

## DRV8955 クワッド・ハーフブリッジ・ドライバ、電流センス内蔵

## 1 特長

- クワッド・ハーフブリッジ DC モータ・ドライバ
  - 最大 4 つのソレノイド負荷、2 つの DC モータ、1 つのステッピング・モータ、または他の負荷を駆動可能
  - 個々のハーフブリッジのフル制御
- 電流検出およびレギュレーション機能を内蔵
- 4.5V~48V の動作電源電圧範囲
- 以下とピン互換:
  - DRV8932: 33V、900mΩ HS + LS
  - DRV8935: 33V、330mΩ HS + LS
- 業界標準の IN/IN デジタル制御インターフェイス
- ハーフブリッジを並列に接続すると出力電流の上昇が可能
- 構成可能なオフ時間 PWM チョッピング
  - 7、16、24、32μs
- 1.8V、3.3V、5.0V のロジック入力をサポート
- 低消費電流のスリープ・モード (2μA)
- 拡散スペクトラム・クロック処理による低い EMI
- 保護機能
  - VM 低電圧誤動作防止 (UVLO)
  - チャージ・ポンプ低電圧検出 (CPUV)
  - 過電流保護 (OCP)
  - サーマル・シャットダウン (OTSD)
  - フォルト条件出力 (nFAULT)

## 2 アプリケーション

- 冷蔵庫のダンパーおよび製氷室
- 工業用ミシン
- ファクトリ・オートメーションおよびロボティクス
- オフィスおよびホーム・オートメーション
- 洗濯機、乾燥機、食器洗い機
- ゲーム機
- 汎用ソレノイド負荷

## 3 概要

DRV8955 は、産業用アプリケーション向けに 4 つの個別制御可能なハーフブリッジ・ドライバを備えています。このデバイスは、最大 4 つのソレノイド負荷、2 つの DC モータ、1 つのステッピング・モータ、または他の負荷を駆動するために使用できます。

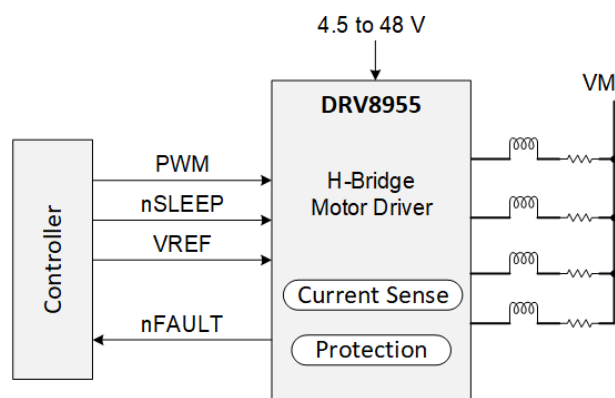
各チャネルの出力ドライバは、ハーフブリッジに構成された N チャネルのパワー MOSFET で構成されています。単純な PWM (IN/IN) インターフェイスにより、コントローラと簡単に接続できます。各ハーフブリッジを独立して制御するための個別の入力が提供されています。さらに、出力を並列に接続することで、出力負荷に対してより多くの電流を供給できます。

DRV8955 は単一電源で動作し、4.5V~48V の幅広い入力電源電圧範囲をサポートします。低消費電力のスリープ・モードにより、内部回路の大部分をシャットダウンして、低い静止電流を実現できます。低電圧誤動作防止、各 FET の過電流保護、短絡保護、過熱に対する保護機能が内蔵されています。フォルト条件は、nFAULT ピンで通知されます。

## 製品情報

| 型番 <sup>(1)</sup> | パッケージ       | 本体サイズ (公称)    |
|-------------------|-------------|---------------|
| DRV8955PPWPR      | HTSSOP (28) | 9.7mm × 4.4mm |
| DRV8955PRGER      | VQFN (24)   | 4.0mm × 4.0mm |

- (1) 利用可能なすべてのパッケージについては、このデータシートの末尾にある注文情報を参照してください。



DRV8955 の概略回路図



## 目次

|                          |           |                                     |           |
|--------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| <b>1 特長</b> .....        | <b>1</b>  | <b>8 アプリケーションと実装</b> .....          | <b>23</b> |
| <b>2 アプリケーション</b> .....  | <b>1</b>  | 8.1 アプリケーション情報.....                 | 23        |
| <b>3 概要</b> .....        | <b>1</b>  | 8.2 代表的なアプリケーション.....               | 23        |
| <b>4 改訂履歴</b> .....      | <b>2</b>  | <b>9 電源に関する推奨事項</b> .....           | <b>26</b> |
| <b>5 ピン構成および機能</b> ..... | <b>3</b>  | 9.1 バルク容量の決定.....                   | 26        |
| 端子機能.....                | 3         | <b>10 レイアウト</b> .....               | <b>27</b> |
| <b>6 仕様</b> .....        | <b>5</b>  | 10.1 レイアウトの注意点.....                 | 27        |
| 6.1 絶対最大定格.....          | 5         | 10.2 レイアウト例.....                    | 27        |
| 6.2 ESD 定格.....          | 5         | <b>11 デバイスおよびドキュメントのサポート</b> .....  | <b>29</b> |
| 6.3 推奨動作条件.....          | 6         | 11.1 ドキュメントのサポート.....               | 29        |
| 6.4 熱に関する情報.....         | 6         | 11.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....        | 29        |
| 6.5 電気的特性.....           | 7         | 11.3 サポート・リソース.....                 | 29        |
| <b>7 詳細説明</b> .....      | <b>11</b> | 11.4 商標.....                        | 29        |
| 7.1 概要.....              | 11        | 11.5 静電気放電に関する注意事項.....             | 29        |
| 7.2 機能ブロック図.....         | 12        | 11.6 用語集.....                       | 29        |
| 7.3 機能説明.....            | 13        | <b>12 メカニカル、パッケージ、および注文情報</b> ..... | <b>30</b> |
| 7.4 デバイスの機能モード.....      | 21        |                                     |           |

## 4 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

| 日付          | リビジョン | 注   |
|-------------|-------|-----|
| 2020 年 12 月 | *     | 初版。 |

## 5 ピン構成および機能

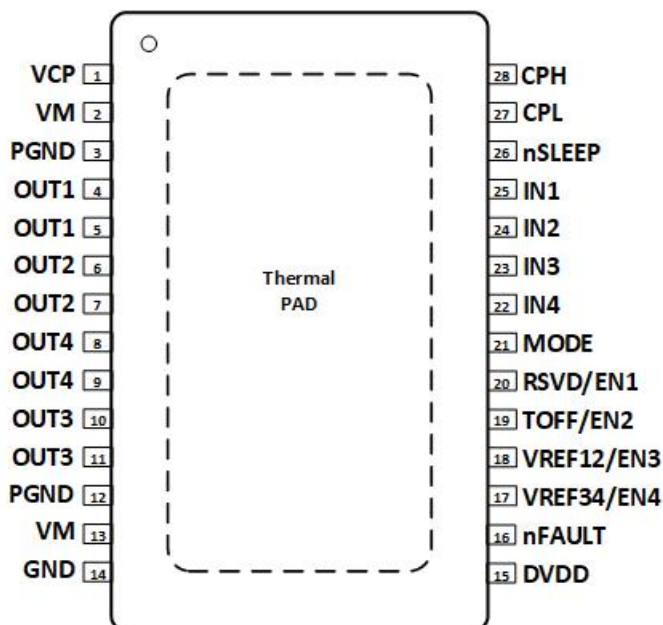


図 5-1. PWP PowerPAD™ パッケージ 28 ピン HTSSOP 上面図 DRV8955

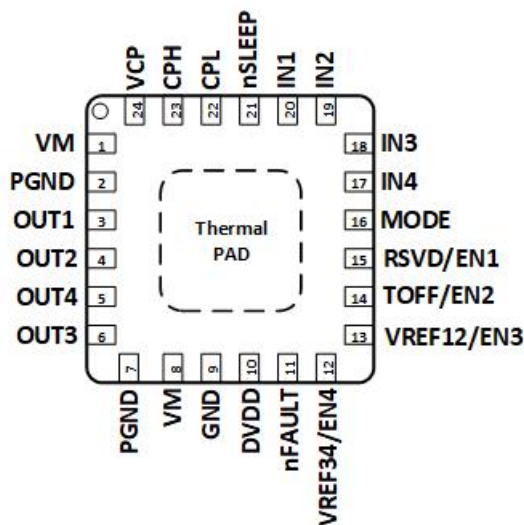


図 5-2. RGE パッケージ 24 ピン VQFN (露出サーマル・パッド付き) 上面図 DRV8955

## 端子機能

| 名前   | ピン   |     | 種類 | 説明                                      |
|------|------|-----|----|-----------------------------------------|
|      | PWP  | RGE |    |                                         |
| IN1  | 25   | 20  | I  | PWM 入力。ハーフブリッジ 1 の状態をロジック制御します。内部プルダウン。 |
| IN2  | 24   | 19  | I  | PWM 入力。ハーフブリッジ 2 の状態をロジック制御します。内部プルダウン。 |
| IN3  | 23   | 18  | I  | PWM 入力。ハーフブリッジ 3 の状態をロジック制御します。内部プルダウン。 |
| IN4  | 22   | 17  | I  | PWM 入力。ハーフブリッジ 4 の状態をロジック制御します。内部プルダウン。 |
| OUT1 | 4, 5 | 3   | O  | ハーフブリッジ 1 の出力。                          |
| OUT2 | 6, 7 | 4   | O  | ハーフブリッジ 2 の出力。                          |

| ピン         |        |      | 種類  | 説明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|--------|------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 名前         | PWP    | RGE  |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| OUT3       | 10, 11 | 6    | O   | ハーフブリッジ 3 の出力。                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| OUT4       | 8, 9   | 5    | O   | ハーフブリッジ 4 の出力。                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| VREF12/EN3 | 18     | 13   | I   | MODE ピンが 0、1、またはハイ・インピーダンスの場合、このピンは基準電圧入力ピンとして機能し、ハーフブリッジ 1 および 2 の電流レベルを制御します。330k の抵抗を MODE ピンとグラウンドの間に接続すると、このピンのロジック High によって OUT3 がイネーブルになります。                                                                                                                                                                |
| VREF34/EN4 | 17     | 12   | I   | MODE ピンが 0、1、またはハイ・インピーダンスの場合、このピンは基準電圧入力ピンとして機能し、ハーフブリッジ 3 および 4 の電流レベルを制御します。330k の抵抗を MODE ピンとグラウンドの間に接続すると、このピンのロジック High によって OUT4 がイネーブルになります。                                                                                                                                                                |
| RSVD/EN1   | 20     | 15   | -   | MODE ピンが 0、1、またはハイ・インピーダンスの場合、このピンは未接続のままにしてください。330k の抵抗を MODE ピンとグラウンドの間に接続すると、このピンでロジック HIGH になると OUT1 がイネーブルになります。                                                                                                                                                                                              |
| MODE       | 21     | 16   | I   | MODE ピンの電圧により、個々のハーフブリッジの並列接続を選択するか、ブリッジの独立したハイ・インピーダンス動作を選択します。MODE が 0 のとき、4 つの独立したソレノイド負荷を駆動できます。MODE が 1 のとき、ハーフブリッジのペアを並列接続することで、2 つのソレノイド負荷を高い出力電流で駆動できます。MODE がオープンなときは、すべてのハーフブリッジが並列になり、単一のソレノイド負荷が駆動されます。330k の抵抗を MODE とグラウンドの間に接続すると、独立したハイ・インピーダンス動作がイネーブルになり、各ハーフ・ブリッジ出力を個別にイネーブルまたはディセーブルにすることができます。 |
| CPH        | 28     | 23   | PWR | チャージ・ポンプのスイッチング・ノード。X7R、0.022μF、VM 定格セラミック・コンデンサを CPH と CPL の間に接続します。                                                                                                                                                                                                                                               |
| CPL        | 27     | 22   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| GND        | 14     | 9    | PWR | デバイスのグラウンド。システム・グラウンドに接続します。                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| TOFF/EN2   | 19     | 14   | I   | MODE ピンが 0、1、またはハイ・インピーダンスの場合、このピンは、電流チョッピング中のオフ時間を設定します。330k の抵抗を MODE とグラウンドの間に接続すると、このピンのロジック High によって OUT2 がイネーブルになります。                                                                                                                                                                                        |
| DVDD       | 15     | 10   | PWR | ロジック電源電圧。X7R、0.47μF～1μF、6.3V または 10V 定格セラミック・コンデンサを GND との間に接続します。                                                                                                                                                                                                                                                  |
| VCP        | 1      | 24   | O   | チャージ・ポンプの出力。X7R、0.22μF、16V セラミック・コンデンサを VM との間に接続します。                                                                                                                                                                                                                                                               |
| VM         | 2, 13  | 1, 8 | PWR | 電源。電源電圧に接続し、VM 定格の 2 つの 0.01μF セラミック・コンデンサ (各ピンに 1 つずつ) と 1 つのバルク・コンデンサを使用して PGND にバイパスします。                                                                                                                                                                                                                         |
| PGND       | 3, 12  | 2, 7 | PWR | 電源グラウンド。システム・グラウンドに接続します。                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| nFAULT     | 16     | 11   | O   | フォルト通知。フォルト条件により論理 Low に駆動されます。オープン・ドレイン出力には外部プルアップ抵抗が必要です。                                                                                                                                                                                                                                                         |
| nSLEEP     | 26     | 21   | I   | スリープ・モード入力。論理 High でデバイスをイネーブル。論理 Low で低消費電力スリープ・モードに移行。内部プルダウン抵抗。                                                                                                                                                                                                                                                  |
| PAD        | -      | -    | -   | サーマル・パッド。システム・グラウンドに接続します。                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## 6 仕様

### 6.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内、GND 基準 (特に記述のない限り)

|                                                                                                | 最小     | 最大           | 単位 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|----|
| 電源電圧 (VM)                                                                                      | −0.3   | 50           | V  |
| チャージ・ポンプ電圧 (VCP、CPH)                                                                           | −0.3   | $V_{VM} + 7$ | V  |
| チャージ・ポンプ負スイッチング・ピン (CPL)                                                                       | −0.3   | $V_{VM}$     | V  |
| nSLEEP ピン電圧 (nSLEEP)                                                                           | −0.3   | $V_{VM}$     | V  |
| 内部レギュレータ電圧 (DVDD)                                                                              | −0.3   | 5.75         | V  |
| 制御およびリファレンス・ピン電圧 (IN1、IN2、IN3、IN4、nFAULT、RSVD / EN1、TOFF / EN2、MODE、VREF12 / EN3、VREF34 / EN4) | −0.3   | 5.75         | V  |
| オープンドレイン出力電流 (nFAULT)                                                                          | 0      | 10           | mA |
| 巻線出力ピン電圧 (連続) (OUT1、OUT2、OUT3、OUT4)                                                            | −1     | $V_{VM} + 1$ | V  |
| 巻線出力ピン電圧 (過渡 100ns) (OUT1、OUT2、OUT3、OUT4)                                                      | −3     | $V_{VM} + 3$ | V  |
| ピーク駆動電流 (OUT1、OUT2、OUT3、OUT4)                                                                  | 内部的に制限 |              | A  |
| 動作時周囲温度、 $T_A$                                                                                 | −40    | 125          | °C |
| 動作時の接合部温度、 $T_J$                                                                               | −40    | 150          | °C |
| 保管温度、 $T_{stg}$                                                                                | −65    | 150          | °C |

### 6.2 ESD 定格

|             |      | 値                                       | 単位    |
|-------------|------|-----------------------------------------|-------|
| $V_{(ESD)}$ | 静電放電 | 人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠   | ±2000 |
|             |      | デバイス帯電モデル (CDM)、JEDEC 仕様 JESD22-C101 準拠 | ±750  |
|             |      | PWP のコーナー・ピン (1、14、15、28)               | ±500  |
|             |      | その他のピン                                  | ±500  |

## 6.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

|           |                                                   | 最小   | 最大  | 単位  |
|-----------|---------------------------------------------------|------|-----|-----|
| $V_{VM}$  | 通常 (DC) 動作の電源電圧範囲                                 | 4.5  | 48  | V   |
| $V_I$     | 論理レベル入力電圧                                         | 0    | 5.5 | V   |
| $V_{REF}$ | 基準 RMS 電圧範囲 ( $V_{REF}$ )                         | 0.05 | 3.3 | V   |
| $f_{PWM}$ | 適用される PWM 信号 (IN1、IN2、IN3、IN4)                    | 0    | 100 | kHz |
| $I_{FS}$  | ピーク出力電流 (MODE = 0 または 330k $\Omega$ を GND との間に接続) | 0    | 2.5 | A   |
|           | ピーク出力電流 (MODE = 1)                                | 0    | 5   | A   |
|           | ピーク出力電流 (MODE = ハイ・インピーダンス)                       | 0    | 10  | A   |
| $T_A$     | 動作時の周囲温度                                          | -40  | 125 | °C  |
| $T_J$     | 動作時のジャンクション温度                                     | -40  | 150 | °C  |

## 6.4 熱に関する情報

| 熱測定値                 |                     | PWP (HTSSOP) | RGE (VQFN) | 単位   |
|----------------------|---------------------|--------------|------------|------|
|                      |                     | 28 ピン        | 24 ピン      |      |
| $R_{\theta JA}$      | 接合部から周囲への熱抵抗        | 29.7         | 39.0       | °C/W |
| $R_{\theta JC(top)}$ | 接合部からケース (上面) への熱抵抗 | 23.0         | 28.9       | °C/W |
| $R_{\theta JB}$      | 接合部から基板への熱抵抗        | 9.3          | 16.0       | °C/W |
| $\Psi_{JT}$          | 接合部から上面への特性パラメータ    | 0.3          | 0.4        | °C/W |
| $\Psi_{JB}$          | 接合部から基板への評価パラメータ    | 9.2          | 15.9       | °C/W |
| $R_{\theta JC(bot)}$ | 接合部からケース (底面) への熱抵抗 | 2.4          | 3.4        | °C/W |

## 6.5 電気的特性

標準値は  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$  の値です。特に記述のない限り、すべての限界値は推奨動作条件の全範囲を満たすものとします。

| パラメータ                                            |                                                  | テスト条件                                       | 最小   | 標準                 | 最大   | 単位  |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------|------|--------------------|------|-----|
| 電源 (VM、DVDD)                                     |                                                  |                                             |      |                    |      |     |
| I <sub>VM</sub>                                  | VM 動作電源電流                                        | nSLEEP = 1、負荷なし                             |      | 5                  | 6.5  | mA  |
| I <sub>VMQ</sub>                                 | VM スリープ・モード電源電流                                  | nSLEEP = 0                                  |      | 2                  | 4    | μA  |
| t <sub>SLEEP</sub>                               | スリープ時間                                           | nSLEEP = 0 でスリープモード                         | 120  |                    |      | μs  |
| t <sub>RESET</sub>                               | nSLEEP リセット・パルス                                  | nSLEEP = Low でフォルトをクリア                      | 20   |                    | 40   | μs  |
| t <sub>WAKE</sub>                                | ウェークアップ時間                                        | nSLEEP = 1 で出力遷移                            |      | 0.8                | 1.2  | ms  |
| t <sub>ON</sub>                                  | ターンオン時間                                          | VM > UVLO で出力遷移                             |      | 0.8                | 1.2  | ms  |
| V <sub>DVDD</sub>                                | 内部レギュレータ電圧                                       | 外部負荷なし、6V < V <sub>VM</sub> < 48V           | 4.75 | 5                  | 5.25 | V   |
|                                                  |                                                  | 外部負荷なし、V <sub>VM</sub> = 4.5V               | 4.2  | 4.35               |      | V   |
| チャージ・ポンプ (VCP、CPH、CPL)                           |                                                  |                                             |      |                    |      |     |
| V <sub>VCP</sub>                                 | VCP 動作電圧                                         | 6V < V <sub>VM</sub> < 48V                  |      | V <sub>VM</sub> +5 |      | V   |
| f <sub>(VCP)</sub>                               | チャージ・ポンプ・スイッチング周波数                               | V <sub>VM</sub> > UVLO、nSLEEP = 1           |      | 360                |      | kHz |
| 論理レベル入力 (IN1、IN2、IN3、IN4、EN1、EN2、EN3、EN4、nSLEEP) |                                                  |                                             |      |                    |      |     |
| V <sub>IL</sub>                                  | 入力論理 Low 電圧                                      |                                             | 0    |                    | 0.6  | V   |
| V <sub>IH</sub>                                  | 入力論理 High 電圧                                     |                                             | 1.5  |                    | 5.5  | V   |
| V <sub>HYS</sub>                                 | 入力論理ヒステリシス                                       |                                             |      | 150                |      | mV  |
| I <sub>IL</sub>                                  | 入力論理 Low 電流                                      | V <sub>IN</sub> = 0V                        | −1   |                    | 1    | μA  |
| I <sub>IH</sub>                                  | 入力論理 High 電流                                     | V <sub>IN</sub> = 5V                        |      |                    | 100  | μA  |
| t <sub>1</sub>                                   | ENx High から OUTx High の遅延                        | INx = 1                                     |      |                    | 5    | μs  |
| t <sub>2</sub>                                   | ENx Low から OUTx Low の遅延                          | INx = 1                                     |      |                    | 5    | μs  |
| t <sub>3</sub>                                   | ENx High から OUTx Low の遅延                         | INx = 0                                     |      |                    | 5    | μs  |
| t <sub>4</sub>                                   | ENx Low から OUTx High の遅延                         | INx = 0                                     |      |                    | 5    | μs  |
| t <sub>5</sub>                                   | INx High から OUTx High の遅延                        |                                             |      | 800                |      | ns  |
| t <sub>6</sub>                                   | INx Low から OUTx Low の遅延                          |                                             |      | 800                |      | ns  |
| クワッドレベル入力 (MODE、TOFF)                            |                                                  |                                             |      |                    |      |     |
| V <sub>I1</sub>                                  | 入力論理 Low 電圧                                      | GND に接続                                     | 0    |                    | 0.6  | V   |
| V <sub>I2</sub>                                  |                                                  | 330kΩ ± 5% を GND との間に接続                     | 1    | 1.25               | 1.4  | V   |
| V <sub>I3</sub>                                  | 入力ハイ・インピーダンス電圧                                   | ハイ・インピーダンス (GND との間の抵抗値が 500kΩ よりも大きい)      | 1.8  | 2                  | 2.2  | V   |
| V <sub>I4</sub>                                  | 入力論理 High 電圧                                     | DVDD に接続                                    | 2.7  |                    | 5.5  | V   |
| I <sub>O</sub>                                   | 出力プルアップ電流                                        |                                             |      | 10                 |      | μA  |
| 制御出力 (nFAULT)                                    |                                                  |                                             |      |                    |      |     |
| V <sub>OL</sub>                                  | 出力論理 Low 電圧                                      | I <sub>O</sub> = 5mA                        |      |                    | 0.5  | V   |
| I <sub>OH</sub>                                  | 出力論理 High リーク電流                                  |                                             | −1   |                    | 1    | μA  |
| モータ・ドライバ出力 (OUT1、OUT2、OUT3、OUT4)                 |                                                  |                                             |      |                    |      |     |
| R <sub>DS(ONH)</sub>                             | ハイサイド FET オン抵抗 (MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続) | T <sub>J</sub> = 25°C、I <sub>O</sub> = -1A  |      | 165                | 200  | mΩ  |
|                                                  |                                                  | T <sub>J</sub> = 125°C、I <sub>O</sub> = -1A |      | 250                | 300  | mΩ  |
|                                                  |                                                  | T <sub>J</sub> = 150°C、I <sub>O</sub> = -1A |      | 280                | 350  | mΩ  |

**DRV8955**

JAJSKX0 – APRIL 2020 – REVISED DECEMBER 2020

標準値は  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$  の値です。特に記述のない限り、すべての限界値は推奨動作条件の全範囲を満たすものとします。

| パラメータ                 |                                                  | テスト条件                                        | 最小    | 標準                  | 最大    | 単位  |
|-----------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------|---------------------|-------|-----|
| R <sub>DS(ONL)</sub>  | ローサイド FET オン抵抗 (MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続) | T <sub>J</sub> = 25°C、I <sub>O</sub> = 1A    |       | 165                 | 200   | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 125°C、I <sub>O</sub> = 1A   |       | 250                 | 300   | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 150°C、I <sub>O</sub> = 1A   |       | 280                 | 350   | mΩ  |
| R <sub>DS(ONH)</sub>  | ハイサイド FET オン抵抗 (MODE = 1)                        | T <sub>J</sub> = 25°C、I <sub>O</sub> = -1A   |       | 80                  | 100   | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 125°C、I <sub>O</sub> = -1A  |       | 125                 | 150   | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 150°C、I <sub>O</sub> = -1A  |       | 140                 | 175   | mΩ  |
| R <sub>DS(ONL)</sub>  | ローサイド FET オン抵抗 (MODE = 1)                        | T <sub>J</sub> = 25°C、I <sub>O</sub> = 1A    |       | 80                  | 100   | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 125°C、I <sub>O</sub> = 1A   |       | 125                 | 150   | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 150°C、I <sub>O</sub> = 1A   |       | 140                 | 175   | mΩ  |
| R <sub>DS(ONH)</sub>  | ハイサイド FET オン抵抗 (MODE = ハイ・インピーダンス)               | T <sub>J</sub> = 25°C、I <sub>O</sub> = -1A   |       | 40                  | 50    | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 125°C、I <sub>O</sub> = -1A  |       | 60                  | 75    | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 150°C、I <sub>O</sub> = -1A  |       | 70                  | 90    | mΩ  |
| R <sub>DS(ONL)</sub>  | ローサイド FET オン抵抗 (MODE = ハイ・インピーダンス)               | T <sub>J</sub> = 25°C、I <sub>O</sub> = 1A    |       | 40                  | 50    | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 125°C、I <sub>O</sub> = 1A   |       | 60                  | 75    | mΩ  |
|                       |                                                  | T <sub>J</sub> = 150°C、I <sub>O</sub> = 1A   |       | 70                  | 90    | mΩ  |
| t <sub>RF</sub>       | 出力立ち上がり / 立ち下がり時間                                | VM = 24V                                     |       | 100                 |       | ns  |
| 電流レギュレーション (VREF)     |                                                  |                                              |       |                     |       |     |
| K <sub>V</sub>        | トランスインピーダンス・ゲイン                                  | VREF = 3.3V、MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続  | 1.254 | 1.32                | 1.386 | V/A |
|                       |                                                  | VREF = 3.3V、MODE = 1                         | 0.627 | 0.66                | 0.693 | V/A |
|                       |                                                  | VREF = 3.3V、MODE = ハイ・インピーダンス                | 0.313 | 0.33                | 0.347 | V/A |
| I <sub>VREF</sub>     | VREF リーク電流                                       | VREF = 3.3V                                  |       |                     | 8.25  | μA  |
| t <sub>OFF</sub>      | PWM オフ時間                                         | TOFF = 0                                     |       | 7                   |       | μs  |
|                       |                                                  | TOFF = 1                                     |       | 16                  |       |     |
|                       |                                                  | TOFF = ハイ・インピーダンス                            |       | 24                  |       |     |
|                       |                                                  | TOFF = 330kΩ を GND との間に接続                    |       | 32                  |       |     |
| ΔI <sub>TRIP</sub>    | 電流トリップ精度                                         | ITRIP 設定の 10%～20%                            | -12   |                     | 12    | %   |
|                       |                                                  | ITRIP 設定の 20%～40%                            | -6    |                     | 6     |     |
|                       |                                                  | ITRIP 設定の 40%～100%                           | -4    |                     | 4     |     |
| 保護回路                  |                                                  |                                              |       |                     |       |     |
| V <sub>UVLO</sub>     | VM 低電圧誤動作防止 (UVLO)                               | VM 立ち下がり、UVLO 立ち下がり                          | 4.1   | 4.25                | 4.35  | V   |
|                       |                                                  | VM 立ち上がり、UVLO 立ち上がり                          | 4.2   | 4.35                | 4.45  |     |
| V <sub>UVLO,HYS</sub> | 低電圧ヒステリシス                                        | 立ち上がりから立ち下がりへのスレッシュホールド                      |       | 100                 |       | mV  |
| V <sub>CPUV</sub>     | チャージ・ポンプ低電圧                                      | VCP 立ち下がり                                    |       | V <sub>VM</sub> + 2 |       | V   |
| I <sub>OCP</sub>      | 過電流保護                                            | FET を流れる電流 (MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続) | 4     |                     |       | A   |
|                       |                                                  | FET を流れる電流 (MODE = 1)                        | 8     |                     |       | A   |
|                       |                                                  | FET を流れる電流 (MODE = ハイ・インピーダンス)               | 16    |                     |       | A   |
| t <sub>OCP</sub>      | 過電流グリッチ除去時間                                      |                                              |       | 2                   |       | μs  |

標準値は  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$  の値です。特に記述のない限り、すべての限界値は推奨動作条件の全範囲を満たすものとします。

| パラメータ                 |              | テスト条件               | 最小  | 標準  | 最大  | 単位 |
|-----------------------|--------------|---------------------|-----|-----|-----|----|
| T <sub>OTSD</sub>     | サーマル・シャットダウン | ダイ温度 T <sub>J</sub> | 150 | 165 | 180 | °C |
| T <sub>HYS_OTSD</sub> | 過熱保護閾値ヒステリシス | ダイ温度 T <sub>J</sub> |     | 20  |     | °C |

### 6.5.1 代表的特性

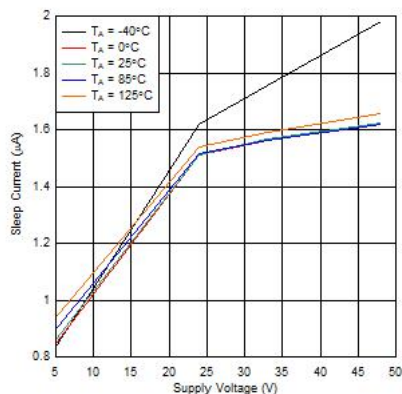


図 6-1. スリープ電流と電源電圧

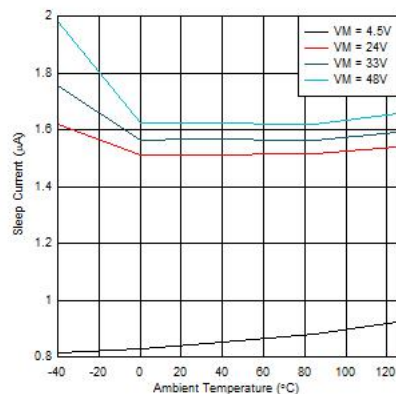


図 6-2. スリープ電流温度特性

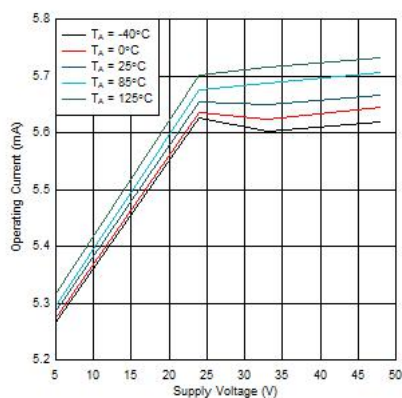


図 6-3. 動作電流と電源電圧

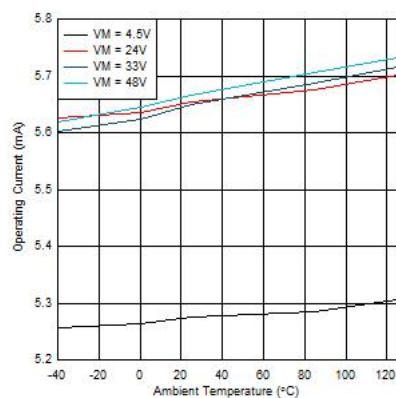


図 6-4. 動作電流温度特性

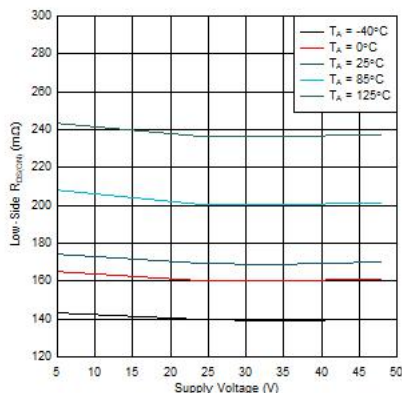


図 6-5. ローサイド  $R_{DS(ON)}$  と電源電圧 (MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続)

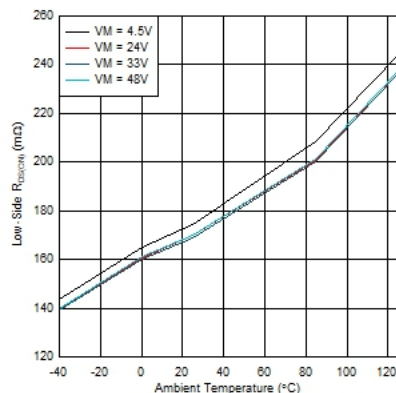


図 6-6. ローサイド  $R_{DS(ON)}$  温度特性 (MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続)

### 6.5.1 代表的特性 (continued)

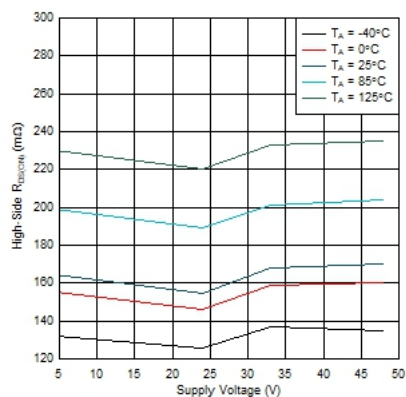


図 6-7. ハイサイド  $R_{DS(ON)}$  と電源電圧 (MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続)

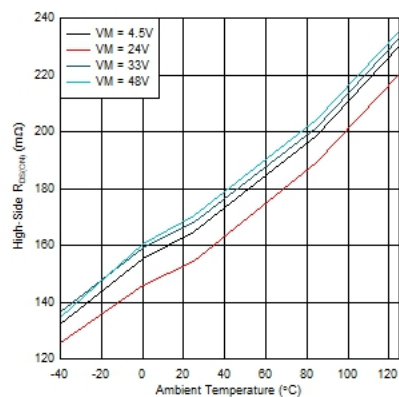


図 6-8. ハイサイド  $R_{DS(ON)}$  温度特性 (MODE = 0 または 330kΩ を GND との間に接続)

## 7 詳細説明

### 7.1 概要

DRV8955 は 4.5V ~ 48V の幅広い電源電圧をサポートし、最大 4 つのソレノイド負荷を駆動できます。

シンプルな PWM インターフェイス・オプションにより、出力と簡単に接続できます。MODE ピンにより、1、2、または 4 つのソレノイド負荷を駆動するようハーフブリッジを構成することも、各ハーフブリッジに対して独立したハイ・インピーダンス制御を行うこともできます。ハーフブリッジを並列に接続して 1 つまたは 2 つの負荷を駆動する場合、このデバイスはより大きな出力電流をサポートできます。電流レギュレーションのトリップ・ポイントは、VREF ピン電圧の値によって制御されます。PWM オフ時間  $t_{OFF}$  は 7、16、24、32 $\mu$ s に調整できます。また、低消費電力スリープ・モードを内蔵しているため、負荷を駆動していないときにシステムの電力を節約できます。

システムに異常状態が発生した場合、内蔵する各種保護機能がデバイスを保護します。主な保護機能は、低電圧誤動作防止 (UVLO)、チャージ・ポンプ低電圧 (CPUV)、過電流保護 (OCP)、過熱シャットダウン (TSD) などです。フォルト条件は nFAULT ピンにより示されます。

## 7.2 機能ブロック図

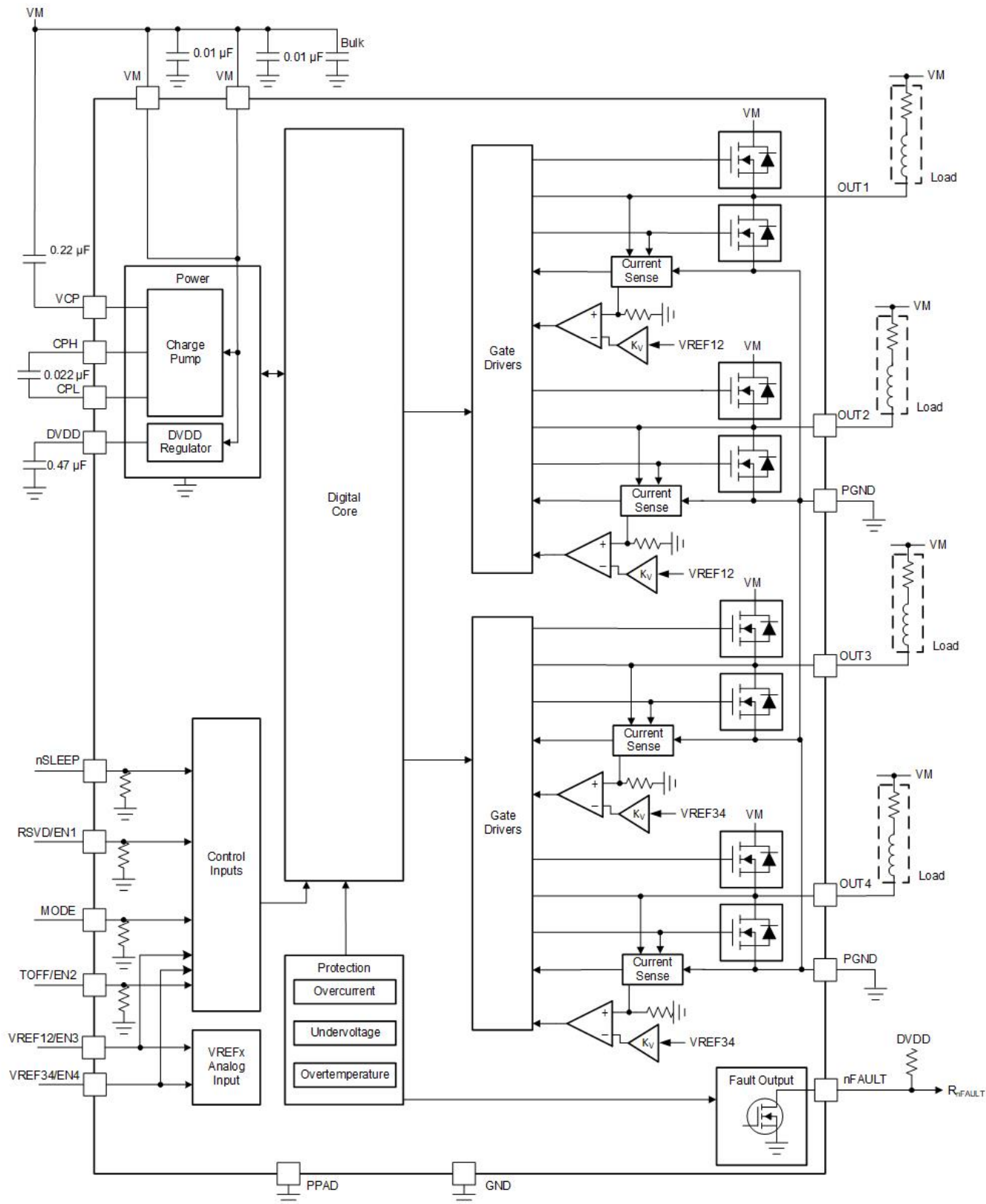


図 7-1. DRV8955 のブロック図

## 7.3 機能説明

以下の表に、ドライバの外付け部品の推奨値を示します。

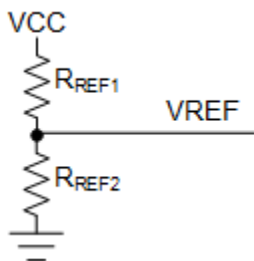


図 7-2. VREF ピンに接続された抵抗分割器

表 7-1. 外付け部品

| 部品                        | ピン 1   | ピン 2   | 推奨する事項                                                                                  |
|---------------------------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| C <sub>VM1</sub>          | VM     | PGND   | 2 つの X7R、0.01μF、VM 定格セラミック・コンデンサ                                                        |
| C <sub>VM2</sub>          | VM     | PGND   | バルク、VM 定格コンデンサ                                                                          |
| C <sub>VCP</sub>          | VCP    | VM     | X7R、0.22μF、16V セラミック・コンデンサ                                                              |
| C <sub>SW</sub>           | CPH    | CPL    | X7R、0.022μF、VM 定格セラミック・コンデンサ                                                            |
| C <sub>DVDD</sub>         | DVDD   | GND    | X7R、0.47μF～1μF、6.3V または 10V 定格セラミック・コンデンサ                                               |
| R <sub>nFAULT</sub>       | VCC    | nFAULT | 4.7kΩ 以上の抵抗                                                                             |
| R <sub>REF1</sub>         | VREF12 | VCC    | チョッピング電流を制限するための抵抗。R <sub>REF1</sub> と R <sub>REF2</sub> の並列抵抗値を 50kΩ よりも小さくすることを推奨します。 |
| R <sub>REF2</sub> (オプション) | VREF12 | GND    |                                                                                         |
| R <sub>REF3</sub>         | VREF34 | VCC    | チョッピング電流を制限するための抵抗。R <sub>REF3</sub> と R <sub>REF4</sub> の並列抵抗値を 50kΩ よりも小さくすることを推奨します。 |
| R <sub>REF4</sub> (オプション) | VREF34 | GND    |                                                                                         |

VCC は本デバイスのピンではありませんが、オープンドレイン出力の nFAULT は VCC 電源電圧にプルアップする必要があります。nFAULT は DVDD にプルアップすることもできます。

### 7.3.1 構成オプションとブリッジ制御

MODE ピンにより、1 つ、2 つ、または 4 つのソレノイド負荷をデバイスで駆動できるようにハーフブリッジを構成します。ハーフブリッジを並列に接続すると、より大きな負荷電流をサポートできます。表 7-2 に、4 つの可能な設定を示します。

表 7-2. DRV8955 構成オプション

| MODE       | ハーフブリッジの数                           | 独立したハイ・インピーダンス制御 | R <sub>dsON</sub> (HS + LS) | 最大 ITRIP | 入力制御ピン                                       | 電流制御                                                                   |
|------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 0          | 4                                   | いいえ              | 330mΩ                       | 2.5A     | IN1、IN2、IN3、IN4                              | VREF12 は OUT1 と OUT2 の ITRIP を制御し、VREF34 は OUT3 と OUT4 の ITRIP を制御します。 |
| 1          | 2 (OUT1 と OUT2 を接続、OUT3 と OUT4 を接続) | いいえ              | 160mΩ                       | 5A       | IN2 は OUT1 と OUT2 を制御し、IN4 は OUT3 と OUT4 を制御 | VREF12 は OUT1 と OUT2 の ITRIP を制御し、VREF34 は OUT3 と OUT4 の ITRIP を制御します。 |
| ハイ・インピーダンス | 1 (4 つの OUT ピンをすべて接続)               | いいえ              | 80mΩ                        | 10A      | IN4 は接続された出力を制御                              | 出力負荷の ITRIP を制御するには、VREF12 を VREF34 に短絡する必要があります。                      |

表 7-2. DRV8955 構成オプション (continued)

| MODE               | ハーフブリッジの数          | 独立したハイ・インピーダンス制御 | RdsON (HS + LS) | 最大 ITRIP        | 入力制御ピン                          | 電流制御                                                                                    |
|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 330kΩ を GND との間に接続 | 4 (独立したハイ・インピーダンス) | はい               | 330mΩ           | ITRIP 制御はありません。 | IN1、IN2、IN3、IN4、EN1、EN2、EN3、EN4 | 各出力の電流は、入力の PWM パルス幅により制御する必要があります。このモードでは、VREF ピンと TOFF ピンがイネーブル (ENx) ピンとして再割り当てされます。 |

INx 入力ピンは、OUTx 出力の状態 (ハイまたはロー) を直接制御します。MODE ピンを GND との間の 330kΩ 抵抗に接続すると、以下のように、ENx 入力ピンが OUTx ドライバのイネーブル / ディセーブルを切り替えます。

表 7-3. DRV8955 H ブリッジ・ロジック (MODE=0、1、またはハイ・インピーダンスの場合)

| nSLEEP | INx | OUTx       | 説明                                   |
|--------|-----|------------|--------------------------------------|
| 0      | X   | ハイ・インピーダンス | スリープ・モード、ハーフブリッジはディセーブル (ハイ・インピーダンス) |
| 1      | 0   | L          | OUTx ローサイド・オン                        |
| 1      | 1   | H          | OUTx ハイサイド・オン                        |

表 7-4. DRV8955 H ブリッジ・ロジック (MODE = 330kΩ を GND との間に接続の場合)

| nSLEEP | INx | ENx | OUTx       | 説明                                   |
|--------|-----|-----|------------|--------------------------------------|
| 0      | X   | X   | ハイ・インピーダンス | スリープ・モード、ハーフブリッジはディセーブル (ハイ・インピーダンス) |
| 1      | x   | 0   | ハイ・インピーダンス | 個々の出力はディセーブル (ハイ・インピーダンス)            |
| 1      | 0   | 1   | L          | OUTx ローサイド・オン                        |
| 1      | 1   | 1   | H          | OUTx ハイサイド・オン                        |

MODE ピンを GND との間の 330kΩ 抵抗に接続すると、入力を DC モータの速度などの PWM 制御に使用できます。PWM による巻線制御では、駆動電流が中断されると、モータの誘導性の性質から、電流は継続して流れます。これを「再循環電流」といいます。再循環電流を扱うために、H ブリッジは 2 種類の状態 (ファースト・ディケイまたはスロー・ディケイ) で動作できるようになります。ファースト・ディケイ・モードでは、H ブリッジがディセーブルされ、再循環電流がボディ・ダイオードに流れます。スロー・ディケイでは、モータの巻線が短絡されます。

ファースト・ディケイを使用する PWM 信号の場合、ENx ピンに PWM 信号が印加されます。スロー・ディケイを使用する場合、INx ピンに PWM 信号が印加されます。次の表に、OUT1 と OUT2 を H ブリッジとして使用して DC モータを駆動する例を示します。

表 7-5. PWM 機能

| IN1 | EN1 | IN2 | EN2 | 機能                 |
|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| PWM | 1   | 0   | 1   | 順方向 PWM、スロー・ディケイ   |
| 0   | 1   | PWM | 1   | 逆方向 PWM、スロー・ディケイ   |
| 1   | PWM | 0   | PWM | 順方向 PWM、ファースト・ディケイ |
| 0   | PWM | 1   | PWM | 逆方向 PWM、ファースト・ディケイ |

### 7.3.2 電流レギュレーション

出力負荷が VM 電源に接続されており、MODE ピンが 0、1、またはハイ・インピーダンスの場合、負荷電流を ITRIP レベルに調整できます。表 7-2 に、さまざまな動作モードで VREF ピンが出力電流を制御する方法を示します。

MODE = 0 の場合、ITRIP 電流 ( $I_{TRIP}$ ) は、 $I_{TRIP} (A) = V_{REF} (V) / 1.32 (V/A)$  として計算できます。

MODE = 1 の場合、 $I_{TRIP} (A) = V_{REF} (V) / 0.66 (V/A)$  です。

MODE = ハイ・インピーダンスの場合、 $I_{TRIP} (A) = V_{REF} (V) / 0.33 (V/A)$  です。

$V_{REF}$  電圧は、DVDD ピンからグランドに分圧抵抗を接続することでプログラミングできます。両方の  $V_{REF}$  ピンを接続して、すべての出力チャネルに対して同じ ITRIP 電流をプログラムできます。

$INx = 0$  の場合、電流が増加して ITRIP レベルに達するまでローサイド FET がオンになります。負荷電流が ITRIP に等しいと、ローサイド FET がオフになり、TOFF ピンによって決定された一定のオフ時間にわたってハイサイド FET がオンになります。オフ時間が経過すると、ローサイド FET が再度オンになり、サイクルが繰り返されます。

VM に接続された抵抗性負荷の場合、ITRIP が  $(VM / R_{LOAD})$  より高いと、 $INx = 0$  のときに、負荷電流は  $VM / R_{LOAD}$  レベルで制御されます。VM に接続された誘導性負荷の場合、暴走や過電流保護のトリガを防止するために、電流がサイクルごとに十分に減衰することを保証する必要があります。さまざまなシナリオを以下に示します。

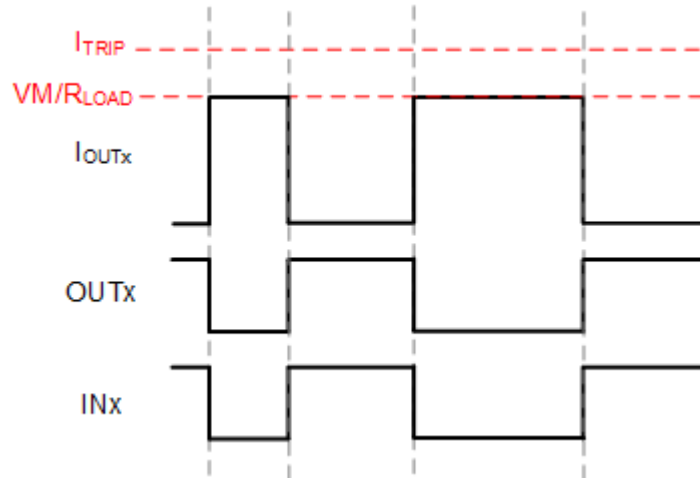


図 7-3. VM に接続された抵抗性負荷、サイクル単位の制御、 $I_{TRIP}$  は  $VM/R_{LOAD}$  より高くなる

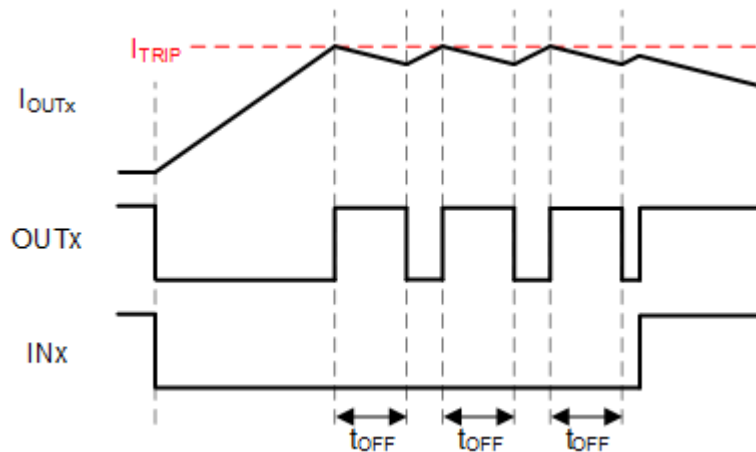


図 7-4. VM に接続された誘導性負荷、固定オフ時間電流のチョッピング

このシナリオでは、 $INx = 0$  の場合、 $I_{OUT}$  が  $I_{TRIP}$  を超えると、 $t_{OFF}$  期間にわたってハイサイド MOSFET がオンになります。 $t_{OFF}$  が経過すると、再度  $I_{OUT}$  が  $I_{TRIP}$  を超えるまでローサイド MOSFET が再度オンになります。固定オフ時間モードにより、外部コントローラを使用せずに、シンプルな電流チョッピング方式を実現できます。固定オフ時間モードは 100% デューティ・サイクル電流レギュレーションをサポートします。

負荷電流を制御するもう 1 つの方法は、サイクル単位の制御モードです。このモードでは、 $INx$  入力ピンの PWM パルス幅が制御されます。このため、外部コントローラによる電流チョッピング方式の追加制御が可能です。VM に接続されている負荷の場合、 $INx = 0$  のとき、負荷を流れる電流は上昇し、 $INx = 1$  のとき、負荷を流れる電流は減衰します。 $INx$  パル

スのデューティ・サイクルを適切に選択することで、電流を目標値に調整できます。このようなさまざまなシナリオを以下に示します。

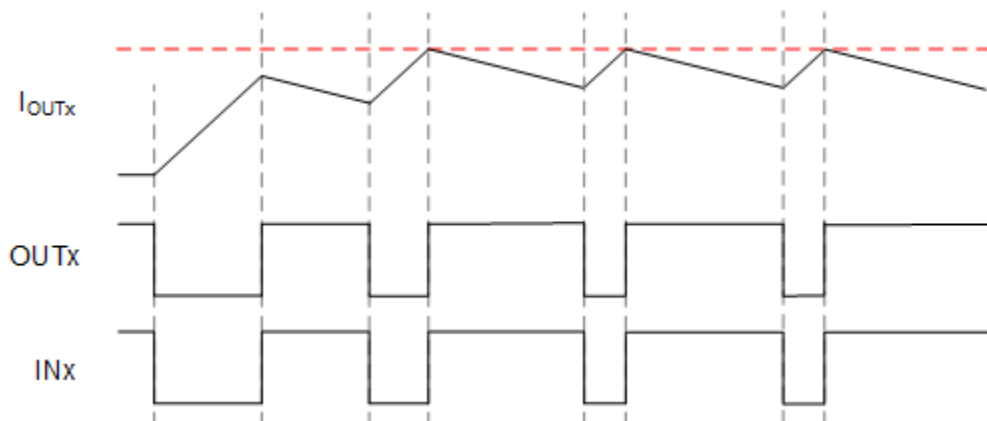


図 7-5. VM に接続された誘導性負荷、サイクル単位の制御

このシナリオでは、電流が暴走しないように、INx ピンのデューティ・サイクルを調整する必要があります。

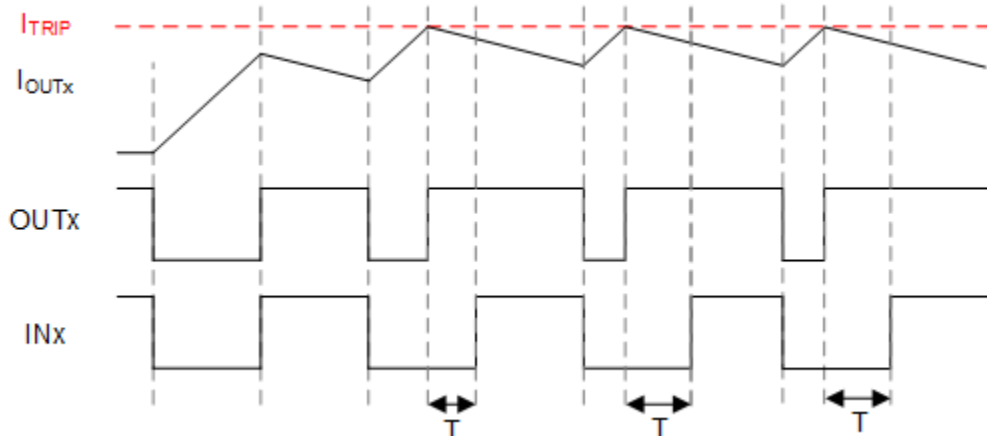


図 7-6. VM に接続された誘導性負荷、サイクル単位の制御、T は DRV8955 の  $T_{OFF}$  よりも小さい必要があります。

同様に、グランドに接続された負荷を流れる電流は、INx ピンのパルス幅を制御することで制御できます。INx = 1 は電流を上昇させ、INx = 0 は電流を減衰させます。このような 2 つのシナリオを以下に示します。

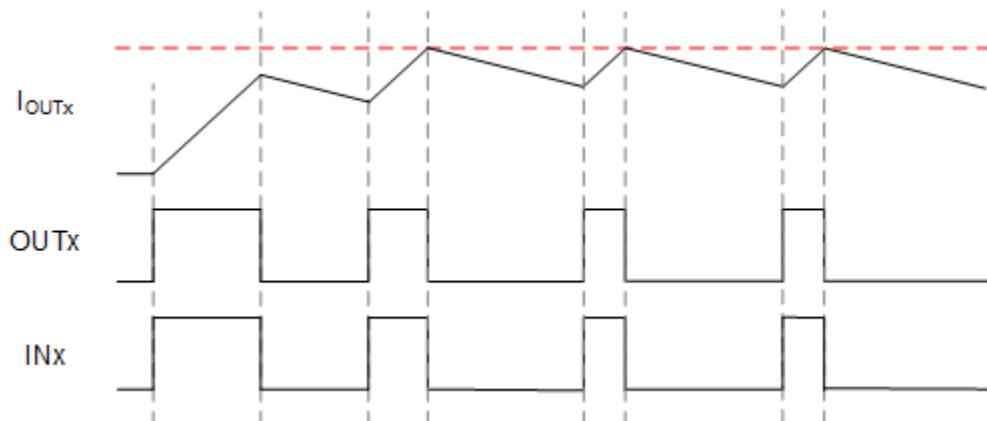


図 7-7. グランドに接続された誘導性負荷、サイクル単位の制御

このシナリオでは、電流が暴走しないように、INx ピンのデューティ・サイクルを調整する必要があります。

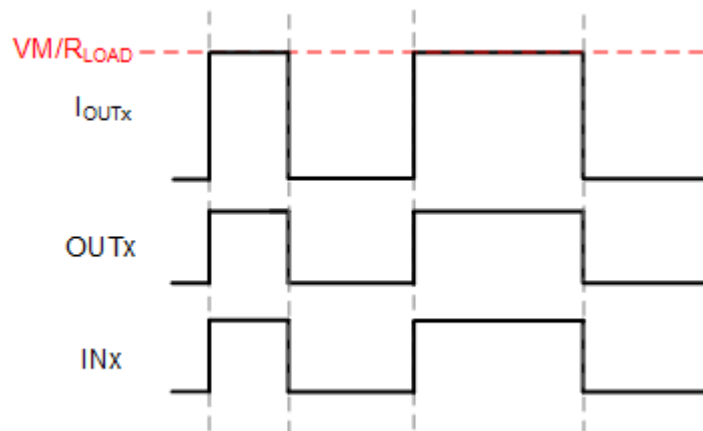


図 7-8. グランドに接続された抵抗性負荷、サイクル単位の制御

表 7-6. オフ時間の設定

| TOFF                       | オフ時間 $t_{OFF}$ |
|----------------------------|----------------|
| 0                          | 7 $\mu$ s      |
| 1                          | 16 $\mu$ s     |
| ハイ・インピーダンス                 | 24 $\mu$ s     |
| 330k $\Omega$ を GND との間に接続 | 32 $\mu$ s     |

### 7.3.3 チャージ・ポンプ

ハイサイド N チャネル MOSFET のゲート駆動電圧を供給するため、チャージ・ポンプが内蔵されています。このチャージ・ポンプには、VM ピンと VCP ピンの間に電荷保持のためのコンデンサを接続する必要があります。また、フライング・コンデンサの役割として、CPH ピンと CPL ピンの間にもセラミック・コンデンサを接続する必要があります。

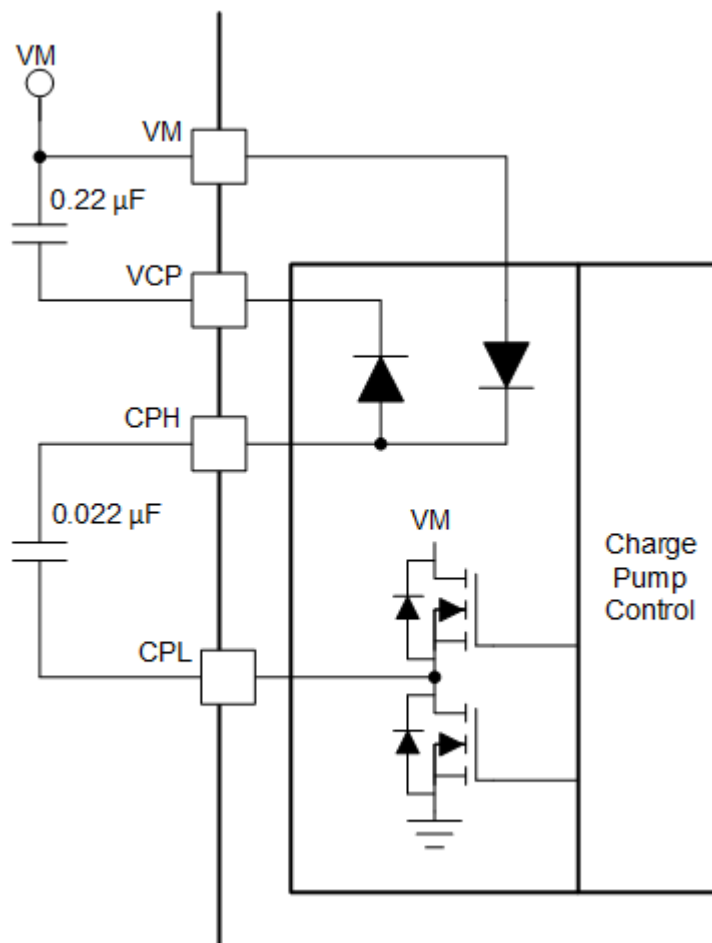


図 7-9. チャージ・ポンプのブロック図

### 7.3.4 リニア電圧レギュレータ

本デバイスには、リニア電圧レギュレータが内蔵されています。DVDD レギュレータの出力は、リファレンス電圧に使用することができます。DVDD は、最大 2mA の負荷電流を供給できます。正常に動作させるため、セラミック・コンデンサを使用して DVDD ピンを GND にバイパスします。

DVDD の出力は通常 5V です。DVDD LDO の電流負荷が 2 mA を超えると、出力電圧は大きく低下します。

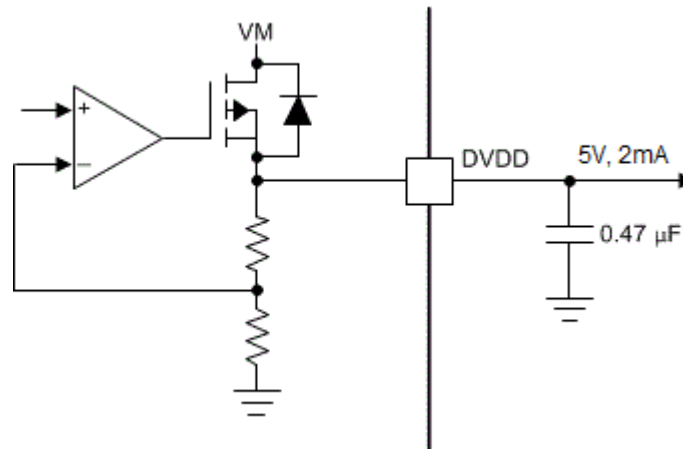


図 7-10. リニア電圧レギュレータのブロック図

デジタル入力 (すなわち MODE、TOFF) を永続的に High に固定する場合、入力を外部レギュレータではなく DVDD ピンに接続することを推奨します。これにより、VM ピンに電圧が印加されないときやスリープ・モード時に電力を節約できます。DVDD のレギュレータがディセーブルされている間、電流が入力プルダウン抵抗に流れないためです。参考までに、論理レベル入力は 200k $\Omega$  (標準値) のプルダウンを備えています。

nSLEEP ピンを DVDD に接続することはできません。さもないと本デバイスはスリープ・モードから出ることができません。

### 7.3.5 論理およびクワッドレベル・ピン構造図

図 7-11 に、ロジック・レベル・ピン IN1、IN2、IN3、IN4 および nSLEEP の入力構造を示します。

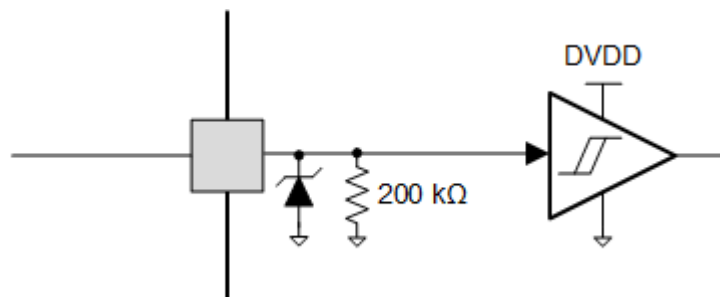


図 7-11. 論理レベル入力ピン構造図

クワッド・レベルのロジック・ピン MODE および TOFF の構造は次のとおりです (図 7-12 を参照)。

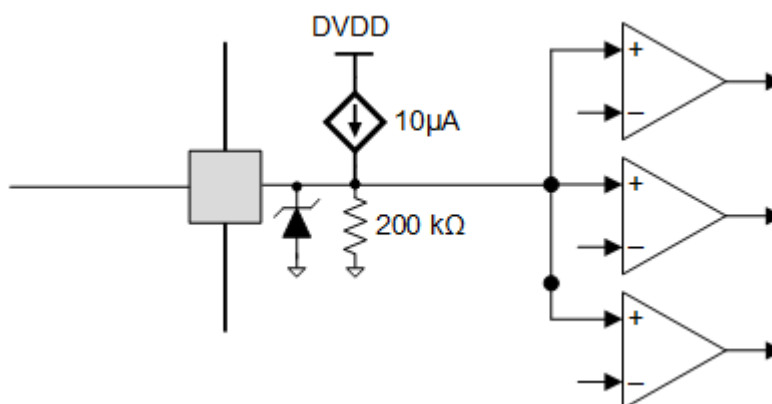


図 7-12. クワッドレベル入力ピン構造図

#### 7.3.5.1 nFAULT ピン

nFAULT ピンはオープンドレインの出力を持っているため、5V、3.3V または 1.8V 電源にプルアップする必要があります。フォルトが検出された場合、nFAULT ピンは論理 Low になります。起動後、nFAULT ピンは High になります。5V にプルアップする場合、nFAULT ピンを DVDD ピンに抵抗で接続できます。3.3V または 1.8V にプルアップする場合、外部電源を使う必要があります。

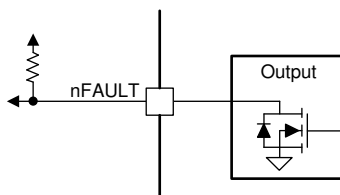


図 7-13. nFAULT ピン

### 7.3.6 保護回路

本デバイスは、電源低電圧、チャージ・ポンプ低電圧、出力過電流、デバイス過熱イベントからデバイスを保護します。

#### 7.3.6.1 VM 低電圧誤動作防止 (UVLO)

VM ピンの電圧が電圧源の UVLO スレッショルド電圧を下回ると常に、すべての出力がディセーブルされ、nFAULT ピンが Low に駆動されます。この条件では、チャージ・ポンプはディセーブルされます。VM 低電圧条件が解消すると、通常動作に復帰します (モータ・ドライバの動作と nFAULT の解放)。

### 7.3.6.2 VCP 低電圧誤動作防止 (CPUV)

VCP ピンの電圧が CPUV 電圧を下回ると常に、すべての出力がディセーブルされ、nFAULT ピンが Low に駆動されます。この条件の間、チャージ・ポンプはアクティブのまま維持されます。VCP 低電圧条件が解消すると、通常動作に復帰します (モータ・ドライバの動作と nFAULT の解放)。

### 7.3.6.3 過電流保護 (OCP)

各 FET のアナログ電流制限回路は、ゲート駆動を止めることで、FET に流れる電流を制限します。この電流制限が  $t_{OCP}$  時間よりも長く続いた場合、OCP が検出されるハーフブリッジがディセーブルされ、nFAULT ピンは Low に駆動されます。この条件の間、チャージ・ポンプはアクティブのまま維持されます。OCP 条件が解消すると、nSLEEP リセット・パルスが印加された後、または電源を切って再投入した後、通常動作に復帰します。

### 7.3.6.4 サーマル・シャットダウン (OTSD)

デバイス温度がサーマル・シャットダウン限界値 ( $T_{OTSD}$ ) を超えると、H ブリッジのすべての MOSFET がディセーブルされ、nFAULT ピンが Low に駆動されます。接合部温度が、過熱スレッシュホールド限界値からヒステリシスを引いた値 ( $T_{OTSD} - T_{HYS\_OTSD}$ ) を下回った後に、nSLEEP リセット・パルスが印加された後、または電源を切って再投入した後、通常動作に復帰します。

### フォルト条件のまとめ

表 7-7. フォルト条件のまとめ

| フォルト                | 条件                  | 異常通知   | ハーフブリッジ              | チャージ・ポンプ | ロジック                       | 復帰                  |
|---------------------|---------------------|--------|----------------------|----------|----------------------------|---------------------|
| VM 低電圧 (UVLO)       | $VM < V_{UVLO}$     | nFAULT | すべてディセーブル            | ディセーブル   | リセット ( $V_{DVDD} < 3.9V$ ) | 自動: $VM > V_{UVLO}$ |
| CP 低電圧検出 (CPUV)     | $VCP < V_{CPUV}$    | nFAULT | すべてディセーブル            | 動作       | 動作                         | $VCP > V_{CPUV}$    |
| 過電流 (OCP)           | $I_{OUT} > I_{OCP}$ | nFAULT | OCP 付きハーフブリッジがディセーブル | 動作       | 動作                         | ラッチ                 |
| サーマル・シャットダウン (OTSD) | $T_J > T_{TSD}$     | nFAULT | すべてディセーブル            | ディセーブル   | 動作                         | ラッチ                 |

## 7.4 デバイスの機能モード

### 7.4.1 スリープ・モード (nSLEEP = 0)

本デバイスの状態は nSLEEP ピンで制御されます。nSLEEP ピンが Low になると、本デバイスは低消費電力のスリープ・モードに移行します。スリープ・モードでは、すべての内蔵 MOSFET がディセーブルされ、チャージ・ポンプがディセーブルされます。nSLEEP ピンでの立ち上がりエッジの後、 $t_{SLEEP}$  時間が経過すると、デバイスはスリープ・モードに移行します。nSLEEP ピンが High になると、本デバイスは自動的にスリープから復帰します。 $t_{WAKE}$  時間が経過すると、デバイスは入力可能な状態になります。

### 7.4.2 動作モード (nSLEEP = 1)

nSLEEP ピンが High かつ  $VM > UVLO$  の場合、本デバイスはアクティブ・モードに入ります。 $t_{WAKE}$  時間が経過すると、デバイスは入力可能な状態になります。

### 7.4.3 nSLEEP リセット・パルス

ラッチされたフォルトは短い nSLEEP パルスでクリアできます。このパルス幅は 20 $\mu$ s より長く 40 $\mu$ s より短い必要があります。nSLEEP が 40 $\mu$ s より長く 120 $\mu$ s より短い間 Low である場合、フォルトはクリアされますが、本デバイスはシャットダウンする場合としない場合があります (図 7-14 を参照)。このリセット・パルスはチャージ・ポンプの状態にもその他の機能ブロックの状態にも影響を与えません。

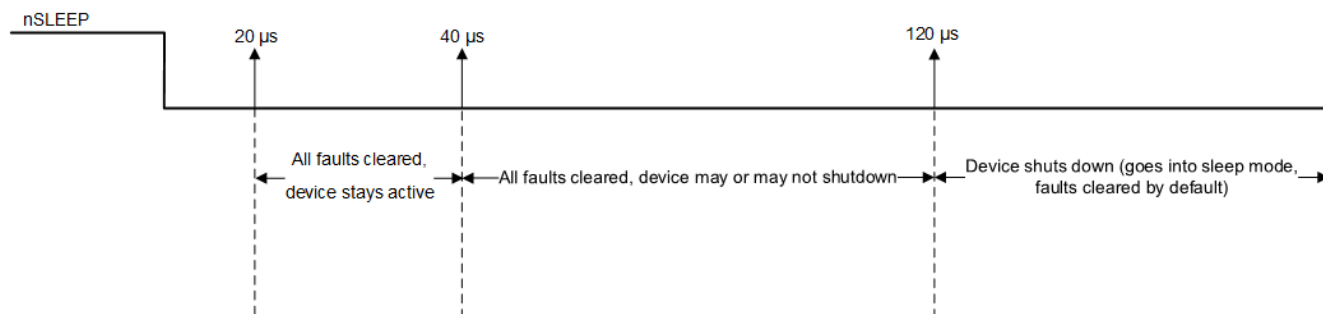


図 7-14. nSLEEP リセット・パルス

## 機能モードのまとめ

表 7-8 に、機能モードのまとめを示します。

表 7-8. 機能モードのまとめ

| 条件       |                   | 構成            | ハーフブリッジ | DVDD レギュレータ | チャージ・ポンプ | ロジック   |
|----------|-------------------|---------------|---------|-------------|----------|--------|
| スリープ・モード | $4.5V < VM < 48V$ | nSLEEP ピン = 0 | ディセーブル  | ディセーブル      | ディセーブル   | ディセーブル |
| 動作       | $4.5V < VM < 48V$ | nSLEEP ピン = 1 | 動作      | 動作          | 動作       | 動作     |

## 8 アプリケーションと実装

### NOTE

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

### 8.1 アプリケーション情報

DRV8955 は、保護機能を備えた 4 チャンネル・ハーフブリッジ・ドライバです。このデバイスを使用して、1 つのステッピング・モータ、複数のブラシ付き DC モータ、または最大 4 つのソレノイド負荷を駆動できます。

### 8.2 代表的なアプリケーション

次の設計手順で DRV8955 を構成できます。このアプリケーションでは、本デバイスを使用して 4 つのソレノイド負荷を駆動します。

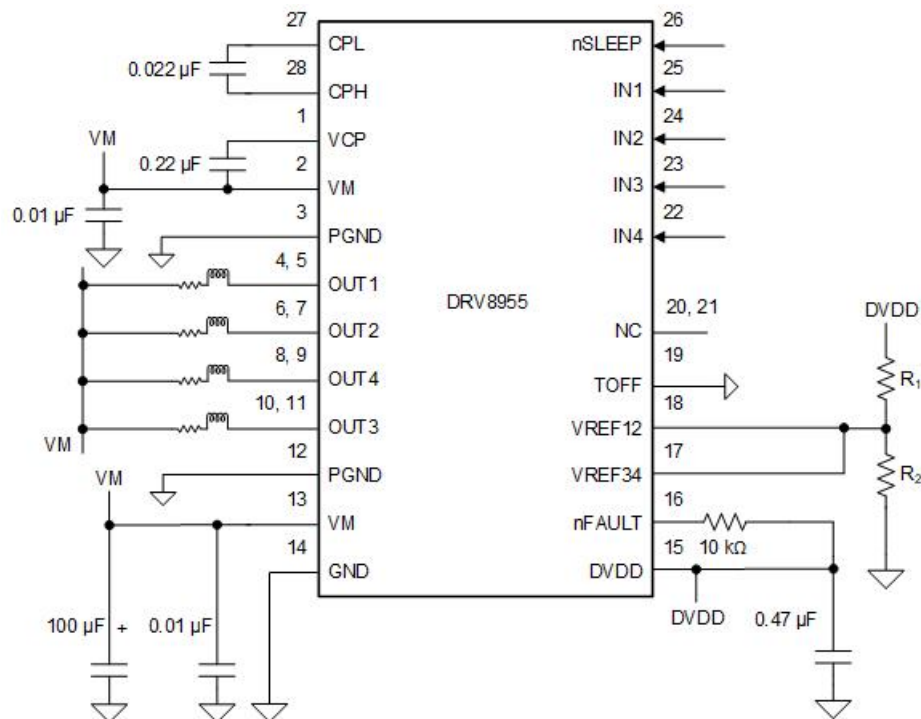


図 8-1. 代表的なアプリケーション回路図

#### 8.2.1 設計要件

表 8-1 に、代表的なアプリケーションの設計入力パラメータを示します。

表 8-1. 設計パラメータ

| 設計パラメータ       | 略号               | 例<br>値 |
|---------------|------------------|--------|
| 電源電圧範囲        | VM               | 19~29V |
| チャンネルあたりの電流   | I <sub>OUT</sub> | 1.5A   |
| PWM Frequency | f <sub>PWM</sub> | 40kHz  |

#### 8.2.2 詳細な設計手順

### 8.2.2.1 電流レギュレーション

出力負荷が VM 電源に接続されている場合、負荷電流を ITRIP レベルに調整できます。OUT1 および OUT2 出力の ITRIP 電流レベルは VREF12 ピンによって制御され、OUT3 および OUT4 出力の ITRIP レベルは VREF34 ピンによって制御されます。ITRIP 電流は、 $ITRIP (A) = VREF (V) / 1.32 (V/A)$  として計算できます。VREF 電圧は、DVDD ピンからグラウンドに分圧抵抗を接続することでプログラミングできます。

### 8.2.2.2 消費電力および熱に関する計算

本デバイスの出力電流および消費電力特性は、PCB 設計と外部条件に大きく依存します。ここでは、これらの値を計算するための指針を提示します。

本デバイスの総消費電力は、おもに 3 つの要素から成ります。それらは、パワー MOSFET  $R_{DS(ON)}$  (導通) 損失、パワー MOSFET スイッチング損失、および電源静止電流損失です。それ以外の要素が電力損失の増加に影響することもあります。この 3 つの主要な要素に比べると通常わずかです。

$$P_{TOT} = P_{COND} + P_{SW} + P_Q$$

VM に接続される負荷の場合、すべての出力に同じ負荷電流があると仮定すると、合計導通損失は次のように表すことができます。

$$P_{COND} = 4 \times (I_{OUT})^2 \times R_{DS(ONL)}$$

DRV8955 のハイサイド MOSFET とローサイド MOSFET はオン抵抗が同じであるため、伝導損失は入力 PWM のデューティ・サイクルや PWM オフ時間の長さには依存しません。 $R_{DS(ON)}$  はデバイス温度と強い相関があることに注意する必要があります。正規化した  $R_{DS(on)}$  と温度との関係を示す曲線については、「代表的特性」の曲線を参照してください。

$$P_{COND} = 4 \times (1.5A)^2 \times 0.165\Omega = 1.485W$$

$P_{SW}$  は、公称電源電圧 (VM)、安定化出力電流 ( $I_{OUT}$ )、スイッチング周波数 ( $f_{PWM}$ )、デバイス出力立ち上がり ( $t_{RISE}$ ) / 立ち下がり ( $t_{FALL}$ ) 時間の仕様から計算できます。

4 つの出力すべてが同時にスイッチングされていると仮定します。

$$P_{SW} = 4 \times (P_{SW\_RISE} + P_{SW\_FALL})$$

$$P_{SW\_RISE} = 0.5 \times VM \times I_{OUT} \times t_{RISE} \times f_{PWM}$$

$$P_{SW\_FALL} = 0.5 \times VM \times I_{OUT} \times t_{FALL} \times f_{PWM}$$

$$P_{SW\_RISE} = 0.5 \times 24V \times 1.5A \times 100ns \times 40kHz = 0.072W$$

$$P_{SW\_FALL} = 0.5 \times 24V \times 1.5A \times 100ns \times 40kHz = 0.072W$$

$$P_{SW} = 4 \times (0.072W + 0.072W) = 0.576W$$

$P_Q$  は、公称電源電圧 (VM) と  $I_{VM}$  電流の仕様から計算できます。

$$P_Q = VM \times I_{VM} = 24V \times 5mA = 0.12W$$

全消費電力 ( $P_{TOT}$ ) は導通損失、スイッチング損失、静止電力損失の合計として計算されます。

$$P_{TOT} = P_{COND} + P_{SW} + P_Q = 1.485W + 0.576W + 0.12W = 2.181W$$

周囲温度が  $T_A$ 、総消費電力 ( $P_{TOT}$ ) の場合、接合部温度 ( $T_J$ ) は次のように計算されます

$$T_J = T_A + (P_{TOT} \times R_{\theta JA})$$

JEDEC 規格の 4 層 PCB を考慮すれば、接合部から周囲への熱抵抗 ( $R_{\theta JA}$ ) は、HTSSOP パッケージの場合 29.7°C/W、VQFN パッケージの場合 39°C/W です。

25°C の周囲温度を仮定すると、HTSSOP パッケージの接合部温度は以下のように計算されます。

$$T_J = 25^\circ C + (2.181W \times 29.7^\circ C/W) = 89.78^\circ C$$

VQFN パッケージの接合部温度は以下のように計算されます。

$$T_J = 25^{\circ}\text{C} + (2.181\text{W} \times 39^{\circ}\text{C/W}) = 110.06^{\circ}\text{C}$$

デバイス接合部温度が規定の動作範囲内にあることを確認する必要があります。

### 8.2.2.3 アプリケーション曲線

CH1 = IN1 (3V/div)、CH3 = OUT1 (24V/div)、CH7 = IOUT1 (1.5A/div)

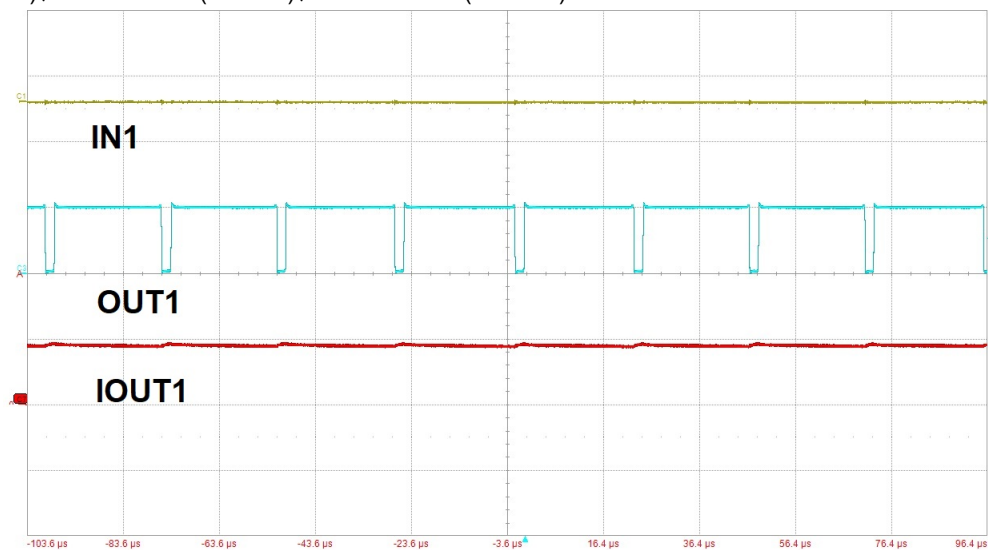


図 8-2. 電流レギュレーション、VM 接続負荷使用

CH1 = IN1 (3V/div)、CH3 = OUT1 (24V/div)

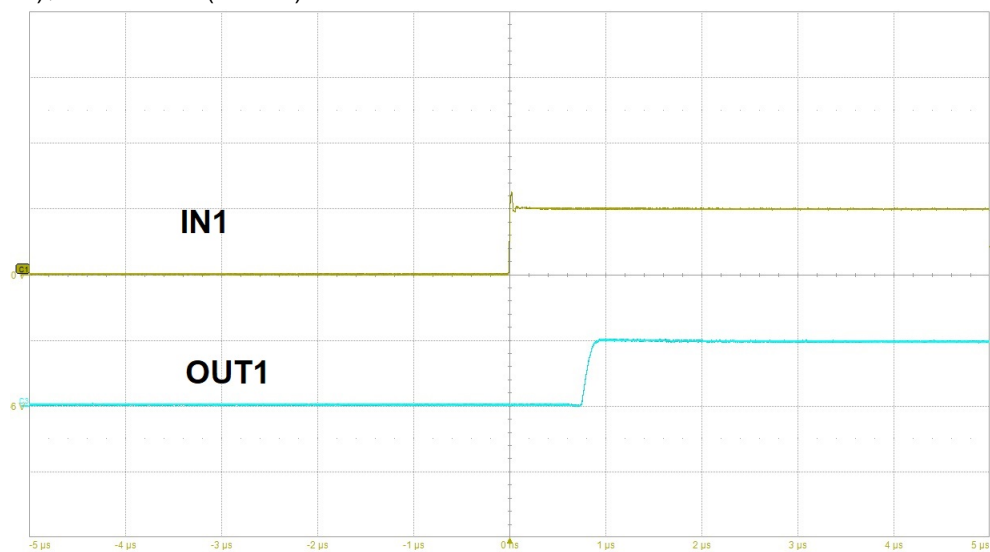


図 8-3. 入力から出力までの伝搬遅延

## 9 電源に関する推奨事項

本デバイスは、4.5V～48V の入力電圧源 (VM) 範囲で動作するように設計されています。VM 定格の 0.01μF セラミック・コンデンサを、本デバイスにできるだけ近付けて各 VM ピンに配置する必要があります。また、バルク・コンデンサを VM に接続する必要があります。

### 9.1 バルク容量の決定

適切なローカル・バルク容量を使用することは、モーター駆動システムの設計で重要な要素の 1 つです。一般に、バルク容量が大きいほど利点がありますが、コストと物理的なサイズが増加します。

必要なローカル容量値は、次のようなさまざまな要因で決まります。

- モータ・システムが必要とする最大電流
- 電源容量 (電流供給能力)
- 電源とモータ・システムのための寄生インダクタンスの大きさ
- 許容される電圧リップル
- 使用するモータの種類 (ブラシ付き DC、ブラシレス DC、ステッピング)
- モータのブレーキ方式

電源とモータ駆動システムのためのインダクタンスにより、電源からの電流が変化する割合が制限されます。ローカル・バルク容量が小さすぎる場合、システムはモータからの過剰な電流要求やダンブによる電圧変動の影響を受けます。十分なバルク容量を使うことで、モータの電圧は安定し、大電流を素早く供給できます。

データシートには一般に、推奨値が記載されていますが、バルク・コンデンサの容量が適切かどうかを判断するには、システム・レベルのテストが必要です。

モータが電源にエネルギーを伝達する場合のマーヅンを確保するため、バルク・コンデンサの定格電圧は動作電圧より高くする必要があります。

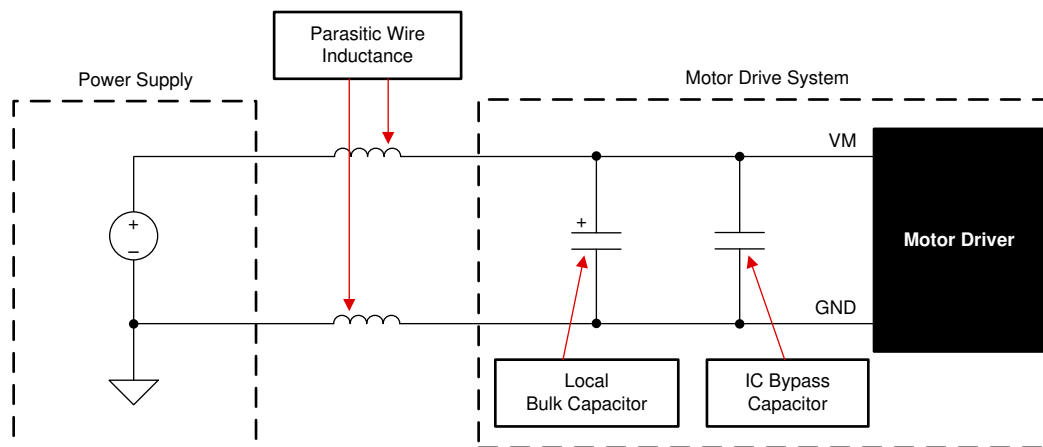


図 9-1. 外部電源を使用したモータ駆動システムの構成

## 10 レイアウト

### 10.1 レイアウトの注意点

推奨する VM 定格で  $0.01\mu\text{F}$  の低 ESR セラミック・バイパス・コンデンサを使用して、VM ピンを PGND にバイパスする必要があります。このコンデンサは VM ピンのできるだけ近くに配置し、太いトレースまたはグランド・プレーンでデバイスの PGND ピンに接続する必要があります。

VM 定格のバルク・コンデンサを使用して、VM ピンをグランドにバイパスする必要があります。この部品には電解コンデンサが使用できます。

低 ESR セラミック・コンデンサを CPL ピンと CPH ピンの間に配置する必要があります。VM 定格の  $0.022\mu\text{F}$  を推奨します。この部品はピンにできるだけ近付けて配置します。

低 ESR セラミック・コンデンサを VM ピンと VCP ピンの間に配置する必要があります。16V 定格の  $0.22\mu\text{F}$  を推奨します。この部品はピンにできるだけ近付けて配置します。

低 ESR セラミック・コンデンサを使用して DVDD ピンをグランドにバイパスします。6.3V 定格の  $0.47\mu\text{F}$  を推奨します。このバイパス・コンデンサはピンにできるだけ近付けて配置します。

サーマル・パッドはシステム・グランドに接続する必要があります。

### 10.2 レイアウト例

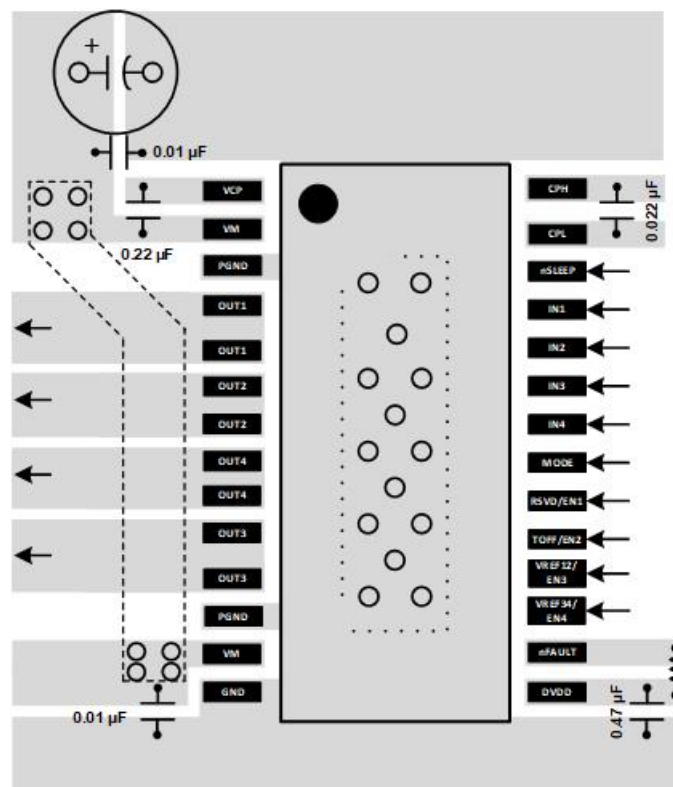


図 10-1. HTSSOP のレイアウト例

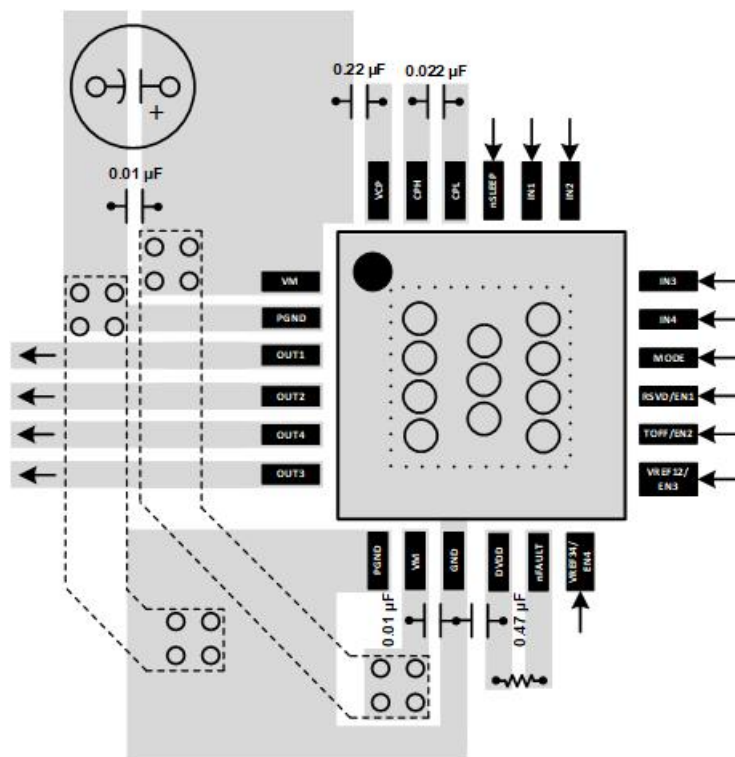


図 10-2. QFN のレイアウト例

## 11 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 11.1 ドキュメントのサポート

#### 11.1.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス・インスツルメンツ、『[熱特性強化型パッケージ PowerPAD™](#)』アプリケーション・レポート
- テキサス・インスツルメンツ、『[PowerPAD™ Made Easy](#)』アプリケーション・レポート (英語)
- テキサス・インスツルメンツ、『[Current Recirculation and Decay Modes](#)』アプリケーション・レポート (英語)
- テキサス・インスツルメンツ、『[Calculating Motor Driver Power Dissipation](#)』アプリケーション・レポート (英語)
- テキサス・インスツルメンツ、『[Understanding Motor Driver Current Ratings](#)』アプリケーション・レポート (英語)
- テキサス・インスツルメンツ、『[High Resolution Microstepping Driver With the DRV88xx Series](#)』アプリケーション・レポート (英語)

#### 11.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[ti.com](#) のデバイス製品フォルダを開いてください。「更新の通知を受け取る」をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取れます。変更の詳細については、修正されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

#### 11.3 サポート・リソース

[TI E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、該当する貢献者により、現状のまま提供されるものです。これらは TI の仕様を構成するものではなく、必ずしも TI の見解を反映したものではありません。TI の[使用条件](#)を参照してください。

#### 11.4 商標

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

#### 11.5 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい ESD 対策をとらないと、デバイスを破損するおそれがあります。

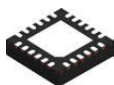
ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

#### 11.6 用語集

[TI 用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

## 12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに対して提供されている最新のデータです。このデータは予告なく変更されることがあり、ドキュメントが改訂される場合もあります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

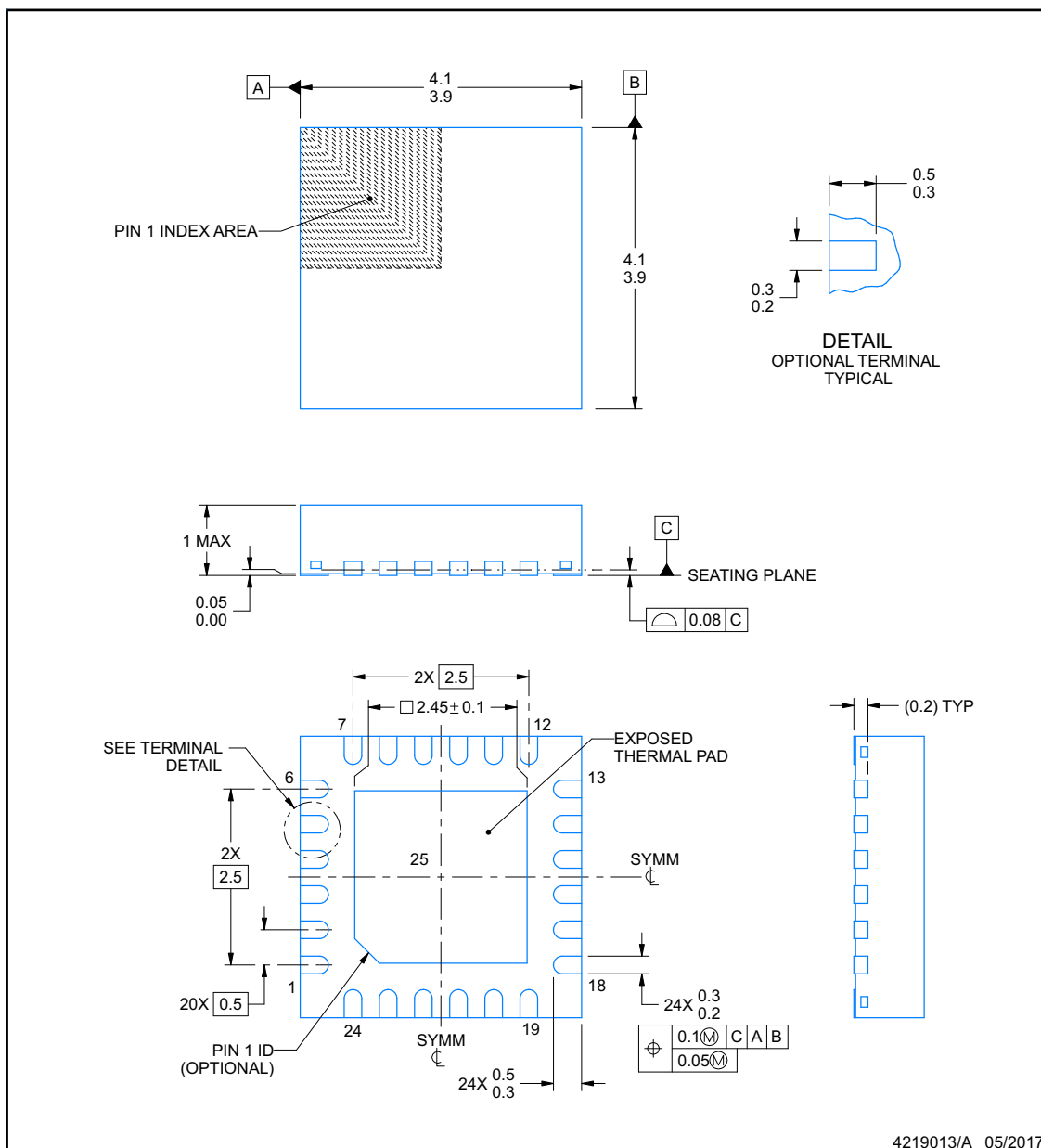


## RGE0024B

## PACKAGE OUTLINE

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



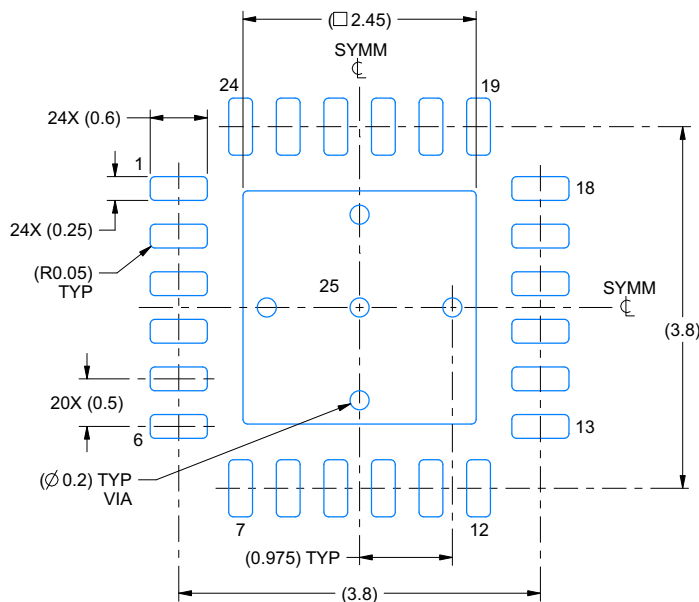
4219013/A 05/2017

### NOTES:

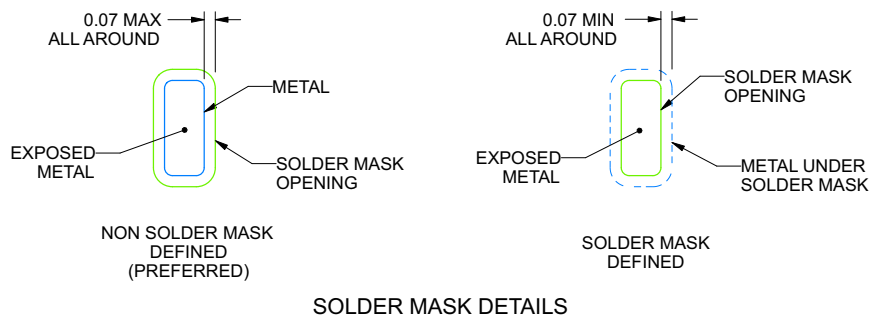
- All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
- This drawing is subject to change without notice.
- The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

**EXAMPLE BOARD LAYOUT****RGE0024B****VQFN - 1 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



**LAND PATTERN EXAMPLE**  
 EXPOSED METAL SHOWN  
 SCALE:15X



4219013/A 05/2017

NOTES: (continued)

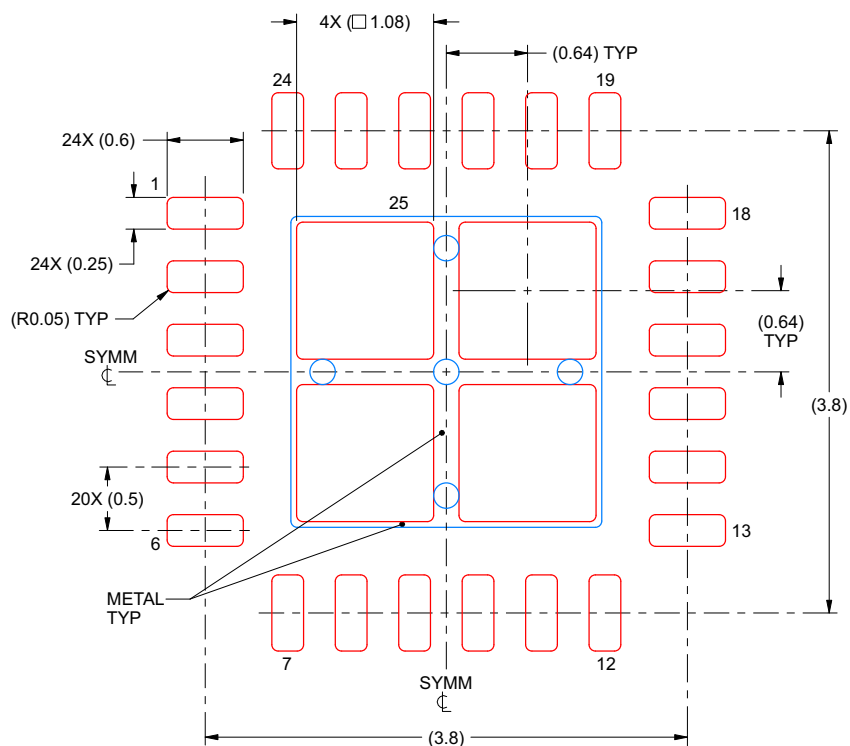
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/sluea271](http://www.ti.com/lit/sluea271)).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

## EXAMPLE STENCIL DESIGN

**RGE0024B**

**VQFN - 1 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



**SOLDER PASTE EXAMPLE**  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 25  
78% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:20X

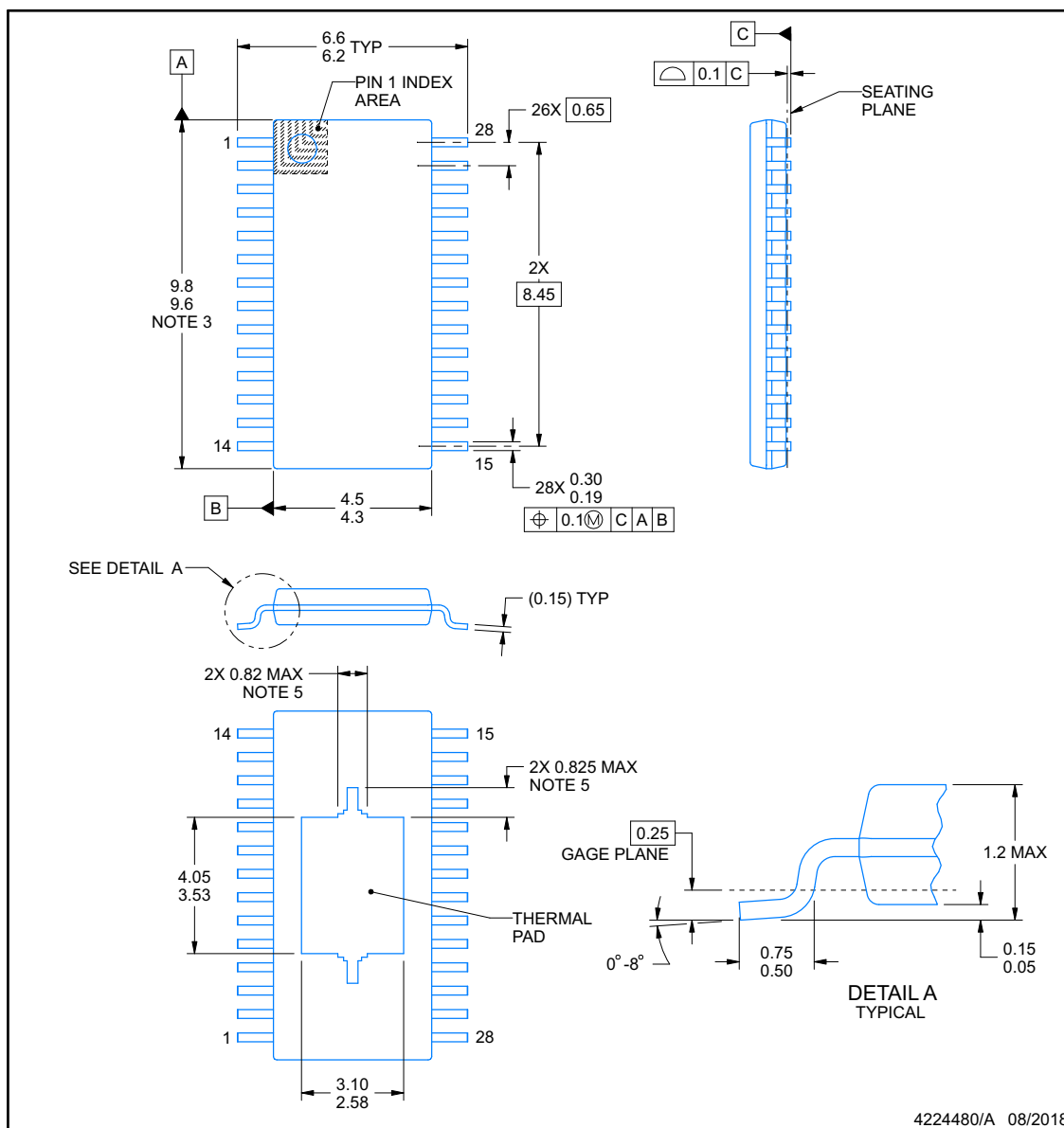
4219013/A 05/2017

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

**PACKAGE OUTLINE****PWP0028M****PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height**

SMALL OUTLINE PACKAGE



4224480/A 08/2018

**NOTES:**

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

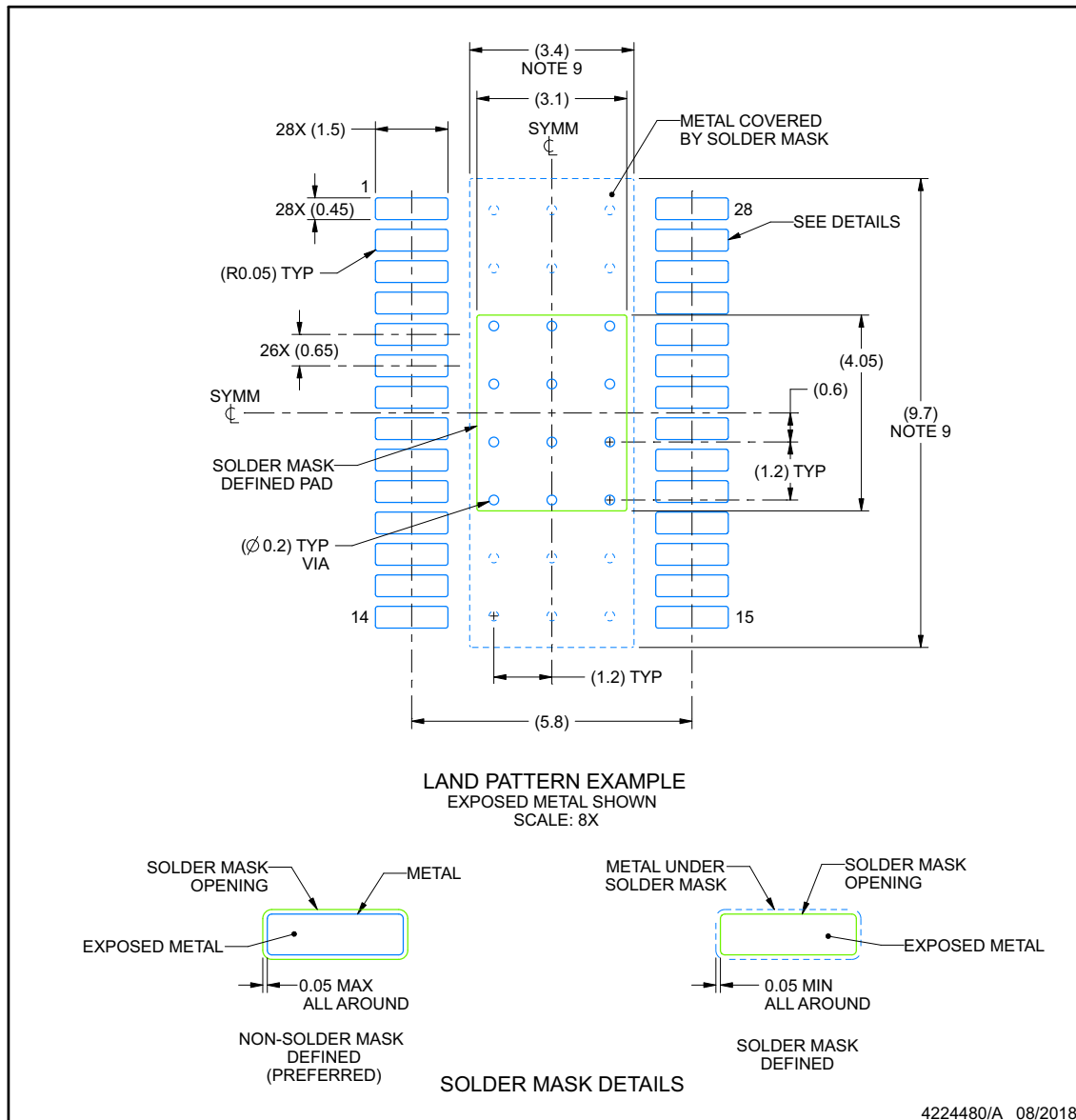
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. Reference JEDEC registration MO-153.
5. Features may differ or may not be present.

## EXAMPLE BOARD LAYOUT

**PWP0028M**

**PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height**

SMALL OUTLINE PACKAGE

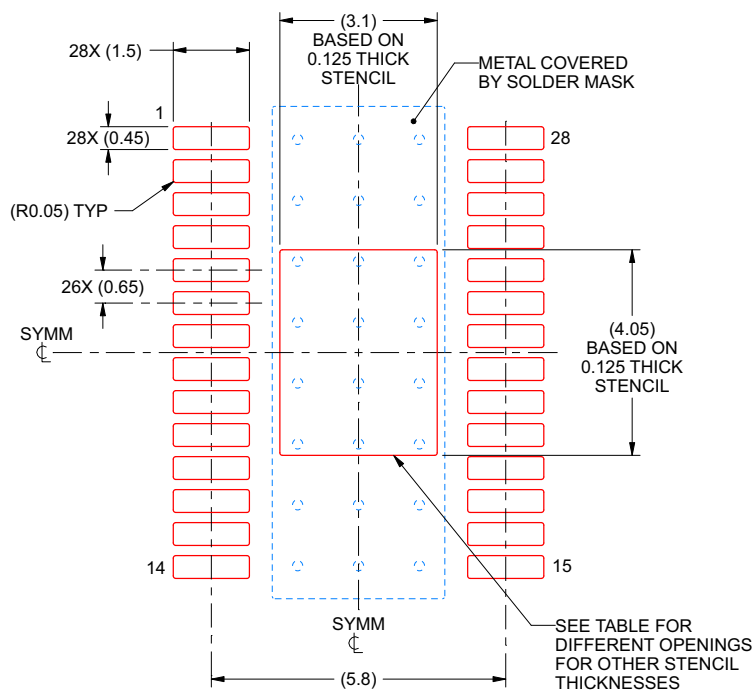


NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature numbers SLMA002 (www.ti.com/lit/slma002) and SLMA004 (www.ti.com/lit/slma004).
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.
10. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

**EXAMPLE STENCIL DESIGN****PWP0028M****PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height**

SMALL OUTLINE PACKAGE



**SOLDER PASTE EXAMPLE**  
 BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL  
 SCALE: 8X

| STENCIL THICKNESS | SOLDER STENCIL OPENING |
|-------------------|------------------------|
| 0.1               | 3.47 X 4.53            |
| 0.125             | 3.10 X 4.05 (SHOWN)    |
| 0.15              | 2.83 X 3.70            |
| 0.175             | 2.62 X 3.42            |

4224480/A 08/2018

NOTES: (continued)

11. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
12. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

## PACKAGING INFORMATION

| Orderable part number        | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins    | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|------------------------------|---------------|----------------------|-------------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| <a href="#">DRV8955PPWPR</a> | Active        | Production           | HTSSOP (PWP)   28 | 2500   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-3-260C-168 HR               | -40 to 125   | DRV8955P            |
| DRV8955PPWPR.A               | Active        | Production           | HTSSOP (PWP)   28 | 2500   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-3-260C-168 HR               | -40 to 125   | DRV8955P            |
| <a href="#">DRV8955PRGER</a> | Active        | Production           | VQFN (RGE)   24   | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | DRV<br>8955P        |
| DRV8955PRGER.A               | Active        | Production           | VQFN (RGE)   24   | 3000   LARGE T&R      | Yes         | NIPDAU                               | Level-1-260C-UNLIM                | -40 to 125   | DRV<br>8955P        |

<sup>(1)</sup> **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

<sup>(2)</sup> **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

<sup>(3)</sup> **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

<sup>(4)</sup> **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

<sup>(5)</sup> **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

<sup>(6)</sup> **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

**Important Information and Disclaimer:** The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

## TAPE AND REEL INFORMATION



\*All dimensions are nominal

| Device       | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|--------------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| DRV8955PPWPR | HTSSOP       | PWP             | 28   | 2500 | 330.0              | 16.4               | 6.75    | 10.1    | 1.8     | 12.0    | 16.0   | Q1            |
| DRV8955PRGER | VQFN         | RGE             | 24   | 3000 | 330.0              | 12.4               | 4.25    | 4.25    | 1.15    | 8.0     | 12.0   | Q2            |

## TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



\*All dimensions are nominal

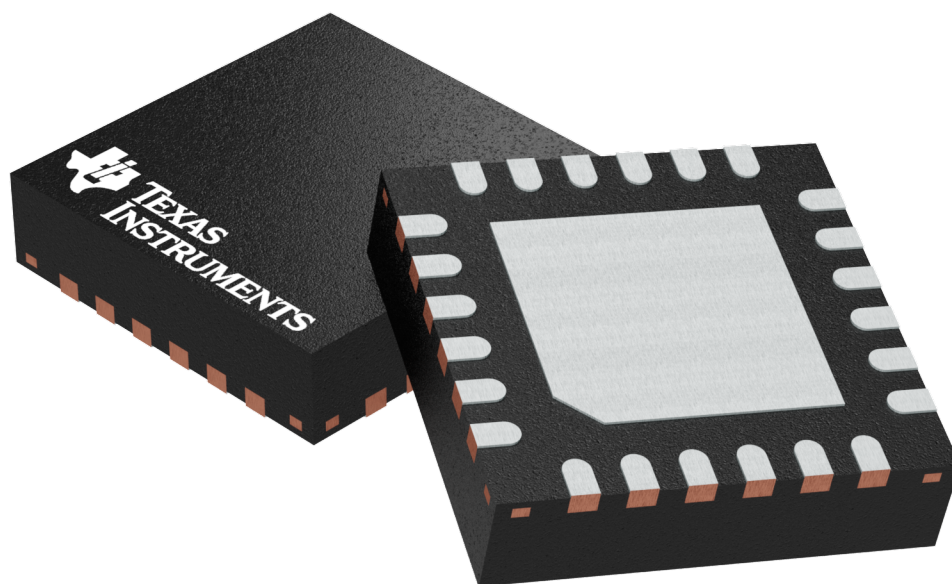
| Device       | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|--------------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| DRV8955PPWPR | HTSSOP       | PWP             | 28   | 2500 | 353.0       | 353.0      | 32.0        |
| DRV8955PRGER | VQFN         | RGE             | 24   | 3000 | 360.0       | 360.0      | 36.0        |

**RGE 24**

**GENERIC PACKAGE VIEW**

**VQFN - 1 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



Images above are just a representation of the package family, actual package may vary.  
Refer to the product data sheet for package details.

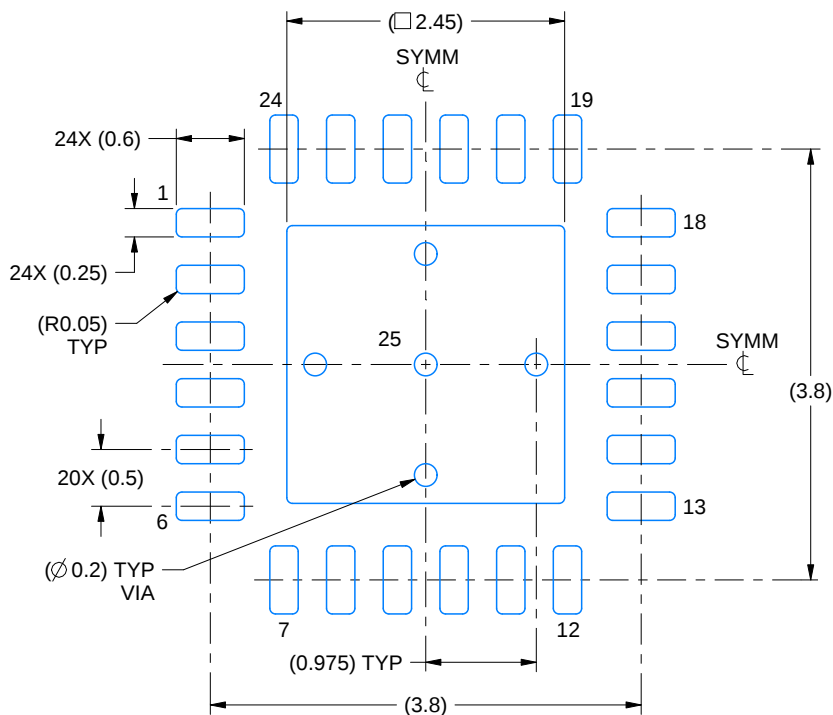
4204104/H



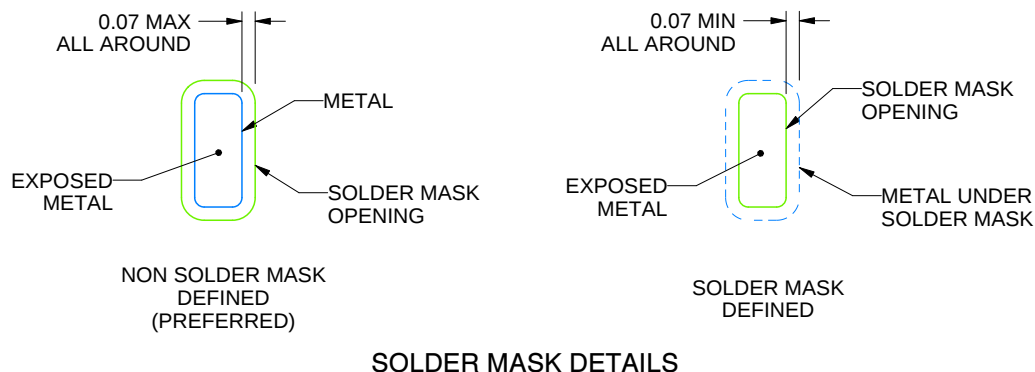
**RGE0024B**

### VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE  
EXPOSED METAL SHOWN  
SCALE:15X



4219013/A 05/2017

NOTES: (continued)

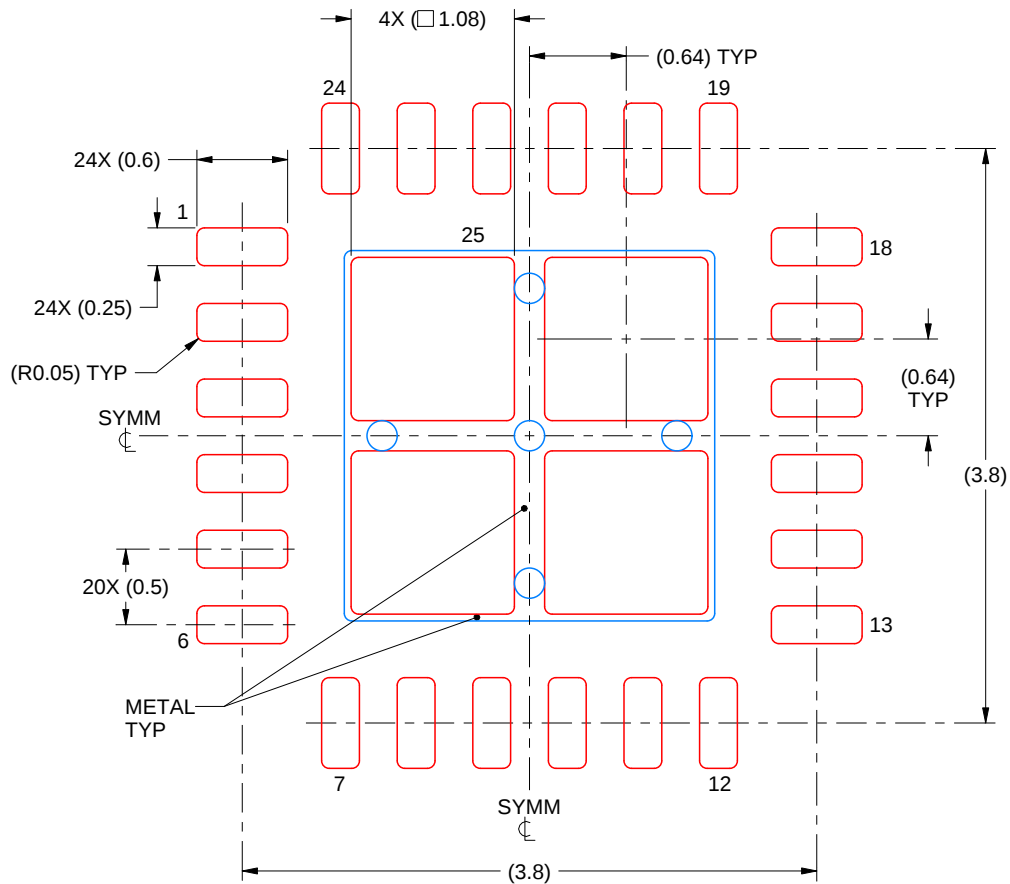
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 ([www.ti.com/lit/slua271](http://www.ti.com/lit/slua271)).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

# EXAMPLE STENCIL DESIGN

RGE0024B

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



**SOLDER PASTE EXAMPLE**  
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 25  
78% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE  
SCALE:20X

4219013/A 05/2017

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

## GENERIC PACKAGE VIEW

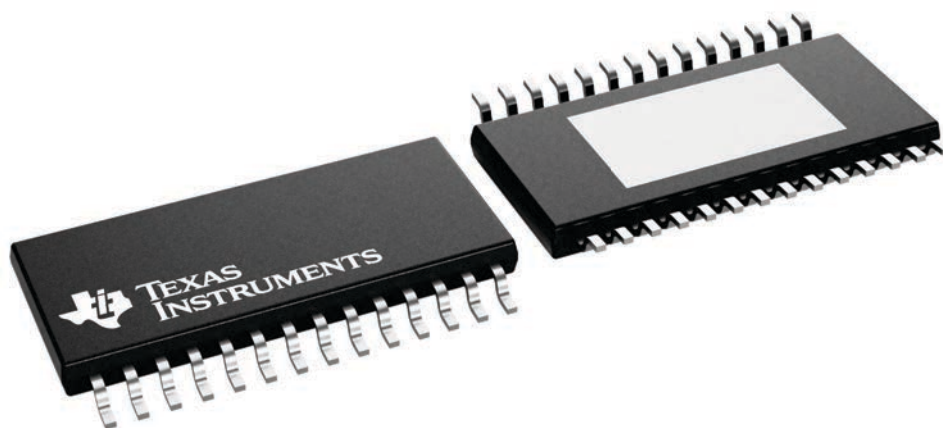
**PWP 28**

**PowerPAD™ TSSOP - 1.2 mm max height**

4.4 x 9.7, 0.65 mm pitch

SMALL OUTLINE PACKAGE

This image is a representation of the package family, actual package may vary.  
Refer to the product data sheet for package details.



4224765/B

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月