

特長

低入力電流

- 入力バイアス電流 (Bグレード) : 10pA (max)
- 入力オフセット電流 (Bグレード) : 0.6pA (max)

高CMRR

- 100dB CMRR (min)、G=10 (Bグレード)
- 5kHzまで80dB CMRR (min)、G=1 (Bグレード)

優れたAC仕様と低消費電力

- 帯域幅 : 1.5MHz (G=1)
- 入力ノイズ : 14nV/√Hz (1kHz)
- スルーレート : 2V/μs
- 無負荷時電源電流 : 750μA (max)

汎用

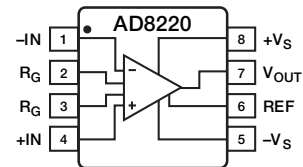
- MSOPパッケージ
- レールtoレール出力
- 負側電源レール以下までの入力電圧範囲
- ESD保護 : 4kV
- 単電源 : 4.5~36V
- 両電源 : ±2.25~±18V
- 1本の抵抗によるゲイン設定 (G=1~1000)

アプリケーション

医療機器

- 高精度のデータ・アキュイジション
- トランスデューサ・インターフェース

ピン配置



上面図
(実寸ではありません)

図1

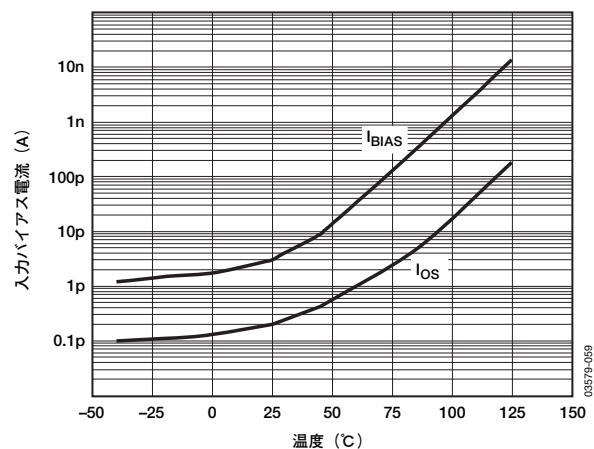


図2. 入力バイアス電流とオフセット電流の温度特性

概要

AD8220は、MSOPパッケージで提供される初の単電源JFET入力計装アンプです。高性能な携帯型計測器のニーズに応えるべく設計されたAD8220の最小同相ノイズ除去比 (CMRR) は、DCにおいて86dBで、G=1では5kHz時に80dBとなっています。最大入力バイアス電流は10pAで、一般には工業用温度範囲の全域で300pA未満です。JFET入力であるにもかかわらず、ノイズ・コーナーの周波数はわずか10Hz (typ) です。

ミックスド・シグナル処理の普及とともに、各システムで要求される電源の数が増えていますが、AD8220はこの問題を緩和するように設計されています。AD8220は、±18Vの両電源と+5Vの単電源で動作します。レールtoレール出力段では、携帯型アプリケーションに共通な低電源電圧でのダイナミック・レンジを最大限に拡張します。5V単電源で動作できるため、高電圧の両電源を使用する必要がありません。無負荷時電流は750μA (max) で、バッテリー駆動のデバイスに最適です。

ゲインは、1本の抵抗により1~1000の範囲で設定できます。ゲインが増加すると、同相ノイズ除去も増加します。小信号の読出し時に高いCMRRを必要とする測定では、AD8220に大きなゲインを設定することを推奨します。

リファレンス・ピンを使用することにより出力電圧を調整できます。この機能はA/Dコンバータ (ADC) とインターフェースをとるときに便利です。

AD8220は、SOICのおよそ半分のボード面積のMSOPパッケージを採用しています。性能は-40~+85°Cの工業用温度範囲で仕様規定しています。

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。
※日本語データシートはREVISIONが古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。
© 2006-2007 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

REV. A

アナログ・デバイセズ株式会社

本 社 / 〒105-6891 東京都港区海岸1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル
電話03 (5402) 8200
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪MTビル2号
電話06 (6350) 6868

目次

特長	1	リファレンス端子.....	21
アプリケーション	1	電源の安定化とバイパス.....	21
ピン配置	1	入力バイアス電流のリターン・パス.....	21
概要	1	入力保護.....	21
改訂履歴	2	RF干渉	22
仕様	3	同相入力電圧範囲.....	22
絶対最大定格	8	ADCの駆動	22
ESDに関する注意.....	8	アプリケーション	23
ピン配置と機能の説明	9	ACカップリングの計装アンプ.....	23
代表的な性能特性	10	差動出力.....	23
動作原理	19	心電図のシグナル・コンディショニング.....	25
ゲイン選択.....	20	外形寸法	26
レイアウト.....	20	オーダー・ガイド.....	26

改訂履歴

5/07—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Table 1	3
Changes to Table 2	5
Changes to Table 3	8
Changes to Figure 6 and Figure 7	10
Changes to Figure 23 and Figure 24	13
Changes to Theory of Operation	19
Changes to Layout	20
Changes to Ordering Guide	26

4/06—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、 $V_{S+} = +15V$ 、 $V_{S-} = -15V$ 、 $V_{REF} = 0V$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $G = 1$ 、 $R_L = 2k\Omega$ 。

表1

パラメータ	テスト条件	Aグレード			Bグレード			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
同相ノイズ除去比 (CMRR)								
CMRR (DC~60Hz、 1k Ω の信号源不平衡時)	$V_{CM} = \pm 10V$							
G=1		78			86			dB
G=10		94			100			dB
G=100		94			100			dB
G=1000		94			100			dB
CMRR (5kHz)	$V_{CM} = \pm 10V$							
G=1		74			80			dB
G=10		84			90			dB
G=100		84			90			dB
G=1000		84			90			dB
ノイズ	$RTIノイズ = \sqrt{(e_{ni}^2 + (e_{no}/G)^2)}$							
電圧ノイズ (1kHz)								
入力電圧ノイズ (e_{ni})	$V_{IN+}, V_{IN-} = 0V$		14		14	17		nV/\sqrt{Hz}
出力電圧ノイズ (e_{no})	$V_{IN+}, V_{IN-} = 0V$		90		90	100		nV/\sqrt{Hz}
RTI (0.1~10Hz)								
G=1			5		5			μV_{p-p}
G=1000			0.8		0.8			μV_{p-p}
電流ノイズ	$f = 1kHz$		1		1			fA/\sqrt{Hz}
電圧オフセット	$V_{OS} = V_{OSI} + V_{OSO}/G$							
入力オフセット (V_{OSI})				250		125		μV
平均TC	$T = -40 \sim +85^\circ C$			10		5		$\mu V/^\circ C$
出力オフセット (V_{OSO})				750		500		μV
平均TC	$T = -40 \sim +85^\circ C$			10		5		$\mu V/^\circ C$
電源対オフセットRTI (PSR)	$V_S = \pm 5 \sim \pm 15V$							
G=1		86			86			dB
G=10		96			100			dB
G=100		96			100			dB
G=1000		96			100			dB
入力電流								
入力バイアス電流				25		10		pA
全温度範囲	$T = -40 \sim +85^\circ C$		300		300			pA
入力オフセット電流				2		0.6		pA
全温度範囲	$T = -40 \sim +85^\circ C$		5		5			pA
ダイナミック応答								
小信号帯域幅-3dB								
G=1			1500		1500			kHz
G=10			800		800			kHz
G=100			120		120			kHz
G=1000			14		14			kHz

AD8220

パラメータ	テスト条件	Aグレード			Bグレード			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
セトリング時間 (0.01%)	10Vステップ							
G=1			5		5			μs
G=10			4.3		4.3			μs
G=100			8.1		8.1			μs
G=1000			58		58			μs
セトリング時間 (0.001%)	10Vステップ							
G=1			6		6			μs
G=10			4.6		4.6			μs
G=100			9.6		9.6			μs
G=1000			74		74			μs
スルーレート								
G=1~100		2			2			V/μs
ゲイン	$G=1+(49.4k\Omega/R_G)$							
ゲイン・レンジ		1		1000	1		1000	V/V
ゲイン誤差	$V_{OUT}=\pm 10V$							
G=1				0.06			0.04	%
G=10				0.3			0.2	%
G=100				0.3			0.2	%
G=1000				0.3			0.2	%
ゲイン非直線性	$V_{OUT}=-10\sim+10V$							
G=1	$R_L=10k\Omega$		10	15	10	15		ppm
G=10	$R_L=10k\Omega$		5	10	5	10		ppm
G=100	$R_L=10k\Omega$		30	60	30	60		ppm
G=1000	$R_L=10k\Omega$		400	500	400	500		ppm
G=1	$R_L=2k\Omega$		10	15	10	15		ppm
G=10	$R_L=2k\Omega$		10	15	10	15		ppm
G=100	$R_L=2k\Omega$		50	75	50	75		ppm
ゲインの温度特性								
G=1			3	10	2	5		ppm/°C
G>10				-50		-50		ppm/°C
入力								
インピーダンス (ピンからグラウンド) ²				10 15		10 15		GΩ pF
入力動作電圧範囲 ³	両電源では $V_S=\pm 2.25\sim\pm 18V$	$-V_S-0.1$		$+V_S-2$	$-V_S-0.1$		$+V_S-2$	V
温度範囲	$T=-40\sim+85^\circ C$	$-V_S-0.1$		$+V_S-2.1$	$-V_S-0.1$		$+V_S-2.1$	V
出力								
出力振幅	$R_L=2k\Omega$	-14.3		+14.3	-14.3		+14.3	V
温度範囲	$T=-40\sim+85^\circ C$	-14.3		+14.1	-14.3		+14.1	V
出力振幅	$R_L=10k\Omega$	-14.7		+14.7	-14.7		+14.7	V
温度範囲	$T=-40\sim+85^\circ C$	-14.6		+14.6	-14.6		+14.6	V
短絡電流			15			15		mA
リファレンス入力								
R_{IN}			40		40			kΩ
I_{IN}	$V_{IN+}, V_{IN-}=0V$			70			70	μA
電圧範囲		$-V_S$		$+V_S$	$-V_S$		$+V_S$	V
出力までのゲイン			1 ± 0.0001			1 ± 0.0001		V/V

パラメータ	テスト条件	Aグレード			Bグレード			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
電源								
動作電圧範囲		±2.25 ¹			±18			V
無負荷時電源電流					750			μA
温度特性	T = -40 ~ +85°C				850			μA
温度範囲								
規定性能		-40			+85			°C
動作時 ⁵		-40			+125			°C

¹ 出力が4mA以上シンクする場合、リングングを防止するために47pFのコンデンサを負荷と並行に使用してください。コンデンサを使用しない場合、これよりも大きな負荷(10kΩなど)を使用してください。

² 差動および同相入力インピーダンスは、次のようにピン・インピーダンスから計算できます。ZDIFF=2 (ZPIN) ; ZCM=ZPIN/2。

³ AD8220は負側電源を1ダイオード・ドロップだけ下回る電圧まで動作できますが、バイアス電流は急激に増加します。入力電圧範囲は、入力バイアス電流が仕様に収まる最大許容電圧を反映します。

⁴ この電源電圧において、入力同相電圧が入力電圧範囲の仕様に収まるようにします。

⁵ AD8220は-40~+125°Cで特性付けられています。この温度範囲の予測動作については、「代表的な性能特性」を参照してください。

特に指定のない限り、 $V_S+ = +5V$ 、 $V_S- = 0V$ 、 $V_{REF} = 2.5V$ 、 $T_A = +25°C$ 、 $G = 1$ 、 $R_L = 2kΩ$ ¹。

表2

パラメータ	テスト条件	Aグレード			Bグレード			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
同相ノイズ除去比 (CMRR)								
CMRR (DC~60Hz、1kΩの信号源不平衡時)	$V_{CM} = 0 \sim 2.5V$							
G=1		78			86			dB
G=10		94			100			dB
G=100		94			100			dB
G=1000		94			100			dB
CMRR (5kHz)	$V_{CM} = 0 \sim 2.5V$							
G=1		74			80			dB
G=10		84			90			dB
G=100		84			90			dB
G=1000		84			90			dB
ノイズ	$RTIノイズ = \sqrt{(e_{ni}^2 + (e_{no}/G)^2)}$							
電圧ノイズ (1kHz)	$V_S = \pm 2.5V$							
入力電圧ノイズ (e_{ni})	$V_{IN+}, V_{IN-} = 0V, V_{REF} = 0V$		14		14	17		nV \sqrt{Hz}
出力電圧ノイズ (e_{no})	$V_{IN+}, V_{IN-} = 0V, V_{REF} = 0V$		90		90	100		nV \sqrt{Hz}
RTI (0.1~10Hz)								
G=1			5		5			μVp-p
G=1000			0.8		0.8			μVp-p
電流ノイズ	f = 1kHz		1		1			fA/ \sqrt{Hz}
電圧オフセット	$V_{OS} = V_{OSI} + V_{OSO}/G$							
入力オフセット (V_{OSI})				300		200		μV
平均TC	T = -40 ~ +85°C			10		5		μV/°C
出力オフセット (V_{OSO})				800		600		μV
平均TC	T = -40 ~ +85°C			10		5		μV/°C
電源対オフセットRTI (PSR)								
G=1		86			86			dB
G=10		96			100			dB
G=100		96			100			dB
G=1000		96			100			dB

AD8220

パラメータ	テスト条件	Aグレード			Bグレード			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
入力電流								
入力バイアス電流				25			10	pA
全温度範囲	T=-40~+85°C		300		300			pA
入力オフセット電流				2			0.6	pA
全温度範囲	T=-40~+85°C		5		5			pA
ダイナミック応答								
小信号帯域幅-3dB								
G=1			1500		1500			kHz
G=10			800		800			kHz
G=100			120		120			kHz
G=1000			14		14			kHz
セトリング時間 (0.01%)								
G=1	3Vステップ		2.5		2.5			μs
G=10	4Vステップ		2.5		2.5			μs
G=100	4Vステップ		7.5		7.5			μs
G=1000	4Vステップ		30		30			μs
セトリング時間 (0.001%)								
G=1	3Vステップ		3.5		3.5			μs
G=10	4Vステップ		3.5		3.5			μs
G=100	4Vステップ		8.5		8.5			μs
G=1000	4Vステップ		37		37			μs
スルーレート								
G=1~100		2			2			V/μs
ゲイン	G=1 (49.4kΩ/R _G)							
ゲイン・レンジ		1		1000	1		1000	V/V
ゲイン誤差	V _{OUT} =0.3~2.9V (G=1) V _{OUT} =0.3~3.8V (G>1)							
G=1				0.06			0.04	%
G=10				0.3			0.2	%
G=100				0.3			0.2	%
G=1000				0.3			0.2	%
非直線性	V _{OUT} =0.3~2.9V (G=1) V _{OUT} =0.3~3.8V (G>1)							
G=1	R _L =10kΩ		35	50	35	50		ppm
G=10	R _L =10kΩ		35	50	35	50		ppm
G=100	R _L =10kΩ		50	75	50	75		ppm
G=1000	R _L =10kΩ		650	750	650	750		ppm
G=1	R _L =2kΩ		35	50	35	50		ppm
G=10	R _L =2kΩ		35	50	35	50		ppm
G=100	R _L =2kΩ		50	75	50	75		ppm
ゲインの温度特性								
G=1			3	10	2	5		ppm/°C
G>10				-50		-50		ppm/°C

パラメータ	テスト条件	Aグレード			Bグレード			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
入力								
インピーダンス (ピンからグラウンド) ²			10 6			10 6		GΩ pF
入力電圧範囲 ³		-0.1		+V _S -2	-0.1		+V _S -2	V
温度特性	T=-40~+85℃	-0.1		+V _S -2.1	-0.1		+V _S -2.1	V
出力								
出力振幅	R _L =2kΩ	0.25		4.75	0.25		4.75	V
温度特性	T=-40~+85℃	0.3		4.70	0.3		4.70	V
出力振幅	R _L =10kΩ	0.15		4.85	0.15		4.85	V
温度特性	T=-40~+85℃	0.2		4.80	0.2		4.80	V
短絡電流			15			15		mA
リファレンス入力								
R _{IN}			40			40		kΩ
I _{IN}	V _{IN+} 、V _{IN-} =0V			70			70	μA
電圧範囲		-V _S		+V _S	-V _S		+V _S	V
出力までのゲイン			1±0.0001			1±0.0001		V/V
電源								
動作電圧範囲		+4.5		+36	+4.5		+36	V
無負荷時電源電流				750			750	μA
温度特性	T=-40~+85℃			850			850	μA
温度範囲								
規定性能		-40		+85	-40		+85	℃
動作時 ⁴		-40		+125	-40		+125	℃

¹ 出力が4mA以上シンクする場合、リングングを防止するために47pFのコンデンサを負荷と並行に使用してください。コンデンサを使用しない場合、これよりも大きな負荷(10kWなど)を使用してください。

² 差動および同相入力インピーダンスは、次のようにピン・インピーダンスから計算できます。ZDIFF=2(ZPIN); ZCM=ZPIN/2。

³ AD8220は負側電源を1ダイオード・ドロップだけ下回る電圧まで動作できますが、バイアス電流は急激に増加します。入力電圧範囲は、入力バイアス電流が仕様に収まる最大許容電圧を反映します。

⁴ AD8220は-40~+125℃で特性付けられています。この温度範囲の予測動作については、「代表的な性能特性」を参照してください。

絶対最大定格

表3

パラメータ	定格値
電源電圧	±18V
消費電力	図3を参照
出力短絡電流	無期限 ¹
入力電圧（同相）	±Vs
差動入力電圧	±Vs
保存温度	-65～+125℃
動作温度範囲 ²	-40～+125℃
ピン温度範囲（ハンダ処理、10秒）	300℃
ジャンクション温度	140℃
θ_{JA} （4層JEDEC規格ボード）	135℃/W
パッケージのガラス遷移温度	140℃
ESD（人体モデル）	4kV
ESD（デバイス帯電モデル）	1kV
ESD（マシン・モデル）	0.4kV

¹ 負荷は電源電圧の1/2を基準にすると想定します。

² 仕様性能を得るための温度は-40～+85℃です。+125℃までの性能については「代表的な性能特性」を参照してください。

左記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

図3は、パッケージでの最大安全消費電力と、4層JEDEC規格ボードでのMSOPの周囲温度との関係を示します。 θ_{JA} の値は近似値です。

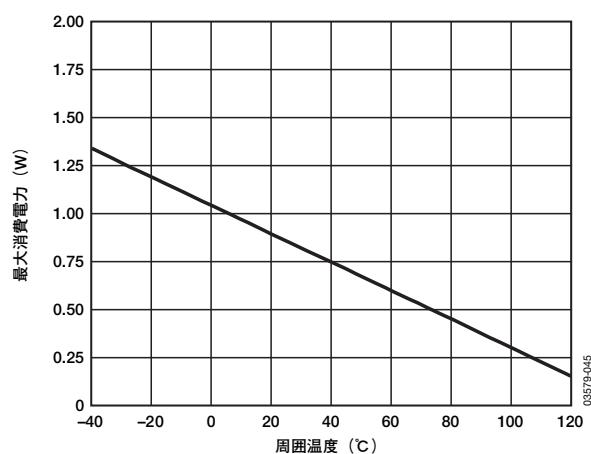


図3. 周囲温度 対 最大消費電力

ESDに関する注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されなまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術であるESD保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESDに対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置と機能の説明

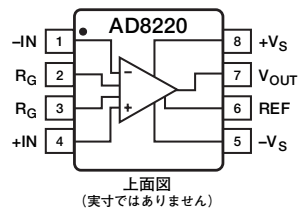


図4. ピン配置

表4. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	-IN	負側入力端子（真の差動入力）
2、3	R _G	ゲイン設定端子（R _G ピンを隔てて抵抗を配置）
4	+IN	正側入力端子（真の差動入力）
5	-V _S	負側電源端子
6	REF	リファレンス電圧端子（低インピーダンス電圧源によりこの端子を駆動して出力をレベル・シフト）
7	V _{OUT}	出力端子
8	+V _S	正側電源端子

代表的な性能特性

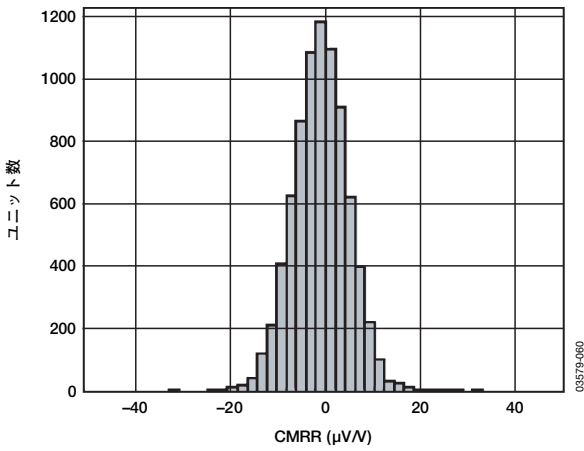


図5. CMRRの代表的な分布 (G=1)

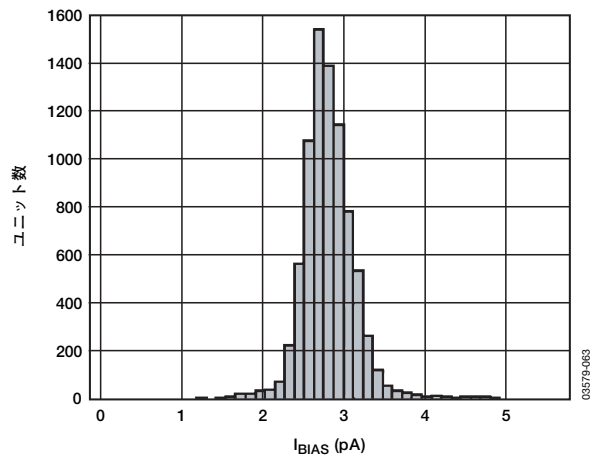


図8. 入力バイアス電流の代表的な分布

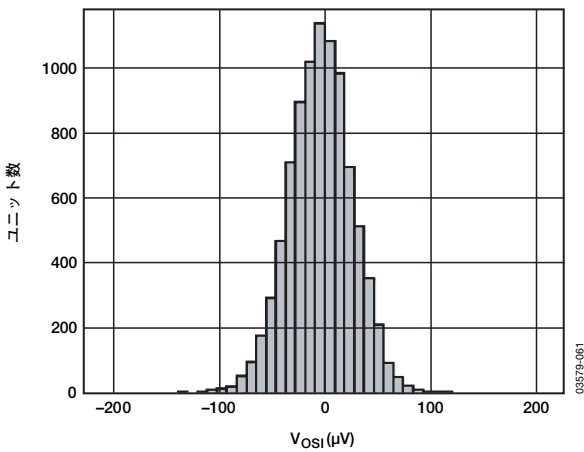


図6. 入力オフセット電圧の代表的な分布

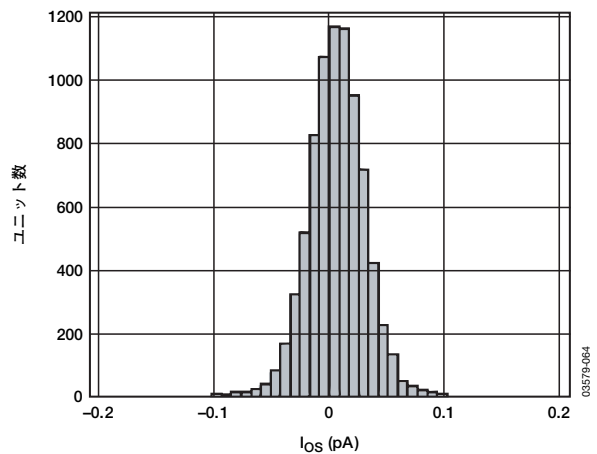


図9. 入力オフセット電流の代表的な分布

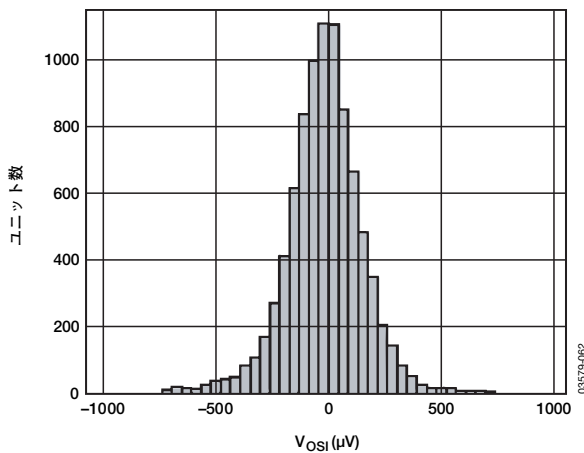


図7. 出力オフセット電圧の代表的な分布

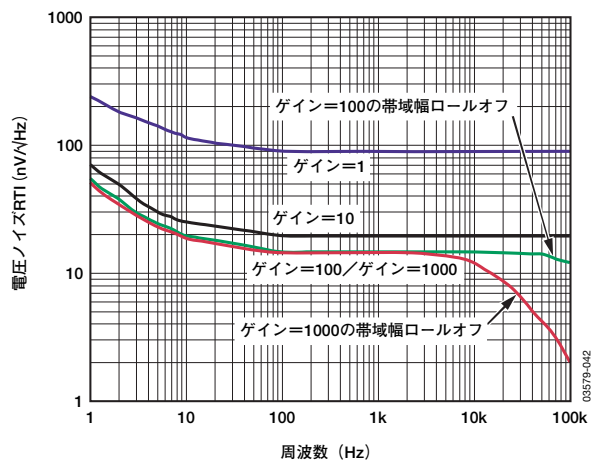


図10. 電圧スペクトル密度の周波数特性

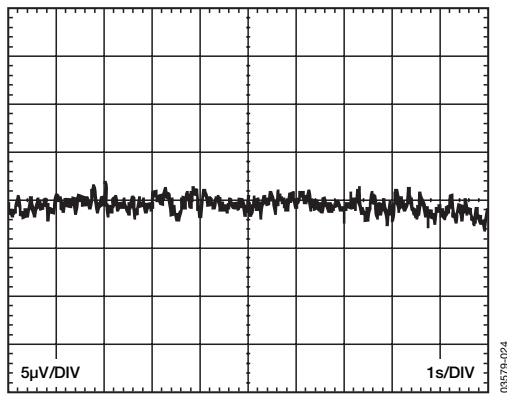


図11. 0.1~10HzのRTI電圧ノイズ (G=1)

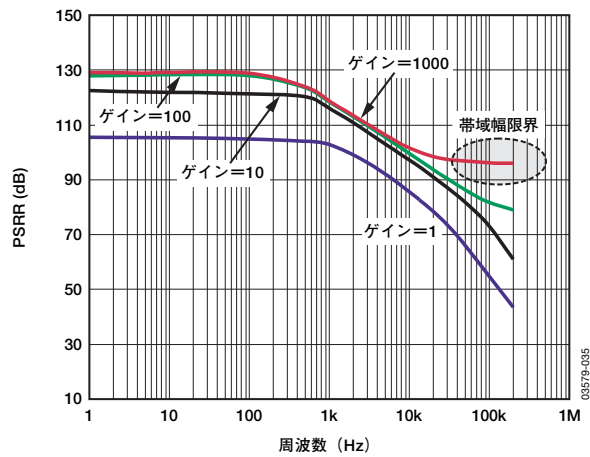


図14. 正のPSRRの周波数特性 (RTI)

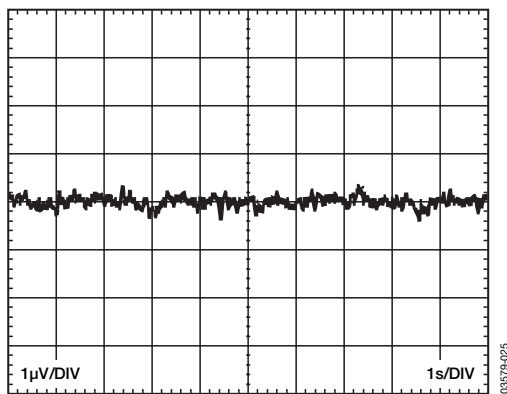


図12. 0.1~10HzのRTI電圧ノイズ (G=1000)

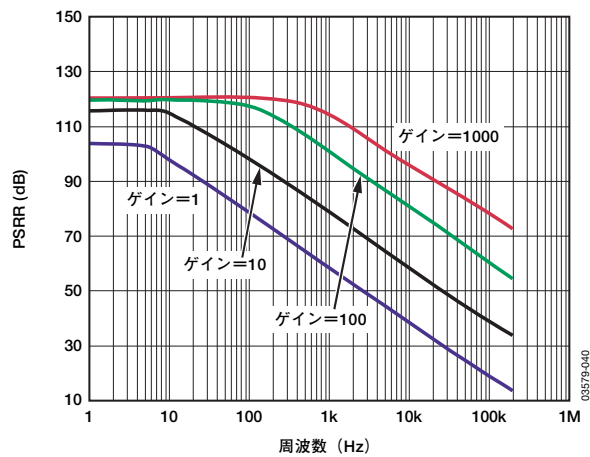


図15. 負のPSRRの周波数特性 (RTI)

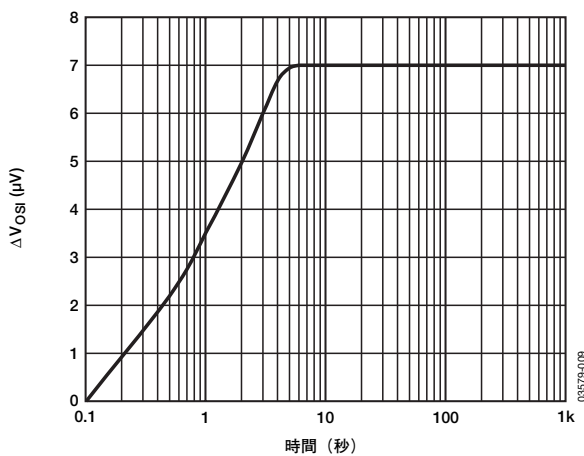


図13. ウォームアップ時間 対 入力オフセット電圧の変化

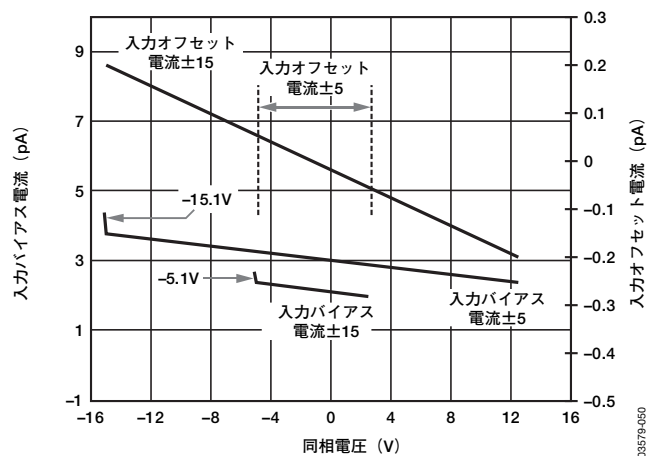


図16. 同相電圧 対 入力バイアス/オフセット電流

AD8220

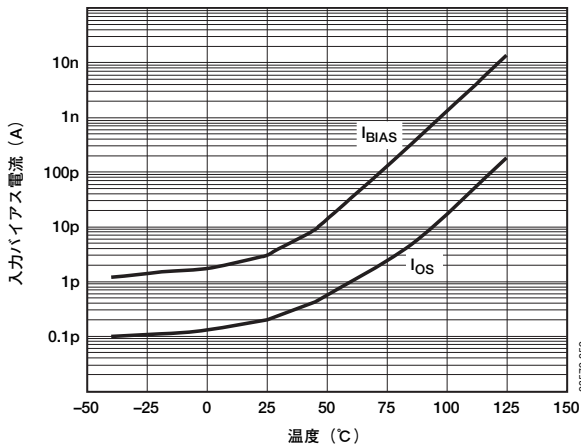


図17. 入力バイアス電流とオフセット電流の温度特性 ($V_S = \pm 15V$, $V_{REF} = 0V$)

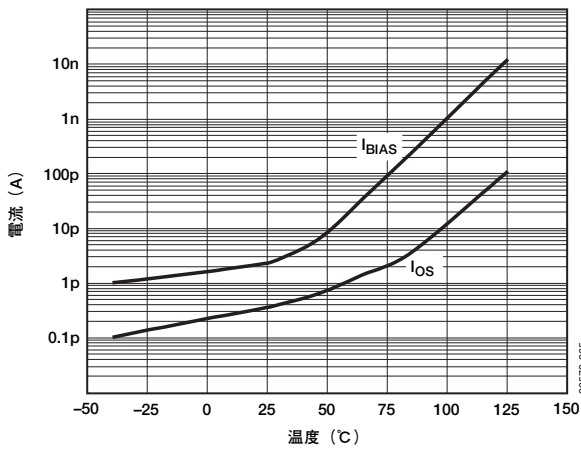


図18. 入力バイアス電流とオフセット電流の温度特性 ($V_S = +5V$, $V_{REF} = 2.5V$)

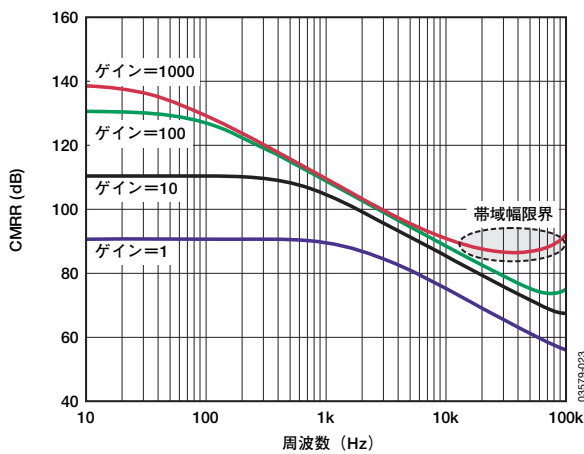


図19. CMRRの周波数特性

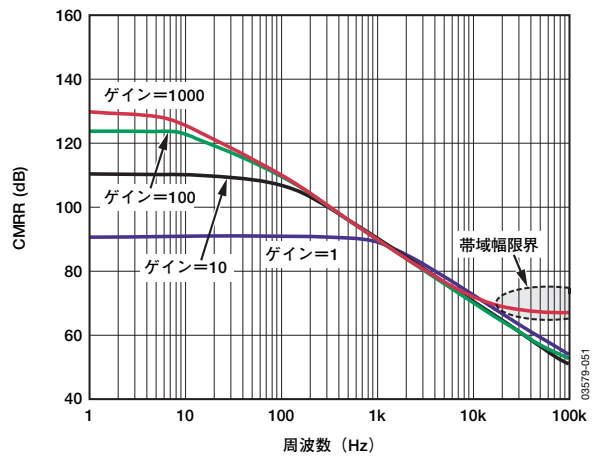


図20. CMRRの周波数特性 (1kΩの信号源不平衡時)

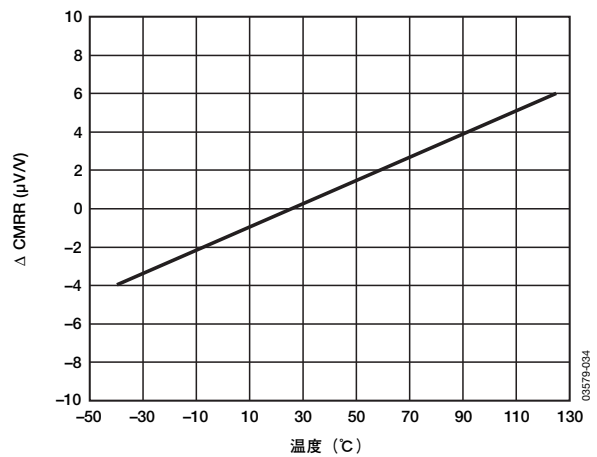


図21. CMRRの変化の温度特性 (G=1)

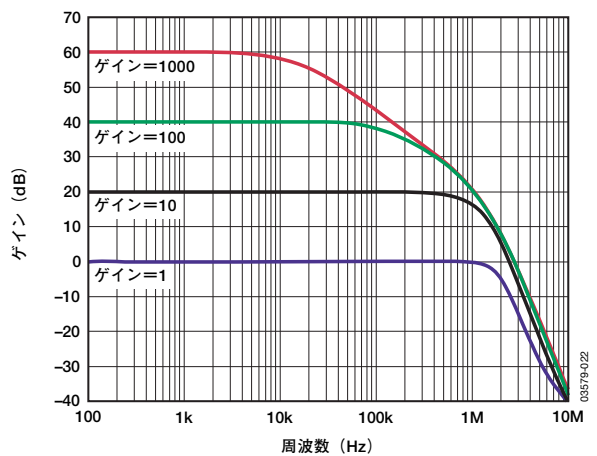


図22. ゲインの周波数特性

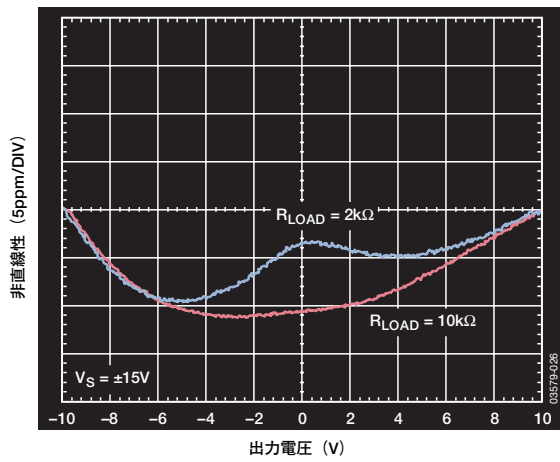


図23. ゲイン非直線性 (G=1)

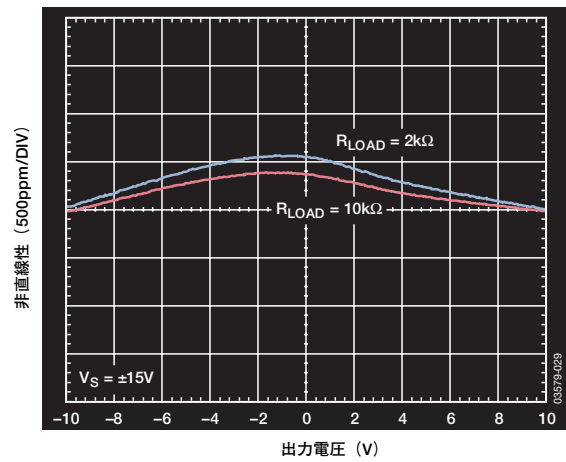


図26. ゲイン非直線性 (G=1000)

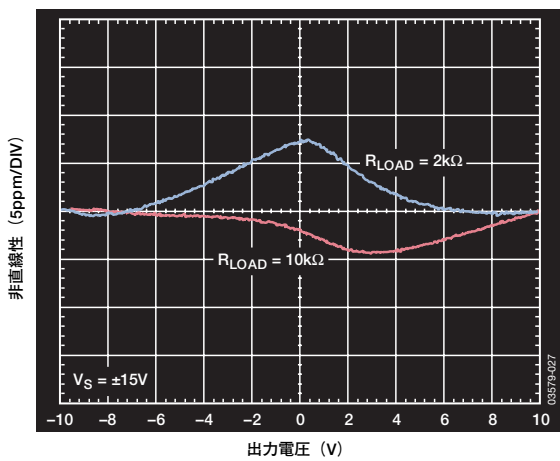


図24. ゲイン非直線性 (G=10)

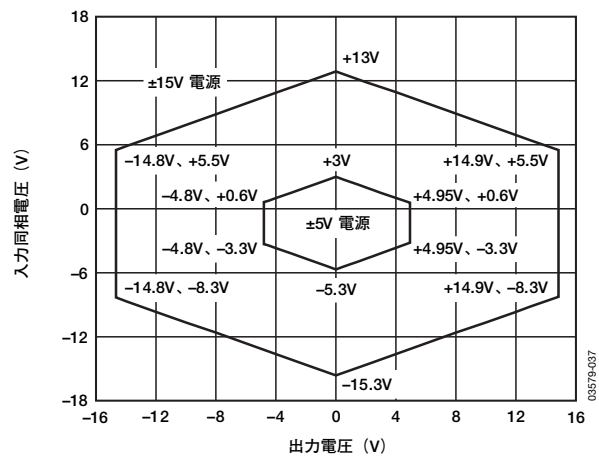


図27. 出力電圧 対 入力同相電圧範囲 (G=1, $V_{REF}=0V$)

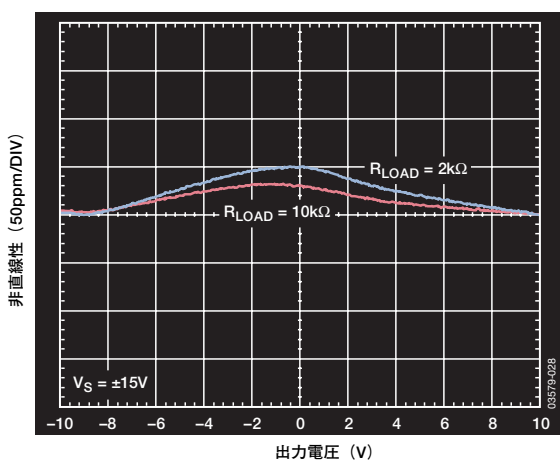


図25. ゲイン非直線性 (G=100)

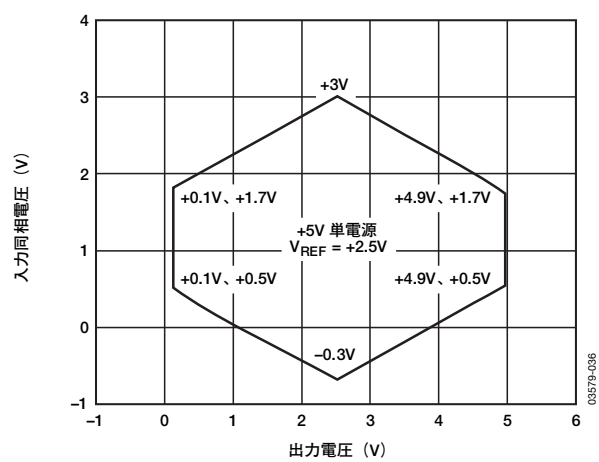


図28. 出力電圧 対 入力同相電圧範囲 (G=1, $V_S=+5V$, $V_{REF}=2.5V$)

AD8220

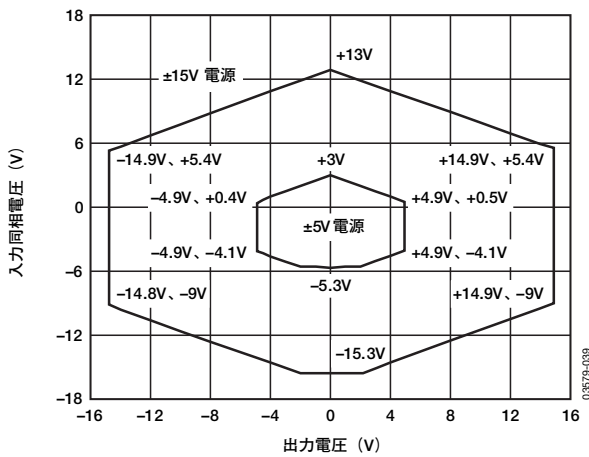


図29. 出力電圧 対 入力同相電圧範囲
($G=100$, $V_{REF}=0V$)

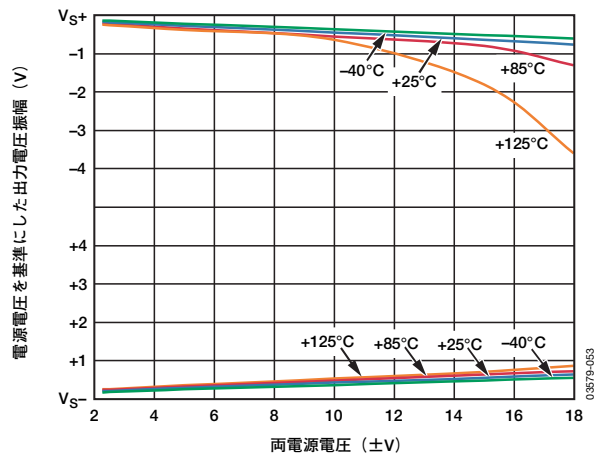


図32. 電源電圧 対 出力電圧振幅
($R_L=2k\Omega$, $G=10$, $V_{REF}=0V$)

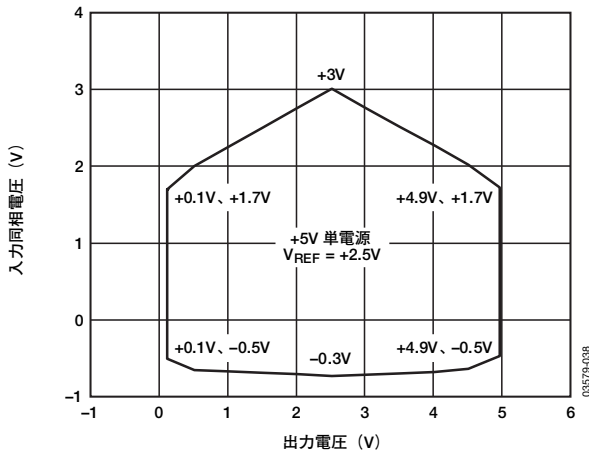


図30. 出力電圧 対 入力同相電圧範囲
($G=100$, $V_S=+5V$, $V_{REF}=2.5V$)

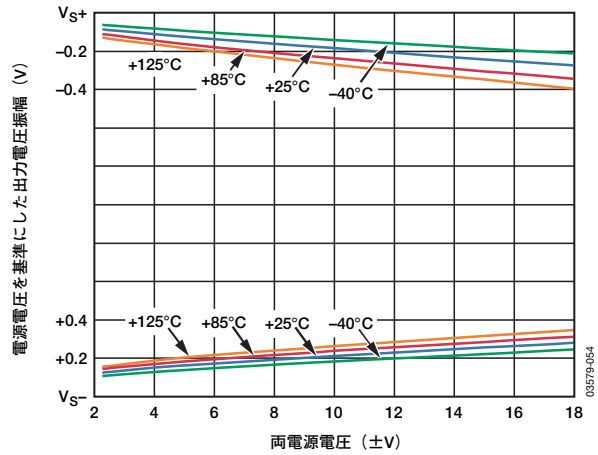


図33. 電源電圧 対 出力電圧振幅
($R_L=10k\Omega$, $G=10$, $V_{REF}=0V$)

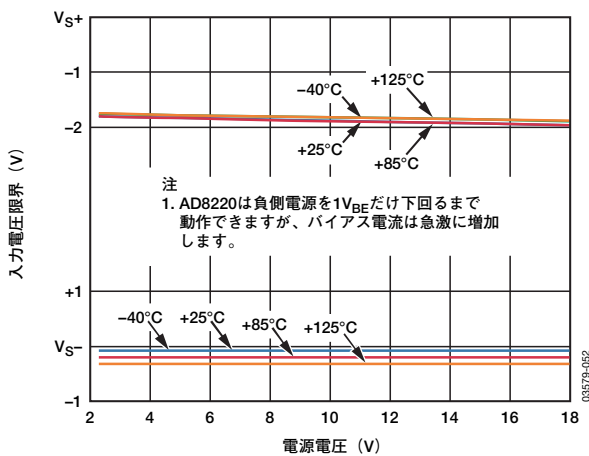


図31. 電源電圧 対 入力電圧限界
($G=1$, $V_{REF}=0V$)

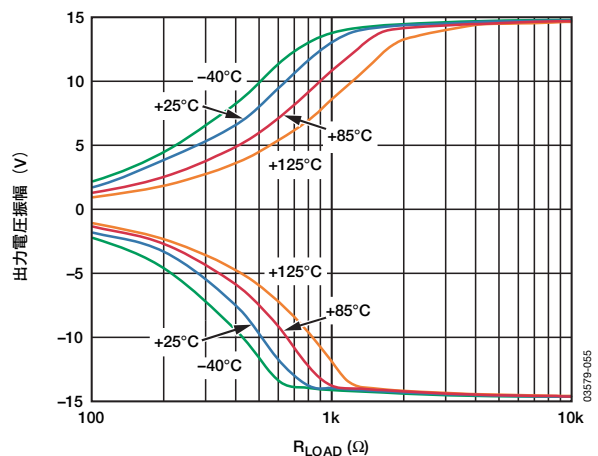


図34. 負荷抵抗 対 出力電圧振幅
($V_S=\pm 15V$, $V_{REF}=0V$)

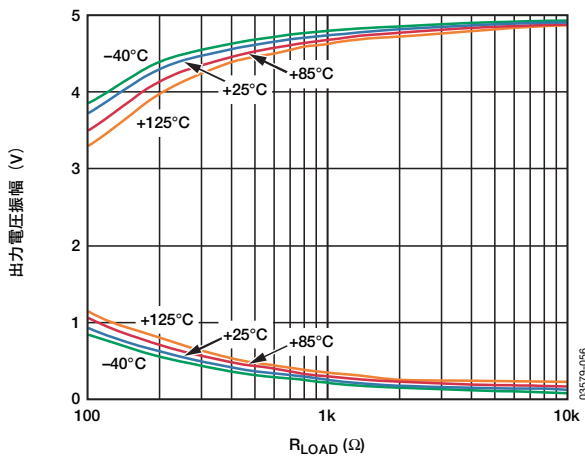


図35. 負荷抵抗 対 出力電圧振幅
($V_S = +5V$, $V_{REF} = 2.5V$)

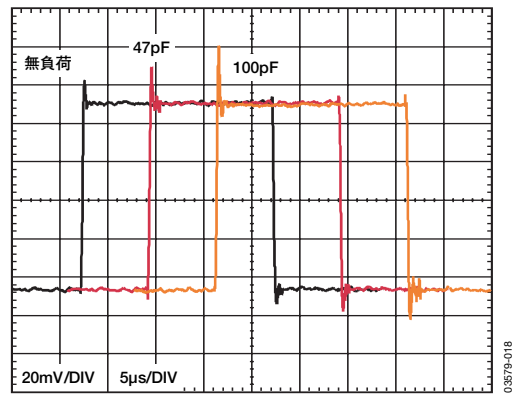


図38. さまざまな容量性負荷に対する小信号パルス応答 ($V_S = \pm 15V$, $V_{REF} = 0V$)

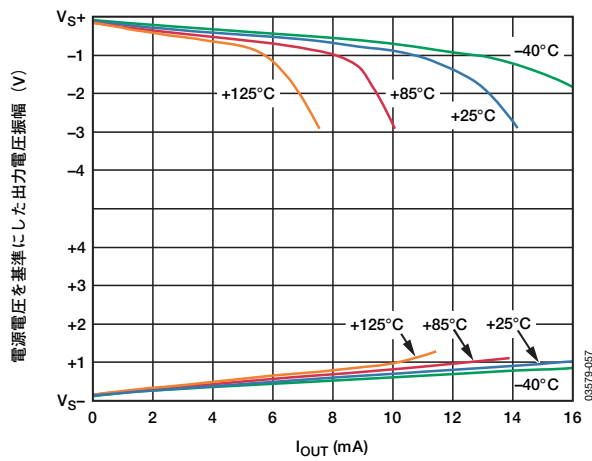


図36. 出力電流 対 出力電圧振幅
($V_S = \pm 15V$, $V_{REF} = 0V$)

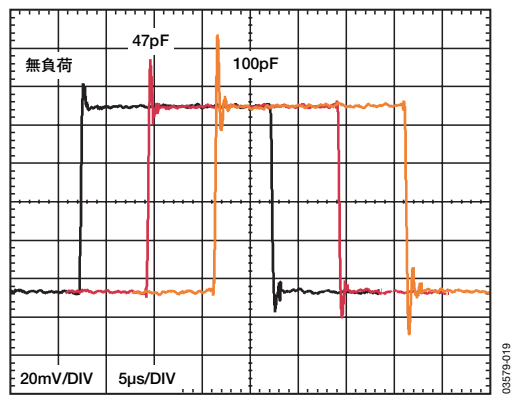


図39. さまざまな容量性負荷に対する小信号パルス応答 ($V_S = +5V$, $V_{REF} = 2.5V$)

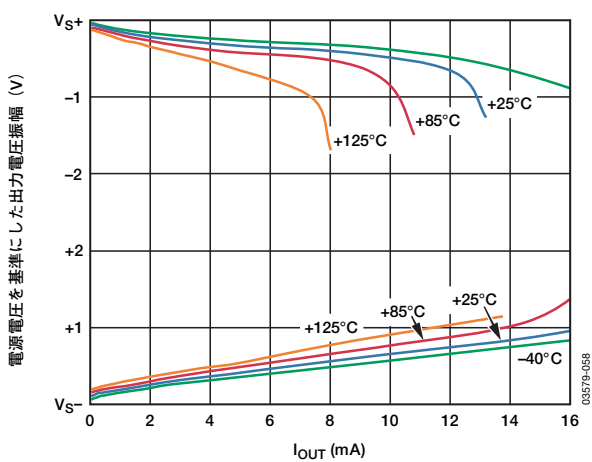


図37. 出力電流 対 出力電圧振幅
($V_S = +5V$, $V_{REF} = 2.5V$)

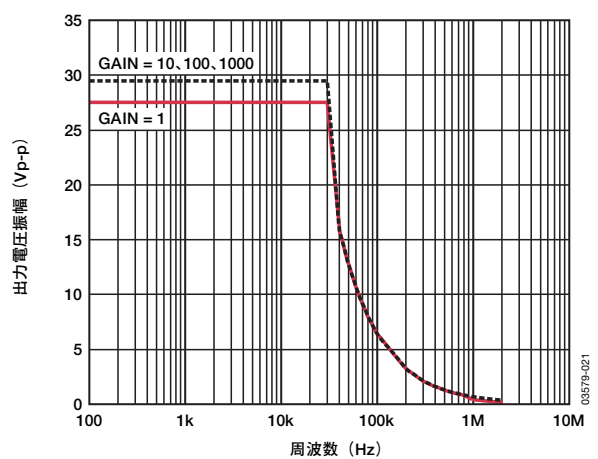


図40. 大信号周波数応答 対 出力電圧振幅

AD8220

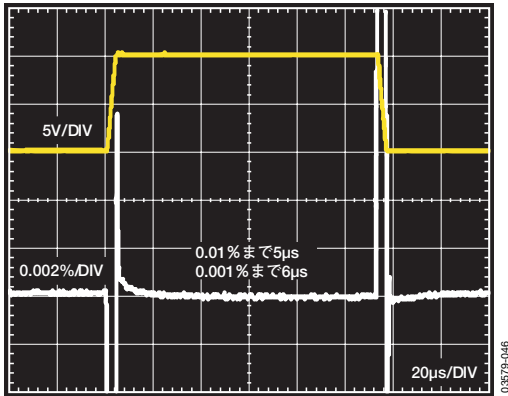


図41. 大信号パルス応答とセトリング時間
($G=1$, $R_L=10k\Omega$, $V_S=\pm 15V$, $V_{REF}=0V$)

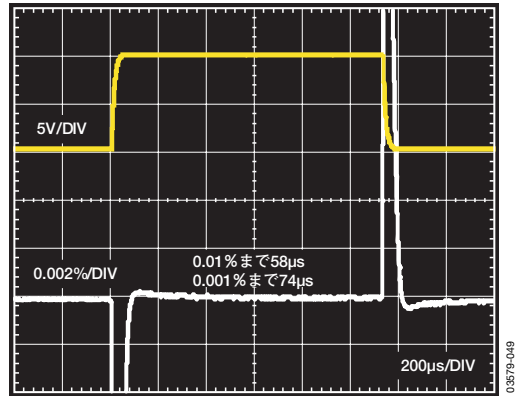


図44. 大信号パルス応答とセトリング時間
($G=1000$, $R_L=10k\Omega$, $V_S=\pm 15V$, $V_{REF}=0V$)

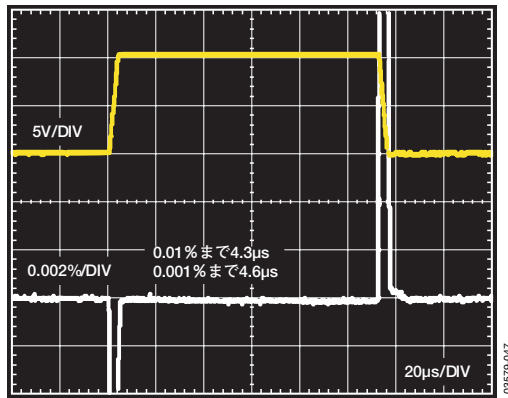


図42. 大信号パルス応答とセトリング時間
($G=10$, $R_L=10k\Omega$, $V_S=\pm 15V$, $V_{REF}=0V$)

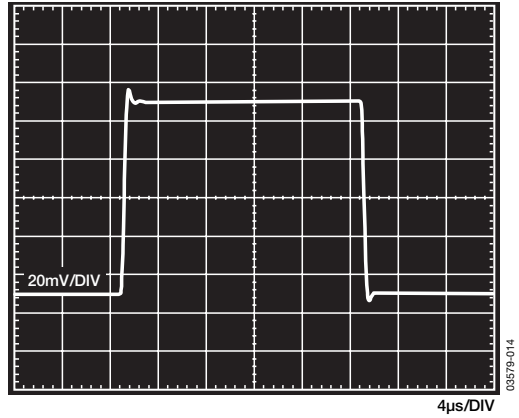


図45. 小信号パルス応答 ($G=1$, $R_L=2k\Omega$, $C_L=100pF$, $V_S=\pm 15V$, $V_{REF}=0V$)

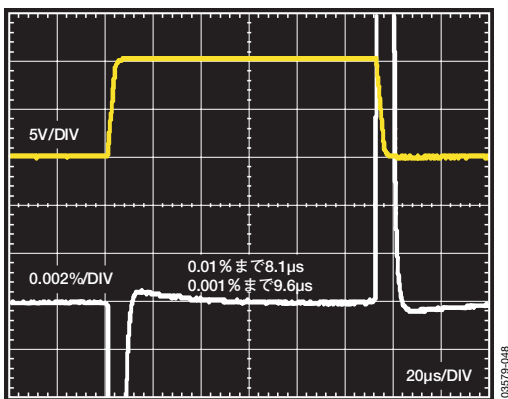


図43. 大信号パルス応答とセトリング時間
($G=100$, $R_L=10k\Omega$, $V_S=\pm 15V$, $V_{REF}=0V$)

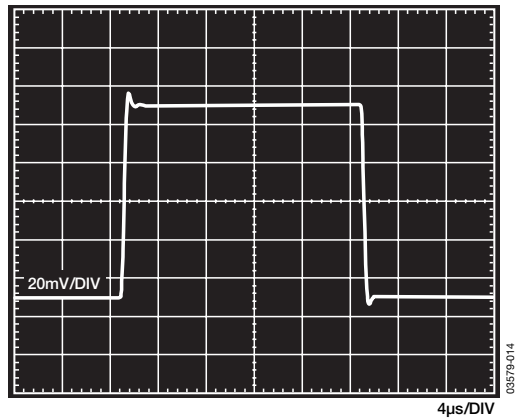


図46. 小信号パルス応答 ($G=10$, $R_L=2k\Omega$, $C_L=100pF$, $V_S=\pm 15V$, $V_{REF}=0V$)

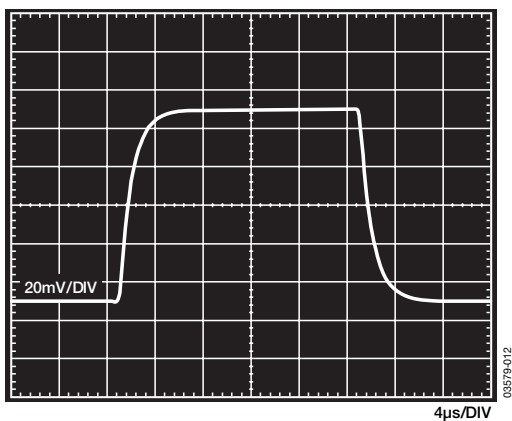


図47. 小信号パルス応答 ($G=100$ 、 $R_L=2k\Omega$ 、 $C_L=100pF$ 、 $V_S=\pm 15V$ 、 $V_{REF}=0V$)

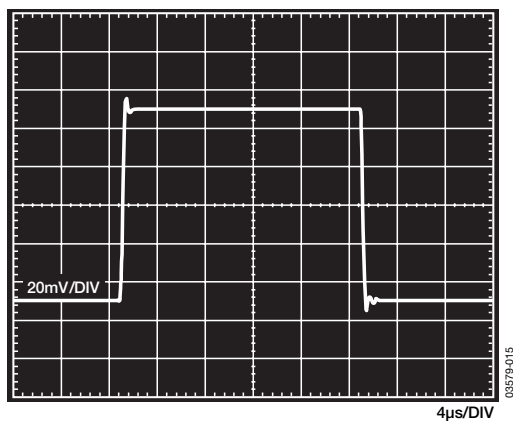


図50. 小信号パルス応答 ($G=10$ 、 $R_L=2k\Omega$ 、 $C_L=100pF$ 、 $V_S=+5V$ 、 $V_{REF}=2.5V$)

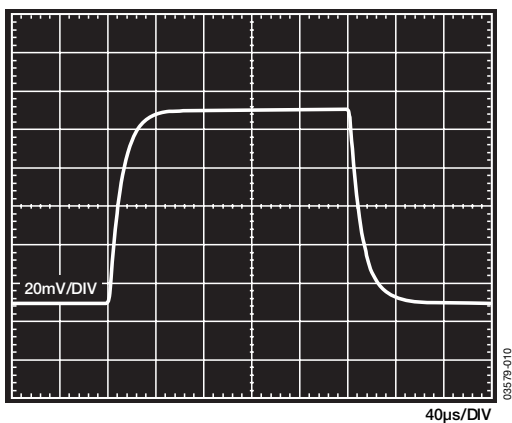


図48. 小信号パルス応答 ($G=1000$ 、 $R_L=2k\Omega$ 、 $C_L=100pF$ 、 $V_S=\pm 15V$ 、 $V_{REF}=0V$)

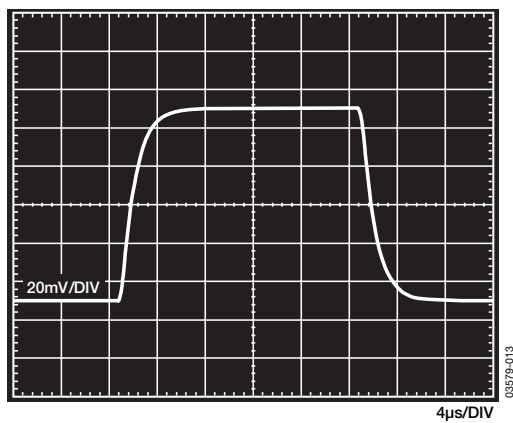


図51. 小信号パルス応答 ($G=100$ 、 $R_L=2k\Omega$ 、 $C_L=100pF$ 、 $V_S=+5V$ 、 $V_{REF}=2.5V$)

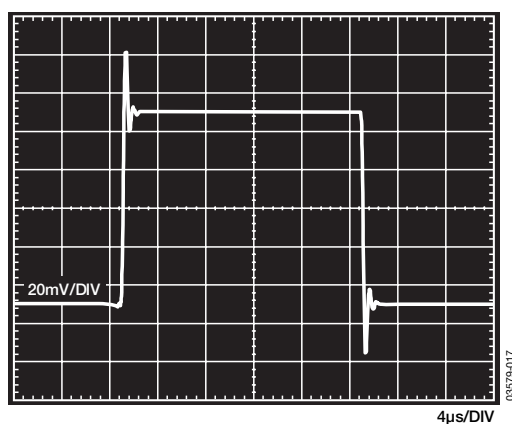


図49. 小信号パルス応答 ($G=1$ 、 $R_L=2k\Omega$ 、 $C_L=100pF$ 、 $V_S=+5V$ 、 $V_{REF}=2.5V$)

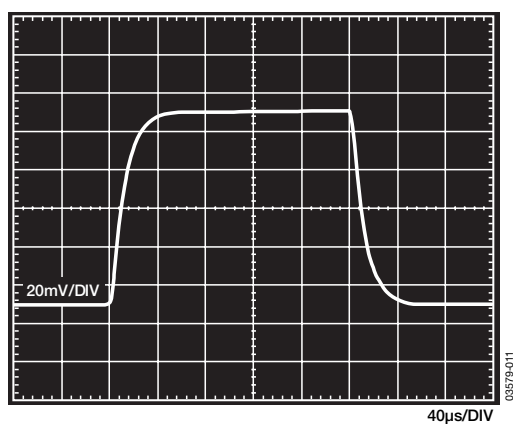


図52. 小信号パルス応答 ($G=1000$ 、 $R_L=2k\Omega$ 、 $C_L=100pF$ 、 $V_S=+5V$ 、 $V_{REF}=2.5V$)

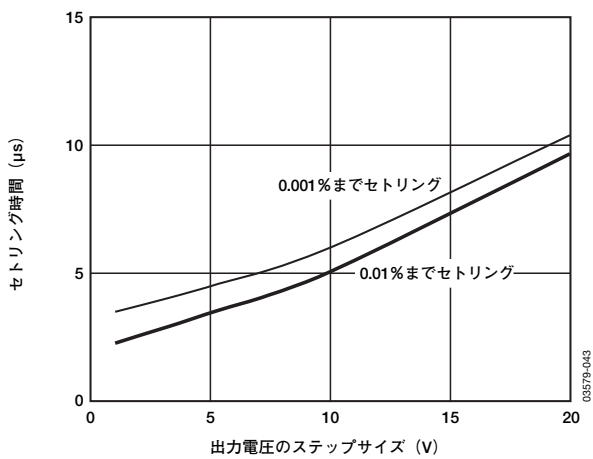


図53. 出力電圧のステップサイズ 対 セトリング時間
($G=1$ 、 $\pm 15V$ 、 $V_{REF}=0V$)

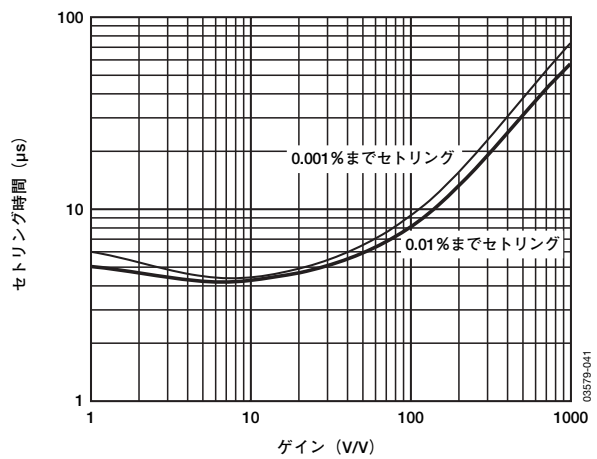


図54. ゲイン 対 セトリング時間 (10Vステップ、 $V_S=\pm 15V$ 、 $V_{REF}=0V$)

動作原理

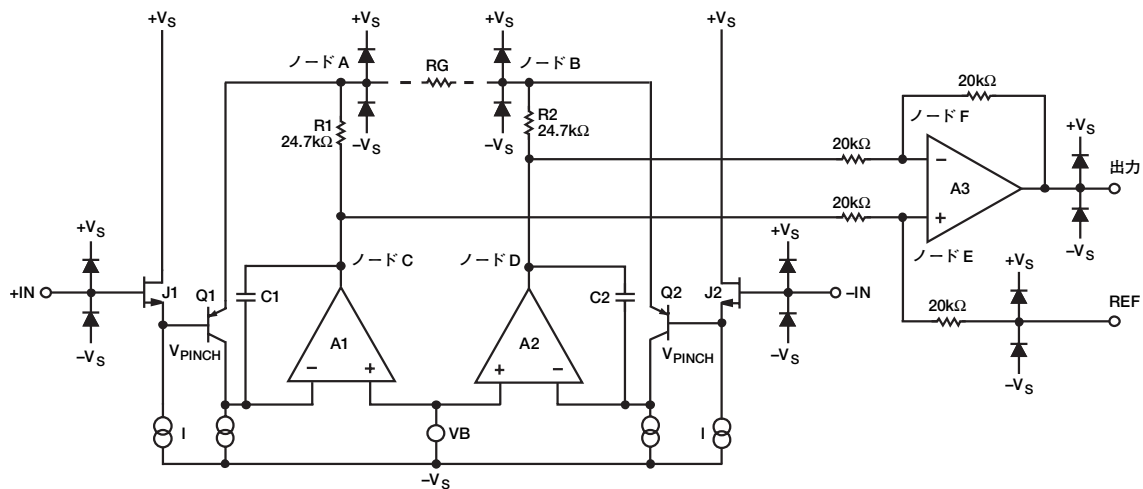


図55. 簡略回路図

AD8220は、典型的な3個のオペアンプ構成をベースとする、JFET入力モノリシック計装アンプです（図55を参照）。入力トランジスタJ1とJ2は固定電流でバイアスされているため、どんな入力信号が与えられても、A1とA2の出力電圧はそれに応じて変化します。入力信号によりRGを通じてR1とR2に流れる電流が生成され、A1とA2の出力は正しく増幅された信号を提供します。形状的には、J1、A1、R1およびJ2、A2、R2は、1.5MHzのゲイン帯域幅を持つ高精度な電流帰還型アンプとみなすことができます。A1とA2からの同相電圧と増幅された差動信号が差動アンプに印加され、そこで同相電圧は除去され、差動信号は増幅されます。差動アンプは20kΩのレーザー・トリミングされた抵抗を採用しており、ゲイン誤差0.04%未満の計装アンプとなっています。新しく開発されたトリム技術により、CMRRが86dBを超える（ $G=1$ ）ようになりました。

JFETトランジスタを使用することで、AD8220はきわめて高い入力インピーダンス、10pA (max) というきわめて低いバイアス電流、0.6pA (max) という低いオフセット電流を、入力バイアス電流ノイズなしで提供します。さらに、入力オフセットは125μV未満であり、ドリフトは5μV/°C未満です。使い易さと堅牢性も考慮されています。高ゲイン時に入力がオーバードライブされると、過度のミリアンペア入力バイアス電流が生じて、出力が位相反転することがあります。これは、計装アンプによく見られる問題ですが、AD8220にはこのような問題は生じません。入力バイアス電流は10μA未満に制限されているため、出力がオーバードライブ障害状態のもとで位相反転することはありません。

AD8220には、きわめて低い負荷によって引き起こされた非直線性があります。AD8220を構成するすべてのアンプには、ダイナミック・レンジを拡張するためのレールtoレール出力機能があります。AD8220の入力は、負側電源レールより若干低い場合も含めて、広い同相電圧で信号を増幅できます。AD8220は広い電源電圧範囲で動作します。+4.5~+36Vの単電源、または±2.25~±18Vの両電源で動作できます。AD8220の伝達関数は次のとおりです。

$$G = 1 + \frac{49.4k\Omega}{RG}$$

ユーザは、1本の標準抵抗を使用することで、簡単かつ正確にゲインを設定できます。入力アンプでは電流帰還型アーキテクチャを採用しているため、AD8220のゲイン帯域幅積はゲインとともに増加し、その結果、システムでは高ゲイン時の帯域幅損失が電圧帰還型アーキテクチャより少なくなります。独自のピン配置により、AD8220は5kHz（ $G=1$ ）で80dBというCMRR仕様を満たします。図56に示すバランスのとれたピン配置により、CMRR性能に悪影響を与える寄生が減少します。さらにこの新しいピン配置では、関連するパターンがグループ化されるため、ボードのレイアウトが簡単になります。たとえば、ゲイン設定抵抗ピンは入力に隣接し、リファレンス・ピンは出力の隣にあります。

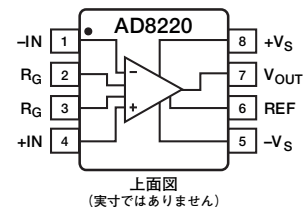


図56. ピン配置

¹ 高ゲイン時の入力のオーバードライブは、入力信号が電源電圧の範囲内であっても、アンプが増幅された信号を出力できないことを表します。たとえばゲインが100のとき、±15V上の10Vでアンプを駆動すると、このアンプは100Vを出力できないため、入力をオーバードライブすることになります。

AD8220

ゲイン選択

2つのR_G端子を隔てて抵抗を配置すると、AD8220のゲインが設定されます。これを計算するには、表5を参照するか、または次のゲイン式を使用します。

$$R_G = \frac{49.4k\Omega}{G-1}$$

表5. 標準の1%抵抗を使用して達成されるゲイン

標準の1%抵抗値、R _G (Ω)	計算上のゲイン
49.9k	1.990
12.4k	4.984
5.49k	9.998
2.61k	19.93
1.00k	50.40
499	100.0
249	199.4
100	495.0
49.9	991.0

ゲイン抵抗を使用しない場合、AD8220はデフォルトでG=1になります。ゲイン精度は、R_Gの絶対許容誤差によって決定されます。外付けゲイン抵抗のTCは、計装アンプのゲイン・ドリフトを増加させます。ゲイン抵抗を使用しない場合、ゲイン誤差とゲイン・ドリフトが最小に抑えられます。

レイアウト

最大のシステム性能を得るには、ボードのレイアウトに注意してください。AD8220の低入力バイアス電流を利用するアプリケーションでは、リーク電流を最小限に抑えるために、入力パスの下方に金属を配置しないでください。周波数の全域で高いCMRRを維持するには、入力パターンを対称にレイアウトし、RG抵抗のパターンも対称にレイアウトします。パターン抵抗バランスと容量バランスを維持します。このことは入力ピンやR_Gピンの下方にある追加のPCボードメタル層についても同様です。ゲイン設定抵抗からR_Gピンまでのパターンはできるだけ短くして、寄生インダクタンスを最小限に抑えます。図57と図58にレイアウト例を示します。最高精度の出力を得るには、REFピンからのパターンは、AD8220のローカル・グラウンドに接続する（図59を参照）か、AD8220のローカル・グラウンドを基準とする電圧に接続します。

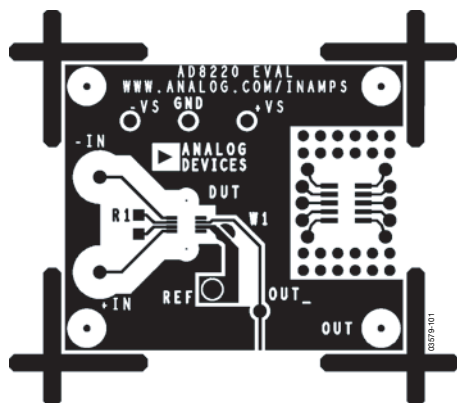


図57. レイアウト例—AD8220評価用ボードの最上層

AD8220では周波数の全域で高いCMRRが維持されるため、ライン・ノイズやそれに関連する高調波などの障害に対して高い耐性があります。標準的な計装アンプでは、200Hz前後でCMRRが減少するため、この欠点を補うために入力側に同相フィルタを必要とするのが普通です。しかし、AD8220では広い周波数範囲にわたってCMRRを除去できるため、入力同相フィルタリングの必要性が減少します。

適切なレイアウトを実装すれば、AD8220の高いCMRRを周波数の全域にわたって維持できます。入力のソース・インピーダンスと容量は正確にマッチングをとるようにしてください。さらに、ソース抵抗と容量はできるかぎり入力に近い位置に配置します。

グラウンディング

AD8220の出力電圧は、リファレンス端子における電位を基準にして発生します。REFを適切なローカル・グラウンドに接続するように、注意してください（図59を参照）。

ミックスド・シグナル環境では、低レベルのアナログ信号をノイズの大きいデジタル環境から分離する必要があります。多くのADCでは、アナログ・グラウンド・ピンとデジタル・グラウンド・ピンが別々にあります。2つのグラウンドを1つのグラウンド・プレーンに接続すれば便利ですが、グラウンド・ワイヤとPCボードを通過する電流によって、大きな誤差が生じることがあります。したがって、アナログ・グラウンド・リターンとデジタル・グラウンド・リターンを分離することで、敏感なポイントからシステム・グラウンドへの電流フローを最小限に抑えてください。

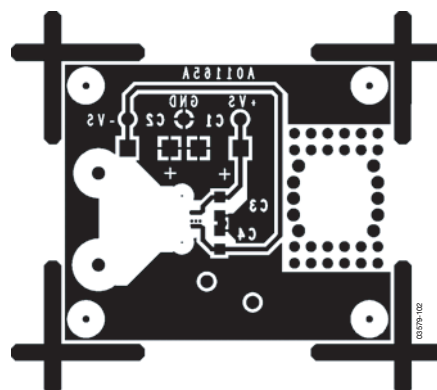


図58. レイアウト例—AD8220評価用ボードの最下層

リファレンス端子

リファレンス端子REFは、20kΩ抵抗の一端にあります（図55を参照）。計装アンプの出力は、REF端子での電圧を基準とします。このことは、出力信号をコモン以外の電圧にオフセットする必要があるときに便利です。たとえば、電圧源をREFピンに接続することで、AD8220がADCとインターフェースするように出力をレベル・シフトできます。許容可能なリファレンス電圧範囲は、ゲイン、同相入力、電源電圧の関数です。REFピンは、 $+V_S$ または $-V_S$ を0.5V以上超えないようにしてください。

最高の性能を得るには（特に、出力がREF端子を基準にして測定されていない場合）、REF端子へのソース・インピーダンスを低く保持してください。これは、寄生抵抗がCMRRとゲイン精度に悪影響を与えることがあるためです。

電源の安定化とバイパス

AD8220には高いPSRRがあります。しかし、最適な性能を得るには、安定したDC電圧を使用して計装アンプに電力を供給する必要があります。電源ピンのノイズは性能に悪影響を与えることがあります。他のリニア回路と同様、バイパス・コンデンサを使用してアンプをデカップリングする必要があります。

0.1μFのコンデンサは各電源ピンの近くに接続します。10μFのタンタル・コンデンサは、デバイスから離れたところに接続できます（図59を参照）。ほとんどの場合、この10μFは他の高精度集積回路と共有できます。

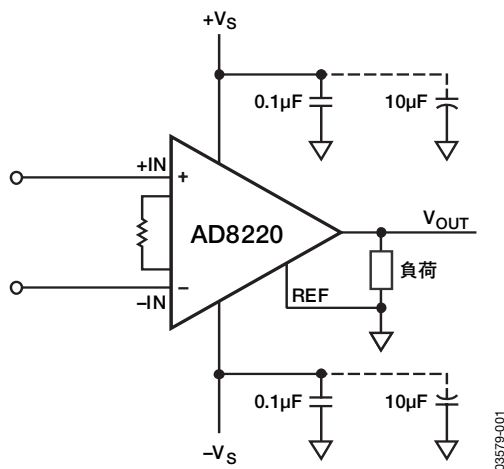
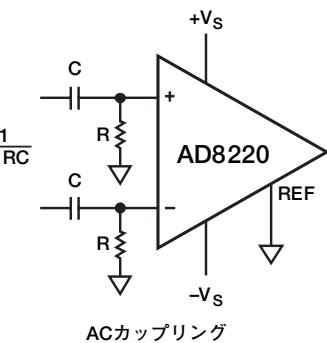
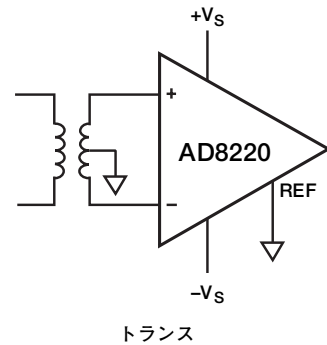


図59. 電源のデカップリング、グラウンドを基準にしたREFと出力

入力バイアス電流のリターン・パス

AD8220の入力バイアス電流は10pA未満とわけて小さな値ですが、それでもなおコモンへのリターン・パスが必要です。トランスなどの信号源が電流のリターン・パスを提供できない場合は、リターン・パスを設けてください（図60を参照）。



$$f_{\text{HIGH-PASS}} = \frac{1}{2\pi RC}$$

図60. I_{BIAS} パスの作成

入力保護

AD8220のすべての端子は、ESDに対して保護されています（ESD保護は4kVまで保証されています（人体モデル））。さらに、入力構造によって、正側電源を1ダイオード・ドロップだけ上回ったり、負側電源を1ダイオード・ドロップだけ下回ったりするDC過負荷状態にも対応しています。電圧が電源のダイオード・ドロップを超えると、ESDダイオードが導通し、電流がダイオードを流れるようになります。したがって、各入力に外付け抵抗を直列に接続して、 $+V_S$ を超える電圧に対する電流を制限します。いずれの場合も、AD8220は室温で6mAの連続電流を安全に流すことができます。

心臓除細動器などのように、AD8220に非常に大きな過負荷電圧が入力されるアプリケーションでは、外付け直列抵抗と低リーク電流ダイオード・クランプ（BAV199L、FJH1100、SP720など）を使用します。

AD8220

RF干渉

大きなRF信号のあるアプリケーションでは、RF整流が問題になることがあります。この問題は、小さなDCオフセット電圧として現われます。AD8220は性質上、入力において5pFのゲート容量 C_G があります。マッチングのとれた直列抵抗では、高周波において整流を減らすナチュラル・ローパス・フィルタが形成されます（図61を参照）。外付けのマッチングのとれた直列抵抗と内部ゲート容量との関係は次式で表すことができます。

$$FilterFreq_{DIFF} = \frac{1}{2\pi RC_G}$$

$$FilterFreq_{CM} = \frac{1}{2\pi RC_G}$$

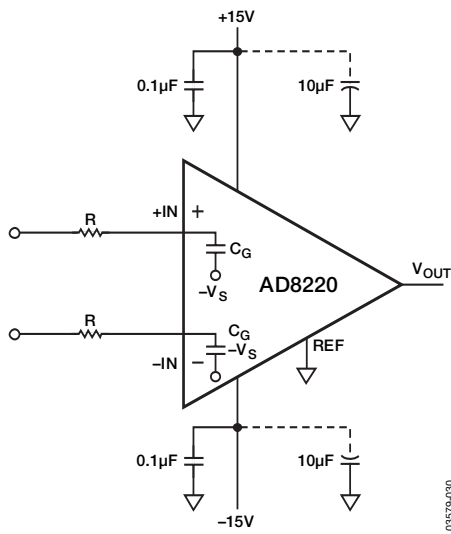


図61. 外付けコンデンサがない場合のRFIフィルタリング

小さなソース抵抗を使用する際の高周波同相信号を除去するため、計装アンプの入力にローパスRCネットワークを配置できます（図62を参照）。フィルタは次の式に基づいて入力信号帯域幅を制限します。

$$FilterFreq_{DIFF} = \frac{1}{2\pi R(2C_D + C_C + C_G)}$$

$$FilterFreq_{CM} = \frac{1}{2\pi R(C_C + C_G)}$$

C_C コンデンサのマッチングがとれていない場合は、ローパス・フィルタの mismatch が生じます。この不平衡により、AD8220は同相信号を差動信号として扱います。外付け C_C コンデンサの mismatch の影響を減らすには、 C_D に C_C の10倍より大きな値を選択します。これにより、同相周波数より低い差動フィルタ周波数が設定されます。

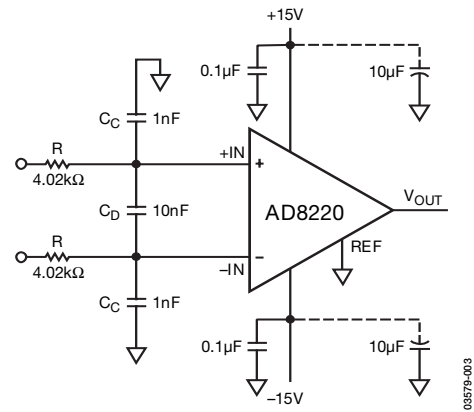


図62. RFI抑制

同相入力電圧範囲

同相入力電圧範囲は、内部アンプA1、内部アンプA2、内部アンプA3の入力範囲と出力、リファレンス電圧、ゲインの関数です。図27、図28、図29、図30は、さまざまな電源電圧とゲインに対する同相電圧範囲を示します。

ADCの駆動

CMRRやその他のコンディショニング（電圧のレベル・シフトやゲインなど）を提供するために、ADCの前に計装アンプが使用される場合がよくあります（図63を参照）。この例では、2.7nFのコンデンサと1kΩの抵抗がAD7685用のアンチエイリアシング・フィルタとなります。2.7nFのコンデンサは、ADCのスイッチド・キャパシタ入力に必要な電荷を格納/供給する働きもあります。1kΩの直列抵抗はアンプからの2.7nF負荷の負担を減らします。しかし、ADCの前に大きなソース・インピーダンスがあると、THDが悪化することがあります。

図63に示す例は、60kHz以下のアプリケーション用です。THDが重要となる高帯域幅アプリケーションの場合は、直列抵抗を小さくする必要があります。最悪の場合、小さな直列抵抗がAD8220をロードして、出力のオーバーシュートやリングングが発生することがあります。このような場合、AD8220の後にAD8615などのバッファ・アンプを使用してADCを駆動します。

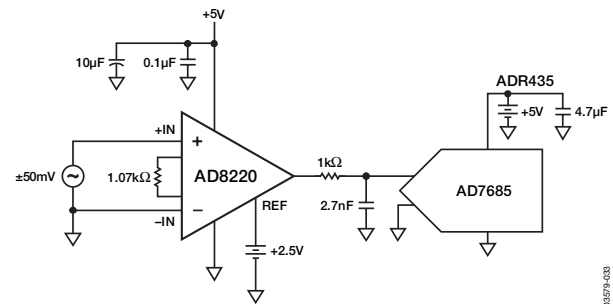


図63. 低周波アプリケーションでのADCの駆動

アプリケーション

ACカップリングの計装アンプ

アンプのノイズやオフセットに含まれる小信号を測定するのは、困難な場合があります。図64に、小さなAC信号の分解能を改善できる回路を示します。ゲインが大きくなると、アンプの入力換算ノイズが $14\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ まで減少します。したがって、ノイズ・フロアが下がるので小さな信号を測定できるようになります。100倍に増幅されるはずのDCオフセットは、積分器帰還ネットワークによってAD8220の出力から除去されます。

低周波数では、OP1177はAD8220の出力を強制的に0Vにします。信号が $f_{\text{HIGH-PASS}}$ を超えると、AD8220は入力信号を増幅して出力します。

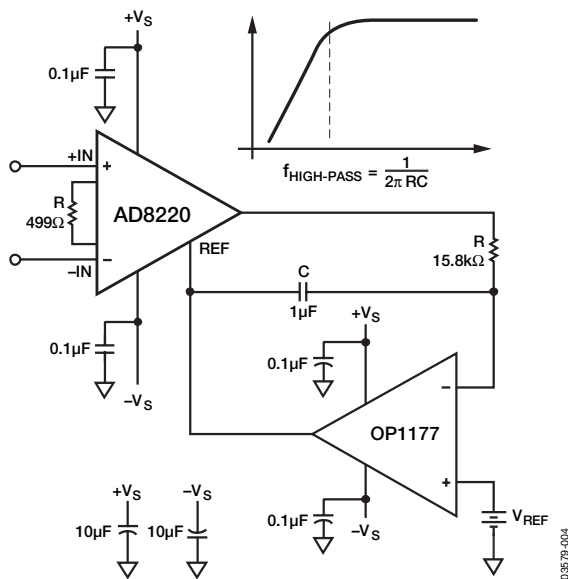


図64. ACカップリングの回路

差動出力

特定のアプリケーションでは、差動信号の作成が必要になります。新しい高分解能のADCは、一般に差動入力を必要とします。また、長距離伝送において干渉の影響を少なくするために差動処理が必要になることもあります。

図65に、差動信号を出力するAD8220の構成方法を示します。OP1177オペアンプを使用し、差動電圧を作成します。オペアンプからの誤差は、両方の出力に共通であるため同相です。同様に、ミスマッチ抵抗の使用による誤差は、同相DCオフセット誤差を生成します。このような誤差は、差動入力ADCまたは計装アンプによって差動信号処理で除去されます。

この回路を使用して差動ADCを駆動する場合は、図66に示すように、ADCのリファレンスから抵抗分圧器を使用して V_{REF} を設定し、出力をADCとレシオメトリックにできます。

AD8220

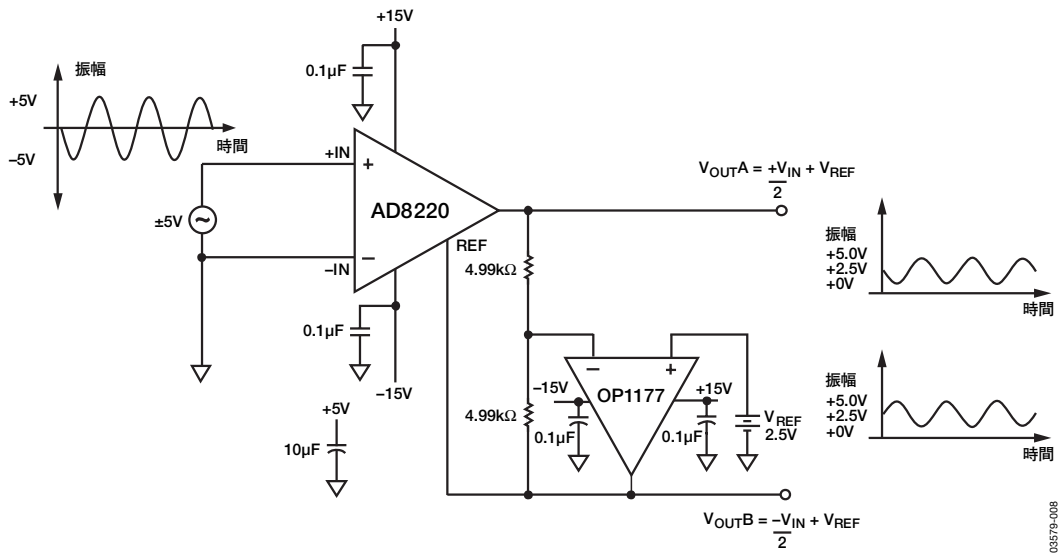


図65. レベル・シフトによる差動出力

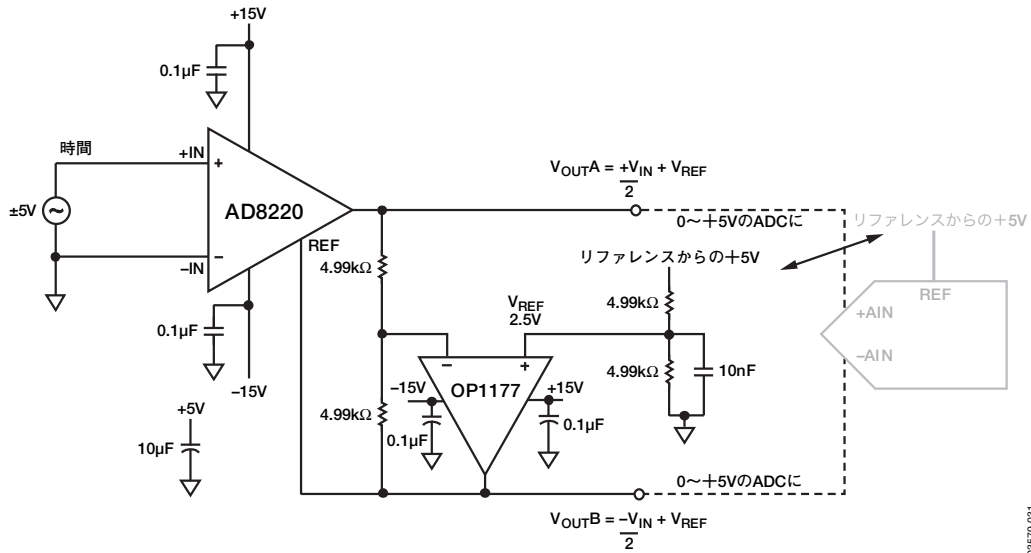


図66. レシオメトリックな差動信号を出力するAD8220の構成

心電図のシグナル・コンディショニング

AD8220は次世代ECG向けの優れた入力アンプとなります。周波数の全域で高いCMRR、レールtoレール出力、JFET入力を持つ小型のAD8220は、このアプリケーションに極めて適しています。皮膚上で測定される電位の範囲は0.2~2mVです。AD8220では、このような体表面電位の測定における典型的な問題の多くを解決します。AD8220の高いCMRRは、手術室内の機器から生じる高周波EMIやライン・ノイズとして混入する同相信号の除去に役立ちます。レールtoレール出力によって広いダイナミック・レンジが得られるため、他の計装アンプでは実現できない高ゲインが得られます。JFET入力は、5pFという大きな入力容量を提供します。ナチュラルRCフィルタが形成され、AD8220の前に直列入力抵抗が使用される際の高周波ノイズが減少します（「RF干渉」を参照）。

さらに、AD8220のJFET入力には極めて低い入力バイアス電流があり、電流ノイズがないため、大きなインピーダンスが存在することの多いECGアプリケーションに便利です。AD8220はMSOPパッケージを採用し、最適なピン配置となっているため、小さなフットプリントと効率的なレイアウトが可能となり、次世代の携帯型ECGへの道を開いています。

図67に、ECG回路図の例を示します。AD8220の後には、4.7 μ Fのコンデンサと1M Ω の抵抗によって形成される0.033Hzのハイパス・フィルタがあり、電極間に発生するDCオフセットを除去します。AD8618では50のゲインが追加され、ADCの0~5Vの入力範囲を利用します。5次のアクティブなローパス・ベッセル・フィルタでは、約160Hzを超える信号を除去します。OP2177は、AD8220ゲイン設定抵抗のミッドポイントで取得された同相電圧をバッファリング、反転、増幅します。この右足駆動回路は、同相信号を反転して人体に送り返すことによって、同相信号をキャンセルします。OP2177の出力にある499k Ω の直列抵抗は、人体に送られる電流を制限します。

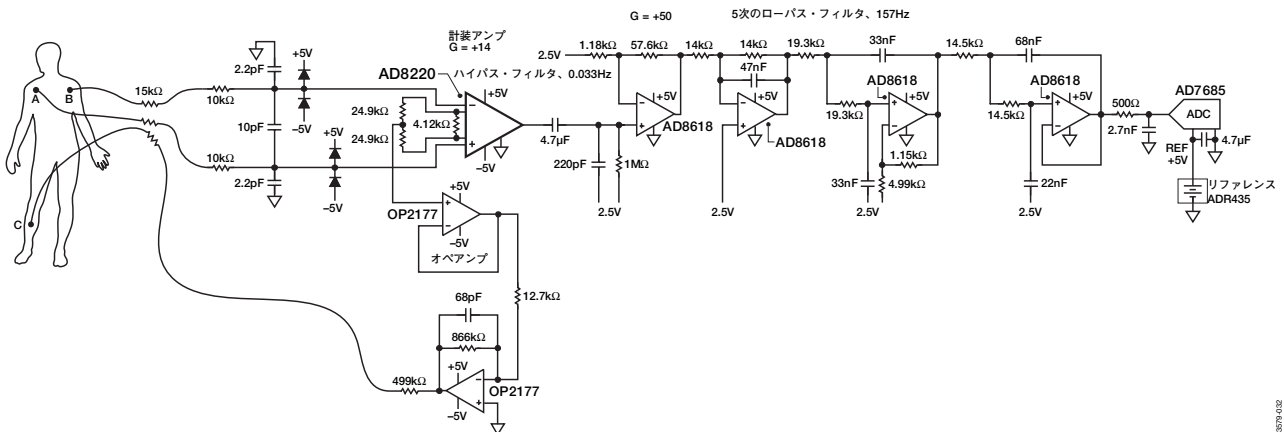
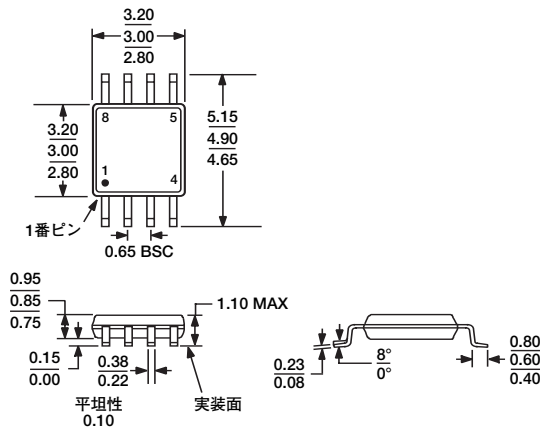


図67. ECG回路図の例

AD8220

外形寸法



JEDEC規格MO-187-AAに準拠

図68. 8ピン・ミニ・スモール・アウトライン・パッケージ [MSOP] (RM-8)

寸法単位：mm

オーダー・ガイド

モデル	温度範囲 ¹	パッケージ	パッケージ・オプション	マーキング
AD8220ARMZ ²	-40~+85℃	8ピンMSOP	RM-8	H01
AD8220ARMZ-RL ²	-40~+85℃	8ピンMSOP、13インチのテープ&リール	RM-8	H01
AD8220ARMZ-R7 ²	-40~+85℃	8ピンMSOP、7インチのテープ&リール	RM-8	H01
AD8220BRMZ ²	-40~+85℃	8ピンMSOP	RM-8	H0P
AD8220BRMZ-RL ²	-40~+85℃	8ピンMSOP、13インチのテープ&リール	RM-8	H0P
AD8220BRMZ-R7 ²	-40~+85℃	8ピンMSOP、7インチのテープ&リール	RM-8	H0P
AD8220-EVAL		評価用ボード		

¹ 85~125℃までの予測動作については「代表的な性能特性」を参照。

² Z=RoHS準拠デバイス