

14 ビット高速 DAC を内蔵した 110V 高電圧、1A 大電流の任意波形発生器

特長

- ▶ 広い高電圧供給範囲：±12V～±55V
- ▶ 高い出力能力
 - ▶ 出力電圧範囲：最大±40V
 - ▶ 高出力の電流駆動：1A 連続
 - ▶ 高スルー・レート：1000pF の負荷に対して 1800V/μs 以上
 - ▶ 大信号の帯域幅：1MHz
- ▶ 豊富なプログラミングと診断機能
 - ▶ 14 ビット分解能の任意波形生成 (AWG) モード
 - ▶ 16 レベルのアナログ・パターン生成 (APG) モード
 - ▶ デジタル的にプログラマブルな電流、電圧、サーマル・フォルトのモニタリングと保護
 - ▶ シャットダウン・モードを備えたプログラマブルな供給電流
- ▶ デザインイン・フレンドリー
 - ▶ 外部補償とスルー制御により容量性負荷を制限なく駆動
 - ▶ パッケージ：80 ピン、12mm × 12mm の TQFP
 - ▶ 取り付け式ヒートシンク用に EPAD が上向きに配置されたパッケージ
 - ▶ 動作温度範囲：-40°C～+85°C

アプリケーション

- ▶ 自動試験装置 (ATE)
- ▶ ディスプレイ・パネルの形成およびテスト
- ▶ ピエゾ素子ドライバ
- ▶ プログラマブル電源

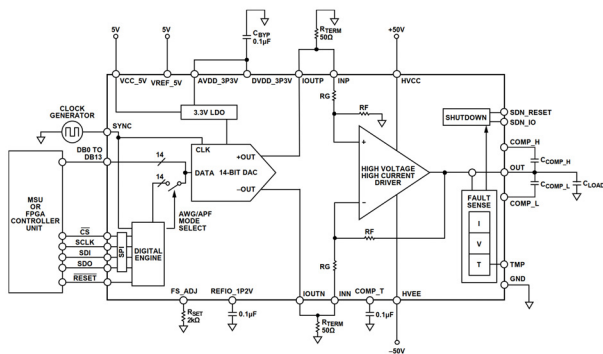


図 1. 簡略化した機能ブロック図

概要

AD8460 は、「ビット・イン、パワー・アウト」の高電圧、高出力の高速ドライバで、容量性負荷に対し高電圧（最大±40V）で大きな出力電流（最大±1A）と高いスルー・レート（最大±1800V/μs）を実現できるよう最適化されています。14 ビット高速 DAC、高電圧、高出力電流 (HV-HI) のアナログ・ドライバとフォルト・モニタリングおよび保護回路を組み合わせた AD8460 は、任意波形生成 (AWG)、プログラマブル電源、高電圧の自動試験装置 (ATE) など、高出力のアプリケーションに最適です。

アナログ・デバイセズが独自に開発した高電圧 BCDMOS プロセス、革新的な高電圧アーキテクチャ、熱強化型パッケージが、この高性能ドライバを可能にしています。デジタル・エンジンには、ユーザ設定可能な機能、例えば、デジタル入力モード、プログラマブルな電源電流、フォルト・モニタリングの他、出力電流、出力電圧、ジャンクション温度に対するプログラマブルな保護設定機能が実装されています。アナログ機能によって機能性が拡張され、例えば、無制限の容量性負荷駆動、プログラマブルなシャットダウン遅延、フルスケール調整が外部補償によって可能になります。AD8460 は最大±55V の高電圧両電源と 5V の低電圧単電源で動作します。

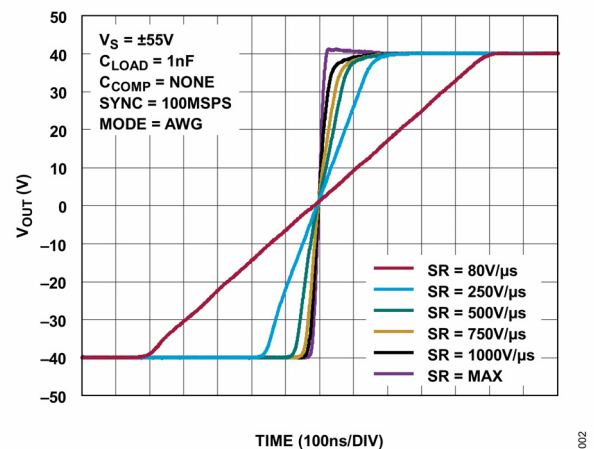


図 2. 大信号パルス応答と外部スルー制御によるエッジ速度の関係

※こちらのデータシートには正誤表が付属しています。当該資料の最終ページ以降をご参照ください。

Rev. 0

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。※日本語版資料は 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。

機能ブロック図

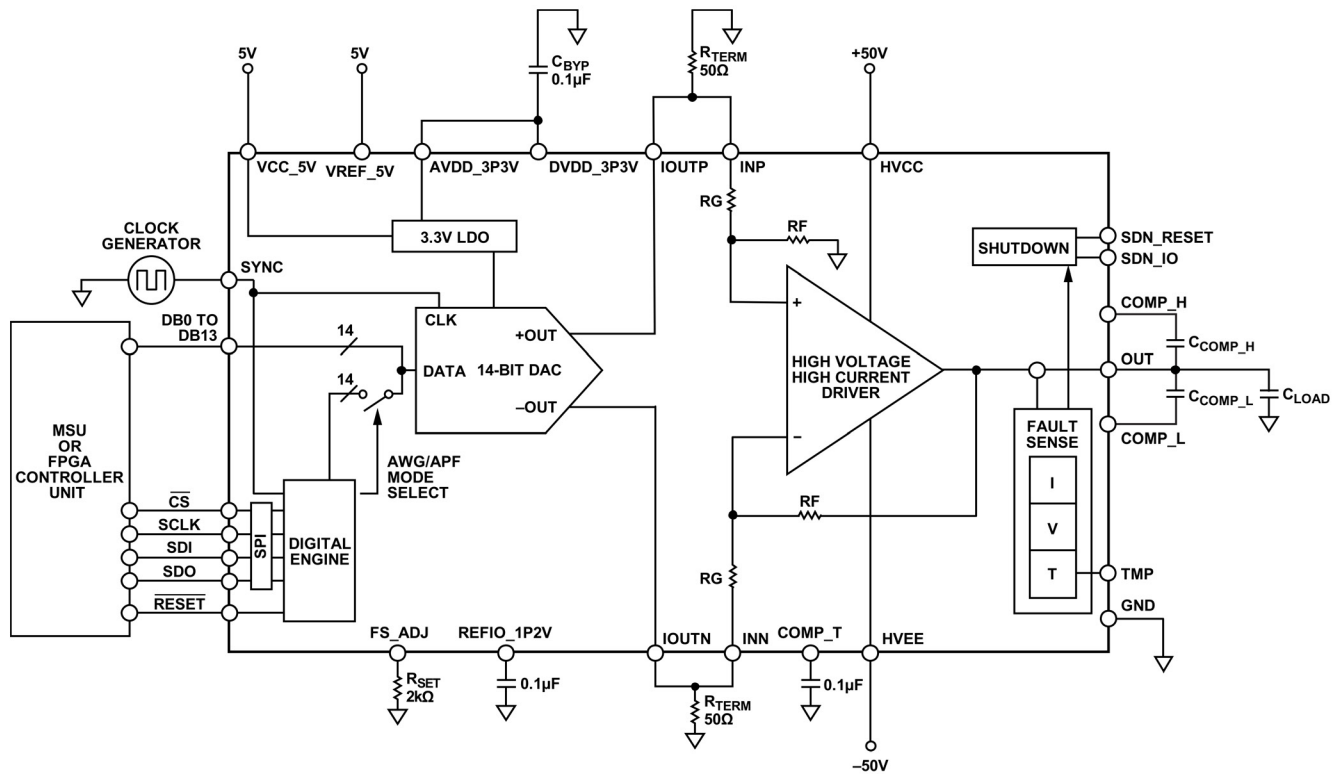


図 3. 機能ブロック図

目次

特長	1	アナログ・パターン生成 (APG)	32
アプリケーション	1	任意波形生成 (AWG)	33
概要	1	プリディストーションおよび調整可能入力エッジ速度	33
機能ブロック図	2	出力電流駆動	34
改訂履歴	4	フォルト・モニタリングおよび保護	34
仕様	5	フォルト始動型シャットダウン保護機能	36
タイミング図	11	シャットダウン保護設定	36
絶対最大定格	12	過電流保護のプログラミング	36
熱抵抗	13	過電圧保護のプログラミング	37
静電放電 (ESD) 定格	13	過熱保護のプログラミング	38
ピン配置およびピン機能の説明	14	シャットダウン閾値設定のプログラミング	38
代表的な性能曲線の解釈	17	シャットダウン制御 (SDN_IO)	39
代表的な性能特性	17	遅延シャットダウン	39
用語の定義	26	手動サーマル・シャットダウン	40
アラーム	26	パワーオン・リセット (POR) および $\overline{\text{RESET}}$	41
アナログ・パターン生成 (APG) モード	26	スリープ制御およびその他のレジスタ関連機能	41
任意波形生成 (AWG) モード	26	スリープ制御	41
保護装備	26	その他の機能	42
保護解除	26	スルー・ブースト	42
フォルト	26	サーマル・モニタリング (TMP)	42
保護システム	26	出力補償 (COMP_H および COMP_L)	42
予約済み	26	温度補償 (COMP_T)	43
安全動作領域 (SOA)	26	プログラマブル静止電流	43
シャットダウンおよびスリープ	26	アプリケーション情報	45
スルー・ブースト	27	温度管理	45
スパン	27	PCB の熱設計	45
動作原理	28	消費電力	45
概要	28	安全動作領域	46
初期パワーアップ	29	DC SOA	47
電源とデカップリング	29	動的 SOA	47
VREF_5V	29	負荷が 1nF を超える場合の動的ピーク電流の制限	48
電源シーケンス	30	フルスケール調整	48
リファレンス動作	30		
入力と動作モード	31		

フルスケールの縮小.....	49	HVDAC データ・レジスタ（パターン・メモリ）の概要.....	63
レイアウト.....	50	HVDAC データ・レジスタ（パターン・メモリ）の詳細.....	67
最上位レベルのデジタル・レジスタ割当て.....	51	外形寸法.....	74
デバイス制御レジスタの概要とマップ.....	52	オーダー・ガイド.....	74
制御レジスタの詳細.....	55	評価用ボード.....	74

改訂履歴

10/2023— Rev. 0

仕様

表 1. 電氣的特性

(特に指定のない限り、HVCC = +50V、HVEE = -50V、SET_IQ = 0x00、VCC_5V = +5V、VREF_5V = +5V、REFIO_1P2V = +1.2V、R_{TERM} = 50Ω、FS_ADJ への R_{SET} = 2kΩ、COMP_L、COMP_H = 0pF、C_{LOAD} = 1nF、T_C = 30°C。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DYNAMIC PERFORMANCE						
Small Signal Bandwidth	f _{3db}	V _{OUT} = 0.1 V p-p, T _J = 85°C. See Figure 27 .		4.3		MHz
Large Signal Bandwidth ¹		V _{OUT} = 80 V p-p. See Figure 26 .		1		MHz
Slew Rate, 20% to 80%	SR _{RISE}	V _{OUT} = 80 V p-p. See Figure 8 .		2100		V/μs
	SR _{FALL}	V _{OUT} = 80 V p-p. See Figure 9 .		1800		V/μs
Output 1% Settling Time	t _{ST}	V _{OUT} = 40 V p-p. See Figure 4 .		13.5		μs
Output 0.1% Settling Time	t _{ST}	V _{OUT} = 40 V p-p. See Figure 4 .		39.5		μs
NOISE/DISTORTION PERFORMANCE						
Output Noise Spectral Density	V _N	C _{LOAD} = 0 nF, T _J = 85°C, f = 100 kHz		0.6		μV/√Hz
Harmonic Distortion, HD2/HD3		V _{OUT} = 80 V p-p, 1 kHz		-66		dBc
		V _{OUT} = 80 V p-p, 100 kHz		-70		dBc
OUTPUT DC ACCURACY ²						
Output Offset Error	V _{OS}			4	25	mV
	V _{OS_TC}	T _C = 30°C to 85°C		0.16		mV/°C
Gain Error ³	V _{GAIN_ERROR}	V _{OUT} = 80 V p-p		0.24	0.45	% FSR
	V _{GAIN_ERROR_TC}	T _C = 30°C to 85°C		0.002		% FSR/°C
Integral Nonlinearity	INL		-17	+3/-8	12	LSB
Differential Nonlinearity	DNL		-10	+0.3/-4	4	LSB
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Voltage Range ⁴	V _{OUT}			±40		V
Output Headroom	V _{OUT_H}	I _{OUT} = 0.25 A, T _J = 85°C. See Figure 43 .		HVCC - 2.2		V
		I _{OUT} = 1 A, T _J = 85°C. See Figure 43 .		HVCC - 5		V
Output Footroom	V _{OUT_L}	I _{OUT} = -0.25 A, T _J = 85°C. See Figure 43 .		HVEE + 3.3		V
		I _{OUT} = -1 A, T _J = 85°C. See Figure 43 .		HVEE + 11.1		V

(特に指定のない限り、HVCC = +50V、HVEE = -50V、SET_IQ = 0x00、VCC_5V = +5V、VREF_5V = +5V、REFIO_1P2V = +1.2V、RTERM = 50Ω、FS_ADJ への RSET = 2kΩ、COMP_L、COMP_H = 0pF、CLOAD = 1nF、Tc = 30°C。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Continuous Output Current Drive ⁵	I _{OUT}			1		A
Peak Instantaneous Output Current Drive ⁶	I _{OUT}			2.6/-2.2		A
Output Resistance During Shutdown	Z _{OUT_SDN}	See Figure 47 .		27		kΩ
IOUTP, IOUTN						
Compliance Range	V _{IOUTP_N}		-1		1.25	V
REFERENCE INPUT						
Input Range	VREF_5V ⁷			5		V
Input Range	REFIO_1P2V		0.12	1.2	1.25	V
Input Resistance	VREF_5V			34		kΩ
	REFIO_1P2V	Average input resistance over REFIO_1P2V input range.		15		kΩ
REFERENCE OUTPUT						
Output Voltage	REFIO_1P2V		1.195	1.22	1.245	V
		T _c = 30°C to 85°C		17		μV/°C
Output Current Drive				100		μA
SDN_IO SPECIFICATIONS						
Output Voltage Range	SDN_IO	SDN_IO Floating	0		V _{CC_5V}	V
Shutdown Threshold	SDN_IO _{RISE}		2.54	2.56	2.57	V
	SDN_IO _{FALL}		2.45	2.47	2.48	V
Output Current Drive Sink	SDN_IO _{SNK}			-180		μA
Output Current Drive Source	SDN_IO _{SRC}			180		μA
Turn Off Time	SDN_IO _{TOFF}	SDN_IO > SDN_IO _{RISE} to shutdown. See DELAYED SHUTDOWN		400		ns
DC OVERCURRENT PROTECTION						
Sourcing Setpoint Range Max				1		A
Sourcing Code Range			0x06		0x40	
Sinking Setpoint Range Max				-1		A

(特に指定のない限り、HVCC = +50V、HVEE = -50V、SET_IQ = 0x00、VCC_5V = +5V、VREF_5V = +5V、REFIO_1P2V = +1.2V、R_{TERM} = 50Ω、FS_ADJ への R_{SET} = 2kΩ、COMP_L、COMP_H = 0pF、C_{LOAD} = 1nF、T_C = 30°C。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Sinking Code Range			0x40		0x06	
Setpoint Resolution				15.625		mA/lsb
Setpoint Accuracy		Code = 0x06, 93.75 mA		3.6		%

DC OVERVOLTAGE PROTECTION

Positive Voltage Setpoint Range Max				55		V
Positive Code Range			0x01		0x1C	
Negative Voltage Setpoint Range Max				-55		V
Negative Code Range			0x1C		0x01	
Setpoint Resolution				1.953		V/lsb
Setpoint Accuracy		Code = 0x10, 31.25 V		1.4		%

DC OVERTEMPERATURE PROTECTION

Setpoint Range ⁸		Max		150		°C
Setpoint Range		Min		20		°C
Code Range			0x2C		0x40	
Setpoint Resolution				6.51		°C/lsb
Setpoint Accuracy		Code = 0x40, T _J = 150°C		2.3		%

TEMPERATURE MONITOR SPECIFICATIONS

Initial Voltage	TMP_V _{INITIAL}	T _J = 30°C	1.75	1.78	1.81	V
Scaling	TMP_TC			6		mV/°C

SYNC INPUT^{9,10}

Input High Voltage	VIH _{SYNC}		2		3.47	V
Input Low Voltage	VIL _{SYNC}		0		0.8	V
Input Current	I _{L_SYNC}		-1		1	μA
Input Capacitance	C _{SYNC}			12		pF

PARALLEL INTERFACE INPUTS (DB0 to DB13)^{9,10}

Input High Voltage	VIH _{PARALLEL}		2		3.47	V
Input Low Voltage	VIL _{PARALLEL}		0		0.8	V
Input Current	I _{L_PARALLEL}		-1		1	μA
Input Capacitance	C _{PARALLEL}			8		pF

SPI INTERFACE INPUTS (SCLK, SDI, CS)^{9,10}

Input High Voltage	VIH _{SPI}		2.4		3.47	V
--------------------	--------------------	--	-----	--	------	---

(特に指定のない限り、HVCC = +50V、HVEE = -50V、SET_IQ = 0x00、VCC_5V = +5V、VREF_5V = +5V、REFIO_1P2V = +1.2V、RTERM = 50Ω、FS_ADJ への RSET = 2kΩ、COMP_L、COMP_H = 0pF、CLOAD = 1nF、TC = 30°C。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Low Voltage	V _{IL} _{SPI}		0		0.8	V
Input Current	I _L _{SPI}		-1		1	μA
Input Capacitance	C _{SPI}			5		pF
SPI INTERFACE OUTPUT (SDO) ^{9,10}						
Output High Voltage	VOH _{SDO}		2.4		3.31	V
Output Low Voltage	VOL _{SDO}		0		0.4	V
High Impedance Input Current	I _L _{SDO}		-60		60	μA
Output Capacitance	C _{SDO}			5		pF
RESET DIGITAL INPUT ^{9,10}						
Input High Voltage	VIH _{RESET}		2.4		3.47	V
Input Low Voltage	VIL _{RESET}		0		0.8	V
Input Current	I _L _{RESET}		-1		1	μA
Input Capacitance	C _{RESET}			5		pF
Minimum Duration				10		ns
SDN_RESET Specifications ^{9,10}						
Input High Voltage	VIH _{SDN_RESET}		2.4		3.47	V
Input Low Voltage	VIL _{SDN_RESET}		0		0.8	V
Input Current	I _L _{SDN_RESET}		-10		10	μA
Input Capacitance	C _{SDN_RESET}			5		pF
POWER SUPPLIES						
Operation Range	HVCC		12		55	V
	HVEE		-55		-12	V
	VCC_5V		4.9	5	5.5	V
Quiescent Current (Enabled)	I _{HVCC}	See PROGRAMMABLE QUIESCENT CURRENT .		22.5	26.5	mA
	I _{HVEE}	See PROGRAMMABLE QUIESCENT CURRENT .	-26.5	-22.5		mA
	I _{VCC_5V}			39	41.5	mA

(特に指定のない限り、HVCC = +50V、HVEE = -50V、SET_IQ = 0x00、VCC_5V = +5V、VREF_5V = +5V、REFIO_1P2V = +1.2V、RTERM = 50Ω、FS_ADJ への RSET = 2kΩ、COMP_L、COMP_H = 0pF、CLOAD = 1nF、TC = 30°C。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Quiescent Current (Shutdown)	I _{HVCC}			120	160	μA
		HVCC = +12 V		80		μA
	I _{HVEE}		-160	-120		μA
		HVEE = -12 V		-80		μA
	I _{VCC_5V}			10.5	13.5	mA
Power Supply Rejection Ratio	PSRR _{HVCC}	HVCC = +12 V to +55 V, HVEE = -50V		93		dB
	PSRR _{HVEE}	HVCC = +50 V, HVEE = -12 V to -55 V		106		dB
	PSRR _{VCC_5V}	VCC_5V = 4.9 V to +5.5 V		86		dB

¹ 大信号帯域幅は、熱設計による制限を受ける場合があります。[温度管理](#)のセクションを参照してください。

² これらの仕様は AD8460 の出力に対するものです。

³ FSR = フルスケール・レンジ

⁴ この出力電圧振幅は、デバイスのデフォルト構成により設定されます。

⁵ 詳細については、[温度管理](#)のセクションを参照してください。

⁶ AD8460 では、1kHz、80V_{p-p} の方形波により 1nF の負荷を駆動して製品寿命試験を行っています。

⁷ このピンにおける電源変動の影響についての詳細は、[VREF_5V](#) のセクションを参照してください。

⁸ 絶対最大ジャンクション温度は 150°C です。

⁹ 設計と特性評価により性能は確保されていますが、出荷テストは行われていません。

¹⁰ T_J = 30°C ~ 105°C

表 2. タイミング特性

(特に指定のない限り、HVCC = +50V、HVEE = -50V、SET_IQ = 0x00、VCC_5V = +5V、VREF_5V = +5V、REFIO_1P2V = +1.2V、 $R_{TERM} = 50\Omega$ 、FS_ADJ への $R_{SET} = 2k\Omega$ 、COMP_L、COMP_H = 0pF、 $C_{LOAD} = 1nF$ 、 $T_J = 30^\circ C \sim 105^\circ C$ 。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SYNC CLOCK RATE ¹						
Maximum Clock Rate	SYNC _{AWG}	AWG Mode (Parallel Data Inputs) ²		100		MHz
	SYNC _{APG}	APG Mode (Serial Data Inputs)		20		MHz
PARALLEL TIMING ¹						
Input Setup Time	t_{S_PAR}		4			ns
Input Hold Time	t_{H_PAR}		4			ns
Latch Pulse Width	t_{LPW}		4			ns
Output Propagation Delay	t_{PD}			45		ns
SPI TIMING ¹						
SCLK Frequency	f_{SCLK}				20	MHz
Pulse Width High	t_{HI}		24			ns
Pulse Width Low	t_{LO}		20			ns
Setup \overline{CS} to SCLK Edge	t_{S_SPI}		5			ns
Hold SCLK to \overline{CS} High	t_{H_SPI}		5			ns
Setup Time SDI to SCLK High	t_{DS}		5			ns
Hold Time SDI to SCLK Low	t_{DH}		5			ns
Data Valid SCLK to SDO	t_{ACCESS}				10	ns
SDO Data Release	t_Z				10	ns

¹ 設計と特性評価により性能は確保されていますが、出荷テストは行われていません。

² 実現可能な最大出力周波数の詳細については、[図 26](#) および [温度管理](#) のセクションを参照してください。

タイミング図

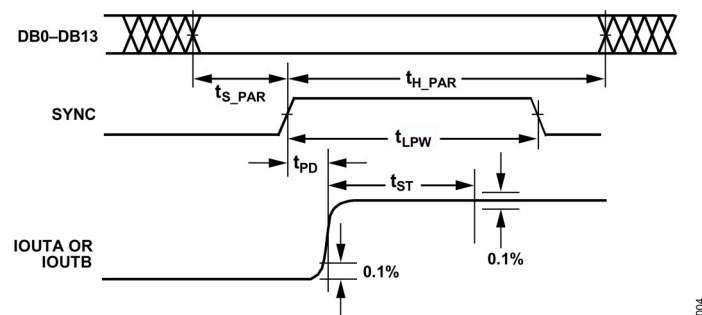


図 4. 並列入力のタイミング図

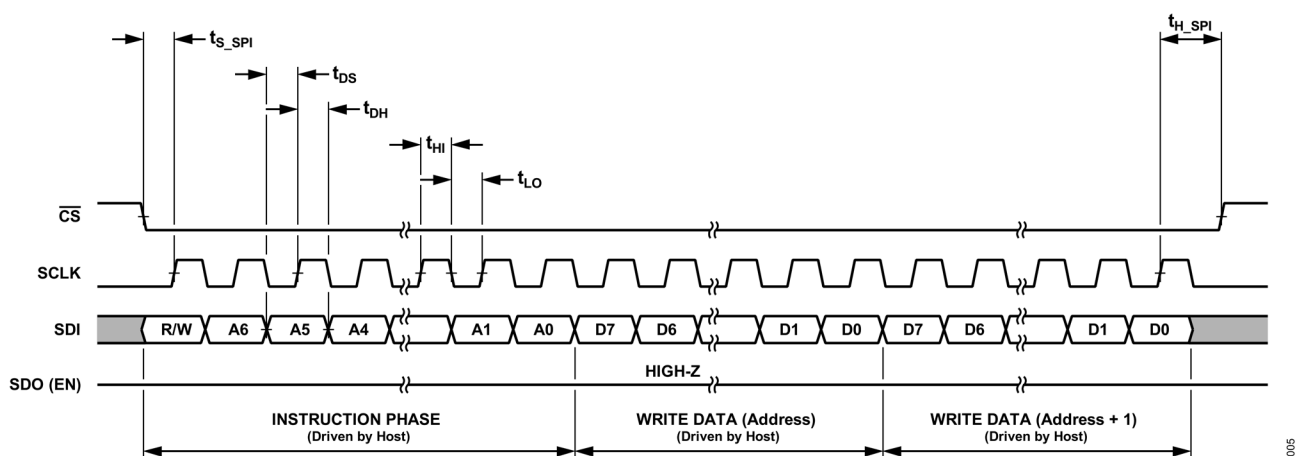


図 5. SPI のタイミング図（書き込み動作）

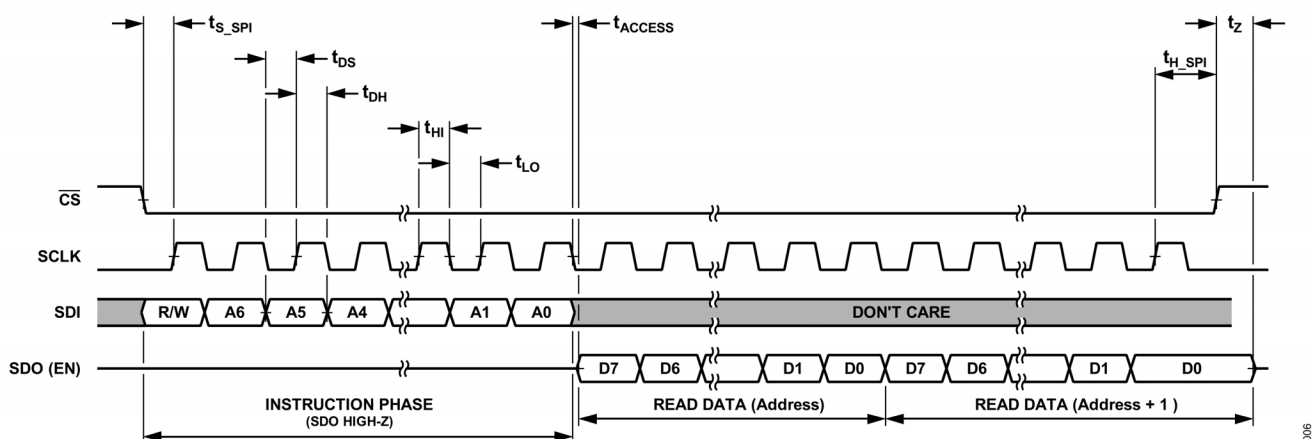


図 6. SPI のタイミング図（読み出し動作）

絶対最大定格

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 3. 絶対最大定格

PARAMETER	RATING
HVCC to HVEE	115V
OUT	HVEE – 0.3V to HVCC + 0.3V
COMP_H	HVCC – 5V to HVCC + 0.3V
COMP_L	HVEE – 0.3V to HVEE + 5V
COMP_T to GND	–0.3V to VCC_5V + 0.3V
VCC_5V to GND	–0.3V to +6V
SYNC, DB0 – DB13 to GND	–0.3V to DVDD_3P3V + 0.3V
VREF_5V to GND	–0.3V to VCC_5V + 0.3V or +5.85 V (whichever is less)
DVDD_3P3V to GND	–0.3V to 3.6V
AVDD_3P3V to GND	–0.3V to 3.6V
SCLK, /CS, SDIO, SDO to GND	–0.3V to VCC_5V + 0.3V
REFIO_1P2V to GND	–0.3V to AVDD_3P3V + 0.3V
FS_ADJ to GND	–0.3V to AVDD_3P3V + 0.3V
IOUTP, IOUTN to GND	–1V to AVDD_3P3V + 0.3V
SYNC Clock to GND	–0.3V to DVDD_3P3V + 0.3V
RESET to GND	–0.3V to VCC_5V + 0.3V
SDN_IO, SDN_RESET to GND	–0.3V to VCC_5V + 0.3V
TMP to GND	–0.3V to VCC_5V + 0.3V
Storage Temperature Range	–65°C to +150°C
Operating Temperature Range ¹	–40°C to +85°C
Junction Temperature (T_J) ²	+150°C
Peak Solder Reflow Temperature ³	IPC/JEDEC J-STD-020

¹ $T_J \leq 150^\circ\text{C}$ であることが条件です。

² 絶対最大ジャンクション温度定格付近の T_J で長時間動作させると、デバイスの経年劣化が加速されます。適切な温度管理を確実に行ってください。

³ RoHS 準拠の組み立て（20 秒～40 秒）

上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、この仕様の動作の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。デバイスを長時間にわたり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。

熱抵抗

熱性能は、PCB の設計と動作環境に直接関連しています。PCB の熱設計には細心の注意が必要です。ジャンクション温度 (T_J) を絶対最大定格未満に維持するには、一般的に温度管理手法を用いることが必要です。詳細については、[温度管理](#)のセクションを参照してください。

θ_{JA} は自然対流でのジャンクションと周囲の間の熱抵抗値、 θ_{JC} はジャンクションとケースの間の熱抵抗値です。

表 4. 熱抵抗

Package Type ¹	θ_{JA} ²	θ_{JC} ³	θ_{JC} ²	Unit
80-Lead TQFP (SV-80-7)	39.5	1.1	2.3	°C/W

¹ 熱抵抗シミュレーション値は、JEDEC JESD-51 に基づいたものです。 θ_{JA} はヒートシンクを用い空気流がある場合の値です。[温度管理](#)のセクションを参照してください。

² ダイ全体でのディレーティングを含みます。

³ ダイ全体での消費電力に相当します。


静電放電（ESD）定格

以下の ESD 情報は、ESD に敏感なデバイスを取り扱うために示したものですが、対象は ESD 保護区域内だけに限られます。ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠の人体モデル（HBM）。ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 準拠の電界誘起帯電デバイス・モデル（FICDM）。

表 5. AD8460 80 ピン TQFP

ESD Model	Withstand Threshold (V)	Class
HBM	± 1000	1C
FICDM	± 1000	C3

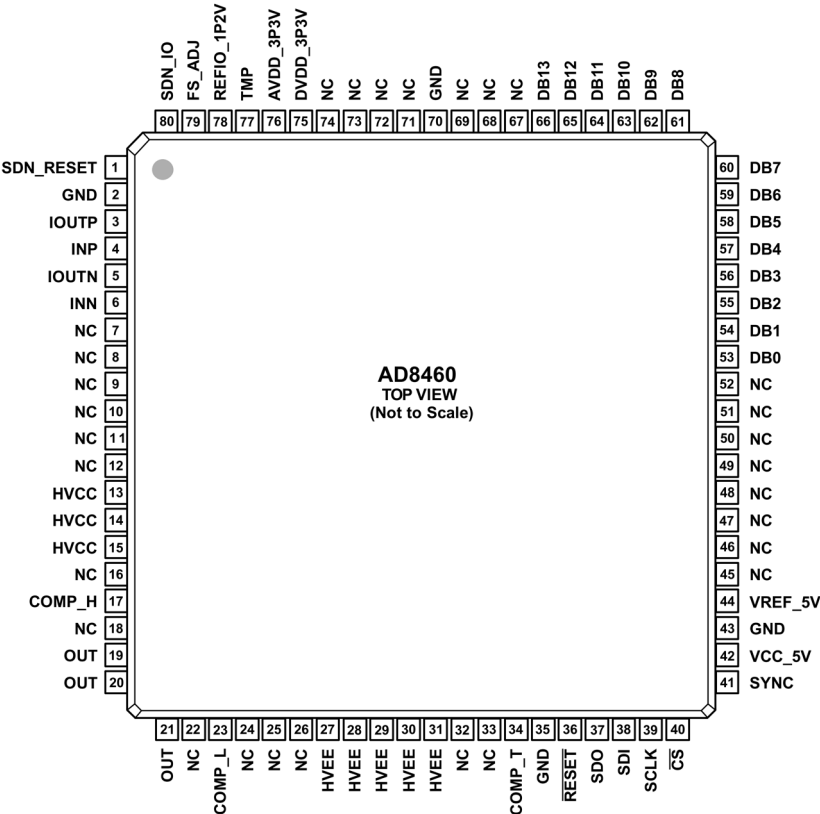
ESD に関する注意



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、検知されない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。

ピン配置およびピン機能の説明



- NOTES
- 1. NC = NO CONNECT. DO NOT CONNECT. THIS PIN SHOULD BE SOLDERED DOWN ONTO A FLOATING PAD.
 - 2. EXPOSED THERMAL PAD. ELECTRICALLY CONNECTED TO GND INTERNALLY. CONNECT TO EXTERNAL HEAT SINK (GROUNDED OR FLOATING) FOR THERMAL MANAGEMENT.

007

図 7. 上面図（1 番ピンが左上で反時計回りにピン番号が増加）

表 6. ピン機能の説明

端子	名称	説明
1	SDN_RESET	シャットダウン・リセット入力（アクティブ・ハイ）。
2	GND	グラウンド（アナログおよびデジタル）。
3	IOUTP	DAC の電流出力。INP に接続します。IOUTP と GND の間には、公差が 0.1% の 50Ω 高精度低ドリフト抵抗を外付けする必要があります。
4	INP	高電圧ドライバの非反転入力。IOUTP に接続します。
5	IOUTN	DAC の相補的電流出力。INN に接続します。IOUTN と GND の間には、公差が 0.1% の 50Ω 高精度低ドリフト抵抗を外付けする必要があります。
6	INN	高電圧ドライバの反転入力。IOUTN に接続します。
7 to 12	NC	接続しません。このピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。

13 to 15	HVCC	高電圧正側電源。
16	NC	接続しません。このピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
17	COMP_H	ハイ・サイドの補償。容量性負荷の駆動条件に応じて、このピンは開放状態のままにするか、コンデンサを介して OUT に接続します。詳細については、 出力補償 (COMP_H および COMP_L) のセクションを参照してください。
18	NC	接続しません。このピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
19 to 21	OUT	高電圧アナログ出力。
22	NC	接続しません。このピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
23	COMP_L	ロー・サイドの補償。容量性負荷の駆動条件に応じて、このピンは開放状態のままにするか、コンデンサを介して OUT に接続します。詳細については、 出力補償 (COMP_H および COMP_L) のセクションを参照してください。
24 to 26	NC	接続しません。これらのピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
27 to 31	HVEE	高電圧負側電源。
32 to 33	NC	接続しません。これらのピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
34	COMP_T	温度モニタの補償。GND との間に 0.1μF のコンデンサを接続します。
35	GND	グラウンド（アナログおよびデジタル）。
36	RESET	デジタル・リセット（アクティブ・ロー、3.3V ロジック）。
37	SDO	SPI シリアル・データ出力（3.3V ロジック）。
38	SDI	SPI シリアル・データ入力（3.3V ロジック）。
39	SCLK	SPI シリアル・クロック入力（3.3V ロジック）。
40	CS	SPI チップ・セレクト入力（アクティブ・ロー、3.3V ロジック）。
41	SYNC	内部 DAC データ用の同期クロック入力（3.3V ロジック）。
42	VCC_5V	低電圧電源（5V）。
43	GND	グラウンド（アナログおよびデジタル）。
44	VREF_5V	アナログ低電圧および保護閾値 DAC 用のリファレンス電圧。VREF_5V は、外部の 5V リファレンスまたは VCC_5V（精度は低下）に接続します。電源シーケンスの詳細については、 VREF_5V のセクションを参照してください。
45 to 52	NC	接続しません。このピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
53	DB0	DAC LSB（3.3V ロジック）。AWG モードのデータ入力。APG モードでは DB0 を NC または開放状態にする必要があります。
54 to 65	DB1 to DB12	DAC データ・ビット[1:12]（3.3V ロジック）。AWG モードのデータ入力。APG モードでは DB1~DB12 を NC または開放状態にする必要があります。
66	DB13	DAC MSB（3.3V ロジック）。AWG モードのデータ入力。APG モードでは DB13 を NC または開放状態にする必要があります。
67 to 69	NC	接続しません。これらのピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
70	GND	グラウンド（アナログおよびデジタル）。
71 to 74	NC	接続しません。このピンは、フローティング・パッドに半田付けする必要があります。
75	DVDD_3P3V	デジタル電源のバイパス。AVDD_3P3V に直接接続します。GND との間に 0.1μF のコンデンサが必要です。

76	AVDD_3P3V	アナログ電源のバイパス。内蔵 3.3V LDO の出力。GND との間に 0.1μF のコンデンサが必要です。
77	TMP	ジャンクション温度モニタの出力電圧。
78	REFIO_1P2V	内蔵 DAC 用のリファレンス入力／出力。外部 1.2V リファレンス出力に接続、または 1.2V リファレンス出力の出力に接続（精度は低下）します。GND との間に 0.1μF のコンデンサが必要です。
79	FS_ADJ	DAC のフルスケール電流出力の調整。GND との間に 2kΩ の抵抗が必要です。フルスケール調整の詳細については、 フルスケール調整 のセクションを参照してください。
80	SDN_IO	シャットダウン入力／出力（シャットダウン・アクティブ・ハイ）。シャットダウンを遅延させるには GND との間にコンデンサを接続します。
	EPAD	露出サーマル・パッド。内部で GND に電氣的に接続されています。温度管理を行うには、外部の（接地またはフローティング状態の）ヒートシンクに接続します。

代表的な性能曲線の解釈

AD8460 の性能パラメータは、基本的にジャンクション温度 (T_J) に依存します。この温度は、周囲温度 (T_A) より著しく高くなる場合があります。そのため、温度に関係した AD8460 の代表的な性能の曲線 (TPC) はすべて、TMP ピンを通じて測定できる T_J の関数として (T_J を下部の横軸として) 表されます。ダイ温度の直接測定に関する詳細は [サーマル・モニタリング \(TMP\)](#) のセクションを参照してください。

完全な描像を提供するために、代替スケールとして T_A を上部の横軸に示しています。TMP ピンをモニタしていない場合は、 T_A のスケールを参照してジャンクション温度を推定してください。 T_J と T_A の関係は、デフォルトの温度管理設定、および各プロットで指定されたテスト条件に対し有効です。 T_J 、 T_A 、消費電力の間の関係については、[温度管理](#) のセクションを参照してください。

最後に、温度に基づく TPC の各曲線には、実線部と破線部の両方がある点に注意してください。実線部は、推奨するパッシブ・ヒートシンク構成を用いた場合に示される代表的な性能を表します。破線部は、強制的空冷や液体冷却のようなアクティブな温度管理を用いた場合に実現できる代表的な性能を表します。詳細については、[温度管理](#) のセクションを参照してください。

代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $HVCC = +50V$ 、 $HVEE = -50V$ 、 $SET_IQ = 0x00$ 、 $VCC_5V = +5V$ 、 $VREF_5V = +5V$ 、 $REFIO_1P2V = +1.2V$ 、 $R_{TERM} = 50\Omega$ 、FS_ADJ への $R_{SET} = 2k\Omega$ 、 $COMP_L$ 、 $COMP_H = 0pF$ 、 $C_{LOAD} = 1nF$ 、 $T_C = 30^\circ C$ 。

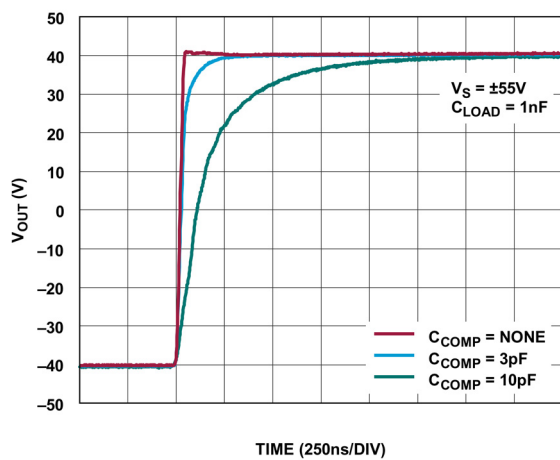


図 8. 大信号パルス応答と C_{COMP} の関係、
立上がりエッジ、 $C_{LOAD} = 1nF$

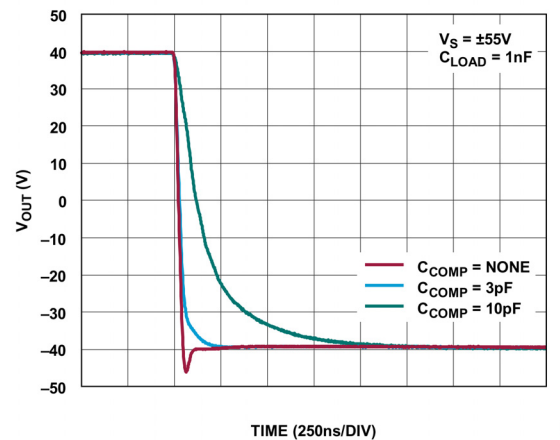


図 9. 立下がりエッジー大信号パルス応答と C_{COMP} の関係、
立下がりエッジ、 $C_{LOAD} = 1nF$

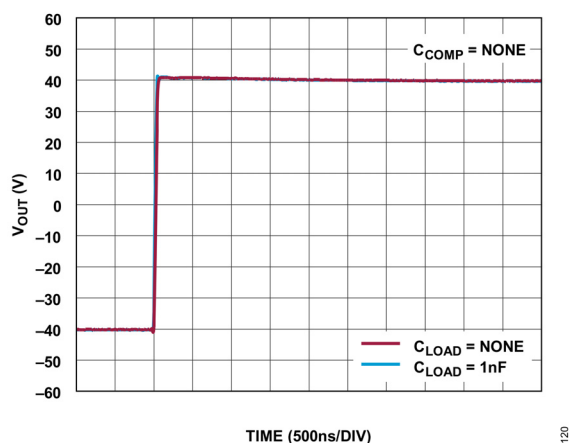
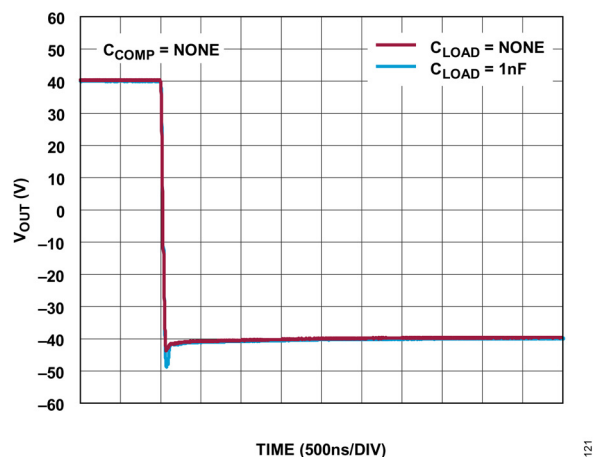
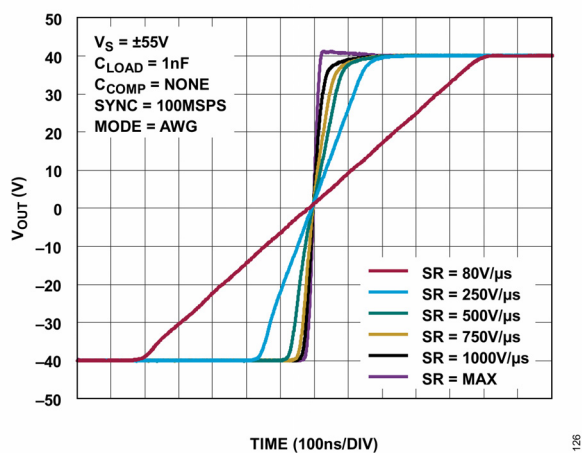
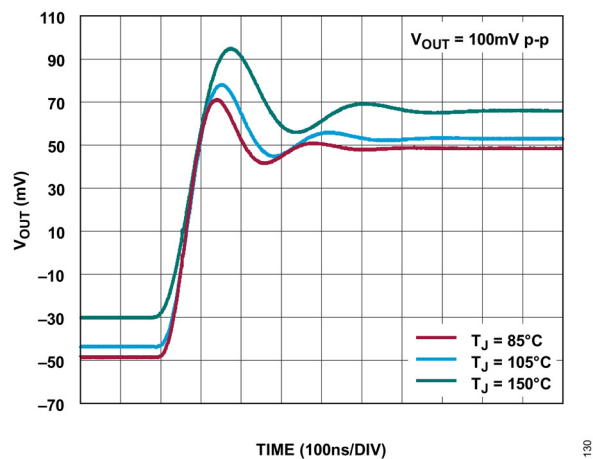
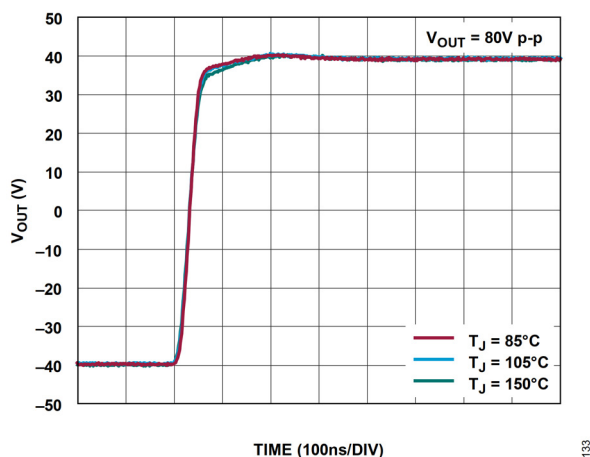
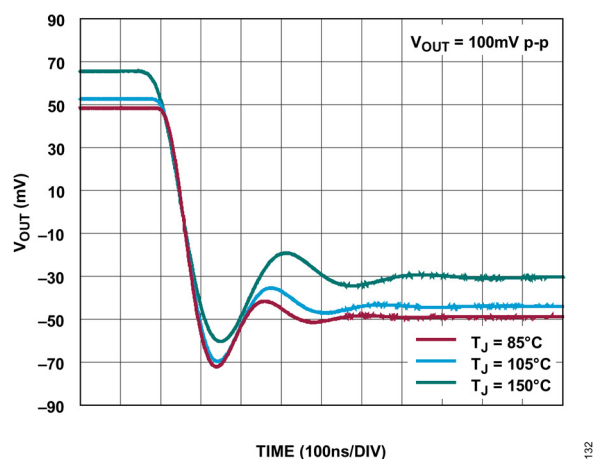
図 10. 大信号パルス応答と C_{LOAD} の関係、立上がりエッジ図 11. 大信号パルス応答と C_{LOAD} の関係、立下がりエッジ図 12. 大信号パルス応答とエッジ速度の関係、 $C_{LOAD} = 1nF$ 、 $C_{COMP} =$ なし図 13. 小信号パルス応答と温度の関係、立上がりエッジ、 $V_{OUT} = 100mV$ p-p

図 14. 大信号パルス応答と温度の関係、立上がりエッジ

図 15. 小信号パルス応答と温度の関係、立下がりエッジ、 $V_{OUT} = 100mV$ p-p

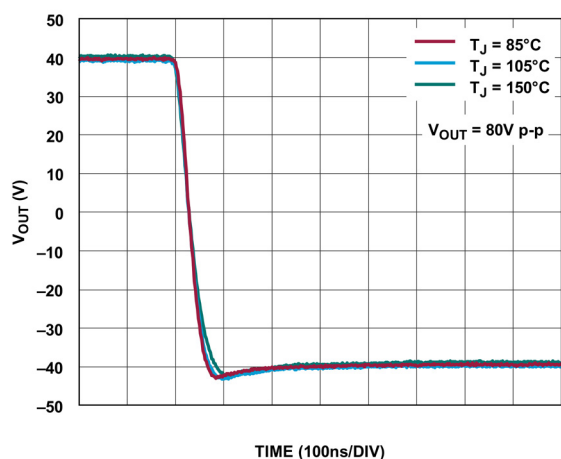
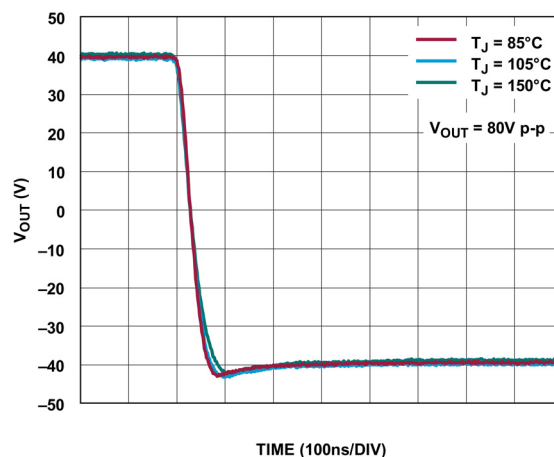
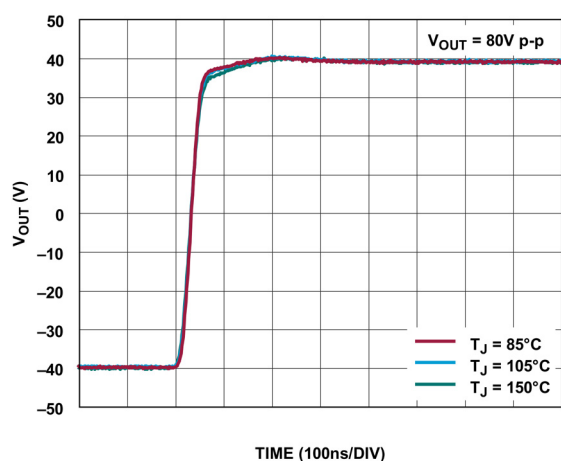
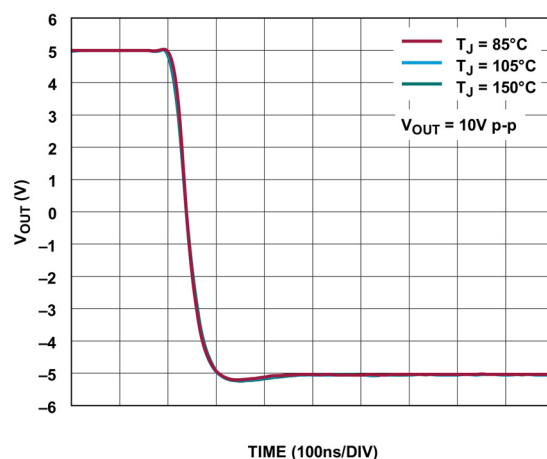
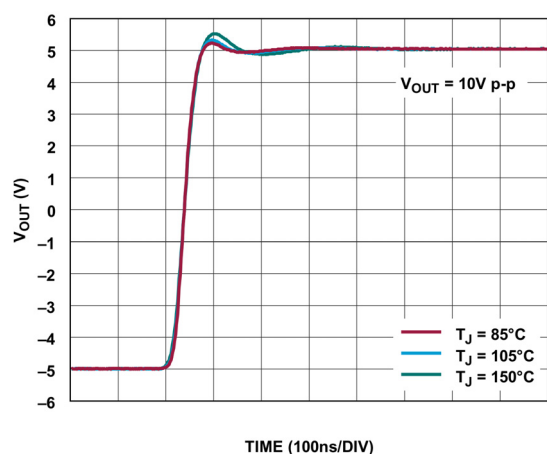
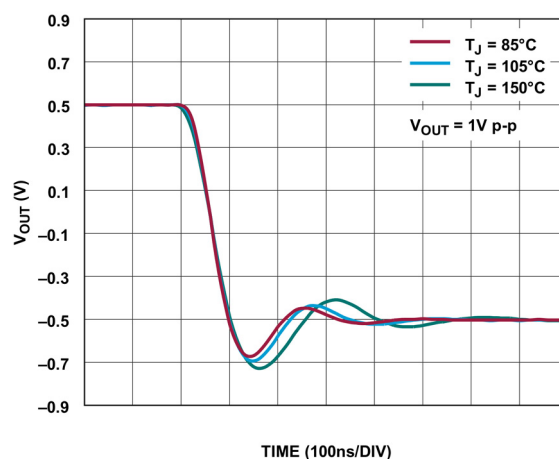


図 16. 大信号パルス応答と温度の関係、立下がりエッジ

図 17. パルス応答と温度の関係、
立下がりエッジ、 $V_{OUT} = 80V$ p-p図 18. パルス応答と温度の関係、
立上がりエッジ、 $V_{OUT} = 80V$ p-p図 19. パルス応答と温度の関係、
立下がりエッジ、 $V_{OUT} = 10V$ p-p図 20. パルス応答と温度の関係、
立上がりエッジ、 $V_{OUT} = 10V$ p-p図 21. パルス応答と温度の関係、
立下がりエッジ、 $V_{OUT} = 1V$ p-p

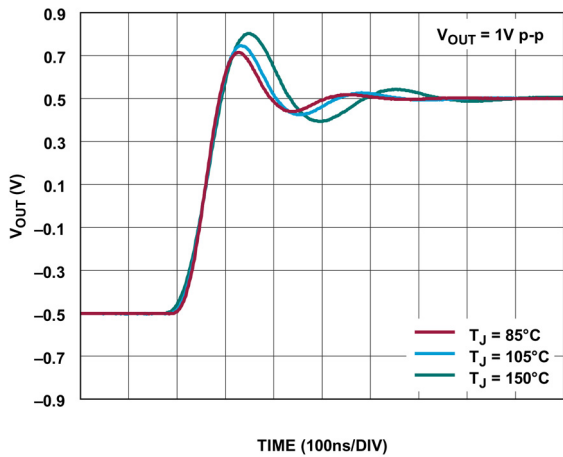


図 22. パルス応答と温度の関係、
立上がりエッジ、 $V_{OUT} = 1V$ p-p

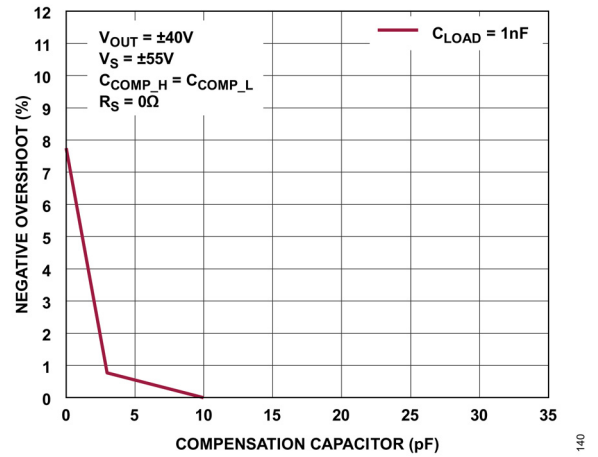


図 23. 大信号パルス応答のオーバーシュートと
 C_{LOAD} および C_{COMP} の関係、負のオーバーシュート

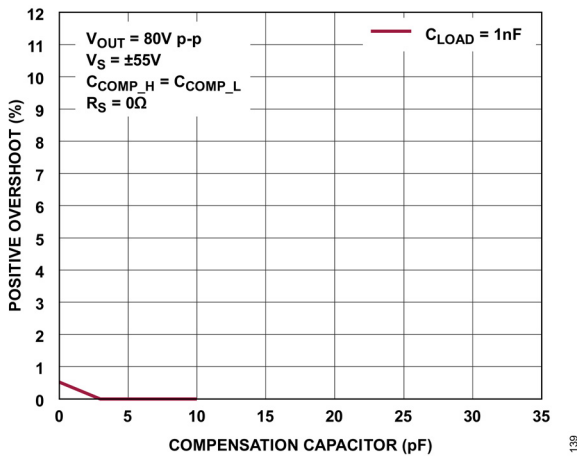


図 24. 大信号パルス応答のオーバーシュートと
 C_{LOAD} および C_{COMP} の関係、正のオーバーシュート

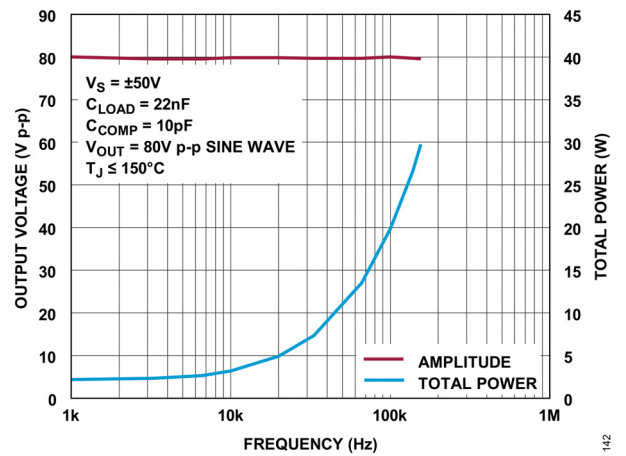


図 25. 大信号帯域幅、 $C_{LOAD} = 22nF$ 、 $C_{COMP} = 10pF$

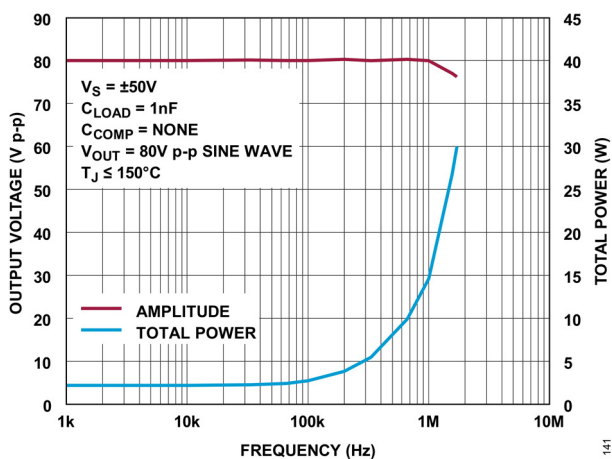


図 26. 大信号帯域幅、 $C_{LOAD} = 1nF$ 、 $C_{COMP} =$ なし

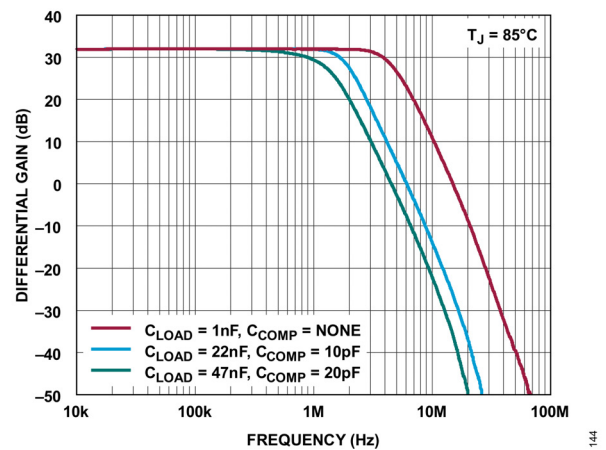


図 27. 小信号周波数応答と C_{LOAD} の関係、 $T_J = 85^\circ C$

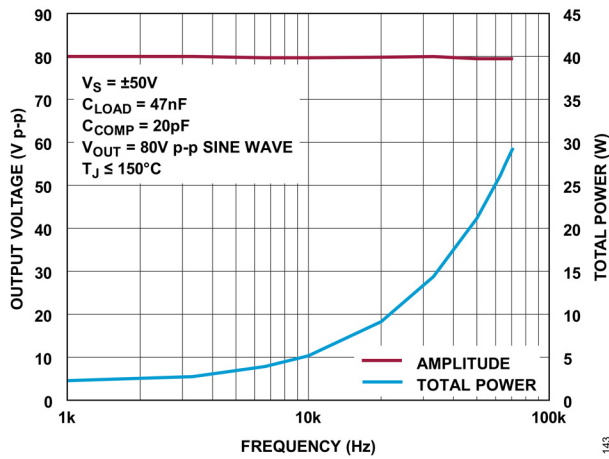


図 28. 大信号帯域幅、 $C_{LOAD} = 47\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = 20\text{pF}$

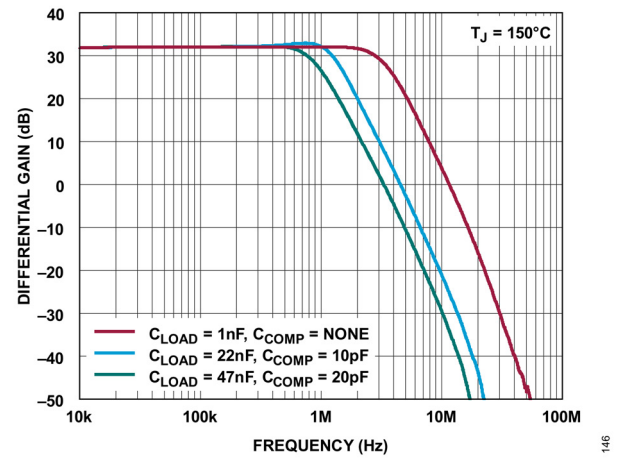


図 29. 小信号周波数応答と C_{LOAD} の関係、 $T_J = 150^\circ\text{C}$

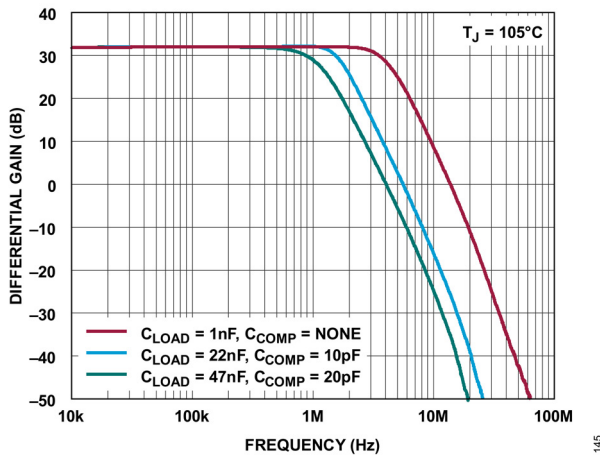


図 30. 小信号周波数応答と C_{LOAD} の関係、 $T_J = 105^\circ\text{C}$

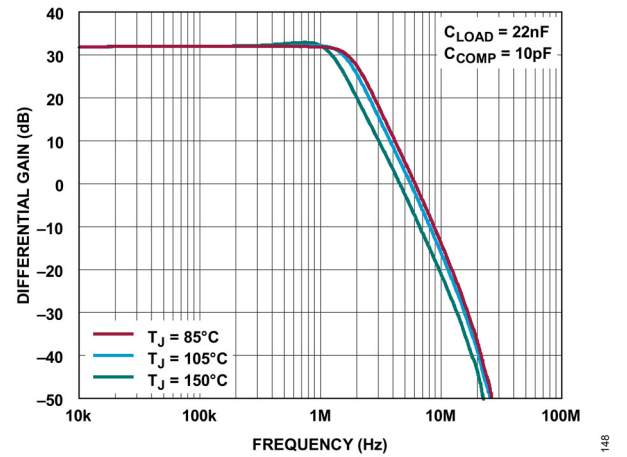


図 31. 小信号周波数応答と温度の関係、
 $C_{LOAD} = 22\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = 10\text{pF}$

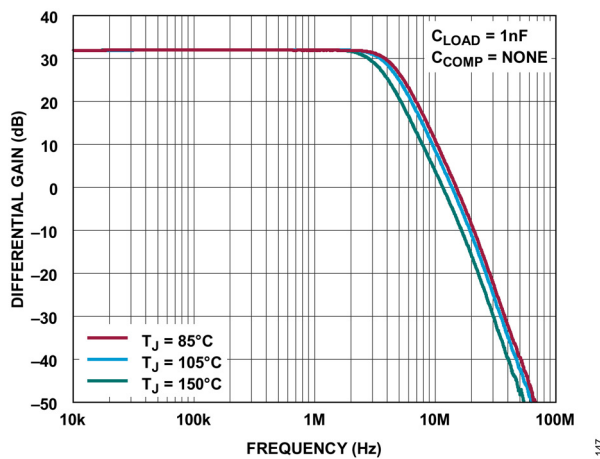


図 32. 小信号周波数応答と温度の関係、
 $C_{LOAD} = 1\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = \text{なし}$

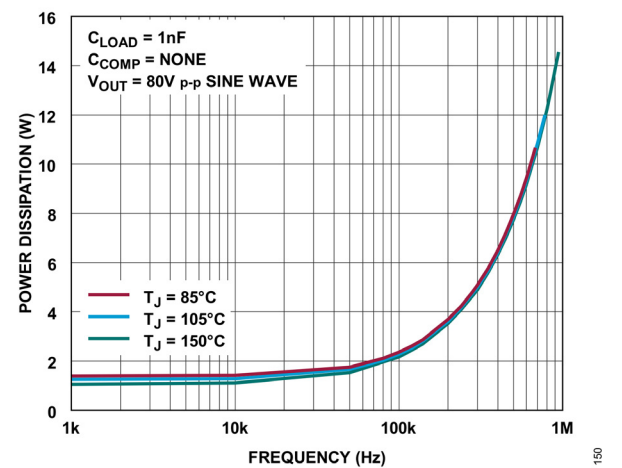


図 33. 大信号周波数応答と温度の関係、
 $C_{LOAD} = 1\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = \text{なし}$

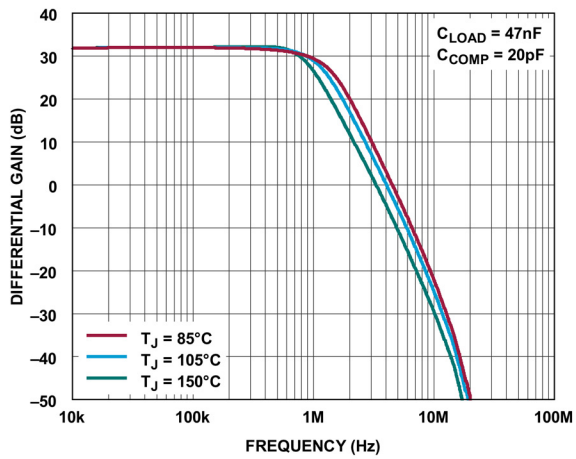


図 34. 小信号周波数応答と温度の関係、
 $C_{LOAD} = 47\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = 20\text{pF}$

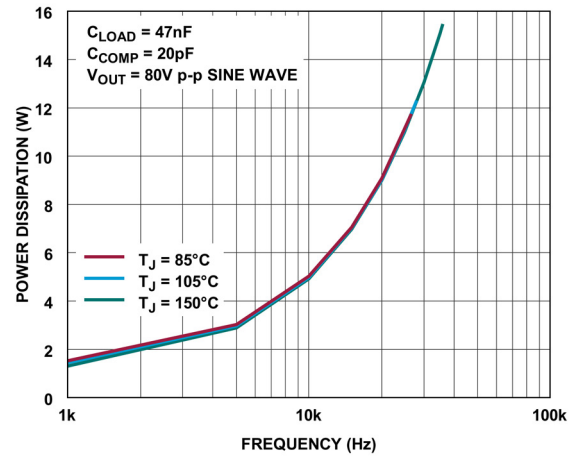


図 35. 大信号周波数応答と温度の関係、
 $C_{LOAD} = 47\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = 20\text{pF}$

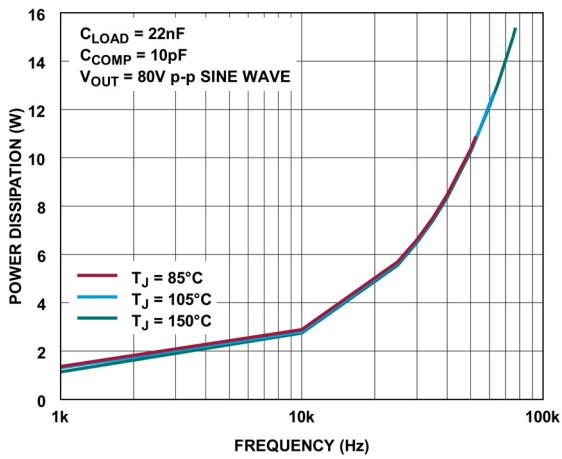


図 36. 大信号周波数応答と温度の関係、
 $C_{LOAD} = 22\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = 10\text{pF}$

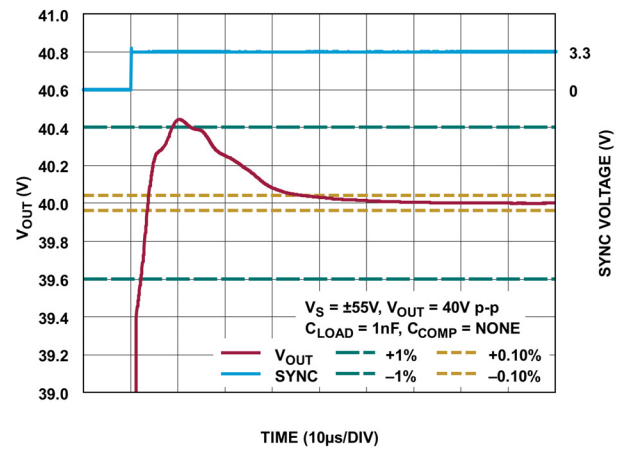


図 37. 0.1%および1%までのセトリング・タイム、
 $V_{OUT} = 40\text{V p-p}$ 、 $V_S = \pm 55\text{V}$ 、 $C_{LOAD} = 1\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = \text{なし}$

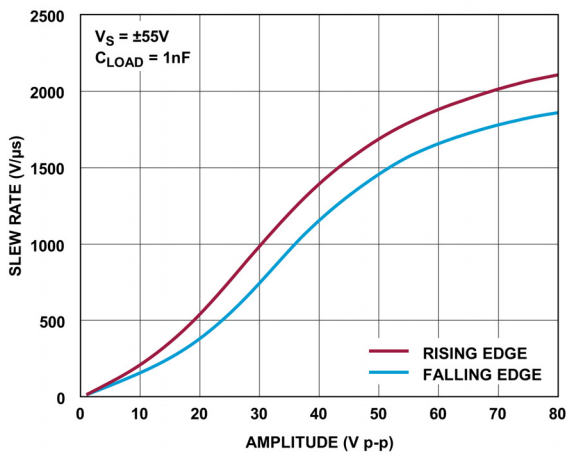


図 38. スルー・レートと出力振幅の関係

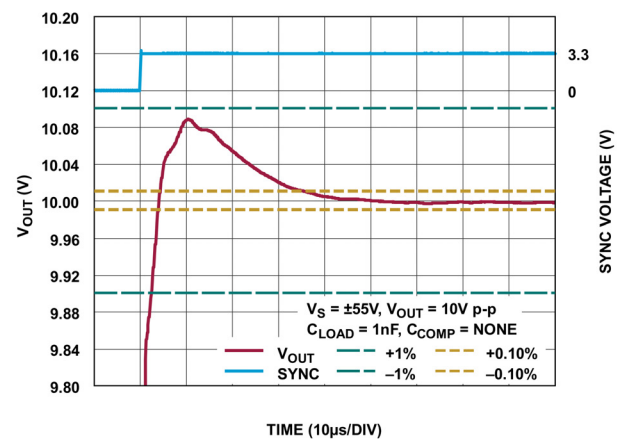


図 39. 0.1%および1%までのセトリング・タイム、
 $V_{OUT} = 10\text{V p-p}$ 、 $V_S = \pm 55\text{V}$ 、 $C_{LOAD} = 1\text{nF}$ 、 $C_{COMP} = \text{なし}$

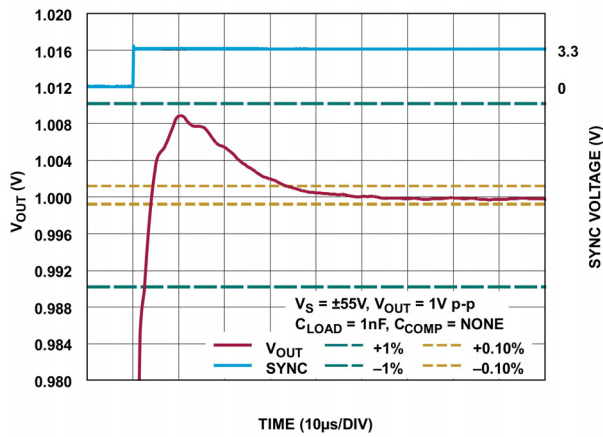


図 40. 0.1%および 1%までのセトリング・タイム、
 $V_{OUT} = 1V_{p-p}$, $V_S = \pm 55V$, $C_{LOAD} = 1nF$, $C_{COMP} = \text{なし}$

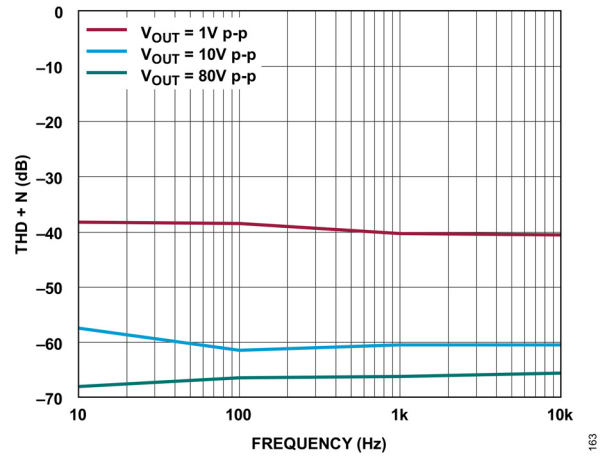


図 41. 異なる大出力振幅での全高調歪み + ノイズ (THD + N)
と周波数の関係

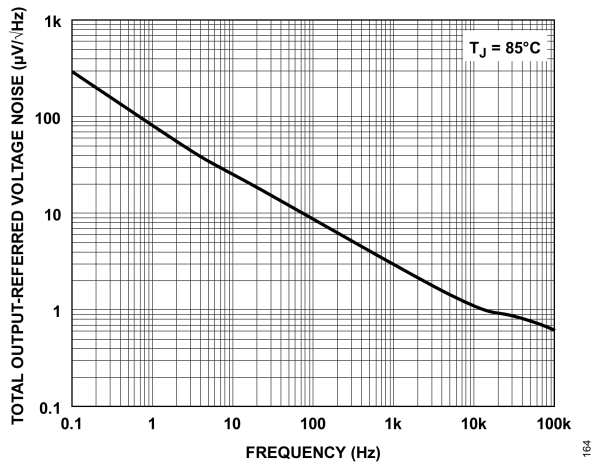


図 42. 合計出力ノイズと周波数の関係

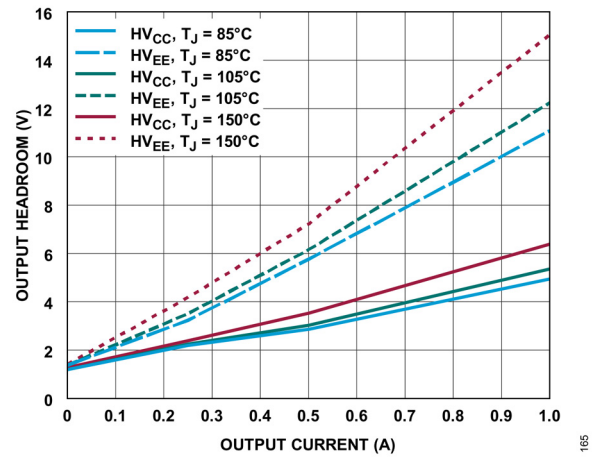


図 43. 出力ヘッドルームと出力電流および温度の関係

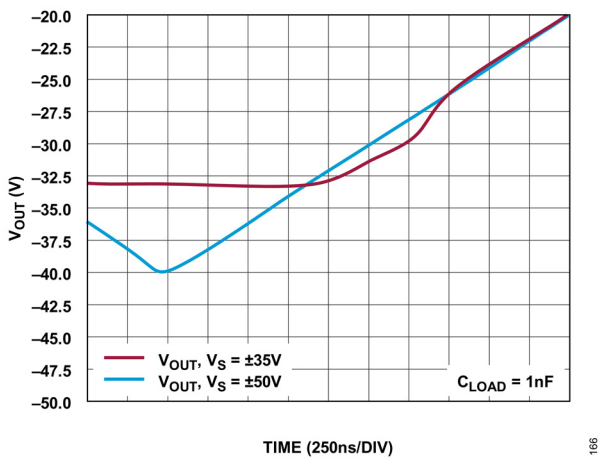


図 44. 出力オーバードライブ回復と時間の関係、立上がり

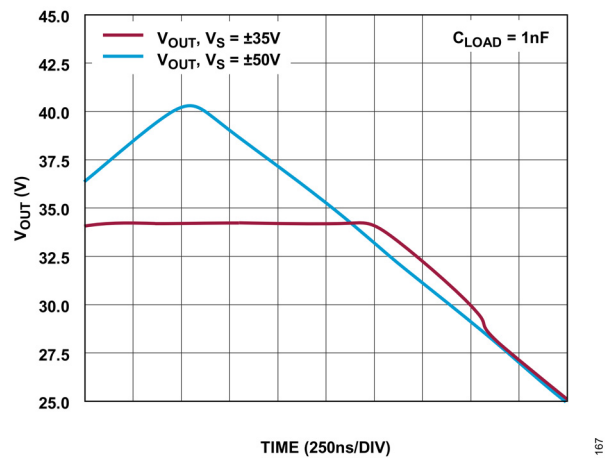


図 45. 出力オーバードライブ回復と時間の関係、立下がり

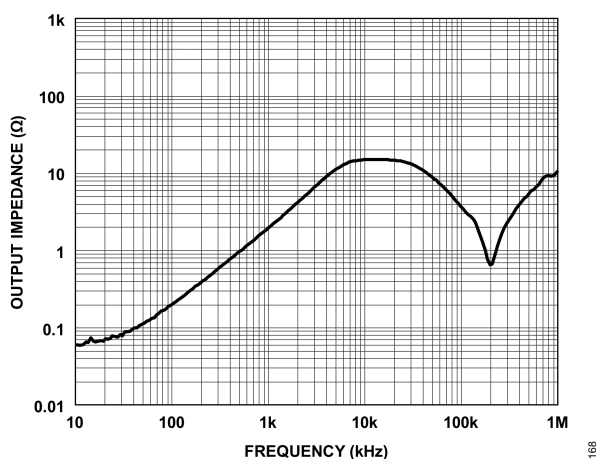


図 46. 出力インピーダンスと周波数の関係、イネーブル

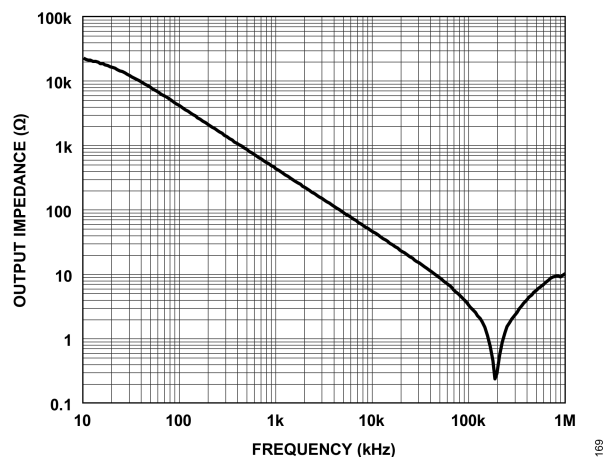


図 47. 出力インピーダンスと周波数の関係、ディスエーブル

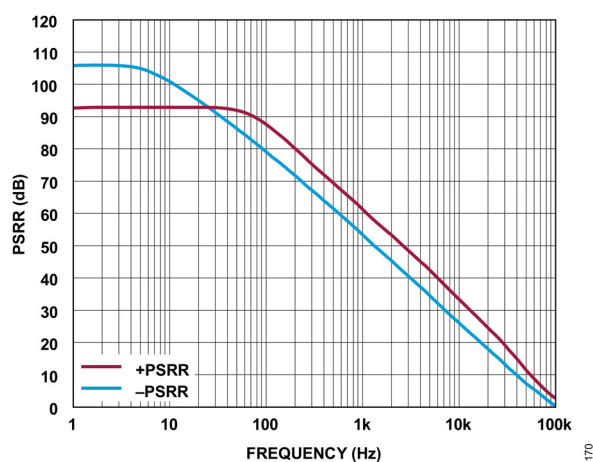


図 48. PSRR と周波数の関係、HVCC および HVEE、 $V_S = \pm 50V$

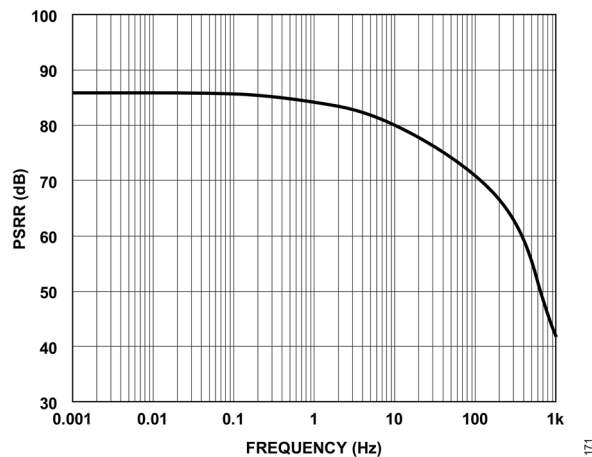


図 49. PSRR と周波数の関係、VCC_5V、VCC_5V = 5V

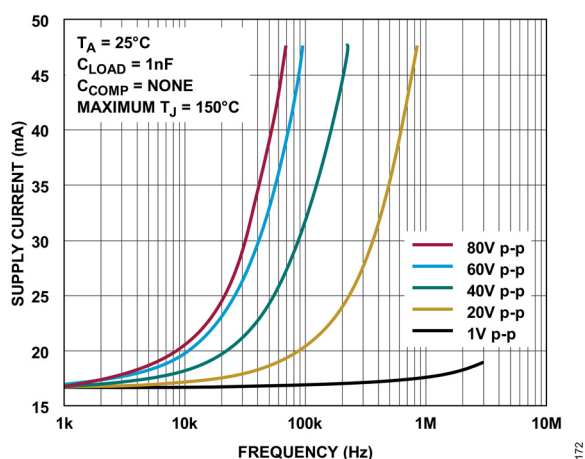


図 50. 供給電流および振幅と周波数の関係、
方形波、ヒートシンクなし、 $C_{LOAD} = 1nF$ 、 $C_{COMP} =$ なし

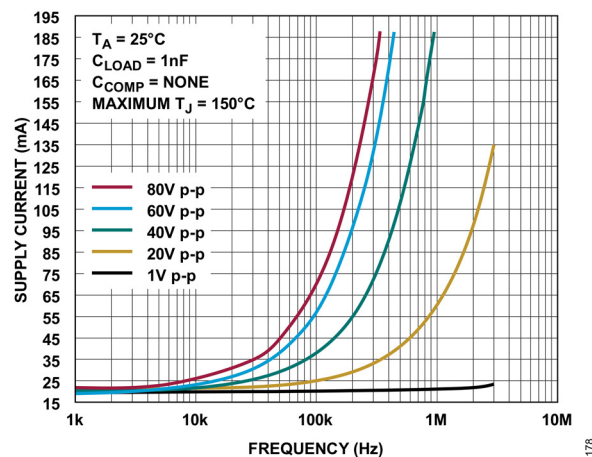


図 51. 供給電流および振幅と周波数の関係、
方形波、ヒートシンクあり、 $C_{LOAD} = 1nF$ 、 $C_{COMP} =$ なし

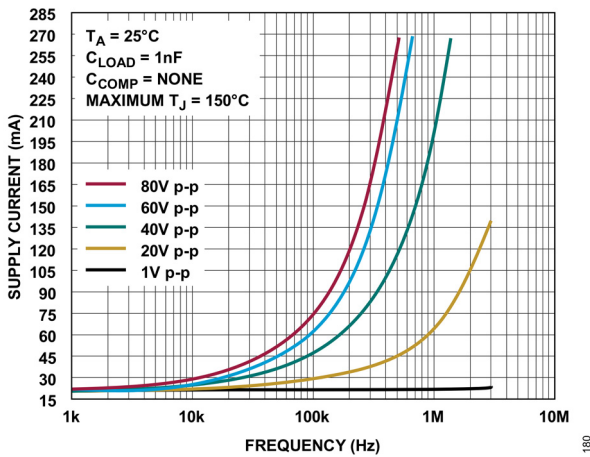


図 52. 供給電流および振幅と周波数の関係、方形波、ヒートシンクおよび空気流あり、 $C_{LOAD} = 1nF$ 、 $C_{COMP} =$ なし

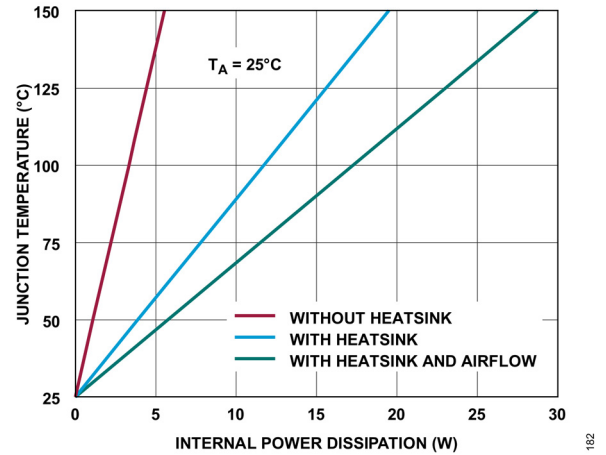


図 53. ジャンクション温度と内部消費電力の関係

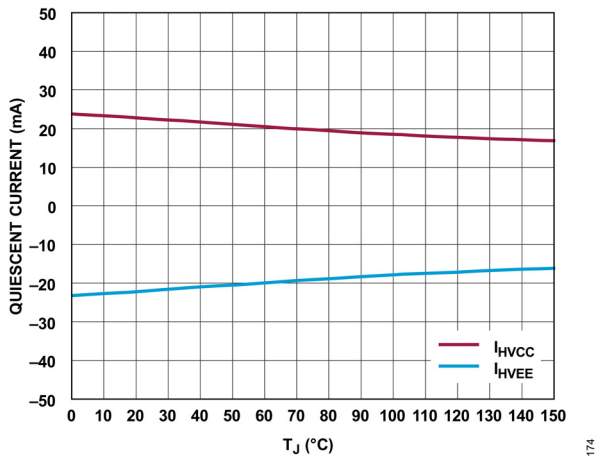


図 54. 高電圧の自己消費供給電流と温度の関係、 $V_S = \pm 50V$

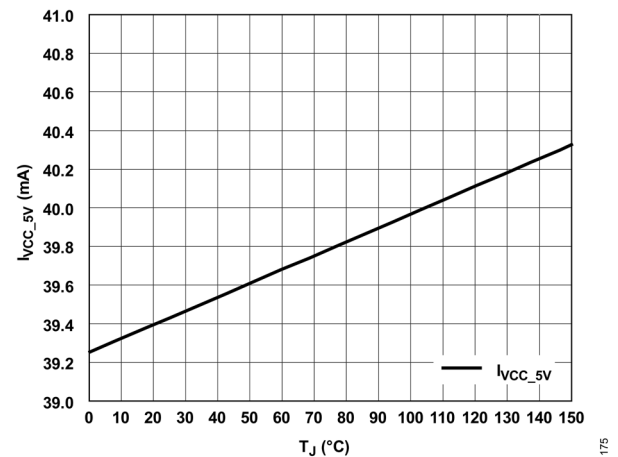


図 55. V_{CC_5V} の自己消費供給電流と温度の関係、 $V_{CC_5V} = 5V$

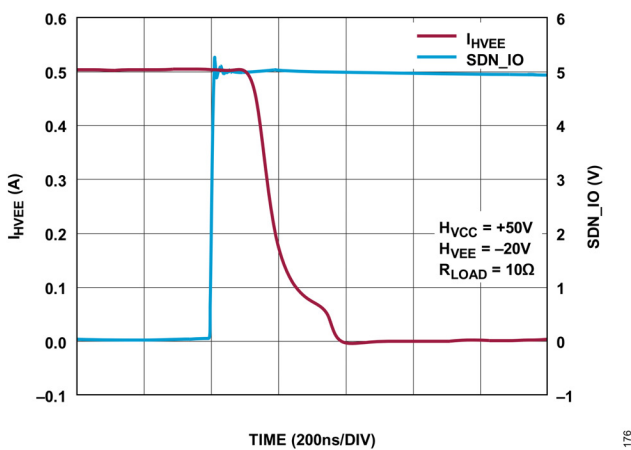


図 56. シャットダウン応答と時間の関係

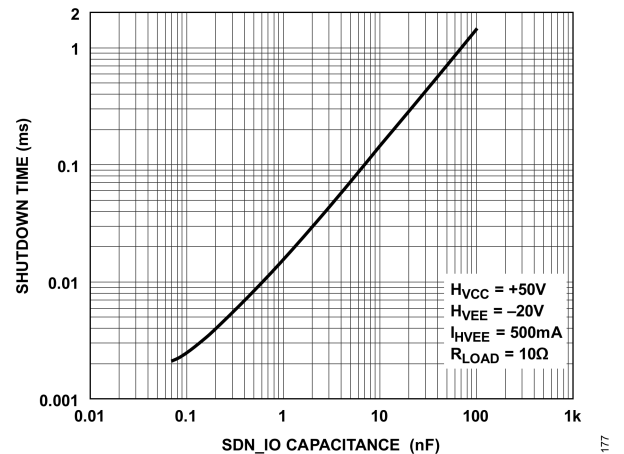


図 57. シャットダウン応答と SDNIO 容量の関係

用語の定義

アラーム

アラームは、保護システムでモニタリングされている、過電流（ソースまたはシンク）、過電圧（正または負）、過熱の 5 通りのフォルト状態のいずれかを検出した場合に発せられます。アラーム・フラグは、フォルト・クリア時に自動クリアするか、フォルト発生 of 証拠としてアラーム状態をラッチするかをカスタマイズできます。アラームをラッチした場合、これをクリアする必要があります。

アナログ・パターン生成 (APG) モード

APG モードは、デジタル・パターン発生器の動作に似ています。AD8460 では、最大 16 個のシーケンシャルな要素からなるアナログ・パターンを生成でき、各要素には、デジタル電圧（ロジック状態）ではなくアナログ電圧が含まれています。各アナログ電圧値は 14 ビットのデータで表されます。電圧データは、ドライバ出力を更新する前に、シリアル・ペリフェラル・インターフェイス (SPI) を介してパターン・メモリにシリアルに読み込まれます。APG モードは、シーケンシャルな電圧レベルで構成される単純な反復波形に推奨されます。

任意波形生成 (AWG) モード

AWG モードは、任意波形発生器の動作に似ています。デジタル・データが並列状態で DAC に送られ、ドライバ出力がデータ転送と同期して更新されるため、波形をリアルタイムで生成できます。AWG モードは、複雑な波形、あるいは反復性のない波形に推奨されます。

保護装備

保護システムを装備することは、アラーム状態を検知しデバイスをシャットダウンするモードにドライバを置くことです。

保護解除

ドライバを保護解除することは、アラーム状態を無視してデバイスをシャットダウンしない状態に置くことです。ドライバが保護解除されている場合、フォルトに対して保護されず損傷の可能性があるため、極めて大きな注意を払う必要があります。

フォルト

フォルトは、保護システムが検出可能な 5 つの過負荷状態のいずれかです。いずれのフォルトもアラームを引き起こします。ただし、強制的にデバイスをシャットダウンさせるためには、アラームが一定の最小時間（ユーザによる調整が可能）存続する必要があります。

保護システム

保護システムは、制限設定 DAC、コンパレータ、およびユーザが指定した制限値に従ってフォルトを検出するロジック・ゲートで構成されています。基本機能を示すブロック図については [図 64](#) を参照してください。

予約済み

予約済みとは、ユーザが呼び出すことのできない内部レジスタを指します。

安全動作領域 (SOA)

安全動作領域は、過熱による損傷を防ぐためにユーザが管理しなくてはならないパラメータによって制限された、2 次元のエンベロープです。

シャットダウンおよびスリープ

シャットダウンとスリープはどちらも、出力がフローティング状態（高インピーダンス）となることを特徴とするインアクティビティの状態を指し、消費電力を大幅に減少させます。シャットダウンは、ユーザが SDN_IO をハイにパルス駆動することで起動されるか、十分な時間が経過した後のアラームに応答した保護システムによって起動されます。SDN_IO に何らかの寄生容量または追加容量がある場合は、SDN_IO の電圧が閾値電圧未満になるまで待つからシャットダウンの終了を試行してください。シャットダウンを終了するには、次の 3 つの方法のいずれかをを用います。

- ▶ SDN_RESET をハイにパルス駆動し、その後ローのままにする。
- ▶ 2 つの SPI コマンド（ハイに駆動後、ローに駆動）を用いて HV_RESET ビットをハイにパルス駆動する。
- ▶ SDN_IO をローにパルス駆動した後、フローティング状態にする。

スリープは、シャットダウンのようなインアクティビティの非ラッチ状態のことを言います。ただし、これは SPI コマンドを通じて起動（HV_SLEEP = 0）や終了（HV_SLEEP = 1）が行われます。スリープは、フォルトによる起動かユーザによる起動かを問わず、SDN_IO シャットダウン・メカニズムを用いるすべてのコマンドに取って代わります。保護システムおよびシャットダウン・メカニズムのロジック図については、[図 64](#) を参照してください。

スルー・ブースト

スルー・ブーストは、高速の信号遷移時に供給電流を増加させることで、従来の高速アンプに見られるような連続的な電力消費の不利益を被ることなく、出力スルーを高速化できるという、AD8460 の設計上の特長を指すものです。

スパン

スパンは、出力の最大値と最小値の差を指します。AD8460 の公称スパンは、80V（+40V – (–40V)）です。

動作原理

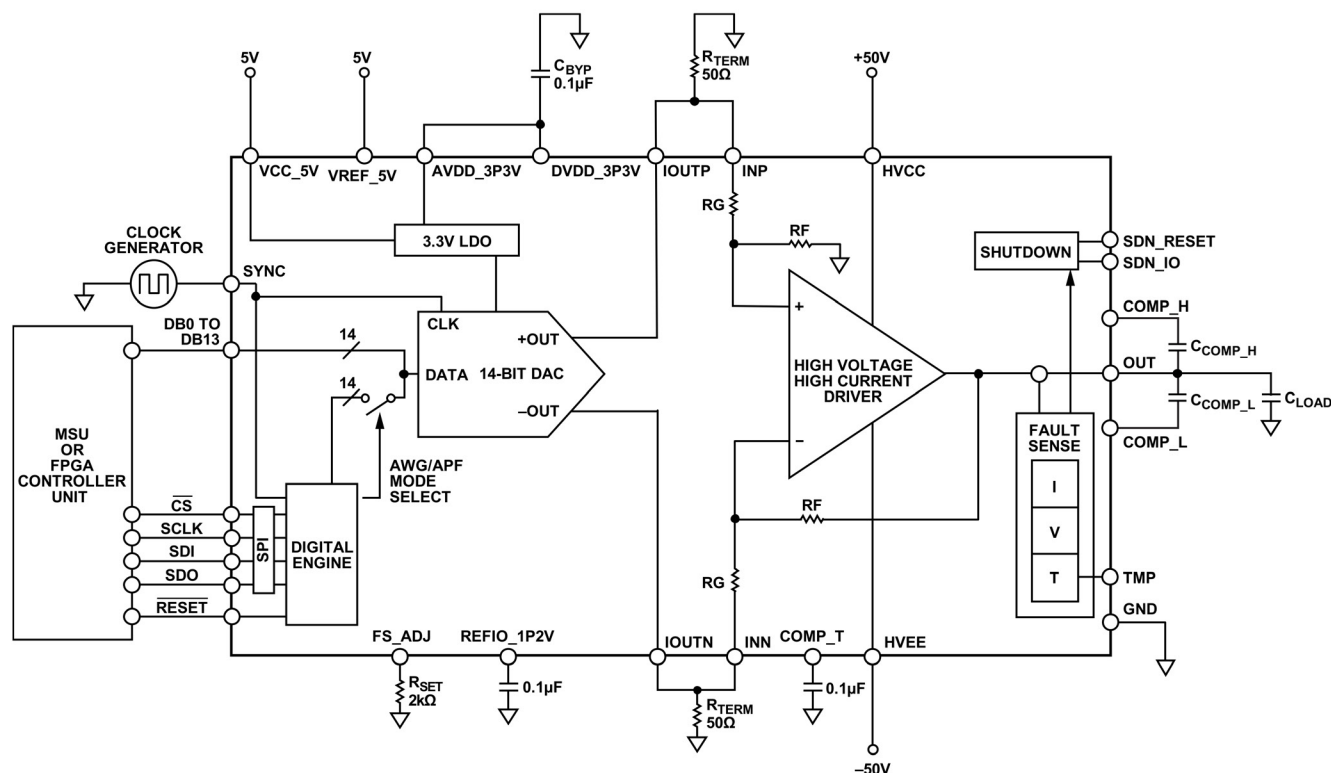


図 58. AD8460 の標準的な構成

概要

AD8460 は、「ビット・イン、パワー・アウト」の高電圧、高出力の高速ドライバで、容量性負荷に対し高電圧（最大±40V）で大きな出力電流（最大±1A）と高いスルー・レート（最大±1800V/μs）を実現できるよう最適化されています。14 ビット高速 DAC、高電圧、高出力電流（HV-HI）のアナログ・ドライバとフォルト・モニタリングおよび保護回路を組み合わせた AD8460 は、任意波形生成（AWG）、プログラマブル電源、高電圧の自動試験装置（ATE）など、高出力のアプリケーションに最適です。

システムへの入力は、14 ビットのデジタル DAC コードとして供給されます。デバイスは、アナログ・パターン生成 (APG) モードまたは任意波形生成 (AWG) モードのいずれかで動作できます。APG モードでは、SPI 通信を用いて最大 16 通りのレベルをデジタル・レジスタに書き込み、SYNC にクロック同期して出力を更新し、それぞれ表中の次のレベルにシリアルに進行します。AWG モードでは、DAC が 14 個の並列デジタル入力 DB0~DB13 を使い、SYNC にクロック同期して出力を更新します。[入力と動作モード](#)のセクションを参照してください。

設定可能な DAC パラメータである R_{SET} および V_{REFIO_1P2V} を使い、 $R_{TERM} = 50\Omega$ とすると、ドライバ出力の伝達関数は、次式に等しくなります。

$$V_{OUT} = \left(80 \text{ V} \times \left(\frac{DAC \text{ CODE}}{2^{14}} \right) - 40 \text{ V} \right) \times \left(\frac{2 \text{ k}\Omega}{R_{SET}} \right) \times \left(\frac{V_{REFIO1P2V}}{1.2 \text{ V}} \right)$$

一般的な値である、 $V_{REFIO_1P2V} = 1.2V$ および $R_{SET} = 2k\Omega$ を使い、 $R_{TERM} = 50\Omega$ とすると、ドライバ出力の伝達関数は次のように簡略化できます。

$$V_{OUT} = \left(80 \text{ V} \times \left(\frac{DAC \text{ CODE}}{2^{14}} \right) - 40 \text{ V} \right)$$

最大出力振幅は内部 DAC 設定によって実現されます。[フルスケール調整](#)のセクションを参照してください。

AD8460 では、HVCC および HVEE に高電圧両電源（最大 $\pm 55\text{V}$ ）、VCC_5V に低電圧単電源（5V）が必要です。デバイスは、LDO 出力から 3.3V を内部生成し AVDD_3P3V に出力します。また、DVDD_3P3V は内部デジタル電源バイパス・ポイントで、AVDD_3P3V に接続する必要があります。[電源とデカップリング](#)のセクションを参照してください。

アナログ低電圧および保護閾値 DAC にリファレンス電圧を供給するために、VREF_5V には 5V のリファレンスが必要です。VREF_5V は、外部の 5V リファレンスまたは VCC_5V（精度は低下）に接続します。AD8460 では、高速 DAC にリファレンス電圧を供給するために、REFIO_1P2V に 1.2V のリファレンスを使用します。REFIO_1P2V は、外部の 1.2V リファレンスに接続します。あるいは、1.2V の内部リファレンスを用いる場合は開放状態にします。ただし、この場合は精度が低下します。[リファレンス動作](#)のセクションを参照してください。FS_ADJ に接続された外部抵抗 R_{SET} により、内部 DAC のリファレンス電流 I_{REF} が設定されます。[図 58](#) のように、 $R_{\text{SET}} = 2\text{k}\Omega$ の場合、DAC のフルスケールの相補的出力電流は公称値 20mA に設定されます。[フルスケール調整](#)のセクションを参照してください。

DAC および高電圧大電流（HV-HI）出力ドライバは、ハイ・サイドでは IOUTP ピンと INP ピン、ロー・サイドでは IOUTN ピンと INN ピンを通じて外部に接続できます。終端抵抗（ R_{TERM} ）は、HV-HI ドライバへの入力を設定します。 R_{TERM} には、高精度 50Ω の抵抗を用いることを推奨します。 R_{TERM} の%公差は、出力に発生する可能性のある誤差に対応します。通常、精度とコストのバランスの取れたシステムには、0.1% の公差が推奨されます。より高精度のシステムには 0.01% の公差を推奨します。

駆動能力の他、AD8460 は、フォルト・モニタリングや負荷保護に関連する機能一式を備えています。デバイスには、最大ジャンクション温度 150°C で 2.5V というように、ジャンクション温度を示す電圧を出力するジャンクション温度モニタ機能があります。デジタル・エンジンでは、プログラマブルな出力電流制限（ソース電流やシンク電流）、プログラマブルな出力電圧制限（正電圧や負電圧）、プログラマブルな温度制限（最大ジャンクション温度）が可能です。[シャットダウン保護設定](#)のセクションを参照してください。

初期パワーアップ

電源とデカップリング

AD8460 では、HVCC および HVEE に $\pm 12\text{V} \sim \pm 50\text{V}$ の範囲の高電圧両電源、VCC_5V に 5V の低電圧単電源が必要です。すべての電源ピンは、 $0.1\mu\text{F}$ の高品質低 ESR コンデンサを用いて、グラウンドにバイパスしてください。

バイパス・コンデンサは、電源ピンにできるだけ近付けて配置し、PCB のアナログ・グラウンド・プレーンに短距離で直接接続します。更に、各高電圧源とグラウンドの間に $1.2\mu\text{F}$ のセラミック・コンデンサを 4 個配置することによって、低周波数の良好なバイパスが可能となり、スルー・レートの速い大信号に対応するのに必要な電流を供給することができます。高電圧源の配線には、低インダクタンスのプレーンを推奨します。

AVDD_3P3V は、3.3V 内部 LDO 用のアナログ電源バイパス・ポイントです。AVDD_3P3V には、AVDD_3P3V と GND の間に $0.1\mu\text{F}$ のバイパス・コンデンサが必要です。AVDD_3P3V は DVDD_3P3V に接続します。

VREF_5V

VREF_5V は、内部アラーム閾値 DAC 用のリファレンス電圧を設定します。このピンはバイアスが必要です。高精度の 5V リファレンス IC を推奨します。あるいは、VREF_5V を VCC_5V に接続することもできます（精度は低下します）。

精度の低下した VREF_5V リファレンスは、内部 LDO リファレンス電圧をシフトさせ、SDN_IO のシャットダウン電圧、過電圧、および加熱閾値が表に仕様規定されている値から変動する原因となります。例えば、公差が 1% の 5V リファレンスを VREF_5V に用いた場合、これらのレベルは代表値から 1% 変化する可能性があります。

VCC_5V と VREF_5V のパワーオンの順序は、HV-HI ドライバの初期状態に影響します。電源シーケンスのセクションを参照してください。

電源シーケンス

DVDD_3P3V を AVDD_3P3V に接続してからパワーアップする必要があります。高電圧電源（HVCC および HVEE）と VCC_5V には個別に任意の順序で給電できます。

AD8460 は、シャットダウン・モードまたはアクティブ・モードでパワーアップできます。シャットダウン・モードで AD8460 をパワーアップすることを推奨します。これは、VCC_5V に給電してから VREF_5V に給電することで実行できます。シャットダウン・モードでの初期パワーアップ後、SDN_IO ピンをローにプルダウンすることで確実に AD8460 がオンになるようにします。続いて、SDN_IO ピンを開放状態にすることで、AD8460 をオンにしたままフォルト・モニタリングおよび保護機能を有効にできます。パワーダウン時は、最初に VREF_5V をパワーダウンしてから VCC_5V をダウンします。

VCC_5V が VREF_5V に接続された状態でパワーオンされた場合は、デバイスは、ドライバをイネーブル、DAC をディスエーブルした状態でパワーオンします。出力電圧が高電圧でパワーオンする可能性があるため、アクティブ・モードでのパワーアップには特別の注意が必要です。これにより、大出力電流が発生する可能性があります。

リファレンス動作

AD8460 の内蔵 DAC には、1.2V の内蔵バンドギャップ・リファレンスが備わっています。この内部リファレンスはディスエーブルできませんが、出力精度を向上するために外部リファレンスで容易にオーバーライドできます。図 59 にバンドギャップ・リファレンスの代表的回路を示します。REFIO_1P2V ピンは、内部リファレンスを用いるか外部リファレンスを用いるかに応じて、出力または入力のいずれかの役割をします。内部リファレンスを用いるには、0.1μF のコンデンサで REFIO_1P2V ピンを GND とデカップリングするだけです。内部リファレンス電圧は REFIO_1P2V に出力されます。REFIO_1P2V の電圧を回路内の別の場所で使用する必要がある場合は、入力バイアス電流が 100nA 未満の外部バッファ・アンプを用いる必要があります。図 60 に、バッファ付き内部リファレンス構成の例を示します。

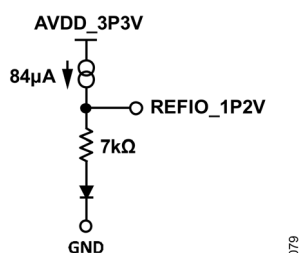


図 59. 内部リファレンスの代表的回路

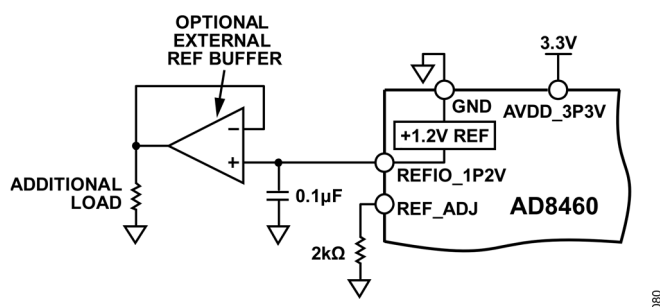


図 60. バッファ付き内部リファレンス構成

外部リファレンスは、図 61 に示すように、REFIO_1P2V に印加できます。外部リファレンスは、精度やドリフト性能を向上するために一定のリファレンス電圧を供給するものであっても、ゲイン制御を行うために変化するリファレンス電圧を供給するものであってもかまいません。なお、内部リファレンスがオーバーライドされるため 0.1μF の補償コンデンサは不要で、REFIO_1P2V の入力インピーダンスが比較的高いため外部リファレンスによる負荷が最小限に抑えられる点に注意してください。

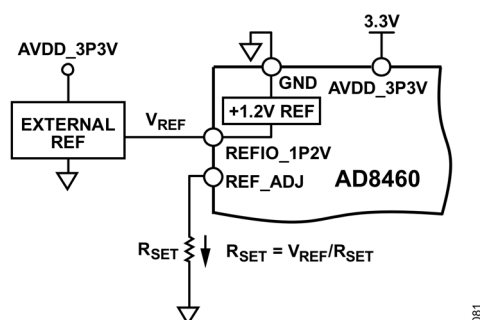


図 61. 外部リファレンス構成

入力と動作モード

AD8460 は、アナログ・パターン生成（APG）モードまたは任意波形生成（AWG）モードのいずれかで波形を生成できます。

APG モードが用いられるのは、必要な波形が一連のシーケンシャルな DC 電圧レベルであって、エッジ速度制御は必要条件ではない場合です。APG モードでは、最大 16 通りの離散的な DC 電圧レベルからなるパターンが、SPI を通じてパターン・メモリにシリアルに読み込まれます。パターンが読み込まれた後、SYNC を用いてパターン・データをクロックに同期して出力します。14 ビットのデータが SYNC の立上がりエッジで DAC にラッチされ、データ・ポインタは後続の立下がりエッジで次のレジスタに進みます。パターン・メモリの最後のデータが DAC に送られた後、データ・ポインタは最初のデータ・レジスタに戻り、SYNC にクロックが供給される限りそのパターンが繰り返されます。APG モードでは、パラレル・データ・ポート（DB13～DB0 ピン）を開放状態にする必要があります。これらのピンはデジタル・エンジンによって内部駆動されるためです。

AWG モードでは、目的の波形を示す 14 ビットの入力データがパラレル・インターフェイス（DB13～DB0 ピン）を通じて読み込まれ、SYNC の立上がりエッジでクロックに同期して入力されます。これは、出力を更新するための一般的な並列モードの高速 DAC 使用方法に対応します。AWG モードが用いられるのは、複雑な波形、特定のエッジ速度、あるいはデジタル・プリディストーションが必要な場合です。表 7 に、APG および AWG の入力モードの比較を示します。

表 7. APG および AWG の入力モードの比較

Mode	Input Type	Output Waveform	Adjustable Edge Speed	Pre-distortion
APG	Serial through SPI	Pulses	Limited to 16 levels	Limited to 16 levels
AWG	Parallel	Complex waveforms	Yes	Yes

アナログ・パターン生成 (APG)

APG モードを有効化するには、CTRL_REG_02 レジスタの APG_MODE_ENABLE ビットを 1 に、CTRL_REG_00 レジスタの WAVE_GEN_MODE ビットを 1 に設定します。

パターンは非リアルタイムで生成され、データが SPI を介してパターン・メモリにシリアルに読み込まれてから、ドライバ出力が更新されます。SYNC 信号は、HVDAC_DATA_REGMAP のパターン・メモリの値に基づき立上がりエッジで DAC 入力をロードし、立下がりエッジでドライバ出力を更新します。SYNC がパルス駆動されていれば、このパターンが繰り返されます。APG モードの最大 SYNC レートは 20MHz です。

HVDAC_DATA_REGMAP では、14 ビットの各データが、下位のバイトと上位のバイトを構成する 2 つの 8 ビット・レジスタの組み合わせに保存されます。例えば、パターンの最初のレベルは、HVDAC_DATA_BYTE_00 および HVDAC_DATA_BYTE_01 に保存されます。最初のレベルが 14 ビットのバイナリ・シーケンス $b_{13}b_{12}b_{11}b_{10}b_9b_8b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$ であれば、HVDAC_DATA_BYTE_00 には 8 個の下位ビット (バイナリ $b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$) が含まれ、HVDAC_DATA_BYTE_01 には 8 個の上位ビット (バイナリ $b_{13}b_{12}b_{11}b_{10}b_9b_8$) が含まれます。ここで、最初の 2 ビットは予約済みです。パターンの 2 つめのレベルは HVDAC_DATA_BYTE_02 および HVDAC_DATA_BYTE_03 で、以下、同様に続きます。

デフォルトのパターン・メモリ値は、図 62 に示すように、上下 $\pm 20V$ のシーケンシャルな 4 レベルの階段波形で、周波数は SYNC のクロック・レートで定義されます。これらのデフォルト値は、SPI を介して上書きできます。APG モードは、最大 16 個のシーケンシャルな電圧レベルからなるアナログ・パターンを生成します。各電圧レベルのパルス幅は、SYNC のクロック・レートで定義され、次式で計算できます。

$$Pulse\ Width = \frac{1}{\frac{SYNC\ Clock\ Rate}{\#\ of\ Sequential\ Voltage\ Levels}}$$

SYNC のクロック・レートが 1MHz で出力が 2 レベルのシーケンシャル・パルスであると仮定すると、パルス幅は以下のとおりです。

$$Pulse\ Width = \frac{1}{\frac{1\ MHz}{2}} = 0.5\ \mu s$$

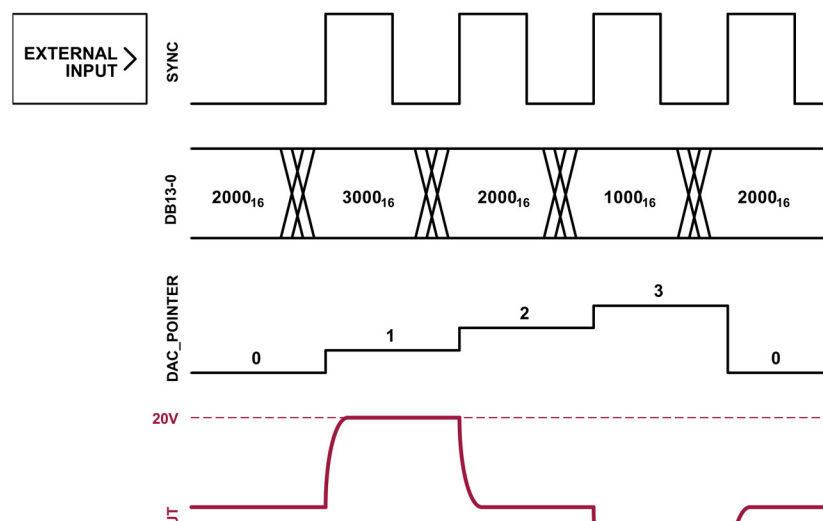


図 62. APG モードのリファレンス例

任意波形生成 (AWG)

デフォルトでは、AD8460 は AWG モードでパワーオンします。

AWG モードを選択するには、CTRL_REG_02 レジスタの APG_MODE_ENABLE ビットを 0 にクリアし、CTRL_REG_00 レジスタの WAVE_GEN_MODE ビットを 0 にクリアします。波形はリアルタイムで生成され、データはパラレル・データ・ポートを通じてレジスタに読み込まれます。SYNC 信号はその立上がりエッジで HVDAC をロードし、立下がりエッジでドライバ出力を更新します。AWG モードの最大 SYNC レートは 100MHz です。

AWG モードでは、動作は本質的に高速 DAC の動作です。ユーザが 14 ビットの並列データを DB0~DB13 のピンに供給し、SYNC クロックを供給します。データの供給は通常、ユーザの FPGA (フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ) を通じて行われます。

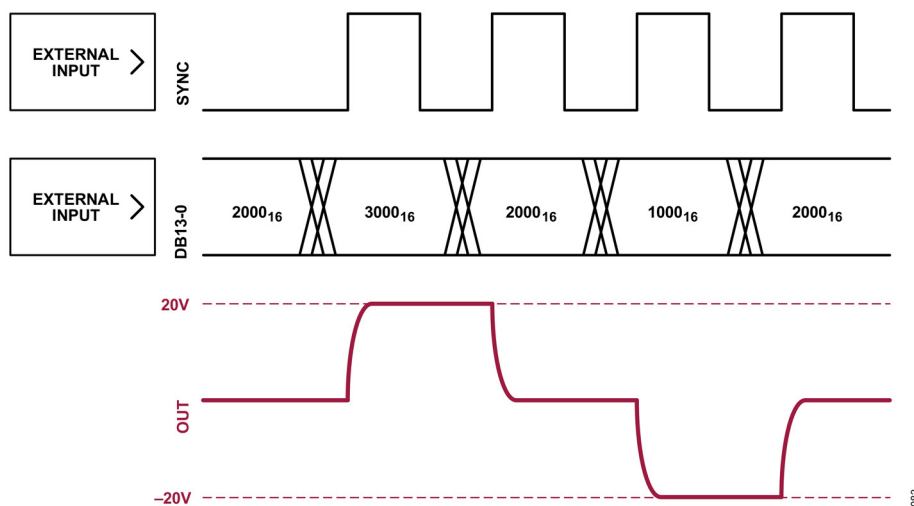


図 63. AWG モードのリファレンス例

プリディストーションおよび調整可能入力エッジ速度

容量性負荷、ケーブル長、エッジ速度は、オーバーシュートやリングングなどの AD8460 のトランジェントなセトリング特性に、歪みをもたらす可能性があります。AWG モードでは、ユーザが波形データを変更してこの歪みを最小限に抑えることができます。この変更には、逆特性を追加して応答の形を改善することや、入力エッジをより低速にするよう調整することなどがあります。

プリディストーション機能は入力波形にアンダーシュートを生じさせ、これを用いることで所定の負荷に対するオーバーシュートを補償できます。これは、AWG モードでも APG モードでも行うことができますが、AWG モードのほうが分解能が高く、そのため、最も単純な波形を除くすべての波形でより良い歪み補償が可能です。

AWG モードでは、APG モードで使用できるクロック速度より高速の SYNC クロックを用いて、より高いサンプル・レートで DAC に入力データを供給できます。そのため、ユーザは、入力エッジをより小さなステップに形成できます。ステップ幅を増加させることで、入力エッジ速度を任意のユーザ指定値に調整できます。エッジ速度を遅くすると、所定の容量性負荷に対するオーバーシュートを減少できます。

エッジ・イベント時に必要なステップ数は式 1 で計算できます。

$$n_{STEPS} = \frac{AMPLITUDE_{P-P} (V) \times f_{SYNC} (MHz)}{EDGE SPEED \left(\frac{V}{\mu s} \right)} \quad (Eq. 1)$$

クロックが 100MHz でステップが 80V の場合、100 ステップが必要です。線形出力を生じさせるには、ステップあたりのビット数は $[2^{14/n_{steps}}]$ で、この場合、163 です。ステート・マシンを HDL に実装してエッジ・イベントを制御できます。あるいは、エッジをより長いコード・パターンの一部とすることもできます。エッジ速度の例を、代表的な性能特性のセクションの図 12 に示します。

出力電流駆動

AD8460 の出力段は、2 重拡散金属酸化膜半導体 (DMOS) 高電圧トランジスタをカスコード接続して構築されており、容量性負荷に大電流を供給できるよう最適化されています。最大 1800V/ μ s のエッジ速度を生成し、適切な温度管理を行いながら ± 1 A を連続的に供給するように設計されています。AD8460 のデフォルトのヒートシンクは、Wakefield-Vette の P/N 518-95AB で、消費電力の高いアプリケーションではアクティブ冷却が推奨されます。熱関連の詳細については[温度管理](#)のセクションを参照してください。

AD8460 の保護システムは、設定自由度が高いため、多様なアプリケーションに適しています。アプリケーションに対し最大の柔軟性を実現するため、AD8460 は、出力電流 (ソースおよびシンク)、出力電圧 (正および負)、ダイ温度を個別にモニタする機能を内蔵しており、ドライバとその負荷を 5 種類のフォルトから保護します。詳細については、[フォルト・モニタリングおよび保護](#)のセクションを参照してください。

デフォルトでは、AD8460 の保護機能は無効化するように設定されています。保護機能を有効化しプログラムするには SPI を使用します。過熱シャットダウンを手動で行うには、SDN_IO ピンを TMP に接続します。シャットダウンの応答時間は、SDN_IO ピンのコンデンサで調整できます。遅延シャットダウンおよび手動サーマル・シャットダウンについては、[シャットダウン制御 \(SDN_IO\)](#) のセクションを参照してください。

フォルト・モニタリングおよび保護

フォルト・モニタリングおよび保護機能は、閾値を設定し、フォルト・タイプごとに保護システムを装備することで有効化できます。必要な保護を行うための閾値は SPI でプログラムできます。プログラムされた閾値を超えるとアラームが生じ、AD8460 がシャットダウンします。[図 64](#) に、フォルト・モニタリングおよび保護の制御ロジックを示します。

モニタリングされる 5 通りのフォルトにはそれぞれ、関連する次の 4 つのデジタル・レジスタがあります。

1. プログラマブル閾値。閾値は、0x08 (CTL_REG_08) レジスタ~0x0C (CTL_REG_12) レジスタのビット[6:0]でプログラムできます。範囲と分解能の設定については、[シャットダウン保護設定](#)のセクションを参照してください。
2. ARM。ARM は、0x08 (CTL_REG_08) レジスタ~0x0C (CTL_REG_12) レジスタのビット[7]でプログラムできます。対応する ARM を 1 に設定すると、アラームに対応してシャットダウンするよう保護システムに指示します。対応する ARM を 0 に設定すると、保護システムを解除して、アラームが生じてもシャットダウンしないようにします。ARM が 0 の場合、フォルトに対する保護はありません。
3. ALARM インジケータ・フラグ。ALARM インジケータ・フラグは、レジスタ 0x0E (CTRL_REG_14) を介して読出しとクリアができます。ALARM インジケータ・フラグは、保護システムが装備されているときにフォルトが発生すると、保護システムによって 1 に設定されます。フォルト状態が続く限り ALARM は 1 のままとなり、フォルト状態がクリアされると 0 に戻ります。ALARM によってドライバが強制的にシャットダウンすると、ドライバはフォルト状態がクリアされ ALARM フラグがリセットしても、シャットダウン状態のままとなります。ALARM の各ビットは、フォルト状態のステータスを示します。ALARM がクリアされると、それ以前にどのフォルトが発生したかを判別することができなくなることもあります。トランジェント・フォルト検出については、ALARM_LATCH 機能を参照してください。ALARM インジケータ・フラグをクリアするには、対応する ALARM レジスタ・ビットに 1 を書き込みます。
4. ALARM_LATCH は、ユーザによって設定され、任意の ALARM フラグをラッチして、発生する可能性のあるトランジェント・フォルトの証拠を保存できます。ALARM_LATCH は、レジスタ 0x0D (CTRL_REG_13) を通じてプログラムできます。ALARM_LATCH がイネーブルされていて ALARM インジケータ・フラグがトリガされた場合、関連するフォルト状態がクリアされても ALARM インジケータ・フラグは残ります。これはトランジェント・フォルトを特定するのに役立ちます。ALARM_LATCH フラグをクリアするには、対応する ALARM_LATCH レジスタ・ビットに 0 を書き込みます。

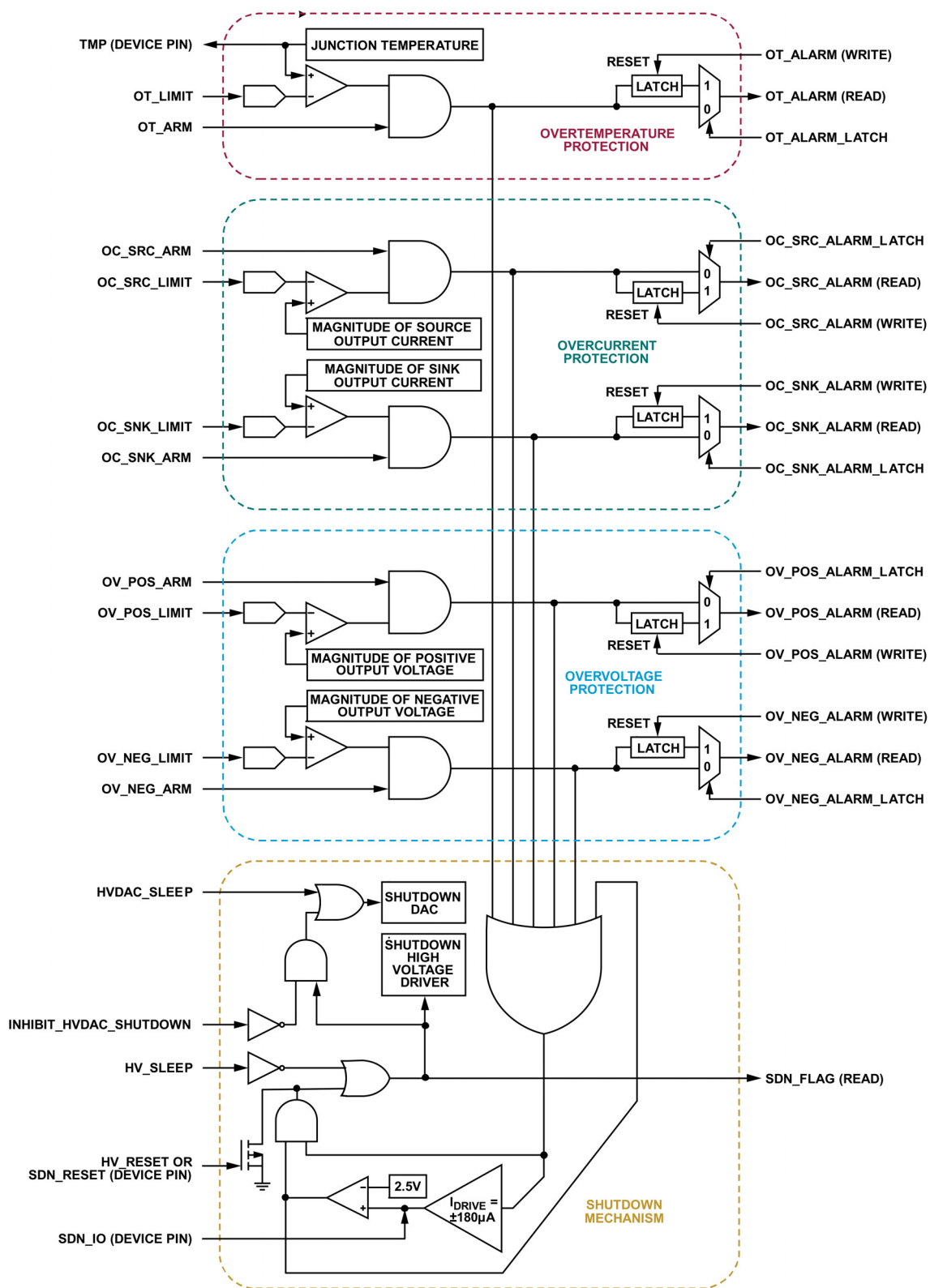


図 64. フォルト・モニタリングおよび保護の制御ロジック

084

フォルト始動型シャットダウン保護機能

AD8460 には、SDN_IO を介する、消費電力を抑えるシャットダウン機能が備わっています。シャットダウンは、消費電力を抑えるためにユーザによって始動するか、損傷を防止するための AD8460 の保護システムによって始動されるフォルトによって始動できます。ユーザ始動型のシャットダウンの詳細については、[シャットダウン制御 \(SDN_IO\)](#) のセクションを参照してください。AD8460 は、以下の 5 つの動作状態を内部でモニタしており、いずれかのプログラマブル・アラーム制限を超えた場合にシャットダウンするよう設定できます。

- ▶ 過電流ソース制限 (最大+1A)
- ▶ 過電流ソース制限 (最大+1A)
- ▶ 正過電圧制限 (最大+55V)
- ▶ 負過電圧制限 (最大-55V)
- ▶ ジャンクション過熱制限 ($T_J = 20^{\circ}\text{C} \sim T_J = 150^{\circ}\text{C}$)

表 24～表 28、または、これらの制限に割り当てられたレジスタ・アドレスを参照してください。

5 つの内部フォルト・モニタはどれも、アラーム状態が検出されると SDN_IO ピンをハイにラッチします。ラッチ状態は、フォルト状態がクリアされ AD8460 が再イネーブルされるまで保持されます。

シャットダウン後にドライバを再イネーブルするには、2 つの SPI (ハイに駆動後、ローに駆動) を用いて HV_RESET ビットをハイにパルス駆動します。また、SDN_RESET をハイにパルス駆動してそれをローのままにするか、SDN_IO をローにプルダウンして SDN_IO ピンをフローティング状態にすることでも、AD8460 を再イネーブルできます。これにより、フォルト・モニタリングおよび保護を再イネーブルできます。SDN_IO をローにパルス駆動するために用いるデジタル・リソースは、SDN_IO のハイ状態をオーバーライドできるよう、約 180 μA の駆動能力があることが必要です。詳細については、[シャットダウン制御 \(SDN_IO\)](#) のセクションを参照してください。

シャットダウン保護設定

シャットダウン保護機能のコード範囲は、デバイスの動作範囲を超えています。この範囲は、シャットダウン制御が最も重要となる場合に、直線性およびデバイスの制限値での正確さを最適化するように選択されます。表 9～表 11 の値は、必要なトリガ・ポイントより小さな値でトリガするように丸められた値で、コードから閾値への変換係数に基づいた正確な値ではない点に注意してください。

表 8 に、シャットダウンの範囲と分解能を示します。

表 8. シャットダウン保護の範囲および分解能

FAULT TYPE	NOMINAL RANGE	NOMINAL RESOLUTION
Overcurrent	$\pm 1\text{ A}$	15.625 mA
Overvoltage	$\pm 55\text{ V}$	1.953V
Overtemperature	Up to $T_J = 150^{\circ}\text{C}$	6.51 $^{\circ}\text{C}$

過電流保護のプログラミング

過電流保護の閾値プログラミングの分解能 (1LSB) は、15.625mA が公称値です。

コードを電流閾値に変換するには：

$$\text{Current Threshold (mA)} = \text{Code}_{\text{Decimal}}(\text{LSB}) \times 15.625 \left(\frac{\text{mA}}{\text{LSB}} \right)$$

電流をコードに変換するには：

$$\text{Code}_{\text{Decimal}}(\text{LSB}) = \frac{15.625 \left(\frac{\text{mA}}{\text{LSB}} \right)}{\text{Current Threshold (mA)}}$$

ユーザが目的の電流をコードに変換する場合（10 進数）、計算値を最も近い整数値になるよう切り捨てます。その整数値をコードから電流閾値への変換式に代入すると、実際の温度閾値を決定できます。

一般的な動作電流に対応した代表的な閾値コードについては表 9 を参照してください。

シャットダウン閾値設定を正しくプログラムする方法については、[シャットダウン閾値設定のプログラミング](#)のセクションを参照してください。

表 9. 動作電流の代表的な閾値コード

BINARY CODE	HEXADECIMAL VALUE	DECIMAL VALUE	CURRENT (mA)
0000011	0x03	3	50
0000110	0x06	6	100
0010011	0x13	19	300
0100000	0x21	32	500
1000000	0x40	64	1000

過電圧保護のプログラミング

過電圧保護の閾値プログラミングの分解能（1LSB）は、1.953V が公称値です。

コードを電圧閾値に変換するには：

$$Voltage\ Threshold\ (V) = Code_{Decimal}(LSB) \times 1.953 \left(\frac{V}{LSB} \right)$$

電圧をコードに変換するには：

$$Code_{Decimal}(LSB) = \frac{1.953 \left(\frac{V}{LSB} \right)}{Voltage\ Threshold\ (V)}$$

ユーザが目的の電圧をコードに変換する場合（10 進数）、計算値を最も近い整数値になるよう切り捨てます。その整数値をコードから電圧閾値への変換式に代入すると、実際の温度閾値を決定できます。

一般的な動作電圧に対応した代表的な閾値コードについては表 10 を参照してください。

シャットダウン閾値設定を正しくプログラムする方法については、[シャットダウン閾値設定のプログラミング](#)のセクションを参照してください。

表 10. 動作電圧の代表的な閾値コード

BINARY CODE	HEXADECIMAL CODE	DECIMAL CODE	VOLTAGE (V)
0000101	0x05	5	10
0001010	0x0A	10	20
0001111	0x0F	15	30
0010100	0x14	20	40

BINARY CODE	HEXADECIMAL CODE	DECIMAL CODE	VOLTAGE (V)
0011100	0x1C	28	55

過熱保護のプログラミング

過熱保護の閾値プログラミングの分解能（1LSB）は、6.51°C が公称値です。

コードを温度に変換するには：

$$\text{Temperature Threshold (}^{\circ}\text{C)} = \text{Code}_{\text{Decimal}}(\text{LSB}) * 6.51 \left(\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{LSB}} \right) - 266.64 (^{\circ}\text{C})$$

温度をコードに変換するには：

$$\text{Code}_{\text{Decimal}}(\text{LSB}) = \text{Temperature Threshold (}^{\circ}\text{C)} + \frac{266.64 (\text{LSB})}{6.51 \left(\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{LSB}} \right)}$$

ユーザが目的の温度をコードに変換する場合（10 進数）、計算値を最も近い整数値になるよう切り捨てます。その整数値をコードから温度への変換式に代入すると、実際の温度閾値を決定できます。

一般的な動作温度に対応した代表的な閾値コードについては表 11 を参照してください。

シャットダウン閾値設定を正しくプログラムする方法については、[シャットダウン閾値設定のプログラミング](#)のセクションを参照してください。

表 11. 動作温度の代表的な閾値コード

BINARY CODE	HEXADECIMAL VALUE	DECIMAL VALUE	KELVIN TEMPERATURE	CELSIUS TEMPERATURE
0101100	0x2C	44	293	20
0110110	0x36	54	358	85
0111001	0x39	57	377	104
0111011	0x3B	59	396	123
1000000	0x40	64	423	150

シャットダウン閾値設定のプログラミング

表 18 のレジスタ・マップは、8 ビットのレジスタ CTRL_REG_08～CTRL_REG_12 を用いて、5 種の内部フォルト・モニタを装備し、目的の閾値をプログラムできることを示しています。これらの内部フォルト・モニタリング・レジスタでは、ビット 7 を用いて保護機能のオン／オフを切り換え、ビット[6:0]を用いてアラーム閾値を設定します。表 9～表 11 のバイナリ・コードは、レジスタをフォルト・モニタリング用にプログラムする場合はビット[6:0]であり、計算にはビット 7 は含まれない点に注意してください。

閾値設定を正しく内部フォルト・モニタリング・レジスタにプログラムし、各フォルト・モニタリング機能をオンにするには、次のステップの手順を実行します。

- ▶ ビット[6:0]に必要な閾値コードにプログラムします。
- ▶ ビット[7]を 1 にプログラムして保護をイネーブルし、再度、ビット[6:0]に必要な閾値コードを書き込みます。

シャットダウン制御 (SDN_IO)

SDN_IO がハイの場合、HV-HI 出力ドライバはディスエーブルされます。初期パワーアップのセクションで説明したように、出力ドライバがシャットダウン・モードになるように SDN_IO をハイにしてパワーアップし、AD8460 の必要な設定を SPI を通じて書き込んだら SDN_IO をローにすることを推奨します。続いて、SDN_IO ピンを開放状態にすることで、AD8460 をオンにしたままフォルト・モニタリングおよび保護機能を有効にできます。SDN_IO のハイ状態をオーバーライドするために、SDN_IO は約 180 μ A の電流をシンクします。

SDN_IO が開放状態の場合、ドライバは SPI コマンドで制御されます。SDN_IO には入力機能と出力機能の両方があります。ユーザは SDN_IO ピンを駆動して、アンプのイネーブル/ディスエーブルまたは SDN_IO のモニタリングができます。SDN_IO が開放状態になっているか、マイクロコントローラの GPIO などの高インピーダンス・デジタル・ピンに接続されている場合、SDN_IO は内部アラーム状態のいずれかのフラグとして機能します。

SDN_IO がハイにプルアップされると、AD8460 の HVCC および HVEE 電源の電流は、約 120 μ A に減少し、内部高電圧ドライバはディスエーブルされます。出力は高インピーダンス (約 27k Ω) になります。シャットダウン状態はラッチされ、SDN_IO が開放状態になってもドライバはシャットダウンしたままになります。AD8460 をシャットダウン状態からイネーブルするには、SDN_IO をローにプルダウンし、次いで、SDN_IO を開放状態にしてシャットダウン保護機能を有効化することが必要です。

SDN_IO がローのままの場合、出力は連続的にイネーブルされ、シャットダウンはできません。この場合、デバイスは過大なストレスから保護されないため、注意が必要です。SDN_IO をローのままにすると、シャットダウン保護機能は無効化されます。

遅延シャットダウン

ユーザは、SDN_IO とグラウンドの間に外部コンデンサを用いることで AD8460 のシャットダウン応答時間に遅延を加えて、ノイズ耐性を向上できます。目的の遅延時間が、180 μ A の一定電流下で SDN_IO の電圧が 0V から閾値電圧 2.5V まで増加するのに必要な時間に等しくなるよう、コンデンサの値を選択します。このコンデンサ値 C_{SDNIO} は、次の関係に従って計算できます。

$$C_{SDNIO} = \frac{(180 \mu A \times t)}{2.5 V}$$

ここで、 t が目的の遅延時間です。

注：選択した遅延は、内部検出されるすべてのアラーム（電流、電圧、温度）に適用されます。

例えば、短時間の電流スパイクまたは電圧スパイクがシャットダウンの原因とならないよう 5 μ s の遅延を追加するには、SDN_IO とグラウンドの間に次の値のコンデンサが必要です。

$$C_{SDNIO} = \frac{(180 \mu A \times 5 \mu s)}{2.5 V} = 360 pF$$

PCB の寄生容量がシャットダウン応答時間に影響する点に注意してください。図 65 に示す値は、SDN_IO ピンの合計容量で、PCB の寄生容量と追加したコンデンサが含まれます。この例では、5 μ s より短い時間のアラーム状態はシャットダウンを引き起こしません。図 65 に AD8460 の応答時間と様々な容量の関係を示します。

遅延シャットダウンを実行する場合は、アラームのラッチが特に役立ちます。上述の例では、5 μ s より短い時間のフォルトはシャットダウンを引き起こしませんが、トラブルシューティングのためにはフォルトの発生が関心の対象となる場合があります。ALARM_LATCH が真 (1) の場合、イベントが短時間であるためにシャットダウンを引き起こさない場合でも、SPI を介して対応する ALARM フラグの状態をポーリングし、フォルトが発生したかどうかを知ることができます。

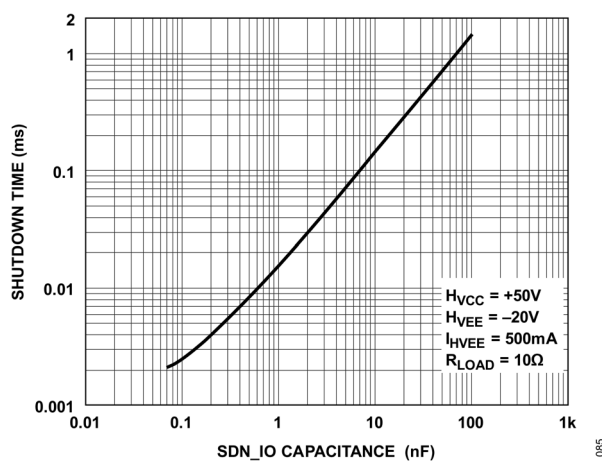
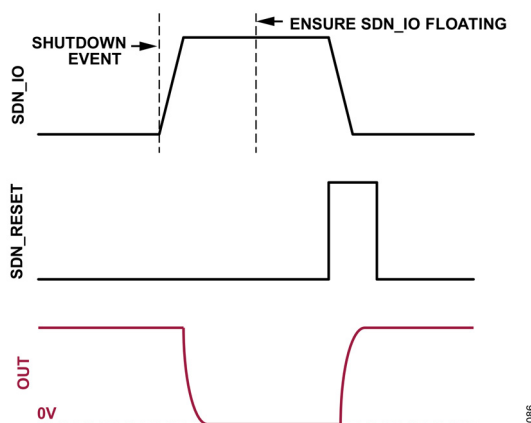
図 65. シャットダウン応答時間と様々な C_{SDN_IO} の関係

図 66. シャットダウン応答シーケンス

手動サーマル・シャットダウン

AD8460 には、SPI 通信やプログラミングを行うことなく、 $T_J = 150^{\circ}\text{C}$ で手動のサーマル・シャットダウンができるオプション機能が備わっています。この手動シャットダウン機能は、サーマル・シャットダウンに対してのみ有効です。過電流および過電圧保護に対しては、依然として SPI 通信およびプログラミングが必要です。

手動サーマル・シャットダウンをイネーブルするには、図 67 に示すように、TMP を直接 SDN_IO に接続します。この構成では、 T_J が約 150°C となると、TMP ピンのアナログ出力電圧が SDN_IO のロジック・ハイ閾値に達し、シャットダウン・モードが起動します。AD8460 は、ダイ温度が 150°C 未満に冷却されても自動ではリセットされません。電源または SDN_IO ピンのシーケンスをやり直すまで、シャットダウンのままとなります。

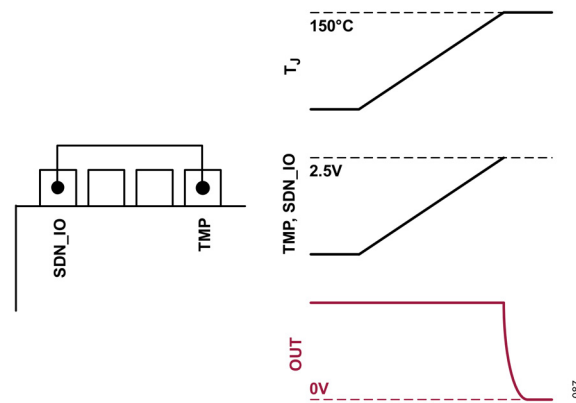


図 67. 手動サーマル・シャットダウン用の TMP ピンと SDN_IO ピンの設定

パワーオン・リセット (POR) および $\overline{\text{RESET}}$

AD8460 は、パワーオン時にデジタル・リセットを実行します。パワーオン・リセット (POR) では、AD8460 をパワーオンする間に、すべてのアラーム閾値を含むすべてのデジタル・レジスタをデフォルト値にリセットします。デフォルトでは、パワーオン時には保護システムは無効化されます。アラーム閾値が設定され保護システムが有効になる前にデバイスを動作させる場合は、注意が必要です。デフォルトへのリセットは、**SOFT_RESET** レジスタ・ビットを用いることで、任意のタイミングでコマンド指示することもできます。**SOFT_RESET** の詳細については表 22 を参照してください。

デフォルトのパワーオン設定は次のとおりです。

- ▶ ドライバ出力はイネーブル
- ▶ 保護システムはディスエーブル
- ▶ 波形生成モードは AWG に設定
- ▶ パターン・メモリには単純なデモ用パターンがロード
- ▶ 公称静止電流
- ▶ DAC はシャットダウン

$\overline{\text{RESET}}$ をローにし、次いでハイにすることで、手動 POR を実行できます。この場合、すべてのデジタル・レジスタはデフォルト値にリセットされます。

スリープ制御およびその他のレジスタ関連機能

スリープ制御

HV_SLEEP : HV_SLEEP レジスタ (0x00、ビット 4) をローに設定すると、高電圧ドライバがスリープ・モードになります。HVCC および HVEE の電源電流は約 120 μ A に低下し、OUT は高インピーダンス状態 (約 27k Ω) になります。スリープ・モードは SPI コマンドを介してのみ始動できます。HV_SLEEP レジスタ・ビットをハイに設定すると、ドライバはアクティブ状態に復帰します。スリープ・モード時は、出力段が高インピーダンスになっていることに注意してください。容量性負荷を駆動する場合、負荷コンデンサの放電に伴って出力電圧がドリフトします。

HVDAC_SLEEP : このレジスタを用いると、ユーザは HVDAC をシャットダウンして電力を節約できます。VCC_5V の電源電流は 10.5mA に低下し、HVCC および HVEE の電源電流は 120 μ A に低下します。HVDAC_SLEEP では、スリープ・モードになっているときに HV_SLEEP の間のみ、中程度の節電を追加することができます。初期パワーオン時または起動時には、HVDAC はデフォルトでスリープ・モードになります。

INHIBIT_HVDAC_SHUTDOWN : デフォルトでは、シャットダウンがコマンド指示されている場合、HVDAC は HV ドライバと共にシャットダウンします。INHIBIT_HVDAC_SHUTDOWN を用いると、シャットダウン・コマンドがあっても HVDAC をパワーアップ状態に保つオプションが可能になります。

その他の機能

AD8460 に備わっている、特定のアプリケーションで有用となる可能性のあるその他の機能は次のとおりです。

- ▶ **CHIP_ID**：この読み出し専用レジスタには、コード **0x46** が格納されています。
- ▶ **DIE_REV**：この 4 ビットの読み出し専用レジスタには、コード **0x4** が格納されています。

スルー・ブースト

AD8460 の出力アンプは、高速信号の忠実度を向上するために、スルー・ブースト・アーキテクチャを採用しています。スルー・ブーストは強度可変のメカニズムで、HV ドライバ内のオペアンプへの入力で検出された瞬時差動電圧に比例して静止電流を増加させます。電圧帰還オペアンプと同様、負帰還を通じて各入力ほぼ等しい値に維持されます。急速に変化する入力に出力が追従できない（帰還ループ機能が一時的に混乱している）場合、各入力の値が一時的に異なり始めます。この差動信号により、電源電流を増加するようスルー・ブースト回路が誘導され、出力のスルーを高速にし、乱れた帰還信号を復元します。

この追加電流は通常 50ns～100ns の間必要ですが、その間の消費電力は著しく増加します。その結果発生する追加自己加熱の量は、信号の動的振る舞いに依存します。例えば、周期が 10μs の 100kHz の方形波では、有効なスルー・ブーストは波形周期の 1% でしかないので、全体的な消費電力の増加はわずかです。

動的な安全動作領域 (SOA) は **安全動作領域 (SOA)** のセクションに示されています。この動的な SOA は、パルス応答での出力振幅と最大入力／出力周波数の関係を表すものです。スルー・ブーストが頻繁に行われる場合、高周波の方形波が必要となるため、消費電流は急激に増加し、デバイスが動的 SOA の範囲外になってしまう可能性があります。動的 SOA 曲線を拡大するには、温度管理を追加するか入力／出力のエッジ速度を制限します。これによって、スルー・ブースト回路で生成される電流を制限し、内部の消費電力を低減します。

サーマル・モニタリング (TMP)

AD8460 のダイ温度のモニタリングは、GND を基準として TMP ピンの電圧を測定することで行われます。このピンのアナログ出力電圧はダイ温度に比例しており、次の式を用いて摂氏温度に変換されます。

$$T (^{\circ}\text{C}) = \frac{(VTMP - 1.6 \text{ V})}{6 \frac{\text{mV}}{^{\circ}\text{C}}}$$

より正確に温度を測定するには、室温で TMP ピンのワントタイム・キャリブレーションを行います。

AD8460 のサーマル・モニタリング機能は、どの過熱シャットダウン閾値とも独立しており、TMP が SDN_IO に接続されているかどうかに関わらず使用できます。注：TMP を SDN_IO に接続された状態でモニタする場合、ユーザのモニタリング回路によって高インピーダンスを維持する必要があります。それによって、測定値のロードを行ってもシャットダウン機能と干渉しません。SDN_IO の高インピーダンスを維持できないと、サーマル・シャットダウンができなくなるため、AD8460 が損傷する可能性があります。

出力補償 (COMP_H および COMP_L)

COMP_H ピンと COMP_L ピンによって、様々な容量性負荷に対するパルス応答を最適化できます。COMP_H と OUT の間および COMP_L と OUT の間にコンデンサを配置すると、ステップ応答におけるオーバーシュートを低減できます。補償コンデンサの選択についての詳細は、[図 68](#) および [図 69](#) を参照してください。出力信号のフルスケール範囲に対応するため、これらのコンデンサは高電圧タイプであることが必要です。±50V の公称電源で動作させる場合は 100V 以上のコンデンサを推奨します。電源が ±55V に引き上げられると、それに応じて、使用するコンデンサの最低電圧定格は 110V に増加します。

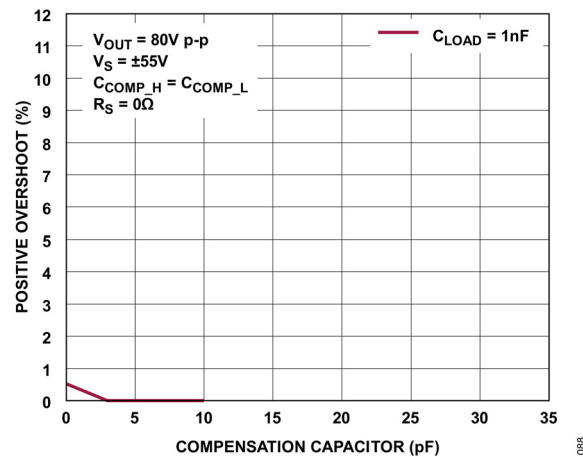


図 68. 大信号パルス応答のオーバーシュートと C_{LOAD} および C_{COMP} の関係、正のオーバーシュート

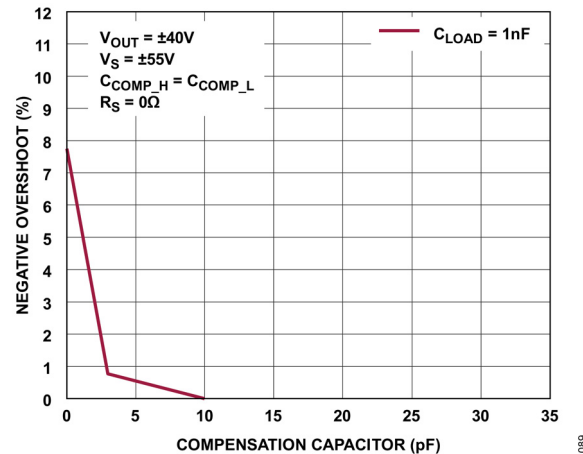


図 69. 大信号パルス応答のオーバーシュートと C_{LOAD} および C_{COMP} の関係、負のオーバーシュート

温度補償 (COMP_T)

COMP_T とグラウンドの間には $0.1\mu F$ のコンデンサを配置します。この補償コンデンサは、ジャンクション温度モニタとして TMP の出力を安定化させるために必要です。

プログラマブル静止電流

最大の動的性能を必要としないアプリケーションでは、静止消費電流を低減できます。少ない供給電流をプログラムすることで、速度、スルー・レート、セトリング・タイム、容量性負荷駆動、およびノイズと引き換えに、消費電力とジャンクション温度を低減できます。

この機能は CTRL_REG_04:SET_IQ で制御され、供給電流を公称供給電流より上または下に調整することができます。MSB は供給電流の極性を設定します。つまり、0 の場合は供給電流が減少し、1 の場合は供給電流が増加します。それ以外のビット[6:0]は、コード範囲全体にわたり、供給電流の単調ながら非線形の制御を行います。SET_IQ = 0x00 でデバイスの供給電流は公称値であり、そこからビット[6:0]を制限値である SET_IQ = 0x7F まで増加させることができます。その時点で、デバイスの供給電流がゼロとなり、静止電流のないシャットダウン状態となります。SET_IQ = 0x80 でデバイスの供給電流は再度公称値になり、そこからビット[6:0]を SET_IQ = 0xFF まで増加させることができます。この時点でデバイスは公称供給電流の約 2 倍になります。供給電流を増加したことによる熱の影響を考慮すると、供給電流を増加する場合には、特別に大きな注意が必要です。この場合、自己加熱によりジャンクション温度が増加する可能性があり、適切にモニタする必要があります。

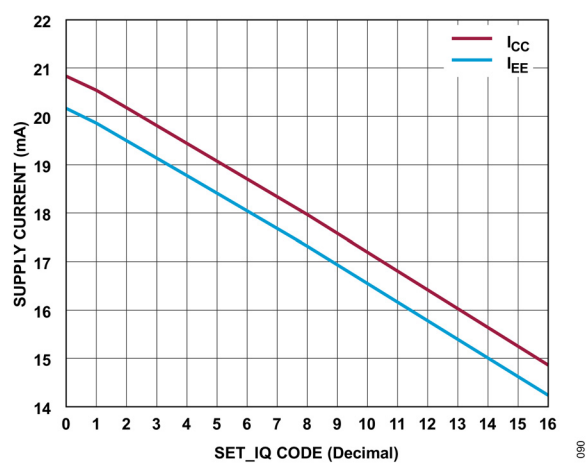


図 70. 静止電流とコードの関係

アプリケーション情報

温度管理

PCB の熱設計

EPAD を上向きに配置した AD8460 の革新的なパッケージは、PCB レイアウトにおける温度管理上の制約を大幅に緩和します。EPAD を下向きに配置した一般的なパッケージでは、銅でビアを充填するか、高価な固形のコイン状の銅を PCB に押し付けることで、基板下部にあるヒートシンクへの熱伝導を確保する必要があります。EPAD を上向きに配置することで、ヒートシンクを AD8460 の上面に取り付けられるため、PCB の二次側の部品スペースを空いた状態にでき、また基板を通じて熱を放散させる必要がなくなります。推奨ヒートシンクを PCB に確実に取り付けるには、4 個の小さな取り付け穴が必要で、これらの穴は AD8460 の隣接領域の外側に配置されます。PCB の一次側におけるヒートシンク下の領域の部品の高さは、図 71 に示すように、AD8460 の最低高さより低いことが必要です。

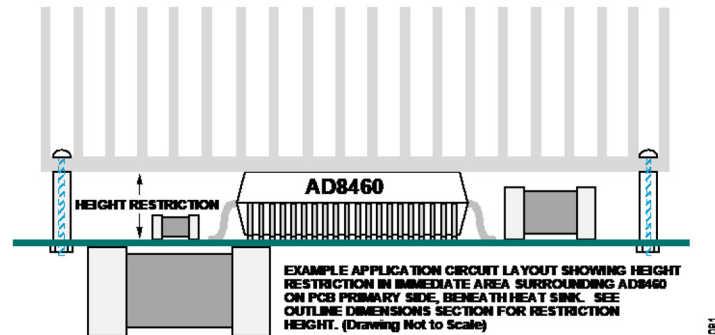


図 71. ヒートシンク下の部品高さ制限

熱伝導を最大限に高めるには、図 71 に示すように、高熱伝導性のサーマル・インターフェイス材料 (TIM) を用いて、ヒートシンクを EPAD に取り付けます。

消費電力

デフォルトのヒートシンクを用い、静止状態かつ最大電源電圧の場合、AD8460 の消費電力は約 2.475W で、これは、周囲温度より 15.84°C の温度上昇をもたらします。

負荷条件がより大きくなると、ダイ温度の上昇も大きくなります。TMP ピンにて T_J を継続的にモニタし、様々な内部消費電力レベルにおいてダイ温度を管理することを推奨します。あるいは、ヒートシンクを用いずに一定の電力レベルで動作させる場合は、22.6°C/W というパッケージの θ_{JA} に基づいてダイ温度を推定することもできます。AD8460 の熱的なセットアップがヒートシンクを用いるものである場合、ジャンクションと周囲の間の熱抵抗 θ_{JA_SYSTEM} は (推奨ヒートシンクの Wakefield-Vette P/N 518-95AB およびヒートシンク・コンパウンド TIM GC Electronics タイプ Z9 を用いた場合)、6.4°C/W になります。次の式は、指定された消費電力および周囲温度でのジャンクション温度を計算するために用いる基本式です。

$$T_J = \theta_{JA_SYSTEM} * P_{DISS} + T_A$$

例えば、EVAL-AD8460SDZ のサーマル・スタックアップにヒートシンクと TIM を用い、周囲温度が 25°C で内部消費電力が 10W の場合、予想される T_J の到達温度は次のとおりです。

$$25\text{ }^{\circ}\text{C} + (6.4\text{ }^{\circ}\text{C/W} \times 10\text{ W}) = 89\text{ }^{\circ}\text{C}$$

内部消費電力を約 19.5W にすると、自然対流下でデフォルトのヒートシンクを用いた場合、 T_J が最大定格値である 150°C となる点に注意してください。

熱抵抗値は、指定消費電力に対しサーマル・スタックアップの一部の温度がどの程度上昇するかを、効果的に示します。以下の式は、サーマル・ペーストおよびヒートシンクを用いたサーマル・スタックアップに対する、ジャンクションと周囲の間の熱抵抗を定める基本式です。 θ_{JA_SYSTEM} は、ユーザの熱的条件を満たすよう設計する必要があります。ジャンクションとケースの間の熱抵抗 (θ_{JC}) およびサーマル・インターフェイス材料の熱抵抗 (θ_{TIM}) を用いると、必要なヒートシンクの熱抵抗 (θ_{HS}) が次式で計算できます。

$$\theta_{HS} = \left(\frac{T_J - T_A}{P_{DISS}} \right) - (\theta_{JC} + \theta_{TIM})$$

$$\theta_{JA_SYSTEM} = \theta_{HS} + \theta_{JC} + \theta_{TIM}$$

高いデューティ・サイクルで最大の電力供給を行う高性能アプリケーションでは、アクティブ冷却を行って θ_{JA_SYSTEM} を効果的に減少させ、また、 T_J を継続的にモニタする必要があります。

消費電力の少ないアプリケーションの場合、あるいは強制空冷を用いる場合は、より小さなヒートシンクで十分な場合もあります。

表 12 に、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ で評価用ボード EVAL-AD8460SDZ を用いた場合の、様々な条件下での熱抵抗を示します。使用したファンは Sunon Fans EE80251S2-1000U-999 で空気流は 37CFM です。使用したヒートシンクは Wakefield-Vette P/N 518-95AB です。TIM は GC Electronics のタイプ Z9 ヒートシンク・コンパウンドです。

表 12. EVAL-AD8460SDZ の様々なサーマル・スタックアップに対する θ_{JA_SYSTEM}

Heatsink	Air flow	θ_{JA_SYSTEM} ($^\circ\text{C}/\text{W}$)
No	No	22.6
Yes	No	6.4
	Yes	4.4

安全動作領域

安全動作領域 (SOA) は、様々な条件下でのデバイスの電力処理能力を表すものです。AD8460 は、主にスルー・プースト回路と出力段で電力を消費します。SOA 曲線は、PCB、ヒートシンク、気流、周囲温度などの設計条件によって異なります。更に、すべての SOA 曲線はダイの高熱部に関連してディレーティングされます。通常、電力はデバイスのダイ全体にわたり均一に消費されると仮定しますが、実際には、電力はアプリケーションに応じて特定の領域に集中して消費されます。大消費電力アプリケーションでは、アンプの出力段のトランジスタが負荷駆動時に電力を消費する部分であるため、出力段が一般的に高熱部の存在する場所となります。半導体素子の寿命を確保するため、SOA のグラフを用いて、特定のアプリケーションごとに最適な温度を見積もることを推奨します。公開されている DC SOA 曲線および動的 SOA 曲線の範囲内に確実に収まるように AD8460 を使用し、また、TMP ピンの電圧を用いてジャンクション温度をモニタしてください ($V_{TMP} \leq 2.5\text{V}$)。

150°C の最大ジャンクション温度またはその付近で AD8460 を長時間使用すると、熱的なストレスが増大するため、期待される製品寿命が減少する原因となる可能性があります。

様々な構成での AD8460 の熱性能を評価できるよう、AD8460 のシミュレーション用の熱モデルが公開される予定です。

DC SOA

図 72 は、DC の安全動作領域 (SOA) が、出力電流と出力段の電源電圧差 (V_S と V_{OUT} の差) の関係を示す曲線であり、それより下の領域でアンプは安全なジャンクション温度 (T_J) で動作できることを示しています。図 72 の曲線より下の領域は、 $T_J \leq 150^\circ\text{C}$ を維持する、AD8460 評価用ボードを使用するための AD8460 の動作領域を示します。

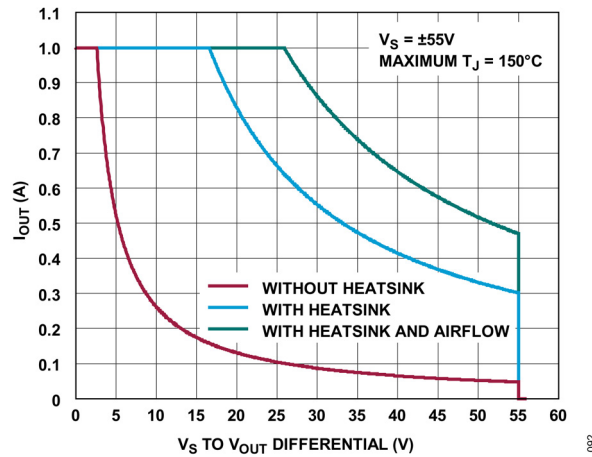


図 72. ヒートシンクを使用しない場合、デフォルトのヒートシンクを使用した場合、デフォルトのヒートシンクとファンを使用した場合の $T_A = 25^\circ\text{C}$ における DC SOA

すべての試験は、ラボの自然対流下で行われました。いずれの試験事例においても強制空冷を用いると、 θ_{JA} が低下し、対応する曲線は右上方向に移動し、SOA が拡張します。AD8460 評価用ボードの詳細については、AD8460 ユーザ・ガイドを参照してください。図 72 において、1A を示す横方向の直線は、AD8460 の出力電流駆動です。曲線部では、ジャンクション温度 (T_J) が 150°C 以下となる一定の消費電力が維持されます。x 軸は、関連する出力トランジスタで発生する出力段 VCE ($HVCC - V_{OUT}$ または $V_{OUT} - HVEE$) で、55V の最大 VCE で終了します。

動的 SOA

図 73 は、絶対最大温度を超えることなく連続的に生成できる最大方形波振幅を示すもので、指定の容量性負荷と指定のヒートシンクを用いて周波数に対してプロットされています。

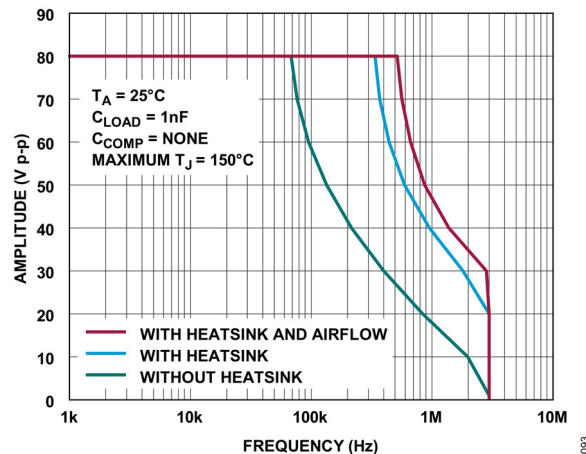


図 73. ヒートシンクを使用しない場合、デフォルトのヒートシンクを使用した場合、デフォルトのヒートシンクとファンを使用した場合の、 $C_{LOAD} = 1\text{nF}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ における DC SOA

スルー・ブーストのセクションで、どのようにして高スルー・レート時に AD8460 が著しく大きな動的供給電流を消費するかを説明しています。特定の周波数（負荷に依存）を超えると、絶対最大ジャンクション温度未満にはとどまるものの、上下のフルスケールまでスルーするのに必要な消費電力がデバイスの放散能力を超えます。更なる温度管理を行えば、SOA を拡大できます。

負荷が 1nF を超える場合の動的ピーク電流の制限

温度管理のセクションで述べた適切な温度管理を仮定すれば、設計上、AD8460 は連続的に 1A を駆動できます。

また、AD8460 は、外部補償やスルー制御を行うことなく、1nF の負荷に対し 80V_{p-p} の方形波パルスを駆動するよう設計されています。これは、電気的特性に示すように、約 35ns のパルス幅で +2.6A/-2.2A のピークに相当します。

1nF を超える負荷に対してパルスを駆動する場合、適合するデバイス条件内にとどまるためには、ピーク電流を 1A の連続電流駆動に制限する必要があります。これを確実に行うには、これらの負荷の駆動時にデジタル・スルー制御を行い、ピーク電流を制限する必要があります。

コンデンサへの電流は次の式で計算できます。

$$I = C \frac{dV}{dt}$$

これにより、1A 以下のピーク電流を確保できる最大スルー・レートの表を以下のように作成できます。また、これらのスルー・レートとして 80V_{p-p} をデジタル的に駆動するのに必要な最小 f_{SYNC} 周波数の概要も示します。

表 13. 最大スルーと容量性負荷の関係

Capacitance	Maximum Slew Rate	Minimum f_{SYNC}
10 nF	100 V/ μ s	20 MHz
22 nF	45 V/ μ s	9.1 MHz
47 nF	21 V/ μ s	4.3 MHz

デジタル・スルー制御を行うためにエッジ・イベントの間に必要なステップ数は、以下の式で計算できます。

$$n_{STEPS} = \frac{Amplitude_{P-P} \times f_{SYNC}}{EDGE\ SPEED}$$

負荷が 47nF 未満の場合、各デジタル・ステップを確実に 5V 以下にしてピーク動的電流を制限することを推奨します。これは、80V_{p-p} の $Amplitude_{P-P}$ に対し、 n_{STEPS} を 16 以上とすることに対応します。表 13 に、エッジ速度が最大の場合に少なくとも 16 ステップを確保できる最小 f_{SYNC} を示します。負荷が 47nF を超える場合は、 n_{STEPS} を大きくすることを推奨します。

フルスケール調整

±50V の HV 電源を用いると、図 58 に示すデフォルト設定ではゼロ・ボルトを中心に 80V の範囲が生まれます。次の 3 通りの方法でこの出力電圧範囲を変更できます。

- ▶ REFIO_1P2V を外部からユーザ指定電圧リファレンスに接続する。
- ▶ R_{SET} の値を変更して I_{REF} の値を減少させる。

注：HV 電源とプログラムされた出力範囲の間に十分なヘッドルームがあれば、出力範囲は HVDAC の外部設定で定義され、HVCC および HV_{EE} の変化の影響は受けません。ヘッドルーム条件の詳細については、図 43 を参照してください。HV 電源のヘッドルームが不十分な場合は、出力信号にクリッピングが生じる可能性があります。

フルスケールの縮小

範囲を動的に調整できることが必要なアプリケーションでは、プログラマブル出力電圧範囲の縮小を実現するのに 2 つの方法があります。

$R_{TERM} = 50\Omega$ の一般的なセットアップでは、 R_{SET} および $REFIO_1P2V$ を調整して出力電圧範囲の縮小が可能です。出力伝達関数は以下のよう
に簡素化されます。

$$V_{OUT} = \left(80\text{ V} \times \left(\frac{DAC\ CODE}{2^{14}} \right) - 40\text{ V} \right) \times \left(\frac{2\text{ k}\Omega}{R_{SET}} \right) \times \left(\frac{V_{REFIO_1P2V}}{1.2\text{ V}} \right)$$

R_{SET} の範囲は $2\text{ k}\Omega \sim 20\text{ k}\Omega$ で、これを用いると出力電圧範囲をそれぞれ $\pm 40\text{ V} \sim \pm 4\text{ V}$ に変更できます。 R_{SET} はハードウェア項であるため、ハードウェア構成を確立した後は範囲を変更する必要のないアプリケーションに対し、良いオプションになります。 R_{SET} を小さくしても AD8460 の出力電圧範囲を増加することはできない点に注意してください。特定の出力電圧範囲に対する R_{SET} 値の一覧については、[表 14](#) を参照してください。

表 14. 一定の $REFIO_1P2V$ と様々な R_{SET} 値に対する代表的な出力電圧範囲

Output Voltage Range (Vpp)	R_{SET} (Ω)	$REFIO_1P2V$ (V)
80	2000	1.2
60	2666.7	1.2
40	4000	1.2
20	8000	1.2
10	16000	1.2
8	20000	1.2

あるいは、 $REFIO_1P2V$ を外部からユーザ指定電圧リファレンスに接続することで、プログラマブルな電圧範囲を縮小することもできます。これを行うには、 $REFIO_1P2V$ を最大 1.2V から最小 0.12V の範囲の電圧で駆動します。これを用いると出力電圧をそれぞれ $\pm 40\text{ V}$ から $\pm 4\text{ V}$ の電圧範囲に変更できます。これは、範囲を動的に調整する必要のあるアプリケーションに推奨されるオプションです。

表 15. 一定の R_{SET} と様々な $REFIO_1P2V$ に対する代表的な出力電圧範囲

Output Voltage Range (Vpp)	R_{SET} (Ω)	$REFIO_1P2V$ (V)
80	2000	1.2
60	2000	0.9
40	2000	0.6
20	2000	0.3
10	2000	0.15
8	2000	0.12

高精度アプリケーションに対しては、高精度の 1.2V を用いて $REFIO_1P2V$ を駆動することを推奨します。それによって、デバイスが通常動作状態の場合に最高の動的性能が得られます。 $REFIO_1P2V$ による内部リファレンスは、温度変化と共に性能がドリフトする可能性があります。特定の出力電圧範囲に対する $REFIO_1P2V$ の値の一覧については、[表 15](#) を参照してください。

レイアウト

PCB を設計する場合、標準的な電氣的レイアウトを実践することに加え、熱的なレイアウト手法を取り入れることが重要です。熱に関する考慮事項には、配線パターンの厚さ、サーマル・ビア、グラウンドおよび電源の層、電源領域用の広い銅領域などがあります。高電圧の電源ライン（HVCC、HVEE）には、できるだけ太い配線パターンを使って低インピーダンスの経路を実現して、電源ライン上でのグリッチの影響を小さくする必要があります。電源（HVCC、HVEE、AVDD_3P3V、DVDD_3P3V、VCC_5V、VREF_5V）の PCB 入力部および AD8460 の各ピンは低 ESR のセラミック・コンデンサでデカップリングします。デカップリング・コンデンサは AD8460 の近くに配置し、低インピーダンス経路が実現できるよう短く広い配線パターンを用いて接続し、電源ライン上でのグリッチの影響を小さくする必要があります。低 ESR かつ低 ESL のデカップリング・コンデンサを HVCC ピンおよび HVEE ピンに接続すると、電圧リップルおよびグリッチの低減に役立ちます。複数のピンを持つ電源（HVCC、HVEE）では、これらのピンを互いに接続し、各電源のデカップリングは一か所でのみ行うことを推奨します。値が最小のコンデンサを、AD8460 と同じ側の基板面でアンプの電源ピンのできるだけ近くに配置し、コンデンサのグラウンド端をグラウンド・プレーンに直接接続します。

本製品にはアナログ機能とデジタル機能があるため、アナログ領域とデジタル領域を分離し、これらを AD8460 に隣接する PCB の特定の領域に限定することが重要です。ノイズの混入を回避するために、AD8460 の下にはアナログ・グラウンド・プレーンを配置します。シールドとして機能するグラウンド・プレーンを設ける場合を除き、AD8460 の下にはデジタル・ラインを配置しないようにしてください。これらのデジタル・ラインによりダイにノイズが混入する可能性があるためです。SYNC やクロックなどの高速スイッチング・デジタル信号は、デジタル・グラウンドでシールドし、ボードの他の部品にノイズを放射しないようにします。また、アナログ・パターンのそばにはこれらの信号線を配線しないでください。隣接する PCB 層のパターンは互いに直交させ、基板全体にわたりカップリングやフィードスルーの影響が小さくなるようにします。デジタル信号とアナログ信号は交差させないでください。少なくとも 1 層のグラウンド・プレーンを使用してください。これはデジタル部とアナログ部で共有しても、分割してもかまいません。分割する場合、AD8460 デバイスの下でこれらのプレーンを結合します。

最上位レベルのデジタル・レジスタ割当て

表 16. 最上位レベルのデジタル・レジスタ割当て

Name	Module	Address
AD8460_CTRL_REGMAP	AD8460_CTRL_REGMAP	0x00
AD8460_CALIBRATION_FACTORS_REGMAP	RESERVED	0x20
AD8460_CALIBRATION_CTRL_REGMAP	RESERVED	0x40
AD8460_HVDAC_DATA_REGMAP	AD8460_HVDAC_DATA_REGMAP	0x60

デバイス制御レジスタの概要とマップ

表 17. 制御レジスタの概要

アドレス	レジスタ名	説明	リセット	アクセス
0x00	CTRL_REG_00	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x10	R/W
0x01	CTRL_REG_01	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x08	R/W
0x02	CTRL_REG_02	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x03	R/W
0x03	CTRL_REG_03	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x04	CTRL_REG_04	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x05	CTRL_REG_05	予約済み		
0x06 to 0x07	CTRL_REG_06 - CTRL_REG_07	予約済み		
0x08	CTRL_REG_08	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x09	CTRL_REG_09	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x0A	CTRL_REG_10	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x0B	CTRL_REG_11	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x0C	CTRL_REG_12	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x0D	CTRL_REG_13	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/W
0x0E	CTRL_REG_14	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R/CLR
0x0F to 0x18	CTRL_REG_15 to CTRL_REG_24	予約済み		
0x19	CTRL_REG_25	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x00	R
0x1A	CTRL_REG_26	一般的なデバイス制御レジスタ。 表 18 参照	0x46	R

注：R/W は読出しと書込みを意味します。R/CLR は読出しとクリアを意味します。R/CLR の説明については、[フォルト・モニタリングおよび保護](#)のセクションを参照してください。

表 18. 制御レジスタ・マップ

Reg	Name	Bits	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Reset	RW
0x00	CTRL_ REG_0 0	[7:0]	HV_RESET	RESERVE D	RESERVED	HV_SLEEP	RESERVED			WAVE_GE N_ MODE	0x10	R/W
0x01	CTRL_ REG_0 1	[7:0]	RESERVED		INHIBIT_HVDAC_SH UTDOWN	RESERVED	HVDAC_ SLEEP	RESERVE D	HVDAC_DA TA_FORMA T	RESERVED	0x08	R/W
0x02	CTRL_ REG_0 2	[7:0]	RESERVED		APG_MODE_ENABLE	SYNC_EDG E	PATTERN_DEPTH				0x03	R/W
0x03	CTRL_ REG_0 3	[7:0]	RESERVED							SOFT_RES ET	0x00	R/W
0x04	CTRL_ REG_0 4	[7:0]	SET_IQ								0x00	R/W
0x05	CTRL_ REG_0 5	[7:0]	RESERVED									
0x08	CTRL_ REG_0 8	[7:0]	OC_SRC_ARM	OC_SRC_LIMIT							0x00	R/W
0x09	CTRL_ REG_0 9	[7:0]	OC_SNK_ARM	OC_SNK_LIMIT							0x00	R/W
0x0A	CTRL_ REG_1 0	[7:0]	OV_POS_ARM	OV_POS_LIMIT							0x00	R/W
0x0B	CTRL_ REG_1 1	[7:0]	OV_NEG_ARM	OV_NEG_LIMIT							0x00	R/W
0x0C	CTRL_ REG_1 2	[7:0]	OT_ARM	OT_LIMIT							0x00	R/W
0x0D	CTRL_ REG_1 3	[7:0]	RESERVED			OC_SRC_ ALARM_ LATCH	OC_SNK - ALARM_ LATCH	OV_POS_ ALARM_ LATCH	OV_NEG_ ALARM_ LATCH	OT_ALAR M_ LATCH	0x00	R/W
0x0E	CTRL_ REG_1 4	[7:0]	SHUTDOWN_ FLAG	RESERVED		OC_SRC_ ALARM	OC_SNK - ALARM	OV_POS_ ALARM	OV_NEG_ ALARM	OT_ ALARM	0x00	R/ CLR

Reg	Name	Bits	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Reset	RW
0x19	CTRL_5	[7:0]	RESERVED				DIE_REV				0x04	R
	REG_25											
0x1A	CTRL_6	[7:0]	CHIP_ID								0x46	R
	REG_26											

制御レジスタの詳細

表 19. CTRL_REG_00 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
7	HV_RESET	HV シャットダウンのラッチをリセット。 (0) デフォルト：リセットなし。HV のシャットダウンが可能です。 (1) シャットダウンのラッチをクリアし、HV ドライバをシャットダウン状態から再イネーブルします。 自動クリアされません。リセットするには「1」を書き込んでから「0」を書き込みます。これ以外の場合、リセットがイネーブルされている間 HV シャットダウンは抑制されます。	0x0	R/W
6	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
5	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
4	HV_SLEEP	HV ドライバをシャットダウン。 (0) HV ドライバがシャットダウンされます。HV 静止電流が減少し、アンプの出力がフローティング状態（高インピーダンス）になります。これは他のすべてのメカニズム（SDN_IO および保護機能）をオーバーライドします。 (1) デフォルト：HV ドライバはイネーブルされますが、他のメカニズム（SDN_IO および保護機能）を通じてシャットダウンできます。	0x1	R/W
[3:1]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
0	WAVE_GEN_MODE	HVDAC データ・ソース用の波形生成モードを選択します。 (0) デフォルト：任意波形生成（AWG）モード。 (1) アナログ・パターン生成（APG）モード。CTRL_REG_02 の APG_MODE_ENABLE を設定する必要があります。	0x0	R/W

表 20. CTRL_REG_01 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
5	INHIBIT_HVDAC_SHUTDOWN	HV シャットダウンによって DAC もシャットダウンするかどうかを設定します。 (0) デフォルト : HV ドライバのシャットダウンによって DAC もシャットダウンします。 (1) HV ドライバのシャットダウンでは DAC をシャットダウンしません。HV ドライバがシャットダウンされている場合も DAC はオン状態を維持します。	0x0	R/W
4	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
3	HVDAC_SLEEP	DAC のシャットダウン。 (0) デフォルト : DAC はイネーブルされます。 (1) DAC はシャットダウンされます。DAC の静止電流は減少し、出力が。	0x1	R/W
2	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
1	HVDAC_DATA_FORMAT	HVDAC の 14 ビット・データ入力フォーマット。 (0) ストレート・バイナリ。 (1) 2 の補数。	0x0	R/W
0	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		

表 21. CTRL_REG_02 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
5	APG_MODE_ENABLE	アナログ・パターン生成 (APG) モードを切り換えるためのイネーブル・ビット。 (0) デフォルト : APG モードを無効化。 (1) CTRL_REG_00 の WAVE_GEN_MODE も有効化された場合に APG モードを有効化。	0x0	R/W
4	SYNC_EDGE	APG モードでの DAC の更新を行うための、SYNC の立上がりエッジと立下がりエッジの関係を切り換え。 (0) デフォルト : SYNC の立上がりエッジで DAC にクロック入力。 (1) SYNC の立下がりエッジで DAC にクロック入力。	0x0	R/W
[3:0]	PATTERN_DEPTH	APG モードのレベル表のパターン深度。この値は、クロック時にデータ・インデックスがゼロに戻る前のインデックスです。 デフォルト値は 0x3 で、これは 4 レベルのパターンに対応します。最大値は 0xF で、これは 16 レベルのパターンに対応します。	0x3	R/W

表 22. CTRL_REG_03 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:1]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
0	SOFT_RESET	デジタル・エンジンのリセット。 (0) デフォルト : デジタル・エンジンはアクティブ。 (1) すべてのレジスタ値をクリアし (このビットを含め自動クリア)、デジタル・エンジンのリポート・シーケンスを開始します。	0x0	R/W

表 23. CTRL_REG_04 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	SET_IQ	HV ドライバの静止電流をプログラムします。デフォルト値 0x0 はデバイスを公称電源電流に設定します。 ビット 7 (MSB) は極性ビットです。0 は静止電流を減少させ、1 は静止電流を増加させます。 ビット 6:0 は、単調ながら非直線的に電源電流を変化させます。 プログラマブル静止電流 のセクションを参照してください。	0x0	R/W

表 24. CTRL_REG_05 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		

表 25. CTRL_REG_08 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
7	OC_SRC_ARM	過電流 (ソース) 保護をイネーブル。 (0) デフォルト: 保護はディスエーブル。 (1) 保護はイネーブルされ、出力ソース電流をモニタします。	0x0	R/W
[6:0]	OC_SRC_LIMIT	過電流 (ソース) 保護のレベルを設定。 過電流保護のプログラミング のセクションを参照してください。	0x0	R/W

表 26. CTRL_REG_09 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
7	OC_SNK_ARM	過電流（シンク）保護をイネーブル。 (0) デフォルト：保護はディスエーブル。 (1) 保護はイネーブルされ、出力シンク電流をモニタします。	0x0	R/W
[6:0]	OC_SNK_LIMIT	過電流（シンク）保護のレベルを設定。 過電流保護のプログラミング のセクションを参照してください。	0x0	R/W

表 27. CTRL_REG_10 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
7	OV_POS_ARM	過電圧（正）保護をイネーブル。 (0) デフォルト：保護はディスエーブル。 (1) 保護はイネーブルされ、正の出力電圧をモニタします。	0x0	R/W
[6:0]	OV_POS_LIMIT	過電圧（正）保護のレベルを設定。 過電圧保護のプログラミング のセクションを参照してください	0x0	R/W

表 28. CTRL_REG_11 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
7	OV_NEG_ARM	過電圧（負）保護をイネーブル。 (0) デフォルト：保護はディスエーブル。 (1) 保護はイネーブルされ、負の出力電圧をモニタします。	0x0	R/W
[6:0]	OV_NEG_LIMIT	過電圧（負）保護のレベルを設定。 過電圧保護のプログラミング のセクションを参照してください	0x0	R/W

表 29. CTRL_REG_12 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
7	OT_ARM	過熱 (T_J) 保護をイネーブル。 (0) デフォルト：保護はディスエーブル。 (1) 保護はイネーブルされ、ジャンクション温度をモニタします。	0x0	R/W
[6:0]	OT_LIMIT	過熱 (T_J) 保護のレベルを設定。 過熱保護のプログラミング のセクションを参照してください。	0x0	R/W

表 30. CTRL_REG_13 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:5]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
4	OC_SRC_ALARM_LATCH	過電流（ソース）アラームのラッチをイネーブル。 (0) デフォルト：ラッチはディスエーブル。過電流（ソース）フォルトがクリアされると、OC_SRC_ALARM は自動クリアされます。 (1) OC_SRC_ALARM フラグのラッチをイネーブル。過電流（ソース）フォルトが検出されるとハイにラッチされます。	0x0	R/W
3	OC_SNK_ALARM_LATCH	過電流（シンク）アラームのラッチをイネーブル。 (0) デフォルト：ラッチはディスエーブル。過電流（シンク）フォルトがクリアされると、OC_SNK_ALARM は自動クリアされます。 (1) OC_SNK_ALARM フラグのラッチをイネーブル。過電流（シンク）フォルトが検出されるとハイにラッチされます。	0x0	R/W

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
2	OV_POS_ALARM_LATCH	過電圧（正）アラームのラッチをイネーブル。 (0) デフォルト：ラッチはディスエーブル。過電圧（正）フォルトがクリアされると、OV_POS_ALARM は自動クリアされます。 (1) OV_POS_ALARM フラグのラッチをイネーブル。過電圧（正）フォルトが検出されるとハイにラッチされます。	0x0	R/W
1	OV_NEG_ALARM_LATCH	過電圧（負）アラームのラッチをイネーブル。 (0) デフォルト：ラッチはディスエーブル。過電圧（負）フォルトがクリアされると、OV_NEG_ALARM は自動クリアされます。 (1) OV_NEG_ALARM フラグのラッチをイネーブル。過電圧（負）フォルトが検出されるとハイにラッチされます。	0x0	R/W
0	OT_ALARM_LATCH	過熱（T _J ）アラームのラッチをイネーブル。 (0) デフォルト：ラッチはディスエーブル。過熱（T _J ）フォルトがクリアされると、OT_ALARM は自動クリアされます。 (1) OT_ALARM フラグのラッチをイネーブル。過熱（T _J ）フォルトが検出されるとハイにラッチされます。	0x0	R/W

表 31. CTRL_REG_14 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス ¹
7	SHUTDOWN_FLAG	HV のシャットダウン状態を示します。 (0) デフォルト : HV ドライバはイネーブル。 (1) HV ドライバはシャットダウン。	0x0	R
[6:5]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
4	OC_SRC_ALARM	過電流（ソース）アラーム・フラグ。1 は過電流（ソース）フォルト・イベントが生じていることを示します。ラッチされている場合、クリアするには書込みを行います。	0x0	R/CLR
3	OC_SNK_ALARM	過電流（シンク）アラーム・フラグ。1 は過電流（シンク）フォルト・イベントが生じていることを示します。ラッチされている場合、クリアするには書込みを行います。	0x0	R/CLR
2	OV_POS_ALARM	過電圧（正）アラーム・フラグ。1 は過電圧（正）フォルト・イベントが生じていることを示します。ラッチされている場合、クリアするには書込みを行います。	0x0	R/CLR
1	OV_NEG_ALARM	過電圧（負）アラーム・フラグ。1 は過電圧（負）フォルト・イベントが生じていることを示します。ラッチされている場合、クリアするには書込みを行います。	0x0	R/CLR
0	OT_ALARM	過熱（T _J ）アラーム・フラグ。1 は過熱（T _J ）フォルト・イベントが生じていることを示します。ラッチされている場合、クリアするには書込みを行います。	0x0	R/CLR

¹ CLR は、対応するレジスタ・ビットに「1」を書き込むことでアラーム・フラグがクリアされることを示します。

表 32. CTRL_REG_25 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:4]	RESERVED	予約済み。書込みはできません。		
[3:0]	DIE_REV	AD8460 のシリコン・リビジョンを示すレジスタ。	0x4	R

表 33. CTRL_REG_26 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	CHIP_ID	AD8460 のチップ ID を示すレジスタ。	0x46	R

HVDAC データ・レジスタ（パターン・メモリ）の概要

表 34. HVDAC のデータの概要

アドレス	レジスタ名	説明	リセット ¹	アクセス
0x60	HVDAC_DATA_BYTE_00	HVDAC のデータ・ワード 0、下位バイト。	0x00	R/W
0x61	HVDAC_DATA_BYTE_01	HVDAC のデータ・ワード 0、上位バイト。	0x20	R/W
0x62	HVDAC_DATA_BYTE_02	HVDAC のデータ・ワード 1、下位バイト。	0x00	R/W
0x63	HVDAC_DATA_BYTE_03	HVDAC のデータ・ワード 1、上位バイト。	0x30	R/W
0x64	HVDAC_DATA_BYTE_04	HVDAC のデータ・ワード 2、下位バイト。	0x00	R/W
0x65	HVDAC_DATA_BYTE_05	HVDAC のデータ・ワード 2、上位バイト。	0x20	R/W
0x66	HVDAC_DATA_BYTE_06	HVDAC のデータ・ワード 3、下位バイト。	0x00	R/W
0x67	HVDAC_DATA_BYTE_07	HVDAC のデータ・ワード 3、上位バイト。	0x10	R/W
0x68	HVDAC_DATA_BYTE_08	HVDAC のデータ・ワード 4、下位バイト。	0x00	R/W
0x69	HVDAC_DATA_BYTE_09	HVDAC のデータ・ワード 4、上位バイト。	0x00	R/W
0x6A	HVDAC_DATA_BYTE_10	HVDAC のデータ・ワード 5、下位バイト。	0x00	R/W
0x6B	HVDAC_DATA_BYTE_11	HVDAC のデータ・ワード 5、上位バイト。	0x00	R/W
0x6C	HVDAC_DATA_BYTE_12	HVDAC のデータ・ワード 6、下位バイト。	0x00	R/W
0x6D	HVDAC_DATA_BYTE_13	HVDAC のデータ・ワード 6、上位バイト。	0x00	R/W
0x6E	HVDAC_DATA_BYTE_14	HVDAC のデータ・ワード 7、下位バイト。	0x00	R/W
0x6F	HVDAC_DATA_BYTE_15	HVDAC のデータ・ワード 7、上位バイト。	0x00	R/W
0x70	HVDAC_DATA_BYTE_16	HVDAC のデータ・ワード 8、下位バイト。	0x00	R/W
0x71	HVDAC_DATA_BYTE_17	HVDAC のデータ・ワード 8、上位バイト。	0x00	R/W
0x72	HVDAC_DATA_BYTE_18	HVDAC のデータ・ワード 9、下位バイト。	0x00	R/W
0x73	HVDAC_DATA_BYTE_19	HVDAC のデータ・ワード 9、上位バイト。	0x00	R/W
0x74	HVDAC_DATA_BYTE_20	HVDAC のデータ・ワード 10、下位バイト。	0x00	R/W
0x75	HVDAC_DATA_BYTE_21	HVDAC のデータ・ワード 10、上位バイト。	0x00	R/W
0x76	HVDAC_DATA_BYTE_22	HVDAC のデータ・ワード 11、下位バイト。	0x00	R/W
0x77	HVDAC_DATA_BYTE_23	HVDAC のデータ・ワード 11、上位バイト。	0x00	R/W

アドレス	レジスタ名	説明	リセット ¹	アクセス
0x78	HVDAC_DATA_BYTE_24	HVDAC のデータ・ワード 12、下位バイト。	0x00	R/W
0x79	HVDAC_DATA_BYTE_25	HVDAC のデータ・ワード 12、上位バイト。	0x00	R/W
0x7A	HVDAC_DATA_BYTE_26	HVDAC のデータ・ワード 13、下位バイト。	0x00	R/W
0x7B	HVDAC_DATA_BYTE_27	HVDAC のデータ・ワード 13、上位バイト。	0x00	R/W
0x7C	HVDAC_DATA_BYTE_28	HVDAC のデータ・ワード 14、下位バイト。	0x00	R/W
0x7D	HVDAC_DATA_BYTE_29	HVDAC のデータ・ワード 14、上位バイト。	0x00	R/W
0x7E	HVDAC_DATA_BYTE_30	HVDAC のデータ・ワード 15、下位バイト。	0x00	R/W
0x7F	HVDAC_DATA_BYTE_31	HVDAC のデータ・ワード 15、上位バイト。	0x00	R/W

¹ HVDAC_DATA_WORD_00 から HVDAC_DATA_WORD_03 までのデフォルト設定は非ゼロ・コードであり、これは、アナログ・パターン生成モードにおいて SYNC クロックで定義される周波数で 1/2 スケールの三角波を生成する点に注意してください。これらの値は SPI を介して上書きできます。

表 35. HVDAC_DATA_REGMAP（パターン・メモリ）のレジスタ・マップ

Reg	Name	Bits	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Reset ¹	Access
0x60	HVDAC_DATA_BYTE_00	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_00[7:0]								0x00	R/W
0x61	HVDAC_DATA_BYTE_01	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_00[13:8]						0x20	R/W
0x62	HVDAC_DATA_BYTE_02	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_01[7:0]								0x00	R/W
0x63	HVDAC_DATA_BYTE_03	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_01[13:8]						0x30	R/W
0x64	HVDAC_DATA_BYTE_04	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_02[7:0]								0x00	R/W
0x65	HVDAC_DATA_BYTE_05	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_02[13:8]						0x20	R/W
0x66	HVDAC_DATA_BYTE_06	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_03[7:0]								0x00	R/W
0x67	HVDAC_DATA_BYTE_07	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_03[13:8]						0x10	R/W

Reg	Name	Bits	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Reset ¹	Access
0x68	HVDAC_DATA_BYTE_08	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_04[7:0]								0x00	R/W
0x69	HVDAC_DATA_BYTE_09	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_04[13:8]						0x00	R/W
0x6A	HVDAC_DATA_BYTE_10	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_05[7:0]								0x00	R/W
0x6B	HVDAC_DATA_BYTE_11	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_05[13:8]						0x00	R/W
0x6C	HVDAC_DATA_BYTE_12	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_06[7:0]								0x00	R/W
0x6D	HVDAC_DATA_BYTE_13	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_06[13:8]						0x00	R/W
0x6E	HVDAC_DATA_BYTE_14	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_07[7:0]								0x00	R/W
0x6F	HVDAC_DATA_BYTE_15	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_07[13:8]						0x00	R/W
0x70	HVDAC_DATA_BYTE_16	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_08[7:0]								0x00	R/W
0x71	HVDAC_DATA_BYTE_17	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_08[13:8]						0x00	R/W
0x72	HVDAC_DATA_BYTE_18	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_09[7:0]								0x00	R/W
0x73	HVDAC_DATA_BYTE_19	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_09[13:8]						0x00	R/W
0x74	HVDAC_DATA_BYTE_20	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_10[7:0]								0x00	R/W
0x75	HVDAC_DATA_BYTE_21	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_10[13:8]						0x00	R/W
0x76	HVDAC_DATA_BYTE_22	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_11[7:0]								0x00	R/W
0x77	HVDAC_DATA_BYTE_23	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_11[13:8]						0x00	R/W

Reg	Name	Bits	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Reset ¹	Access
0x78	HVDAC_DATA_BYTE_24	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_12[7:0]								0x00	R/W
0x79	HVDAC_DATA_BYTE_25	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_12[13:8]						0x00	R/W
0x7A	HVDAC_DATA_BYTE_26	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_13[7:0]								0x00	R/W
0x7B	HVDAC_DATA_BYTE_27	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_13[13:8]						0x00	R/W
0x7C	HVDAC_DATA_BYTE_28	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_14[7:0]								0x00	R/W
0x7D	HVDAC_DATA_BYTE_29	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_14[13:8]						0x00	R/W
0x7E	HVDAC_DATA_BYTE_30	[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_15[7:0]								0x00	R/W
0x7F	HVDAC_DATA_BYTE_31	[7:0]	RESERVED		HVDAC_DATA_WORD_15[13:8]						0x00	R/W

¹ HVDAC_DATA_WORD_00 から HVDAC_DATA_WORD_03 までのデフォルト設定は、非ゼロ・コードであり、これは、タイミングをユーザ指定の SYNC クロックで定義された、ユーザ・プログラミングが不要な±20V の 4 レベルの階段波形（0V、+20V、0V、-20V）を生成する点に注意してください。これらの値は、SPI を通じてユーザ独自のアナログ・パターンに上書きできます。

HVDAC データ・レジスタ（パターン・メモリ）の詳細

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 36. HVDAC_DATA_BYTE_00 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_00[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 37. HVDAC_DATA_BYTE_01 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_00[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x20	R/W

表 38. HVDAC_DATA_BYTE_02 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_01[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 39. HVDAC_DATA_BYTE_03 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_01[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x30	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 40. HVDAC_DATA_BYTE_04 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_02[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 41. HVDAC_DATA_BYTE_05 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_02[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x20	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 42. HVDAC_DATA_BYTE_06 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_03[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 43. HVDAC_DATA_BYTE_07 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_03[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x10	R/W

その他のすべてのパターン・メモリ・レジスタ（HVDAC_DATA_BYTE_08～HVDAC_DATA_BYTE_31）は表 39 に示す下位バイトおよび上位バイトと同じフォーマットに従います。これらのレジスタのデフォルト値は 0x0 である点に注意してください。

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 44. HVDAC_DATA_BYTE_08 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_04[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 45. HVDAC_DATA_BYTE_09 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_04[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下部バイト。

表 46. HVDAC_DATA_BYTE_10 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_05[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下部バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 47. HVDAC_DATA_BYTE_11 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_05[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下部バイト。

表 48. HVDAC_DATA_BYTE_12 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_06[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下部バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 49. HVDAC_DATA_BYTE_13 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_06[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 50. HVDAC_DATA_BYTE_14 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_07[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 51. HVDAC_DATA_BYTE_15 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_07[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 52. HVDAC_DATA_BYTE_16 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_08[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 53. HVDAC_DATA_BYTE_17 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_08[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 54. HVDAC_DATA_BYTE_18 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_09[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 55. HVDAC_DATA_BYTE_19 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_09[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下部バイト。

表 56. HVDAC_DATA_BYTE_20 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_10[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下部バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 57. HVDAC_DATA_BYTE_21 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_10[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下部バイト。

表 58. HVDAC_DATA_BYTE_22 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_11[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下部バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 59. HVDAC_DATA_BYTE_23 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_11[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 60. HVDAC_DATA_BYTE_24 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_12[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 61. HVDAC_DATA_BYTE_25 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_12[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 62. HVDAC_DATA_BYTE_26 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_13[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 63. HVDAC_DATA_BYTE_27 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_13[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 64. HVDAC_DATA_BYTE_28 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_14[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 65. HVDAC_DATA_BYTE_29 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_14[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの下位バイト。

表 66. HVDAC_DATA_BYTE_30 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:0]	HVDAC_DATA_WORD_15[7:0]	HVDAC のデータ・ワード、下位バイト、全ビットを使用。	0x0	R/W

HVDAC のデータ、14 ビットのアナログ・パターン・データの上位バイト。

表 67. HVDAC_DATA_BYTE_31 のビットの説明

ビット	ビット名	説明	リセット	アクセス
[7:6]	RESERVED			
[5:0]	HVDAC_DATA_WORD_15[13:8]	HVDAC のデータ・ワード、上位バイト、6LSB を使用。	0x0	R/W

外形寸法

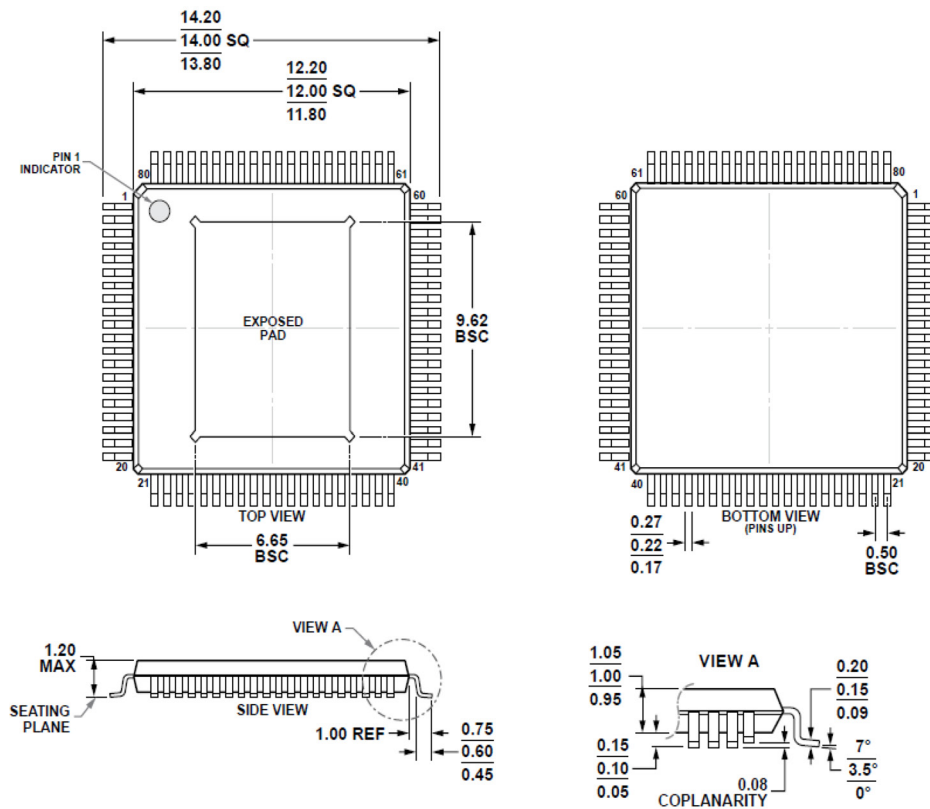


図 74.80 ピン薄型クワッド・フラット・パッケージ、露出パッド TQFP、SV-80-7、単位：mm

オーダー・ガイド

Model	Temperature Range	Package Description	Packing Quantity	Package Option
AD8460BSVZ	-40 °C to 85 °C	80-Lead TQFP		SV-80-7
AD8460BSVZ-RL	-40 °C to 85 °C	80-Lead TQFP	1000	SV-80-7

評価用ボード

Model	Description
EVAL-AD8460SDZ	Evaluation Board for 80-Lead Thin Quad Flat Package

ここに含まれるすべての情報は、現状のまま提供されるものであり、アナログ・デバイセズはそれに関するいかなる種類の保証または表明も行いません。アナログ・デバイセズは、その情報の利用に関して、また利用によって生じる第三者の特許またはその他の権利の侵害に関して、一切の責任を負いません。仕様は予告なく変更されることがあります。明示か黙示かを問わず、アナログ・デバイセズ製品またはサービスが使用される組み合わせ、機械、またはプロセスに関するアナログ・デバイセズの特許権、著作権、マスクワーク権、またはその他のアナログ・デバイセズの知的財産権に基づくライセンスは付与されません。商標および登録商標は、各社の所有に属します。



この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2024 年 5 月 28 日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを
記したものです。
なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日： 2024 年 5 月 28 日

製品名： AD8460

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)： Rev.0

訂正箇所： 48 頁、「フルスケール調整」の項、一行目

【誤】

「次の 3 通りの方法でこの出力電圧範囲を・・・」

【正】

「次の 2 通りの方法でこの出力電圧範囲を・・・」

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2024 年 6 月 2 日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。
なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日： 2024 年 6 月 2 日

製品名： AD8460

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)： Rev.0

訂正箇所： 56 頁、表 20、上から 4 項目、Bit 3 の説明中、ビットが（1）の際の動作説明。

【誤】

ビットが（1）の際の説明が不十分です。

「(1) DAC はシャットダウンされます。DAC の静止電流は減少します。」

【正】

この部分、正しくは次の説明です。DAC と HV ドライバの出力に関する記述が抜けています。

「(1) DAC はシャットダウンされ、DAC の静止電流は減少します。この時 DAC 出力は、ゼロに落ちます。HV ドライバは動作状態（Enable）で消費電流も変わらず低出力インピーダンスですが、入力はグランド・レベルに落ちるので、その結果出力もほぼグランド・レベルになります。」