

概要

高電圧液体レンズドライバのMAX14515は、I²Cインタフェースを通じて制御される高電圧差動出力を備えています。MAX14515は、チャージポンプベースのブーストコンバータおよび内蔵のHブリッジを使って、最小の外付け部品数によるコンパクトなレンズドライバソリューションを提供し、カメラモジュール内の省スペース制約に最適な小型実装面積を実現します。

MAX14515は、8ビットの単調増加性DACを内蔵し、振幅を設定する2線式I²Cインタフェースで制御されるシングル差動高電圧出力を備えています。高電圧出力は、1.0kHz (min)で最大42V_{RMS} (min)を220pFの液体レンズ負荷に供給することができます。

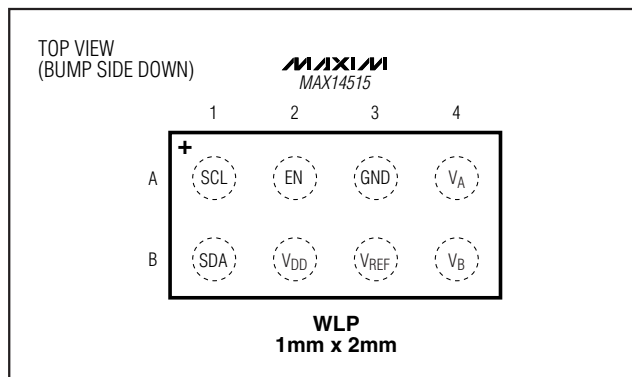
また、MAX14515は、2つの省電力モード(シャットダウンモードおよびスリープモード)も備え、デバイスが非アクティブ時の消費電力を最小限に抑えます。シャットダウンモードの場合は、デバイスは、すべてのレジスタをリセットしてI²Cインタフェースをディセーブルする低電力状態に移行し、電流を500nA (max)以下に低減します。スリープモードの場合は、パワーオンリセット回路はアクティブ状態を維持します。I²Cインタフェース上でアクティビティが検出されない場合、消費電流は3μA以下となります。

MAX14515は、+2.7V~+5.5Vの電源電圧範囲で動作し、リチウムイオン(Li+)バッテリーソースを使用するポータブルアプリケーションに最適です。MAX14515は、-40°C~+85°Cの拡張温度範囲での動作が保証され、1mm x 2mmの小型8ピンWLPパッケージで提供されます。

アプリケーション

- オートフォーカスカメラモジュール
- バーコードリーダー
- ウェブカメラ

ピン配置



特長

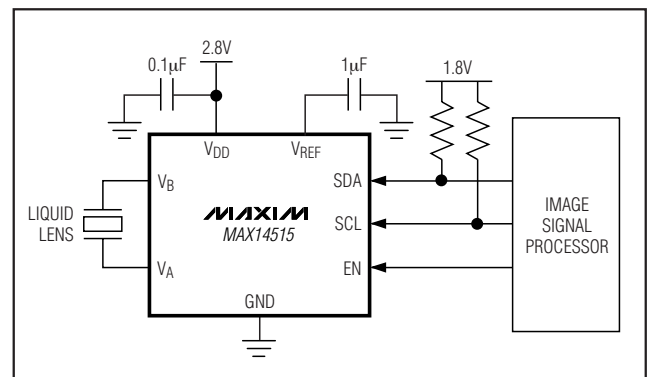
- ◆ カメラモジュール内の小さい実装面積
- ◆ 47V_{RMS}最大出力(C_{LENS} = 220pF)
- ◆ I²C対応インタフェースによって出力電圧を設定
- ◆ 8ビットの出力電圧分解能
- ◆ 保証された単調性出力
- ◆ 出力の±15kVヒューマンボディモデルESD保護
- ◆ 低シャットダウン電流：500nA (max)
- ◆ 入力電圧範囲：+2.7V~+5.5V
- ◆ 省スペース、1mm x 2mmの8ピンWLPパッケージ

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
MAX14515EWA+	-40°C to +85°C	8 WLP	+AAA

+は鉛フリー/RoHS準拠パッケージを示します。

標準動作回路



高電圧液体レンズドライバ

MAX14515

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(All voltages referenced to GND.)

V _{DD}	-0.3V to +6.0V
V _A , V _B	-0.3V to +52V
V _{REF}	MAX (-0.3V, V _{DD} - 0.3V) to +6.0V
SDA, SCL, EN	-0.3V to +6.0V
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C):	
8-Bump WLP (derate 5.2mW/°C above +70°C)	416mW

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) (Note 1)

8-Bump WLP	192°C/W
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maxim-ic.com/thermal-tutorial.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{DD} = +2.7V to +5.5V, C_{VDD} = 0.1μF, C_{REF} = 1μF, C_{LENS} = 220pF, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = +2.8V and T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage	V _{DD}		2.7		5.5	V
Input Supply Current	I _{DD}	Peak output voltage register (VP) = 0xFF		9		mA
Reference Output Voltage	V _{REF}				5.5	V
Shutdown Supply Current	I _{SHDN}	EN = GND		1	500	nA
Sleep Supply Current	I _{SLEEP}	SM = 0, SDA = SCL	V _{EN} = 1.8V, V _{DD} = 4.2V	8		μA
			V _{EN} = V _{DD} , V _{DD} = 2.8V	1.2	3	
POR Threshold	V _{TH_POR}				2.6	V
HIGH-VOLTAGE OUTPUTS (V_A, V_B)						
Peak Output Voltage (Note 3)	V _{PEAK}	VP = 0x01			10	V
		VP = 0xFF			52	
Output RMS Voltage	V _{RMS}	VP = 0x01			10	V
		VP = 0xFF	42		47	
Output Voltage Ripple	V _{RRPL}	C _{LENS} = 120pF		±250		mV
Pulldown Strength	R _{LPD}	SM = 0			2	kΩ
Output Switching Frequency	f _{LENS}		1	1.1	1.2	kHz
CONTROL INPUTS (SDA, SCL, EN)						
Input Logic-High Voltage	V _{IH}		1.5			V
Input Logic-Low Voltage	V _{IL}				0.5	V
Output Logic-Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 3mA			0.4	V
Input Low Leakage Current	I _{IL}	EN = V _{CC}		0.01	6	μA
		EN = GND		0.01	0.5	
Input High Leakage Current	I _{IH}			0.01	2.5	μA
Input Capacitance	C _{IN}			10		pF

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{DD} = +2.7V$ to $+5.5V$, $C_{VDD} = 0.1\mu F$, $C_{REF} = 1\mu F$, $C_{LENS} = 220pF$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $V_{DD} = +2.8V$ and $T_A = +25^\circ C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OUTPUT-VOLTAGE STATIC PERFORMANCE (V_A, V_B)						
Resolution	N			8		Bits
Least Significant Bit	LSB	(Note 4)		157.5		mV
Integral Nonlinearity	INL		-4		+4	LSB
Differential Nonlinearity	DNL	(Note 5)	-1		+1	LSB
OUTPUT VOLTAGE DYNAMIC PERFORMANCE (V_A, V_B)						
Peak-Output Voltage Settling Time	t_{SV}	VP = any value to any other value transition; time to settle within 7 LSBs of final value, Figure 1			1	ms
Output Slew Rate	SR_V	Peak output voltage register = FFh			5	V/ μs
Wake-Up Time	t_{WAKE}	Time to settle within 7 LSBs of peak value, Figure 1			2	ms
Shutdown Time	t_{SHDN}	Figure 2		100		μs
I²C INTERFACE						
Serial-Clock Frequency	f_{SCL}				400	kHz
Bus Free Time Between START and STOP Condition	t_{BUF}		1.3			μs
Hold Time for Repeated START Condition	$t_{HD:STA}$		0.6			μs
Low Period for SCL Clock	t_{LOW}		1.3			μs
High Period for SCL Clock	t_{HIGH}		0.6			μs
Setup Time for Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$		0.6			μs
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$		0		0.9	μs
Data Setup Time	$t_{SU:DAT}$		100			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t_r				300	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t_f				300	ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$		0.6			μs
Capacitive Load for Each Bus Line	C_B				400	pF
ESD PROTECTION						
V_A , V_B		Human Body Model		± 15		kV
		IEC 61000-4-2		± 4		
All Other Pins		Human Body Model		± 2		kV

Note 2: All devices are tested at $T_A = +25^\circ C$. All temperature limits are guaranteed by design.

Note 3: V_{PEAK} is the average peak output voltage of V_A or V_B .

Note 4: $V_{PEAK} = 9.5V + (N-1) \times 0.1575$, (accuracy $\pm 3\%$).

Note 5: Guaranteed monotonic.

タイミング図

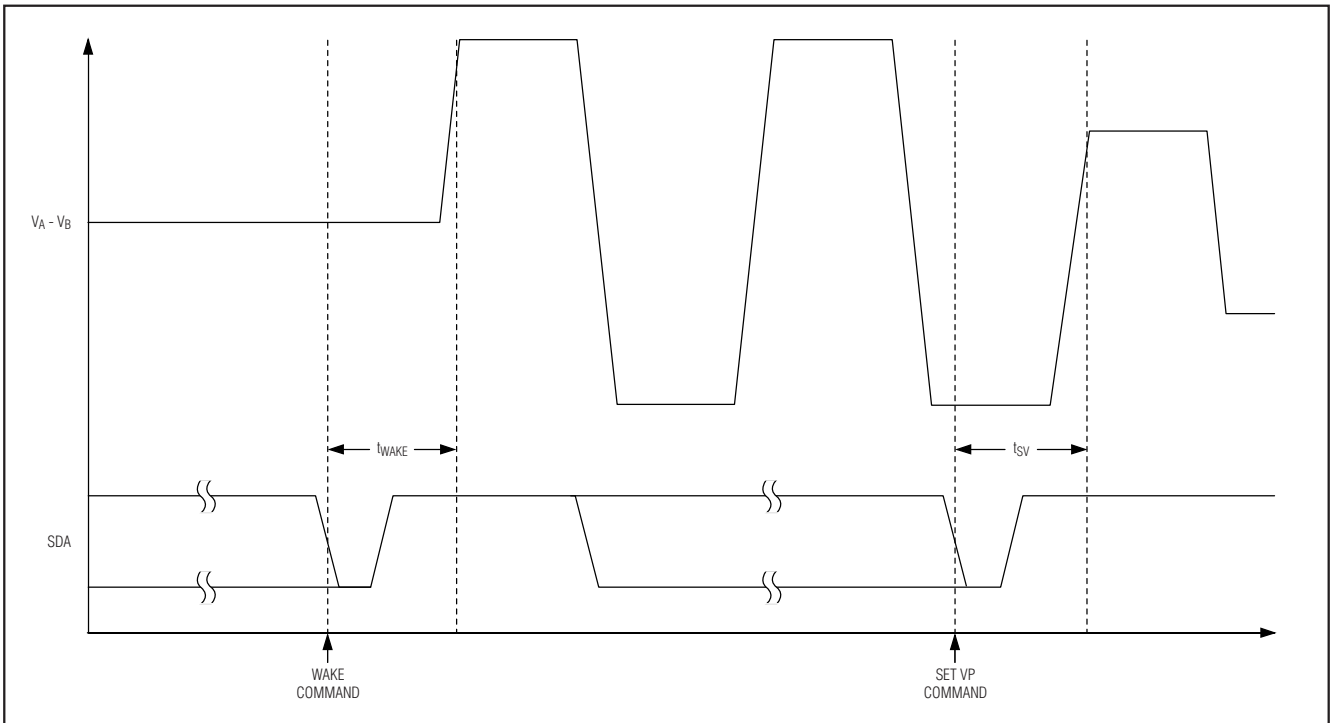


図1. ウェイクアップおよびピーク出力電圧設定のタイミング図

タイミング図(続き)

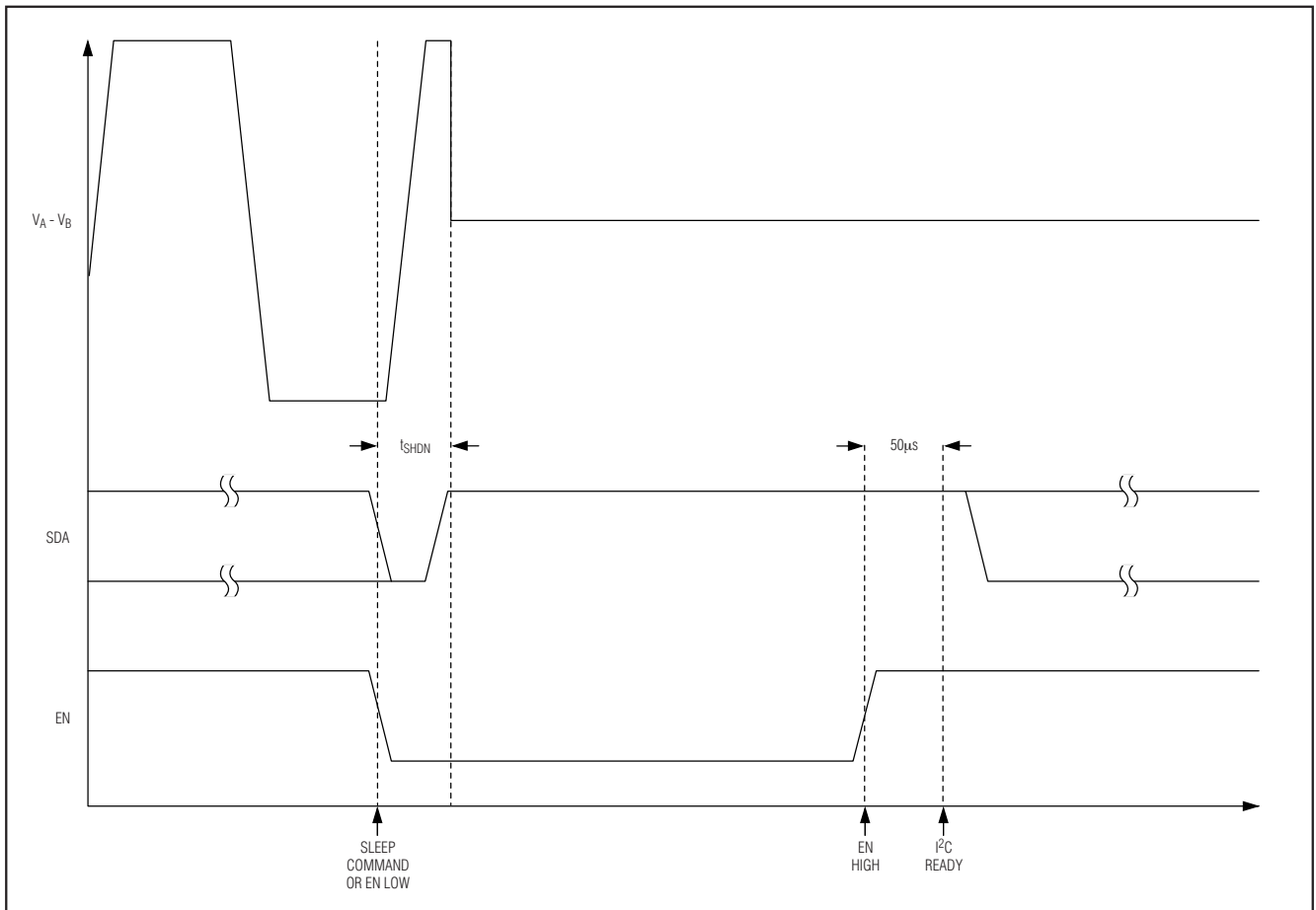


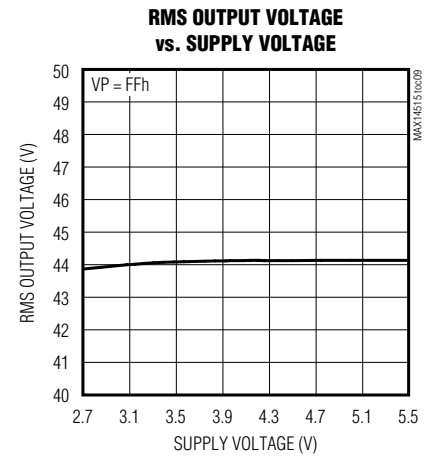
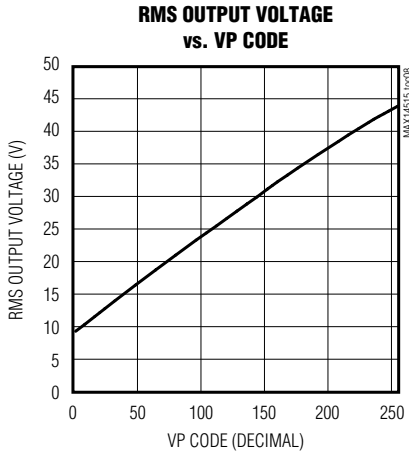
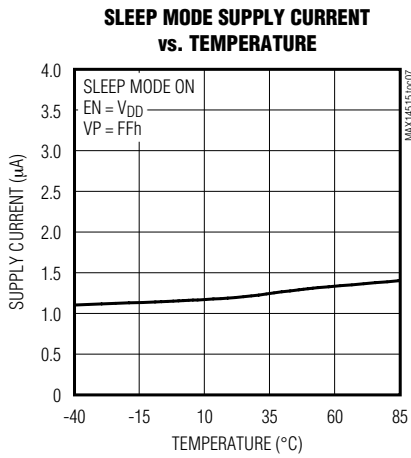
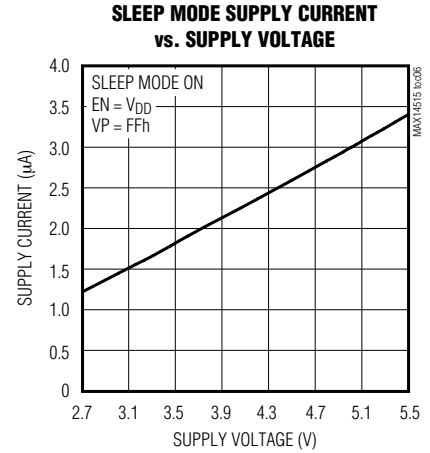
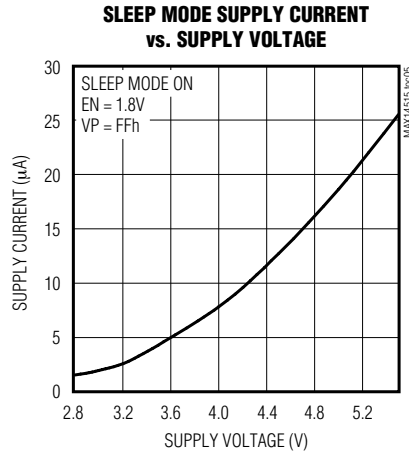
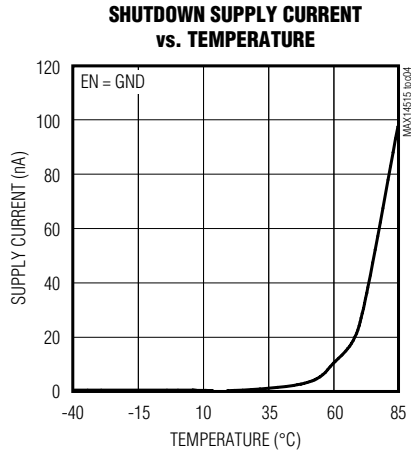
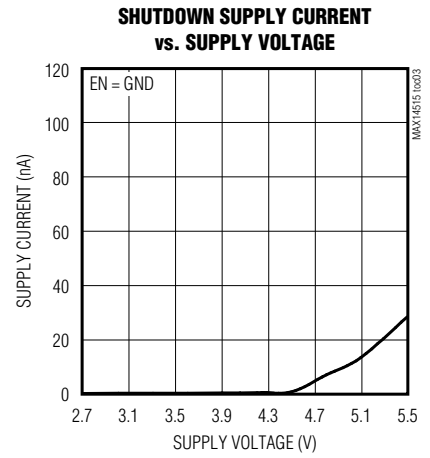
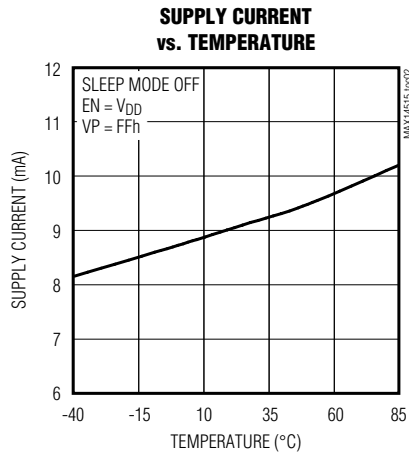
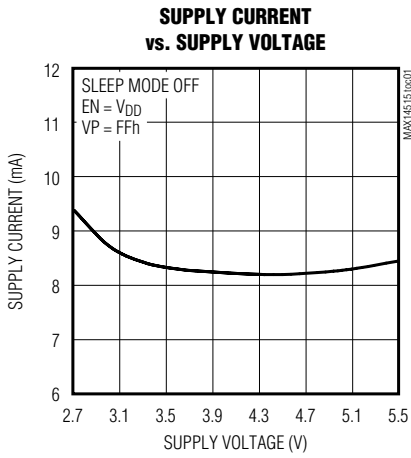
図2. シャットダウン/スリープモードのタイミング図

高電圧液体レンズドライバ

MAX14515

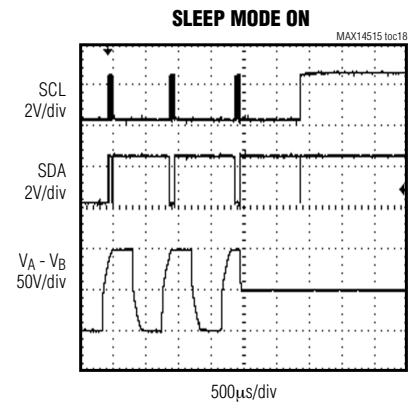
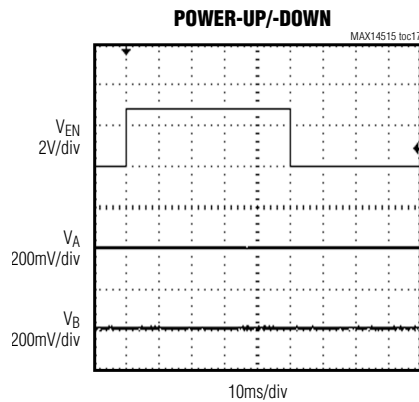
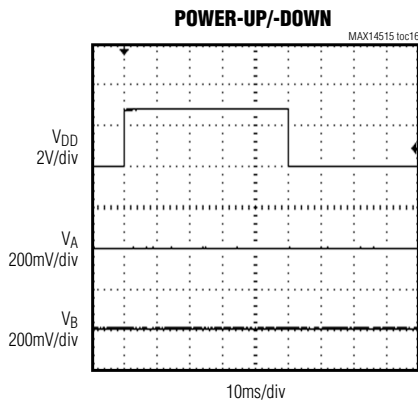
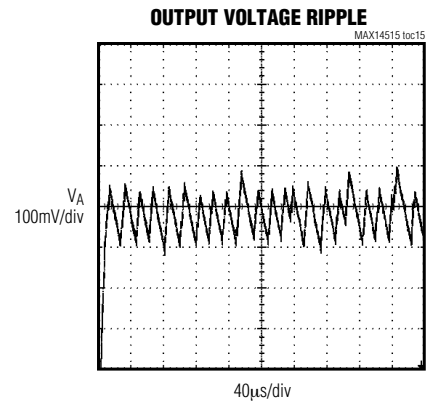
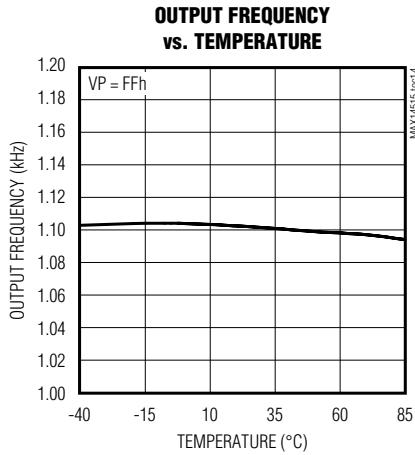
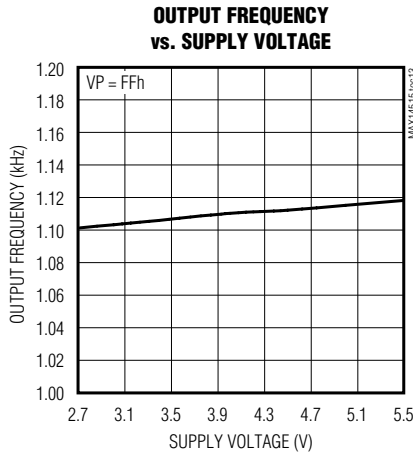
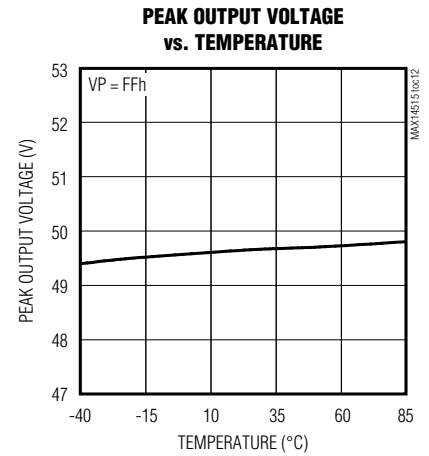
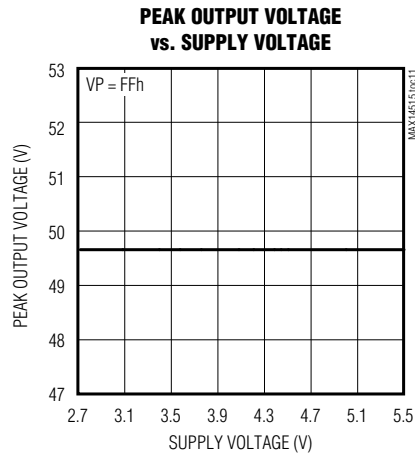
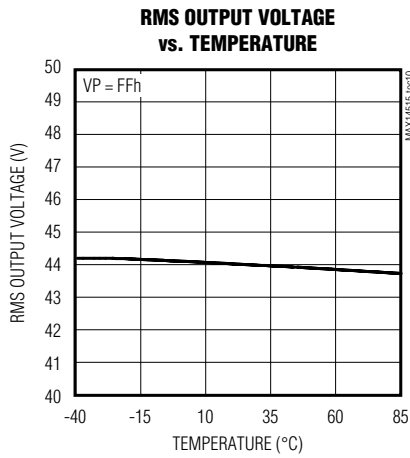
標準動作特性

($V_{DD} = +2.8V$, $T_A = +25^\circ C$, $C_{LENS} = 220pF$, unless otherwise noted.)



標準動作特性(続き)

($V_{DD} = +2.8V$, $T_A = +25^\circ C$, $C_{LENS} = 220pF$, unless otherwise noted.)

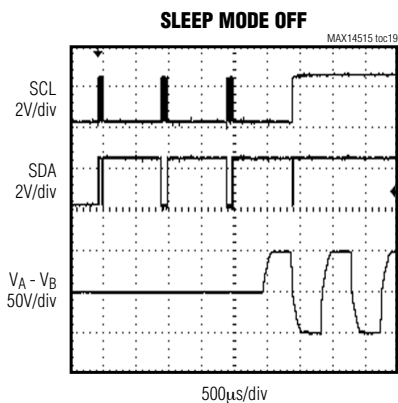


高電圧液体レンズドライバ

MAX14515

標準動作特性(続き)

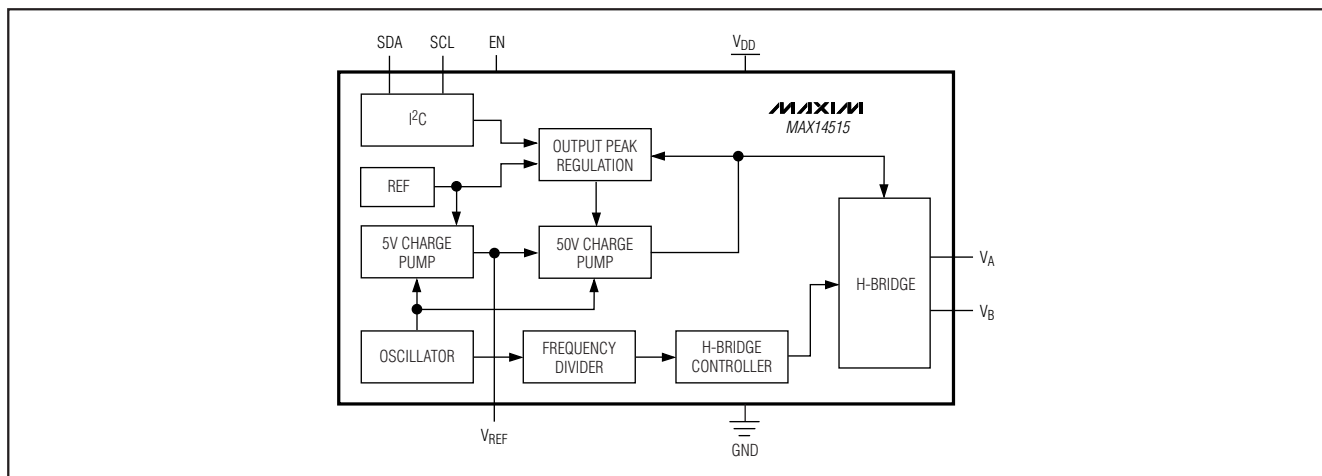
($V_{DD} = +2.8V$, $T_A = +25^\circ C$, $C_{LENS} = 220pF$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子	名称	機能
A1	SCL	I ² Cオープンドレインシリアルクロック入力
B1	SDA	I ² Cオープンドレインシリアルデータ入力/出力
A2	EN	イネーブル入力。通常動作の場合、ENをハイに駆動します。シャットダウンモードに移行するには、ENをローに駆動します。
B2	V _{DD}	入力電源電圧。デバイスのできる限り近くに0.1µFのコンデンサを配置して、V _{DD} をGNDにバイパスします。
A3	GND	グラウンド
B3	V _{REF}	リファレンス電圧。できる限りデバイスの近くに配置して、1µFのセラミックコンデンサをV _{REF} からGNDに接続します。V _{REF} は通常、+5Vです。外部回路を駆動するためにV _{REF} を使用しないでください。
A4	V _A	高電圧出力。液体レンズの端子1に接続します。
B4	V _B	高電圧出力。液体レンズの端子2に接続します。

ファンクションダイアグラム



詳細

高電圧液体ドライバのMAX14515は、チャージポンプベースのブーストコンバータおよび内蔵Hブリッジを使って、最小限の外付け部品数でコンパクトなレンズドライバソリューションを提供します。このデバイスは、単純な2線式I²Cインタフェースによって制御される8ビット単調増加性DACを備え、高電圧出力のピーク振幅を設定します。

パワーオンリセット

MAX14515が最初に電源投入されると、すべてのレジスタがクリアされ、デバイスはスリープモード状態になります。

高電圧出力(V_A、V_B)

液体レンズをMAX14515の高電圧出力(V_A、V_B)の間に接続します。V_AおよびV_Bのピーク出力電圧は、高電圧出力レジスタ(VP)で設定された値(「レジスタ定義」を参照)によって制御されます。V_AおよびV_Bを駆動する内蔵Hブリッジは、1.1kHz (typ)で切り替わります。

リファレンス出力(V_{REF})

V_{REF}は、MAX14515の内蔵の5Vチャージポンプリファレンス電圧です。1μFのセラミックコンデンサをV_{REF}からGNDに接続します。V_{REF}は、外部回路の駆動を目的としていません。

レジスタ定義

DEVICE ADDRESS				WRITE	0xEC
				READ	0xED
FIELD NAME	READ WRITE	BITS	POWER-ON RESET	DESCRIPTION	
POWER MODE (I²C ADDRESS = 0x00)					
RSVD	Read/Write	[7:1]	0000 000	Reserved. All bits must be set to 0.	
SM	Read/Write	0	0	Sleep Mode Bit 0 = Sleep Mode 1 = Normal Operation All the registers keep the same values as before sleep unless a POR occurs.	
HIGH-VOLTAGE OUTPUT LEVEL (I²C ADDRESS = 0x01)					
VP(7:0)	Read/Write	[7:0]	0000 0000	Code 0x00 = 0V _{PEAK} Code 0x01 = 10V _{PEAK} Code 0xFF = 49.5V _{PEAK} , linear scale. $V_{OUT(PEAK)} = 9.5V_{PEAK} + 0.1575V_{PEAK} \times (N - 1)$ where N = Code 0x01 to 0xFF in decimal. Accuracy (±3%).	

シャットダウンモード(EN)

MAX14515は、シャットダウンモードを備え、消費電流を500nA (max)以下に低減します。シャットダウンでは、すべてのレジスタがリセット状態になり、I²Cインタフェースがディセーブルされます。デバイスをシャットダウンモードに移行させるには、ENをローに駆動します。通常動作の場合は、ENをハイに駆動します。ENをレイルトゥレイルに駆動すると、消費電力が最小限に抑えられます。

スリープモード

ENがハイで、電力モードレジスタ(「レジスタ定義」を参照)のスリープモードビット(SM)が設定されると、デバイスはスリープモードになります。スリープモードの間は、パワーオンリセット回路のみがアクティブ状態を維持します。I²Cインタフェース上にアクティビティが検出されないと、消費電流は3μA以下となります。

I²Cシリアルインタフェース

シリアルアドレス指定

MAX14515は、I²C対応の2線式インタフェースを介してデータを送受信するスレーブデバイスとして動作します。このインタフェースは、SDA (シリアルデータライン)とSCL (シリアルクロックライン)を使って、マスタとスレーブ間の双方向通信を実現します。マスタ(通常はマイクロコントローラ)は、MAX14515との間ですべてのデータ転送を開始し、データ転送を同期化するSCLクロックを生成します。SDAラインは、入力および

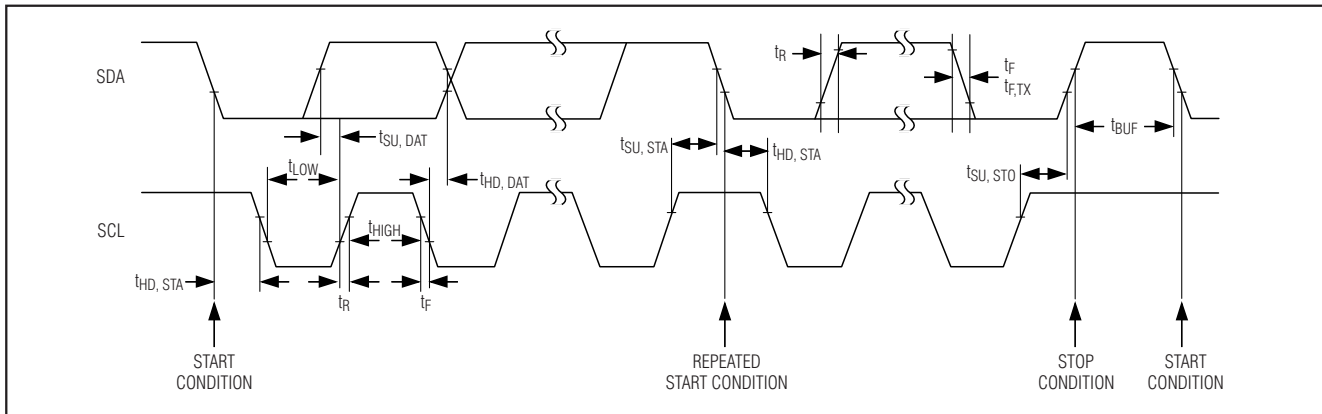


図3. I²Cインタフェースタイミング詳細

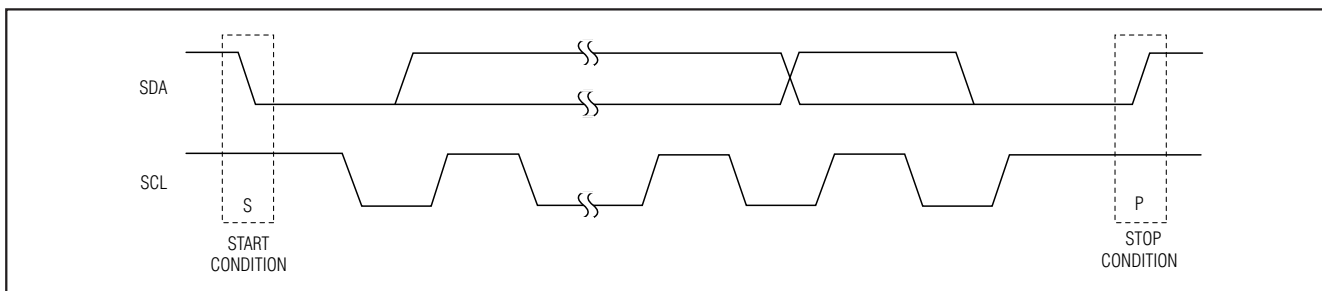


図4. STARTおよびSTOP条件

オープンドレイン出力として動作します。SDAには、プルアップ抵抗が必要になります。SCLラインは、入力としてのみ動作します。2線式インタフェースに複数のマスタが存在する場合や、シングルマスタシステム内のマスタがオープンドレインSCL出力を備えている場合は、SCLにプルアップ抵抗が必要になります。各転送は、マスタによって送られるSTART (S)条件、MAX14515の7ビットスレーブアドレス、およびR/Wビット、1個のレジスタアドレスバイト、1個以上のデータバイト、最後にSTOP (P)条件で構成されています。

STARTおよびSTOP条件

インタフェースがビジーでない場合、SCLとSDAはともにハイ状態を維持します。SCLがハイの間に、マスタはSDAをハイからローに遷移させて、START条件で転送開始を通知します(図4)。マスタは、スレーブとの通信を終了すると、SCLがハイの間に、SDAをローからハイに遷移させて、STOP条件を発行します。次に、バスは別の転送が可能な状態になります。

ビット転送

各クロックパルスの中に、1つのデータビットが転送されます(図5)。SDA上のデータは、SCLがハイの間、安定状態を維持する必要があります。

アクノレッジ

アクノレッジビットは、クロック同期の第9ビット(図6)であり、このビットを使って受信側は各データバイトの受信をハンドシェイクします。このため、転送される各バイトには、実質的に9ビットが必要です。マスタは、9番目のクロックパルスを生成し、受信側はアクノレッジクロックパルスの間、SDAをプルダウンします。SDAラインは、クロックパルスのハイ期間の間、ロー状態に安定します。マスタがMAX14515に送信している場合は、MAX14515が受信側であるため、MAX14515がアクノレッジビットを生成します。MAX14515がマスタに送信しているとき、マスタが受信側であるため、マスタがアクノレッジビットを生成します。

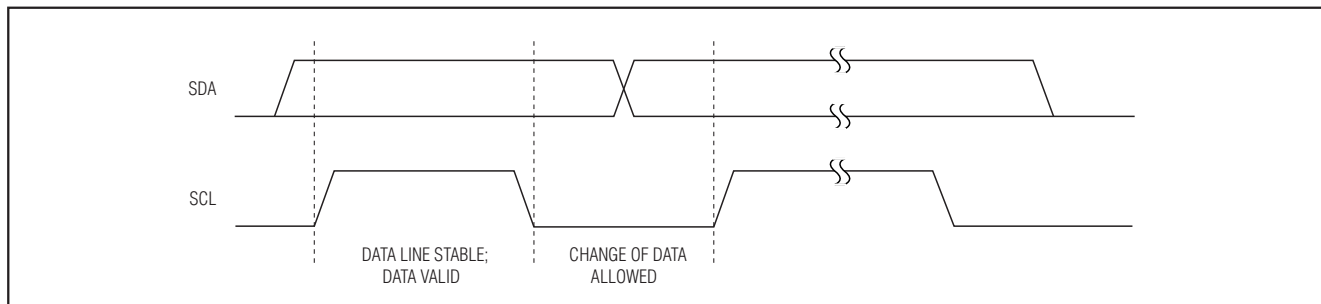


図5. ビット転送

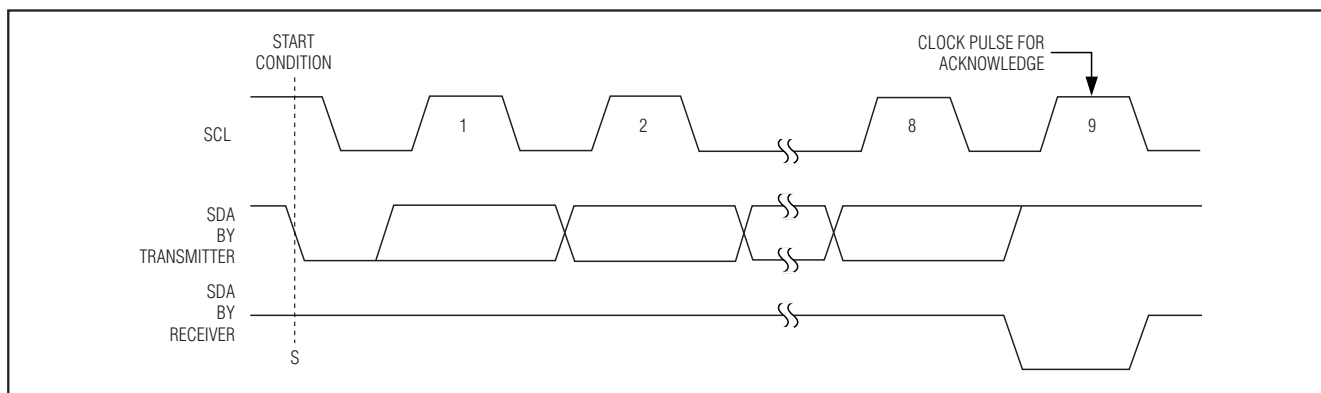


図6. アクノレッジ

スレーブアドレス

MAX14515は、1個の7ビット長のスレーブアドレスを備えています。7ビットスレーブアドレスの後に続くビットは、R/ \bar{W} ビットであり、このビットは書込みコマンドの場合はロー、読取りコマンドの場合はハイです。スレーブアドレスは、書込みコマンドの場合は0xECであり、読取りコマンドの場合は0xEDです(図7)。

書込みフォーマット

MAX14515への書込みは、スレーブアドレス、ゼロに設定されたR/ \bar{W} ビット、1バイト以上の情報の転送で構成されます。情報の先頭バイトは、レジスタアドレス、またはコマンドバイトです。レジスタアドレスは、受信される次のバイトの書込み先のMAX14515のレジスタを決定します。レジスタアドレスの受信後にSTOP条件が検出されると、MAX14515は、レジスタアドレスを格納する以上のアクションは行いません(図8)。レジスタアドレスの後に受信されるバイトは、データバイトです。先頭のデータバイトは、レジスタアドレスによって選択

されたレジスタに入り、後続のデータバイトは後続のレジスタに入ります(図9)。STOP条件の前に複数データバイトが転送された場合、レジスタアドレスが自動インクリメントするため、これらのバイトは後続のレジスタに格納されます。

読取りフォーマット

MAX14515は、保存されたレジスタアドレスが書込み用アドレスポインタとして使用されるのと同様に、内部保存されたレジスタアドレスをアドレスポインタとして使用して読み取られます。ポインタは、各データバイトが書込みの場合と同じ規則を使用して読み取られると、自動インクリメントします。このため、書込みを実行してレジスタをまず設定して、読取りが開始されます(図10)。これで、事前に書き込まれたレジスタアドレスによって指定されたレジスタアドレスから先頭のデータバイトが読み取られ、マスタはMAX14515から連続バイトを読み取ることができます。マスタがNACKを通知すると、MAX14515は有効データの送信を停止します。

高電圧液体レンズドライバ

MAX14515

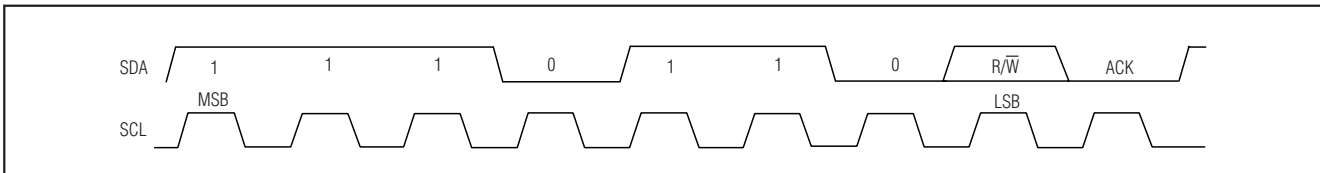


図7. スレーブアドレス

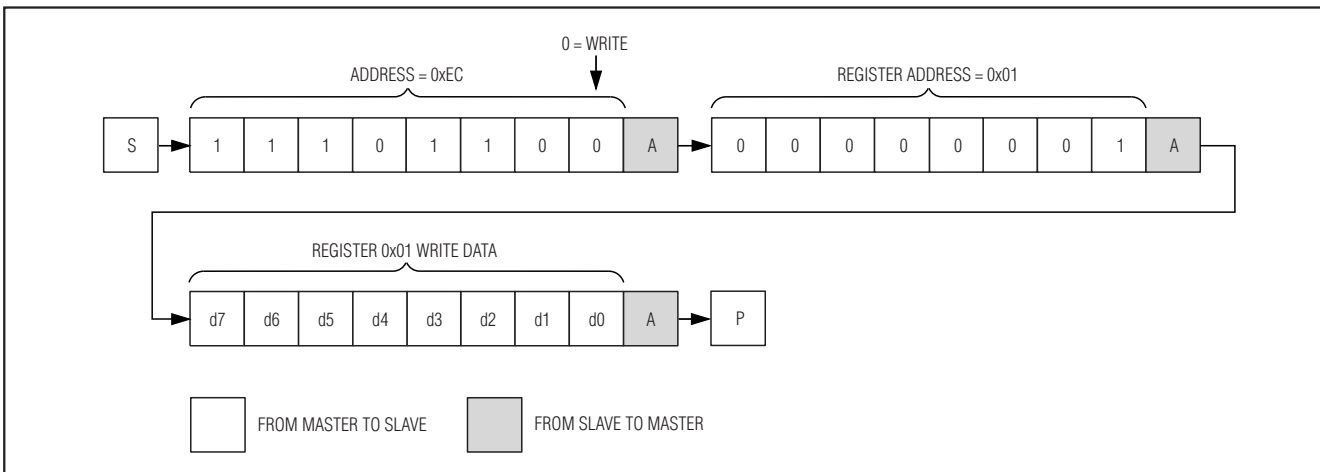


図8. I²C書き込みフォーマット

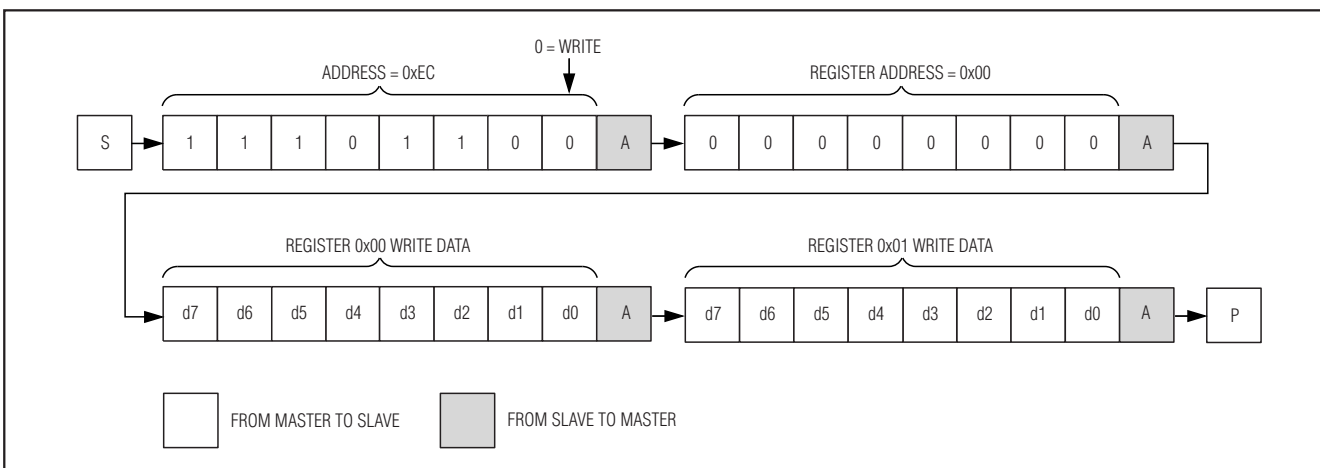


図9. 複数レジスタへの書き込みフォーマット

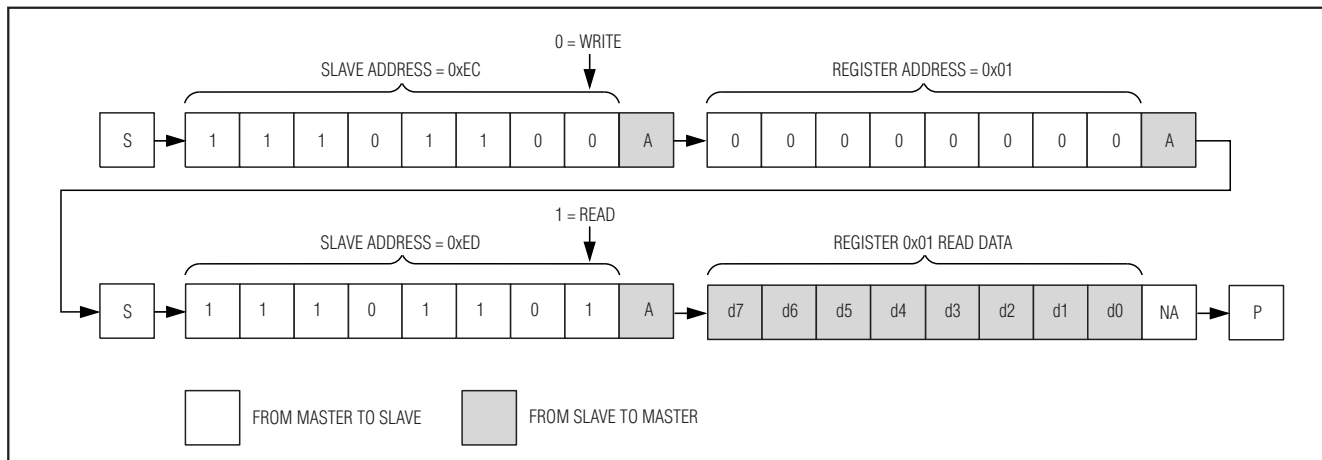


図10. 読取りフォーマット

アプリケーション情報

レイアウト

回路基板のレイアウトは、MAX14515の性能に大きな影響を及ぼします。必ず、バイパスコンデンサをできる限りデバイスの近くに配置します。PCBトレースをできる限り短くし、 V_{DD} へのトレースインダクタンスを最小限に抑えます。可能な場合は、大きいグランドプレーンを使用します。

ESD保護

ESD性能は、さまざまな条件によって決まります。MAX14515は、 V_A および V_B に対して $\pm 15\text{kV}$ (ヒューマンボディモデル)と $\pm 4\text{kV}$ (IEC 61000-4-2接触)の標準ESD抵抗に定格されています。その他のすべてのピンは $\pm 2\text{kV}$ (HBM)の標準ESD抵抗に定格されています。

ヒューマンボディモデル

図11はヒューマンボディモデルを示し、図12はローインピーダンス状態まで放電されたときにヒューマン

ボディモデルが生成する電流波形を示しています。このモデルは100pFのコンデンサで構成され、このコンデンサは対象のESD電圧まで充電された後、1.5k Ω の抵抗を通じてデバイスに放電されます。

IEC 61000-4-2

ヒューマンボディモデルおよびIEC 61000-4-2による試験の主な違いは、IEC 61000-4-2のピーク電流が高くなることです。IEC 61000-4-2 ESD試験モデル (図13)の直列抵抗のほうが小さいため、この規格に対して測定されたESD耐圧は通常、ヒューマンボディモデルによる測定値より低くなります。図14は、IEC 61000-4-2レベル4 ESD接触放電試験の電流波形を示しています。

チップ情報

PROCESS: CMOS

高電圧液体レンズドライバ

MAX14515

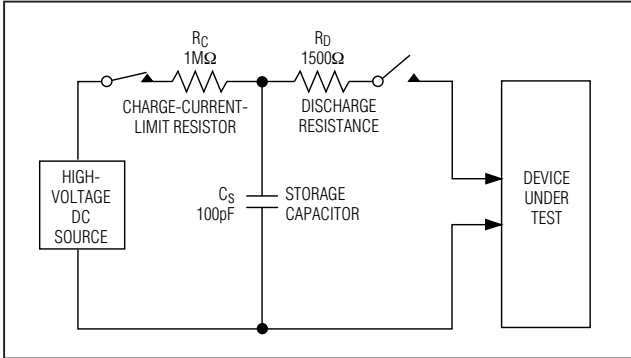


図11. ヒューマンボディのESD試験モデル

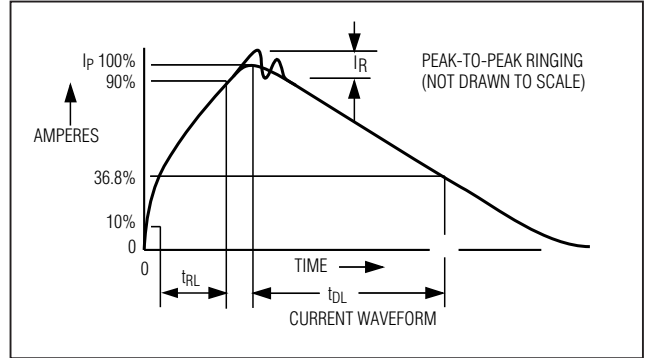


図12. ヒューマンボディの電流波形

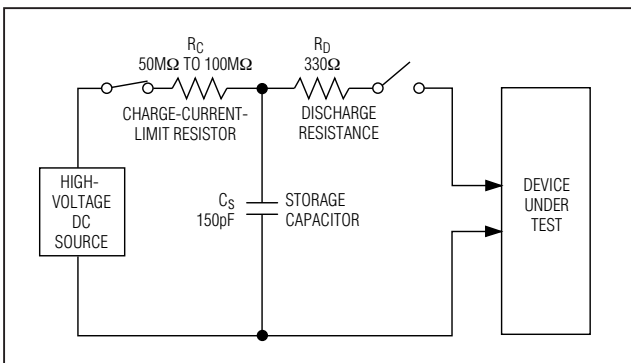


図13. IEC 61000-4-2 ESD試験モデル

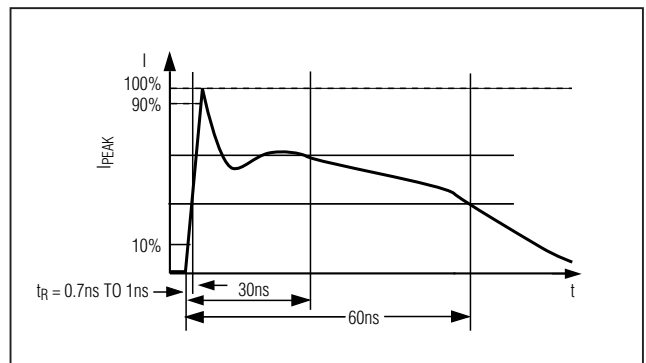


図14. IEC 61000-4-2 ESD発生器の電流波形

パッケージ

最新のパッケージ情報とランドパターンは、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照ください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
8 WLP	W81A2-1	21-0210

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシムは完全にマキシム製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

14 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**