



## MAX22213

電流検出機能を内蔵した  
36V、3.8Aクワッド・ハーフHブリッジ・ドライバ

## 概要

MAX22213は、個別に制御可能な4個の36V、3.8A<sub>MAX</sub>ハーフHブリッジ・ドライバを備えています。このデバイスで、4個のソレノイド、2個のブラシ付きDCモータ、1個のステッピング・モータ、あるいは、異なる負荷の組み合わせを駆動することができます。

パワー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。合計 $R_{ON}$ （ハイ・サイド+ロー・サイド）の代表値は $0.25\Omega$ です。各ハーフ・ブリッジは、2つのロジック入力（ $DIN_{-}$ 、 $EN_{-}$ ）を用いて、個別にPWM制御できます。

MAX22213は、非散逸性の内蔵電流検出機能を内蔵しており、通常この機能に必要な大きな外付けの電力抵抗が不要になるため、主流となっている外付け検出抵抗を用いた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。内部で検出された負荷電流に比例する電流が、外部電流モニタ・ピン（ $ISEN_{-}$ ）に出力されます。外付け抵抗をこれらのピンに接続すると、モータ電流に比例した電圧が発生します。外付け抵抗の両端の電圧降下は、制御アルゴリズムで電流/トルク情報が必要になるたびにコントローラのADCに入力できます。

ハーフHブリッジあたりの最大出力電流は $I_{MAX} = 3.8A$ で、過電流保護（OCP）回路によって制限されます。この電流は非常に短いトランジェントで駆動でき、小さな容量性負荷を効率的に駆動することを目的としています。

Hブリッジあたりの最大実効値電流は、4層PCBと仮定した場合、室温で $I_{RMS} = 2A$ です。この電流は熱に関する考慮事項の制限を受けるため、実際の最大実効値電流は、アプリケーションの熱特性（PCBグラウンド・プレーン、ヒートシンク、強制空冷など）によって異なります。

最大電流の条件が1.5A未満で、かつ高検出精度が必要とされるアプリケーションでは、ハーフ・フルスケール（HFS）ロジック入力ピンをハイに設定することで、電流定格を半分に、ロー・サイドFETの $R_{ON}$ を2倍にできます。これにより、電流範囲の下端での電流モニタの精度が向上します。

MAX22213は、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、アクティブ・ローの $FAULT_{-}$ 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。TSDおよびUVLOイベントの間、ドライバ出力は通常動作が復元されるまでスリープ状態になります。

MAX22213は、小型の5mm x 5mm、32ピンTQFNパッケージと、4.4mm x 9.7mm、28ピンTSSOPパッケージで提供されます。

オーダー情報はデータシート末尾に記載されています。

\*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。

©2023 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

本社 / 〒105-7323 東京都港区東新橋1-9-1 東京汐留ビルディング23F

大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー10F

名古屋営業所 / 〒451-6038 愛知県名古屋市中区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー38F

19-101603; Rev 0; 8/23

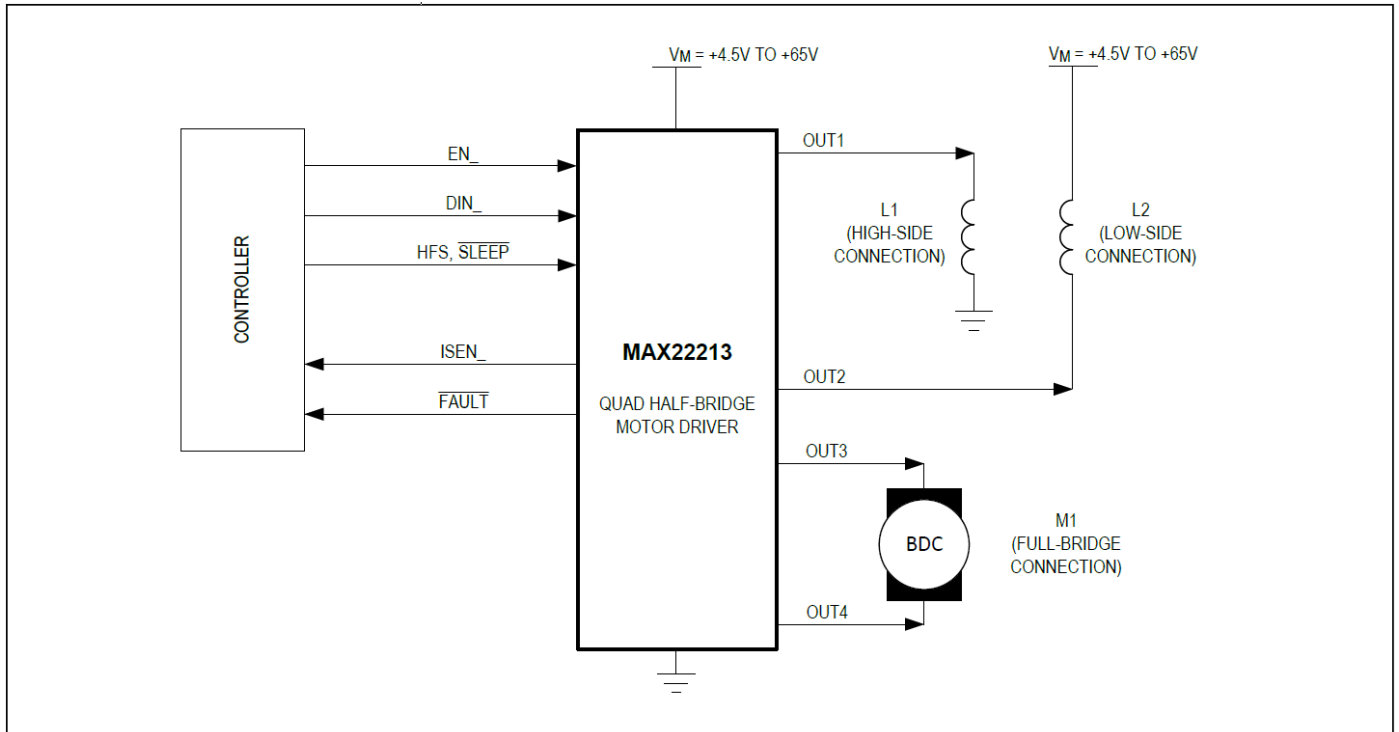
## アプリケーション

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

## 機能と利点

- 4個の独立したハーフHブリッジ・ドライバ
  - 36Vの最大動作電圧
  - $T_A = +25^{\circ}C$ で $0.25\Omega$ の $R_{ON}$ （ハイ・サイド+ロー・サイド）
  - 完全に独立したハーフ・ブリッジ制御
- Hブリッジごとの電流定格（ $T_A = +25^{\circ}C$ ）：
  - $I_{MAX} = 3.8A$ （容量性負荷駆動時の衝撃電流）
  - $I_{RMS} = 2A$
- 内蔵電流検出（ICS）により、大きな外付け抵抗が不要になり、効率が向上
  - 低電流領域での電流制御精度を向上させるハーフ・フルスケール（HFS）ピン
- 電流検出出力モニタ
- フォルト・インジケータ・ピン（ $FAULT_{-}$ ）
- 保護機能
  - 各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（ $T_{SD}$ ） =  $+165^{\circ}C$
- 5mm x 5mm、32ピンTQFNパッケージ、および4.4mm x 9.7mm、28ピンTSSOPパッケージ

## 簡略アプリケーション回路図



## 目次

概要.....	1
アプリケーション.....	1
機能と利点.....	1
簡略アプリケーション回路図.....	2
絶対最大定格.....	6
32-Pin TQFN—5mm x 5mm.....	6
28-Pin TSSOP—4.4mm x 9.7mm.....	6
標準動作特性.....	9
ピン配置.....	10
TQFNのピン配置.....	10
TSSOPのピン配置.....	10
端子説明.....	11
機能図.....	12
詳細.....	13
スリープ・モード (SLEEPピン).....	13
PWM制御.....	13
電流検出出力 (ISEN <sub>+</sub> ) —電流モニタ.....	13
ハーフ・フルスケール (HFS).....	14
フォルト保護.....	14
過電流保護— (OCP).....	14
サーマル・シャットダウン保護.....	14
低電圧ロックアウト保護.....	15
アプリケーション情報.....	16
標準アプリケーション回路.....	18
アプリケーション構成図.....	18
オーダー情報.....	19
改訂履歴.....	20

図一覧

---

図1. MAX22213の推奨レイアウト .....17

表一覧

---

表1. MAX22213の真理値表.....	13
表2. HFSの真理値表.....	14

## 絶対最大定格

$V_M \sim GND$ .....	-0.3V ~ +42V	$DIN_ \sim GND$ .....	-0.3V to +6V
$V_{DD} \sim GND$ .....	-0.3V ~ +2.2V と $V_M + 0.3V$ のいずれか小さい方	$EN_ \sim GND$ .....	-0.3V ~ +6V
$PGND \sim GND$ .....	-0.3V ~ +0.3V	$HFS \sim GND$ .....	-0.3V ~ +6V
$OUT_$ .....	-0.3 ~ ( $V_M + 0.3$ )V	$\overline{SLEEP} \sim GND$ .....	-0.3V ~ +42V と $V_M + 0.3V$ のいずれか小さい方
$V_{CP} \sim GND$ .....	( $V_M - 0.3V$ ) ~ +42V と $V_M + 6V$ のいずれか小さい方	動作温度範囲 .....	-40°C ~ +125°C
$C_{P2} \sim GND$ .....	-0.3V ~ +42V と $V_M + 0.3V$ のいずれか小さい方	ジャンクション温度 .....	+160°C
$C_{P1} \sim GND$ .....	( $V_M - 0.3V$ ) ~ +42V と $V_M + 6V$ のいずれか小さい方	保存温度範囲 .....	-65°C ~ +150°C
$\overline{FAULT} \sim GND$ .....	-0.3V ~ +6V	ハンダ処理温度 (リフロー) .....	+260°C
$ISEN_ \sim GND$ .....	-0.3V ~ +2.2V と $V_{DD} + 0.3V$ のいずれか小さい方		

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

### 32-Pin TQFN—5mm x 5mm

Package Code	T3255-8C
Outline Number	<a href="#">21-0140</a>
Land Pattern Number	<a href="#">90-0013</a>
<b>Thermal Resistance, Single-Layer Board:</b>	
Junction to Ambient ( $\theta_{JA}$ )	47°C/W
Junction to Case ( $\theta_{JC}$ )	1.7°C/W
<b>Thermal Resistance, Four-Layer Board:</b>	
Junction to Ambient ( $\theta_{JA}$ )	29°C/W
Junction to Case ( $\theta_{JC}$ )	1.7°C/W

### 28-Pin TSSOP—4.4mm x 9.7mm

Package Code	U28E+5C
Outline Number	<a href="#">21-0108</a>
Land Pattern Number	<a href="#">90-0147</a>
<b>Thermal Resistance, Four-Layer Board:</b>	
Junction to Ambient ( $\theta_{JA}$ )	24.65°C/W
Junction to Case ( $\theta_{JC}$ )	1.52°C/W

パッケージの最新の外形情報およびランドパターン (フットプリント) については、<https://www.analog.com/jp/resources/packaging-quality-symbols-footprints/package-index.html> を参照してください。パッケージ・コード内の「+」、「#」、「-」は、RoHSステータスのみを示しています。パッケージ図面には異なるサフィックスが表示される場合がありますが、図面はRoHSステータスに関係なくパッケージに固有のものです。

パッケージの熱抵抗は、JEDEC仕様書JESD51-7に記載されている方法で、4層基板を用いて求めています。パッケージの熱的考察の詳細については、[www.maximintegrated.com/thermal-tutorial](http://www.maximintegrated.com/thermal-tutorial) を参照してください。

## 電気的特性

( $V_M = +4.5V \sim +36V$ 、代表値は $T_A = +25^\circ C$ および $V_M = +24V$ での値、制限値は $T_A = +25^\circ C$ で100%テストされています。動作温度範囲および関連する電源電圧範囲における制限値は、設計および特性評価により裏付けられています。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>POWER SUPPLY</b>						
Supply-Voltage Range	$V_M$		4.5		36	V
Sleep-Mode Current Consumption	$I_{VM}$	$\overline{SLEEP} = \text{logic low}$		4	11	$\mu A$

## 電气的特性（続き）

( $V_M = +4.5V \sim +36V$ 、代表値は $T_A = +25^\circ C$ および $V_M = +24V$ での値、制限値は $T_A = +25^\circ C$ で100%テストされています。動作温度範囲および関連する電源電圧範囲における制限値は、設計および特性評価により裏付けられています。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Quiescent Current Consumption	$I_{VM}$	$\overline{SLEEP} = \text{logic high}$		2	4	mA
1.8V Regulator Output Voltage	$V_{VDD}$	$V_M = +4.5V$ , $I_{LOAD} = \text{internal consumption}$	1.74	1.8	1.86	V
$V_{DD}$ Current Limit	$I_{V18(LIM)}$		20			mA
$V_{DD}$ UVLO Rising	UVLOV18R	$V_{DD}$ rising	1.59	1.65	1.69	V
$V_{DD}$ UVLO Falling	UVLOV18F	$V_{DD}$ falling	1.535	1.58	1.635	V
Charge-Pump Voltage	$V_{CP}$			$V_M + 2.7$		V
<b>LOGIC LEVEL INPUTS/OUTPUTS</b>						
Input Voltage Level—High	$V_{IH}$		1.2			V
Input Voltage Level—Low	$V_{IL}$				0.65	V
Input Hysteresis	$V_{HYS}$			110		mV
Pull-Down Current	$I_{PD}$	To GND	16	34	50	$\mu A$
Open-Drain Output Logic-Low Voltage	$V_{OL}$	$I_{LOAD} = 5mA$			0.2	V
Open-Drain Output Logic-High Leakage Current	$I_{OH}$	$V_{PIN} = 3.3V$	-1		+1	$\mu A$
SLEEP Voltage Level High	$V_{IH(SLEEP)}$		0.9			V
SLEEP Voltage Level Low	$V_{IL(SLEEP)}$				0.6	V
SLEEP Pull-Down Input Resistance	$R_{PD(SLEEP)}$		0.8	1.5		M $\Omega$
<b>OUTPUT SPECIFICATIONS</b>						
Output On-Resistance Low-Side	$R_{ON(LS)}$	HFS = logic low		0.125	0.22	$\Omega$
		HFS = logic high		0.22	0.42	
Output On-Resistance High-Side	$R_{ON(HS)}$			0.125	0.22	$\Omega$
Output Leakage	$I_{LEAK}$	Driver off	-5		+5	$\mu A$
Dead Time	$t_{DEAD}$			100		ns
Output Slew Rate	SR			200		V/ $\mu s$
<b>PROTECTION CIRCUITS</b>						
Overcurrent Protection Threshold	$I_{OCP}$		3.8			A
Overcurrent Protection Blanking Time	$t_{OCP}$		1	2.2	3.2	$\mu s$
Autoretry OCP Time	$t_{RETRY}$			3		ms
UVLO Threshold on $V_M$	$V_{UVLO}$	$V_M$ rising	3.85	4	4.15	V
UVLO Threshold on $V_M$ Hysteresis	UVLOHYS			0.12		V

## 電气的特性（続き）

( $V_M = +4.5V \sim +36V$ 、代表値は $T_A = +25^\circ C$ および $V_M = +24V$ での値、制限値は $T_A = +25^\circ C$ で100%テストされています。動作温度範囲および関連する電源電圧範囲における制限値は、設計および特性評価により裏付けられています。)

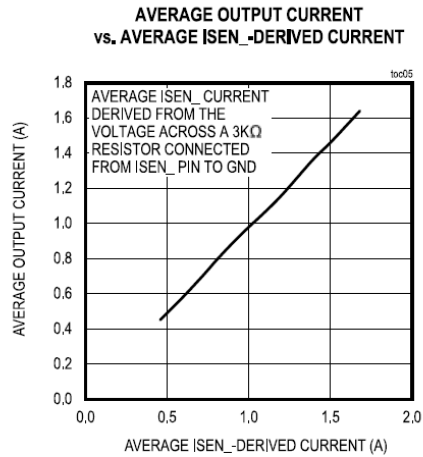
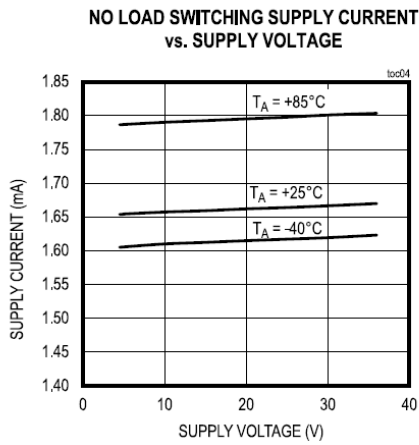
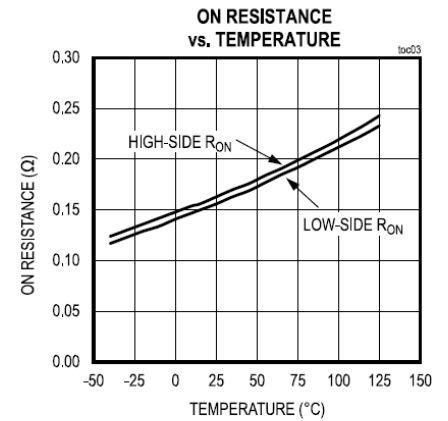
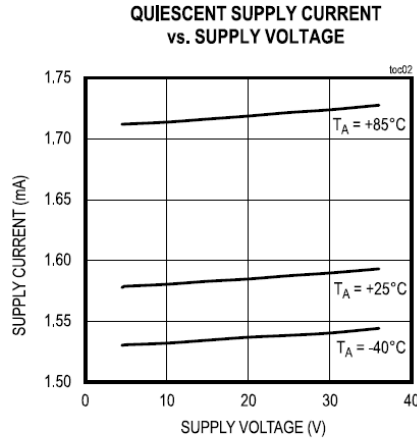
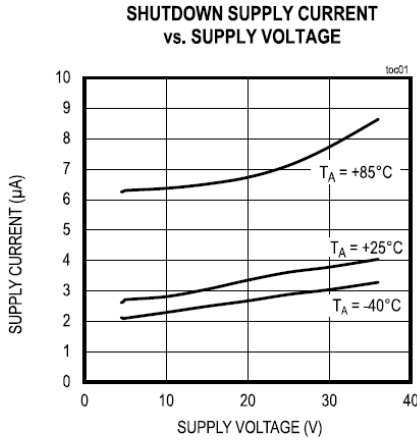
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Thermal Protection Threshold Temperature	TSD			+165		°C	
Thermal Protection Temperature Hysteresis	TSD <sub>HYS</sub>			20		°C	
<b>CURRENT-SENSE MONITOR</b>							
ISEN_ Voltage Range	ISEN	Voltage range at ISEN_ pins	0		1.1	V	
Current-Monitor Scaling Factor	K <sub>ISEN</sub>	HFS = logic low. See the ISEN output-current equation in the Current-Sense Output (ISEN_)—Current Monitor section.		7500		A/A	
		HFS = logic high. See the ISEN output-current equation in the <a href="#">Current-Sense Output (ISEN_)—Current Monitor</a> section.		3840			
Current-Monitor Accuracy	DKISEN <sub>1</sub>	(Note 1)	HFS = logic low, I <sub>OUT</sub> = 0.7A to 3A	-5	0.4	+5	%
			HFS = logic high, I <sub>OUT</sub> = 0.35A to 1.5A	-5	0.4	+5	
	DKISEN <sub>2</sub>		HFS = logic low, I <sub>OUT</sub> = 0.4A to 0.7A	-10	0.6	+10	
			HFS = logic high, I <sub>OUT</sub> = 0.2A to 0.35A	-10	0.6	+10	
Current-Sense Output -3dB Small-Signal Bandwidth	BW			400		KHz	
<b>FUNCTIONAL TIMING</b>							
Sleep Time	t <sub>SLEEP</sub>	$\overline{SLEEP} = \text{logic 1 to logic 0 for } OUT\_ \text{ to become three-state}$			150	μs	
Wake-Up Time from Sleep	t <sub>WAKE</sub>	$\overline{SLEEP} = \text{logic 0 to logic 1 to resume normal operation}$			3	ms	
Enable Time	t <sub>EN</sub>	Time from EN_ pin rising edge to driver on			0.4	μs	
Disable Time	t <sub>DIS</sub>	Time from EN_ pin falling edge to driver off			0.6	μs	

Note1: 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。



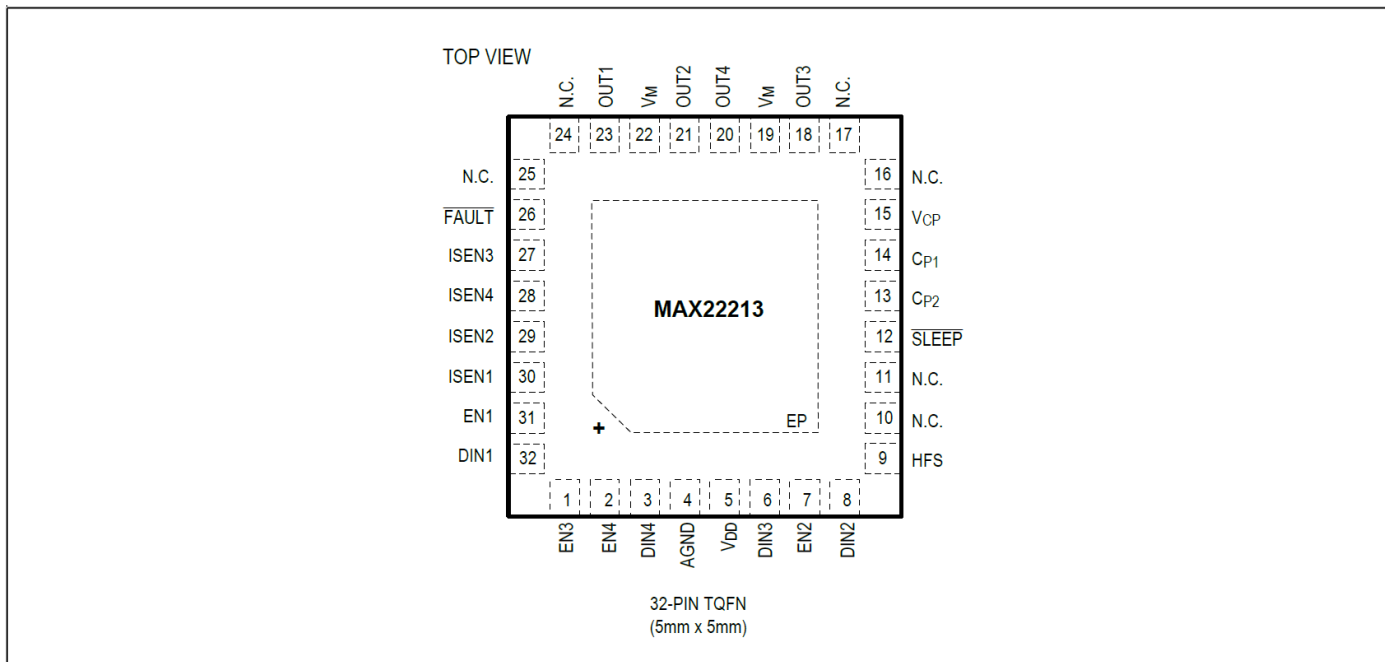
標準動作特性

( $V_M = +4.5V \sim +36V$ 、特に指定のない限り  $T_A = 25^\circ C$ )

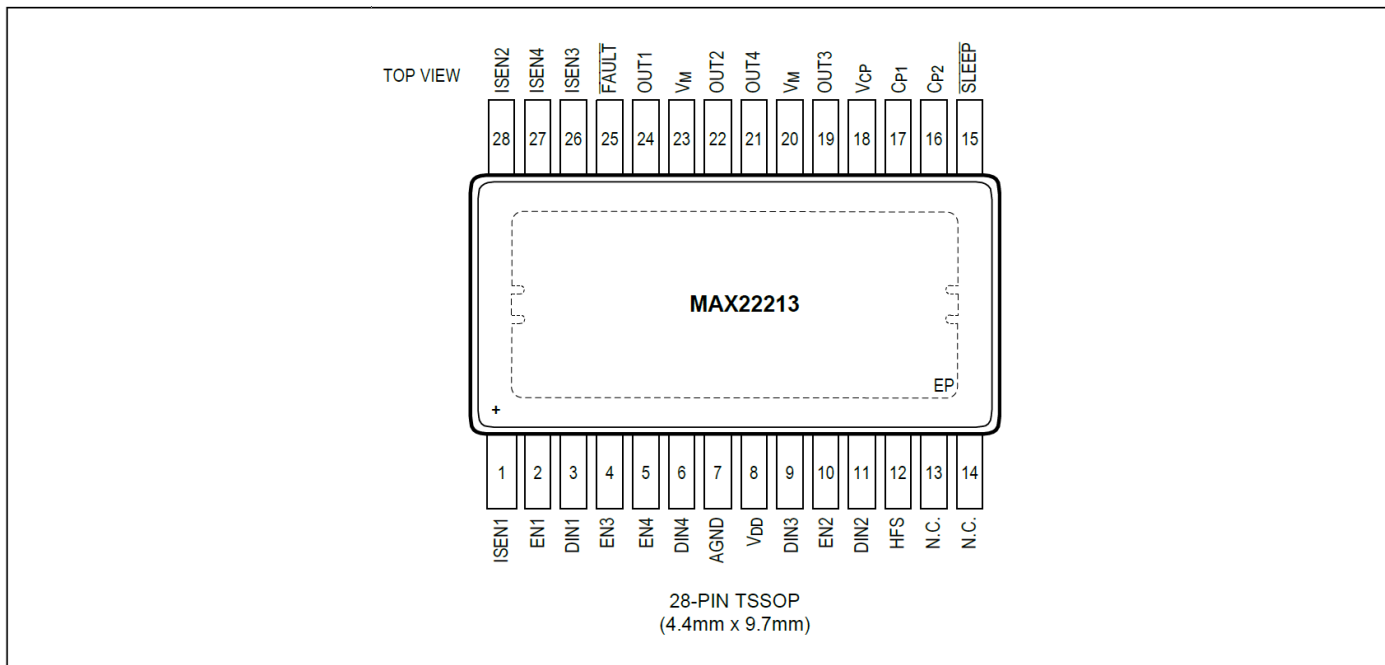


## ピン配置

## TQFNのピン配置



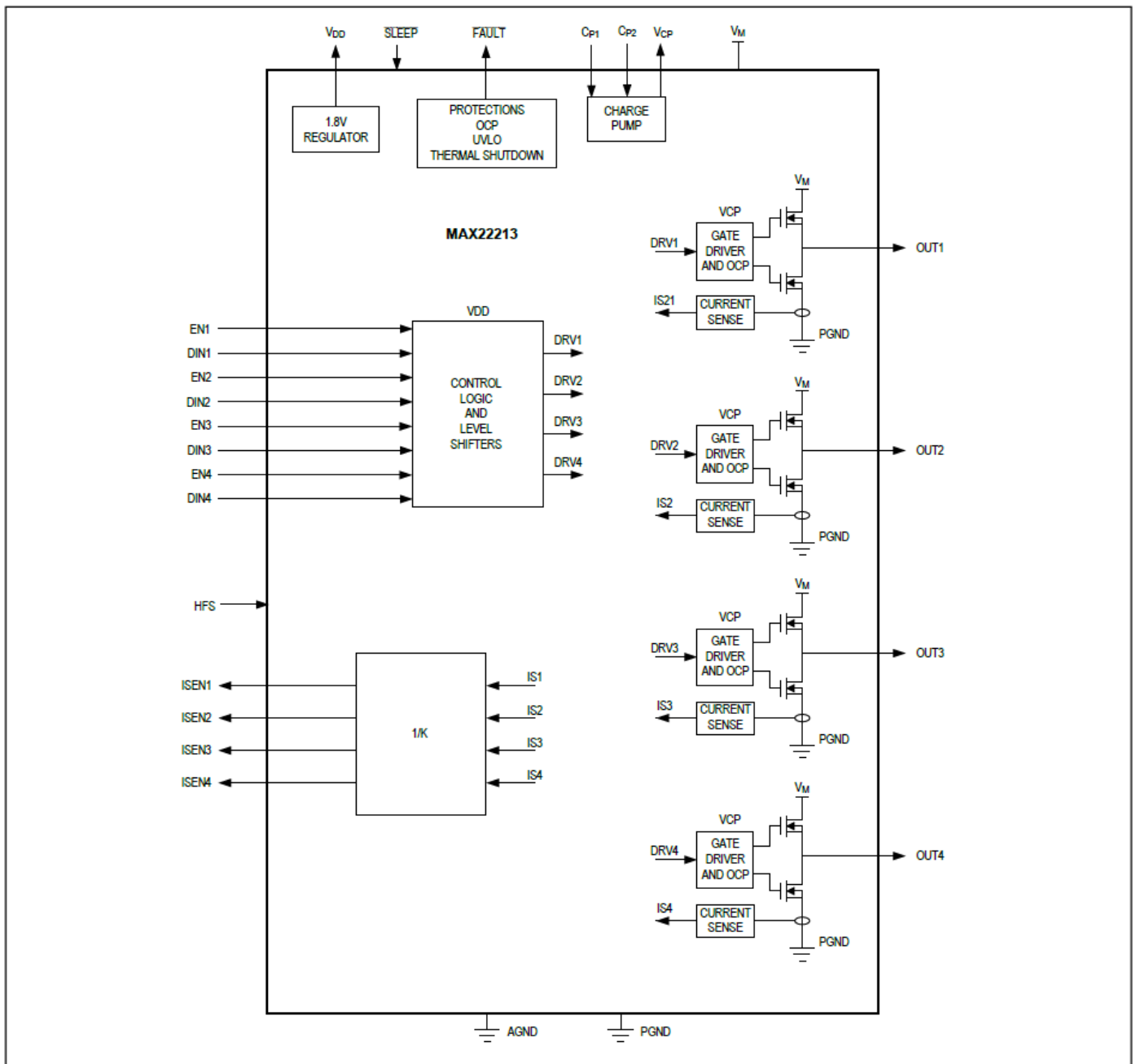
## TSSOPのピン配置



## 端子説明

端子		名称	機能	タイプ
TQFN	TSSOP			
26	25	$\overline{\text{FAULT}}$	アクティブ・ロー、オープンドレインの出力フォルト・インジケータ。 $\overline{\text{FAULT}}$ はローになることで、少なくとも1つの保護メカニズムが作用したことを示します。 $\overline{\text{FAULT}}$ とマイクロコントローラ電源の間にはプルアップ抵抗を接続します。	Open Drain Output
4	7	AGND	アナログ・グランド。グランド・プレーンに接続します。	GND
19, 22	20, 23	$V_M$	電源電圧入力。 $V_M$ 定格の1 $\mu\text{F}$ （最小）の表面実装デバイス・コンデンサを $V_M$ とGNDの間のデバイス寄りの位置で接続し、10 $\mu\text{F}$ （最小）の電解バイパス・コンデンサを $V_M$ とGND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
5	8	$V_{DD}$	1.8Vリニア電圧レギュレータ出力。2.2 $\mu\text{F}$ のコンデンサをデバイスの近くに接続して $V_{DD}$ をバイパスします。	Output
23, 21, 18, 20	24, 22, 19, 21	OUT1 to OUT4, respectively	ドライバ出力	Output
30, 29, 27, 28	1, 28, 26, 27	ISEN1 to ISEN4, respectively	電流検出出力モニタ。GNDとの間に抵抗を接続して、生成された電圧を外付けADCでモニタします（電流検出出力（ISEN $\_$ ）-電流モニタのセクションを参照）。	Output
32, 8, 6, 3	3, 11, 9, 6	DIN1 to DIN4, respectively	CMOS PWM入力	Logic Input
31, 7, 1, 2	2, 10, 4, 5	EN1 to EN4, respectively	イネーブル・ピンハイにアサートすると、出力ドライバが有効となります。	Logic Input
15	18	$V_{CP}$	チャージ・ポンプ出力。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
14	17	$C_{P1}$	チャージ・ポンプ・フライング・コンデンサの1番ピン。22nFのコンデンサを、 $C_{P1}$ と $C_{P2}$ 間でデバイスにできるだけ近付けて接続します。	Output
13	16	$C_{P2}$	チャージ・ポンプ・フライング・コンデンサの2番ピン。22nFのコンデンサを、 $C_{P1}$ と $C_{P2}$ 間でデバイスにできるだけ近付けて接続します。	Output
12	15	$\overline{\text{SLEEP}}$	アクティブ・ロー・スリープ・ピン	Logic Input
9	12	HFS	出力電流のフルスケールを設定します。HFS = 0の場合、係数は100%。 HFS = 1の場合、係数は50%。	Logic Input
10, 11, 16, 17, 24, 25	13, 14	N.C.	接続なし	—
EP	EP	PGND	電源GND。グランド・プレーンに接続します。サーマル露出パッド（EP）は電源GNDピンでもあり、GNDに正しく接続する必要があります。	GND

機能図



## 詳細

MAX22213は、個別に制御可能な4個の36V、3.8A<sub>MAX</sub>ハーフHブリッジ・ドライバを備えています。このデバイスで、4個のソレノイド、2個のブラシ付きDCモータ、1個のステッピング・モータ、あるいは、異なる負荷の組み合わせを駆動することができます。パワー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。合計R<sub>ON</sub>（ハイ・サイド+ロー・サイド）の代表値は0.25Ωです。各ハーフ・ブリッジは、2つのロジック入力（DIN<sub>-</sub>、EN<sub>-</sub>）を用いてPWM制御できます。MAX22213は、非散逸性の内蔵電流検出機能を内蔵しており、大きな外付けの電力抵抗が不要になるため、スペースおよび電力を大幅に節減できます。内部検出された電流はスケールリングされて外部電流モニタ・ピン（ISEN<sub>-</sub>）に出力されます。そのため、ISEN<sub>-</sub>ピンとGNDの間に抵抗が接続されていると、負荷電流に比例した電圧が発生します。この電圧はマイクロコントローラのADCでモニタでき、負荷の電流およびトルクの情報を得ることができます。最大負荷電流が1.5A未満の場合、ハーフ・フルスケール（HFS）ロジック入力をハイに駆動することで、最大電流定格を半分に、ロー・サイドFETのR<sub>ON</sub>を2倍にできます。各ハーフ・ブリッジの最大トランジェント出力電流はI<sub>MAX</sub> = 3.8Aで、過電流保護（OCP）によって制限されます。この電流は短い時間間隔で流すことが可能で、小さな容量性負荷を駆動することを目的としています。Hブリッジごとの最大実効値電流はI<sub>RMS</sub> = 2Aで、パッケージとダイの温度、PCBのグラウンド・プレーンおよび配線、ヒートシンク、強制空冷などのアプリケーションの熱特性によって制限されます。

## スリープ・モード（SLEEPピン）

SLEEPピンをローに駆動すると、すべての出力がスリーステート、内部回路のバイアスがオフ、チャージ・ポンプが無効化状態となり、デバイスを可能な限り低消費電力のモードにすることができます。このピンがアクティブに駆動されていないときは必ずデバイスがディスエーブルになるようにするには、プルダウン抵抗をSLEEPとGNDの間に接続する必要があります。SLEEPピンをハイに駆動すると、デバイスはウェイクアップし、通常動作モードに復帰します。t<sub>WAKE</sub>は3ms（最大値）です。

## PWM制御

ハーフ・ブリッジが有効化されている場合（EN<sub>-</sub> = ロジック・ハイ）、平均出力電圧は対応するDIN<sub>-</sub>のロジック入力によって制御されます。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、モータ速度またはソレノイド電流の制御を行うことができます。EN<sub>-</sub>ピンをロジック・ローに設定すると、対応するOUT<sub>-</sub>ドライバ・ピンを強制的に高インピーダンス・モードにします。PWM制御ではEN<sub>-</sub>入力ピンを使用することはできません。

各ハーフ・ブリッジ（OUT<sub>-</sub>）は、2つのロジック入力（DIN<sub>-</sub>、EN<sub>-</sub>）で制御されます。表1に制御の真理値表を示します。

表1. MAX22213の真理値表

EN <sub>-</sub>	IN <sub>-</sub>	OUT <sub>-</sub>	DESCRIPTION
0	X	High-Impedance	Half H-bridge is disabled.
1	0	Low	Low-side FET is driven.
1	1	High	High-side FET is driven.

## 電流検出出力（ISEN<sub>-</sub>）-電流モニタ

各OUT<sub>-</sub>に対して内部検出されたモータ電流に比例する電流が、個別のハーフHブリッジそれぞれのISEN<sub>-</sub>ピンに出力されます。この内蔵の電流検出機能はユニポーラで、電流が検出されるのはロー・サイド（LS）のFETのみです。そのため、電流情報は、LSFETがオンで順方向モードで動作しているときに意味を持ちます。

この条件下では、ISENの出力電流は次式で表せます。

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

ここで、K<sub>ISEN</sub>は、出力電流とISEN<sub>-</sub>ピンにおけるそのレプリカとの間の電流スケールリング・ファクタを表しています。K<sub>ISEN</sub>の代表値は（HFSロジック・ローで）7.5KA/Aです。例えば、瞬時出力電流が2Aの場合、ISEN<sub>-</sub>に供給される電流は266μAです。

LS FETが逆方向モードでオンになっているか、HS FETがオンになっている場合は、ISEN<sub>-</sub>電流モニタが出力する電流はゼロです。

外付けの信号抵抗 $R_{ISEN}$ を $ISEN_+$ 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、 $R_{ISEN}$ の両端の電圧降下を外部コントローラのADCに入力できます。ピーク電圧がADCのフルスケール条件を満たし、かつ、 $V_{ISEN}$ の最大値を超えないように、 $R_{ISEN}$ の値を選択する必要があります。次の式は、ADCのフルスケール電圧 ( $V_{FS}$ ) と最大動作電流 ( $I_{MAX}$ ) がわかっている場合に、 $R_{ISEN}$ を計算する設計式を示しています。

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

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 ( $ISEN_+$ 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 $R_{ISEN}$ よりもはるかに高く、減衰することなく、 $ISEN_+$ ピンに直接接続できます。低インピーダンスのADCを用いる場合は、プリアンプ (バッファ) が必要となる場合があります。

電流検出出力回路の帯域幅とステップ応答性能 (電気的特性のセクションの電流検出モニタの仕様を参照) により、電流モニタは、モータ駆動アプリケーションのドライバ電流を確実に追跡できます。

## ハーフ・フルスケール (HFS)

HFSは、ロジック入力ピンHFSのステータスに依存します。HFSがロジック・ローに設定された場合、スカラー係数は100%であり、パワーFETの $R_{ON}$ の代表値は $0.25\Omega$  (ハイ・サイド+ロー・サイド) となります。HFSがロジック・ハイに設定された場合、スカラー係数は50%であり、パワーFETの $R_{ON}$ の代表値は $0.345\Omega$  (ハイ・サイド+ロー・サイド) と高くなります。この設定値は、最大電流が1.5Aを超えず、低電流での高精度が必要とされるアプリケーションでの使用に推奨します。

表2はHFSの設定値をまとめたものです。

表2. HFSの真理値表

HFS	MAXIMUM OUTPUT CURRENT (A)	TYPICAL $R_{ON}$ (HIGH SIDE + LOW SIDE) ( $\Omega$ )	NOTES
0	3	0.25	Optimized efficiency and extended operating range up to $3.0A_{FS}$ .
1	1.5	0.345	Reduced operating range up to $1.5A_{FS}$ . Improved current accuracy control at the bottom end of the current range.

## フォルト保護

### 過電流保護 (OCP)

OCPは、 $OUT_+$ のレール (電源電圧とグラウンド) への短絡や過剰な負荷電流からデバイスを保護します。

OCPスレッシュホールドは、最小値が3.8Aに設定されています。出力電流がデグリッチ時間 (OCPブランキング時間) より長くOCPスレッシュホールドを超えた場合、OCPイベントが検出され、ハーフHブリッジは高インピーダンス・モードに設定されます。また、 $\overline{FAULT}$ 出力がローに駆動され、フォルト状態が検出されたことを外部回路に通知します。ハーフ・ブリッジ $OUT_+$ が $EN_+$ および $DIN_+$ で定義された電流状態に従って再イネーブルされると、ハーフHブリッジは3ms間 (代表値) ( $t_{RETRY}$ 仕様) 高インピーダンス状態を維持してから、自動再試行が開始されます。過電流イベントまたは短絡イベントがまだ存在する場合は、このサイクルが繰り返されます。それ以外の場合は、通常動作が再開されます。長時間のOCP自動再試行はデバイスの信頼性に影響するため、 $\overline{FAULT}$ をモニタリングする外部回路は、過電流モードでの長時間動作を避ける動作をする必要があります。

### サーマル・シャットダウン保護

ダイ温度が $T_{SD} = +165^\circ C$  (代表値) 超えた場合、すべての出力ピン ( $OUT1 \sim OUT4$ ) はスリーステートとなり、 $\overline{FAULT}$ ピンはローになります。ダイの温度が $20^\circ C$  (代表値) のヒステリシス量分だけ低下するまで、 $\overline{FAULT}$ ピンはローを維持し、出力はスリーステート・モードとなります。その後、 $\overline{FAULT}$ ピンはハイに駆動され出力が再度イネーブルされます。

**低電圧ロックアウト保護**

$V_M$ 電源電圧がUVLOスレッシュホールドを下回ると、すべてのOUT\_出力はスリーステートとなり、 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンはローに駆動されます。 $V_M$ 電源電圧がOVLOスレッシュホールド（最大値）を超えた場合、OUT\_出力は現在の状態（EN\_およびDIN\_で定義）に自動的に戻り、 $\overline{\text{FAULT}}$ がハイに駆動されます。

## アプリケーション情報

低スイッチング損失と低ノイズでの安定した動作を実現するには、PCBレイアウトを慎重に行うことが不可欠です。ノイズ耐性を向上し消費電力を抑えるために、可能な場合は必ず多層ボードを使用します。次のガイドラインに従って、PCBレイアウトを適切なものにしてください。

1. 電源とチャージ・ポンプのバイパス・コンデンサはデバイスの近くに配置します。
2. 適切な電流経路と放熱性を実現するために、ビアと銅箔ベタ・グラウンドを用いて露出パッドとGNDプレーンの良好な接続を確保します。
3. 電源パターンと負荷の接続部は、短く幅広いものにします。この方法は、高い効率を得るために必須のものです。銅層の厚い（標準の0.5オンスに対して1オンスまたは2オンスの）PCBを用いると、全負荷効率と放熱性を向上させることができます。
4. 精度向上のために高精度の抵抗（公差1%以下）を使用します。



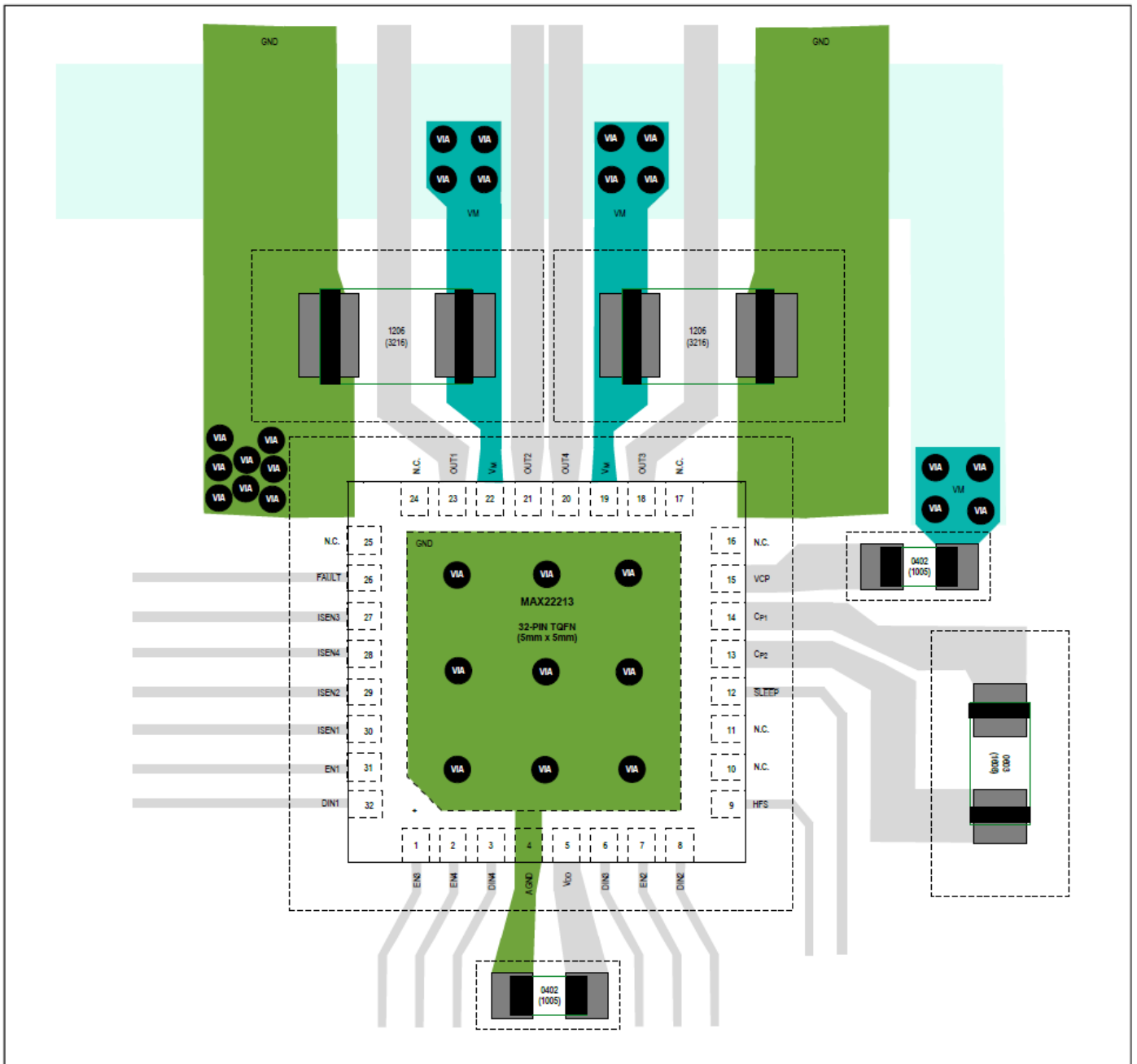
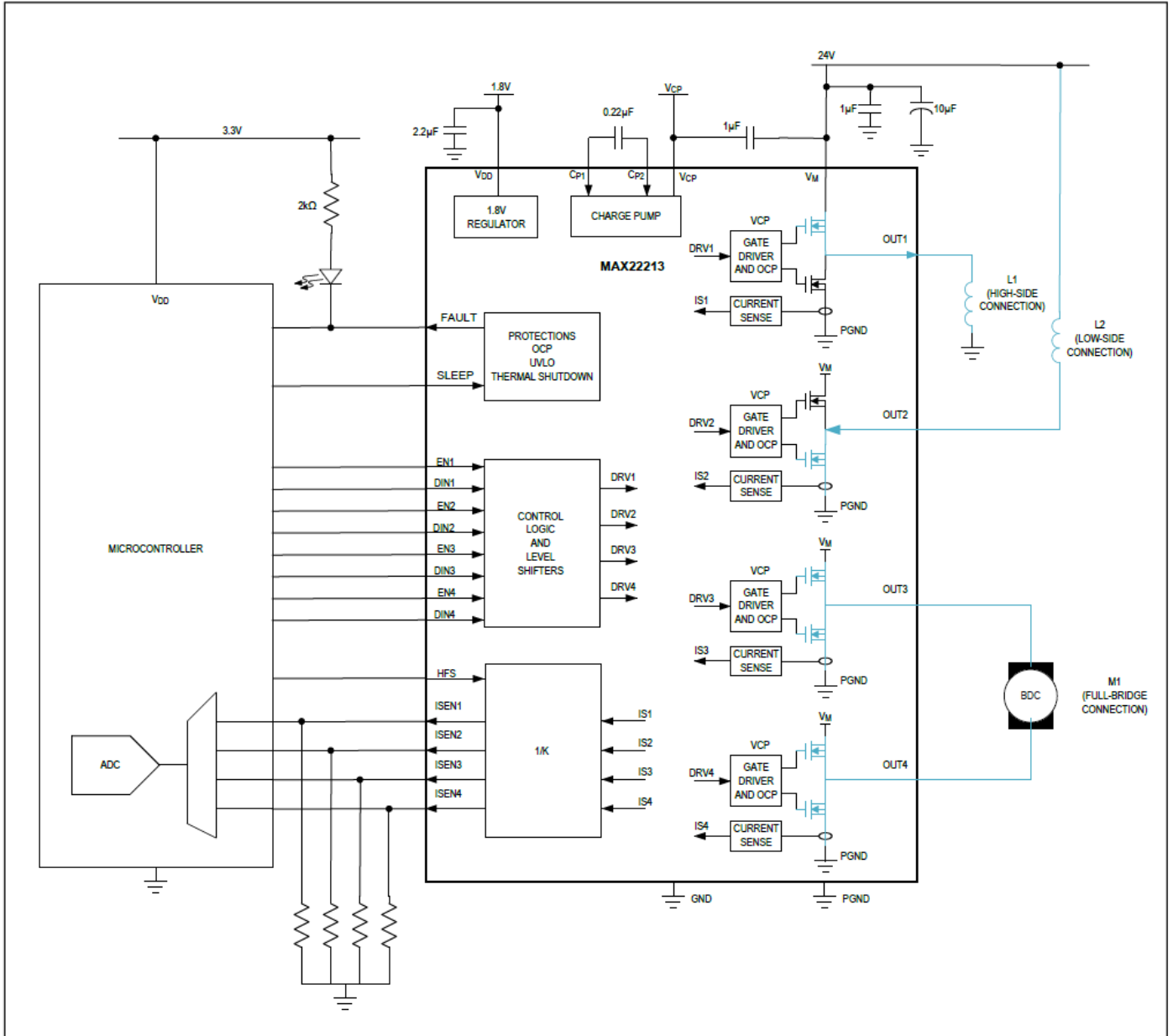


図1. MAX22213の推奨レイアウト

標準アプリケーション回路

アプリケーション構成図



MAX22213

電流検出機能を内蔵した  
36V、3.8Aクワッド・ハーフHブリッジ・ドライバ

## オーダー情報

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PIN-PACKAGE
MAX22213ATJ+	-40°C to +125°C	32 TQFN-EP*
MAX22213ATJ+T	-40°C to +125°C	32 TQFN-EP*
MAX22213AUI+T**	-40°C to +125°C	28 TSSOP-EP*

+ = 鉛 (Pb) フリー／RoHS準拠のパッケージ。

T = テープ&リール。

\*EP = 露出パッド。

\*\*発売予定の製品-発売時期については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	8/23	Initial release	—

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2月20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2月20日

製品名：MAX22213

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：15頁、上から3行目

## 【誤】

「VM 電源電圧が OVLO スレッシュホールド (最大値) を越えた場合、OUT 出力は・・・」

## 【正】

「VM 電源電圧が UVLO スレッシュホールドを越えた場合、OUT 出力は・・・」