

## 1.5V, 0.23 $\mu$ A/ch, 超低消費電流, 入出力フルスイング 1/2/4 回路入り CMOS オペアンプ

### 特長 ( $V^+=5V$ )

●消費電流		
NJU77000/NJU77001		0.29 $\mu$ A typ.
NJU77002/NJU77004		0.23 $\mu$ A/ch typ.
●動作電圧		1.5V to 5.5V
●オフセット電圧		
NJU77000/NJU77001		1.0mV max.
NJU77002		1.3mV max.
NJU77004		1.5mV max.
●オフセットドリフト		0.65 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C typ.
●バイアス電流		10pA max.
●ユニティゲイン周波数		1.0kHz
●スルーレート		0.7V/ms
●入出力フルスイング		
●RF ノイズ耐性		
●CMOS プロセス		
●パッケージ		
NJU77000		SOT-23-5
NJU77001		SC-88A, SOT-23-5
NJU77002		EMP8, TVSP8, ESON8-U1
NJU77004		SSOP14

### アプリケーション

- 長寿命バッテリーアプリケーション
- 低消費  $O_2$  センサー、ガスセンサー
- パワーモニター
- 電流センサ
- ヘルスケア

### 概要

NJU77000/NJU77001/NJU77002/NJU77004 は、バッテリー機器やポータブル機器に適した超低消費電流 1/2/4 回路入り CMOS オペアンプです。動作電圧は 1.5V から 5.5V、消費電流は 0.29 $\mu$ A(1 回路)、0.23 $\mu$ A/ch(2/4 回路) typ. を実現しています。さらに、消費電流は周囲温度や入力電圧変化に対しても安定で、マイクロパワーの  $O_2$  センサーやガスセンサーに最適です。

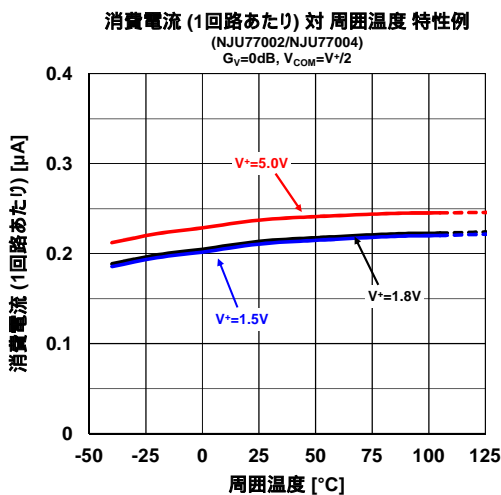
超低消費電流や低動作電圧の他、入出力フルスイング、入力オフセット電圧 1.0mV(1 回路)、1.3mV(2 回路)、1.5mV(4 回路) max.、温度ドリフト 0.65 $\mu$ V/ $^{\circ}$ C typ.、バイアス電流 10pA max.、470pF の容量負荷駆動能力など、NJU77000 シリーズはバッテリー機器において優れた特性が必要な場合に最適です。

NJU77000 シリーズには通常グレード(NJU7700x)と A グレード仕様(NJU7700xA)があり、A グレード仕様は通常仕様に対してオフセット電圧と消費電流が向上し、その他諸特性も -40 to +105 $^{\circ}$ C で保証しています。

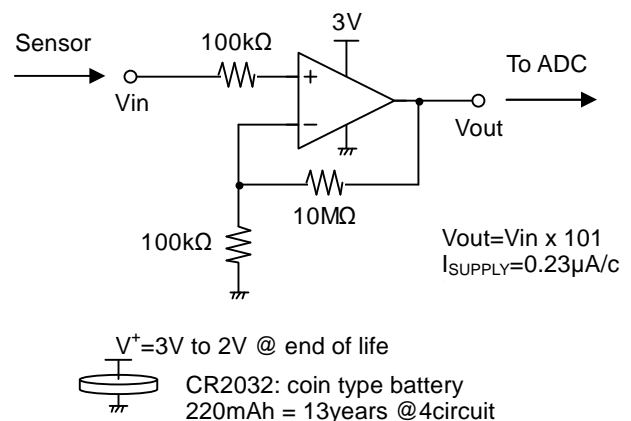
NJU77000 は、5 ピン SOT-23 パッケージ、NJU77001 は、5 ピン SOT-23 パッケージ、SC-88A パッケージを揃えています。NJU77000 は NJU77001 のピン配置変更品(端子配列を参照)です。NJU77002 は、8 ピン EMP パッケージ、TVSP パッケージと薄型・小型(2020 サイズ)ESON パッケージを揃えています。

NJU77004 は 14 ピン SSOP パッケージを揃えています。

### 特性例



### 標準応用回路例



40dB 超低消費電流センサーアンプ

## ■ 製品情報

V <sub>IO</sub> max. at 25°C	I <sub>SUPPLY</sub> max. at 25°C	I <sub>B</sub> max. at 25°C	パッケージ / 製品名					
			SC-88A	SOT-23-5	EMP8	TVSP8	ESON8-U1	SSOP14
1.8mV	0.49μA	-	NJU77001F3	NJU77000F NJU77001F	-	-	-	-
1.0mV	0.39μA	10pA	NJU77001AF3	NJU77000AF NJU77001AF	-	-	-	-
2.0mV	0.66μA	-	-	-	NJU77002E	NJU77002RB1	NJU77002KU1	-
1.3mV	0.76μA	10pA	-	-	NJU77002AE	NJU77002ARB1	NJU77002AKU1	-
2.2mV	1.32μA	-	-	-	-	-	-	NJU77004V
1.5mV	1.22μA	10pA	-	-	-	-	-	NJU77004AV

## ■ 端子配列

端子配列	<p>(Top View)</p> <p>OUTPUT 1, 5 V<sup>+</sup></p> <p>V<sup>-</sup> 2</p> <p>+INPUT 3, -INPUT 4</p>	<p>(Top View)</p> <p>+INPUT 1, 5 V<sup>+</sup></p> <p>V<sup>-</sup> 2</p> <p>-INPUT 3, OUTPUT 4</p>	
パッケージ	 SOT-23-5	 SOT-23-5	 SC-88A
製品名	<b>NJU77000F</b> <b>NJU7700AF</b>	<b>NJU77001F</b> <b>NJU77001AF</b>	<b>NJU77001F3</b> <b>NJU77001AF3</b>
端子配列	<p>(Top View)</p> <p>A OUTPUT 1, 8 V<sup>+</sup></p> <p>A -INPUT 2, 7 B OUTPUT</p> <p>A +INPUT 3, 6 B -INPUT</p> <p>V<sup>-</sup> 4, 5 B +INPUT</p>		<p>(Top View)</p> <p>A OUTPUT 1, 8 V<sup>+</sup></p> <p>A -INPUT 2, 7 B OUTPUT</p> <p>A +INPUT 3, 6 B -INPUT</p> <p>V<sup>-</sup> 4, 5 B +INPUT</p> <p>Exposed Pad on Underside</p> <p>Exposed pad は V<sup>-</sup> に接続ください。</p>
パッケージ	 EMP8	 TVSP8	 ESON8-U1
製品名	<b>NJU77002E</b> <b>NJU77002AE</b>	<b>NJU77002RB1</b> <b>NJU77002ARB1</b>	<b>NJU77002KU1</b> <b>NJU77002AKU1</b>
端子配列	<p>(Top View)</p> <p>A OUTPUT 1, 14 D OUTPUT</p> <p>A -INPUT 2, 13 D -INPUT</p> <p>A +INPUT 3, 12 D +INPUT</p> <p>V<sup>+</sup> 4, 11 V<sup>-</sup></p> <p>B +INPUT 5, 10 C +INPUT</p> <p>B -INPUT 6, 9 C -INPUT</p> <p>B OUTPUT 7, 8 C OUTPUT</p>		
パッケージ	 SSOP14		
製品名	<b>NJU77004V</b> <b>NJU77004AV</b>		

## ■ 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
電源電圧	$V^+ - V^-$	7	V
差動入力電圧 <sup>(1)</sup>	$V_{ID}$	$\pm 7$ <sup>(2)</sup>	V
入力電圧	$V_{IN}$	$V^- - 0.3$ to $V^+ + 0.3$	V
消費電力 <sup>(3)</sup>		(2-layer)	
SOT-23-5	P <sub>D</sub>	390	mW
SC-88A		280	
EMP8		500	
TVSP8		410	
ESON8-U1		360	
SSOP14		400	
動作温度範囲	T <sub>opr</sub>	-40 to +105	°C
保存温度範囲	T <sub>stg</sub>	-55 to +125	°C

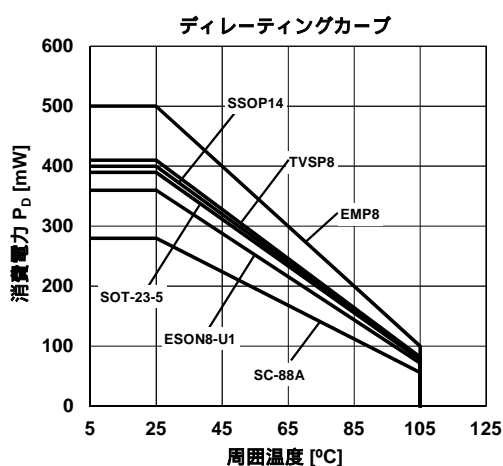
(1) 差動入力電圧は+INPUT 端子と-ININPUT 端子の電位差です。

(2) 電源電圧が 7V 以下の場合、電源電圧と等しくなります。

(3) 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。

Ta>25°C で使用する場合、その値は 1°C につき PD/(Tstg(MAX)-25)[mW/°C]の割合で減少します。

2-layer: EIA/JEDEC 仕様基板(76.2x114.3x1.6mm, 2 層, FR-4)実装時



## ■ 推奨動作条件(Ta=25°C)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
電源電圧	$V^+ - V^-$		1.5	-	5.5	V

■電気的特性(指定なき場合には  $V^+=5V$ ,  $V^-=0V$ ,  $V_{COM}=2.5V$ ,  $R_L=100k\Omega$  to  $2.5V$ ,  $T_a=25^\circ C$ )

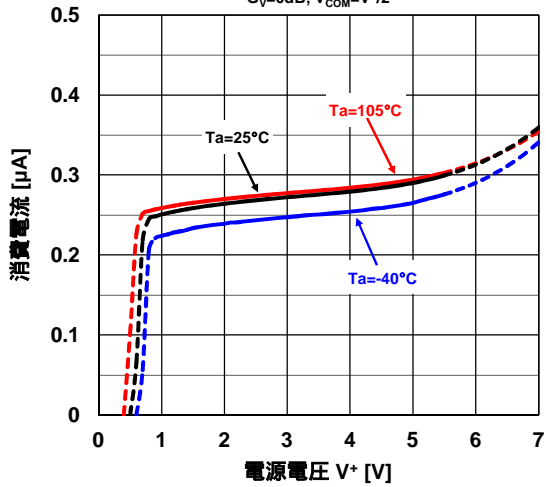
項目	記号	条件	NJU7700xA			NJU7700x			単位
			最小	標準	最大	最小	標準	最大	
<b>DC 特性</b>									
消費電流(全回路) NJU77000/NJU77001	$I_{SUPPLY}$	無信号時	-	0.29	0.39	-	0.29	0.49	$\mu A$
		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	-	0.39	-	-	-	
NJU77002		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.46	0.66	-	0.46	0.76	
NJU77004		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.92	1.22	-	0.92	1.32	
入力オフセット電圧 NJU77000/NJU77001	$V_{IO}$	$V_{COM}=0V$	-	0.35	1	-	0.35	1.8	$mV$
		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	-	1.2	-	-	-	
NJU77002		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.35	1.3	-	0.35	2.0	
NJU77004		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.35	1.5	-	0.35	2.2	
入力オフセット電圧ドリフト NJU77000/NJU77001 NJU77002 NJU77004	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	$V_{COM}=0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.65	17	-	0.65	-	$\mu V/deg$
入力バイアス電流	$I_B$	$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-10 -100	1 -	10 100	- -	1 -	- -	$pA$
入力オフセット電流	$I_{IO}$	$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-10 -100	1 -	10 100	- -	1 -	- -	$pA$
オープンループ電圧利得	$A_v$	$V_{out}=0.5V$ to $4.5V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	70 70	100 -	- -	70 -	100 -	- -	$dB$
同相信号除去比	CMR	$V_{COM}=0V$ to $5V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	60 60	80 -	- -	60 -	80 -	- -	$dB$
電源電圧除去比	SVR	$V^+=1.5V$ to $5.5V$ , $V_{COM}=0V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	70 70	90 -	- -	70 -	90 -	- -	$dB$
最大出力電圧	$V_{OH}$	$R_L=100k\Omega$ to $2.5V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	4.9 4.9	4.95 -	- -	4.9 -	4.95 -	- -	$V$
	$V_{OL}$	$R_L=100k\Omega$ to $2.5V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	- -	0.05 -	0.1 0.1	- -	0.05 -	0.1 -	$V$
同相入力電圧範囲	$V_{ICM}$	CMR $\geq 60dB$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	0 0	- -	5 5	0 -	- -	5 -	$V$
<b>AC 特性</b>									
スルーレート NJU77000/NJU77001 NJU77002/NJU77004	SR	$G_v=0dB$ , $C_L=20pF$ , $V_{IN}=1V_{pp}$	- -	0.8 0.7	- -	- -	0.8 0.7	- -	$V/ms$
ユニティーゲイン周波数 NJU77000/NJU77001 NJU77002/NJU77004	$f_T$	$G_v=20dB$ , $C_L=20pF$	- -	1.1 1.0	- -	- -	1.1 1.0	- -	$kHz$
位相余裕	$\Phi_M$	$C_L=20pF$	-	60	-	-	60	-	$deg$
利得余裕	$G_M$	$C_L=20pF$	-	30	-	-	30	-	$dB$
入力換算雑音電圧 NJU77000/NJU77001 NJU77002/NJU77004	$V_{NI}$	$f=100Hz$	- -	600 700	- -	- -	600 700	- -	$nV/\sqrt{Hz}$

■電気的特性(指定なき場合には  $V^+=1.8V$ ,  $V^-=0V$ ,  $V_{COM}=0.9V$ ,  $R_L=100k\Omega$  to  $0.9V$ ,  $T_a=25^\circ C$ )

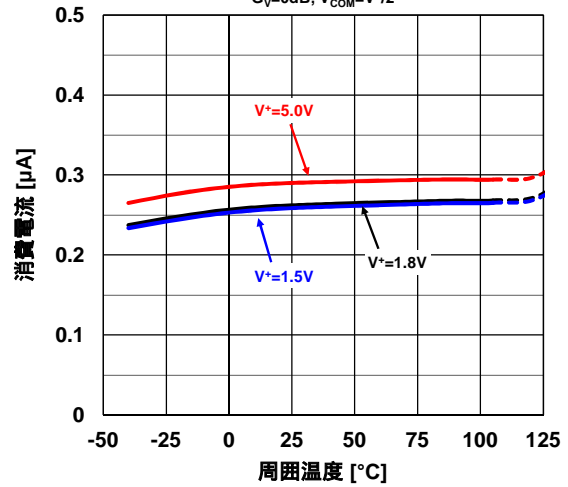
項目	記号	条件	NJU7700xA			NJU7700x			単位
			最小	標準	最大	最小	標準	最大	
<b>DC 特性</b>									
消費電流(全回路) NJU77000/NJU77001	$I_{SUPPLY}$	無信号時	-	0.26	0.36	-	0.26	0.46	$\mu A$
		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	-	0.36	-	-	-	
NJU77002		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.42	0.62	-	0.42	0.72	
NJU77004		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.84	1.17	-	0.84	1.27	
入力オフセット電圧 NJU77000/NJU77001	$V_{IO}$	$V_{COM}=0V$	-	0.35	1	-	0.35	1.8	$mV$
		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	-	1.2	-	-	-	
NJU77002		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.35	1.3	-	0.35	2.0	
NJU77004		$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.35	1.5	-	0.35	2.2	
入力オフセット電圧ドリフト NJU77000/NJU77001 NJU77002 NJU77004	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	$V_{COM}=0V$ , $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-	0.65	17	-	0.65	-	$\mu V/deg$
入力バイアス電流	$I_B$	$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-10 -100	1 -	10 100	- -	1 -	- -	$pA$
入力オフセット電流	$I_{IO}$	$T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	-10 -100	1 -	10 100	- -	1 -	- -	$pA$
オープンループ電圧利得	$A_v$	$V_{out}=0.5V$ to $1.3V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	70 70	100 -	- -	70 -	100 -	- -	$dB$
同相信号除去比	CMR	$V_{COM}=0V$ to $1.8V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	55 55	80 -	- -	55 -	80 -	- -	$dB$
電源電圧除去比	SVR	$V^+=1.5V$ to $5.5V$ , $V_{COM}=0V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	70 70	90 -	- -	70 -	90 -	- -	$dB$
最大出力電圧	$V_{OH}$	$R_L=100k\Omega$ to $0.9V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	1.7 1.7	1.75 -	- -	1.7 -	1.75 -	- -	$V$
	$V_{OL}$	$R_L=100k\Omega$ to $0.9V$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	- -	0.05 -	0.1 0.1	- -	0.05 -	0.1 -	$V$
同相入力電圧範囲	$V_{ICM}$	CMR $\geq 55dB$ $T_a=-40^\circ C$ to $105^\circ C$	0 0	- -	1.8 1.8	0 -	- -	1.8 -	$V$
<b>AC 特性</b>									
スルーレート NJU77000/NJU77001 NJU77002/NJU77004	SR	$G_v=0dB$ , $C_L=20pF$ , $V_{IN}=1V_{pp}$	- -	0.7 0.6	- -	- -	0.7 0.6	- -	$V/ms$
ユニティーゲイン周波数 NJU77000/NJU77001 NJU77002/NJU77004	$f_T$	$G_v=20dB$ , $C_L=20pF$	- -	1.0 0.9	- -	- -	1.0 0.9	- -	$kHz$
位相余裕	$\Phi_M$	$C_L=20pF$	-	60	-	-	60	-	$deg$
利得余裕	$G_M$	$C_L=20pF$	-	30	-	-	30	-	$dB$
入力換算雑音電圧 NJU77000/NJU77001 NJU77002/NJU77004	$V_{NI}$	$f=100Hz$	- -	700 800	- -	- -	700 800	- -	$nV/\sqrt{Hz}$

## ■ 特性例

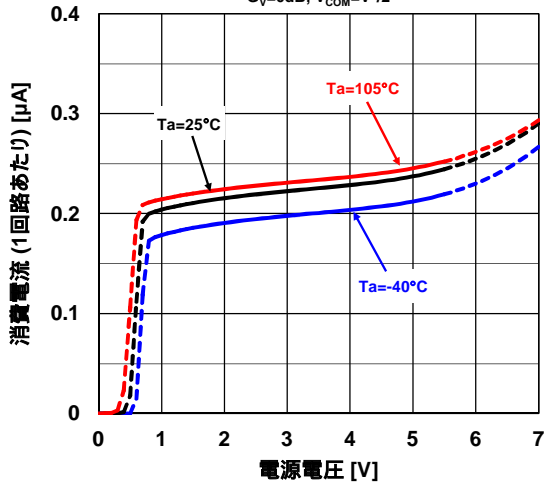
消費電流 対 電源電圧 特性例  
(NJU77000/NJU77001)  
 $G_V=0\text{dB}$ ,  $V_{\text{COM}}=V^*/2$



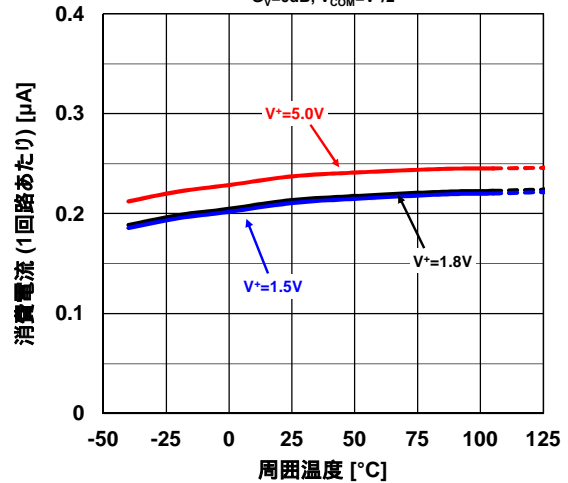
消費電流 対 周囲温度 特性例  
(NJU77000/NJU77001)  
 $G_V=0\text{dB}$ ,  $V_{\text{COM}}=V^*/2$



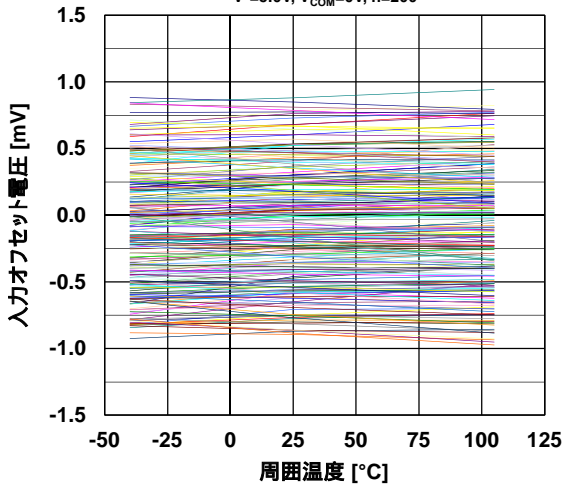
消費電流 (1回路あたり) 対 電源電圧 特性例  
(NJU77002/NJU77004)  
 $G_V=0\text{dB}$ ,  $V_{\text{COM}}=V^*/2$



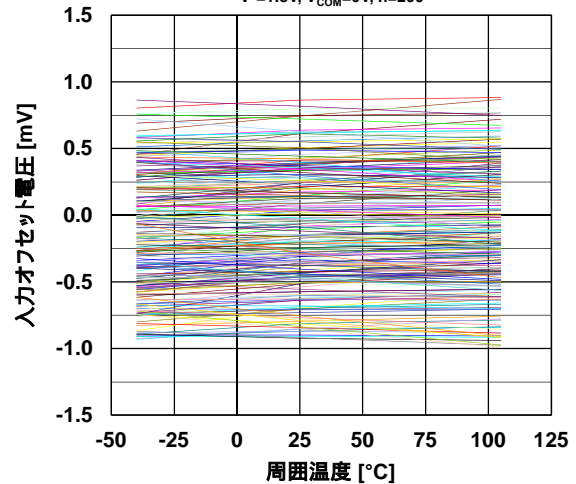
消費電流 (1回路あたり) 対 周囲温度 特性例  
(NJU77002/NJU77004)  
 $G_V=0\text{dB}$ ,  $V_{\text{COM}}=V^*/2$



入力オフセット電圧 対 周囲温度 特性例  
 $V^+=5.0\text{V}$ ,  $V_{\text{COM}}=0\text{V}$ ,  $n=200$



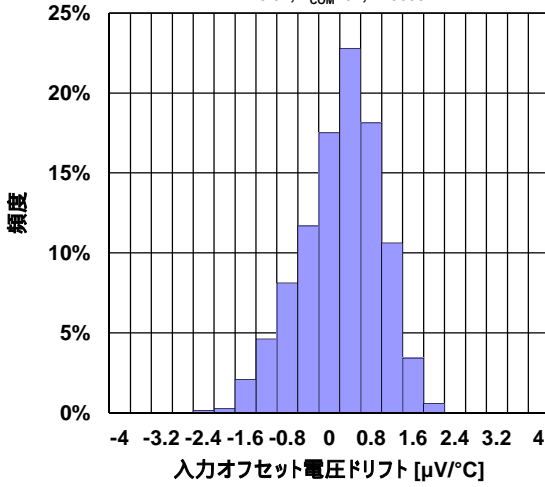
入力オフセット電圧 対 周囲温度 特性例  
 $V^+=1.8\text{V}$ ,  $V_{\text{COM}}=0\text{V}$ ,  $n=200$



## ■ 特性例

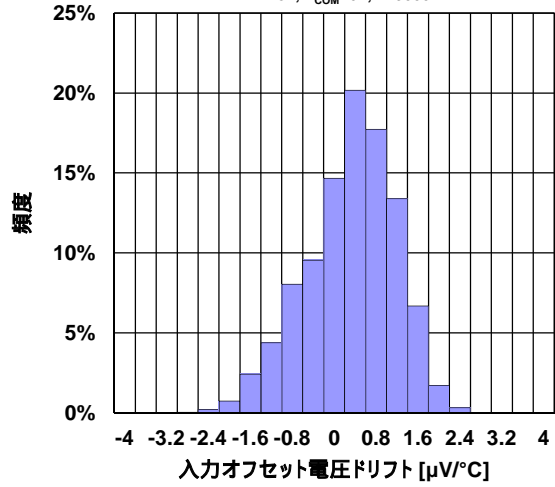
入力オフセット電圧ドリフト分布

$V^+=5.0V, V_{COM}=0V, n=3000$



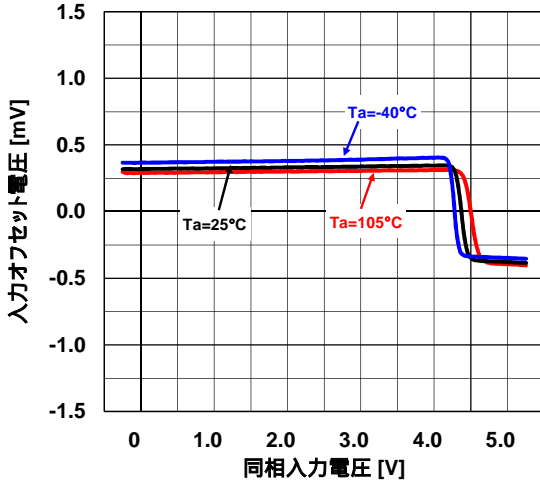
入力オフセット電圧ドリフト分布

$V^+=1.8V, V_{COM}=0V, n=3000$



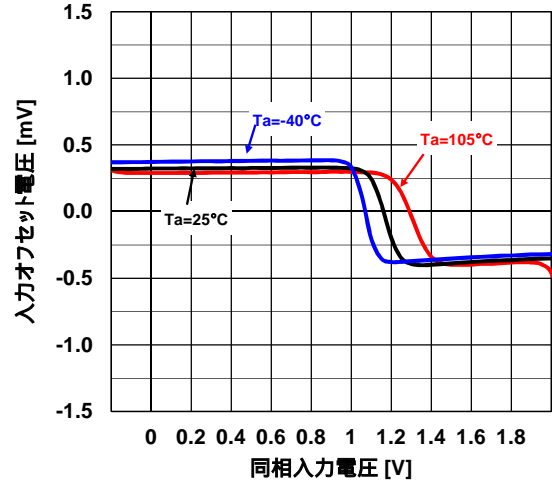
入力オフセット電圧 対 同相入力電圧 特性例

$V^+=5.0V$



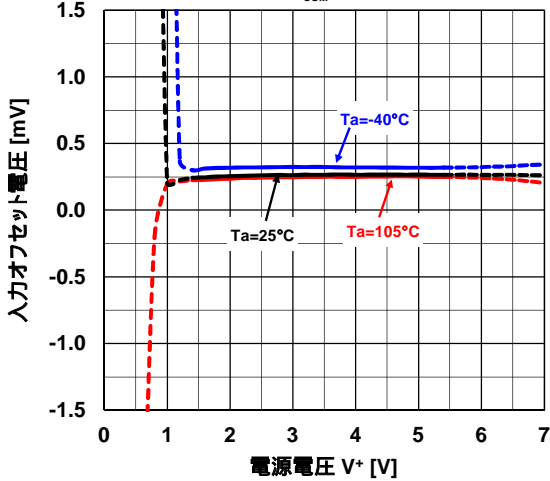
入力オフセット電圧 対 同相入力電圧 特性例

$V^+=1.8V$

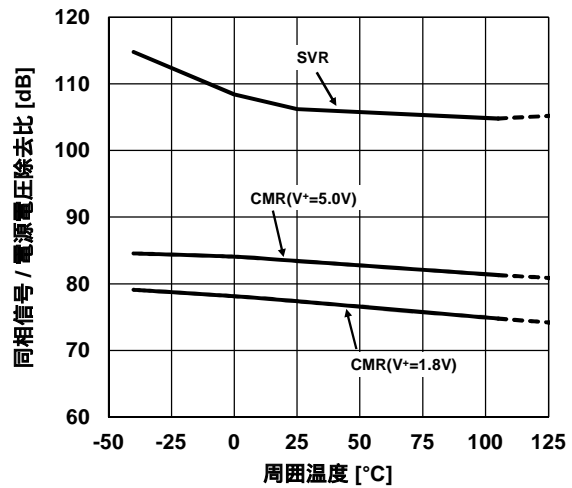


入力オフセット電圧 対 電源電圧 特性例

$V_{COM}=0V$

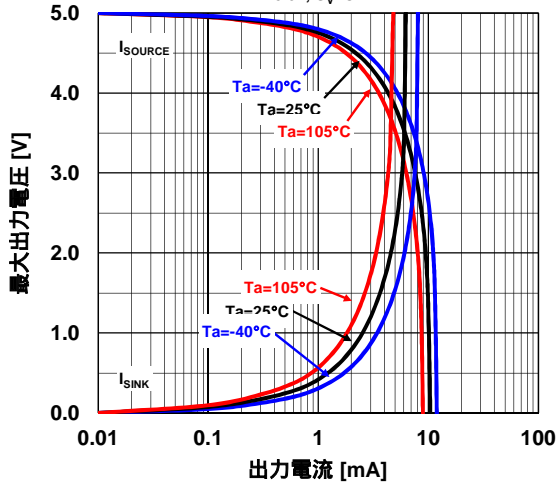


同相信号 / 電源電圧除去比 対 周囲温度 特性例

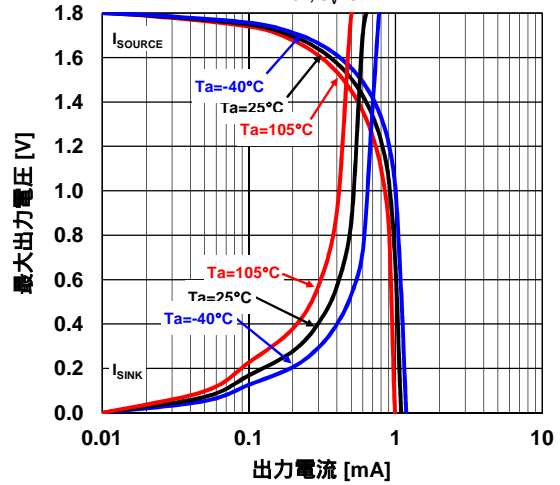


## ■ 特性例

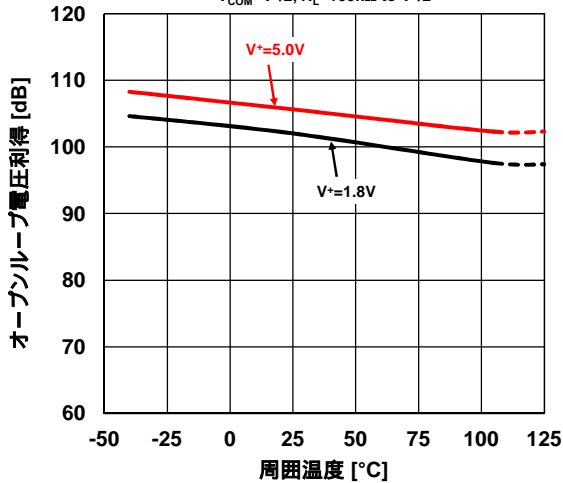
最大出力電圧 対 出力電流 特性例  
 $V^+=5.0V, G_V=OPEN$



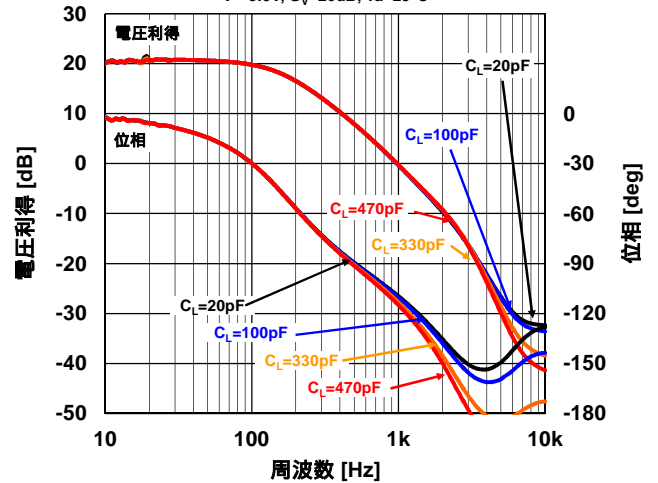
最大出力電圧 対 出力電流 特性例  
 $V^+=1.8V, G_V=OPEN$



オープンループ電圧利得 対 周囲温度 特性例  
 $V_{COM}=V^+/2, R_L=100k\Omega \text{ to } V^+/2$

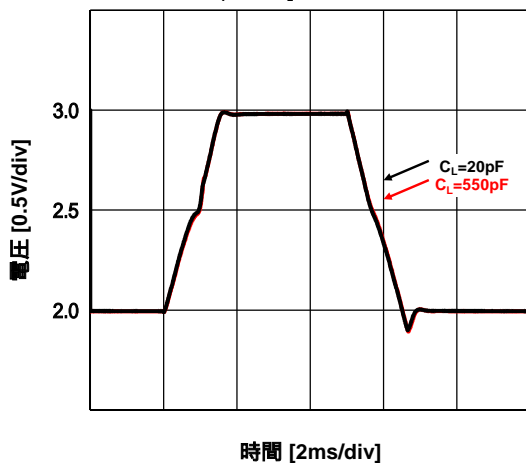


電圧利得/位相 対 周波数 特性例  
 $V^+=5.0V, G_V=20dB, Ta=25^\circ C$



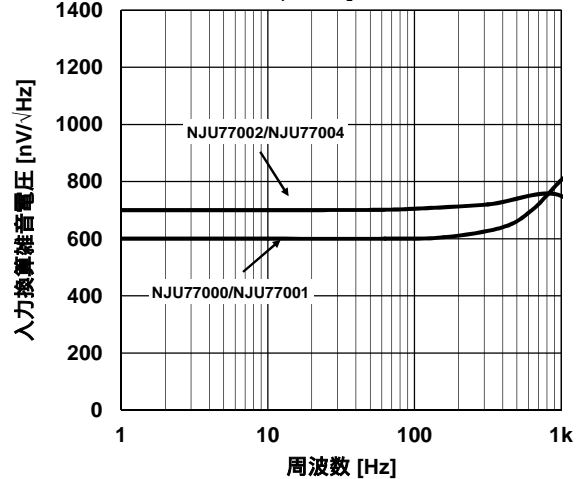
過渡応答 特性例

$V^+=5.0V, G_V=0dB, R_L=100k\Omega \text{ to } 2.5V, Ta=25^\circ C$



入力換算雑音電圧 対 周波数 特性例

$V^+=5.0V, G_V=0dB, R_L=100k\Omega, Ta=25^\circ C$





## ■アプリケーションノート

### ■容量性負荷の駆動

ボルテージ・フォロワ構成は、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カインピーダンスにより位相遅れが発生し、この結果負帰還回路の位相余裕度が減少するためリングングが発生するか、もしくは発振に至ります。

NJU77000/NJU77001/NJU77002/NJU77004 が発振を生じることなく駆動出来る容量性負荷は 470pF 程度です。大きな容量性負荷を駆動する場合は図 1 に示すアイソレーション抵抗:R<sub>ISO</sub> を使用ください。R<sub>ISO</sub> 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<sub>ISO</sub> 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 2 は、ボルテージ・フォロワ構成におけるアイソレーション抵抗 R<sub>ISO</sub> 対 容量性負荷 C<sub>L</sub> 特性例です。周波数応答のピークとステップ応答のオーバーシュートを確認の上、C<sub>L</sub> に応じた R<sub>ISO</sub> の値を設定ください。

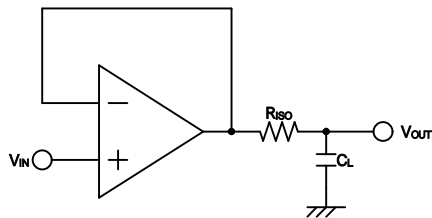


図 1. 容量性負荷のアイソレーション

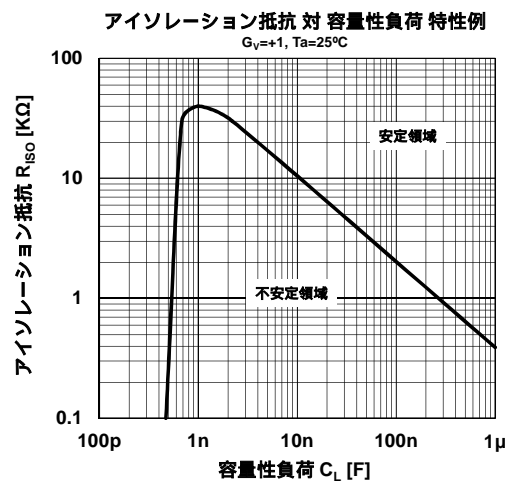
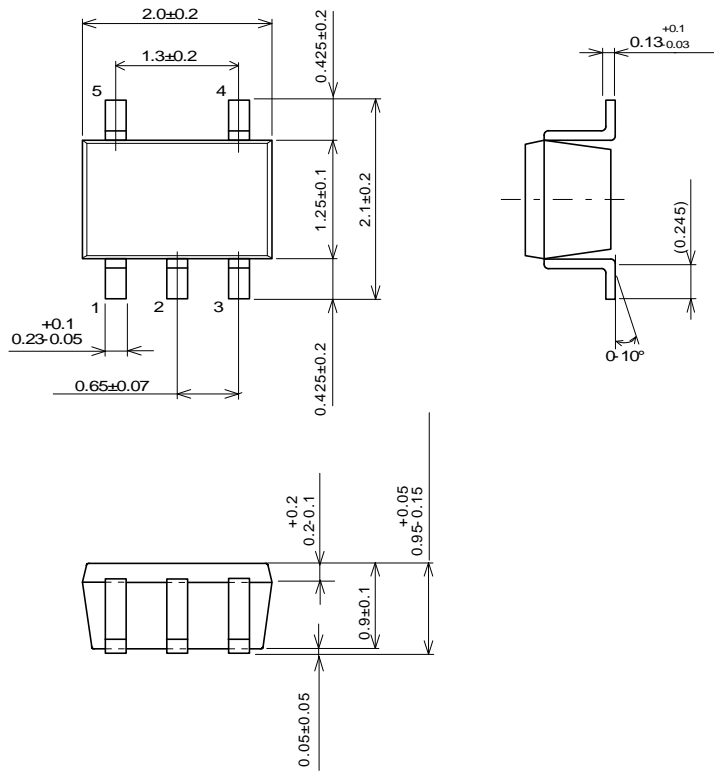


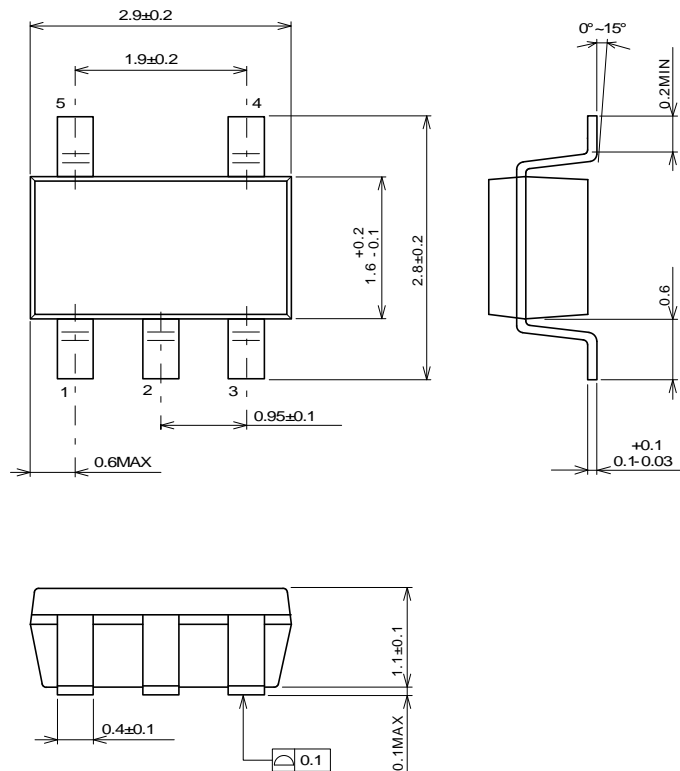
図 2. 容量性負荷安定のためのアイソレーション抵抗

## ■ パッケージ外形図



単位: mm

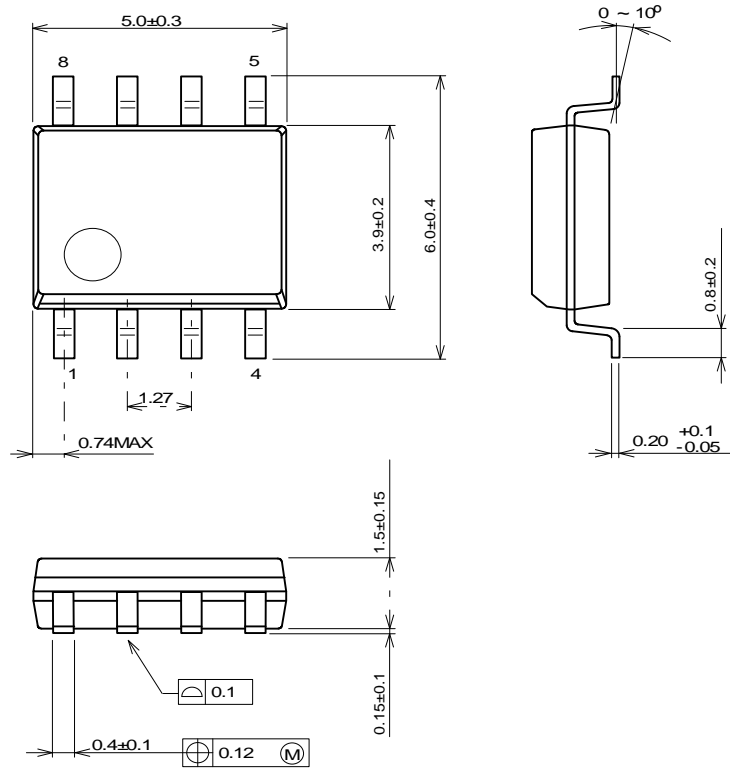
### SC-88A パッケージ



単位: mm

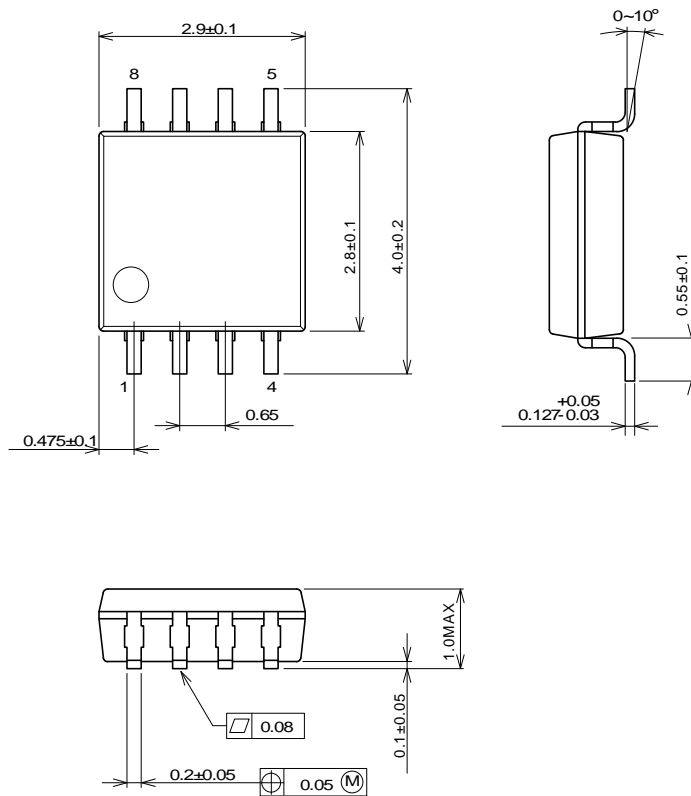
### SOT-23-5 パッケージ

## ■ パッケージ外形図



単位: mm

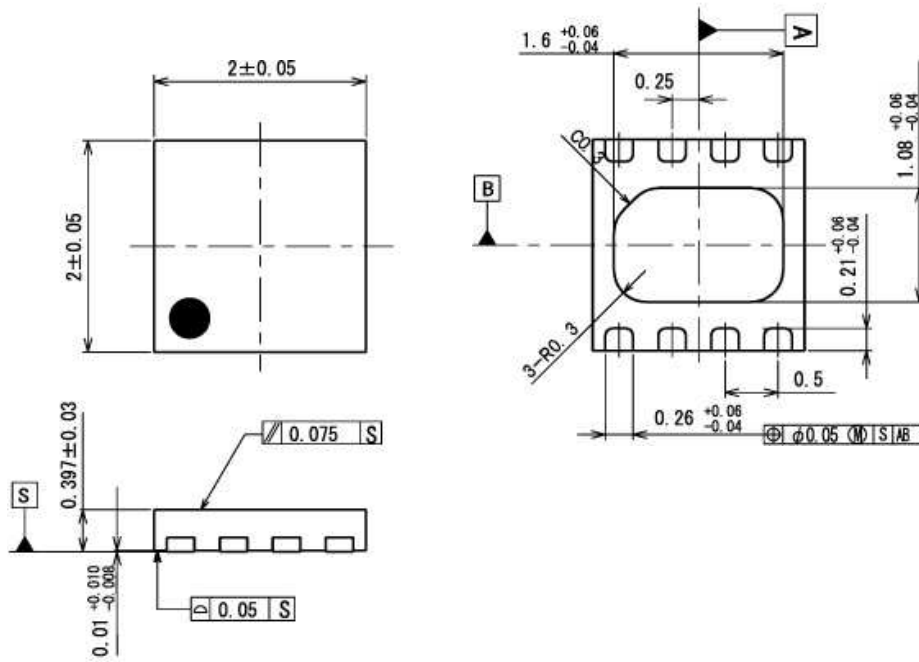
### EMP8 パッケージ



単位: mm

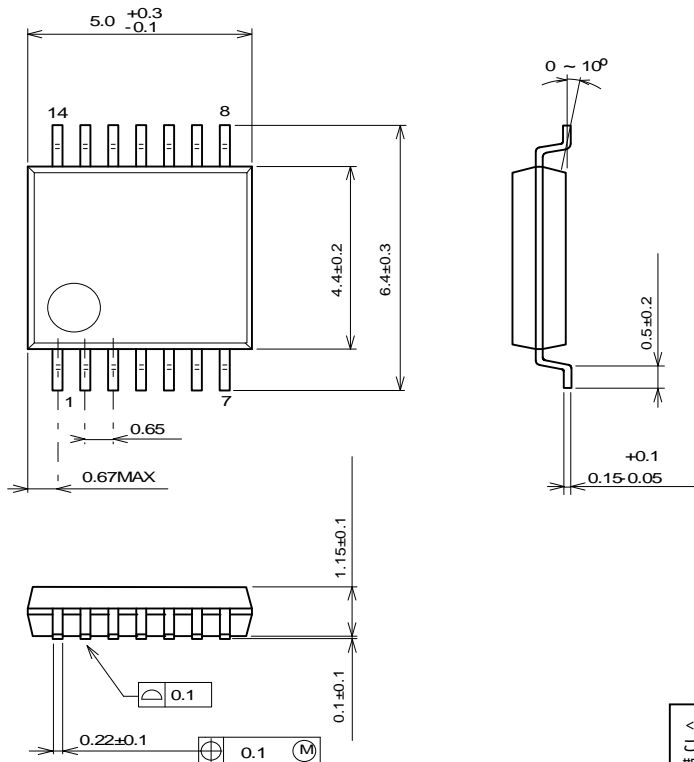
### TVSP8 パッケージ

## ■ パッケージ外形図



単位: mm

ESON8-U1 パッケージ



単位: mm

SSOP14 パッケージ

**<注意事項>**  
このデータブック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。