

## 1.7MHz, 50μA/ch, 高 EMI 耐性, 入出力フルスイングオペアンプ

### ■ 特長 ( $V^+ = 5V$ , 標準値)

- 高効率
  - 高い GBW 対消費電流比率
    - GBW 1.7MHz
    - 消費電流 50μA/ch
- 入出力フルスイング
- 動作電圧範囲 1.8V to 5.5V
- EMI フィルタ内蔵
- 過大入力保護機能
- ユニティゲイン安定
- 入力オフセット電圧 5mV max.
- スルーレート 0.8V/μs
- 動作温度範囲 -55°C to 125°C
- パッケージ
  - NJU77550/NJU77551 SOT-23-5, SC-88A
  - NJU77552 SOP8, TVSP8
  - NJU77554 SSOP14

### ■ アプリケーション

- バッテリー動作機器:
  - オーディオ, ヘルスケア, セキュリティー
- ガス/煙センサー
- スマートメータ
- センサーインターフェース
- AD/DA コンバーターバッファ
- フォトダイオードアンプ

### ■ 概要

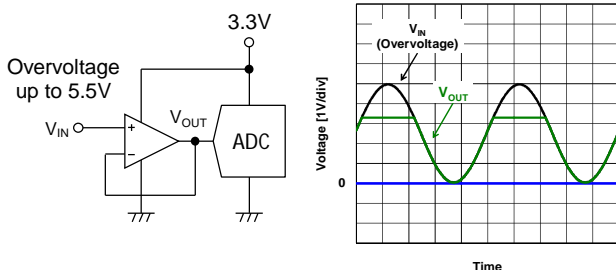
NJU77550/NJU77551/NJU77552/NJU77554 は 1/2/4 回路入り入出力フルスイング CMOS オペアンプです。1 回路あたりの消費電流はわずか 50μA で、利得帯域幅積は 1.7MHz、スルーレートは 0.8V/μs を実現しています。また、単電源 1.8V から動作可能であり、機器の省エネ設計に貢献できるため、低消費電力を重視するバッテリー機器に最適です。

NJU7755x シリーズの低入力バイアス電流特性は、フォトダイオード、圧電センサー、煙センサーなどハイインピーダンスアプリケーションのインターフェースに最適です。また、入出力フルスイング特性はオーディオアンプ、ハイサイドセンシング、アクティブフィルター、バッファ等、幅広いアプリケーションに対応します。さらに、携帯電話や無線機器などを使用する環境においても誤動作を起こしにくい、優れた EMI 耐性や、電源電圧を超える入力電圧(推奨:  $V^+ + 5.5V$ )が許容される過大入力保護機能は、ロバスト設計が求められるアプリケーションにも最適です。

NJU7755x シリーズは単電源 1.8V から 5.5V で特性を保証しており、低電圧で動作するアプリケーションに最適です。また、動作温度は -55°C to 125°C に拡大しており、温度変化の大きい過酷な環境でもご使用いただけます。

1 回路品の NJU77550/NJU77551 は 5 ピン SC-88A、及び SOT-23 パッケージ、2 回路品の NJU77552 は 8 ピンの SOP パッケージと TVSP パッケージ、4 回路品の NJU77554 は 14 ピンの SSOP パッケージがございます。

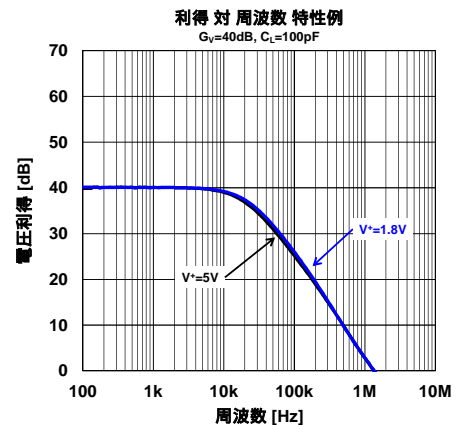
### アプリケーション回路例



過大入力保護機能付き ADC バッファ

### 高効率

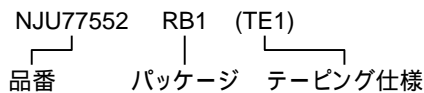
GBW=1.7MHz ( $I_{SUPPLY}=50\mu A/ch$ )



## ■ 端子配置図

|       |            |             |            |           |
|-------|------------|-------------|------------|-----------|
| 端子配列  |            |             |            |           |
| パッケージ | SC88A      | SOT-23-5    | SC88A      | SOT-23-5  |
| 製品名   | NJU77550F3 | NJU77550F   | NJU77551F3 | NJU77551F |
| 端子配列  |            |             |            |           |
| パッケージ | SOP8       | TVSP8       | SSOP14     |           |
| 製品名   | NJU77552G  | NJU77552RB1 | NJU77554V  |           |

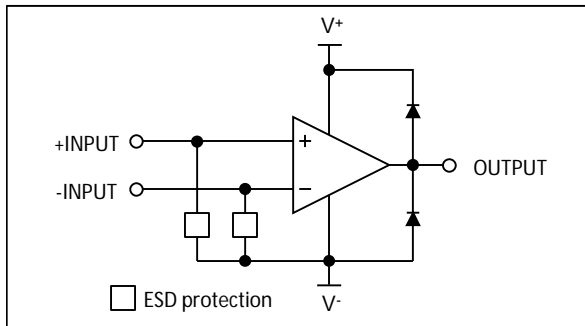
## ■ 製品名構成



## ■ オーダーインフォメーション

| 製品名         | パッケージ    | RoHS | Halogen-Free | めっき組成 | マーキング | 製品重量 (mg) | 最低発注数量 (pcs) |
|-------------|----------|------|--------------|-------|-------|-----------|--------------|
| NJU77550F   | SOT-23-5 | ○    | ○            | Sn2Bi |       | 15        | 3000         |
| NJU77550F3  | SC-88A   | ○    | ○            | Sn2Bi |       | 7.5       | 3000         |
| NJU77551F   | SOT-23-5 | ○    | ○            | Sn2Bi |       | 15        | 3000         |
| NJU77551F3  | SC-88A   | ○    | ○            | Sn2Bi |       | 7.5       | 3000         |
| NJU77552G   | SOP8     | ○    | ○            | Sn2Bi | 77552 | 88        | 2500         |
| NJU77552RB1 | TVSP8    | ○    | ○            | Sn2Bi | 77552 | 18        | 2000         |
| NJU77554V   | SSOP14   | ○    | ○            | Sn2Bi | 77554 | 65        | 2000         |

## ■ ブロック図



## ■ 絶対最大定格

| 項目                    | 記号               | 定格                       | 単位 |
|-----------------------|------------------|--------------------------|----|
| 電源電圧                  | $V^+ - V^-$      | 7                        | V  |
| 入力電圧 <sup>(1)</sup>   | $V_{IN}$         | $V - 0.3$ to $V + 7$     | V  |
| 入力電流 <sup>(1)</sup>   | $I_{IN}$         | 10                       | mA |
| 出力印加電圧 <sup>(2)</sup> | $V_O$            | $V - 0.3$ to $V^+ + 0.3$ | V  |
| 差動入力電圧 <sup>(3)</sup> | $V_{ID}$         | $\pm 7$                  | V  |
| 出力短絡時間 <sup>(4)</sup> | -                | 無限大                      | -  |
| 消費電力 <sup>(5)</sup>   |                  | 2-layer / 4-Layer        |    |
| SOT-23-5              | P <sub>D</sub>   | 480 / 650                | mW |
| SC-88A                |                  | 360 / 490                |    |
| SOP8                  |                  | 690 / 1000               |    |
| TVSP8                 |                  | 510 / 680                |    |
| SSOP14                |                  | 500 / 620                |    |
| 保存温度                  | T <sub>stg</sub> | -65 to +150              | °C |
| ジャンクション温度             | T <sub>J</sub>   | 150                      | °C |

## ■ 熱特性

| パッケージ        | 記号              | 値                 | 単位   |
|--------------|-----------------|-------------------|------|
| 接合部 - 周囲雰囲気間 |                 | 2-layer / 4-layer |      |
| SOT-23-5     | θ <sub>ja</sub> | 259 / 193         | °C/W |
| SC-88A       |                 | 352 / 256         |      |
| SOP8         |                 | 181 / 123         |      |
| TVSP8        |                 | 244 / 185         |      |
| SSOP14       |                 | 249 / 201         |      |
| 接合部 - ケース表面間 |                 | 2-layer / 4-layer |      |
| SOT-23-5     | ψ <sub>jt</sub> | 67 / 58           | °C/W |
| SC-88A       |                 | 91 / 73           |      |
| SOP8         |                 | 49 / 43           |      |
| TVSP8        |                 | 51 / 45           |      |
| SSOP14       |                 | 53 / 52           |      |

(1) 負電圧印加時は ESD 保護素子によってクランプされます。入力電圧が  $V - 0.3V$  を超える場合は、制限抵抗を用いて入力電流を 10mA 以下に抑えてください。

(2) 出力印加電圧の上限は 7V となります。

(3) 差動入力電圧は +INPUT 端子と -INPUT 端子の電位差です。

(4) 短絡時は、全消費電力が P<sub>D</sub> 及びデレーティングを越えない範囲でご使用下さい。

(5) 消費電力は Ta=25°C の時に IC で消費できる電力値で、JEDEC 標準規格に準拠して測定された値です。

2-layer: 基板実装時 76.2x114.3x1.6mm(2 層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による

4-layer: 基板実装時 76.2x114.3x1.6mm(4 層 FR-4)で EIA/JEDEC 準拠による(4 層基板内径:74.2x74.2mm)

## ■ 推奨動作条件

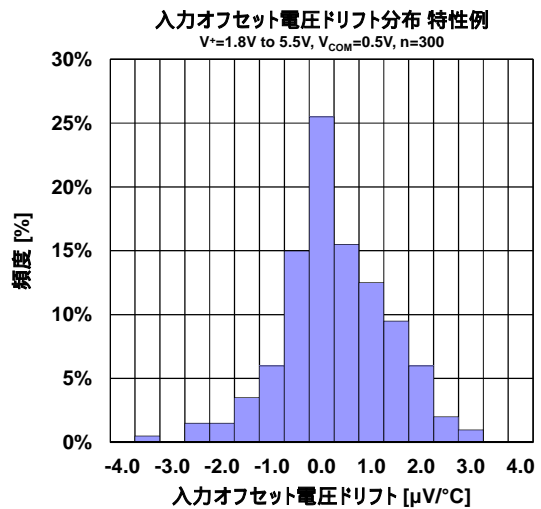
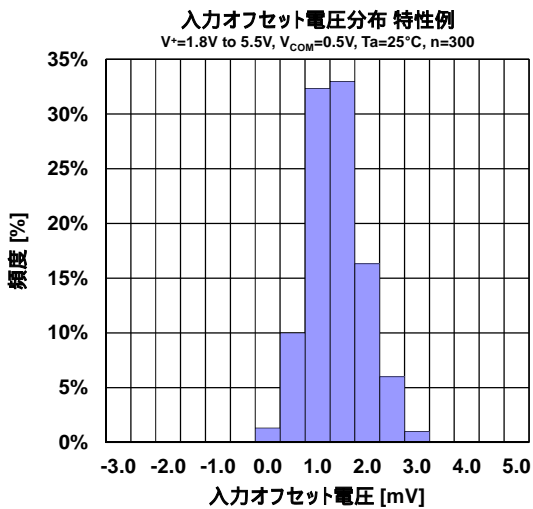
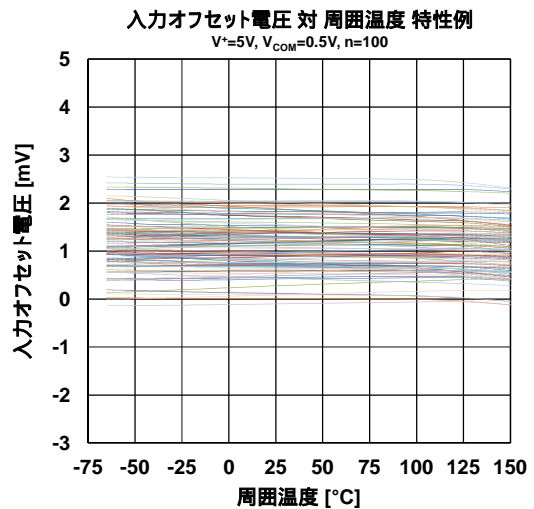
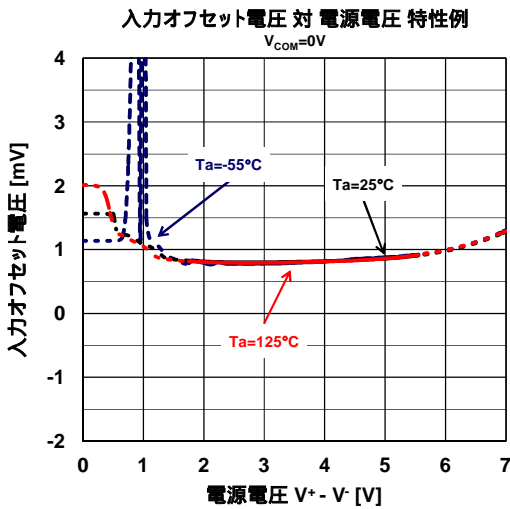
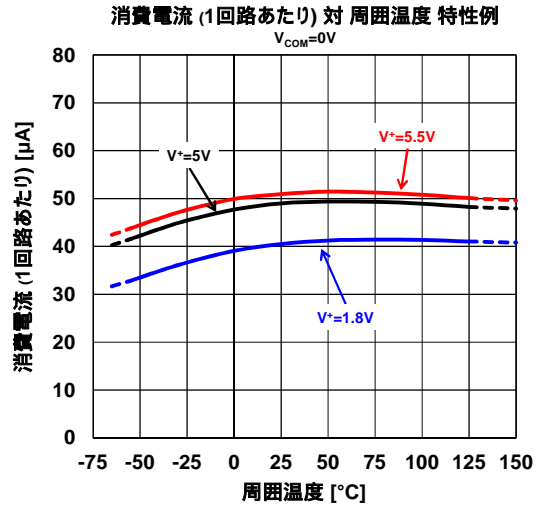
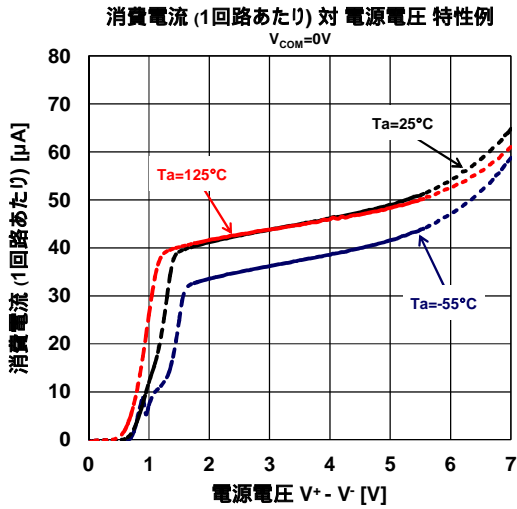
| 項目   | 記号          | 条件             | 値                          | 単位 |
|------|-------------|----------------|----------------------------|----|
| 電源電圧 | $V^+ - V^-$ | -40°C to 125°C | 1.8 to 5.5                 | V  |
|      |             | -55°C to 125°C | 2.0 to 5.5                 | V  |
| 入力電圧 | $V_{IN}$    |                | $V^- - 0.3$ to $V^+ + 5.5$ | V  |
| 動作温度 | $T_{opr}$   |                | -55 to +125                | °C |

## ■ 電気的特性 (指定なき場合には, $V^+=1.8$ to $5.5V$ , $V^-=0V$ , $V_{COM}=V^+/2$ , $R_L=10k\Omega$ to $V_{COM}$ , $T_a=25^\circ C$ )

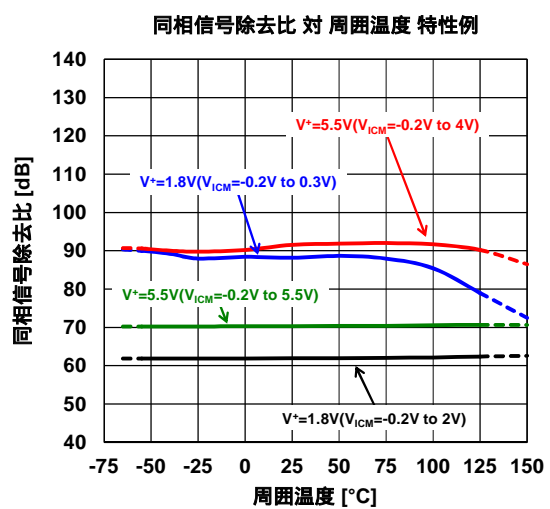
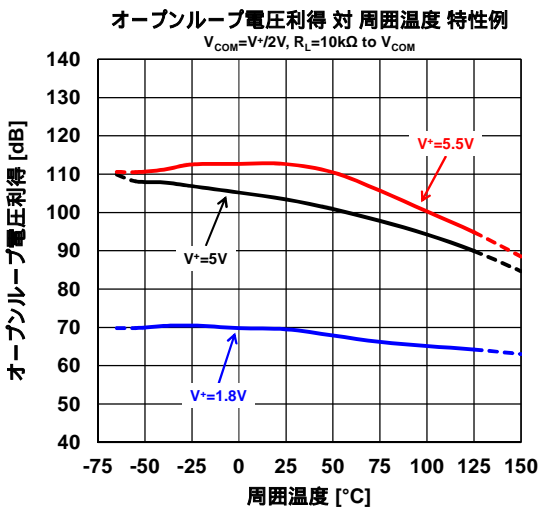
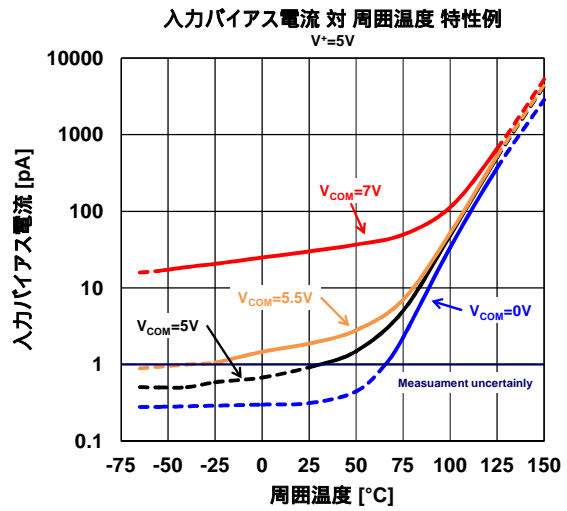
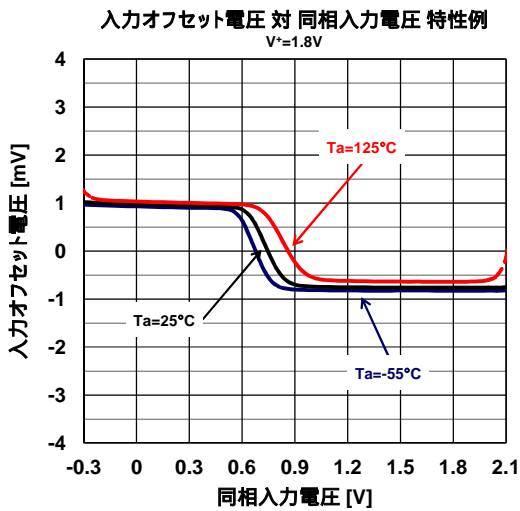
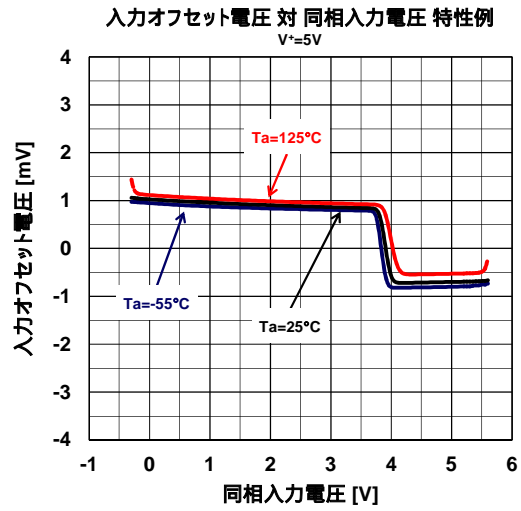
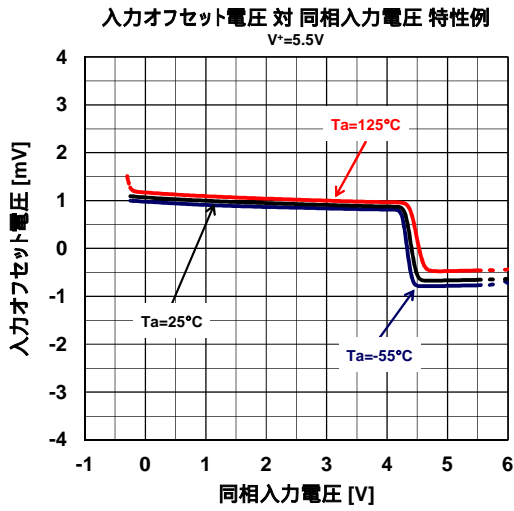
| 項目                                | 記号                       | 条件  | 最小          | 標準         | 最大                | 単位               |
|-----------------------------------|--------------------------|---|-------------|------------|-------------------|------------------|
| <b>入力特性</b>                       |                          |   |             |            |                   |                  |
| 入力オフセット電圧                         | $V_{IO}$                 | $V_{COM}=0V$ to $V^+$                             | -           | 1          | 5                 | mV               |
| 入力バイアス電流                          | $I_B$                    |   | -           | 1          | -                 | pA               |
| 入力オフセット電流                         | $I_{IO}$                 |   | -           | 1          | -                 | pA               |
| 入力オフセット電圧ドリフト                     | $\Delta V_{IO}/\Delta T$ | $T_a=-40^\circ C$ to $125^\circ C$                | -           | 1          | -                 | $\mu V/^\circ C$ |
| 同相入力抵抗                            | $R_{IC}$                 |   | -           | 1T         | -                 | $\Omega$         |
| 差動入力抵抗                            | $R_{ID}$                 |   | -           | 1T         | -                 | $\Omega$         |
| 入力容量                              | $C_{IN}$                 |   | -           | 5          | -                 | pF               |
| オープンループ電圧利得                       | $A_V$                    | $V^+=5V$ , $R_L=10k\Omega$ to $V^+/2$             | 68          | 90         | -                 | dB               |
| 同相信号除去比                           | CMR                      | $V^+=5.5V$ , $V_{ICM}=V^- - 0.2V$ to $V^+ - 1.5V$ | 70          | 90         | -                 | dB               |
|                                   |                          | $V^+=5.5V$ , $V_{ICM}=V^- - 0.2V$ to $V^+$        | 55          | 70         | -                 | dB               |
|                                   |                          | $V^+=1.8V$ , $V_{ICM}=V^- - 0.2V$ to $V^+ + 0.2V$ | 50          | 65         | -                 | dB               |
| 同相入力電圧範囲                          | $V_{ICM}$                | CMR $\geq 50$ dB                                  | $V^- - 0.2$ | -          | $V^+ + 0.2^{(6)}$ | V                |
| <b>出力特性</b>                       |                          |   |             |            |                   |                  |
| High レベル出力電圧                      | $V_{OH}$                 | $R_L=10k\Omega$ to $V^+/2$                        | $V^+ - 25$  | $V^+ - 10$ | -                 | mV               |
|                                   |                          | $R_L=2k\Omega$ to $V^+/2$                         | $V^+ - 100$ | $V^+ - 50$ | -                 | mV               |
| Low レベル出力電圧                       | $V_{OL}$                 | $R_L=10k\Omega$ to $V^+/2$                        | -           | 6          | 25                | mV               |
|                                   |                          | $R_L=2k\Omega$ to $V^+/2$                         | -           | 30         | 60                | mV               |
|                                   |                          | $R_L=10k\Omega$ to $V^-$                          | -           | 0          | 5                 | mV               |
|                                   |                          | $R_L=2k\Omega$ to $V^-$                           | -           | 0          | 5                 | mV               |
| 容量性負荷駆動                           | $C_L$                    |   | -           | 100        | -                 | pF               |
| 出力短絡電流                            | $I_{SC}$                 | Sourcing, $V^+=5V$                                | -           | 40         | -                 | mA               |
|                                   |                          | Sinking, $V^+=5V$                                 | -           | 60         | -                 | mA               |
| <b>電源特性</b>                       |                          |   |             |            |                   |                  |
| 消費電流(1回路あたり)                      | $I_{SUPPLY}$             | 無信号時, $V_{COM}=0V$                                | -           | 55         | 75                | $\mu A$          |
|                                   |                          | NJU77550, NJU77551                                | -           | 50         | 70                | $\mu A$          |
|                                   |                          | NJU77552, NJU77554                                | -           | 50         | 70                | $\mu A$          |
| 電源電圧除去比                           | SVR                      | $V^+=1.8V$ to $5.5V$ , $V_{COM}=0V$ or $V^+$      | 70          | 90         | -                 | dB               |
| <b>AC特性 (<math>V^+=5V</math>)</b> |                          |   |             |            |                   |                  |
| スルーレート                            | SR                       | $C_L=100pF$                                       | -           | 0.8        | -                 | V/ $\mu s$       |
| 利得帯域幅積                            | GBW                      | $C_L=100pF$                                       | -           | 1.7        | -                 | MHz              |
| セトリングタイム                          | $t_s$                    | 0.1%, $V^+=5V$ , $C_L=100pF$                      | -           | 6.5        | -                 | $\mu s$          |
| 位相余裕                              | $\Phi_M$                 | $C_L=10pF$  | -           | 60         | -                 | Deg              |
| 全高調波歪率 + ノイズ                      | THD+N                    | Gain=+2, $f=1kHz$ , $V_o=1.5rms$                  | -           | 0.005      | -                 | %                |
| 入力換算雑音電圧                          | $V_{NI}$                 | $f=0.1Hz$ to $10Hz$                               | -           | 1.6        | -                 | $\mu V_{PP}$     |
|                                   | $e_n$                    | $f=1kHz$  | -           | 24         | -                 | nV/ $\sqrt{Hz}$  |
| チャンネルセパレーション                      | CS                       | $f=1kHz$  | -           | 120        | -                 | dB               |

(6)  $V^+ + 0.2V$  は、5.5V が最大値となります。

■ 特性格 (指定なき場合には,  $V^- = 0V$ ,  $V_{COM} = V^+ / 2$ ,  $R_L = 10k\Omega$  to  $V_{COM}$ ,  $T_a = 25^\circ C$ )

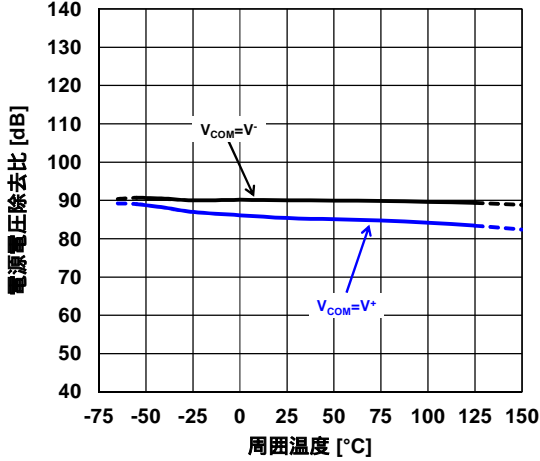


■ 特性例 (指定なき場合には、 $V^- = 0V$ ,  $V_{COM} = V^+ / 2$ ,  $R_L = 10k\Omega$  to  $V_{COM}$ ,  $T_a = 25^\circ C$ )

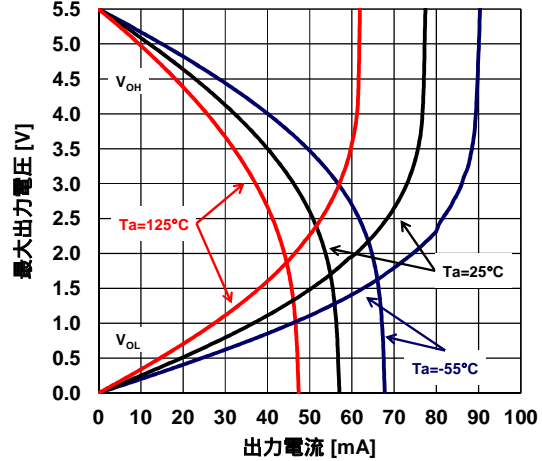


■ 特性例 (指定なき場合には、 $V=0V$ ,  $V_{COM}=V^+/2$ ,  $R_L=10k\Omega$  to  $V_{COM}$ ,  $T_a=25^\circ C$ )

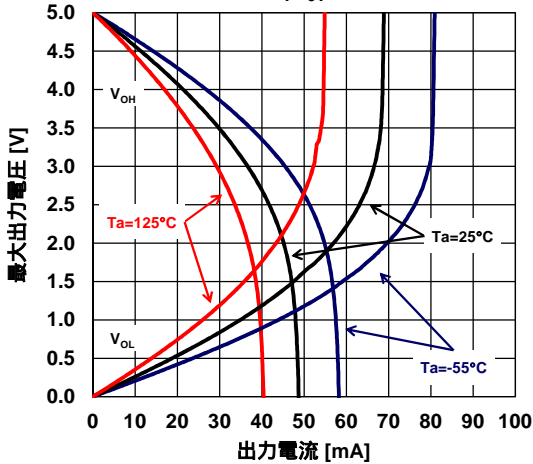
電源電圧除去比 対 周囲温度 特性例  
 $V^+=1.8V$  to  $5.5V$



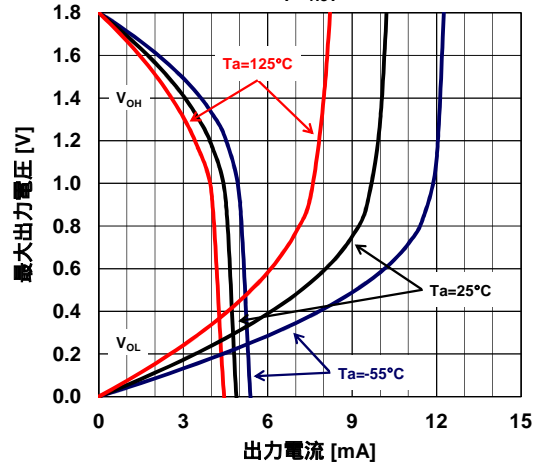
最大出力電圧 対 出力電流 特性例  
 $V^+=5.5V$



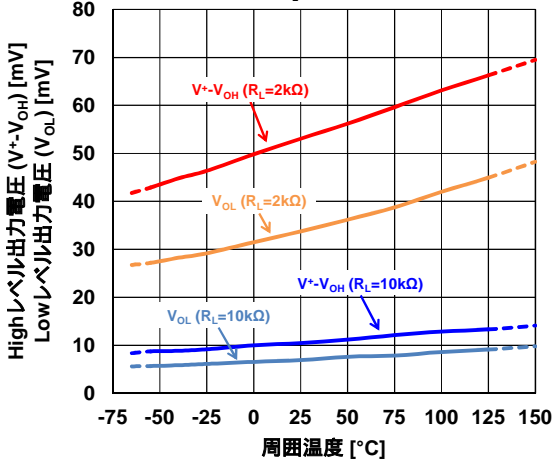
最大出力電圧 対 出力電流 特性例  
 $V^+=5V$



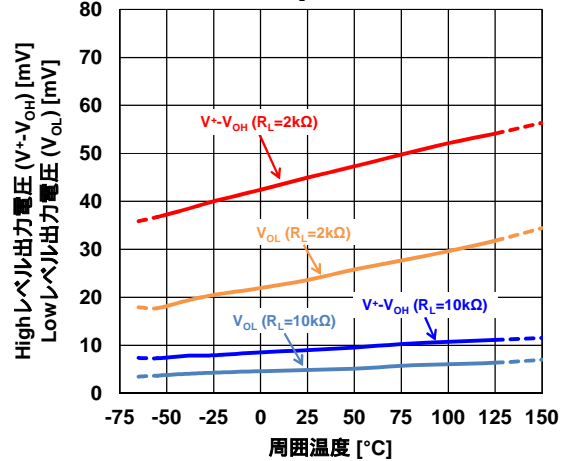
最大出力電圧 対 出力電流 特性例  
 $V^+=1.8V$



最大出力電圧 対 周囲温度 特性例  
 $V^+=5.5V$ ,  $R_L$  connected to  $V^+/2$

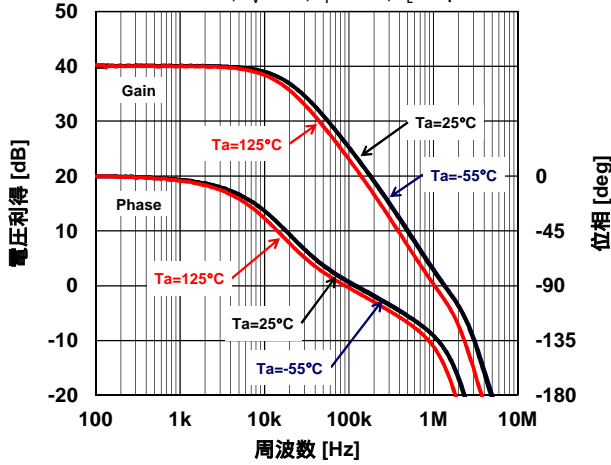


最大出力電圧 対 周囲温度 特性例  
 $V^+=1.8V$ ,  $R_L$  connected to  $V^+/2$

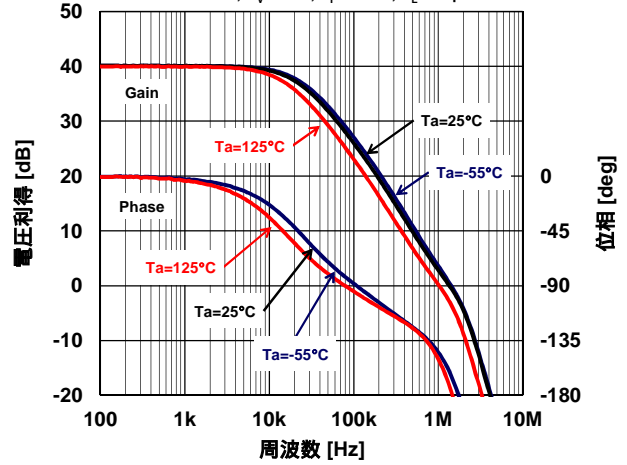


■ 特性例 (指定なき場合には,  $V^+/V^- = \pm 2.5V$ ,  $V_{COM} = V^+/2$ ,  $R_L = 10k\Omega$  to  $V_{COM}$ ,  $T_a = 25^\circ C$ )

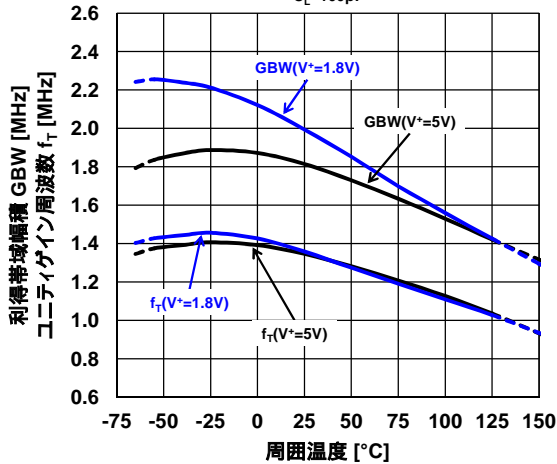
40dB 利得/位相 対 周波数 特性例  
 $V^+/V^- = \pm 2.5V$ ,  $G_v = 40dB$ ,  $R_f = 100k\Omega$ ,  $C_L = 100pF$



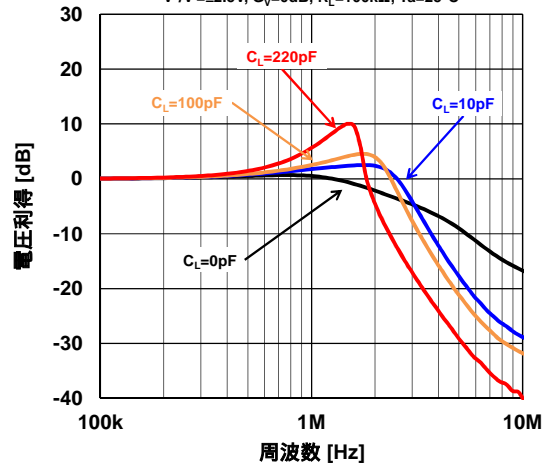
40dB 利得/位相 対 周波数 特性例  
 $V^+/V^- = \pm 0.9V$ ,  $G_v = 40dB$ ,  $R_f = 100k\Omega$ ,  $C_L = 100pF$



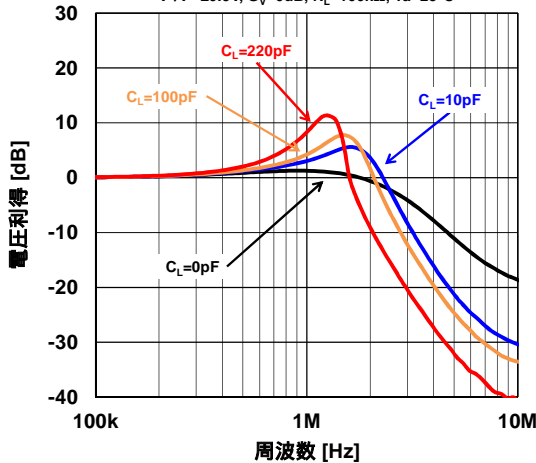
GBW,  $f_T$  対 周囲温度 特性例  
 $C_L = 100pF$



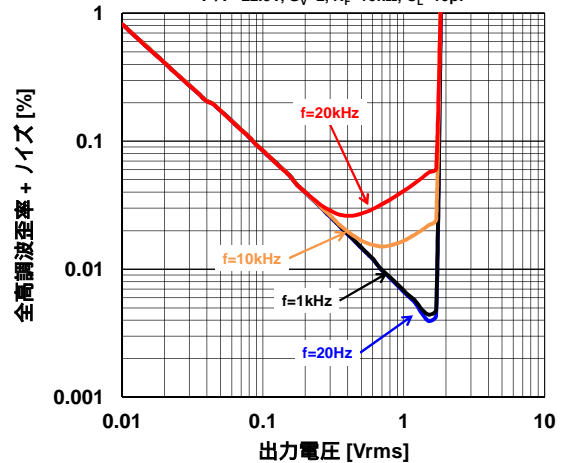
電圧利得 対 周波数 特性例  
 $V^+/V^- = \pm 2.5V$ ,  $G_v = 0dB$ ,  $R_L = 100k\Omega$ ,  $T_a = 25^\circ C$



電圧利得 対 周波数 特性例  
 $V^+/V^- = \pm 0.9V$ ,  $G_v = 0dB$ ,  $R_L = 100k\Omega$ ,  $T_a = 25^\circ C$

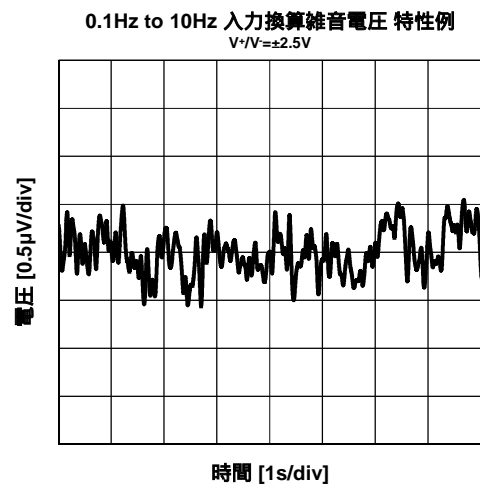
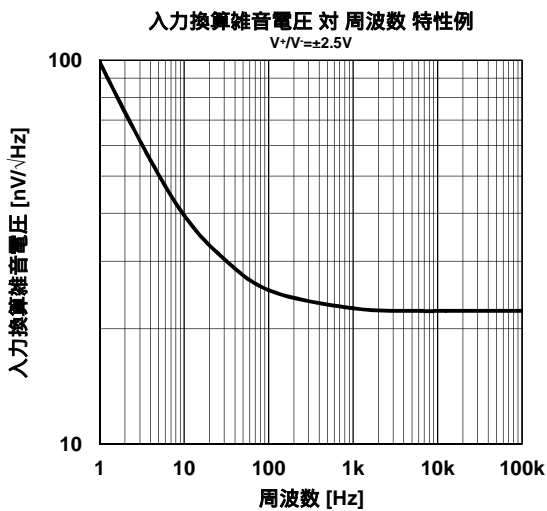
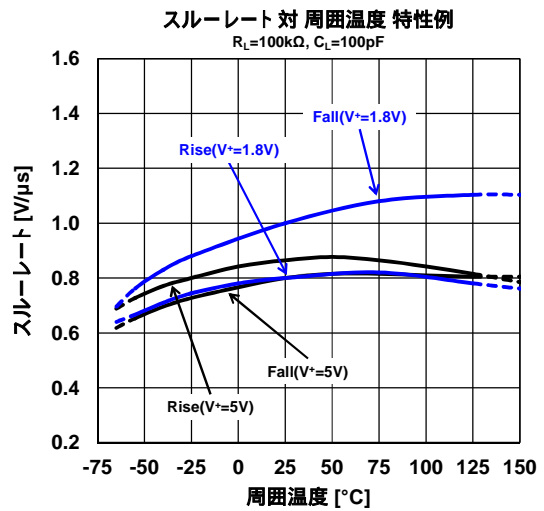
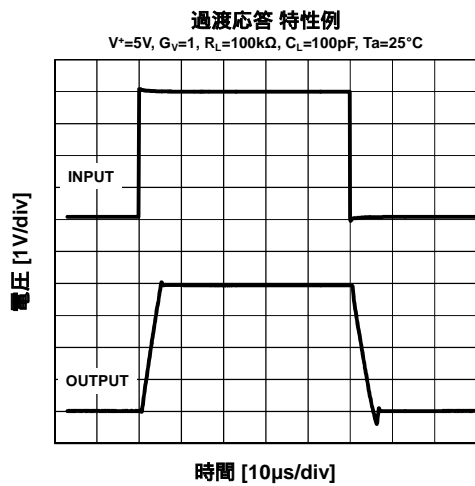
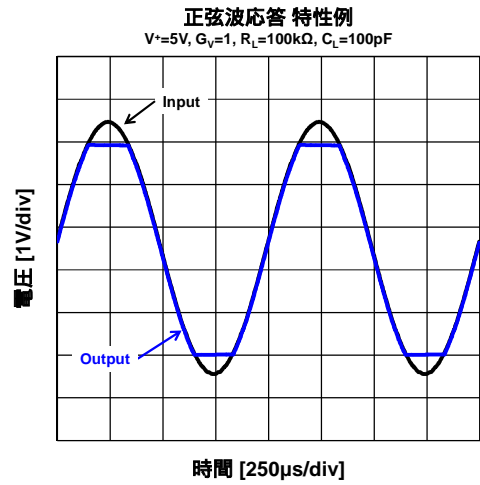
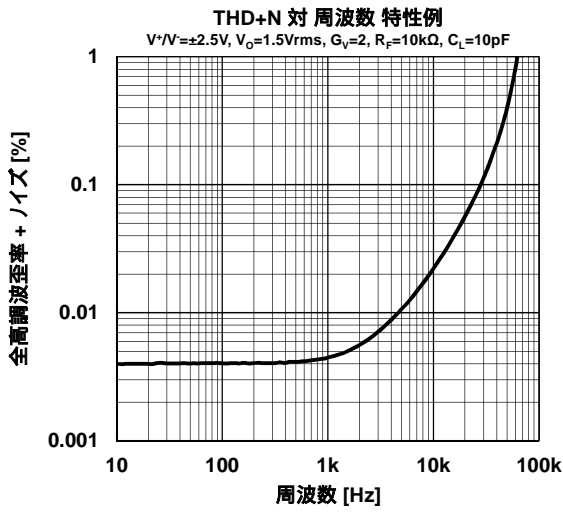


THD+N 対 出力電圧 特性例  
 $V^+/V^- = \pm 2.5V$ ,  $G_v = 2$ ,  $R_f = 10k\Omega$ ,  $C_L = 10pF$

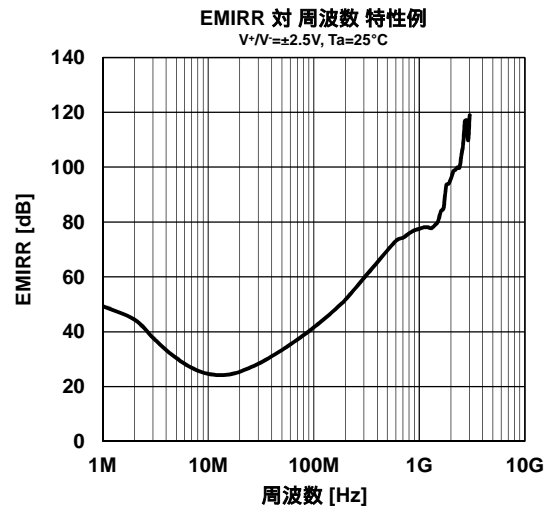
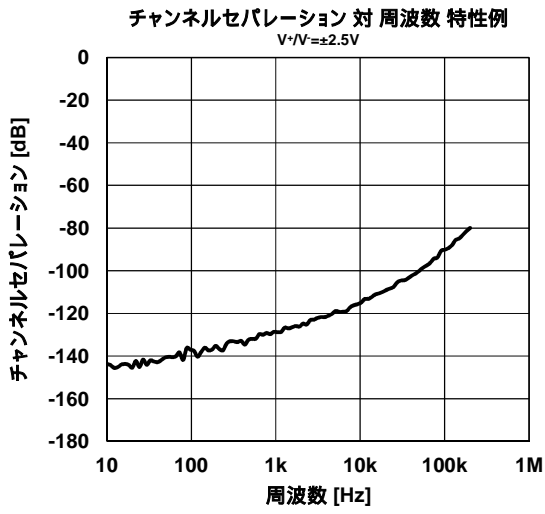




■ 特性例 (指定なき場合には,  $V^+=0V$ ,  $V_{COM}=V^+/2$ ,  $R_L=10k\Omega$  to  $V_{COM}$ ,  $T_a=25^\circ C$ )

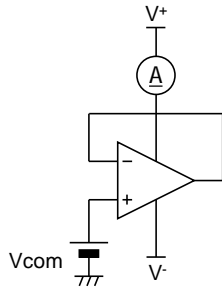


- 特性例 (指定なき場合には,  $V=0V$ ,  $V_{COM}=V^+/2$ ,  $R_L=10k\Omega$  to  $V_{COM}$ ,  $T_a=25^\circ C$ )



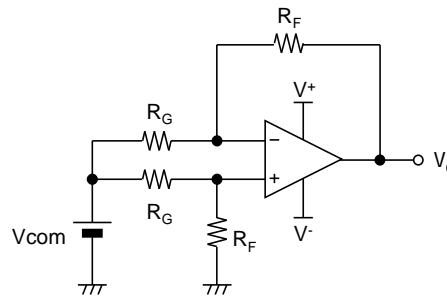
## ■ 測定回路

### ● I<sub>SUPPLY</sub>



### ● V<sub>IO</sub>, CMR, SVR

R<sub>G</sub>=50Ω, R<sub>F</sub>=50kΩ



$$V_{IO} = \frac{R_G}{(R_G + R_F)} \times (V_O - V_{com})$$

$$CMR = 20 \log \frac{\Delta V_{com} \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right)}{\Delta V_O}$$

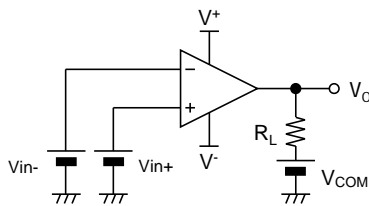
$$SVR = 20 \log \frac{\Delta V_S \left(1 + \frac{R_F}{R_G}\right)}{\Delta V_O}$$

$V_S = V^+ - V^-$

### ● V<sub>OH</sub>, V<sub>OL</sub>

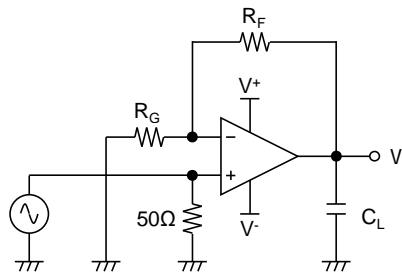
V<sub>OH</sub>: V<sub>in+</sub> = 1V, V<sub>in-</sub> = 0V, V<sub>COM</sub> = V<sup>+</sup>/2

V<sub>OL</sub>: V<sub>in+</sub> = 0V, V<sub>in-</sub> = 1V, V<sub>COM</sub> = V<sup>+</sup>/2, V



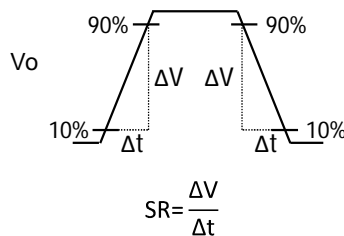
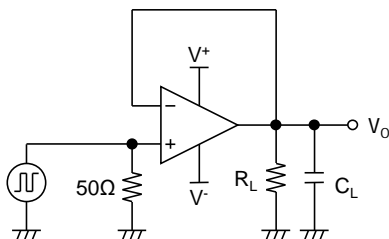
### ● GBW

R<sub>G</sub>=1kΩ, R<sub>F</sub>=100kΩ



### ● SR

R<sub>L</sub>=100kΩ



## ■ アプリケーションノート

### 電源電圧について

NJU7755x シリーズは(V<sup>+</sup>)-(V<sup>-</sup>)端子間に所定の電圧が印加されていれば単電源、両電源の区別なく動作いたします。動作電源電圧範囲は単電源時では V<sup>+</sup>-V<sup>-</sup>=1.8V to 5.5V, 両電源時では V<sup>+</sup>/V<sup>-</sup>=±0.9V to ±2.75V となります。電源端子にはバイパスコンデンサ(例: 0.1μF)を接続してください。

### 位相反転

NJU7755x シリーズは電源電圧を超える入力電圧に対しても位相反転しないよう設計されています。図1は電源電圧を超える入力に対する正弦波応答特性例です。

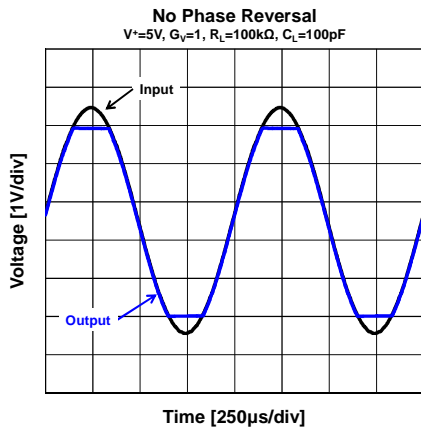


図1. 正弦波応答 特性例

### パワーオン時間

NJU7755x シリーズは約20μsのパワーオン時間です(図2)。パワーオン時間は電源端子のバイパスコンデンサ、電源のインピーダンスで変化いたします。過渡状態では出力電圧は不定となり、オフセット電圧やスルーレートなども不安定状態となります。

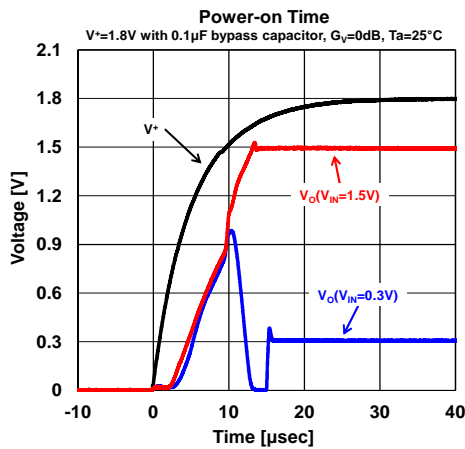


図2. パワーオン時間

### 入力フルスイングについて

NJU7755x シリーズの入力段は PMOS と NMOS の 2 つの差動対を持ちます(図3)。同相入力電圧が V<sup>-</sup>-0.2V から V<sup>+</sup>-1.3V 程度の場合、PMOS 差動対が動作します。同相入力電圧が約 V<sup>+</sup>-1.3V から V<sup>+</sup>+0.2V となると NMOS 差動対が動作します。差動対の切り替わり時は、それぞれの差動対が持つオフセット差異により、オフセット電圧(図4)、オフセット電圧ドリフト、CMR,SVR,THD などの特性が影響を受けます。

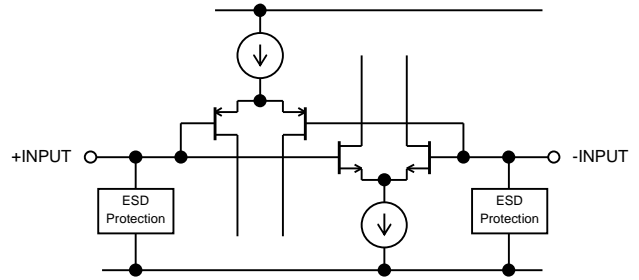


図3. 入力段等価回路図

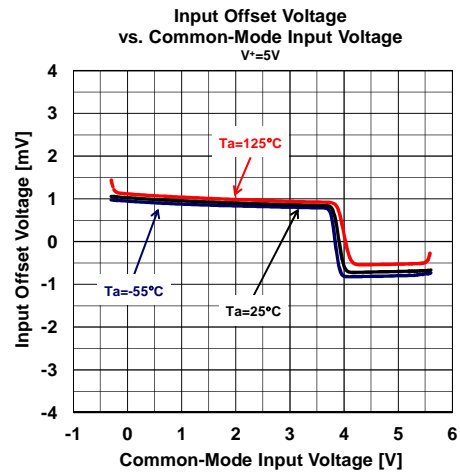


図4. 同相入力電圧によるオフセット電圧変動

差動対の切り替わりの影響を最小限にするには、図5のような反転アンプ構成が最適です。反転アンプは同相入力電圧が Vref 電圧で固定されるため差動対の変化点を避けて設定することで連続性の高い出力電圧が得られます。

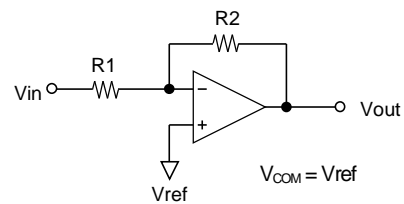


図5. 反転アンプ回路

## ■ アプリケーションノート

### 過大入力保護

一般的なダイオード保護のオペアンプは、入力端子から正の電源端子と、負の電源端子両方に ESD 保護用のダイオードが内部に接続されています。バッファ構成の場合、入力電圧が電源電圧を超えるとダイオードが順方向にバイアスされ、電流が流れます。この時、時間にかかわらずダイオードに過電流が流れると、オペアンプの特性劣化、または損傷につながります。NJU7755x シリーズの入力端子は図 3 のような保護素子を持ち、動作電圧範囲、及び  $V^+$  電圧を超える入力電圧に対しても入力バイアス電流の増加は最小限となり、過電流からオペアンプを保護します(図 6)。入力電圧の最大値は、 $V^+ + 7V$  が絶対最大定格ですが、通常は入力電圧が  $V^+ + 5.5V$  までとなるよう設計してください。

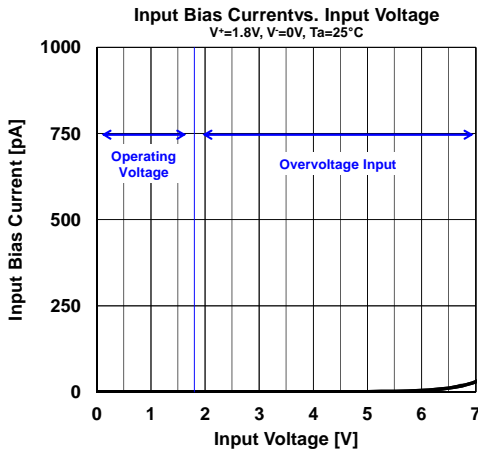
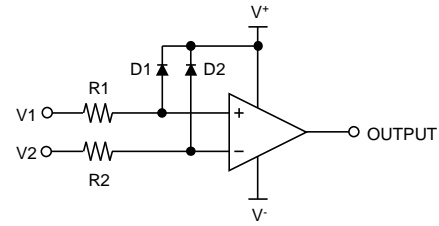


図 6. 入力バイアス電流と入力電圧

NJU7755x シリーズは、過電圧を  $V^-$  側にバイパスすることで入力端子を過電圧から保護します。入力電圧が  $V^- - 0.3V$  から  $V^+ + 7V$  までは保護素子は動作せず、バイアス電流の増加は最小限となります。入力電圧が  $V^- - 0.3V$  以下の場合、ESD 保護素子が動作し、入力端子を保護します。この時保護素子に流れる電流値は 10mA まで許容されます。入力電圧が  $V^+ + 7V$  を超える場合も保護素子が動作しますが、この時、ESD 以外の過電圧については保護されません。

アプリケーションによっては、電源電圧( $V^+ + 7V$ )を大きく超える過大入力に対して耐性を持たせることが必要な場合があります。図 7 は入力端子保護の回路例です。外付けの抵抗  $R1, R2$ 、及び外付けのダイオード  $D1, D2$  により入力端子を保護します。



$$(R1, R2) > \frac{V^- - (V1, V2)}{10\text{mA}}$$

$$(R1, R2) > \frac{(V1, V2) - V^+}{I_F}$$

$I_F$ : Forward current of external diode.

図 7. 入力端子保護回路例

### 過電圧における電源の保護

一般的に、多くの電源 IC は電流をシンクすることができません。セット内で過電圧電流をシンク可能なものが何もなかった場合、電源が投入されている時に過電圧が印可されると、通常のダイオード保護のオペアンプでは、電源電圧が上昇し、セットの設計動作電圧を超えることがあります。セットの電源電圧が OFF の場合に過電圧が発生した場合も、過電圧電流により電源電圧が上昇し、オペアンプ、及びセットが動作してしまうことがあります。NJU7755x シリーズは、正の過電圧電流が電源端子に流れないため、電源電圧の上昇を防ぎ、オペアンプ、及びセットの誤動作を防止します。

図 8 は、電源  $V^+$  が 0V, 3V の時に、入力端子に 5Vpp の過電圧を印可した時の出力電圧を示した特性例です。過大入力保護機能により、オペアンプの出力電圧は  $V^+$  (0V, 3V) でクランプされます。

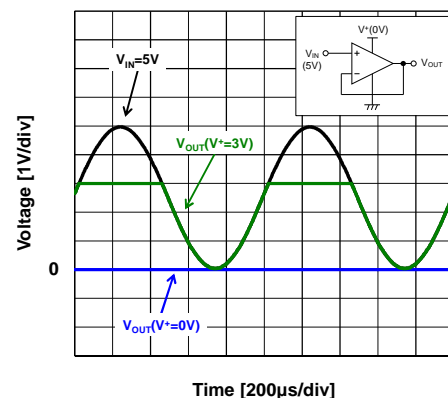


図 8. 過大入力と出力電圧

## ■ アプリケーションノート

### 過電圧における電源の保護(続き)

過大入力保護は、入力トレラント機能としても利用可能で、ADコンバータの入力バッファなどに応用できます(図9)。

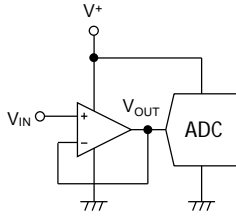


図9. 入力トレラント機能付ADC バッファ

### 容量性負荷駆動

NJU7755x シリーズは、ボルテージフォロワアンプとして使用できますが、この構成は容量性負荷から最も影響を受けやすい回路構成です。アンプ出力に接続されている容量性負荷とアンプの出力インピーダンスにより位相遅れが発生し、この結果帰還回路の位相余裕度が減少するためステップ応答時にリングングや、オーバーシュートが発生します。NJU7755x シリーズは 100pF の容量性負荷で安定した動作をしますが、より大きな容量性負荷を駆動する場合は図10に示すアイソレーション抵抗  $R_{ISO}$  を使用ください。  $R_{ISO}$  の追加により高周波で抵抗性を示す出力負荷が形成され、帰還ループの位相余裕度が向上します。また、  $R_{ISO}$  を高くすることで出力はより安定する方向となりますが、最大出力振幅範囲、出力電流、周波数帯域が低下します(図11)。

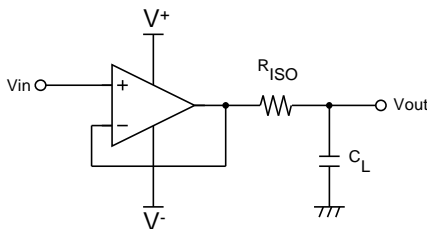


図10. 容量性負荷のアイソレーション

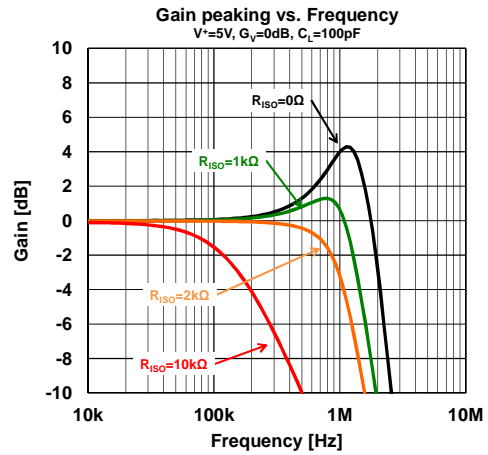
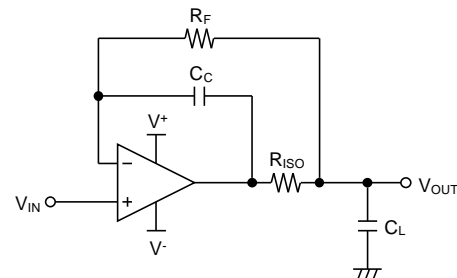


図11. ゲインピーキング特性例

図12は  $R_{ISO}$  に加え、帰還部に抵抗  $R_F$  とキャパシタ  $C_C$  を追加した対策方法です。  $R_{ISO}$  と出力電流による電圧降下の影響を最小限に抑えます。



$$10R_{ISO}C_L < R_F C_C$$

$R_{ISO}$  is more than 300Ω

図12.  $R_{ISO}$ ,  $C_C$ ,  $R_F$  を使った容量性負荷アイソレーション

### 使用しないオペアンプの空き端子処理

図13は使用しないオペアンプの空き端子処理例です。処理が適切でない場合、消費電流の増加による発熱やノイズの増加などの原因となります。

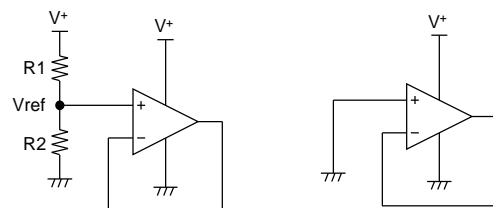
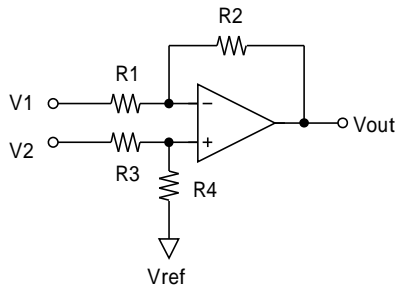


図13. 使用しないオペアンプの空き端子処理例

## ■ アプリケーションノート

### 差動アンプ

図 15 はオペアンプ 1 素子と抵抗 4 本を使用した差動アンプです。差動アンプは、2つの入力信号の差分のみを増幅しますが、2つの入力信号の共通信号(同相信号)は増幅されずに除去されます。差動アンプは電流検出、差動-シングルエンド変換、グラウンドノイズの影響を最小限に抑えるアイソレーションアンプなど、同相信号を除去する用途に便利です。



$$V_{out} = \left(\frac{R1+R2}{R3+R4}\right) \frac{R4}{R1} V2 - \frac{R2}{R1} V1 + \left(\frac{R1+R2}{R3+R4}\right) \frac{R3}{R1} V_{ref}$$

$$R1=R3, R2=R4$$

$$V_{out} = \frac{R2}{R1}(V2-V1) + V_{ref}$$

図 15. 差動アンプ

差動アンプの同相信号除去比(CMR)は抵抗のマッチングが重要です。この値は不要な同相信号が出力に表れる程度を示します。十分な CMR を確保するために、 $R2/R1 = R4/R3$  を十分に一致させてください。

抵抗による CMR は次式で計算できます。

$$CMR_{R\_error} \approx 20\log\left(\frac{1+\frac{R2}{R1}}{4R_{error}}\right)$$

$$CMR_{R\_error} = \text{抵抗のみによる CMR}$$

$$R_{error} = \text{抵抗の許容差}$$

### 例

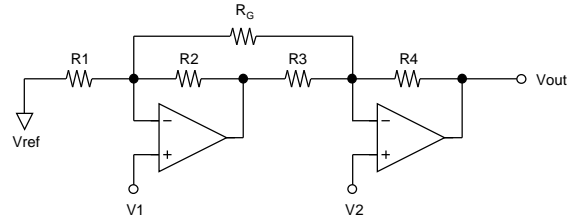
$R2/R1=1$ ,  $R_{error}=0.1\%$  の場合、 $CMR=54\text{dB}$

$R2/R1=1$ ,  $R_{error}=1\%$  の場合、 $CMR=34\text{dB}$

1%の抵抗を使用した場合、CMR は 34dB まで低下します。

### 計装アンプ

NJU7755x シリーズを使用して計装アンプを構成することができます(図 16, 図 17)。計装アンプは高入力インピーダンス、高 CMR などの特長があります。基準電圧( $V_{ref}$ )は低インピーダンス源で供給してください。

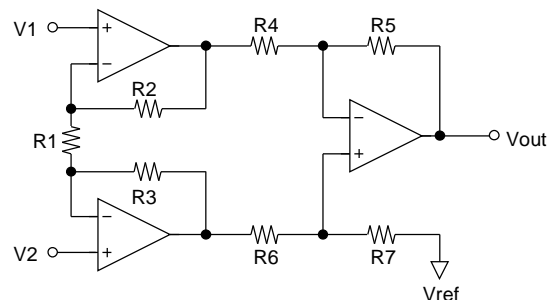


$$V_{out} = \left(1 + \frac{R4}{R3} + \frac{2R4}{R_G}\right) (V2 - V1) + V_{ref}$$

$$R1=R4, R2=R3$$

$$CMR_{R\_error} \approx 20\log\left(\frac{1+\frac{R4}{R3} + \frac{2R4}{R_G}}{4R_{error}}\right)$$

図 16. 2つのオペアンプを使用した計装アンプ



$$V_{out} = \left(1 + \frac{2R2}{R1}\right) \left(\frac{R5}{R4}\right) + V_{ref}$$

$$R2=R3, R4=R6, R5=R7$$

$$CMR_{R\_error} \approx 20\log\left(\frac{R1+2R2}{R1} \times \frac{1+\frac{R5}{R4}}{4R_{error}}\right)$$

図 17. 3つのオペアンプを使用した計装アンプ

## ■ アプリケーションノート

### 電流検出

電流検出アプリケーションは、パワーモニター、バッテリー残量監視、モーターコントロール、異常電流検出、車載、メディカル等、様々なフィードバックシステムに使用されています。これらのアプリケーションは電流検出(シャント)抵抗間での電力消費を最小限にするため、かつ大電流を検出するために非常に小さな抵抗を使用します。NJU7755x シリーズはこのような電流検出向けに最適なオペアンプです。

図 18 はハイサイド電流検出回路、図 19 はローサイド電流検出回路です。NJU7755x シリーズは入出力フルスイング特性を持つため一つの IC でハイサイド/ローサイド電流検出どちらにも対応できます。また 50 $\mu$ A/ch という低消費特性は、アプリケーションの低消費化に貢献します。差動アンプは抵抗マッチングにより同相信号除去比(CMR)が変化いたします。詳細はアプリケーションインフォメーションの差動アンプ項目をご参照ください。

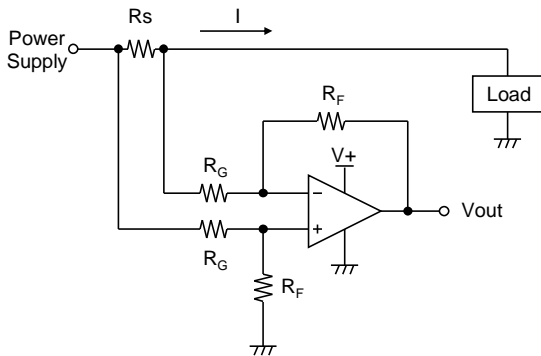


図 18. ハイサイド電流検出

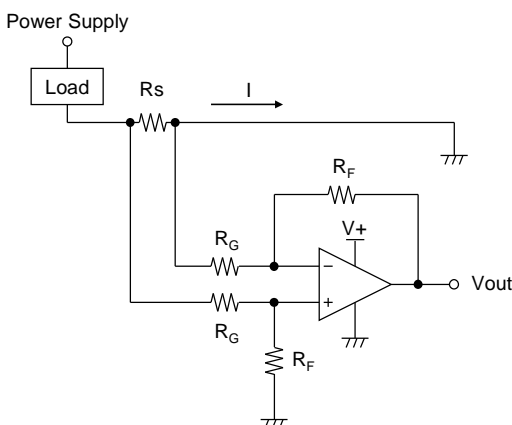


図 19. ローサイド電流検出

### トランスインピーダンスアンプ

NJU7755x シリーズは、CMOS 入力段で構成されているので、高い入力インピーダンスを備えています。さらに、低消費電流であるためバッテリー駆動機器など低消費電力が必要とされるトランスインピーダンスアプリケーションに最適です。図 20 は代表的なトランスインピーダンスアンプです。アンプの出力電圧は  $V_{OUT}=I_{IN} \cdot R_F$  の式で求められます。アンプの出力振幅は制限があるので、 $I_{IN}$  のすべての値が検知できるように  $R_F$  を選択してください。

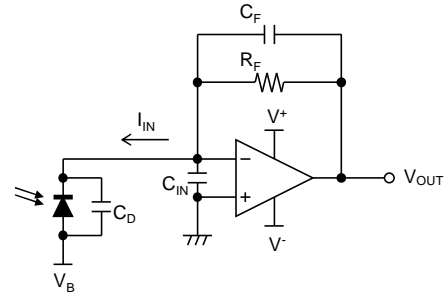


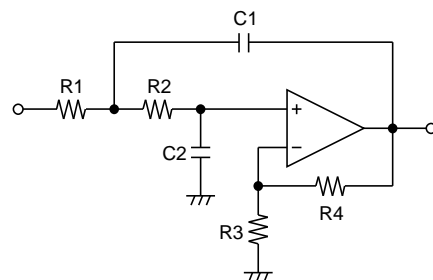
図 20. トランスインピーダンスアンプ

$C_D$  はフォトダイオードの寄生容量、 $C_{IN}$  はアンプの入力容量です。これらの容量は高周波において動作を不安定にさせます。発振が起らないよう、回路の安定性の確保と周波数応答の制御には、補償容量  $C_F$  を  $R_F$  に並列に追加します。出来るだけフラットな二次応答を実現するために、 $R_F$  と  $C_F$  は次式を使って求めます。

$$C_F = \sqrt{\frac{C_{IN} + C_D}{GBW \times 2\pi \times R_F}}$$

### サレンキー型 2 次ローパスフィルタ

図 21 は 2 次のサレンキー型ローパスフィルタです。高い減衰比が必要なアプリケーションに最適です。



$$R=R_1=R_2, C=C_1=C_2$$

Q: Quality factor,  $G_{DC}$ : DC Gain

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi RC}, Q = \frac{1}{3-G_{DC}}$$

図 21. サレンキー型 2 次ローパスフィルタ



## ■ アプリケーションノート

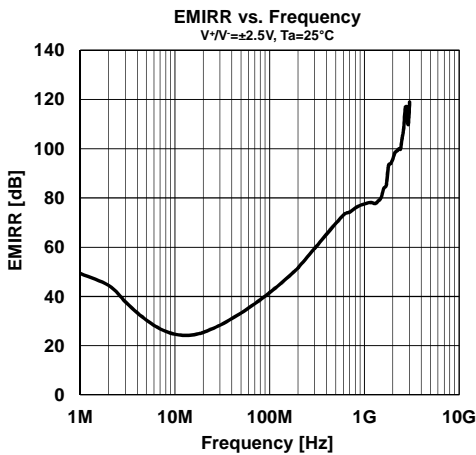
### EMIRR(EMI Rejection Ratio)について

EMIRR は、オペアンプの耐 EMI 特性を示す指標であり、印加する RF 信号振幅と入力オフセット電圧シフト量を、以下の式(1)で表したものです。オペアンプに印加する RF 信号とオフセット電圧シフト量の関係を測定することにより、RF 信号の耐性を把握することができます。EMIRR の値が大きいほど、オフセット電圧シフト量が小さく、RF 信号に対する耐性が高いことがわかります。なお、RF 信号による入力オフセット電圧シフトは入力端子へ印加される影響が支配的であるという考えから、通常、EMIRR の値は+INPUT 端子へ RF 信号を印加した時の値となります。

$$EMIRR = 20 \cdot \log \left( \frac{V_{RF\_PEAK}}{|\Delta V_{IO}|} \right) \quad \text{--- 式(1)}$$

$V_{RF\_PEAK}$ : RF 信号振幅 [VP]

$\Delta V_{IO}$ : 入力オフセット電圧シフト量 [V]



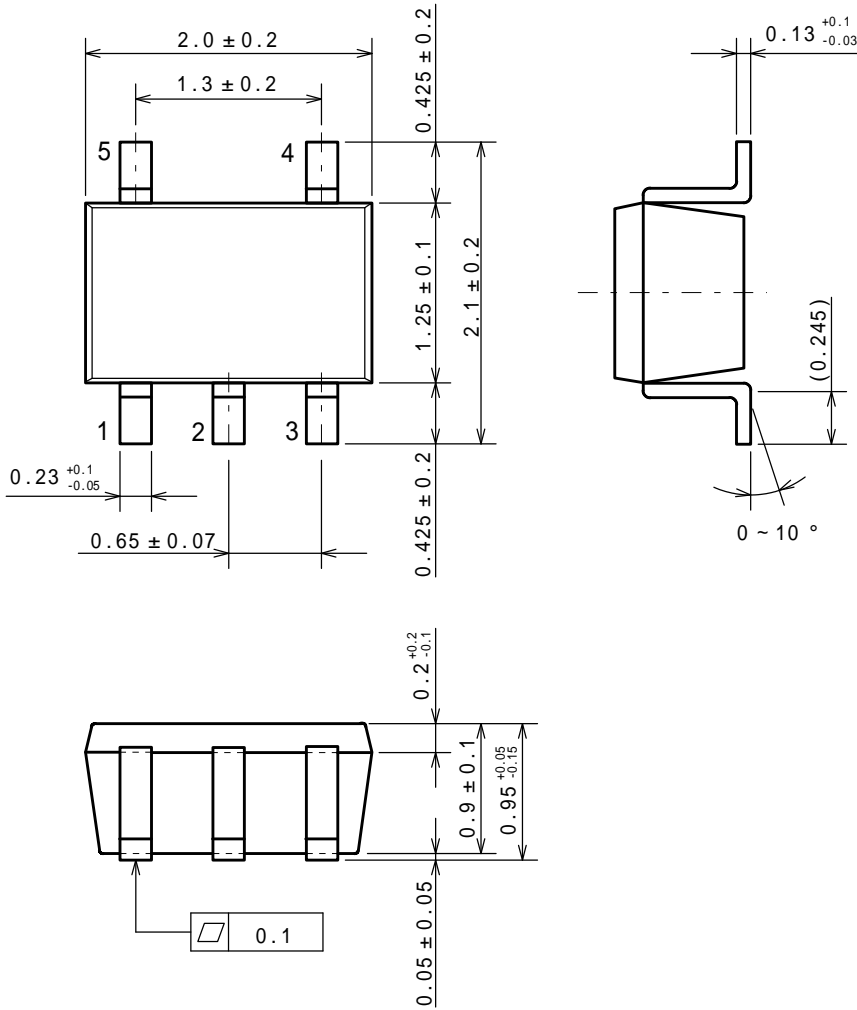
\* 詳細は弊社 HP <http://www.njr.co.jp/>

「EMI 耐性アプリケーションノート」をご参照ください。

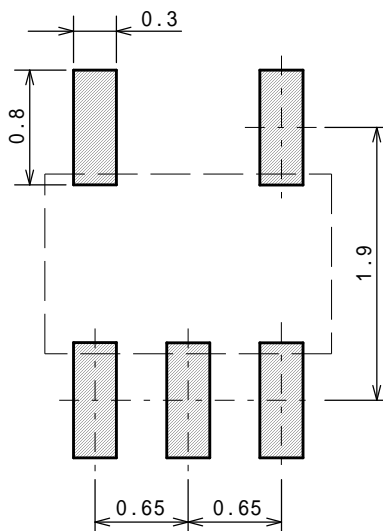
## SC-88A

Unit: mm

### ■ 外形寸法図



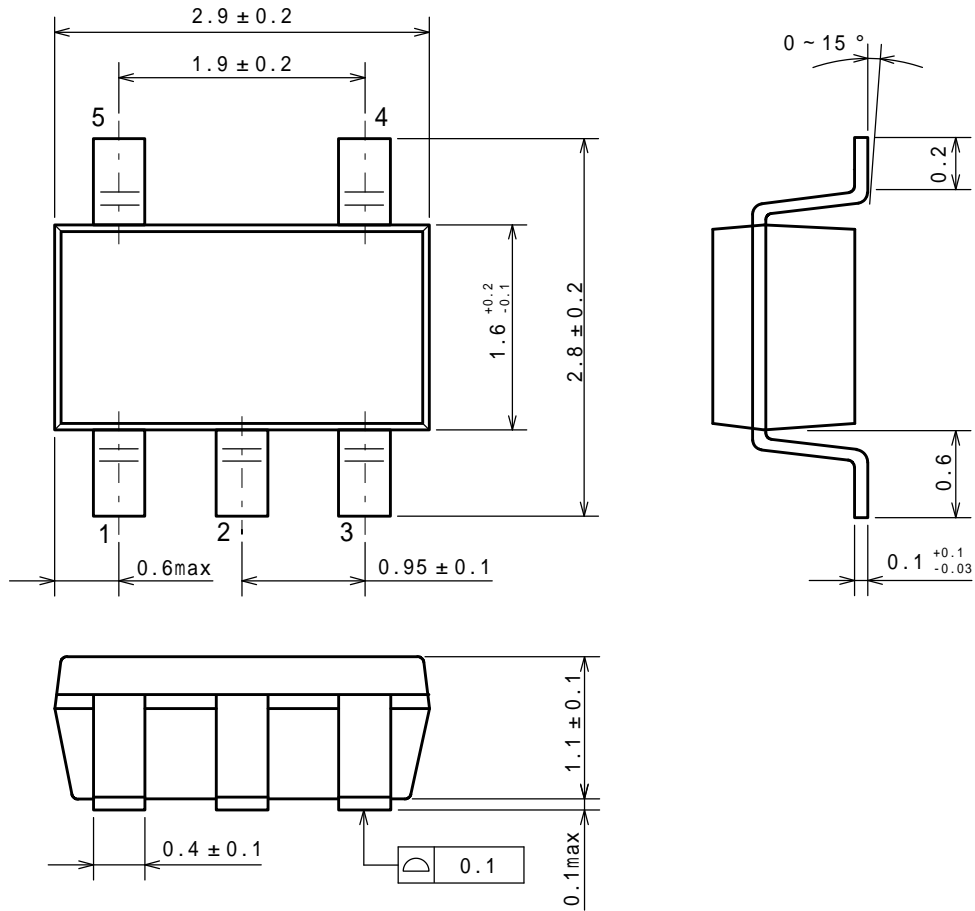
### ■ フットパターン



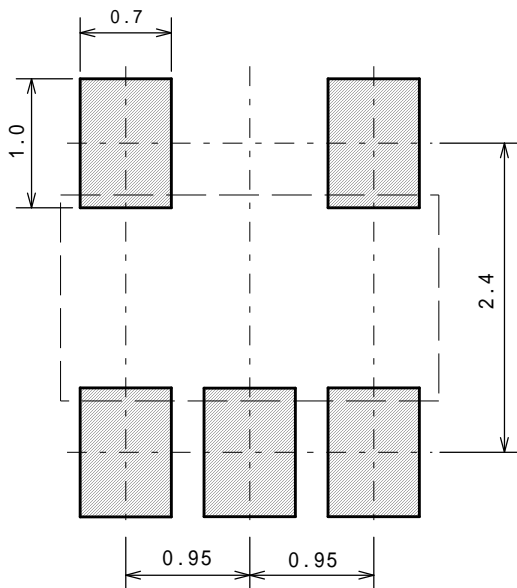
## SOT-23-5

Unit: mm

### ■ 外形寸法図



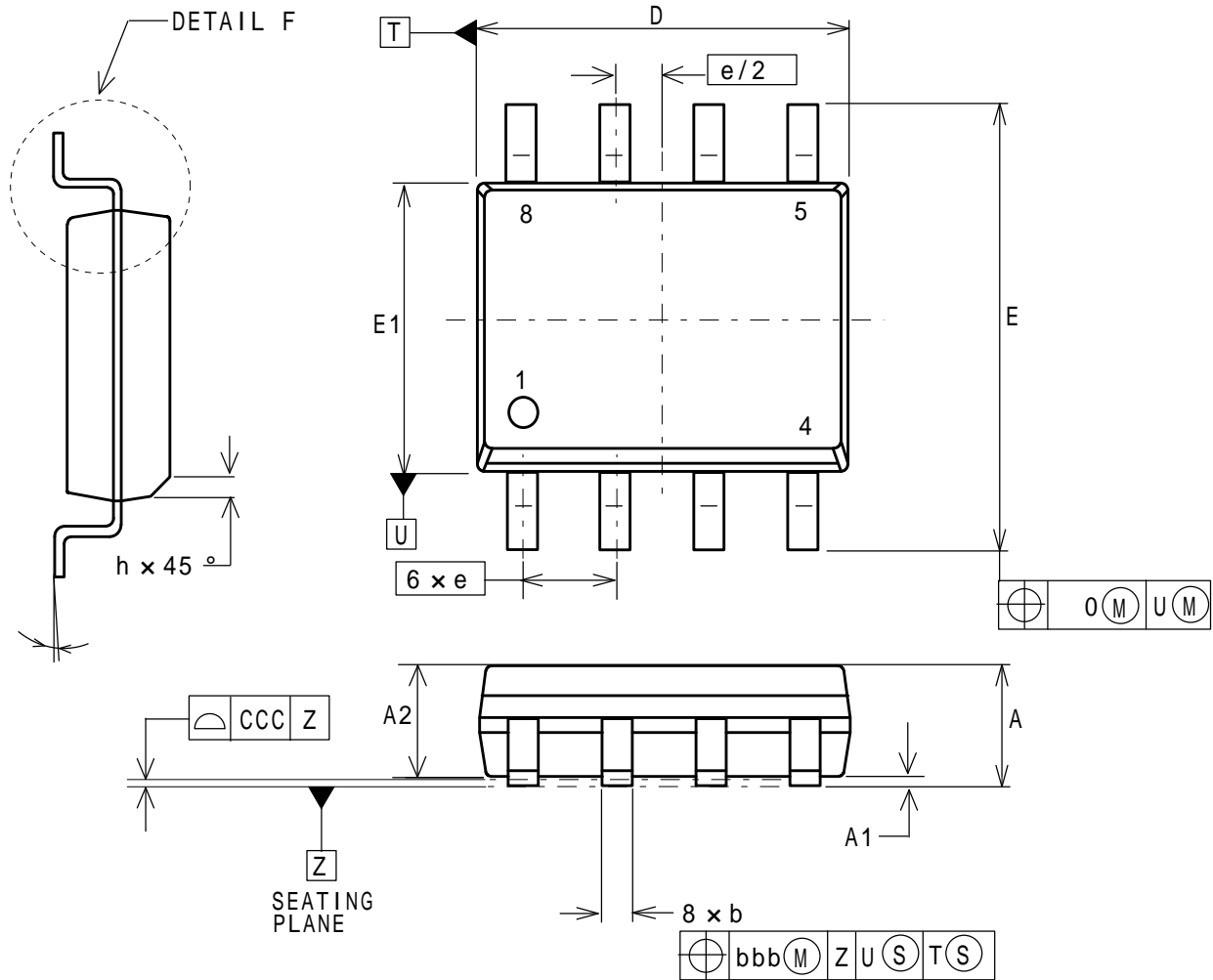
### ■ フットパターン



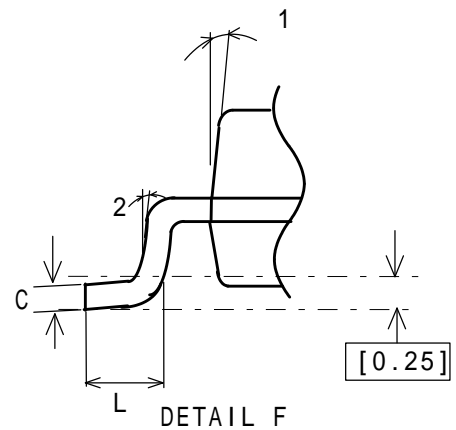
## SOP8

Unit: mm

### ■ 外形寸法図



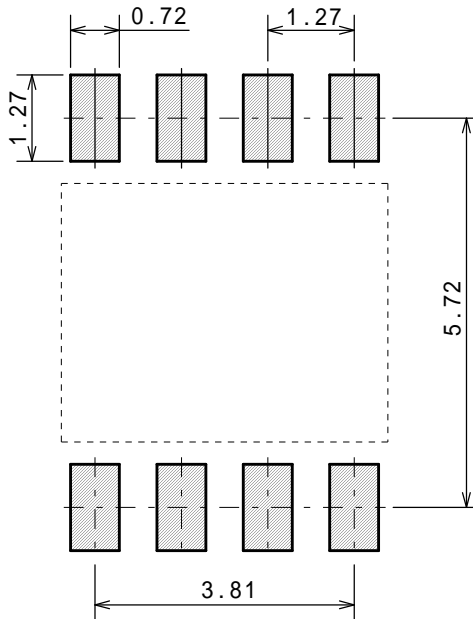
| DESCRIPTION      | SYMBOL | INCH     |     |      | MILLIMETER |     |      |
|------------------|--------|----------|-----|------|------------|-----|------|
|                  |        | MIN      | NCM | MAX  | MIN        | NCM | MAX  |
| TOTAL THICKNESS  | A      | .053     |     | .069 | 1.35       |     | 1.75 |
| STAND OFF        | A1     | .004     |     | .010 | 0.10       |     | 0.25 |
| MOLD THICKNESS   | A2     | .049     |     | -    | 1.25       |     | -    |
| LEAD WIDTH       | b      | .014     |     | .019 | 0.35       |     | 0.49 |
| L/F THICKNESS    | C      | .007     |     | .010 | 0.19       |     | 0.25 |
| BODY SIZE        | D      | .189     |     | .197 | 4.80       |     | 5.00 |
|                  | E1     | .150     |     | .157 | 3.80       |     | 4.00 |
|                  | E      | .228     |     | .244 | 5.80       |     | 6.20 |
| LEAD PITCH       | e      | .050 BSC |     |      | 1.27 BSC   |     |      |
|                  | L      | .015     |     | .049 | 0.40       |     | 1.25 |
|                  | h      | .010     |     | .020 | 0.25       |     | 0.50 |
|                  |        | 0°       |     | 7°   | 0°         |     | 7°   |
|                  | 1      | 5°       |     | 15°  | 5°         |     | 15°  |
|                  | 2      | 2°       | 7°  | 12°  | 2°         | 7°  | 12°  |
| LEAD EDGE OFFSET | 0      |          |     | .010 |            |     | 0.25 |
| LEAD OFFSET      | bbb    |          |     | .010 |            |     | 0.25 |
| COPLANARITY      | CCC    |          |     | .004 |            |     | 0.10 |



## SOP8

Unit: mm

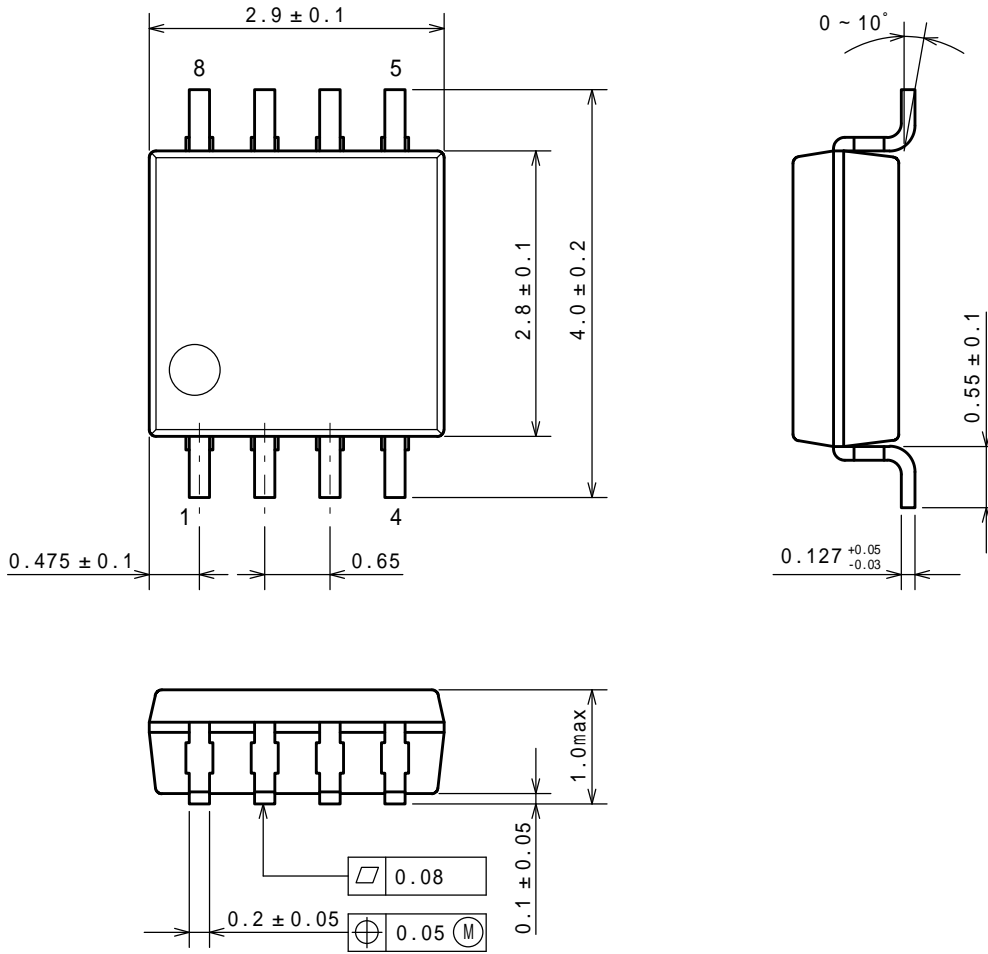
### ■ フットパターン



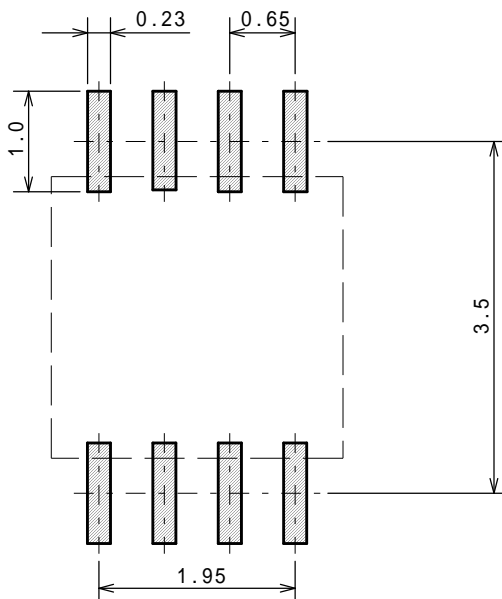
## TVSP8

Unit: mm

### ■ 外形寸法図



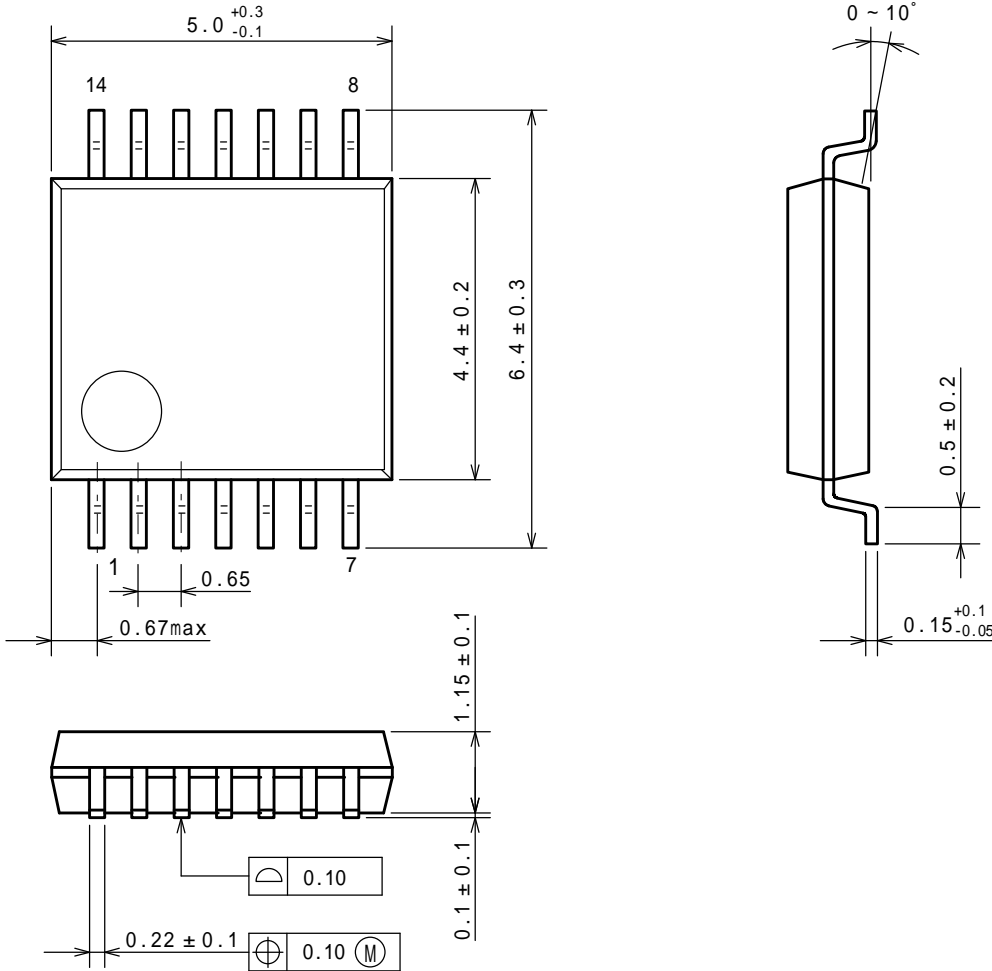
### ■ フットパターン



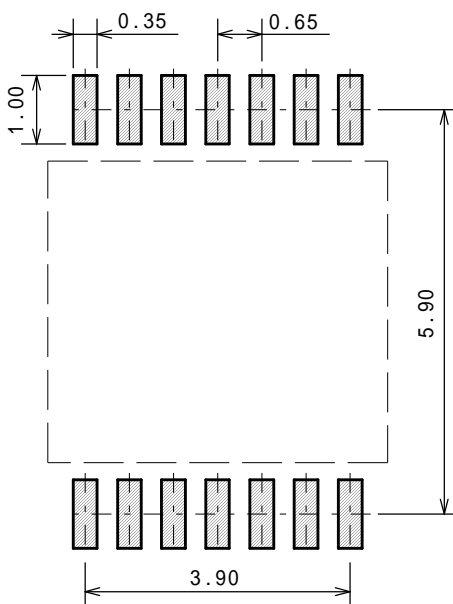
## SSOP14

Unit: mm

### ■ 外形寸法図



### ■ フットパターン

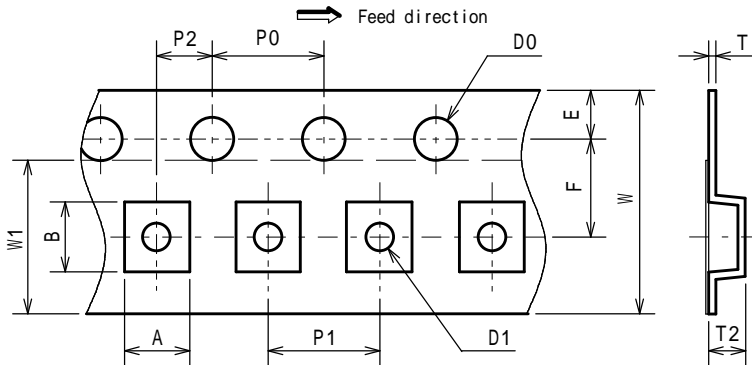


## SC-88A

### ■ 包装仕様

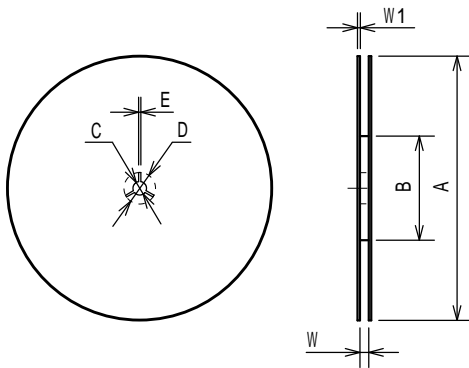
Unit: mm

#### テーピング寸法



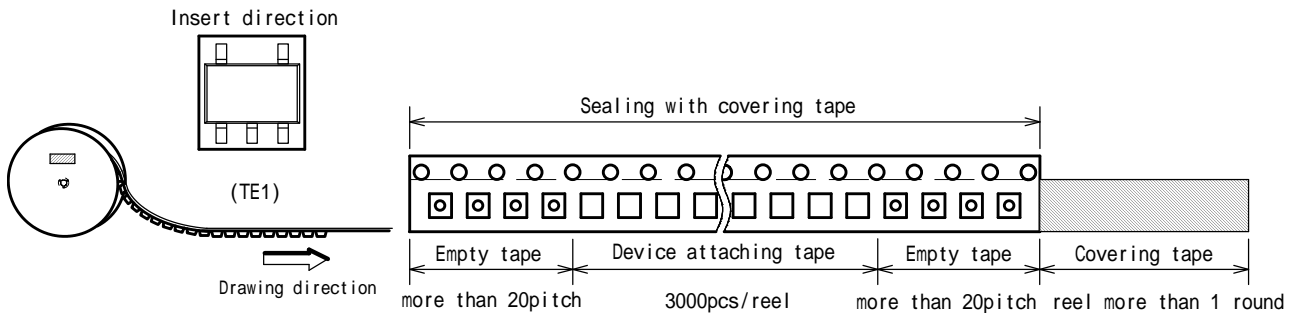
| SYMBOL | DIMENSION   | REMARKS          |
|--------|-------------|------------------|
| A      | 2.3 ± 0.1   | BOTTOM DIMENSION |
| B      | 2.5 ± 0.1   | BOTTOM DIMENSION |
| D0     | 1.55 ± 0.05 |                  |
| D1     | 1.05 ± 0.05 |                  |
| E      | 1.75 ± 0.1  |                  |
| F      | 3.5 ± 0.05  |                  |
| P0     | 4.0 ± 0.1   |                  |
| P1     | 4.0 ± 0.1   |                  |
| P2     | 2.0 ± 0.05  |                  |
| T      | 0.25 ± 0.05 |                  |
| T2     | 1.3 ± 0.1   |                  |
| W      | 8.0 ± 0.2   |                  |
| W1     | 5.5         | THICKNESS 0.1max |

#### リール寸法

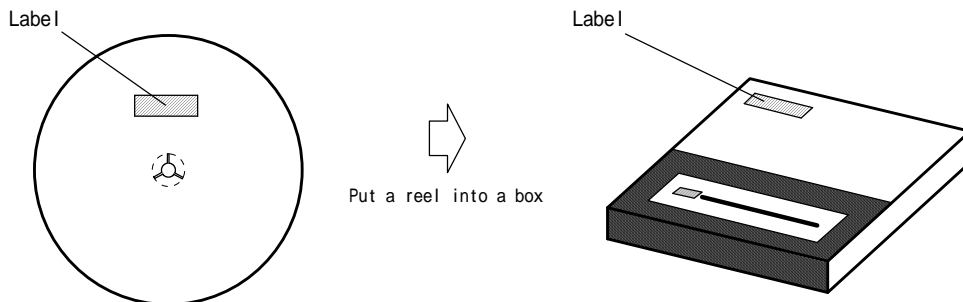


| SYMBOL | DIMENSION |
|--------|-----------|
| A      | 180 ± 1   |
| B      | 60 ± 1    |
| C      | 13 ± 0.2  |
| D      | 21 ± 0.8  |
| E      | 2 ± 0.5   |
| W      | 9 ± 0.5   |
| W1     | 1.2 ± 0.2 |

#### テーピング状態



#### 梱包状態



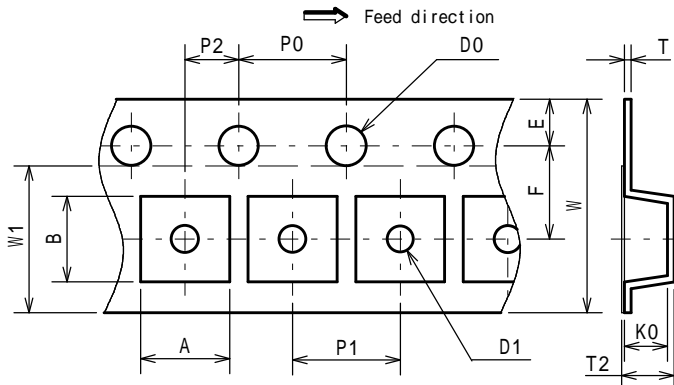


## SOT-23-5

Unit: mm

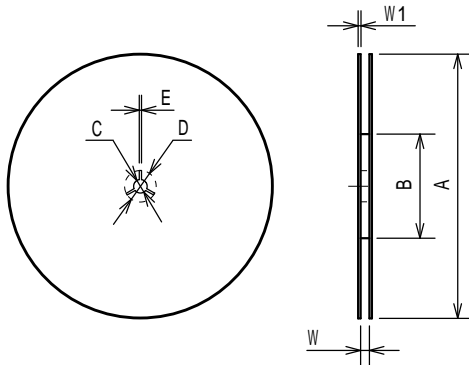
### ■ 包装仕様

#### テーピング寸法



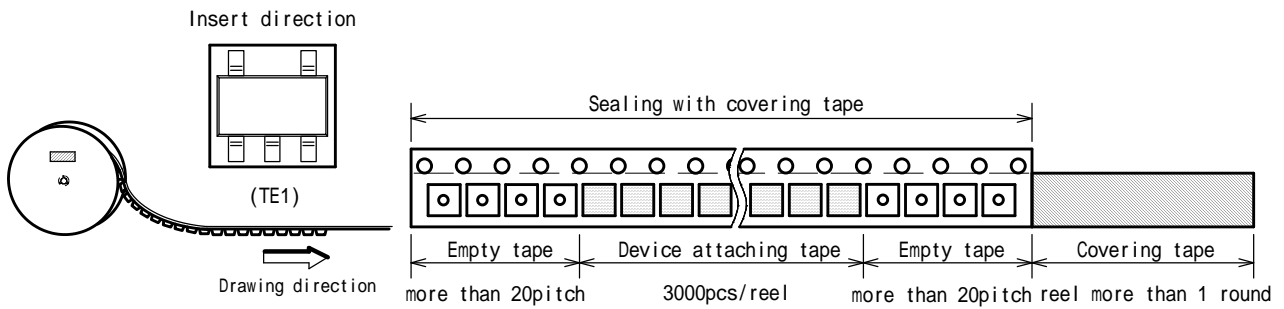
| SYMBOL | DIMENSION   | REMARKS          |
|--------|-------------|------------------|
| A      | 3.3 ± 0.1   | BOTTOM DIMENSION |
| B      | 3.2 ± 0.1   | BOTTOM DIMENSION |
| D0     | 1.55        |                  |
| D1     | 1.05        |                  |
| E      | 1.75 ± 0.1  |                  |
| F      | 3.5 ± 0.05  |                  |
| P0     | 4.0 ± 0.1   |                  |
| P1     | 4.0 ± 0.1   |                  |
| P2     | 2.0 ± 0.05  |                  |
| T      | 0.25 ± 0.05 |                  |
| T2     | 1.82        |                  |
| K0     | 1.5 ± 0.1   |                  |
| W      | 8.0 ± 0.3   |                  |
| W1     | 5.5         | THICKNESS 0.1MAX |

#### リール寸法

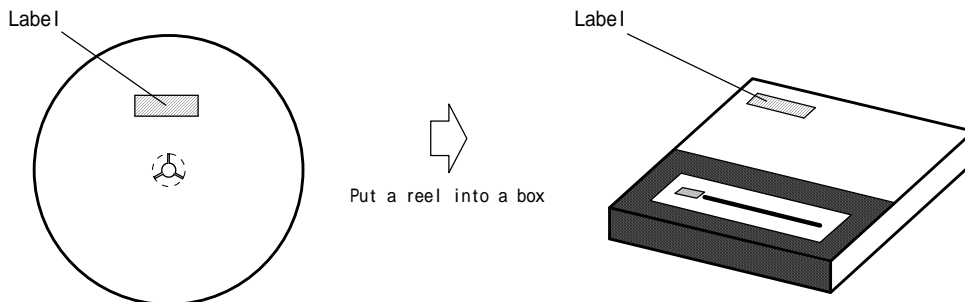


| SYMBOL | DIMENSION |
|--------|-----------|
| A      | 180 ± 1   |
| B      | 60 ± 1    |
| C      | 13 ± 0.2  |
| D      | 21 ± 0.8  |
| E      | 2 ± 0.5   |
| W      | 9 ± 0.5   |
| W1     | 1.2 ± 0.2 |

#### テーピング状態



#### 梱包状態

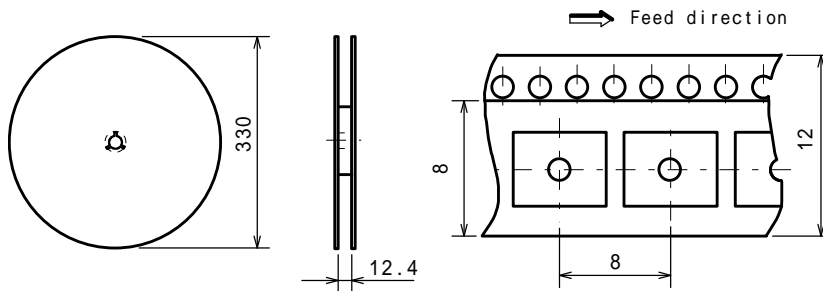


## SOP8

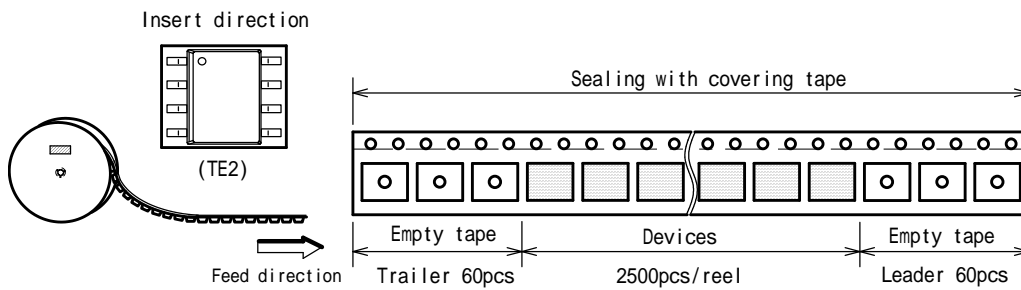
### ■ 包装仕様

Unit: mm

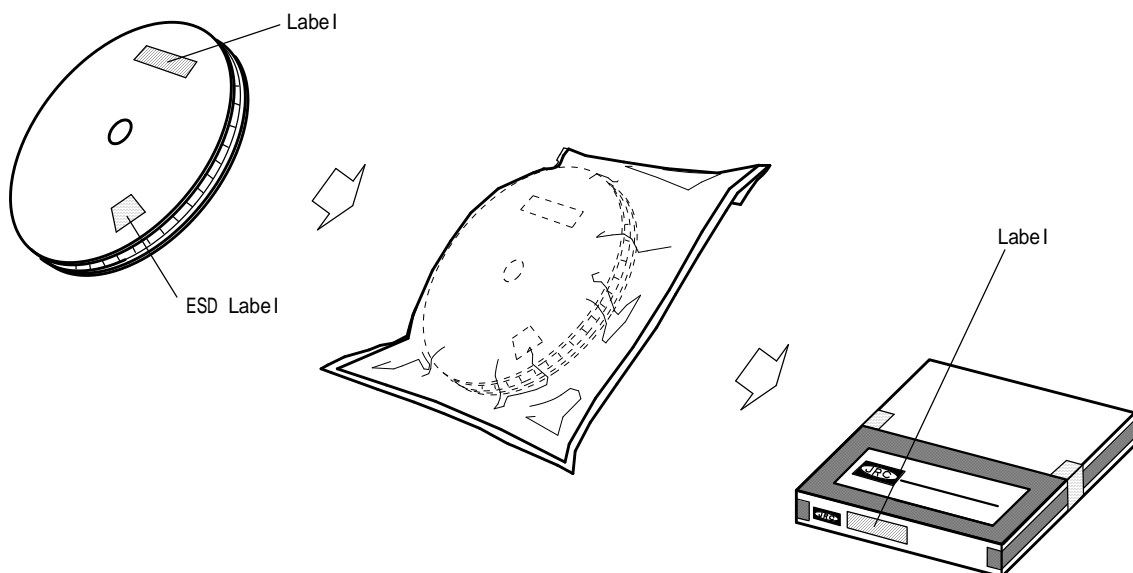
#### リール/テーピング寸法



#### テーピング状態



#### 梱包状態

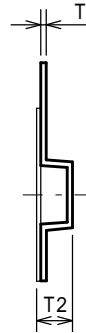
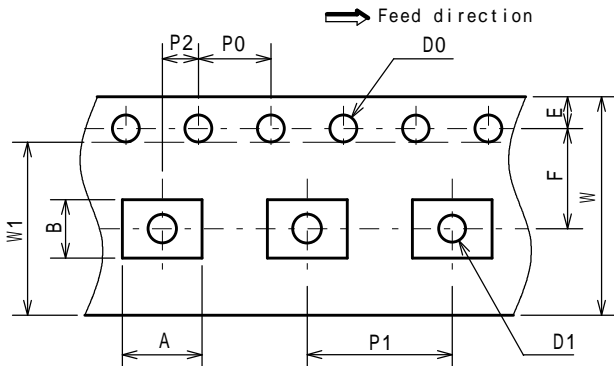


## TVSP8

### ■ 包装仕様

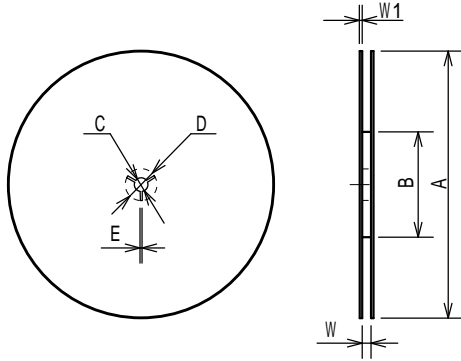
Unit: mm

#### テーピング寸法



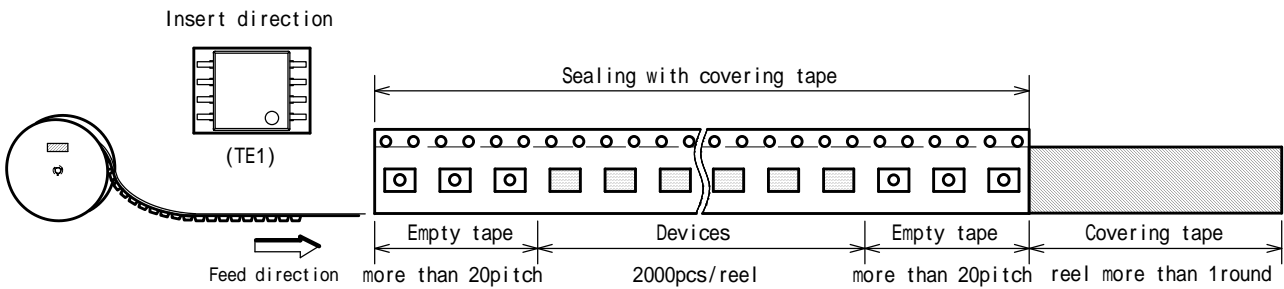
| SYMBOL | DIMENSION                        | REMARKS          |
|--------|----------------------------------|------------------|
| A      | 4.4                              | BOTTOM DIMENSION |
| B      | 3.2                              | BOTTOM DIMENSION |
| D0     | 1.5 <sup>+0.1</sup> <sub>0</sub> |                  |
| D1     | 1.5 <sup>+0.1</sup> <sub>0</sub> |                  |
| E      | 1.75 ± 0.1                       |                  |
| F      | 5.5 ± 0.05                       |                  |
| P0     | 4.0 ± 0.1                        |                  |
| P1     | 8.0 ± 0.1                        |                  |
| P2     | 2.0 ± 0.05                       |                  |
| T      | 0.30 ± 0.05                      |                  |
| T2     | 1.75 (MAX.)                      |                  |
| W      | 12.0 ± 0.3                       |                  |
| W1     | 9.5                              | THICKNESS 0.1max |

#### リール寸法

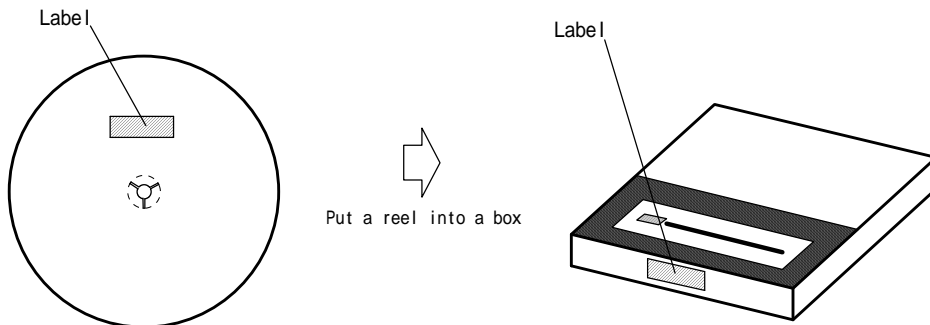


| SYMBOL | DIMENSION  |
|--------|------------|
| A      | 254 ± 2    |
| B      | 100 ± 1    |
| C      | 13 ± 0.2   |
| D      | 21 ± 0.8   |
| E      | 2 ± 0.5    |
| W      | 13.5 ± 0.5 |
| W1     | 2.0 ± 0.2  |

#### テーピング状態



#### 梱包状態

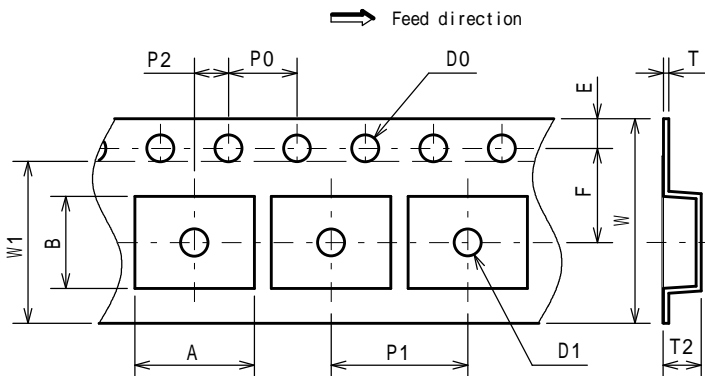


## SSOP14

### ■ 包装仕様

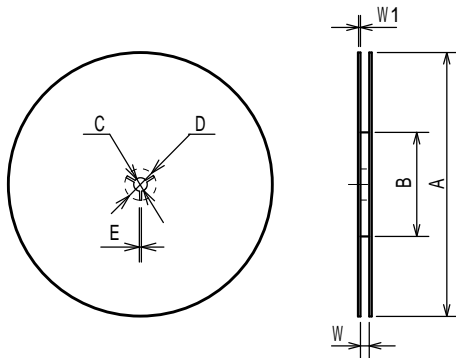
Unit: mm

#### テーピング寸法



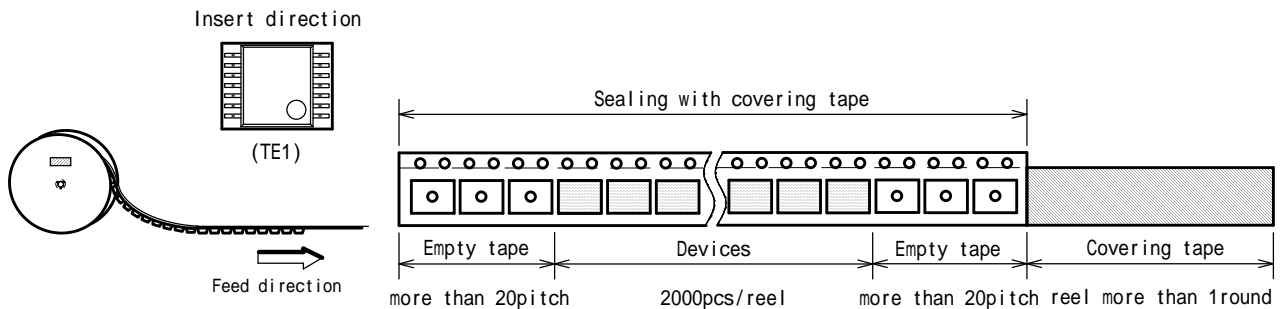
| SYMBOL | DIMENSION   | REMARKS          |
|--------|-------------|------------------|
| A      | 6.95        | BOTTOM DIMENSION |
| B      | 5.4         | BOTTOM DIMENSION |
| D0     | 1.55 ± 0.05 |                  |
| D1     | 1.55 ± 0.1  |                  |
| E      | 1.75 ± 0.1  |                  |
| F      | 5.5 ± 0.05  |                  |
| P0     | 4.0 ± 0.1   |                  |
| P1     | 8.0 ± 0.1   |                  |
| P2     | 2.0 ± 0.05  |                  |
| T      | 0.3 ± 0.05  |                  |
| T2     | 2.2         |                  |
| W      | 12.0 ± 0.3  |                  |
| W1     | 9.5         | THICKNESS 0.1max |

#### リール寸法

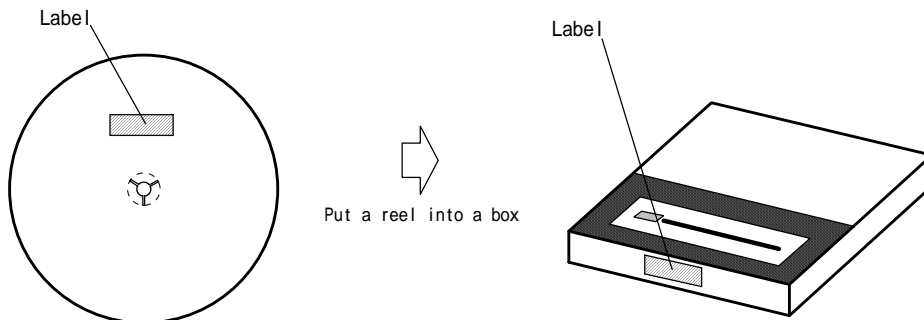


| SYMBOL | DIMENSION  |
|--------|------------|
| A      | 254 ± 2    |
| B      | 100 ± 1    |
| C      | 13 ± 0.2   |
| D      | 21 ± 0.8   |
| E      | 2 ± 0.5    |
| W      | 13.5 ± 0.5 |
| W1     | 2 ± 0.2    |

#### テーピング状態

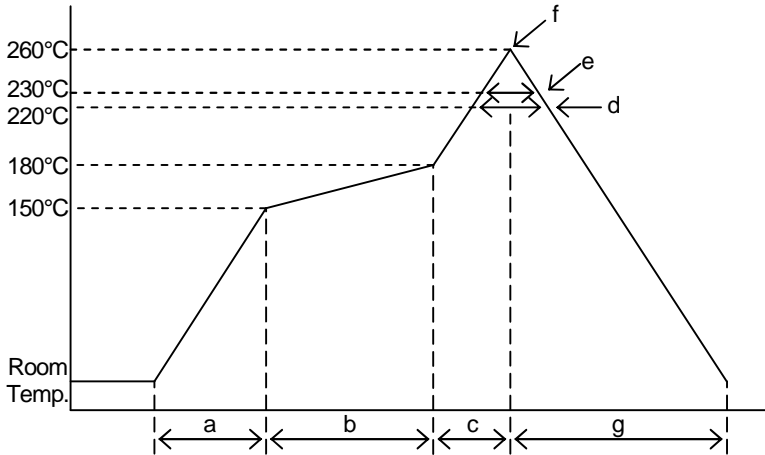


#### 梱包状態



## ■ 推奨実装方法

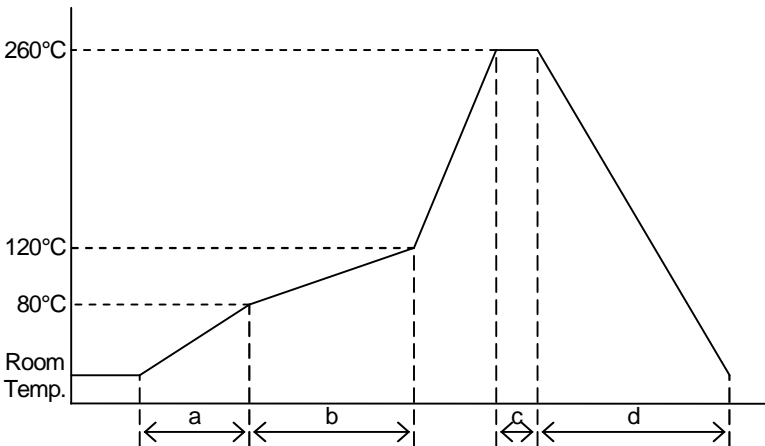
### リフロー温度プロフィール



|   |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|
| a | 温度上昇勾配          | 1 to 4°C/s      |
| b | 予備加熱温度          | 150 to 180°C    |
|   | 予備加熱時間          | 60 to 120s      |
| c | 温度上昇勾配          | 1 to 4°C/s      |
| d | 実装領域 A 温度<br>時間 | 220°C<br>60s 以内 |
| e | 実装領域 B 温度<br>時間 | 230°C<br>40s 以内 |
| f | ピーク温度           | 260°C 以下        |
| g | 冷却温度勾配          | 1 to 6°C/s      |

温度測定点: パッケージ表面

### フロー温度プロフィール



|   |        |             |
|---|--------|-------------|
| a | 温度上昇勾配 | 1 to 7°C/s  |
| b | 予備加熱温度 | 80 to 120°C |
|   | 予備加熱時間 | 60 to 120s  |
| c | ピーク温度  | 260°C 以下    |
|   | ピーク時間  | 10s 以内      |
| d | 冷却温度勾配 | 1 to 7°C/s  |

温度測定点: パッケージ表面

### 手はんだ温度プロフィール

1 リード当り  
 鋸先温度: 350°C 以下  
 時間: 3s 以内

## ■ 注意事項

1. 当社は、製品の品質、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することがありますので、当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせることのないように、お客様の責任においてフェールセーフ設計、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計を行い、機器の安全性の確保に十分留意されますようお願いいたします。
2. このデータシートの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。また、工業所有権その他の権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものでもありません。  
このデータシートに記載されている商標は、各社に帰属します。
3. このデータシートに掲載されている製品を、特に高度の信頼性が要求される下記の機器にご使用になる場合は、必ず事前に当社営業窓口までご相談願います。
  - ・ 航空宇宙機器
  - ・ 海底機器
  - ・ 発電制御機器 (原子力、火力、水力等)
  - ・ 生命維持に関する医療装置
  - ・ 防災/ 防犯装置
  - ・ 輸送機器 (飛行機、鉄道、船舶等)
  - ・ 各種安全装置
4. このデータシートに掲載されている製品の仕様を逸脱した条件でご使用になりますと、製品の劣化、破壊等を招くことがありますので、なさないように願います。仕様を逸脱した条件でご使用になられた結果、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じた場合、当社は一切その責任を負いません。
5. ガリウムヒ素(GaAs)の安全性について  
対象製品:GaAs MMIC、フォトリフレクタ  
ガリウムヒ素(GaAs)製品取り扱い上の注意事項  
この製品は、法令で指定された有害物のガリウムヒ素(GaAs)を使用しております。危険防止のため、製品を焼いたり、砕いたり、化学処理を行い気体や粉末にしないでください。廃棄する場合は関連法規に従い、一般産業廃棄物や家庭ゴミとは混ぜないでください。
6. このデータシートに掲載されている製品の仕様等は、予告なく変更することがあります。ご使用にあたっては、納入仕様書の取り交わしが必要です。

