

MAX14870/MAX14872

小型4.5V~36V
フルブリッジDCモータードライバ

概要

モータードライバのMAX14870/MAX14872は、4.5V~36Vの電圧を使用するDCブラシモーターおよびリレーの駆動と制御のための小型、低電力、簡素なソリューションを提供します。ドライバの低オン抵抗によって、消費電力を低減します。

これらのドライバはチャージポンプなしの設計を特長とし、外付け部品の削減と低消費電力を実現します。内蔵のFast Decay電流レギュレーションは、ピーク起動時モーター電流をユーザーが調整可能で、最小限の外付け部品のみを必要とします。

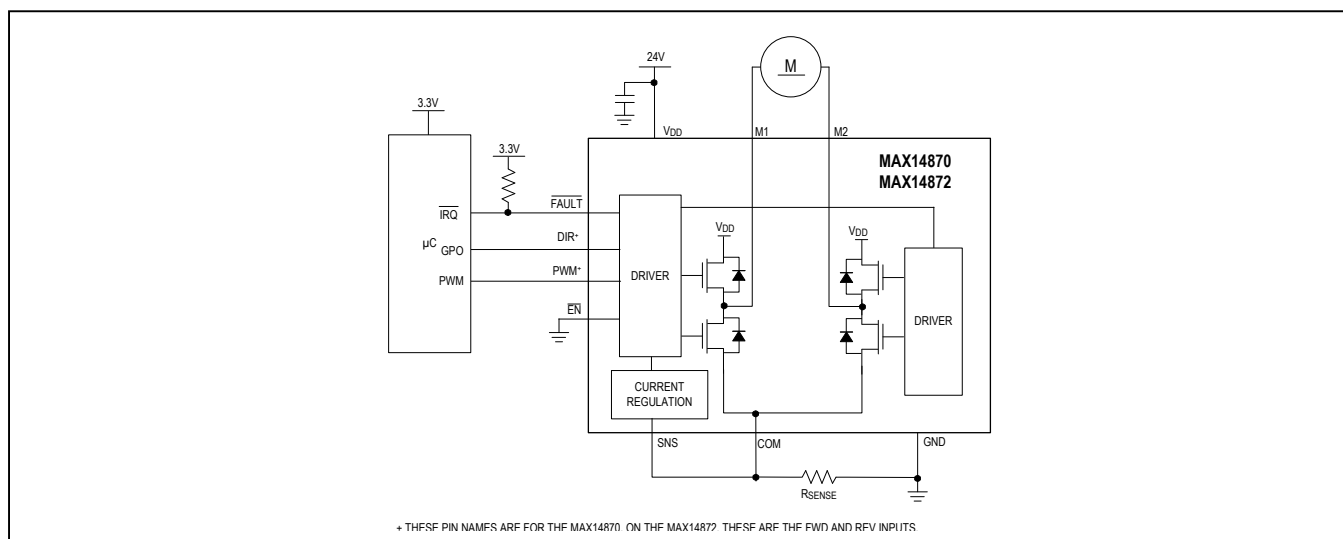
個別の電圧検出力(SNS)によって、寄生トレース抵抗に起因する電流検出誤差が減少します。

MAX14870/MAX14872は貫通電流保護を備え、誘導モーター電流を吸収するフリーホイールダイオードを内蔵しています。ドライバ出力は、グラウンドへの短絡、電源への短絡、およびM1とM2間の短絡から短絡保護されています。アクティブローのFAULT出力は、障害状態時に熱過負荷および過電流を通知します。

MAX14870はPWMおよび方向制御入力を備え、MAX14872は方向制御用の正転および逆転入力を備えています。機能表を参照してください。

MAX14870/MAX14872は12ピンTDFN-EPパッケージ(3mm x 3mm)で提供され、-40°C~+85°Cの温度範囲で動作します。

標準アプリケーション回路



主な特長

- 小型パッケージで大電力に対応し、回路の実装面積を縮小
 - ピークモーター電流：最大2.5A
 - 省スペースTDFN-EPパッケージ(3mm x 3mm)
 - 柔軟な4.5V~36V電源によってバッテリーでの動作時間延長を実現
- 低消費電力によって、より低温で長時間の動作が可能
 - ブリッジ総オン抵抗：280mΩ (typ)
 - 消費電流：1mA (typ) (30kHz/24V時)
 - スタンバイ電流：10µA (max) (12V時)
- 設計の簡素化によって開発期間を短縮
 - チャージポンプなしのアーキテクチャ
 - 検出抵抗のみを必要とする電流レギュレーション
 - 電流検出力によってPCBレイアウトを簡素化
- 内蔵の保護によって堅牢な駆動ソリューションを提供
 - 短絡保護されたドライバ
 - サーマルシャットダウン低電圧ロックアウト
 - 診断用FAULT出力
 - 温度範囲：-40°C~+85°C

アプリケーション

- プリンタおよびスキャナ
- リレードライバ
- 自動販売機およびゲーム機

型番はデータシートの最後に記載されています。

Absolute Maximum Ratings

(All voltages referenced to GND.)

V _{DD}	-0.3V to +40V
M1, M2	-0.3V to (V _{DD} + 0.3V)
PWM, DIR, FWD, REV, $\overline{\text{FAULT}}$, $\overline{\text{EN}}$, SNS	-0.3V to +6.0V
COM	-0.3V to +0.3V
Continuous Current Into M1, M2	±3A
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
Single-Layer Board (derate at 15.9mW/°C	
above +70°C).....	1270mW

Multilayer Board (derate at 24.4mW/°C	
above +70°C).....	1951mW
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
Solder Temperature (reflow)	+260°C

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.

Package Thermal Characteristics (Note 1)

Junction-to-Case Thermal Resistance (θ _{JC})		Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ _{JA})	
TDFN-EP (Single-Layer Board).....	8.5°C/W	TDFN-EP (Single-Layer Board).....	63°C/W
TDFN-EP (Multilayer Board).....	8.5°C/W	TDFN-EP (Multilayer Board).....	41°C/W

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.maximintegrated.com/jp/thermal-tutorial.

Electrical Characteristics

(V_{DD} = 4.5V to 36V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = 12V, T_A = +25°C) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY						
Supply Voltage	V _{DD}		4.5		36	V
Supply Current	I _{DD}	$\overline{\text{EN}}$ = low, M1/M2 not connected	f _{PWM/FWD} = 50kHz	1		mA
			No switching	0.5	1.2	
Shutdown Supply Current	I _{SHDN}	$\overline{\text{EN}}$ = high, driver is in shutdown	V _{DD} = 12V	3.7	10	μA
			V _{DD} = 36V	10	20	
Undervoltage Lockout Threshold	V _{UVLO}	V _{DD} rising	3.3	3.8	4.3	V
Undervoltage Lockout Threshold Hysteresis	V _{UVLO_HYST}			400		mV

Electrical Characteristics (continued)(V_{DD} = 4.5V to 36V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = 12V, T_A = +25°C) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DRIVER (M1, M2)						
Driver Output Resistance (High Side + Low Side)	R _{ON}	I _{M_} = 2.5A	T _J = +25°C	280	395	mΩ
			T _J = +125°C	410	580	
Driver Overload Current Limit	I _{M_OL}		3			A
M1, M2 Leakage Current	I _{M_LKG}	\overline{EN} = High, V _{M1} = V _{M2} = 0V or V _{DD}	-1		+1	μA
M1, M2 Body Diode Forward-Voltage	V _{BF}	Low-side diode, \overline{EN} = high, I _F = 2.5A			1.5	V
		High-side diode, \overline{EN} = high, I _F = 2.5A			1.5	
CURRENT REGULATION (SNS, COM)						
SNS Current Sense Threshold	V _{SNS_TH}	V _{SNS} rising (Note 3)	94	100	110	mV
SNS Input Leakage Current	I _{SNS_LKG}	V _{SNS} = ±250mV	-1		+1	μA
COM Leakage Current	I _{COM_LKG}	\overline{EN} = high, V _{COM} = ±250mV	-1		+1	μA
LOGIC SIGNALS (PWM, DIR, FWD, REV, \overline{EN}, \overline{FAULT})						
Input Logic-High Voltage	V _{IH}	FWD, REV, PWM, DIR	2			V
Input Logic-Low Voltage	V _{IL}	FWD, REV, PWM, DIR			0.8	V
\overline{EN} Input Logic-High Voltage	V _{EN_IH}		1.6			
\overline{EN} Input Logic-Low Voltage	V _{EN_IL}				0.4	
Input Leakage Current	I _{IL}	PWM, DIR, FWD, REV, \overline{EN} , V _{INPUT} = 5.5V or 0V	-1		+1	μA
\overline{FAULT} Output Low Voltage	V _{OL}	\overline{FAULT} asserted, I _{SINK} = 5mA			0.5	V
\overline{FAULT} Off Leakage Current	I _{F_LKG}	\overline{FAULT} deasserted, V _{\overline{FAULT}} = 5.5V	-1		+1	μA
PROTECTION						
Thermal-Shutdown Threshold	T _{SHDN}	Temperature rising, \overline{FAULT} asserted		+160		°C
Thermal-Shutdown Hysteresis	T _{SHDN_HYST}			10		°C

AC Electrical Characteristics

(V_{DD} = 4.5V to 36V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = 12V, T_A = +25°C) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PWM Frequency	f _{SW}	\overline{EN} = low	MAX14870, switching signal applied at PWM		50	kHz
			MAX14872, switching signal applied at FWD or REV		50	
Dead Time	t _{DEAD}			140		ns
M1, M2 Slew Rate	SR			200		V/μs
M1, M2 High-Side Propagation Delay	t _{PR}	R _L = 1kΩ, C _L = 50pF, PWM/FWD/DIR/REV rising, Figure 1		620		ns
M1, M2 Low-Side Propagation Delay	t _{PF}	R _L = 1kΩ, C _L = 50pF, PWM/FWD/DIR/REV falling, Figure 1		583		ns
Current Regulation Fixed Off-Time	t _{OFF}	PWM/FWD = high, \overline{EN} = low, V _{SNS} > V _{SNS_TH}	7.8	15	22	μs
Current Regulation Minimum On-Time	t _{CR_BL}	PWM/FWD = high, \overline{EN} = low, V _{SNS} > V _{SNS_TH}		2.5		μs
Overcurrent Blanking Time	t _{OC_BL}	M1/M2 is shorted to V _{DD} or GND, Figure 2		1		μs
Overcurrent Autoretry Timeout	t _{OC_TO}	PWM/FWD = high, \overline{EN} = low, I _M or I _{M2} > I _{M_OL} , Figure 2		2		ms
Enable Turn-On Delay	t _{EN_ON}	PWM/FWD = high, R _L = 1kΩ, C _L = 50pF, \overline{EN} falling, M1/M2 rising to 10%, Figure 3		23		μs
Enable Turn-Off Delay	t _{EN_OFF}	PWM/FWD = high, R _L = 1kΩ, C _L = 50pF, \overline{EN} rising, M1/M2 falling to 90%, Figure 3		50		μs

Note 2: All units are production tested at T_A = +25°C. Specifications over temperature are guaranteed by design.**Note 3:** V_{SNS_TH} is the threshold voltage to turn on current regulation.

テスト回路/タイミング図

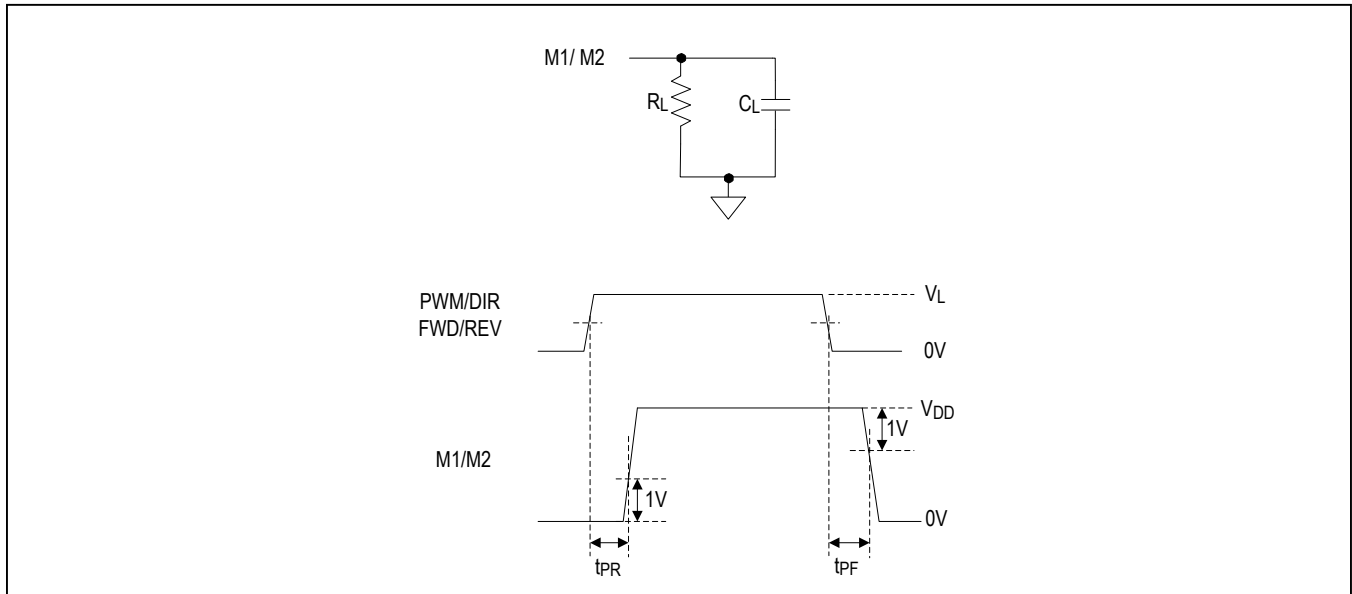


図 1. M1/M2 伝播遅延

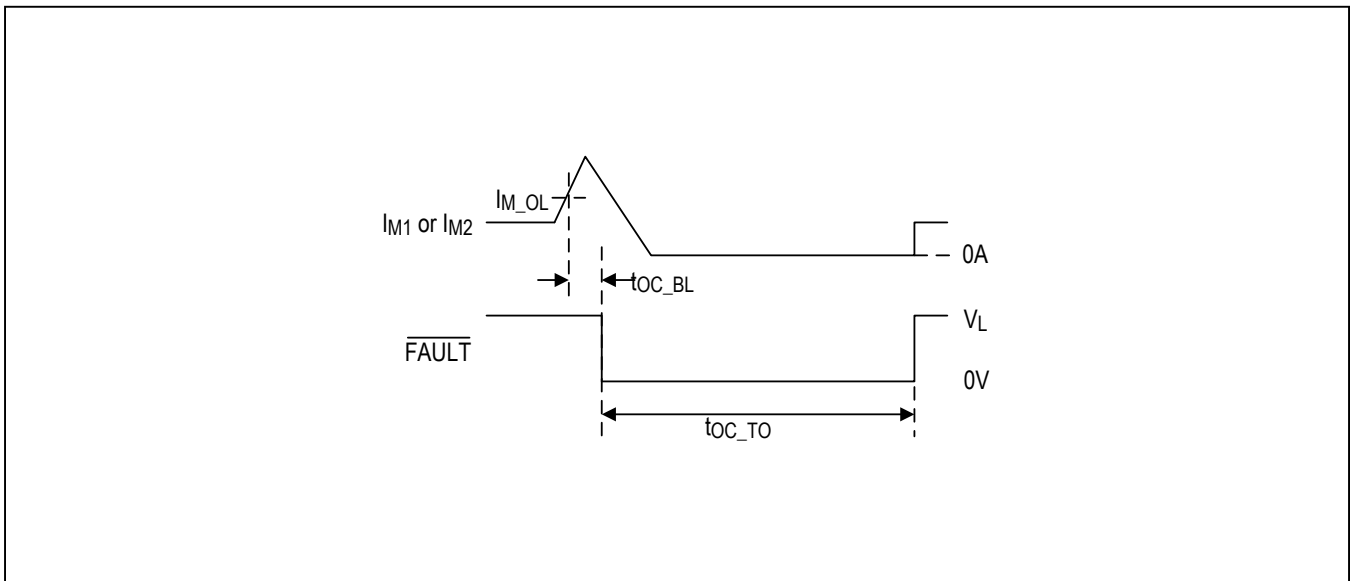


図 2. 過電流自動再試行タイムアウト

テスト回路/タイミング図(続き)

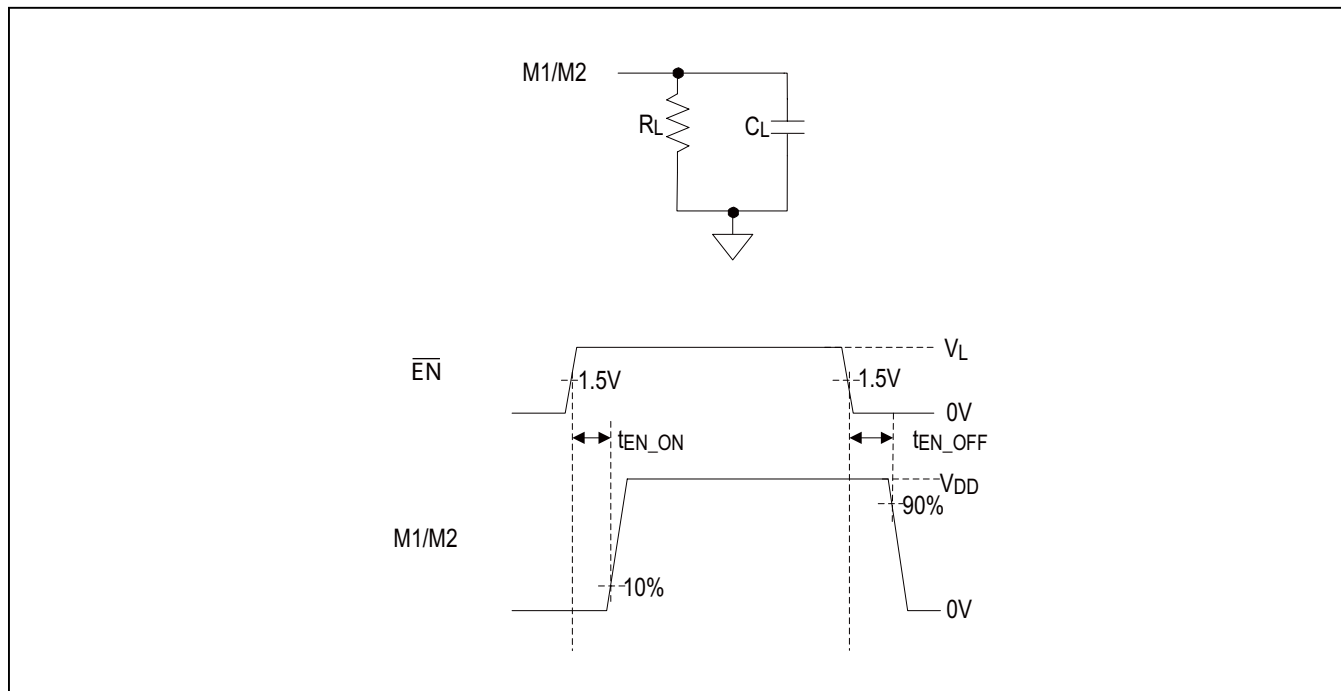
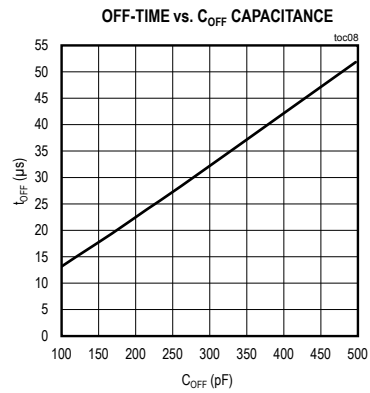
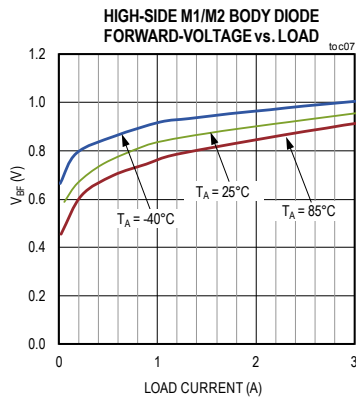
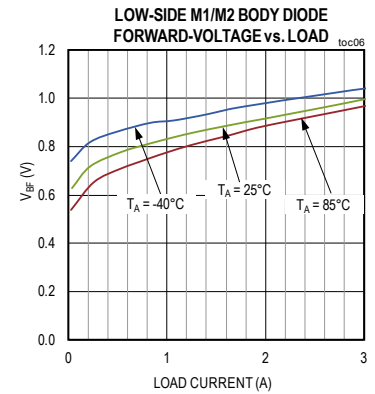
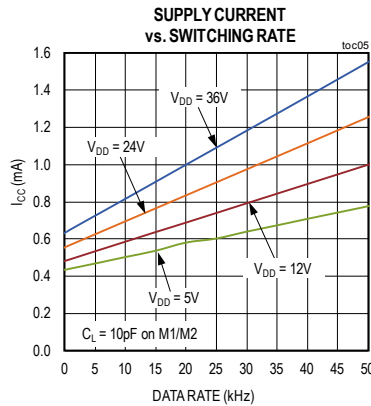
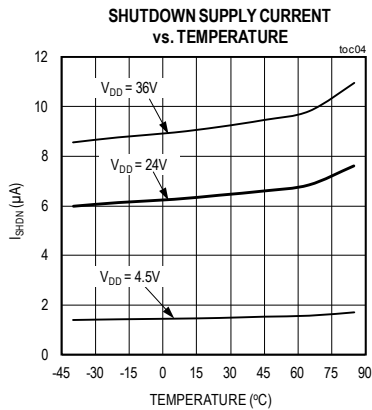
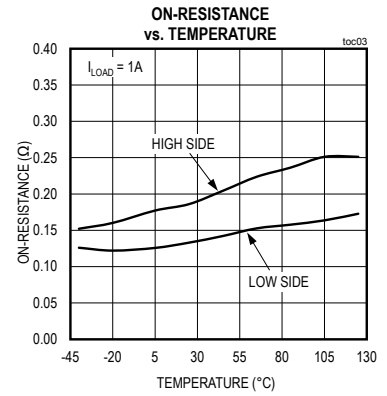
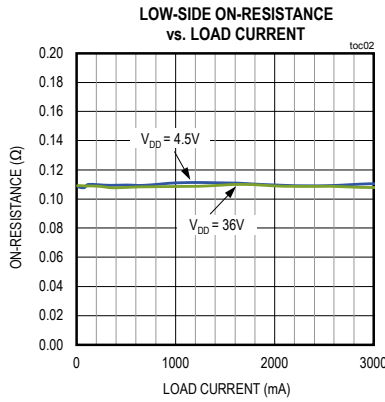
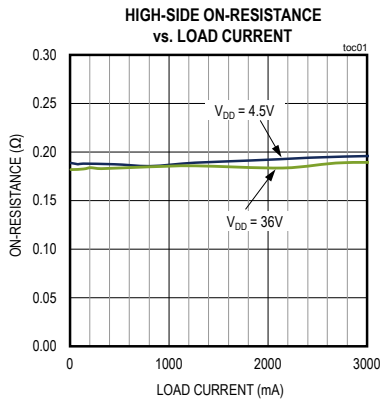


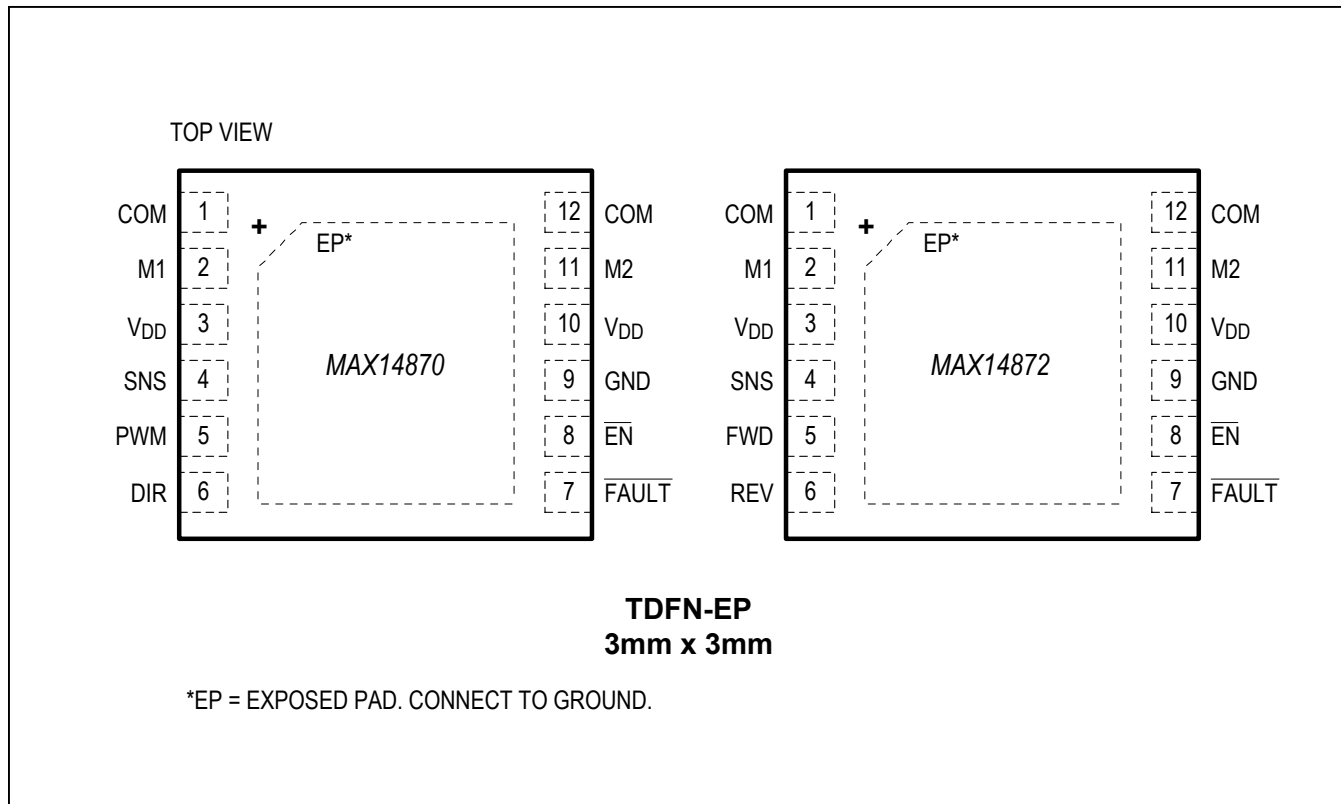
図 3. イネーブル/ディセーブル遅延

標準動作特性

($V_{DD} = 12V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



ピン配置



端子説明

端子		名称	機能
MAX14870	MAX14872		
1, 12	1, 12	COM	COM電流出力。内蔵の電流レギュレーションおよび/または外部電流制御を使用するには、COMとGND間に検出抵抗(R _{SENSE})を接続してください。両方のCOM端子を相互に接続してください。
2	2	M1	モータードライバ出力1。詳細については「機能表」を参照してください。
3, 10	3, 10	V _{DD}	電源入力。できる限りデバイスの近くに配置した1μFのセラミックコンデンサで、V _{DD} をGNDに接続してください。両方のV _{DD} 端子を相互に接続してください。
4	4	SNS	電流検出入力。電流レギュレーションをイネーブルする場合は、SNSをCOMに接続してください。電流レギュレーションをバイパスする場合は、SNSをGNDに接続してください。
5	—	PWM	PWM制御口ジック入力。MAX14870では、PWMとDIRでM1およびM2を制御します。詳細については「機能表」を参照してください。
6	—	DIR	方向制御口ジック入力。MAX14870では、PWMとDIRでM1およびM2を制御します。詳細については「機能表」を参照してください。
—	5	FWD	正転制御口ジック入力。MAX14872では、FWDとREVでM1およびM2を制御します。詳細については「機能表」を参照してください。
—	6	REV	逆転制御口ジック入力。MAX14872では、FWDとREVでM1およびM2を制御します。詳細については「機能表」を参照してください。

端子説明(続き)

端子		名称	機能
MAX14870	MAX14872		
7	7	FAULT	オープンドレイン、アクティブローのフォルト出力。過電流状態およびサーマルシャットダウン時、FAULTはローになります。
8	8	EN	アクティブローのイネーブル入力。ドライバ出力をイネーブルするには、ENをローに駆動してください。ドライバ出力を3ステートにするには、ENをハイに駆動してください。
9	9	GND	グラウンド
11	11	M2	モータードライバ出力2。詳細についてはMAX14870の機能表およびMAX14872の機能表を参照してください。
—	—	EP	エクスポーズドパッド。グラウンドに接続してください。

MAX14870の機能表

INPUTS				OUTPUTS		OPERATING MODE
EN	V _{SNS}	PWM	DIR	M1	M2	
1	X	X	X	High impedance	High impedance	Shutdown
0	< V _{SNS_TH}	0	X	GND	GND	Brake
0	< V _{SNS_TH}	1	0	GND	V _{DD}	Counterclockwise/reverse
0	< V _{SNS_TH}	1	1	V _{DD}	GND	Clockwise/forward
0	> V _{SNS_TH}	1	0	Switching	Switching	Current regulation
0	> V _{SNS_TH}	1	1	Switching	Switching	Current regulation

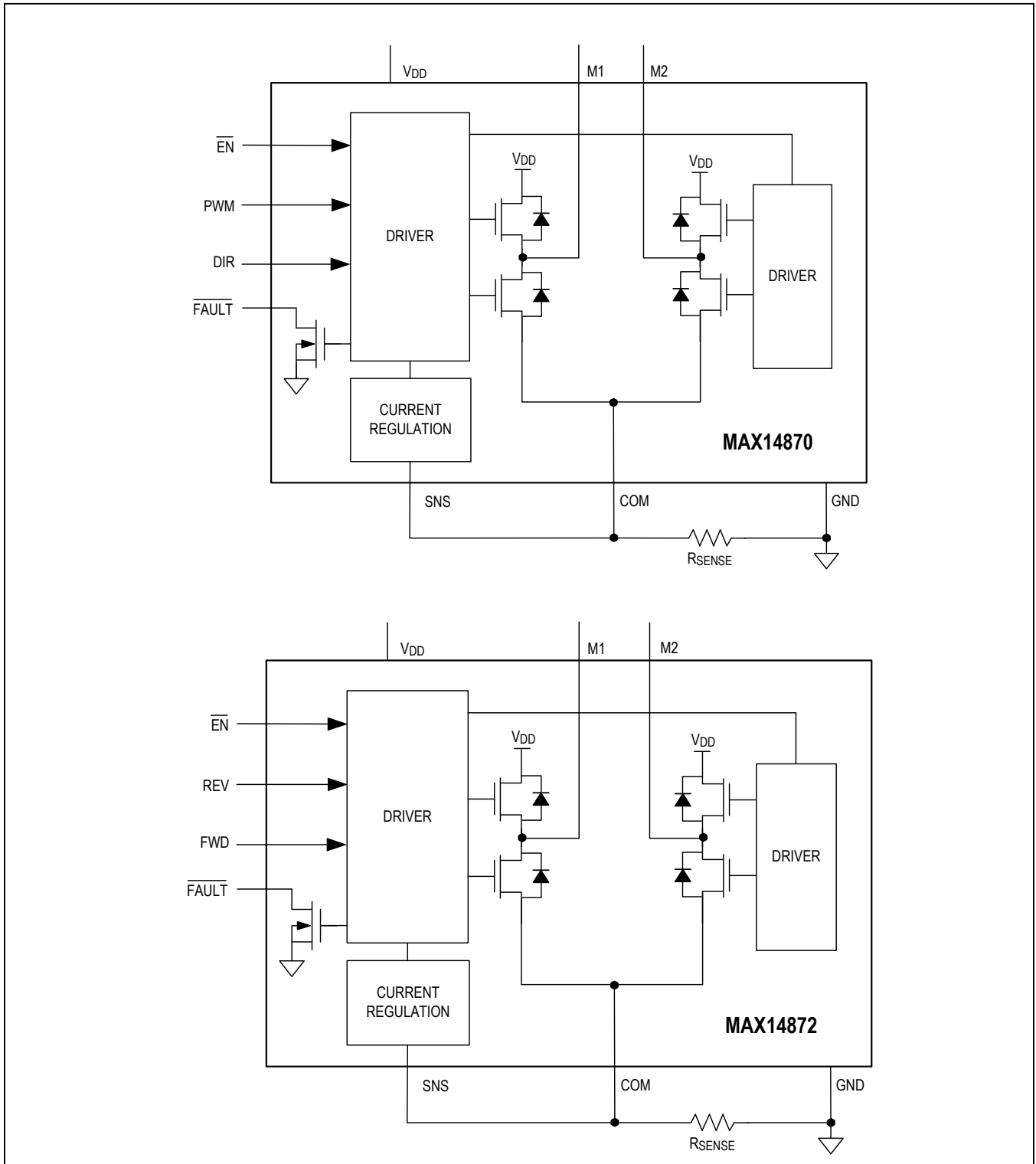
X = 任意

MAX14872の機能表

INPUTS				OUTPUTS		OPERATING MODE
EN	V _{SNS}	FWD	REV	M1	M2	
1	X	X	X	High impedance	High impedance	Shutdown
0	< V _{SNS_TH}	0	0	GND	GND	Brake
0	< V _{SNS_TH}	1	0	V _{DD}	GND	Forward
0	< V _{SNS_TH}	0	1	GND	V _{DD}	Reverse
0	< V _{SNS_TH}	1	1	High impedance	High impedance	Three-state
0	> V _{SNS_TH}	1	0	Switching	Switching	Current regulation
0	> V _{SNS_TH}	0	1	Switching	Switching	Current regulation

X = 任意

ファンクションダイアグラム



詳細

DCブラシモータードライバのMAX14870/MAX14872は、4.5V~36Vの電圧を使用するブラシモーターの駆動と制御のための低電力で柔軟なソリューションを提供します。最大2.5Aのピークモーター電流によって大きいモータートルクを確保し、外部PWM信号および/または内蔵の自律的電流レギュレーションによる制御が可能です。

MAX14870はPWMおよび方向制御入力を備え、MAX14872は方向制御用の正転および逆転入力を備えています。MAX14870の機能表およびMAX14872の機能表を参照してください。

チャージポンプなしの設計によって必要な外付け部品を最小限に抑え、低消費電流を実現します。

内蔵の電流レギュレーションによって、ピーク起動時モーター電流の制限が可能です。140ns (typ)のデッドタイムを備えた貫通電流保護によって、低動作電流を確保します。内蔵のフリーホイールダイオードは、誘導モーター電流を吸収します。FAULT出力は、熱過負荷および過電流を通知します。

過電流保護

MAX14870/MAX14872は、GNDへの短絡、V_{DD}への短絡、およびM1とM2間の短絡を含む、V_{DD}~GNDのあらゆる電圧へのM1/M2の短絡に対して、過電流制限を介して保護されています。6A (typ)以上の電流がM1またはM2を介して1μsより長い時間にわたって流れた場合、過電流状態が検出され、Hブリッジドライバが自動的にディセーブルされてFAULT出力がアサートされます。

過電流状態が過電流自動再試行タイムアウト(2ms (typ))より長い時間にわたって続いた場合、MAX14870/MAX14872は自動再試行モードに移行します。自動再試行モードでは、M1およびM2出力が1μs (typ)の間再イネーブルされ、FAULTがハイインピーダンスになります。過電流状態が継続していた場合、ドライバは再びディセーブルされ、FAULTが再びアサートされます。

PWM制御(MAX14870のみ)

PWM入力は、モーター速度/トルク制御に使用されます。PWMのデューティサイクルを増減することによって、モーターの端子間の実効(平均)電圧が設定され、1次速度制御が可能になります。

PWMがロジックハイのとき、モーターはDIRによって定義される方向に駆動されます。PWMがロジックローのとき、

ブリッジはブレーキモードになります。ブレーキモードでは、モーター電流は流れ続け、その誘導性インピーダンスとバックEMFによって、Hブリッジドライバのローサイドトランジスタを介して再循環します。

FWD/REV制御(MAX14872のみ)

FWD入力は、モーターの正転駆動/リレーのオンに使用されます。REV入力は、M1とM2の極性を反転させ、モーターの逆転駆動/リレーのオフを行います。

FWD/REV制御は、オプションでバイポーラモーター制御(M1とM2の両方スイッチング)またはユニポーラ制御(M1またはM2のみスイッチング)のいずれかの実装に使用することができます。

スロープ制御

MAX14871ドライバは、M1/M2の遷移時にアクティブスロープ制御を使用してオンおよびオフを行います。内蔵のスルーレート制限によって、高di/dtレートにともなうEMC(伝導および放射EMIなど)が低減されます。

サーマルシャットダウン

MAX14870/MAX14872は、熱過負荷に対する保護を内蔵しています。ジャンクション温度が160°C (typ)を超えると、Hブリッジは3ステートになり、M1およびM2はディセーブルされ、FAULTがアサートされます。

サーマルシャットダウン発生前にモーターが回転していた場合、モーターのインダクタンスによってM1およびM2の内蔵ダイオードを介して電流が流れ、モーターがFast Decayになり、V_{DD}の端子間に電圧が発生します。

ジャンクション温度が150°C (typ)に低下すると、M1およびM2は自動的に再イネーブルされます。

電流検出

動作時のモーター電流を監視するには、COMとGND間に検出抵抗(R_{SENSE})を接続します。検出抵抗を流れるモーター電流によって生成されるCOMの電圧がGNDに対して250mV以内(-250mV ≤ V_{COM} ≤ +250mV)に制限されるようにR_{SENSE}を選択してください。

寄生トレース相互接続抵抗に起因する電圧検出誤差を最小限に抑えるため、R_{SENSE}とGND間の直列トレース抵抗を最小化してください。MAX14870/MAX14872のGND端子とR_{SENSE}のGND側の間には、スターグランド接続を使用してください。電圧検出をR_{SENSE}の抵抗の近くに接続し、かつ/または差動電圧検出を使用してください。図4を参照してください。

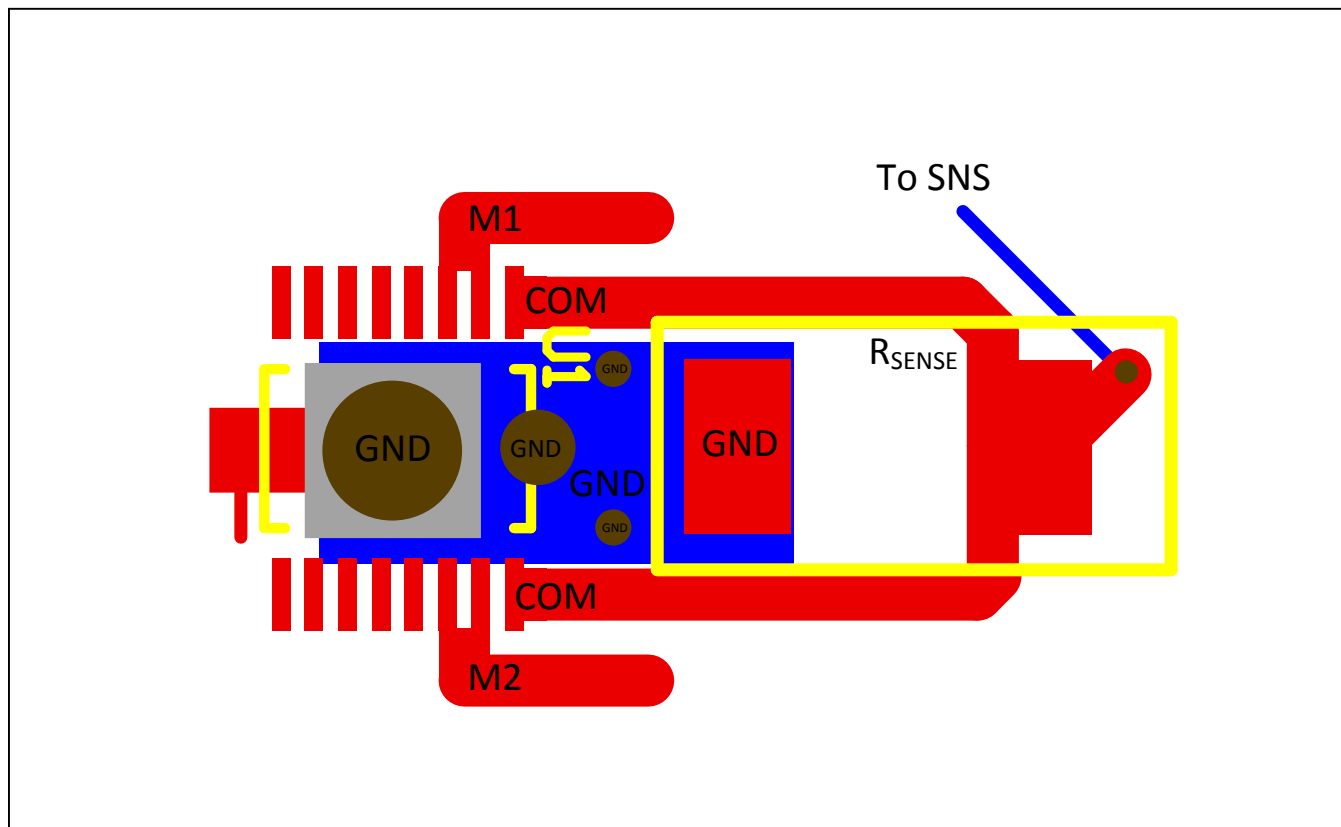


図 4. 高精度電流検出のためのレイアウト例

電流レギュレーション

MAX14870/MAX14872は、起動時電流を制限する電流レギュレーションを内蔵しています。レギュレーションは、モーター電流(I_M)が検出抵抗(R_{SENSE})によって定義される電流制限を超えた場合に設定されます。

$$I_{M_MAX} = 0.1V/R_{SENSE}$$

モーター電流が最大スレッショルドを超えると、Fast Decayのために固定時間($t_{OFF} = 15\mu s$)の間Hブリッジの駆動が逆転されます。 t_{OFF} 経過後、Hブリッジは通常動作に戻ります。

Fast Decayモード

モーター電流が設定されたスレッショルドを超えると、 $15\mu s$ (typ)の t_{OFF} 時間の間Hブリッジの極性が反転されます。これによって、モーターの端子間に $-V_{DD}$ が印加されるため、モーター電流がより高速で減衰します。モーター電流の減少はL/R時定数と1次の関係で、 $(V_{DD} + V_{EMF})$ に比例します。

t_{OFF} がモーターのL/R電氣的時定数より大きいと、モーター電流の方向が反転し、モーターが始動しなくなる可能性があることに注意してください。

Fast Decay時、モーターの誘導電流は外部 V_{DD} 電源を介して再循環し、それによって V_{DD} のバイパスコンデンサが充電されます。そのため、 t_{OFF} 遅延の間は R_{SENSE} 両端の電圧が負になります。

アプリケーション情報

レイアウトについて

重複している端子(COM端子および V_{DD} 端子)は、低抵抗のトレースを使用して相互に接続してください。レイアウトの推奨事項の詳細については、「[電流検出](#)」の項を参照してください。

電力について

MAX14870/MAX14872ドライバは、デバイスのパッケージが安全に消費可能な値より多くの電力を生成することができます。デバイスの総消費電力は、次式を使用して計算されます。

$$P_{TOTAL} = P_{DRIVER} + P_{SW} + P_D$$

ドライバ内で消費される電力は、次のように計算されます。

$$P_{DRIVER} = I_M^2 \times R_{ON}$$

ここで、 I_M はモーター電流で、 R_{ON} はハイサイドおよびローサイドFETのオン抵抗です。

P_{SW} はスイッチングの立上り/立下り時間にドライバによって生成される電力で、ブリッジの両方のアームを含みます。次式を使用して、 P_{SW} を計算してください。

$$P_{SW} = I_M \times 2 \times V_{DS} \\ = I_M \times 2 \times (1/2 \times V_{DD} \times f_{SW} \times t_r)$$

ここで、 I_M はモーター電流、 t_r はドライバ出力の200ns (typ)の立上りまたは立下り時間、 f_{SW} はスイッチング周波数です。

内蔵ダイオードも、スイッチング時に電力を消費します。ダイオードで消費される電力は、次のように計算してください。

$$P_D = I_M \times 2 \times V_{BF} \times t_{DEAD} \times f_{SW}$$

電流レギュレーションなしの動作

内部または外部電流レギュレーションなしでMAX14870/MAX14872を動作させる場合は、SNSをGNDに直接接続してください。この構成の場合、検出抵抗は不要です。

外部電流レギュレーションによる動作

制御ループ内で検出抵抗フィードバックを使用して外部PWMレギュレーションによってモーター電流を制御することが可能です。MAX14870/MAX14872の内蔵の電流レギュレーション回路をディセーブルして外部レギュレーションを使用する場合は、SNSをグランドに直接接続してください。

Fast Decay制御を使用する場合、Hブリッジの方向が反転されるときにCOMの電圧が負のパルスになることに注意してください。

外付けコンデンサの使用

マキシムは、モーター端子両端に外付けコンデンサを使用することを推奨しません。Hブリッジの出力間に容量が追加されることによって、Hブリッジで消費される電力が次式の値だけ増大します。

$$P_D = V_{DD}^2 \times C \times f_{SW}$$

ここで、 C はM1/M2両端の容量、 f_{SW} はM1/M2のスイッチング周波数です。この電力が、十分な理由なしに消費されることとなります。

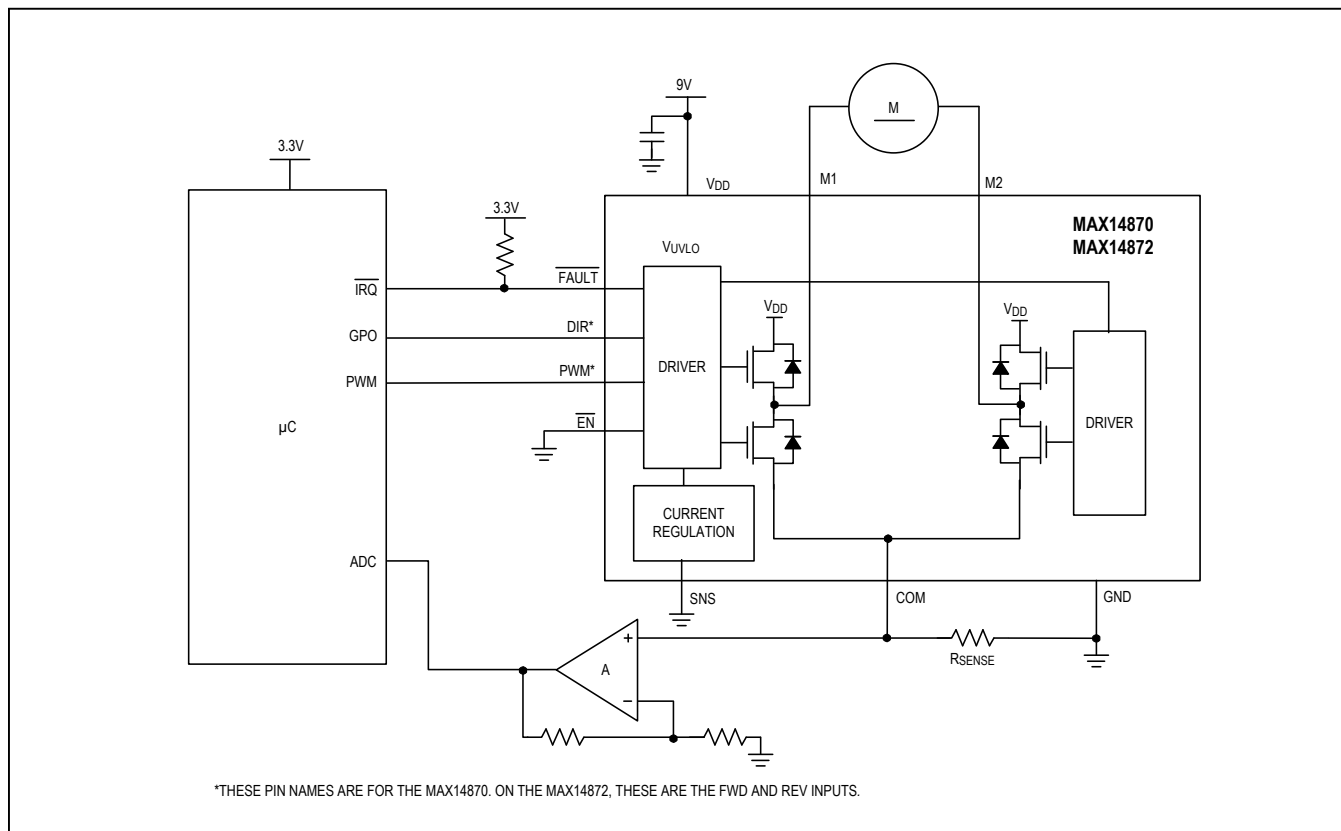


図 5. 外部電流レギュレーションによる動作

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX14870ETC+	-40°C to +85°C	12 TDFN-EP
MAX14872ETC+	-40°C to +85°C	12 TDFN-EP

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

*EP = エクスポートパッド

パッケージ

最新のパッケージ図面情報およびランドパターン(フットプリント)は www.maximintegrated.com/jp/packaging を参照してください。なお、パッケージコードに含まれる「+」、「#」、または「-」はRoHS対応状況を表したものでしかありません。パッケージ図面はパッケージそのものに関するものでRoHS対応状況とは関係がなく、図面によってパッケージコードが異なることがある点に注意してください。

パッケージ タイプ	パッケージ コード	外形図 No.	ランド パターンNo.
12 TDFN-EP	TD1233+1	21-0664	90-0397

チップ情報

PROCESS: BiCMOS

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	9/14	初版	—



マキシム・ジャパン株式会社 〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F TEL: 03-6893-6600

Maxim Integratedは完全にMaxim Integrated製品に組み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。Maxim Integrated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。「Electrical Characteristics (電気的特性)」の表に示すパラメータ値(min、maxの各制限値)は、このデータシートの他の場所で引用している値より優先されます。