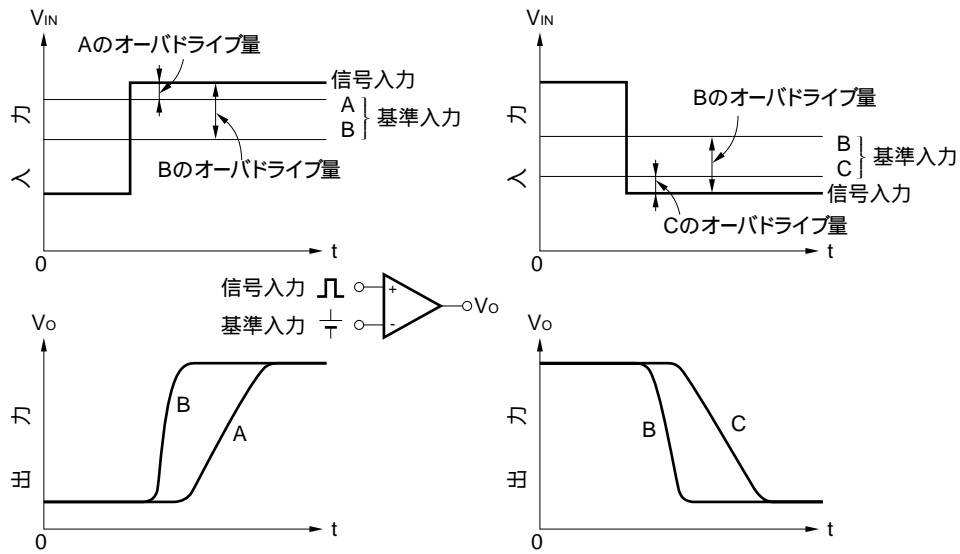


図3 - 3 オペアンプ、コンパレータの応答速度

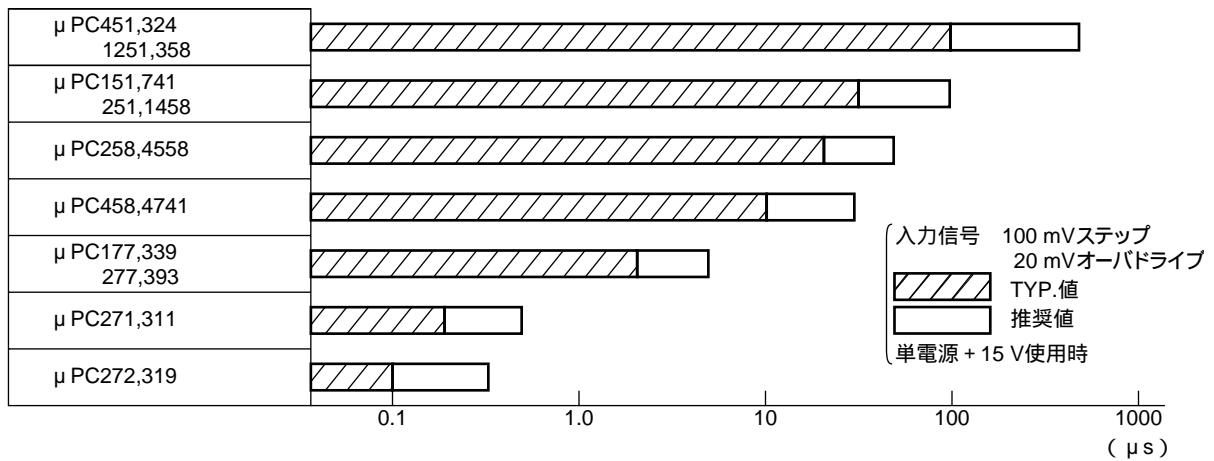


図3 - 3は50%応答時間を、100 mVステップ、20 mVオーバドライブの入力信号の場合につき比較したものです。回路設計時には、この推奨値までのばらつきを考慮しておく必要があります。

3.2 電源電圧範囲

コンパレータの出力段は、オープン・コレクタ、オープン・エミッタなどの回路形式をとっています。この場合出力電圧レベルは電源電圧に直接依存しませんが、オペアンプをコンパレータとして応用する場合には、その出力形式がシングルエンド・プッシュプルであるため、出力電圧レベルは電源電圧により決定されてしまいます。

したがって、電源電圧は必要とする同相入力範囲、動作可能な電源電圧範囲などを考慮し、その適否を判断しなければなりません。オペアンプの製品をコンパレータとして使用する場合にはさらに出力電圧レベルも考慮に入れる必要があります。

コンパレータの動作電源電圧範囲は次のようになります。

μ PC271, 311 (± 2.5 V ~ ± 18 V or + 5 V ~ + 36 V)

μ PC272, 319 (± 5 V ~ ± 18 V or + 5 V ~ + 18 V)

μ PC177, 339, 277, 393 (± 1.5 V ~ ± 18 V or + 3 V ~ + 36 V)

オペアンプの製品をコンパレータとして使用する場合はオペアンプ本来の応用と変わらず図 2 - 1 のオペアンプの使用電源電圧範囲となります。

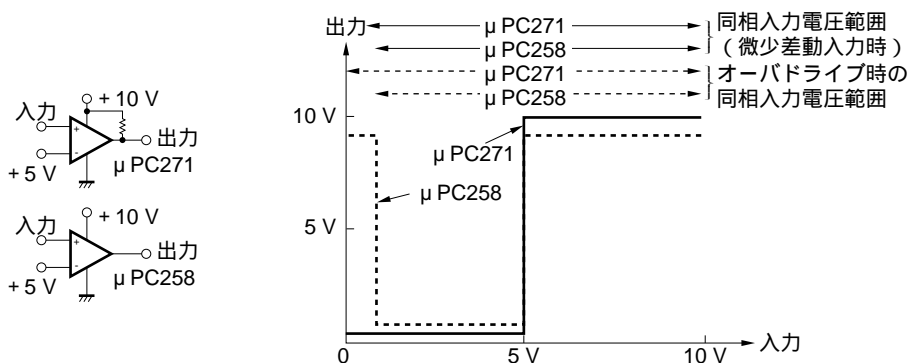
3.3 同相入力電圧範囲

同相入力電圧範囲は正常な動作が期待できる、反転入力、非反転入力端子の印加電圧範囲です。

この範囲を越えた入力電圧では、入力端子に加えられる電位の大小とは無関係に出力が高、低いずれか一方のレベルに飽和してしまいます。

また、これとは別に大きなオーバドライブが入った状態では、どちらか一方の入力端子に限って同相入力範囲を越えた入力が許容される特別な場合もあります。この関係を図 3 - 4 に示します。

図 3 - 4 μ PC271, 258の入出力特性



ただし、この場合でも残りの入力端子は同相入力電圧範囲を満足している必要があります。

図 3 - 5 は、オペアンプの製品をコンパレータとして使用した場合の同相入力範囲を示したものです。

図3 - 5 オペアンプの製品をコンパレータとして使用した場合の同相入力電圧範囲

分類	品名		コンパレータとして使用した場合の同相入力電圧範囲 (V)				
	通工用	一般用	V ⁻	V ⁻ + 2	V ⁺ - 2	V ⁺	
低ノイズ	μ PC258	μ PC4558					
	μ PC458	μ PC4741					
	μ PC259	μ PC4560		←	→		
		μ PC4556					
		μ PC4570					
		μ PC4574		←	→		
		μ PC4572					
単電源	μ PC1251	μ PC358					
	μ PC451	μ PC324	←	→			
	μ PC452	μ PC3403	←	→			
	μ PC842	μ PC4742	←	→			
	μ PC844	μ PC4744	←	→			
J-FET入力	μ PC801	μ PC4081					
	μ PC803	μ PC4082					
		μ PC4084					
	μ PC821	μ PC4071					
		μ PC822	μ PC4072				
		μ PC824	μ PC4074	←	→		
	μ PC831	μ PC4061	←	→			
	μ PC832	μ PC4062					
	μ PC834	μ PC4064					
	μ PC811	μ PC4091					
		μ PC812	μ PC4092				
		μ PC813	μ PC4093				
		μ PC814	μ PC4094				
高精度	μ PC815		←	→			
	μ PC816		←	→			
マイクロパワー	μ PC802	μ PC4250	←	→			
			←	→			
汎用	μ PC151	μ PC741	←	→			
	μ PC251	μ PC1458	←	→			

————— 比較判定可能な同相入力電圧範囲
 - - - - - オーバドライブ可能な同相入力電圧範囲

3.4 出力回路形式

出力回路形式により、負荷回路の接続方法が異なります。たとえば、オペアンプの場合、その出力回路形式はシングルエンド・プッシュプルであるため飽和電圧が大きく、TTLをドライブするためにはバッファ・トランジスタを介して接続しなければなりません。

図3 - 6は出力回路形式ごとに、直接ドライブ可能な負荷回路を示した一覧表です。

図3 - 6 オペアンプ、コンパレータの出力形式と負荷接続

品 種	出力回路形式	TTL	CMOS	LED	バッファ・トランジスタ	
					NPN	PNP
μPC271, 311	オープン・コレクタ オープン・エミッタ	(4 ^{注1})		(30 ^{注3})		
μPC272, 319	オープン・コレクタ	(2 ^{注1})		(15 ^{注4})		
μPC177, 339 277, 393	オープン・コレクタ	(1 ^{注1})		(4 ^{注3})		
μPC1251, 358 451, 324	C級シングル エンド・プッシュプル	x	注2	(15 ^{注4})		注5
μPC151, 741 251, 1458 258, 4558, 452, 3403 458, 4741など	AB級シングル エンド・プッシュプル	x	x	x	x	注5

注1 . ファンアウト数

2 . CMOSと共通単電源 V^+ 7Vの場合

3 . LED電流 (mA)

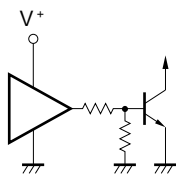
4 . LED電流 (mA) , 電流吐き出し , 吸い込みいずれか一方のみ。

5 . ドライブ電流が小さい (数mA) 。

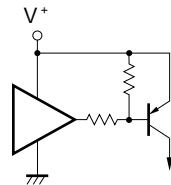
備考 直接接続可能 実用上制限を受けるが接続可 x 直接接続不可

バッファ・トランジスタの構成

NPN :



PNP :



4. オペアンプ, コンパレータの規格一覧

オペアンプ, コンパレータの品種選定に必要な情報を表4-1に示します。

製品によるバラツキは特に考慮しておりませんので, 入力オフセット電圧, 入力バイアス電流などの共通項目については各製品のデータ・シートを参照してください。

表4-1 オペアンプ, コンパレータ規格一覧表

(a) オペアンプ規格一覧表(1/2)

品名	オリジナル	動作周囲温度 T _A ()	電源電圧 V _± (V) (推奨)	V _{IO} MAX. (mV)	V _{IO} /T MAX. (μV/)	I _B MAX. (nA)	I _{IO} MAX. (nA)	A _V MIN.	I _{CC} MAX. (mA)	CMR MIN. (dB)	外形
μPC151C/G2	741	-40 ~ +85	±16	6	30	500	200	20,000	2.8	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC251C/G2	1458	-40 ~ +85	±7.5 ~ ±16	6	30	500	200	20,000	5.6	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC258C/G2	4558	-40 ~ +85	±4 ~ ±16	6.0	5 (TYP.)	500	200	20,000	5.0	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC259C/G2	-	-40 ~ +85	±4 ~ ±16	6.0	10 (TYP.)	500	200	20,000	-	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC324C/G2	324	-20 ~ +80	+3 ~ +30	7	10 (TYP.)	500	50	100,000 (TYP.)	2.0	65	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC324GR-9LG	324	-40 ~ +85	+3 ~ +30	7	10 (TYP.)	500	50	100,000 (TYP.)	2.0	65	14-pin TSSOP
μPC358C/G2	358	-20 ~ +80	+3 ~ +30	7	10 (TYP.)	500	50	100,000 (TYP.)	1.2	65	8-pin DIP/8-pin SOP 9-pin SIP
μPC358GR-9LG	358	-40 ~ +85	+3 ~ +30	7	10 (TYP.)	500	50	100,000 (TYP.)	1.2	65	8-pin TSSOP
μPC451C/G2	324	-40 ~ +85	+3 ~ +30	7	10 (TYP.)	500	50	100,000 (TYP.)	2.0	65	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC452C/G2	3403	-40 ~ +85	+3 ~ +32	7	10 (TYP.)	250	50	20,000	7	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC458C/G2	4741	-40 ~ +85	±4 ~ ±16	5.0	5 (TYP.)	300	50	20,000	7	80	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC741C/G2	741	-20 ~ +80	±16	6	30	500	200	20,000	2.8	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC801C	TL081	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	15	10 (TYP.)	0.4	0.2	25,000	2.8	70	8-pin DIP
μPC802C/G2	4250	-40 ~ +85	±1.5 ~ ±16	6	5 (TYP.)	75	20	60,000	0.1	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC803C/G2	TL082	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	15	10 (TYP.)	0.4	0.2	25,000	5.6	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC804C	TL084	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	15	10 (TYP.)	0.4	0.2	25,000	11.2	70	14-pin DIP
μPC811C/G2	-	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	2.5	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	3.4	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC812C/G2	-	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	3.0	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	6.8	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC813C/G2	-	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	2.5	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	3.4	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC814C/G2	-	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	3.0	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	6.8	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC815C	-	-20 ~ +70	±3 ~ ±20	0.06	0.3	55	50	5,000,000	4.6	110	8-pin DIP
μPC816C	-	-20 ~ +70	±3 ~ ±20	0.06	0.3	55	50	5,000,000	4.6	110	8-pin DIP
μPC821C/G2	TL071	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.2	0.05	25,000	2.7	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC822C/G2	TL072	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.2	0.05	25,000	5.0	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC824C/G2	TL074	-40 ~ +85	±5 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.2	0.05	25,000	10.0	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC831C/G2	TL061	-40 ~ +85	±2 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.1	0.05	3,000	0.25	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC832C/G2	TL062	-40 ~ +85	±2 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.1	0.05	3,000	0.5	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC834C/G2	TL064	-40 ~ +85	±2 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.1	0.05	3,000	1.0	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC842C/G2	-	-40 ~ +85	+3 ~ +32	4.5	10 (TYP.)	500	75	25,000	5.5	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC844C/G2	-	-40 ~ +85	+3 ~ +32	4.5	10 (TYP.)	500	75	25,000	5.5	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC1251C/G2	358	-40 ~ +85	+3 ~ +30	7	10 (TYP.)	500	50	100,000 (TYP.)	1.2	65	8-pin DIP 8-pin SOP

(a) オペアンプ規格一覧表 (2/2)

品名	オリジナル	動作周囲温度 T _A ()	電源電圧 V _± (V) (推奨)	V _{IO} MAX. (mV)	V _{IO} /T MAX. (μV/°C)	I _B MAX. (nA)	I _{IO} MAX. (nA)	A _V MIN.	I _{CC} MAX. (mA)	CMR MIN. (dB)	外形
μPC1458C/G2	1458	-20 ~ +80	±7.5 ~ ±16	6	30	500	200	20,000	5.6	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC3403C/G2	3403	-20 ~ +80	+3 ~ +32	7	10 (TYP.)	250	50	20,000	7	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC4061C/G2	TL061	-20 ~ +80	±2 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.1	0.05	3,000	0.25	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4062C/G2	TL062	-20 ~ +80	±2 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.1	0.05	3,000	0.5	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4064C/G2	TL064	-20 ~ +80	±2 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.1	0.05	3,000	1.0	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC4071C/G2	TL071	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.2	0.05	25,000	2.7	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4072C/G2	TL072	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.2	0.05	25,000	5.0	70	8-pin DIP/8-pin SOP 9-pin SIP
μPC4074C/G2	TL074	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	10	10 (TYP.)	0.2	0.05	25,000	10.0	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC4081C/G2	TL081	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	15	10 (TYP.)	0.4	0.2	25,000	2.8	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4082C/G2	TL082	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	15	10 (TYP.)	0.4	0.2	25,000	5.6	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4084C	TL084	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	15	10 (TYP.)	0.4	0.2	25,000	11.2	70	14-pin DIP
μPC4091C/G2	—	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	2.5	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	3.4	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4092C/G2	—	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	3.0	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	6.8	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4093C/G2	—	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	2.5	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	3.4	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4094C/G2	—	-20 ~ +80	±5 ~ ±16	3.0	7 (TYP.)	0.2	0.1	25,000	6.8	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4250C/G2	4250	-20 ~ +80	±1.5 ~ ±16	6	5 (TYP.)	75	20	60,000	0.1	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4556C/G2	—	-20 ~ +80	±4 ~ ±16	6.0	5 (TYP.)	500	200	20,000	5.0	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4558C/G2	4558	-20 ~ +80	±4 ~ ±16	6.0	5 (TYP.)	500	200	20,000	5.0	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4560C/G2	—	-20 ~ +80	±4 ~ ±16	6.0	10 (TYP.)	500	200	20,000	—	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4570C/G2	—	-20 ~ +80	±4 ~ ±16	5.0	5 (TYP.)	400	100	30,000	8	80	8-pin DIP/8-pin SOP 9-pin SIP
μPC4570GR-9LG	—	-40 ~ +85	±4 ~ ±16	5.0	5 (TYP.)	400	100	30,000	8	80	8-pin TSSOP
μPC4572C/G2	—	-20 ~ +80	±2 ~ ±7	5.0	2 (TYP.)	400	100	10,000	7	70	8-pin DIP/8-pin SOP 9-pin SIP
μPC4574C/G2	—	-20 ~ +80	±4 ~ ±16	5.0	5 (TYP.)	1000	200	30,000	12	80	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC4574GR-9LG	—	-40 ~ +85	±4 ~ ±16	5.0	5 (TYP.)	1000	200	30,000	12	80	14-pin TSSOP
μPC4741C/G2	4741	-20 ~ +80	±2 ~ ±16	3.0	5 (TYP.)	300	50	20,000	7	80	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC4742C/G2	—	-20 ~ +80	+3 ~ +32	4.5	10 (TYP.)	500	75	25,000	5.5	70	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC4742GR-9LG	—	-40 ~ +85	+3 ~ +32	4.5	10 (TYP.)	500	75	25,000	5.5	70	14-pin TSSOP
μPC4744C/G2	—	-20 ~ +80	+3 ~ +32	4.5	10 (TYP.)	500	75	25,000	11	70	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC4744GR-9LG	—	-40 ~ +85	+3 ~ +32	4.5	10 (TYP.)	500	75	25,000	11	70	8-pin TSSOP

(b) コンパレータ規格一覧表

品名	オリジナル	動作周囲温度 T _A ()	電源電圧 V [±] (V)	V _{IO} MAX. (mV)	I _B MAX. (nA)	I _{IO} MAX. (nA)	t _d TYP. (ns)	A _v TYP.	I ⁺ MAX. (mA)	V _{OL} MAX. (V)	外形
μPC177C/G2	339	- 40 ~ + 85	+ 2 ~ + 32	5	250	50	1300	200,000	2	0.4	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC271C/G2	311	- 40 ~ + 85	+ 5 ~ + 32	7.5	250	50	200	200,000	7.5	0.4	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC272C/G2	319	- 40 ~ + 85	+ 5 ~ + 32	8.0	1000	200	80	40,000	12.5	0.4	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC277C/G2	393	- 40 ~ + 85	+ 5 ~ + 32	5	250	50	1300	200,000	1	0.4	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC311C/G2	311	- 20 ~ + 80	+ 5 ~ + 32	7.5	250	50	200	200,000	7.5	0.4	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC319C/G2	319	- 20 ~ + 80	+ 5 ~ + 32	8.0	1000	200	80	40,000	12.5	0.4	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC339C/G2	339	- 20 ~ + 80	+ 2 ~ + 32	5	250	50	1300	200,000	2	0.4	14-pin DIP 14-pin SOP
μPC339GR-9LG	339	- 40 ~ + 85	+ 2 ~ + 32	5	250	50	1300	200,000	2	0.4	14-pin TSSOP
μPC393C/G2	393	- 20 ~ + 80	+ 5 ~ + 32	5	250	50	1300	200,000	1	0.4	8-pin DIP 8-pin SOP
μPC393GR-9LG	393	- 40 ~ + 85	+ 2 ~ + 32	5	250	50	1300	200,000	1	0.4	8-pin TSSOP

【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。
