

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Q&A集

資料番号 G12219JJ7V01F00 (第7版)
発行年月 August 2007 N

© NEC Electronics Corporation 1993, 2001

- 本資料に記載されている内容は2007年8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。

本版で改訂された主な箇所

箇所	内容
p. 12	A12 : 内容を変更。
p. 15	A14 : 説明文, V_{10} の式を変更。
p. 30	Q35 : 図を変更。

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。

はじめに

オペアンプ，コンパレータは，現在各種電子機器に幅広く使用されています。またオペアンプが登場した時点とは異なり，現在では，トランジスタ・ダイオードなどと同じくブラック・ボックスとして気軽に使用されています。

この反面オペアンプの裾野が広がり，安価に大量に使用されるようになるにつれ，全般的にオペアンプ，コンパレータの基礎知識が薄らいできたように受けとれます。

自然界は温度でも音でもすべて“アナログ量”なので，デジタル処理を行うためには，必ずオペアンプ，コンパレータなどのインターフェースが必要です。

このマニュアルでは，「オペアンプとは？」からはじまり，用語解説から応用面，製品系列まで，基礎知識をQ&Aの形でまとめました。

基礎知識の取得，問題解決，製品選択などにご活用ください。

目 次

基礎編

Q1 : オペアンプとは？	7
Q2 : コンパレータとは？	7
Q3 : オペアンプとコンパレータの違いは？	8
Q4 : オペアンプの製品をコンパレータとして使えますか？	8
Q5 : コンパレータの製品をオペアンプとして使えますか？	9
Q6 : オペアンプは出力短絡保護回路が内蔵されていますか？	9

用語編 (絶対最大定格)

Q7 : 絶対最大定格とは？	10
Q8 : 定格電源電圧 ($V^+ - V^-$) とは？	10
Q9 : 定格入力電圧とは？	10
Q10 : 出力印加電圧とは？ (オペアンプ)	11
Q11 : 全損失 (P_T) とは (熱抵抗とは)？	11
Q12 : ディレーティング・カーブとは？	12
Q13 : オペアンプの消費電力は、どのように決まるのですか？	13

用語編 (電気的特性)

Q14 : 入力オフセット電圧とは？	15
Q15 : 入力バイアス電流とは？	16
Q16 : 同相入力電圧範囲とは？	17
Q17 : オペアンプのAC特性はどのように見たらよいのですか？	18
Q18 : $G \cdot B$ 積とは？	19
Q19 : ゼロクロス周波数とは？	19
Q20 : スルーレートとは？	20
Q21 : コンパレータのオーバードライブとは？	21

製品系列編

Q22 : オペアンプの製品系列は？	22
Q23 : ロウ・ノイズ・オペアンプの製品系列は？	23
Q24 : 単電源オペアンプの製品系列は？	24
Q25 : J-FET入力オペアンプの製品系列は？	25
Q26 : 高精度オペアンプの製品系列は？	26
Q27 : ロウ・パワー・オペアンプの製品系列は？	27
Q28 : コンパレータの製品系列は？	27

応用編

Q29 : 使用しないオペアンプ, コンパレータの処理は？	28
Q30 : 単電源オペアンプとは？	29
Q31 : オペアンプの電源ラインにバイパス・コンデンサは必要ですか？	29
Q32 : 両電源タイプのオペアンプ (μ PC814などの製品) を単電源で使用できますか？	29
Q33 : 電源電圧を +15 V と -10 V のアンバランスの電圧で使用できますか？	29

Q34 : オペアンプ μ PC358を使用した回路で、入力電圧が一時的に電源電圧より高くなることがありますが、問題がありますか？	30
Q35 : オペアンプの増幅率を100倍 1000倍（外付け抵抗 R_2 を20 k 200 k ）に変えると、出力側のオフセット電圧が大きくなるのはなぜですか？	30
Q36 : コンパレータ μ PC277の出力端子に接続されている負荷 R_L をショートした場合、出力電流はどうなりますか？	30
Q37 : 寄生ダイオードとは？	31
Q38 : 過電圧に対する保護回路は？	33
Q39 : 基板に応力が加わると特性は変動しますか？	33

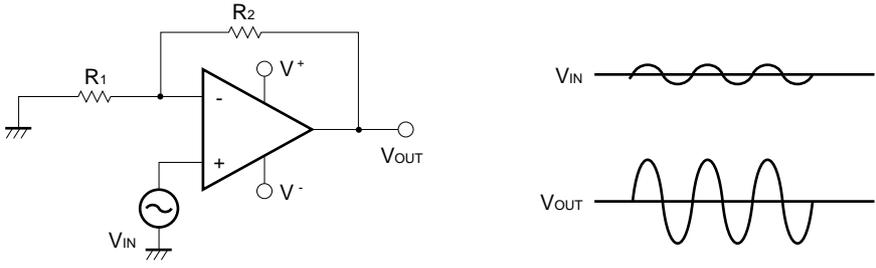
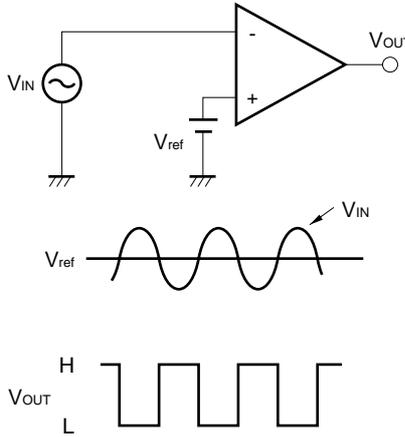
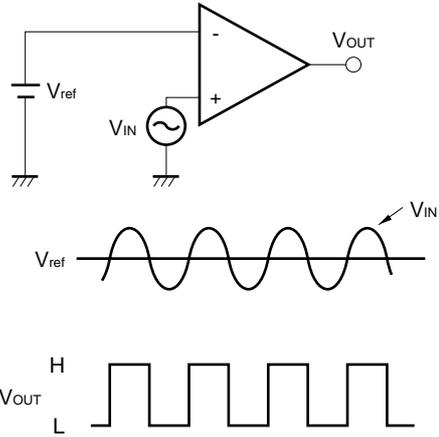
パッケージ・包装・捺印編

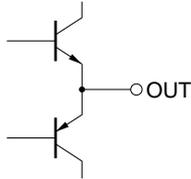
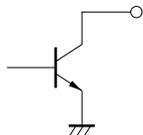
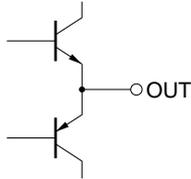
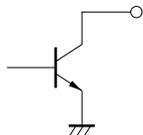
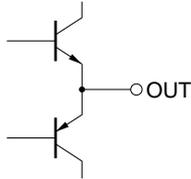
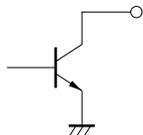
Q40 : SOPのGとG2の違いは？	34
Q41 : マガジン・ケース、テーピング品の包装仕様は？	35
Q42 : ロットNo.の意味は？	35
Q43 : 現品の捺印表示は？	36

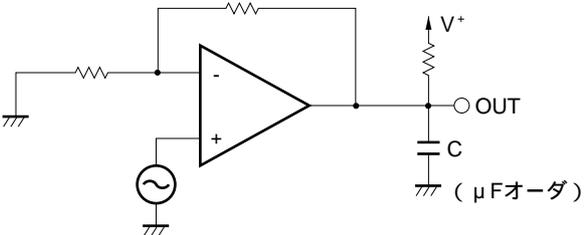
技術資料編

Q44 : どんな技術資料がありますか？	37
----------------------	----

基礎編

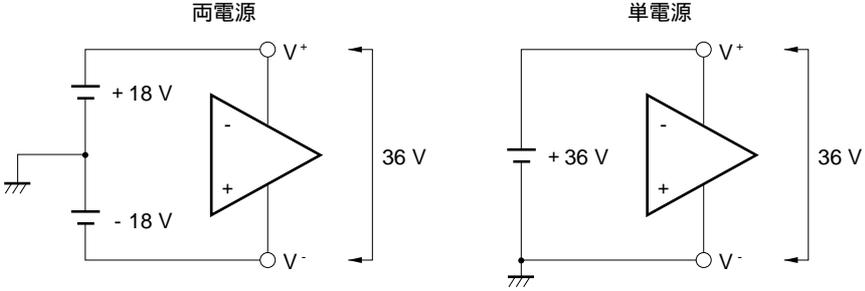
Q	A
<p>Q 1 : オペアンプとは?</p>	<p>A 1 : Operational Amplifier (演算増幅器) の略で、理想的には、増幅率 (ゲイン) 無限大の差動増幅器です。</p> <p>負帰還をかけて使用することで、増幅器をはじめ、さまざまなアナログ信号処理 (加算・減算・微分・積分など) を行えます。</p> <p>+ 入力 (I_N, 非反転入力), - 入力 (I_L, 反転入力), 出力 (OUT), 電源 (V⁺, V⁻) の5つの端子があり、図のような三角形で表します。</p> <p>最も一般的な使用例は、次のような増幅回路です。</p>  <p>入力信号を $(1 + \frac{R_2}{R_1})$ 倍に増幅して出力します。</p> <p>R₁ = 1 k , R₂ = 10 k なら11倍のアンプとなります。このため、抵抗値を変えるだけで、自由に増幅率を設定できます。</p> <p>図の回路では + 端子に入力を入れているので入力と出力は同相ですが (非反転増幅器), R₁ 側に入力を入れると出力は反転します (反転増幅器)。</p> <p>注 負帰還とは、出力と - 入力を抵抗, コンデンサ, ダイオード, トランジスタなどを介して接続し、出力信号を - 入力に “フィードバック” することをいいます。</p>
<p>Q 2 : コンパレータとは?</p>	<p>A 2 : Comparator (比較器) のことで、基準電圧 (V_{ref}) に対して入力信号 (アナログ信号) が高いか低いかを比較して出力にハイかロウを出力します。1ビットのA/Dコンバータとも解釈でき、マイコン周辺には欠かせません。</p> <p>オペアンプと同様に5つの端子があり、三角形で示します。</p> <p>最も一般的な使用例は、次のとおりです。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>反転比較回路</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>非反転比較回路</p>  </div> </div>

Q	A												
<p>Q 3 : オペアンプとコンパレータの違いは？</p>	<p>A 3 : <u>基本回路は同じですが，内部位相補正コンデンサの有無，および出力形式が違います。</u></p> <table border="1" data-bbox="550 338 1385 972"> <thead> <tr> <th></th> <th>入力段</th> <th>位相補正コンデンサ</th> <th>出力段</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>オペアンプ</td> <td>差動増幅</td> <td>あり： 負帰還をかけて使用したときに安定動作（発振しない）するためのもの。</td> <td>NPN-PNPプッシュプル </td> </tr> <tr> <td>コンパレータ</td> <td>差動増幅</td> <td>なし： 負帰還をかけて使用しないため必要なし。</td> <td>オープン・コレクタ (デジタル・インタフェースに最適) </td> </tr> </tbody> </table>		入力段	位相補正コンデンサ	出力段	オペアンプ	差動増幅	あり： 負帰還をかけて使用したときに安定動作（発振しない）するためのもの。	NPN-PNPプッシュプル 	コンパレータ	差動増幅	なし： 負帰還をかけて使用しないため必要なし。	オープン・コレクタ (デジタル・インタフェースに最適) 
	入力段	位相補正コンデンサ	出力段										
オペアンプ	差動増幅	あり： 負帰還をかけて使用したときに安定動作（発振しない）するためのもの。	NPN-PNPプッシュプル 										
コンパレータ	差動増幅	なし： 負帰還をかけて使用しないため必要なし。	オープン・コレクタ (デジタル・インタフェースに最適) 										
<p>Q 4 : オペアンプの製品をコンパレータとして使えますか？</p>	<p>A 4 : <u>使えますが，次の理由により推奨できません。</u></p> <p><理由（問題点）></p> <p>出力レベルがデジタル・インタフェースに適していない。 (たとえば，ロウ・レベルの出力電圧が1V~2V程度生じる。)</p> <p>位相補正のコンデンサが入っているため，スピードが遅い。</p> <p>したがって，オペアンプの製品（μPC358, μPC812など）はオペアンプとして，またコンパレータの製品（μPC311, μPC393など）はコンパレータとして使用することを推奨します。</p> <p>(Q 3 : オペアンプとコンパレータの違いは？参照)</p>												

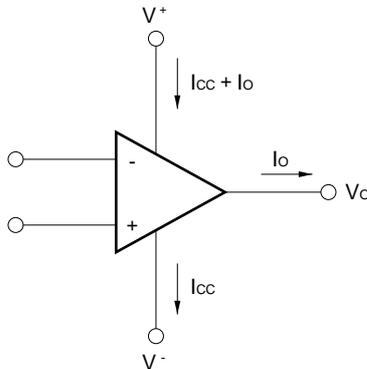
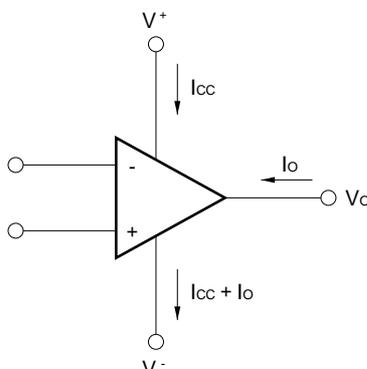
Q	A
<p>Q 5 : コンパレータの製品をオペアンプとして使えますか？</p>	<p>A 5 : <u>使えますが、次の理由により推奨できません。</u></p> <p><理由(問題点)> 位相補正用のコンデンサがないため、負帰還をかけると発振する。</p> <p>備考 発振を防止するためには、大容量のコンデンサを出力端子に接続する必要があります。この場合、スピードが極端に遅くなりますので、実用的ではありません。</p> <p>したがって、コンパレータの製品(μPC311, μPC393など)はコンパレータとして、またオペアンプの製品(μPC358, μPC812など)はオペアンプとして使用することを推奨します。</p> <p>(Q 3 : オペアンプとコンパレータの違いは? 参照)</p> 
<p>Q 6 : オペアンプは出力短絡保護回路が内蔵されていますか？</p>	<p>A 6 : <u>一部のオペアンプを除き、ほとんどのオペアンプに内蔵されています。</u>ただし、この出力短絡保護回路は、ICの検査や点検時の器具による、ちょっとした接触とか、配線クズによる短絡などの不慮の事故からオペアンプの破壊を守るフェイル・セーフ機能です。</p> <p>したがって、出力短絡保護回路を積極的に利用するような回路設計を行うことは避けるようにしてください。</p> <p>備考 出力短絡保護回路の内蔵有無に関しては、データ・シートの特徴欄に記載しています。</p>

用語編（絶対最大定格）

技術資料「オペアンプの用語と特性」（G10147J）も参照してください。

Q	A
<p>Q 7：絶対最大定格とは？</p>	<p>A 7：<u>一瞬たりとも、一項目も越えてはならない条件で、絶対最大定格を越えると特性劣化、破壊に至ります。</u></p> <p>ただし、絶対最大定格に対して実力値はマージンがあり、すぐに破壊するものではありませんが、実力値での保証はできません。</p> <p>必ず定格内で使用する必要があります。</p>
<p>Q 8：定格電源電圧($V^+ - V^-$)とは？</p>	<p>A 8：<u>V^+端子とV^-端子の間に印加できる電源電圧の最大値です。</u></p> <p>たとえば、電源電圧最大定格36Vということは</p> <p>両電源で使用時：$\pm 18V$（アンバランスでもOK）</p> <p>単電源で使用時：$+36V$</p> <p>まで印加できるという意味です。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>オペアンプにはGND端子がないため、上記の場合、両電源、単電源いずれの場合でもV^+とV^-の端子間の電圧は36Vです。</p> <p>なお、電源の逆接続は破壊の可能性があるため、注意が必要です。</p> <p>（Q37：寄生ダイオードとは？参照）</p>
<p>Q 9：定格入力電圧とは？</p>	<p>A 9：<u>特性劣化や破壊を起こさずに入力端子に印加できる電圧範囲です。</u></p> <p>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する必要があります。</p> <p>また、オペアンプ、コンパレータ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。</p> <p>（Q37：寄生ダイオードとは？参照）</p> <p>なお、通常のオペアンプ、コンパレータの定格は$V^- - 0.3V \sim V^+ + 0.3V$ですが、単電源オペアンプ、コンパレータは、電源OFF時にも入力電圧の正電圧印加が可能です。個別データ・シートの絶対最大定格の項目を参照してください。</p>

Q	A
<p>Q12: デイレーティング・カーブとは?</p>	<p>A12: 全損失 (P_T) - 動作周囲温度 (T_A) 特性曲線の事です。</p> <p>たとえば, 8 ピンSOPの場合, T_A = 25 °C では全損失の定格はP_T = 440 mWですが, 25 °C 以上では, - 4.4 mW/°C でデイレーティングする必要があるため T_A = + 80 °C での定格は, 次のようになります。</p> $P_T (T_A = + 80 \text{ °C}) = 440 - 4.4 \times (80 - 25) = 198 \text{ mW}$ <p>パッケージごとの特性曲線を次に示します。</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 20px;"> <div style="margin-right: 10px;">8 ピン</div> <div style="text-align: center;"> <p>P_T-T_A 特性</p> </div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">14ピン</div> <div style="text-align: center;"> <p>P_T-T_A 特性</p> </div> </div> </div> <p>備考 デイレーティング・カーブの斜線の延長は, ジャンクション温度の最大値となっています (オペアンプ, コンパレータではT_{Jmax.} = 125 °C または150 °C です)。</p>

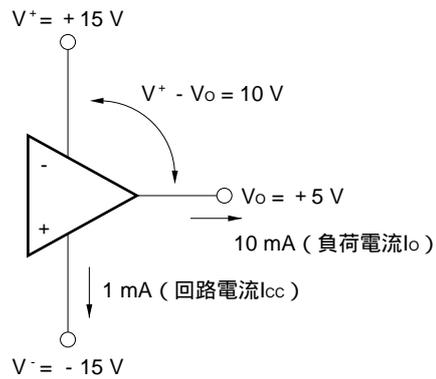
Q	A
<p>Q13 : オペアンプの消費電力は、どのように決まるのですか？</p>	<p>A13 : <u>オペアンプ自身の回路電流および出力の負荷電流から計算します。</u> 出力電流が流れ出しと流れ込みの場合で、それぞれ次のようになります。</p> <p>出力電流が流れ出しの場合</p>  $P_T = \underbrace{I_{CC} \times (V^+ - V^-)}_{\text{回路電流分}} + \underbrace{I_o \times (V^+ - V_o)}_{\text{出力電流分}}$ <p>出力電流が流れ込みの場合</p>  $P_T = \underbrace{I_{CC} \times (V^+ - V^-)}_{\text{回路電流分}} + \underbrace{I_o \times (V_o - V^-)}_{\text{出力電流分}}$

Q

Q13 : オペアンプの消費電力は、どのように決まるのですか？
(続き)

A

計算例 (流れ出しの場合)



たとえば、上の図の場合、

オペアンプ自身の回路電流による電力消費

$$I_{cc} \times (V^+ - V^-) = 1\text{ (mA)} \times 30\text{ (V)} = 30\text{ mW}$$

出力負荷電流による電力消費

$$I_o \times (V^+ - V_o) = 10\text{ (mA)} \times 10\text{ (V)} = 100\text{ mW}$$

↳ 電流吸い込みの場合 ($V_o - V^-$)

したがってトータル消費電力は

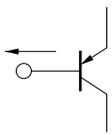
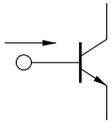
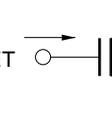
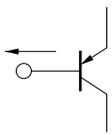
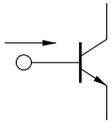
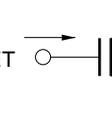
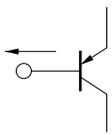
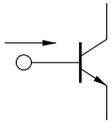
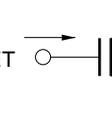
$$+ = 130\text{ mW}$$

となります。

用語編 (電気的特性)

技術資料「オペアンプの用語と特性」(G10147J)およびJIS-C-7061「はん(汎)用増幅器測定方法」も参照してください。

Q	A
<p>Q14: 入力オフセット電圧とは?</p>	<p>A 14: 負帰還をかけたときの+入力端子と-入力端子の端子間の電圧差です。理想的には0ですが、入力段差動増幅回路の+入力と-入力のトランジスタのV_{BE}の差が入力オフセット電圧となります。</p> <p>実用上では、たとえば、$V_{IO} \pm 5 \text{ mV}$の入力オフセット電圧を持つオペアンプで、101倍のアンプを作った場合、出力に最大$\pm 5 \times 101 = \pm 505 \text{ mV}$の誤差が出てきます。</p> <p>このため、微小入力信号を扱う回路では、入力オフセット電圧の小さいオペアンプを選ぶか、外部でオフセット調整を行う必要があります。</p> <div data-bbox="547 768 1390 1043" data-label="Diagram"> </div> <p>測定方法: 上記回路でV_{IN}を0として出力を101で割れば、測定できます。このため測定回路は、次の図のようになります。</p> <div data-bbox="740 1279 1185 1585" data-label="Diagram"> <p style="text-align: center;">オフセット電圧$V_{IO} = V_{OUT} / \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right)$</p> </div> <p>注意 2端子間の電位差なので、MAX.値は±の値になります。 ただし、一般の参考文献などでは±符号を省略して記載している場合もあります。</p> <p>コンパレータでは、比較電圧(スレッシュホールド電圧)の誤差となります。</p>

Q	A												
<p>Q15：入力バイアス電流とは？</p>	<p>A 15： <u>入力端子に流れ込む（あるいは流れ出す）電流のことです。</u></p> <p>入力端子はすべて、トランジスタのベース端子（FET入力ではゲート）となっています。この入力トランジスタが動作するために、ベース電流を流す必要があります。これが入力バイアス電流となります。</p> <p>実使用上では、入力に高抵抗を入れた場合に入力信号の誤差となって表れます。</p> <div data-bbox="708 573 1209 698" data-label="Diagram"> </div> <p>$R_{IN} = 1\text{ M}$, $I_B = 100\text{ nA}$では、0.1 Vの誤差となります。</p> <p>このため信号源インピーダンスが大きいときには、入力バイアス電流の小さいオペアンプを選ぶ必要があります。</p> <p>また + 入力と - 入力のバイアス電流の差が入力オフセット電流です。</p> <p>流れ込みか流れ出しかは入力段のトランジスタによって異なります。</p> <table border="1" data-bbox="552 1064 1385 1648"> <thead> <tr> <th>入力段T_r</th> <th>バイアス電流の方向</th> <th>バイアス電流のオーダー</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PNP </td> <td>流れ出し ($\mu\text{ PC358, 324, 4558, 4570, 393, 339}$など)</td> <td>nAオーダー</td> </tr> <tr> <td>NPN </td> <td>流れ込み ($\mu\text{ PC741, 1458}$など)</td> <td>nAオーダー</td> </tr> <tr> <td>Pch-FET </td> <td>流れ込み ($\mu\text{ PC406X, 407X 811 ~ 814}$など)</td> <td>pAオーダー^注</td> </tr> </tbody> </table> <p>注 Pch-FET入力トランジスタのバイアス電流は、ゲート・リーク電流に相当するためpAオーダーと小さいのが特長ですが、温度が10℃上がるとバイアス電流は2倍になるので注意が必要です。</p>	入力段T _r	バイアス電流の方向	バイアス電流のオーダー	PNP 	流れ出し ($\mu\text{ PC358, 324, 4558, 4570, 393, 339}$ など)	nAオーダー	NPN 	流れ込み ($\mu\text{ PC741, 1458}$ など)	nAオーダー	Pch-FET 	流れ込み ($\mu\text{ PC406X, 407X 811 ~ 814}$ など)	pAオーダー ^注
入力段T _r	バイアス電流の方向	バイアス電流のオーダー											
PNP 	流れ出し ($\mu\text{ PC358, 324, 4558, 4570, 393, 339}$ など)	nAオーダー											
NPN 	流れ込み ($\mu\text{ PC741, 1458}$ など)	nAオーダー											
Pch-FET 	流れ込み ($\mu\text{ PC406X, 407X 811 ~ 814}$ など)	pAオーダー ^注											

Q

A

Q16 : 同相入力電圧範囲とは？

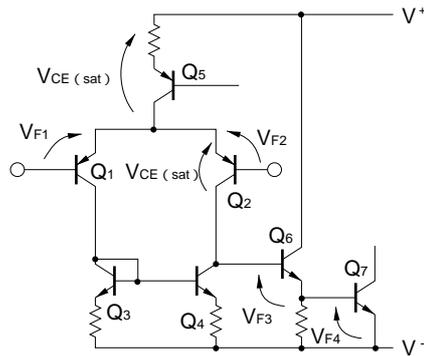
A 16 : オペアンプ、コンパレータが正常動作をする入力電圧の範囲です。

同相入力電圧範囲を越えた場合には、出力は V^+ か V^- に飽和して正常動作をしなくなるため、注意が必要です。

μ PC4558を例にとると次のようになります。

同相入力電圧範囲の考え方

トランジスタが動作するには、 V_{BE} (約0.7 V) が必要です。

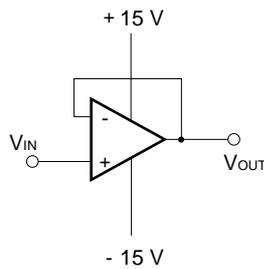


$$V^+ - V_{ICM(+)} = V_{F1} + V_{CE(sat)} \quad 1 \text{ V (} T_A = 25 \text{)}$$

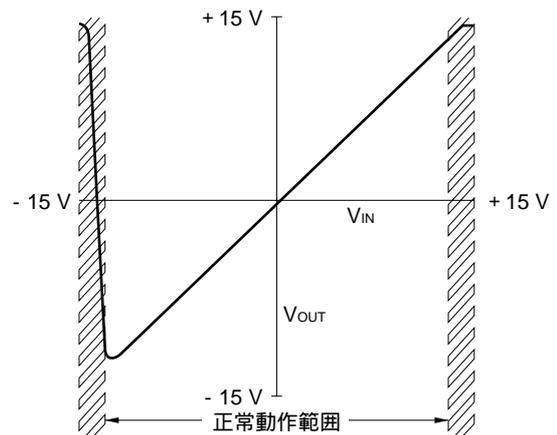
$$V^- - V_{ICM(-)} = V_{F4} + V_{F3} + V_{CE(sat)} - V_{F2} \quad 1 \text{ V (} T_A = 25 \text{)}$$

Ⓐ 同相入力電圧範囲を越えた場合

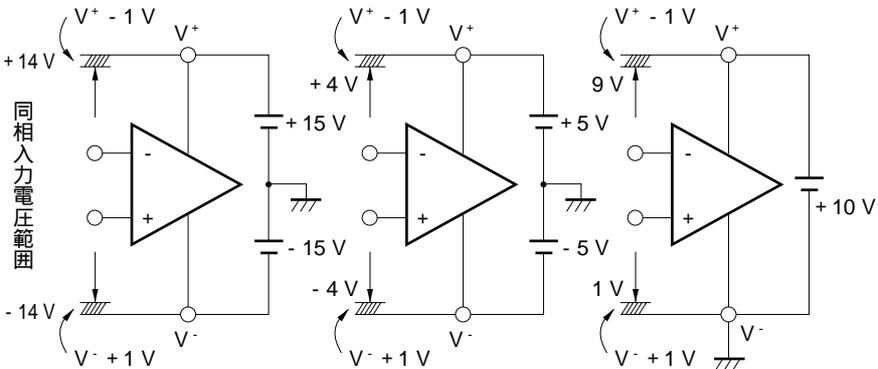
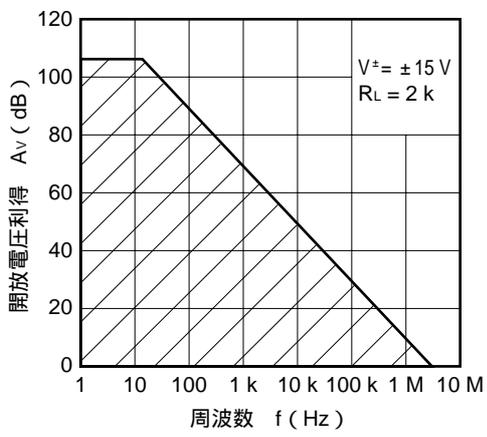
試験回路

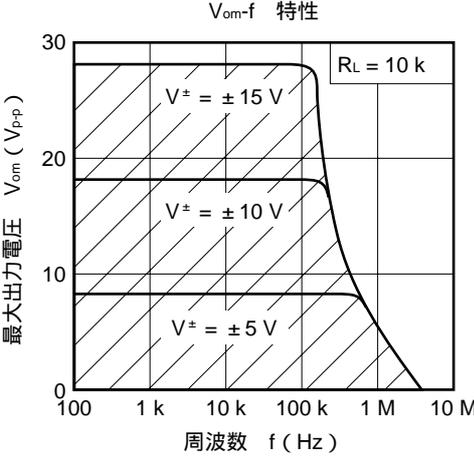
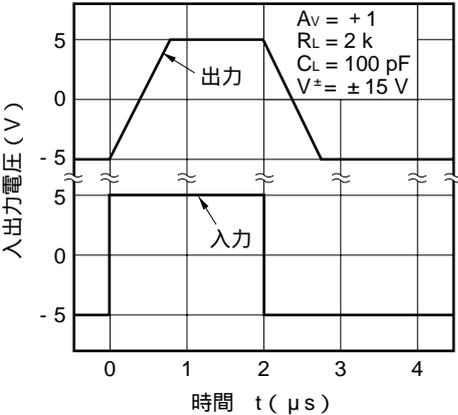
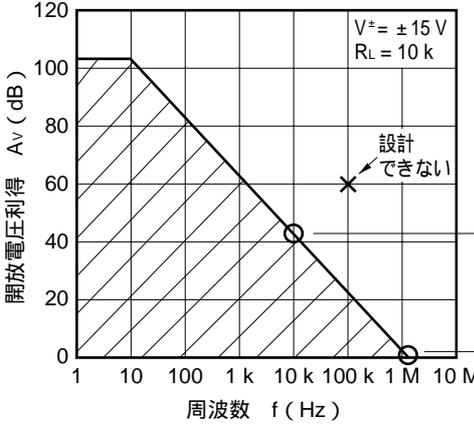


μ PC4558Cボルテージフォロワの入出力特性



斜線部分が同相入力電圧範囲を越えた範囲で、 μ PC4558の場合には、出力が V^+ へ飽和します。

Q	A
<p>Q16：同相入力電圧範囲とは？ (続き)</p>	<p>② 電源電圧が変化した場合 $V^{\pm} = \pm 15 \text{ V}$ のときデータ・シートでは $\pm 14 \text{ V TYP.}$ となっていますが、$V^{\cdot} + 1 \text{ V} \sim V^{\cdot} - 1 \text{ V}$ の範囲のことで、電源電圧を下げれば、同相入力電圧範囲も狭くなります。</p>  <p>斜線の部分が同相入力電圧範囲を越えた部分で、V^+ から 1 V、V^{\cdot} から 1 V の範囲となります。</p>
<p>Q17：オペアンプのAC特性はどのように見たらよいのですか？</p>	<p>A17：データ・シートの項目では</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スルーレート (スリューレート) ・ゼロクロス周波数 ・利得帯域幅積 (G・B積) <p>で判断できます (Q18 ~ Q20 参照)。 それぞれ規格値が大きいものが高速・広帯域であるということになりますが、処理する信号の周波数によって適切なオペアンプを選択する必要があります。 ただし、これらの項目は必ずしも電気的特性の表に記載されていないので、その場合は、特性曲線に記載されている次の3つのグラフで判断します。</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p style="text-align: center;">Av-f 特性</p>  <p style="text-align: center;">周波数 f (Hz)</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・オペアンプの差動ゲインと周波数の関係を示します。オペアンプはDC～低周波では高ゲインですが、高域ではゲインが低下します。 (斜線部分が設計可能範囲) </div> </div>

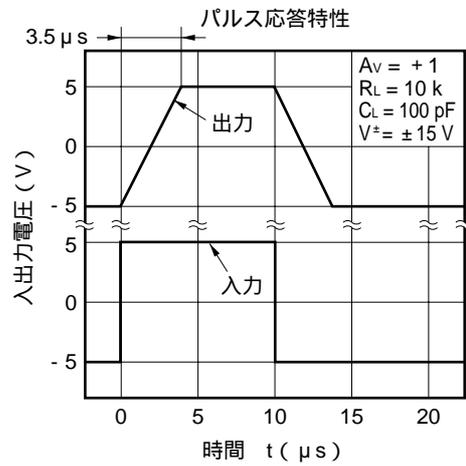
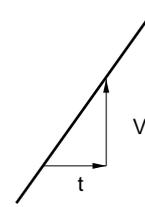
Q	A
<p>Q17: オペアンプのAC特性はどのように見たらよいのですか？ (続き)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">V_{om}-f 特性</p>  <p style="text-align: center;">パルス応答特性</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <ul style="list-style-type: none"> ・出力がひずむことなしに振幅できる最大周波数(サイン波)を示します。 この範囲を越えると出力がひずみます。 (斜線部分が設計可能範囲) ・パルス入力に対する出力の応答特性を示します。 </div> </div>
<p>Q18: G・B積とは？</p>	<p>A 18: Gain (利得) と Band Width (帯域) の積のことで、通常は $f = 10 \text{ kHz}$ で規定します。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">A_v-f 特性</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>斜線内が設計可能範囲です。 たとえば、100 kHzの周波数で20 dBの増幅回路は可能ですが、60 dBの増幅回路はできません。</p> <p>G・B積 10 kHz × 126倍 = 1.26 MHz (42 dB)</p> <p>ゼロクロス周波数1.26 MHz</p> </div> </div>
<p>Q19: ゼロクロス周波数とは？</p>	<p>A 19: 開放電圧利得が0 dB (1倍)となる周波数のことです (A 18: A_v-f特性の図参照)。</p>

Q

Q20 : スルーレートとは？

A

A20 : 出力の立ち上がり，立ち下がりの変化率のことで，次の図の出力波形の傾きで示します。
 オペアンプには位相補正用コンデンサが内蔵されており，その充放電に要する遅れです。

スルーレート = V / t 

上の図の場合 $3.5\text{ }\mu\text{s}$ で 10 V 変化しているので，スルーレートは，約 $2.9\text{ V}/\mu\text{s}$ となります。

Q	A
<p>Q21：コンパレータのオーバドライブとは？</p>	<p>A21：コンパレータの伝達特性を測定するときの条件で、<u>入力電圧が基準電圧を越え</u>どれだけ余分に<u>変化させるか</u>ということです。</p> <div style="text-align: center;"> <p>入力振幅100 mV オーバドライブ20 mV</p> <p>入力振幅100 mV オーバドライブ100 mV</p> </div> <p style="text-align: center;">コンパレータの入力信号と出力応答波形</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Aのオーバドライブ量</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Bのオーバドライブ量 Cのオーバドライブ量</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>信号入力 \square 基準入力 \square</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>B</p> <p>A</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>B</p> <p>C</p> </div> </div> <p>備考 オーバドライブ：基準入力を越えて印加される差動入力電圧</p> <p>オーバドライブ量によって出力遅延時間が異なるため、設計時には注意が必要です。また特性比較時には、オーバドライブ量の条件をそろえることが重要です。</p>

製品系列編

パンフレット「汎用リニアIC」(G10226J)も参照してください。

Q	A										
Q22 : オペアンプの製品系列は？	<p data-bbox="520 304 1139 376">A22 : 大まかな分類として、次の5タイプに分かれます。 (高速オペアンプは廃品種になりました。)</p> <table border="0"><tr><td data-bbox="595 432 932 472">ロウ・ノイズ・オペアンプ</td><td data-bbox="956 439 1412 600">μPC4558に代表されるオペアンプです。 音響用に開発されたオペアンプで主にオーディオ分野で使用されますが、汎用性もあり各分野で使用されています。</td></tr><tr><td data-bbox="595 656 932 696">単電源オペアンプ</td><td data-bbox="956 663 1412 869">μPC358, 324に代表されるオペアンプです。 単電源用に開発されたオペアンプで、TV、VTRおよび自動車電装分野で使用されています。</td></tr><tr><td data-bbox="595 925 932 965">J-FET入力オペアンプ</td><td data-bbox="956 931 1412 1093">μPC408×シリーズに代表されるオペアンプです。 入力段にJ-FETを採用し、入力バイアス電流を低くおさえています。</td></tr><tr><td data-bbox="595 1149 932 1189">高精度オペアンプ</td><td data-bbox="956 1155 1412 1317">μPC815に代表されるオペアンプです。 入力オフセット電圧および同温度ドリフトを小さくおさえたオペアンプで、主に計測分野で使用されています。</td></tr><tr><td data-bbox="595 1373 932 1413">ロウ・パワー・オペアンプ</td><td data-bbox="956 1379 1412 1541">μPC4250に代表されるオペアンプです。 回路電流を小さくおさえたオペアンプで、電池駆動の装置などの低消費電力が要求される分野で使用されています。</td></tr></table>	ロウ・ノイズ・オペアンプ	μPC4558に代表されるオペアンプです。 音響用に開発されたオペアンプで主にオーディオ分野で使用されますが、汎用性もあり各分野で使用されています。	単電源オペアンプ	μPC358, 324に代表されるオペアンプです。 単電源用に開発されたオペアンプで、TV、VTRおよび自動車電装分野で使用されています。	J-FET入力オペアンプ	μPC408×シリーズに代表されるオペアンプです。 入力段にJ-FETを採用し、入力バイアス電流を低くおさえています。	高精度オペアンプ	μPC815に代表されるオペアンプです。 入力オフセット電圧および同温度ドリフトを小さくおさえたオペアンプで、主に計測分野で使用されています。	ロウ・パワー・オペアンプ	μPC4250に代表されるオペアンプです。 回路電流を小さくおさえたオペアンプで、電池駆動の装置などの低消費電力が要求される分野で使用されています。
ロウ・ノイズ・オペアンプ	μPC4558に代表されるオペアンプです。 音響用に開発されたオペアンプで主にオーディオ分野で使用されますが、汎用性もあり各分野で使用されています。										
単電源オペアンプ	μPC358, 324に代表されるオペアンプです。 単電源用に開発されたオペアンプで、TV、VTRおよび自動車電装分野で使用されています。										
J-FET入力オペアンプ	μPC408×シリーズに代表されるオペアンプです。 入力段にJ-FETを採用し、入力バイアス電流を低くおさえています。										
高精度オペアンプ	μPC815に代表されるオペアンプです。 入力オフセット電圧および同温度ドリフトを小さくおさえたオペアンプで、主に計測分野で使用されています。										
ロウ・パワー・オペアンプ	μPC4250に代表されるオペアンプです。 回路電流を小さくおさえたオペアンプで、電池駆動の装置などの低消費電力が要求される分野で使用されています。										

Q	A
<p>Q23 : ロウ・ノイズ・オペアンプの製品系列は？</p>	<p>A 23 : μ PC4558を基本とした次の製品があります。 (上段：一般用，下段：通工用)</p> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>デュアル・タイプ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μ PC4558 μ PC258 </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>クワッド・タイプ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μ PC4741 μ PC458 </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>大出力電流化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μ PC4560 μ PC259 </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>広帯域化 (限定位相補正)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μ PC4556 - </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>超ロウ・ノイズ, 広帯域化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μ PC4570 - </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>超ロウ・ノイズ, 広帯域化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μ PC4574 - </div> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>低電圧化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μ PC4572 - </div> </div> </div> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>μ PC4558を基本としたデュアル・タイプ・オペアンプです。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>μ PC4558を基本としたクワッド・タイプ・オペアンプです。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>出力電流を25 mA (peak) と大きくしたタイプで、さらに出力電圧特性が改善されています。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>G・B積が20 MHzと広帯域ですが、10倍以下の増幅回路では不安定となります。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>ノイズ特性, AC特性を大幅に改良したタイプです。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>μ PC4570のクワッド・タイプです。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p>μ PC4570の低電圧タイプで、± 2 Vから動作します。</p> </div> </div>

Q	A
<p>Q24：単電源オペアンプの製品系列は？</p>	<p>A 24：μ PC358, 324を基本とした次の製品があります。 (上段：一般用, 下段：通工用)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <p>デュアル・タイプ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;"> μ PC358 μ PC1251 </div> <p>↓</p> <p>クワッド・タイプ</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> μ PC324 μ PC451 </div> </div> <div style="width: 50%; padding-left: 20px;"> <p>→ 単電源オペアンプの基本となるデュアル・タイプ・オペアンプです。</p> <p>→ 単電源オペアンプの基本となるクワッド・タイプ・オペアンプです。</p> <p>→ 高速化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;"> μ PC3403 μ PC452 </div> <p>→ AC特性が約2倍に改善され、クロスオーバー歪みありません。</p> <p>→ 高速・広帯域化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-bottom: 10px;"> μ PC4742 μ PC842 </div> <p>→ スルーレート, G・B積等のAC特性を大幅に改良したタイプです。クロスオーバー歪みありません。</p> <p>→ 高速・広帯域化</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> μ PC4744 μ PC844 </div> <p>→ μ PC842, 4742のクワッド・タイプです。</p> </div> </div> <p>技術資料「+5V動作オペアンプの使い方」(G13689J)も参照してください。</p>

Q	A
<p>Q25 : J-FET入力オペアンプの製品系列は？</p>	<p>A 25 : μPC408 x シリーズを基本とした次の製品があります。 (上段：一般用，下段：通工用)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC408 x μPC80 x </div> <div style="width: 60%;"> <p>J-FET入力オペアンプの基本となるオペアンプです。</p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p style="text-align: center;">ロウ・ノイズ化</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC407 x μPC82 x </div> <div style="width: 60%;"> <p>ノイズ特性，入力オフセット電圧を改善したオペアンプで，他はμPC408 x と同等です。</p> </div> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p style="text-align: center;">ロウ・パワー化</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC406 x μPC83 x </div> <div style="width: 60%;"> <p>低電圧，低消費電力のオペアンプです。</p> </div> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p style="text-align: center;">高精度化</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC4091, 4092 μPC811, 812 </div> <div style="width: 60%;"> <p>入力オフセット電圧を大幅に改善したオペアンプです。</p> </div> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p style="text-align: center;">高速化</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC4093, 4094 μPC813, 814 </div> <div style="width: 60%;"> <p>μPC811, 4091, μPC812, 4092のAC特性を約2倍改善しています。</p> </div> </div> </div> <p style="margin-top: 20px;">技術資料「J-FET入力オペアンプの使い方」(G13257J)も参照してください。</p>

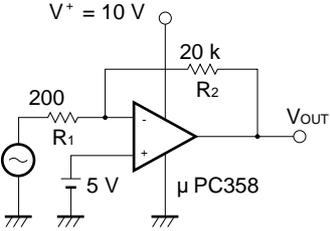
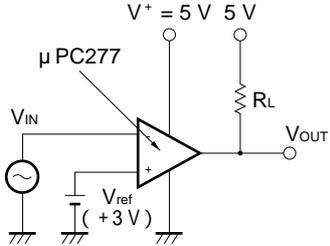
Q	A
<p>Q26：高精度オペアンプの製品系列は？</p>	<p>A 26：μPC354を基本とした次の製品があります。 （上段：一般用，下段：通工用）</p> <div data-bbox="651 331 1284 638" data-label="Diagram"> <pre> graph TD A[超高精度 μPC815] --> B[精度，ノイズ特性を大幅に改善しています。 オフセット電圧MAX. 60 μV] A --> C[高速化 μPC816] C --> D[μPC815のAC特性を約5倍改善しています。] </pre> </div> <p>技術資料「高精度オペアンプの使い方」（G13412J）も参照してください。</p>

Q	A
<p>Q27：ロウ・パワー・オペアンプの製品系列は？</p>	<p>A27：μPC802, 4250とJ-FETロウ・パワーのμPC83x, 406xシリーズがあります。 (上段：一般用, 下段：通工用)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC4250 μPC802 </div> <div style="margin-left: 20px;">→</div> <div style="width: 50%;"> <p>バイポーラ・タイプのロウ・パワー・オペアンプです。 回路電流は、外部抵抗により設定できます。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC406x μPC83x </div> <div style="margin-left: 20px;">→</div> <div style="width: 50%;"> <p>J-FETタイプのロウ・パワー・オペアンプです。</p> </div> </div>
<p>Q28：コンパレータの製品系列は？</p>	<p>A28：次の4タイプがあります。 (上段：一般用, 下段：通工用)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>高速シングル</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC311 μPC271 </div> </div> <div style="margin-left: 20px;">→</div> <div style="width: 50%;"> <p>出力形式はオープン・コレクタ, エミッタフォロワの2方式が可能です。 伝達遅延時間200 ns。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>高速デュアル</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC319 μPC272 </div> </div> <div style="margin-left: 20px;">→</div> <div style="width: 50%;"> <p>単電源, 両電源で使用可能。 伝達遅延時間80 nsと高速です。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>単電源デュアル</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC393 μPC277 </div> </div> <div style="margin-left: 20px;">→</div> <div style="width: 50%;"> <p>単電源, デュアル・タイプで最も広く使用されているコンパレータです。</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>単電源クワッド</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> μPC339 μPC177 </div> </div> <div style="margin-left: 20px;">→</div> <div style="width: 50%;"> <p>μPC393, 277のクワッド・タイプです。</p> </div> </div>

応用編

Q	A
<p>Q29：使用しないオペアンプ、コンパレータの処理は？</p>	<p>A29：入力端子をオープンのままにしても破壊はしませんが、空チャンネルの動作が不安定となり、IC内部のバランスがくずれる可能性があるため、入力端子は、次のように接続します。</p> <p><オペアンプ></p> <p>ボルテージフォロワとし、+入力を同相入力電圧範囲内（たとえばGND）に接続する。</p> <div data-bbox="619 577 1050 869" data-label="Diagram"> </div> <p>ただしμPC4556の場合には増幅率10倍以上の増幅回路とする必要があります。</p> <div data-bbox="619 1070 1340 1370" data-label="Diagram"> </div> <p><コンパレータ></p> <p>出力はオープンのまま、入力を同相入力電圧範囲内（たとえばGND）に接続します。</p> <div data-bbox="619 1617 1197 1863" data-label="Diagram"> </div>

Q	A
<p>Q30：単電源オペアンプとは？</p>	<p>A 30：単電源で使用したときにGND入力ができる，つまりV^-を同相入力電圧範囲に含んでいるオペアンプのことです。（Q16：同相入力電圧範囲とは？参照）</p> <div data-bbox="734 347 1197 604" data-label="Diagram"> </div> <p>他のオペアンプでも単電源での使用はできますが，GND入力，GND出力ができないため，入力にバイアスをもたせる必要があります。</p>
<p>Q31：オペアンプの電源ラインにバイパス・コンデンサは必要ですか？</p>	<p>A 31：電源ラインのバイパス・コンデンサは必要です。高周波特性の良いコンデンサをできるだけオペアンプの電源端子の近傍に接続してください。</p>
<p>Q32：両電源タイプのオペアンプ（μPC814などの製品）を単電源で使用できますか？</p>	<p>A 32：使用できます。</p> <p>ただし，入力電圧範囲や出力電圧範囲などが制限されますので，注意してください。</p> <p>たとえば，μPC814を+10Vの単電源で使用した場合，0V付近の入力信号を増幅することができません。</p> <p>これは，入力電圧範囲のMIN.値が3V程度になるためです。また，出力電圧も同様に以下のように制限されますので，注意して設計する必要があります。</p> <p>< μPC814のデータ・シートの規格 ></p> <p>(測定条件：$V^\pm = \pm 15V$)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同相入力電圧範囲：-12V TYP. ~ +14V TYP. ・最大出力電圧範囲：-13.3V TYP. ~ +14V TYP. <div data-bbox="654 1478 1276 1870" data-label="Diagram"> </div>
<p>Q33：電源電圧を+15Vと-10Vのアンバランスの電圧で使用できますか？</p>	<p>A 33：使用できます。</p> <p>ただし，オペアンプの入力電圧範囲や出力電圧範囲が電源電圧に依存しますので，注意が必要です（電源電圧と入出力電圧の電圧調整が必要です）。</p>

Q	A
<p>Q34 : オペアンプ μPC358 を使用した回路で、入力電圧が一時的に電源電圧より高くなる場合がありますが、問題がありますか？</p> <p><使用回路の電圧関係></p> <ul style="list-style-type: none"> ・電源電圧 : +5 V (単電源電圧) ・入力電圧 : +15 V (一時的な印加電圧) 	<p>A 34 : <u>問題はありません。</u></p> <p>μPC358 はデータ・シートの絶対最大定格に記載されているように、電源電圧に関係なく、32 V まで印加することができます。</p>
<p>Q35 : オペアンプの増幅率を 100 倍 1000 倍 (外付け抵抗 R_2 を 20 k 200 k) に変えると出力側のオフセット電圧が大きくなるのはなぜですか？</p> 	<p>A 35 : <u>これは入力段に発生したオフセット電圧が単純に 100 倍 1000 倍に増幅されただけです。</u> オペアンプの出力側のオフセット電圧は、外付け抵抗で設定した倍率で増幅されます。このオフセット電圧は誤差電圧に相当しますので、外付け抵抗で設定する増幅率をむやみに大きくすることは避けるようにしてください。</p>
<p>Q36 : コンパレータ μPC277 の出力端子に接続されている負荷 R_L をショートした場合、出力電流はどうなりますか？</p> 	<p>A 36 : <u>μPC277 の出力段のトランジスタ (Q_8) を駆動するベース電流が 100 μA の定電流になっていますので、出力電流はある電流値 (40 mA ~ 50 mA 程度) で制限がかかります (μPC277 のデータ・シートの等価回路図および $V_{OL} - I_o$ SINK 特性を参照してください) 。</u></p>

Q	A
<p>Q37：寄生ダイオードとは？</p>	<p>A 37：ICの構造上，等価回路に現れない，PN接合により構成されるダイオードです。</p> <p>バイポーラICのNPNトランジスタと抵抗の断面構造の例を，次に示します。サブストレート（P層）および絶縁領域（P⁺層）は電源の最低電位V⁻に接続されます。</p> <p>したがって，各素子の電位がV⁻，V⁺間であれば，寄生ダイオードは逆方向となり無視できます。</p> <p>しかし，各素子の電位がV⁻以下あるいはV⁺以上となると，寄生ダイオードに電流が流れ，誤動作，特性劣化，破壊にいたることとなり，注意が必要です。</p> <div style="text-align: center;"> <p>NPNトランジスタ断面構造</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>抵抗断面構造</p> </div>

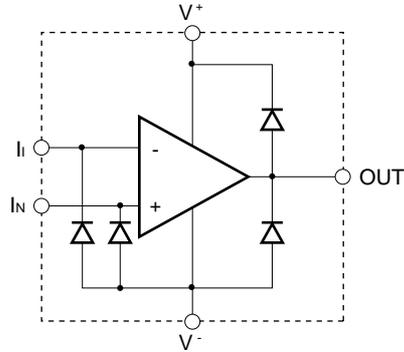
Q

Q37：寄生ダイオードとは？
(続き)

A

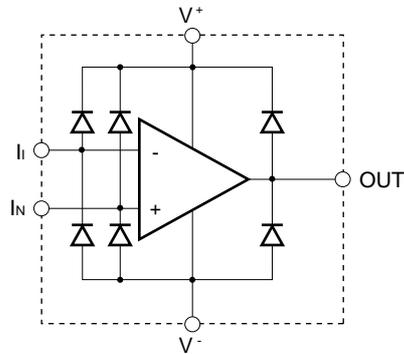
A37：また、オペアンプの内部では、次のように寄生ダイオードが構成されています。

<オペアンプ>
寄生ダイオードの構成例



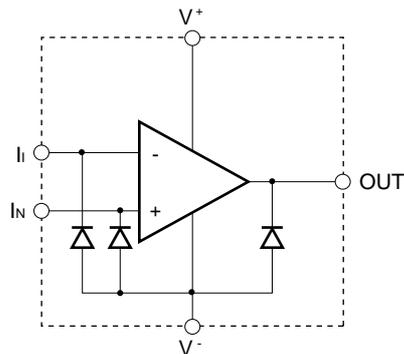
μ PC451,324, μ PC458,4741 ,
μ PC1251,358, μ PC258,4558 ,
μ PC801,4081, μ PC802,4250 ,
μ PC811,4091, μ PC812,4092 ,
μ PC821,4071, μ PC822,4072 ,
μ PC832,4062, μ PC834,4064 ,
μ PC842,4742, μ PC844,4744 ,
μ PC4572, μ PC4574など

寄生ダイオードの構成例



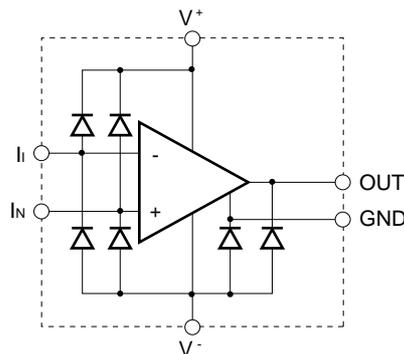
μ PC815, μ PC816

<コンパレータ>
寄生ダイオードの構成例

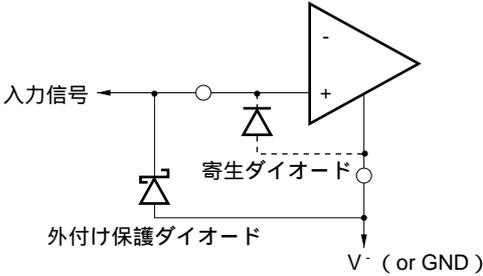
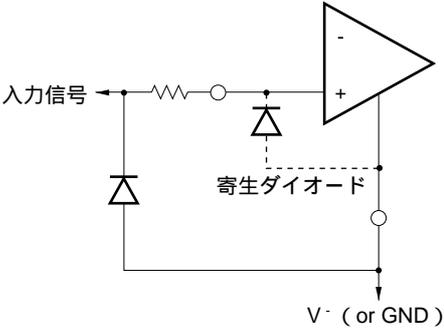


μ PC177,339, μ PC277,393

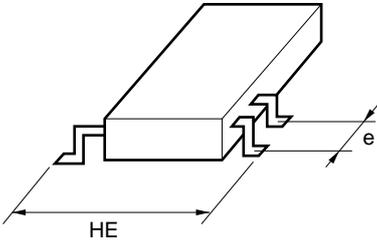
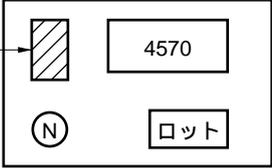
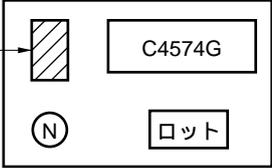
寄生ダイオードの構成例



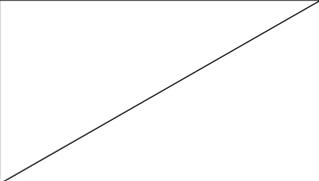
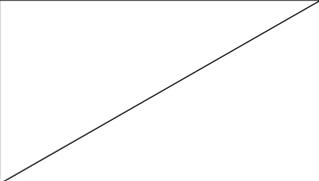
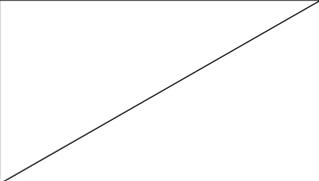
μ PC271,311, μ PC272,319

Q	A
<p>Q38：過電圧に対する保護回路は？</p>	<p>A 38：入出力端子とV^+、V^-間を順方向電圧の小さいダイオード（ショットキ・ダイオード）でクランプし保護します。</p> <p>Q29の寄生ダイオードの順方向電圧は、通常のシリコン・スイッチング・ダイオードと同等の約0.6 Vです。この寄生ダイオードに電流が流れないように、順方向電圧の小さいダイオードで保護します。</p> <p style="text-align: center;">入力-V^-間の保護回路例</p>  <p>通常のシリコン・スイッチング・ダイオードを外付け保護ダイオードとして使用する場合には、さらにシリーズ抵抗を入れ、寄生ダイオードに流れる電流を5 mA以下程度におさえれば、破壊することはありません。ただし、誤動作の可能性はありますので、外付け保護ダイオードは、ショットキ・ダイオードなどの順方向電圧の小さいダイオードを推奨します。</p> <p style="text-align: center;">シリコン・ダイオードと抵抗による 入力-V^-間の保護回路例</p> 
<p>Q39：基板に応力が加わると特性は変動しますか？</p>	<p>A 39：特に<input type="text" value="入力オフセット電圧"/>が変動します。</p> <p>半導体に外部より応力が加わると、半導体の比抵抗が変化します。これをピエゾ効果といいます。</p> <p>このため、基板に応力が加わると、ICチップも同様に応力が加わり、オペアンプ、コンパレータの入力部に使用している差動増幅回路の特性が変動し、特性上では主に入力オフセット電圧が変動します。</p> <p>特性変動は、基板の大きさ、実装条件、応力の加わり方に影響されるため、IC単体としての評価基準もなく、実機状態での十分な評価が必要です。</p>

パッケージ・包装・捺印編

Q	A									
<p>Q40：SOPのGとG2の違いは？</p>	<p>A40：外形寸法が異なります。</p> <p>EIAJ（日本電子機械工業会）標準外形に準拠するために，昭和58年（1983年）に外形寸法を変更し，区分のためにパッケージ記号をGからG2に変更しました。</p> <p>現在は，すべてG2に変更済みです。</p> <p>外形寸法の相違点を次に示します。</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">G</th> <th style="text-align: center;">G2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>リード取り付け幅（HE）</td> <td style="text-align: center;">6.0 mm</td> <td style="text-align: center;">6.5 mm</td> </tr> <tr> <td>リード・ピッチ（e）</td> <td style="text-align: center;">1.25 mm</td> <td style="text-align: center;">1.27 mm</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p>備考 1．G2はEIAJ（日本電子機械工業会）標準外形に準拠。</p> <p>2．見分け方は，G2には帯が捺印されています。</p> <div style="margin: 10px 0;"> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>帯 →</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>4570</p> <p>ロット</p> <p>(N)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>8ピン</p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px; display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p>帯 →</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>C4574G</p> <p>ロット</p> <p>(N)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>14ピン</p> </div> </div> </div> <p>なお，G, G2の区分は，オペアンプ，コンパレータのみに適用しています。</p>		G	G2	リード取り付け幅（HE）	6.0 mm	6.5 mm	リード・ピッチ（e）	1.25 mm	1.27 mm
	G	G2								
リード取り付け幅（HE）	6.0 mm	6.5 mm								
リード・ピッチ（e）	1.25 mm	1.27 mm								

Q	A
Q41 : マガジン・ケース, テーピング品の包装仕様は?	A 41 : 「SEMICONDUCTORS SELECTION GUIDE Products & Packages (CD-ROM) 」 (X13769X) を参照してください。
Q42 : ロットNo.の意味は?	<p>A 42 : <u>製造年月日</u>を示します。</p> <p style="text-align: center;"> $\begin{array}{cccc} 0 & 6 & 1 & 0 & x & x \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & & & \\ \text{年コード} & \text{週コード} & \text{NECエレクトロニクス管理記号} & & & \end{array}$ (下2桁) </p> <p style="text-align: center;">ただし, 8ピンSOPのロットNo.は以下ようになります。</p> <p style="text-align: center;"> $\begin{array}{ccc} 8 & 1 & 0 \\ \downarrow & \downarrow & \\ \text{年コード} & \text{週コード} & \\ \text{(下1桁)} & & \end{array}$ (NECエレクトロニクス管理記号は現品に捺印されません) </p>

Q	A																		
Q43 : 現品の捺印表示は？	A 43 : 次に示す捺印となります。μ PC1251, 358, μ PC451, 324を例に示します。 <table border="1" data-bbox="550 293 1385 1245" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>国内組立品</th> <th>海外組立品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8ピンDIP</td> <td style="text-align: center;"> NEC JAPAN C1251C <input type="text" value="ロットNo."/> </td> <td style="text-align: center;"> NEC MAL C358C <input type="text" value="ロットNo."/> </td> </tr> <tr> <td>14ピンDIP</td> <td style="text-align: center;"> NEC JAPAN μ PC451C <input type="text" value="ロットNo."/> </td> <td style="text-align: center;"> NEC MALAYSIA C324C <input type="text" value="ロットNo."/> </td> </tr> <tr> <td>8ピンSOP</td> <td> 帯 → <input type="text" value="1251"/> <input type="text" value="ロットNo."/> </td> <td>国内組立品と同じ</td> </tr> <tr> <td>14ピンSOP</td> <td> 帯 → <input type="text" value="C451G"/> <input type="text" value="ロットNo."/> </td> <td>国内組立品と同じ</td> </tr> <tr> <td>9ピン・スリムSIP</td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;"> C358HA CHINA <input type="text" value="ロットNo."/> </td> </tr> </tbody> </table> <p>備考 この捺印は，2000年12月現在の捺印です。</p>		国内組立品	海外組立品	8ピンDIP	NEC JAPAN C1251C <input type="text" value="ロットNo."/>	NEC MAL C358C <input type="text" value="ロットNo."/>	14ピンDIP	NEC JAPAN μ PC451C <input type="text" value="ロットNo."/>	NEC MALAYSIA C324C <input type="text" value="ロットNo."/>	8ピンSOP	帯 → <input type="text" value="1251"/> <input type="text" value="ロットNo."/>	国内組立品と同じ	14ピンSOP	帯 → <input type="text" value="C451G"/> <input type="text" value="ロットNo."/>	国内組立品と同じ	9ピン・スリムSIP		C358HA CHINA <input type="text" value="ロットNo."/>
	国内組立品	海外組立品																	
8ピンDIP	NEC JAPAN C1251C <input type="text" value="ロットNo."/>	NEC MAL C358C <input type="text" value="ロットNo."/>																	
14ピンDIP	NEC JAPAN μ PC451C <input type="text" value="ロットNo."/>	NEC MALAYSIA C324C <input type="text" value="ロットNo."/>																	
8ピンSOP	帯 → <input type="text" value="1251"/> <input type="text" value="ロットNo."/>	国内組立品と同じ																	
14ピンSOP	帯 → <input type="text" value="C451G"/> <input type="text" value="ロットNo."/>	国内組立品と同じ																	
9ピン・スリムSIP		C358HA CHINA <input type="text" value="ロットNo."/>																	

技術資料編

Q	A												
<p>Q44：どんな技術資料がありますか？</p>	<p>A 44：次の技術資料があります。</p> <p>なお，データ・ブック「汎用リニアIC」（G18169J）にすべて収録されています。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">資料名</th> <th style="text-align: center;">資料番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>オペアンプの用語と特性</td> <td>G10147J</td> </tr> <tr> <td>オペアンプ，コンパレータの選択法</td> <td>G10617J</td> </tr> <tr> <td>+5V動作オペアンプの使い方</td> <td>G13689J</td> </tr> <tr> <td>J-FET入力オペアンプの使い方</td> <td>G13257J</td> </tr> <tr> <td>高精度オペアンプの使い方</td> <td>G13412J</td> </tr> </tbody> </table>	資料名	資料番号	オペアンプの用語と特性	G10147J	オペアンプ，コンパレータの選択法	G10617J	+5V動作オペアンプの使い方	G13689J	J-FET入力オペアンプの使い方	G13257J	高精度オペアンプの使い方	G13412J
資料名	資料番号												
オペアンプの用語と特性	G10147J												
オペアンプ，コンパレータの選択法	G10617J												
+5V動作オペアンプの使い方	G13689J												
J-FET入力オペアンプの使い方	G13257J												
高精度オペアンプの使い方	G13412J												

【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が，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。
