



MAX22205

電流検出機能を内蔵した
65V、7.6A 大電流シングルHブリッジ

概要

MAX22205は、大電流65V、7.6A_{MAX}のHブリッジを内蔵しており、ブラシ付きDCモータを1台、またはハーフ・ステッピングモータを1台駆動できます。HブリッジFETは、インピーダンスが非常に低いため、駆動効率が高く、発熱を抑えられます。代表的な合計R_{ON}（ハイサイド+ローサイド）は0.15Ωです。Hブリッジは、2つのロジック入力（DINA、DINB）でPWM制御が可能です。第3のイネーブル（EN）ロジック入力を使用すれば、出力を高インピーダンスに設定しモータを惰性回転させることができます。

MAX22205は、正確な電流駆動レギュレーション（CDR）機能をオプションで備えており、ブラシ付きDCモータの始動電流の制限や、ステッピング動作の相電流の制御に使用できます。ブリッジ出力電流は、非散逸性の内蔵電流検出機能（ICS）によって検出され、次いで、目的のスレッシュホールド電流と比較されます。ブリッジ電流がスレッシュホールド（I_{TRIP}）を超えると直ちに、デバイスは固定オフ時間（t_{OFF}）の間、強制的に減衰を行います。非散逸性のICSは、この機能に通常必要となる大きな外付け電力抵抗が不要になるため、外付け検出抵抗をベースとする主流のアプリケーションと比較して、スペースおよび電力の大幅な節減を実現します。内部検出したモータ電流に比例する電流がアナログ・ピン（ISENA、ISENB）に出力されるため、電流をモニタできます。また、内蔵の電流レギュレーションによりドライバが制御されるたびにドライバを制御するたびに1つのオープンドレイン出力（CDRピン）がアサートされるため、内部電流ループの動作をモニタできます。

Hブリッジごとの最大出力電流はI_{MAX}=7.6A_{MAX}で、これは過電流保護（OCP）によって制限されます。このデバイスは、適切なPCBグラウンド・プレーンにより放熱が確保された状態で、V_M=+24V、T_A=25°Cの場合に、最大4A_{RMS}を供給できます。電流能力は、PCBの熱特性（PCBグラウンド・プレーン、ヒートシンク、空冷など）によって異なります。

MAX22205は、過電流保護（OCP）、サーマル・シャットダウン（TSD）、低電圧ロックアウト（UVLO）の機能を備えています。オープンドレインのアクティブ・ロー $\overline{\text{FAULT}}$ ピンは、フォルト状態が検出されるたびにアクティブになります。サーマル・シャットダウン時および低電圧ロックアウト時には、通常動作条件に回復するまで、すべてのチャンネルがディスエーブルされます。

MAX22205は、5mm×7mmの小型TQFN38パッケージを採用しています。

アプリケーション

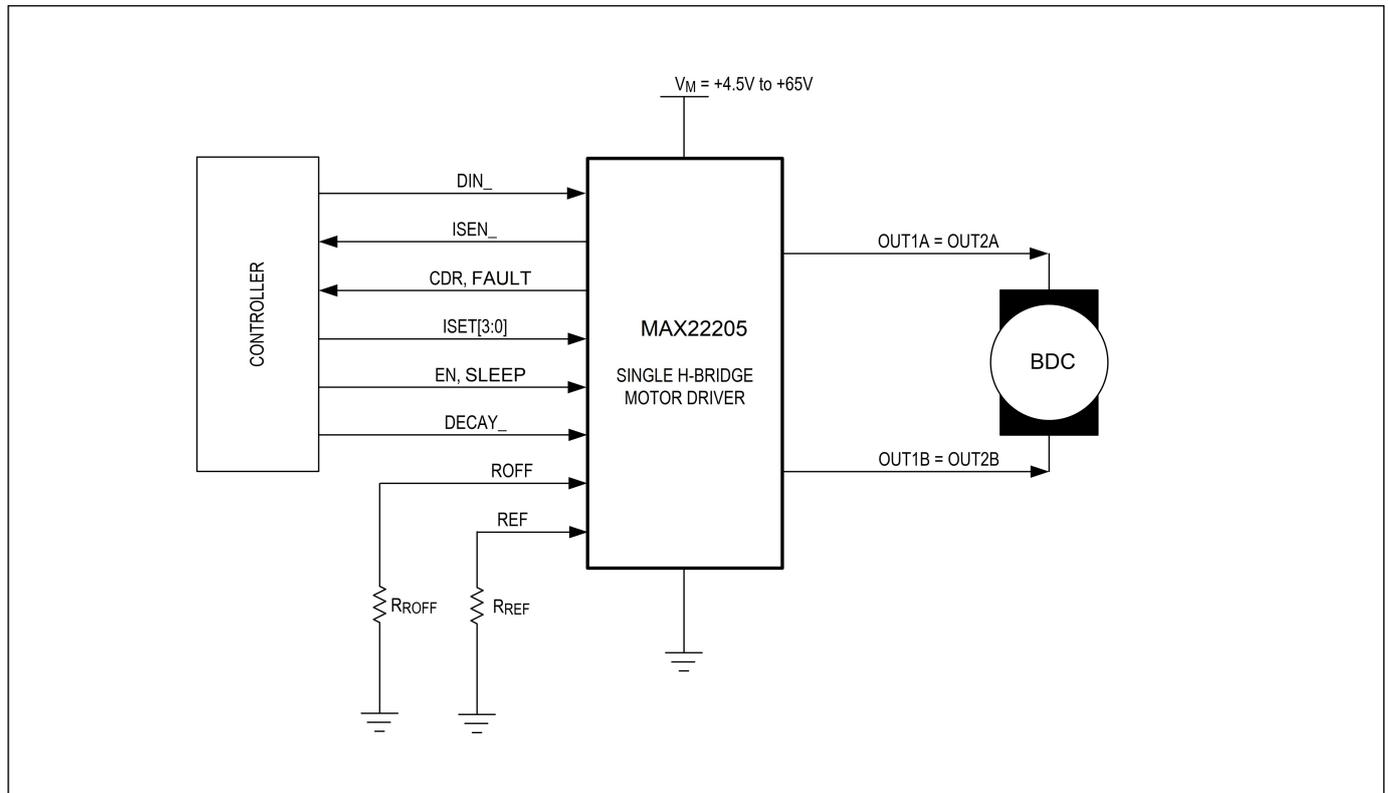
- ブラシ付きDCモータ・ドライバ
- ステッピングモータ・ドライバ
- ソレノイド・ドライバ
- ラッチ式バルブ

型番はデータシート末尾に記載されています。

特長と利点

- 電圧定格が+65Vの1つのHブリッジ
 - 合計R_{DS(ON)}（ハイサイド+ローサイド）：150mΩ（代表値、T_A=25°C）
- Hブリッジあたりの電流定格（代表値、25°C）：
 - I_{MAX}=7.6A_{MAX}（容量性負荷を駆動するための衝撃電流）
 - I_{FS}=6A（内部電流駆動レギュレーション用の最大フルスケール電流設定値）
 - I_{RMS}=4A_{RMS}（T_A=25°C、V_M=+24V）
- 内蔵電流制御
 - 外付け抵抗で設定可能なフルスケールDAC電流
 - 内蔵電流検出機能（ICS）により、大きな外付け抵抗が不要になり、効率が向上
 - 電流駆動レギュレーション・モニタ出力ピン（CDRピン）
 - 内蔵のDACが出力電流レベルを16通りの値のいずれかに設定
 - 複数の減衰モード（低速、混合、高速）
 - 外付け抵抗で設定可能な固定OFF時間
- 電流検出出力（電流モニタ）
- フォルト・インジケータ・ピン（ $\overline{\text{FAULT}}$ ）
- 保護機能
 - チャンネルごとの過電流保護（OCP）
 - 低電圧ロックアウト（UVLO）
 - サーマル・シャットダウンT_J=155°C（TSD）
- 5mm×7mmのTQFN38パッケージ（将来的に4.4mm×9.7mmのTSSOP38パッケージを提供予定）

簡略化したブロック図



目次

概要.....	1
アプリケーション.....	1
特長と利点.....	1
簡略化したブロック図.....	2
絶対最大定格.....	6
パッケージ情報.....	6
TQFN 38 – 5mm × 7mm.....	6
電気的特性.....	6
ピン配置.....	9
ピン配置.....	9
端子説明.....	9
機能図.....	11
詳細.....	12
スリープ・モード (SLEEPピン).....	12
PWM 制御.....	12
電流検出出力 (CSO) – 電流モニタ.....	13
電流駆動レギュレーション.....	15
内蔵電流検出 (ICS).....	15
フルスケール電流の設定 – ピン REF.....	15
ブリッジ電流制御.....	15
固定オフ時間 (toFF) の設定.....	16
CDR オープンドレイン出力.....	16
動作モード.....	17
減衰モードの設定.....	18
保護機能.....	18
過電流保護 – (OCP).....	18
サーマル・シャットダウン保護 (TSD).....	19
低電圧ロックアウト保護 (UVLO).....	19
型番.....	20
改訂履歴.....	21

図一覧

図 1. ISEN 電流	14
図 2. CDR モニタ・タイミング図	17
図 3. オン時の電流経路と各種減衰モード	18

表一覧

表 1. MAX22205 の真理値表	12
表 2. Hブリッジ ISET ピンの真理値表	15
表 3. 減衰モードの真理値表	18

絶対最大定格

$V_M \sim GND$	-0.3V ~ +70V	$ROFF \sim GND$	-0.3V ~ min (+2.2V, $V_{DD} + 0.3V$)
$V_{DD} \sim GND$	-0.3V ~ min (+2.2V, $V_M + 0.3V$)	$ISEN_ \sim GND$	-0.3 ~ min (+2.2V, $V_{DD} + 0.3V$)
$PGND \sim GND$	-0.3V ~ +0.3V	$DIN_ \sim GND$	-0.3V ~ 6V
$OUT_$	-0.3V ~ $V_M + 0.3V$	$EN \sim GND$	-0.3V ~ 6V
$V_{CP} \sim GND$	$V_M - 0.3V \sim \min (+74V, V_M + 6V)$	$DECAY_ \sim GND$	-0.3V ~ 6V
$C_{P2} \sim GND$	$V_M - 0.3V \sim V_{CP} + 0.3V$	$SLEEP \sim GND$	-0.3V ~ min (+70V, $V_M + 0.3V$)
$C_{P1} \sim GND$	-0.3V ~ $V_M + 0.3V$	動作温度範囲	-40°C ~ 125°C
$\overline{FAULT} \sim GND$	-0.3V ~ 6V	ジャンクション温度	+150°C
$CDR \sim GND$	-0.3V ~ 6V	保存温度範囲	-65°C ~ +150°C
$ISET_ \sim GND$	-0.3V ~ 6V	はんだ処理温度 (リフロー)	260°C
$REF \sim GND$	-0.3V ~ min (+2.2V, $V_{DD} + 0.3V$)		

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。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

パッケージ情報

TQFN 38 – 5mm × 7mm

Package Code	T3857-1C
Outline Number	21-0172
Land Pattern Number	90-0076
Thermal Resistance, Single-Layer Board:	
Junction to Ambient (θ_{JA})	38°C/W
Junction to Case (θ_{JC})	1°C/W
Thermal Resistance, Four-Layer Board:	
Junction to Ambient (θ_{JA})	28°C/W
Junction to Case (θ_{JC})	1°C/W

最新のパッケージ外形図とランド・パターン（フットプリント）に関しては、www.maximintegrated.com/packages で確認してください。パッケージ・コードの「+」、「#」、「-」はRoHS対応状況のみを示します。パッケージ図面は異なる末尾記号が示されている場合がありますが、図面はRoHS状況に関わらず該当のパッケージについて図示しています。

パッケージの熱抵抗は、JEDEC規格 JESD51-7に記載の方法で4層基板を使用して求めたものです。パッケージの熱に対する考慮事項の詳細については、www.maxim-ic.com/thermal-tutorial を参照してください。

電気的特性

($V_M = +4.5V \sim +65V$, $R_{ROFF} = 15k\Omega \sim 120k\Omega$, $R_{REF} = 13k\Omega \sim 60k\Omega$, 制限値は $T_A = +25^\circ C$ で100%テストされています。動作温度範囲における制限値は設計および特性評価によって裏付けられています。代表値は $V_M = 36V$ および $T_A = +25^\circ C$ での値です。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLY						
Supply Voltage Range	V_M		4.5		65	V
Sleep Mode Current consumption	I_{VM}	$\overline{SLEEP} = \text{logic low}$			20	μA
Quiescent Current Consumption	I_{VM}	$\overline{SLEEP} = \text{logic high}$			5	mA
1.8V Regulator Output Voltage	V_{VDD}	$V_M = +4.5V$, $I_{LOAD} = 20mA$		1.8		V
V_{DD} Current Limit	$I_{VDD(LIM)}$	V_{DD} shorted to GND	18			mA
Charge Pump Voltage	V_{CP}			$V_M + 2.7$		V

電気的特性 (続き)

($V_M = +4.5V \sim +65V$ 、 $R_{ROFF} = 15k\Omega \sim 120k\Omega$ 、 $R_{REF} = 13k\Omega \sim 60k\Omega$ 、制限値は $T_A = +25^\circ C$ で 100%テストされています。
動作温度範囲における制限値は設計および特性評価によって裏付けられています。代表値は $V_M = 36V$ および $T_A = +25^\circ C$ での値です。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LOGIC LEVEL INPUTS-OUTPUTS						
Input Voltage Level - High	V_{IH}		1.2			V
Input Voltage Level - Low	V_{IL}				0.65	V
Input Hysteresis	V_{HYS}			110		mV
Pulldown Current	I_{PD}	Logic supply (V_L) = +3.3V	16	34	60	μA
Open-Drain Output Logic-Low Voltage	V_{OL}	$I_{LOAD} = 5mA$			0.4	V
Open-Drain Output Logic-High Leakage Current	I_{OH}	$V_{PIN} = +3.3V$	-1		1	μA
\overline{SLEEP} Voltage Level High	$V_{IH}(\overline{SLEEP})$		0.9			V
\overline{SLEEP} Voltage Level Low	$V_{IL}(\overline{SLEEP})$				0.6	V
\overline{SLEEP} Pulldown Input Resistance	$R_{PD}(\overline{SLEEP})$		0.8	1.5		M Ω
OUTPUT SPECIFICATIONS						
Output ON-Resistance Low-Side	R_{onLS}	OUT1A = OUT1B, OUT2A = OUT2B		0.075	0.15	Ω
Output ON-Resistance High-Side	R_{onHS}	OUT1A = OUT1B, OUT2A = OUT2B		0.075	0.15	Ω
Output Leakage	I_{LEAK}	Driver OFF	-20		+20	μA
Dead Time	t_{DEAD}			100		ns
Output Slew Rate	SR			300		V/ μs
PROTECTION CIRCUITS						
Overcurrent Protection Threshold	OCP		7.6			A
Overcurrent Protection Blanking Time	t_{OCP}			2.2	3.5	μs
Autoretry OCP Time	t_{RETRY}			3		ms
UVLO Threshold on V_M	UVLO	V_M rising	3.75	4	4.25	V
UVLO Threshold on V_M Hysteris	UVLO _{HYS}			0.12		V
Thermal Protection Threshold Temperature	T_{SD}			155		$^\circ C$
Thermal Protection Temperature Hysteresis	T_{SD_HYST}			20		$^\circ C$
CURRENT REGULATION						
REF Pin Resistor Range	R_{REF}		12		60	k Ω
REF Output Voltage	V_{REF}			900		mV

電气的特性 (続き)

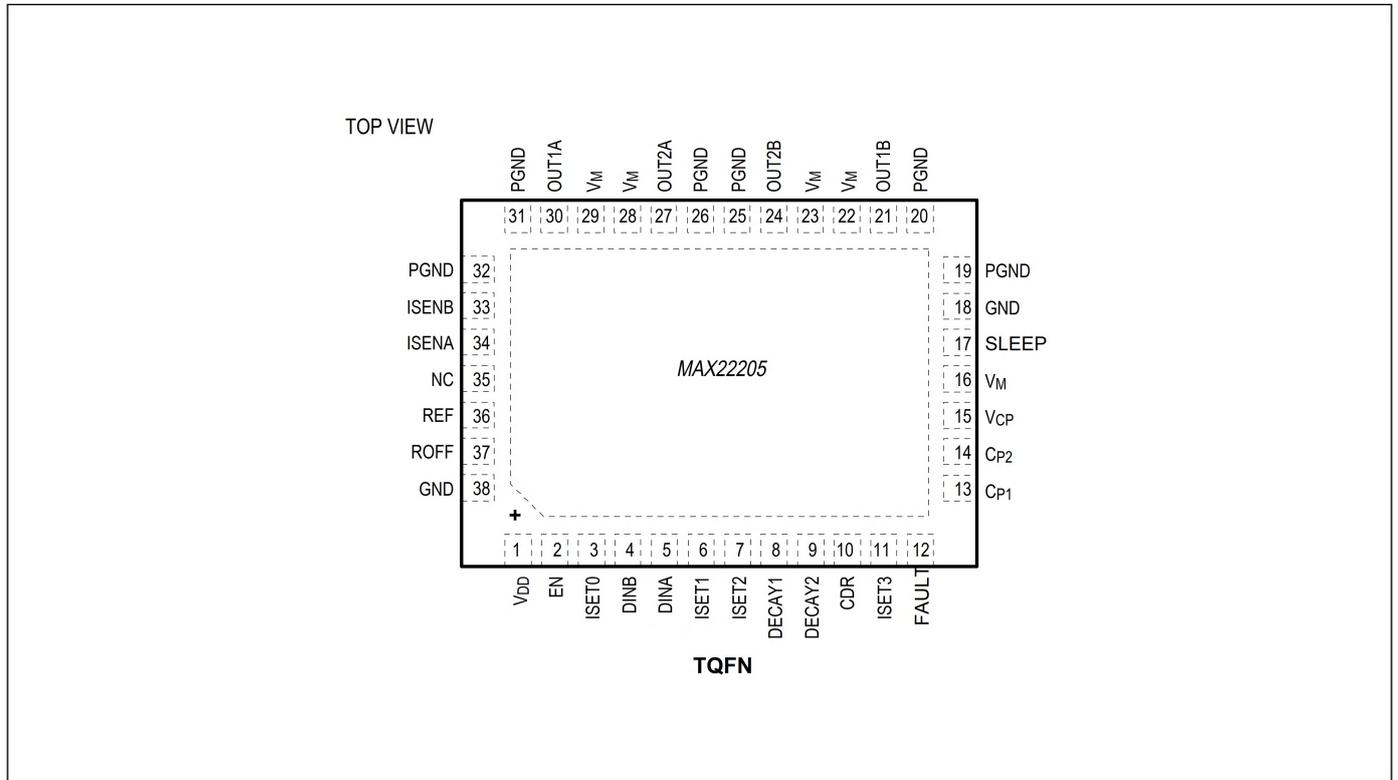
($V_M = +4.5V \sim +65V$ 、 $R_{ROFF} = 15k\Omega \sim 120k\Omega$ 、 $R_{REF} = 13k\Omega \sim 60k\Omega$ 、制限値は $T_A = +25^\circ C$ で 100%テストされています。
動作温度範囲における制限値は設計および特性評価によって裏付けられています。代表値は $V_M = 36V$ および $T_A = +25^\circ C$ での値です。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Full-Scale Current Constant	KIFS				72		KV
Current Trip Regulation Accuracy	DITRIP1	$I_{FS} = 6A$ (Note 1)	I_{TRIP} from 2.2A to 6A	-6		+6	%
	DITRIP2		I_{TRIP} from 1A to 2.2A	-10		+10	
Fixed OFF – Time Internal	t_{OFF}	R_{OFF} shorted to V_{DD}		16	20	24	μs
Fixed OFF – Time Constant	KTOFF	R_{ROFF} from 15K Ω to 120K Ω			0.667		$\mu s/k\Omega$
PWM Blanking time	t_{BLK}				2.5		μs
CURRENT SENSE MONITOR							
ISEN_ Voltage Range	V_{ISEN}	Voltage Range at Pin ISEN_		0		1.1	V
Current Monitor Scaling Factor	KISEN	See the I_{SEN} Output Current Equation in the Current Sense Output (CSO) - Current Monitor Section.			7500		A/A
Current Monitor Accuracy	DKISEN ₁	$I_{FS} = 6A$ (Note 1)	I_{TRIP} from 2.2A to 6A	-5		+5	%
	DKISEN ₂		I_{TRIP} from 1A to 2.2A	-10		+10	
Settling Time	t_S	$I_{FS} = I_{MAX}$			0.5		μs
FUNCTIONAL TIMINGS							
Sleep Time	t_{SLEEP}	$\overline{SLEEP} = 1$ to OUT_+ tristate			40		μs
Wakeup Time From Sleep	t_{WAKE}	$\overline{SLEEP} = 0$ to normal operation				2.7	ms

Note 1 : これらの仕様については出荷テストを行っていませんが、設計により裏付けられています。

ピン配置

ピン配置



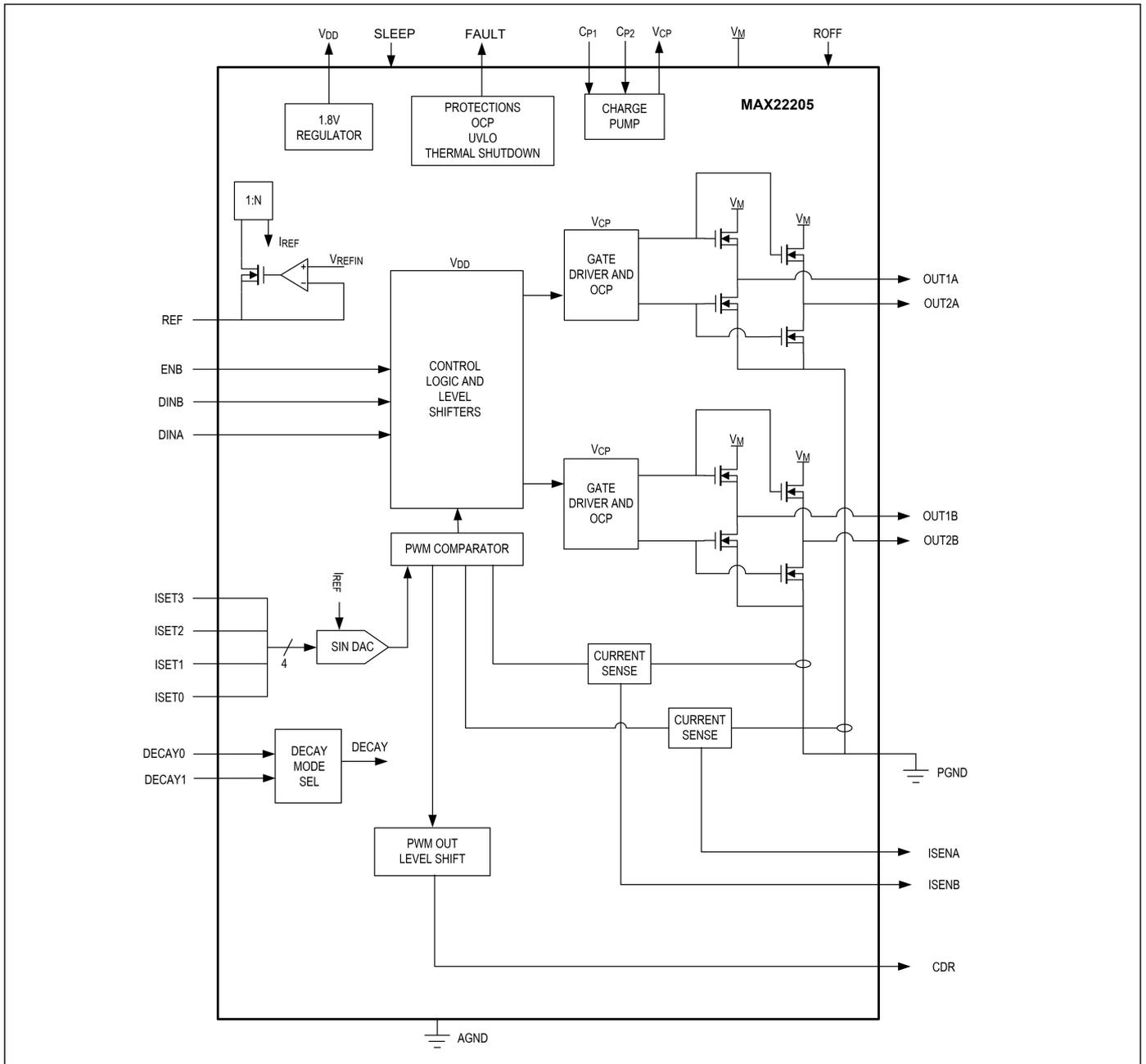
端子説明

ピン	名称	説明	タイプ
16, 22, 23, 28, 29	V_M	電源電圧入力。少なくとも $1\mu\text{F}$ の SMD と $10\mu\text{F}$ の電解バイパス・コンデンサを GND との間に接続します。アプリケーションの条件に応じて、数値のより高いものを使用できます。	Supply
15	V_{CP}	チャージ・ポンプ出力。5V、 $1\mu\text{F}$ のコンデンサを、 V_{CP} と V_M の間でデバイスにできるだけ近付けて接続します。	Output
13	C_{P1}	チャージ・ポンプ・フライング・コンデンサの 1 番ピン。 V_M 定格の 22nF のコンデンサを C_{P1} と C_{P2} の間でデバイスにできるだけ近付けて接続します。	Output
14	C_{P2}	チャージ・ポンプ・フライング・コンデンサの 2 番ピン。 V_M 定格の 22nF のコンデンサを C_{P1} と C_{P2} の間でデバイスにできるだけ近付けて接続します。	Output
1	V_{DD}	1.8V LDO 出力。5V、 $2.2\mu\text{F}$ を GND との間でデバイスに近付けて接続します。	Analog Output
17	$\overline{\text{SLEEP}}$	アクティブ・ロー・スリープ・ピン。	Logic Input
21, 24, 27, 30	OUT_-	ドライバ出力ピン。幅広の低抵抗 PCB パターンを用いて、OUT1A と OUT2A を接続し、また、OUT1B と OUT2B を接続します。	Output
12	$\overline{\text{FAULT}}$	オープンドレイン出力のアクティブ・ロー・フォルト・インジケータ。 $2\text{k}\Omega$ の抵抗をコントローラの電源電圧に接続します。	Open Drain Output
33, 34	ISEN_-	電流検出出力モニタ。抵抗を GND に接続します（ 電流検出出力 のセクションを参照）。	Output

端子説明 (続き)

ピン	名称	説明	タイプ
2	EN	ロジック入力ピン。イネーブル・ピン。	Logic Input
4, 5	DIN_	CMOS PWM 入力。	Logic Input
8, 9	DECAY_	ロジック入力。減衰モードを設定します。	Logic Input
3, 6, 7, 11	ISET_	プログラマブル電流ロジック入力。	Logic Input
10	CDR	オープンドレイン出力の電流駆動レギュレータ。プルアップ抵抗をコントローラの電源電圧に追加します。プルアップ抵抗の値は、アプリケーションの条件によって異なります。ほとんどのアプリケーションで、1k Ω ~5k Ω の値が条件を満たします。	Open Drain Output
36	REF	プログラマブル電流アナログ入力。REF と GND の間に抵抗を接続して、フルスケール電流を設定します。	Analog Input
37	ROFF	t _{OFF} プログラマブル・オフ時間ピン。ROFF を V _{DD} に接続すると、内部の固定 t _{OFF} 時間を使用できます。抵抗 R _{ROFF} を ROFF と GND の間に接続すると、固定オフ時間を目的の値に設定できます。	Analog Input
18, 38	GND	アナログ・グラウンド。グラウンド・プレーンに接続します。	GND
19, 20, 25, 26, 31, 32	PGND	電源 GND。グラウンド・プレーンに接続します。	GND
EP	EP	露出パッド。GND に接続します。	GND

機能図



詳細

MAX22205 は、大電流の 65V、7.6A_{MAX} Hブリッジを内蔵しています。ブラシ付き DC モータ 1 台、またはハーフ・ステッピング・モータ 1 台の駆動に使用できます。Hブリッジ FET は、インピーダンスが非常に低いため、駆動効率が高く、発熱を抑えられます。代表的な合計 R_{ON} (ハイサイド+ローサイド) は 0.15Ω です。Hブリッジは、2つのロジック入力 (DINA、DINB) で個別に PWM 制御が可能です。第 3 のイネーブル (EN) ロジック入力を使用すれば、出力を高インピーダンスに設定してモータを惰性回転させることができます。

MAX22205 は、正確な電流駆動レギュレーション (CDR) 機能をオプションで備えており、ブラシ付き DC モータの始動電流の制限や、ステッピング動作の相電流の制御に使用できます。ブリッジ出力電流は、非散逸性の内蔵電流検出機能 (ICS) によって検出され、次いで、目的のスレッシュホールド電流と比較されます。ブリッジ電流がスレッシュホールド (I_{TRIP}) を超えると直ちに、デバイスは固定オフ時間 (t_{OFF}) の間、強制的に減衰を行います。

非散逸性の ICS は、この機能に通常必要となる大きな外付け電力抵抗が不要になるため、外付け検出抵抗をベースとする主流のアプリケーションと比較して、スペースおよび電力の大幅な節減を実現します。内部検出したモータ電流に比例する電流がアナログ・ピン (ISENA、ISENB) に出力されるため、電流をモニタできます。また、内蔵の電流レギュレーションによりドライバが制御されるたびに 1 つのオープンドレイン出力 (CDR ピン) がアサートされるため、内部電流ループの動作をモニタできます。

Hブリッジごとの最大出力電流は I_{MAX} = 7.6A_{MAX} で、これは過電流保護 (OCP) によって制限されます。このデバイスは、適切な PCB グランド・プレーンにより放熱が確保された状態で、V_M = +24V、T_A = 25°C の場合に、最大 4A_{RMS} を供給できます。電流能力は、PCB の熱特性 (PCB グランド・プレーン、ヒートシンク、空冷など) によって異なります。

MAX22205 は、過電流保護 (OCP)、サーマル・シャットダウン (TSD)、低電圧ロックアウト (UVLO) の機能を備えています。オープンドレインのアクティブ・ロー $\overline{\text{FAULT}}$ ピンは、フォルト状態が検出されるたびにアクティブになります。サーマル・シャットダウン時および低電圧ロックアウト時には、通常動作条件に回復するまで、すべてのチャンネルがディスエーブルされます。

MAX22205 は、5mm × 7mm の小型 TQFN38 パッケージを採用しています。

スリープ・モード (SLEEP ピン)

このピンをローに駆動すると、最小消費電力モードになります。出力はすべてトライステートになり、内部回路はバイアス・オフされます。チャージ・ポンプもディスエーブルになります。プルダウン抵抗が SLEEP と GND の間に接続されているため、このピンがアクティブに駆動されていないときは常に、デバイスは確実にディスエーブルになります。このモードは可能な限り消費電力を最小限に抑えます。スリープ・モードから通常動作モードへの復帰には、最長で 2.7ms を要します。

PWM 制御

OUT1A と OUT2A を外部接続し、OUT1B と OUT2B を外部接続する必要があります。

デバイスがイネーブル状態 (EN = ロジック・ハイ) で Hブリッジ電流が設定された電流制限値未満である場合、平均出力電圧は、PWM 手法を用いて DINA および DINB のロジック入力ピンで制御できます。イネーブル・ロジックをローに設定すると、出力は高インピーダンス・モードになり、モータは惰性回転状態になります。イネーブル入力ピンの周波数は 1kHz 未満であることが必要で、PWM 制御用には使用できません。

表 1 に制御の真理値表を示します。

表 1. MAX22205 の真理値表

EN	DINA	DINB	OUT1A = OUT2A	OUT1B = OUT2B	DESCRIPTION
0	X	X	High-Z	High-Z	H-Bridge Disabled. High Impedance (HiZ)
1	0	0	L	L	Brake Low; Slow Decay
1	1	0	H	L	Current from OUT2 to OUT1
1	0	1	L	H	Current from OUT1 to OUT2
1	1	1	H	H	Brake High; Slow Decay

PWM 手法を用いると、出力デューティ・サイクルを制御できるため、モータ速度の制御を行うことができます。通常、ブラシ付き DC モータ・ドライバには、リップルが少なく効率が向上できるため、低速減衰が推奨されます。この手法を用いると、オフ・フェーズ時に両方のローサイド FET がアクティブになり、モータの巻線端子を効率的に接地できます。モータの巻線への電流ビルド・アップは緩やかに減衰します。この減衰は、多くの場合、低速減衰と呼ばれます。

あるいは、オフ・フェーズ時にブリッジを逆転させることで、高速減衰を実行することもできます。

電流検出出力 (CSO) - 電流モニタ

内部検出したモータ電流に比例した電流は、ハーフブリッジA (OUT1A=OUT2A) についてはISENAピン、ハーフブリッジB (OUT1B=OUT2B) についてはISENBピンに出力されます。電流が検出されるのは、ローサイドFETがオンで電流をシンクする場合のみです。ブランキング時間の間は、ISEN電流はゼロになります。

次の式は、ISENに供給される電流とハーフブリッジのローサイドFET電流の関係を示しています。

$$I_{\text{ISEN}}(\text{A}) = \frac{I_{\text{OUT}}(\text{A})}{K_{\text{ISEN}}}$$

式 - ISEN 出力電流

ここで、 K_{ISEN} は、出力電流と ISEN ピンにおけるそのレプリカとの間の電流ミラー係数を表します。通常、 K_{ISEN} は 7500A/A です。例えば、瞬時出力電流が 2A の場合、ISEN に供給される電流は 266 μ A です。

ISENA は、ISENB と外部で接続しており、2つのハーフブリッジのローサイド電流を合計しフルブリッジ電流をモニタします。この構成を用いる場合、 $\text{ISEN} = \text{ISENA} + \text{ISENB}$ の電流は、正転状態、逆転状態、低速減衰状態時のモータ電流を反映したものになり、高速減衰状態または惰性回転状態時にはゼロになります。

図 1 に、低速減衰または高速減衰を用いた場合の $\text{ISEN} = \text{ISENA} + \text{ISENB}$ 電流の理想的な特性を示します。ブランキング時間、遅延、立上がり/立下がりエッジは無視されています。

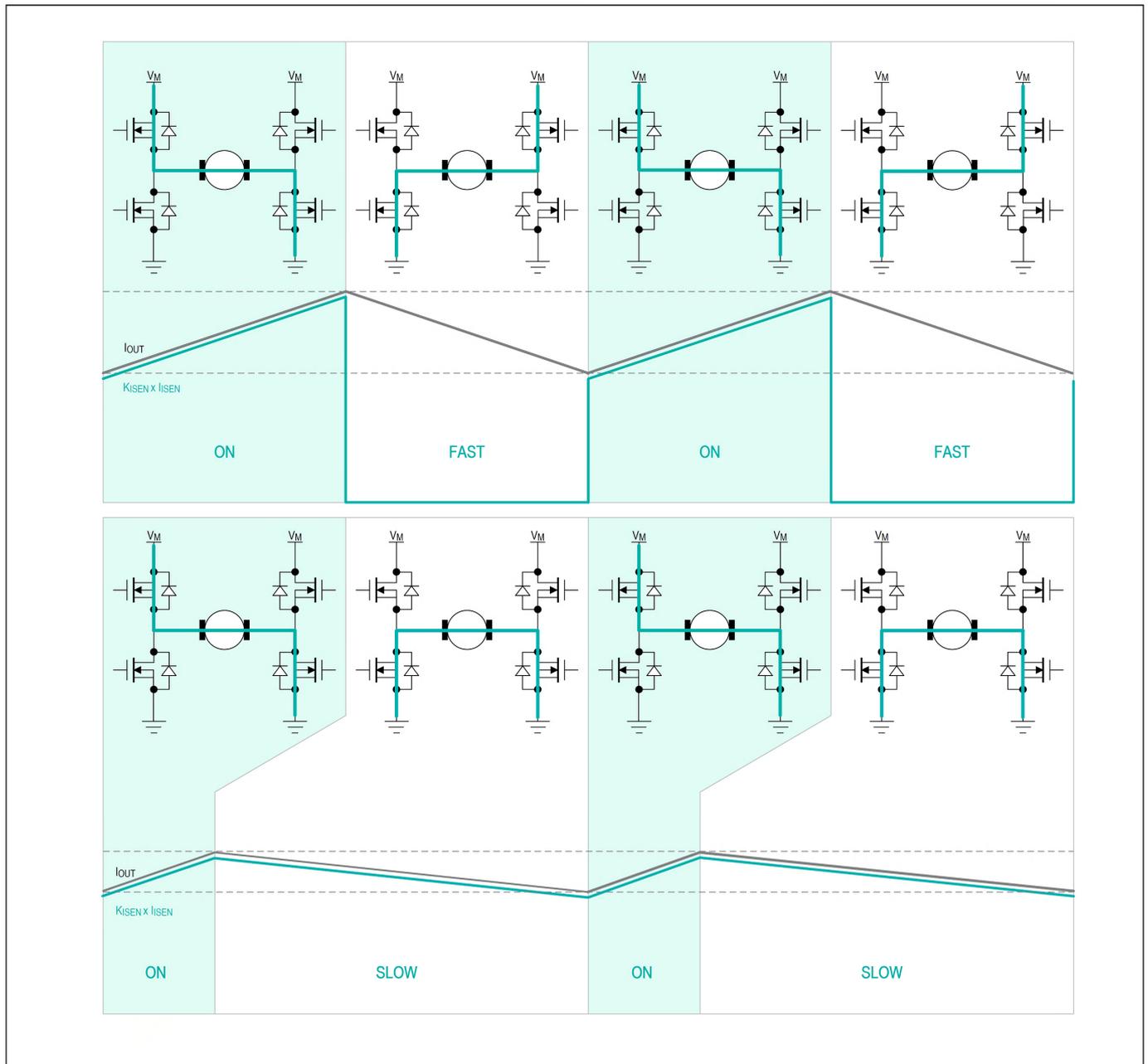


図 1. ISEN 電流

外付けの信号抵抗 R_{ISEN} を $I_{SEN_}$ と GND の間に接続すると、モータ電流に比例した電圧が発生します。モータ制御アルゴリズムが電流／トルク情報を必要とするアプリケーションでは、 R_{ISEN} に蓄積した電圧を外部コントローラの ADC に入力できます。設計者は、ピーク電圧が ADC のフルスケール条件を満たすように、 R_{ISEN} の値を選択できます。次の式は、ADC のフルスケール電圧 (V_{FS}) と最大動作電流 (I_{MAX}) がわかった場合に、 R_{ISEN} を計算する設計式を示しています。

$$R_{ISEN}(\Omega) = K_{ISEN} \times \frac{V_{FS}(V)}{I_{MAX}(A)}$$

式 - R_{ISEN} 設定値

例えば、ADC が最大 1V のフルスケール電圧で動作し、最大動作出力電流が 2A である場合、 R_{ISEN} は $7500 \times 1V/2A = 3.75k\Omega$ となります。

R_{ISEN} の値は、電流検出出力回路の出力インピーダンス (I_{SEN} の出力インピーダンス) も設定します。通常、ADC の入力インピーダンスは R_{ISEN} よりもはるかに高いため、減衰することなく I_{SEN} ピンに直接接続できます。入力インピーダンスが低い ADC を使用する場合には、プリアンプ (バッファ) が必要になります。

電流検出出力回路の帯域幅とステップ応答性能 (仕様を参照) により、PWM モータ駆動アプリケーションにおいて電流モニタはドライバ電流を確実に追跡できます。

電流駆動レギュレーション

MAX22205 には、電流駆動レギュレーション (CDR) 機能が組み込まれています。

この組み込み電流駆動レギュレーションは、モータ巻線に流れ込む電流を正確に制御します。

ブリッジ電流は、非散逸性の内蔵電流検出 (ICS) 回路で検出され、次に、スレッショルド電流 (I_{TRIP}) と比較されます。ブリッジ電流がスレッショルドを超えると直ちに、デバイスは固定オフ時間 (t_{OFF}) の間、強制的に減衰を行います。デバイスは、次の段落で説明するように、様々な減衰モードをサポートしています。

t_{OFF} が経過すると、ドライバは次の PWM サイクルのために再度イネーブルになります。電流レギュレーション中、PWM のデューティ・サイクルおよび周波数は、電源電圧、モータ・インダクタンス、更にはモータの速度と負荷条件に依存します。

t_{OFF} の継続時間は、ROFF ピンに外付け抵抗を接続することにより設定可能です。

内蔵電流検出 (ICS)

非散逸性の電流検出機能が内蔵されています。そのため、この機能に通常必要となる大きな外付け電力抵抗が不要になります。それにより、外付け検出抵抗をベースとする主流のアプリケーションと比較して、スペースおよび電力を大幅に節減できます。

フルスケール電流の設定 - ピン REF

REF と GND の間に抵抗を接続して、フルスケールのチョッピング電流 I_{FS} を設定します。

次の式は、代表的な I_{FS} 電流を、REF ピンに接続された R_{REF} ショント抵抗の関数として表しています。比例定数 K_{IFS} は、通常、72kV です。外付け抵抗 R_{REF} の範囲は $12k\Omega \sim 60k\Omega$ で、これは約 6A ~ 1.2A の I_{FS} 設定範囲に対応しています。

$$I_{FS} = \frac{K_{IFS}(KV)}{R_{REF}(K\Omega)}$$

ブリッジ電流制御

4 つの入力ピン ISET[3:0] を使用することで、安定化出力電流をプログラムできます。表 2 に、ブリッジ電流レベルを入力のリ組み合わせごとに示します。

表 2. H ブリッジ ISET ピンの真理値表

ISET3	ISET2	ISET1	ISET0	RELATIVE CURRENT (% OF IFS)
0	0	0	0	100%
0	0	0	1	99.2%
0	0	1	0	97.6%
0	0	1	1	95.3%
0	1	0	0	91.3%
0	1	0	1	86.6%
0	1	1	0	81.1%

表 2. H ブリッジ ISET ピンの真理値表 (続き)

0	1	1	1	74.0%
1	0	0	0	66.9%
1	0	0	1	59.1%
1	0	1	0	50.4%
1	0	1	1	40.9%
1	1	0	0	30.7%
1	1	0	1	20.5%
1	1	1	0	10.2%
1	1	1	1	0.0%

固定オフ時間 (t_{OFF}) の設定

電流レギュレーション回路は、t_{OFF}が一定のPWM制御に基づいています。ブリッジ電流が目標の I_{TRIP}電流を超えると、OFF フェーズが始まり、減衰モードが有効化します。OFF フェーズには、固定継続時間 (t_{OFF}) があります。t_{OFF} は、ROFF ピンに外付け抵抗 (R_{ROFF}) を接続することで目的の値に設定できます。ROFF ピンが V_{DD} に短絡されていると、t_{OFF} 時間は内部で、固定値 (20μs、代表値) に設定されます。

ROFF ピンに外付け抵抗を接続することにより、t_{OFF} を次式のように設定できます。ここで、R_{ROFF} は ROFF ピンに接続される外付け抵抗 (単位 : kΩ)、K_{TOFF} は 0.667μs/kΩ に等しい内部定数です。

$$t_{\text{OFF}}(\mu\text{s}) = R_{\text{ROFF}} \times K_{\text{TOFF}}$$

t_{OFF} は 10μs~80μs の範囲内でプログラム可能です。

CDR オープンドレイン出力

このピンは、アクティブローのオープンドレイン出力であり、電流駆動レギュレーション・ループによって強制される固定減衰時間間隔 (t_{OFF}) 中にアサートされます。それによって、外部コントローラは、内蔵電流ループが PWM ロジック入力 (DINA、DINB) のステータスを上書きするドライバを制御したかどうかを監視できます。CDR 信号は、外部コントローラがいくつかの理由のために使用でき、電流レギュレーション中の実際の負荷に関する情報を提供します。PWM ロジック入力为正転または逆転モードで永久に保持され、制御が内部電流駆動レギュレーション・ループに完全に委ねられるような使用例では、CDR ピンのステータスは、ドライバの出力ステータスを直接反映します。この場合、CDR のデューティ・サイクルを使用して失速状態を検出できます。

プルアップ抵抗を CDR ピンとコントローラ電圧源の間に接続します。プルアップ抵抗の値は、アプリケーションの条件によって異なります。ほとんどのアプリケーションで、1kΩ~5kΩ の値が条件を満たします。

図 2 のタイミング図は、それぞれ、DINB が確実にハイに保持された状態でモータが正転する場合 (ケース A)、または DINB がトグルしている場合 (ケース B および C) の、この機能の挙動を示しています。CDR の出力は、低速減衰モードが内部 CDR により強制された場合にのみアサートされます。なお、PWM 遷移があると、CDR 回路の固定オフ時間がリセットされる点に注意してください。ケース B では、実際の低速減衰時間間隔は t_{OFF} より長くなっていますが、ケース C では、実際の低速減衰時間間隔は短くなっています。

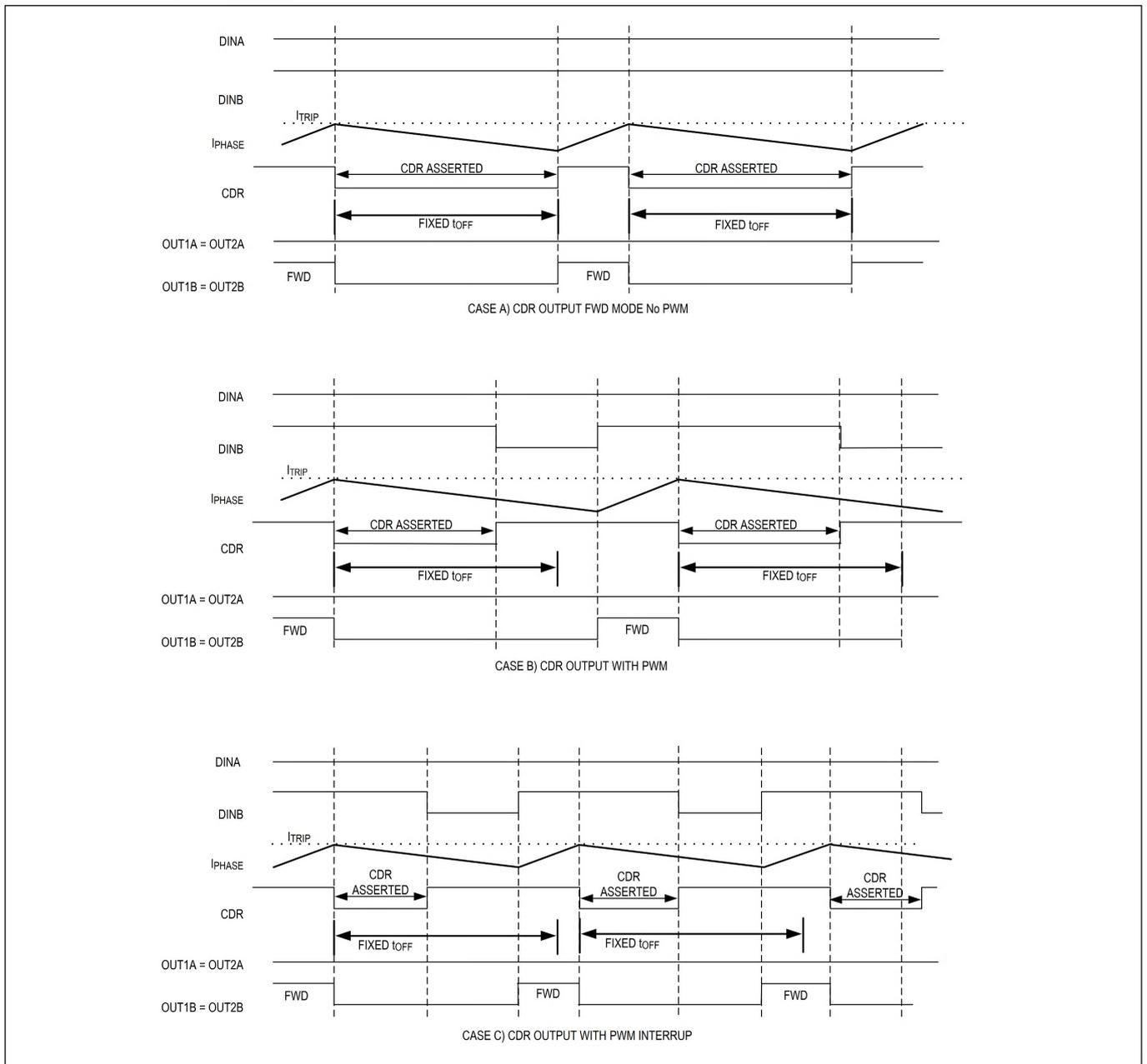


図 2. CDR モニタ・タイミング図

動作モード

PWM チョッピングの間、ドライバの出力は通電（オン）フェーズと減衰フェーズを交互に繰り返します。MAX22205 は様々な減衰モードをサポートしています。すなわち、低速減衰、高速減衰、および低速と高速の間の様々な組み合わせです。

図 3 に、3 種の動作モードの電流経路を示します。

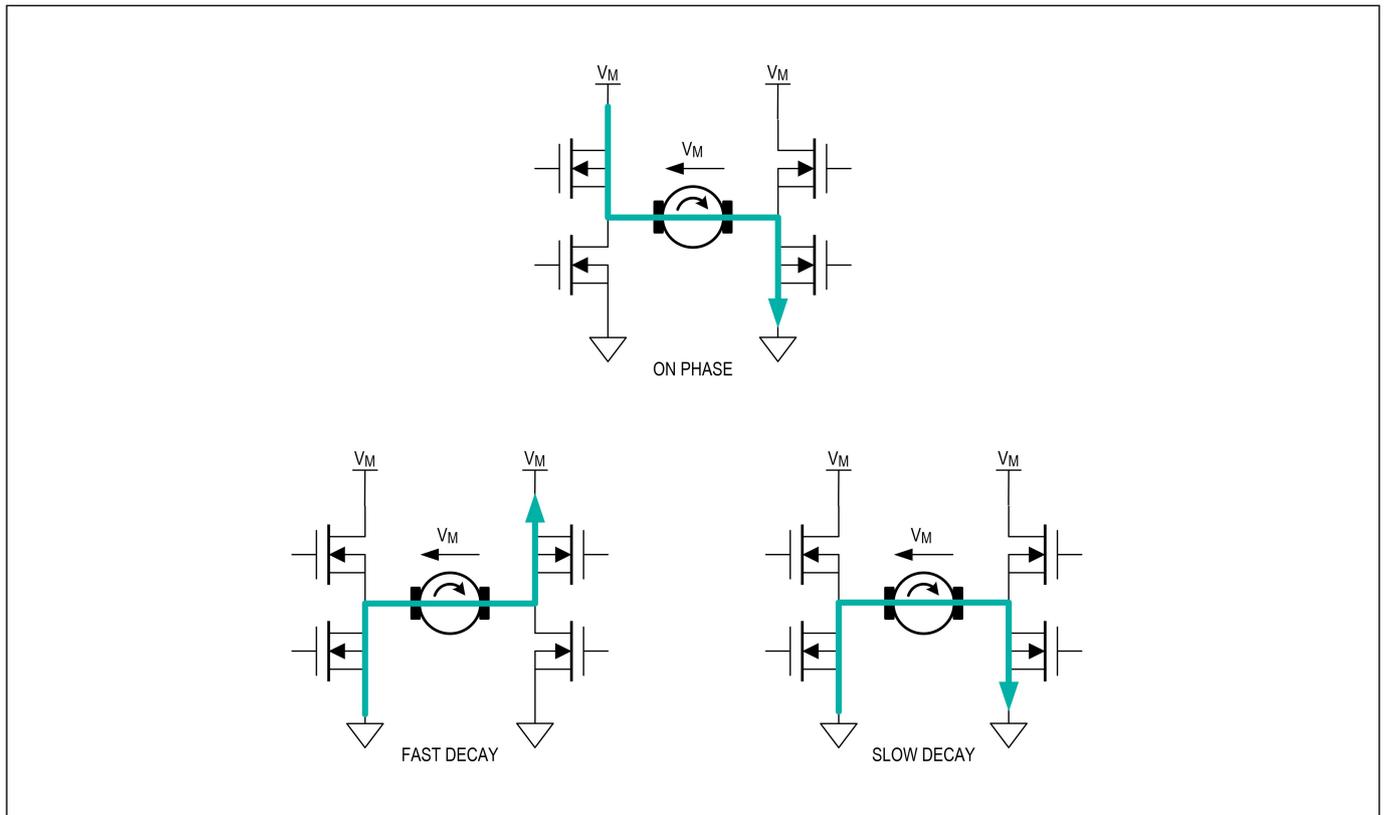


図 3. オン時の電流経路と各種減衰モード

減衰モードの設定

2つのロジック入力ピンにより、 t_{OFF} 中の減衰モードを設定できます。MAX22205は、低速減衰モード、高速減衰モード、混合減衰モードをサポートしています。

表 3 に、減衰を選択するための真理値表を示します。

表 3. 減衰モードの真理値表

DECAY2	DECAY1	DECAY MODE
0	0	SLOW
0	1	MIXED 30% FAST* / 70% SLOW
1	0	MIXED 60% FAST* / 40% SLOW
1	1	FAST*

*高速減衰時の電流の反転を防止するため、電流が 0A に近づくに伴い、出力は高インピーダンス状態になります。

保護機能

過電流保護 - (OCP)

過電流保護 (OCP) は、レール (電源電圧およびグランド) への短絡および負荷端子間の短絡からデバイスを保護します。

OCP スレッシュホールドは最小 7.6A に設定されています。デグリッチ時間 (ブランキング時間) より長い間にわたって出力電流が OCP スレッシュホールドを上回る場合、OCP イベントが検出されます。

OCP イベントが検出されると、H ブリッジは直ちにディスエーブルになり、**FAULT**ピンにフォルト通知が出力されます。H ブリッジは 3ms の間、HiZ モードに維持されます (t_{RETRY} の仕様を参照)。その後、H ブリッジは、現在の状態に従って再度イネーブルになります。短絡状態がまだ存在する場合は、このサイクルが繰り返され、存在しない場合は、通常動作が再開されます。

長期にわたる OCP 自動再試行はデバイスの信頼性に影響するため、短絡故障モードでの長時間の動作は避けてください。

サーマル・シャットダウン保護 (TSD)

ダイ温度が 155°C (代表値) を超える場合、 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンにフォルト通知が出力され、ジャンクション温度が 135°C を下回るまでドライバがトライステートになります。その後、ドライバが再度イネーブルになります。

低電圧ロックアウト保護 (UVLO)

V_M のデバイス UVLO は最大 4.25V に設定されています。UVLO イベントが発生すると、 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンにフォルト通知が出力され、ドライバ出力がトライステートになります。電源電圧が公称動作範囲内に戻ると直ちに、通常動作が再開されます (そして、 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンのアサートが解除されます)。

型番

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PIN-PACKAGE
MAX22205ATU+T	-40°C to +125°C	38 TQFN
MAX22205AUU+T*	-40°C to +125°C	38 TSSOP

+は鉛 (Pb) フリー／RoHS 準拠のパッケージであることを示します。

Tはテープ&リールを示します。

*は発売予定の製品を示します。弊社にお問い合わせください。

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	8/21	初版発行	-