

## LMD18200

### 3A、55V Hブリッジ

#### 概要

LMD18200 は、モーション・コントロール・アプリケーション用に設計された 3A の H ブリッジです。このデバイスはバイポーラ、および CMOS 制御回路、さらに DMOS パワー・デバイスを同一モノリシック構造上に形成するマルチ・テクノロジー・プロセスを用いて製造されています。このデバイスは DC モータ、およびステッピング・モータをドライブするのに最適です。最大 6A のピーク出力電流能力と電流の検出を低損失で実現した斬新な回路を備えています。

#### 特長

- 最大 3A の連続出力
- 最大 55V の電源電圧で動作
- 低  $R_{DS(ON)}$ 、1 スイッチあたり標準 0.3
- TTL、および CMOS コンパチブル入力

シュート・スルー電流が発生しない

145 において熱警告フラグ出力

170 においてサーマル・シャットダウン (出力 OFF) 機能

内部クランプ・ダイオード

出力短絡保護

外部ブートストラップ能力をもつ内部チャージ・ポンプ

#### アプリケーション

DC およびステッピング・モータ・ドライブ

位置および速度サーボ機構

工場自動ロボット

NC 装置

コンピュータ用プリンタ、およびプロッタ

#### 機能図

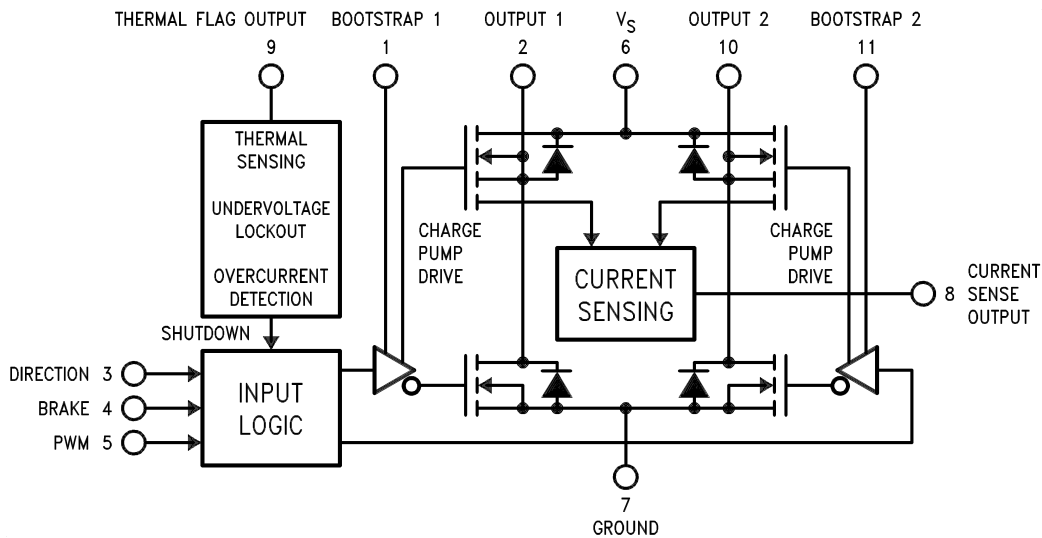
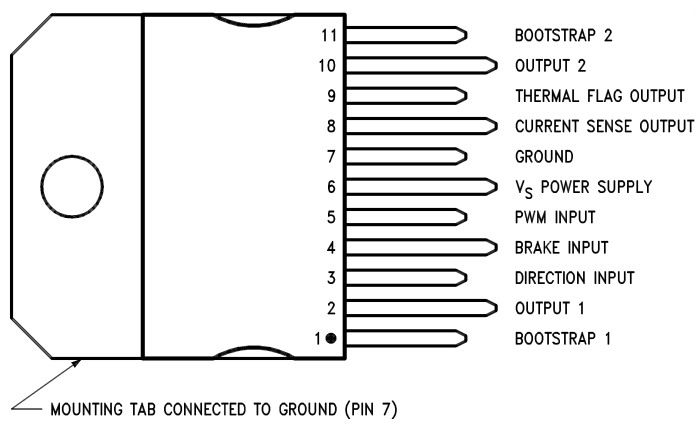


FIGURE 1. Functional Block Diagram of LMD18200

ピン配置図および製品情報



**11-Lead TO-220 Package  
Top View  
Order Number LMD18200T  
See NS Package TA11B**

## 絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。  
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

|                          |                 |                         |               |
|--------------------------|-----------------|-------------------------|---------------|
| 電源電圧 ( $V_S$ , ピン 6)     | 60V             | 消費電力 ( $T_A = 25$ 、空气中) | 3W            |
| 端子電圧 (ピン 3、4、5、8、9)      | 12V             | 接合部温度、 $T_{J(max)}$     | 150           |
| ブートストラップ端子電圧 (ピン 1 と 11) | $V_{OUT} + 16V$ | ESD 耐圧 (Note 4)         | 1500V         |
| ピーク出力電流 (200ms)          | 6A              | 保存温度、 $T_{STG}$         | - 40 ~ + 150  |
| 連続出力電流 (Note 2)          | 3A              | リード温度 (ハンダ付け、10 秒)      | 300           |
| 消費電力 (Note 3)            | 25W             | <b>動作定格 (Note 1)</b>    |               |
|                          |                 | 接合部温度、 $T_J$            | - 40 ~ + 125  |
|                          |                 | $V_S$ 電源電圧              | + 12V ~ + 55V |

## 電気的特性 (Note 5)

特記のない限り、以下の仕様は  $V_S = 42V$  で適用されます。太字で表記される規格値は、全動作温度範囲 - 40  $T_J$  + 125 で適用され、その他すべての規格値は  $T_A = T_J = 25$  で適用されます。

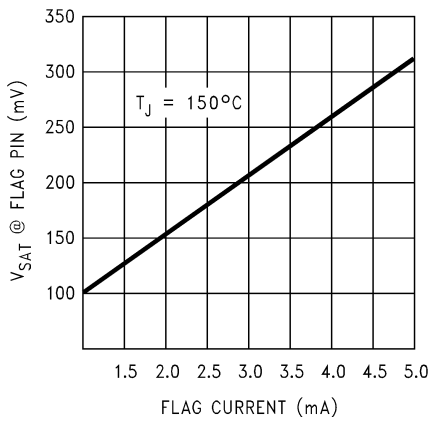
| Symbol       | Parameter                       | Conditions   | Typ        | Limit                            | Units                          |
|--------------|---------------------------------|--|------------|----------------------------------|--------------------------------|
| $R_{DS(ON)}$ | Switch ON Resistance            | Output Current = 3A (Note 6)   | 0.33       | 0.4/ <b>0.6</b>                  | $\Omega$ (max)                 |
| $R_{DS(ON)}$ | Switch ON Resistance            | Output Current = 6A (Note 6)   | 0.33       | 0.4/ <b>0.6</b>                  | $\Omega$ (max)                 |
| $V_{CLAMP}$  | Clamp Diode Forward Drop        | Clamp Current = 3A (Note 6)  | 1.2        | 1.5                              | V (max)                        |
| $V_{IL}$     | Logic Low Input Voltage         | Pins 3, 4, 5   |            | <b>-0.1</b><br><b>0.8</b>        | V (min)<br>V (max)             |
| $I_{IL}$     | Logic Low Input Current         | $V_{IN} = -0.1V$ , Pins = 3, 4, 5  |            | <b>-10</b>                       | $\mu A$ (max)                  |
| $V_{IH}$     | Logic High Input Voltage        | Pins 3, 4, 5   |            | <b>2</b><br><b>12</b>            | V (min)<br>V (max)             |
| $I_{IH}$     | Logic High Input Current        | $V_{IN} = 12V$ , Pins = 3, 4, 5  |            | <b>10</b>                        | $\mu A$ (max)                  |
|              | Current Sense Output            | $I_{OUT} = 1A$ (Note 8)  | 377        | <b>325/300</b><br><b>425/450</b> | $\mu A$ (min)<br>$\mu A$ (max) |
|              | Current Sense Linearity         | $1A \leq I_{OUT} \leq 3A$ (Note 7)   | $\pm 6$    | $\pm 9$                          | %                              |
|              | Undervoltage Lockout            | Outputs turn OFF   |            | 9<br>11                          | V (min)<br>V (max)             |
| $T_{JW}$     | Warning Flag Temperature        | Pin 9 $\leq 0.8V$ , $I_L = 2$ mA   | 145        |                                  | $^{\circ}C$                    |
| $V_F(ON)$    | Flag Output Saturation Voltage  | $T_J = T_{JW}$ , $I_L = 2$ mA  | 0.15       |                                  | V                              |
| $I_F(OFF)$   | Flag Output Leakage             | $V_F = 12V$  | 0.2        | 10                               | $\mu A$ (max)                  |
| $T_{JSD}$    | Shutdown Temperature            | Outputs Turn OFF   | 170        |                                  | $^{\circ}C$                    |
| $I_S$        | Quiescent Supply Current        | All Logic Inputs Low   | 13         | 25                               | mA (max)                       |
| $t_{Don}$    | Output Turn-On Delay Time       | Sourcing Outputs, $I_{OUT} = 3A$<br>Sinking Outputs, $I_{OUT} = 3A$                                | 300<br>300 |                                  | ns<br>ns                       |
| $t_{on}$     | Output Turn-On Switching Time   | Bootstrap Capacitor = 10 nF<br>Sourcing Outputs, $I_{OUT} = 3A$<br>Sinking Outputs, $I_{OUT} = 3A$ | 100<br>80  |                                  | ns<br>ns                       |
| $t_{Doff}$   | Output Turn-Off Delay Times     | Sourcing Outputs, $I_{OUT} = 3A$<br>Sinking Outputs, $I_{OUT} = 3A$                                | 200<br>200 |                                  | ns<br>ns                       |
| $t_{off}$    | Output Turn-Off Switching Times | Bootstrap Capacitor = 10 nF<br>Sourcing Outputs, $I_{OUT} = 3A$<br>Sinking Outputs, $I_{OUT} = 3A$ | 75<br>70   |                                  | ns<br>ns                       |
| $t_{pw}$     | Minimum Input Pulse Width       | Pins 3, 4 and 5  | 1          |                                  | $\mu s$                        |
| $t_{cpr}$    | Charge Pump Rise Time           | No Bootstrap Capacitor   | 20         |                                  | $\mu s$                        |

電気的特性 Note

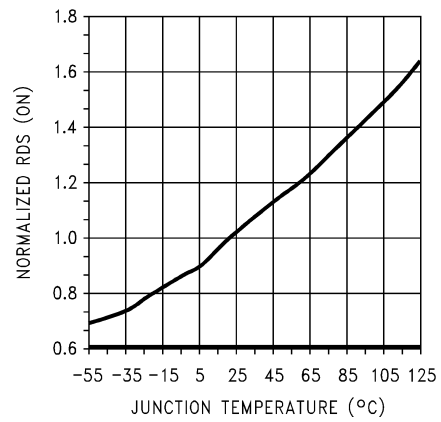
- Note 1:** 絶対最大定格とは、デバイスに破壊が発生する可能性のある制限値を言います。この動作定格を超えて動作させているデバイスには、DC 特性・AC 特性のいずれの規格も適用されません。
- Note 2:** 出力電流制限についての詳細は、アプリケーション情報を参照してください。
- Note 3:** 温度上昇の動作では、最大消費電力を下記条件 ( $T_{J(max)}$ 、 $J_A$ 、 $T_A$ ) に従い低減し使用してください。任意の温度における最大許容消費電力は、 $P_{D(max)} = (T_{J(max)} - T_A) / J_A$  で求められる量か、または絶対最大定格のどちらか小さい方となります。接合部 - ケース間熱抵抗  $J_C$  は  $1.0 \text{ } ^\circ\text{C/W}$  で、接合部 - 周囲間熱抵抗  $J_A$  は  $30 \text{ } ^\circ\text{C/W}$  です。最大接合部温度は  $T_{J(max)} = 125$  です。
- Note 4:** 使用した試験回路は人体モデルに基づき、 $100\text{pF}$  のコンデンサから直列抵抗  $1.5\text{k}$  を介して、各端子に放電させます。ただし、 $1000\text{V}$  の ESD 耐圧を持つブートストラップ端子 (端子 1 と 11) は除きます。
- Note 5:**  $25$  におけるすべての規格値は、出荷時全数検査されます。  $-40$  ~  $+125$  における規格値は、SQC (標準統計品質管理) 法を使用し、相関によって保証されています。すべての規格値はナショナル セミコンダクターの平均出荷品質レベル AOQL に基づき保証されます。
- Note 6:** 出力電流はパルスです ( $t_W < 2\text{ms}$ 、デューティ・サイクル  $< 5\%$ )。
- Note 7:** リニアリティは  $1\text{A}$  の負荷時の電流センス出力に関して計算されます。

代表的な性能特性

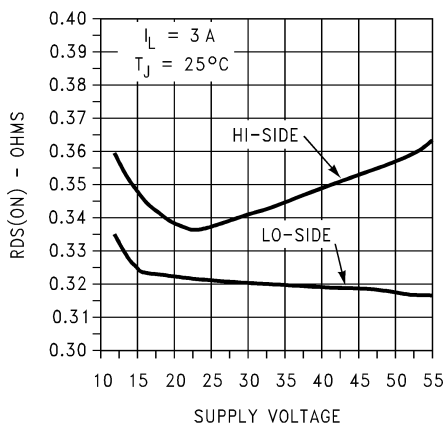
**$V_{SAT}$  vs Flag Current**



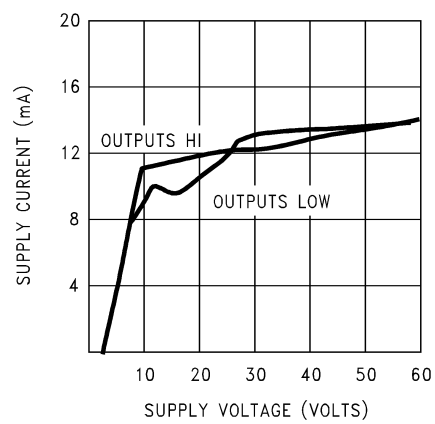
**$R_{DS(ON)}$  vs Temperature**



**$R_{DS(ON)}$  vs Supply Voltage**

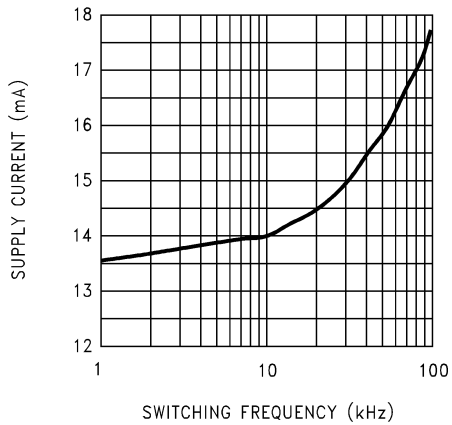


**Supply Current vs Supply Voltage**

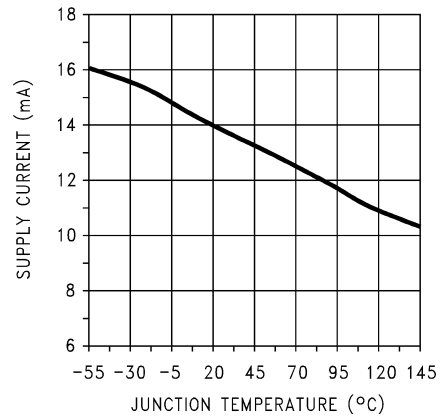


代表的な性能特性 (つづき)

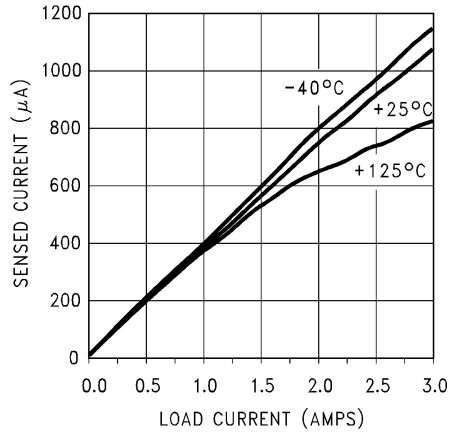
Supply Current vs Frequency ( $V_S = 42V$ )



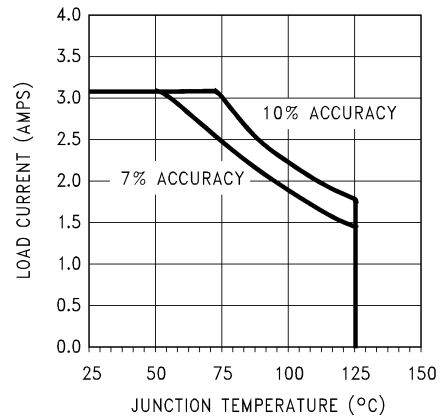
Supply Current vs Temperature ( $V_S = 42V$ )



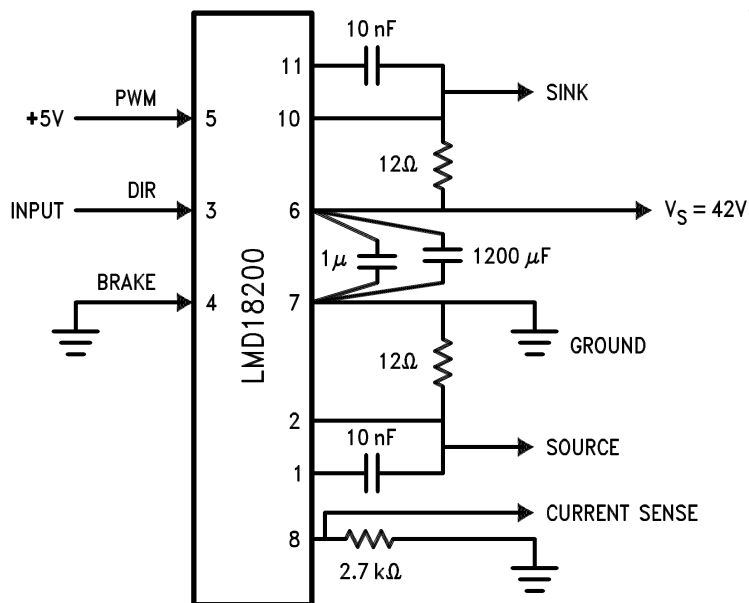
Current Sense Output vs Load Current



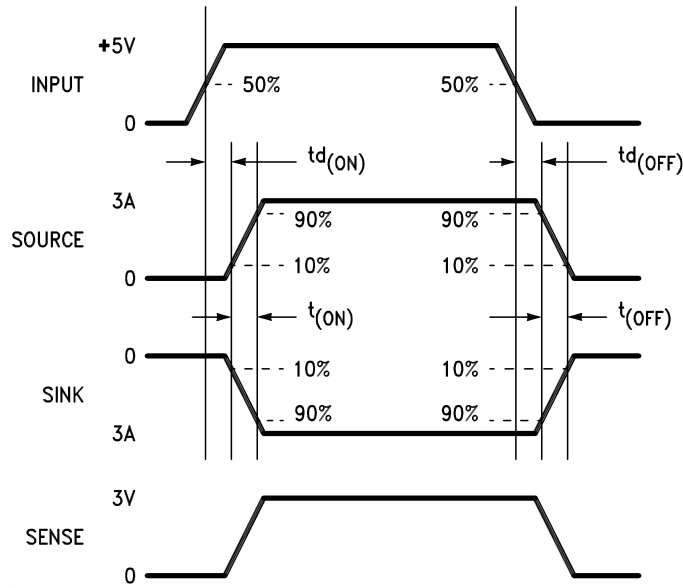
Current Sense Operating Region



テスト回路



スイッチング時間の定義



端子説明 (ピン配置図を参照ください)

**Pin 1, BOOTSTRAP 1 入力:** ハーフ H ブリッジ出力 1 用のブートストラップ・コンデンサ端子。推奨コンデンサ (10nF) を Pin 1 と 2 の間に接続します。

**Pin 2, OUTPUT 1:** ハーフ H ブリッジ出力 1。

**Pin 3, DIRECTION 入力:** Table 1 を参照。この入力は OUTPUT 1、および OUTPUT 2 (Pin 2 と 10) の間の電流の流れの方向、つまりモータ負荷の回転方向を制御します。

**Pin 4, BRAKE 入力:** Table 1 を参照。この入力は 2 つの出力端子を事実上短絡してモータを制御するのに使用します。モータを減速したいときは、この入力にロジック “H” を印加し、PWM 入力 Pin 5 にもロジック “H” を印加する必要があります。モータを短絡するドライバは DIRECTION 入力 (Pin 3) のロジック・レベルで決められます。Pin 3 をロジック “H” にすると、両方の電流ソース出力トランジスタが導通し、Pin 3 をロジック “L” にすると、両方の電流シンク出力トランジスタが導通します。Pin 4 にロジック “H” を加え、PWM 入力 Pin 5 にロジック “L” を加えることにより、すべての出力トランジスタを遮断 (ターンオフ) させることができます。この場合、各出力端子にはわずかなバイアス電流 (約 - 1.5mA) のみ流れます。

**Pin 5, PWM 入力:** Table 1 を参照。この端子(および DIRECTION 入力、Pin 3) の使用方法は、PWM 信号のフォーマットで決められます。

**Pin 6, 電源  $V_S$**

**Pin 7, GROUND 接続:** この端子はグラウンド・リターンで、内部で取付けタブに接続されています。

**Pin 8, CURRENT SENSE 出力:** この端子は電流検出出力信号を供給し、標準で 377  $\mu$ A/A です。

**Pin 9, THERMAL FLAG 出力:** この端子は熱警告フラグ信号を出力します。Pin 9 は 145 (接合部温度) でアクティブ “L” になります。しかしながら、デバイスは接合部が 170 に達するまでは自己シャットダウンを起こしません。

**Pin 10, OUTPUT 2:** ハーフ H ブリッジ出力 2。

**Pin 11, BOOTSTRAP 2 入力:** ハーフ H ブリッジ出力 2 用のブートストラップ・コンデンサ端子。推奨コンデンサ (10nF) を Pin 10 と 11 の間に接続します。

TABLE 1. Logic Truth Table

| PWM | Dir | Brake | Active Output Drivers |
|-----|-----|-------|-----------------------|
| H   | H   | L     | Source 1, Sink 2      |
| H   | L   | L     | Sink 1, Source 2      |
| L   | X   | L     | Source 1, Source 2    |
| H   | H   | H     | Source 1, Source 2    |
| H   | L   | H     | Sink 1, Sink 2        |
| L   | X   | H     | NONE                  |

アプリケーション情報

PWM 信号の種類

LMD18200 は、異なる種類の PWM 信号と容易にインタフェースできます。以下の項では、LMD18200 を一般的な 2 つの PWM で使用する方法を説明します。

単純固定型アンチ・フェーズ PWM は、単一の変調デューティ・サイクル信号から成り、それによって方向と振幅の両方の情報が符号化されます (Figure 2 を参照)。50% のデューティ・サイクル PWM 信号は負荷に供給される電圧のネット値 (1 周期にわたって積分される) がゼロであるために、ゼロドライブを表します。LMD18200 では、PWM 信号は DIRECTION 入力 (Pin 3) をドライブし、PWM 入力 (Pin 5) はロジック “H” に接続されます。

## アプリケーション情報 (つづき)

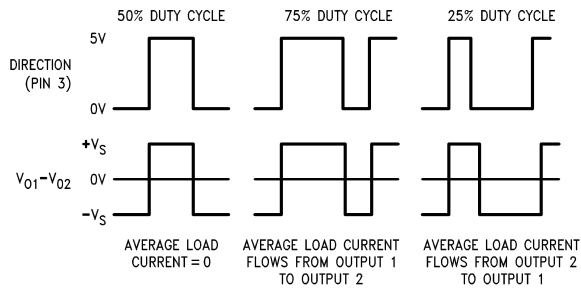


FIGURE 2. Locked Anti-Phase PWM Control

サイン/マグニチュード PWM は、方向 (サイン) と振幅 (マグニチュード) を分離した信号から成ります (Figure 3 を参照)。(絶対) マグニチュード信号はデューティ・サイクル変調され、パルス信号が無いとき (連続的なロジック “L” レベル) はゼロドライブを表します。負荷に供給される電流は、パルス幅に比例します。LMD18200 では、DIRECTION 入力 (Pin 3) はサイン信号でドライブされ、PWM 入力 (Pin 5) はマグニチュード信号でドライブされます。

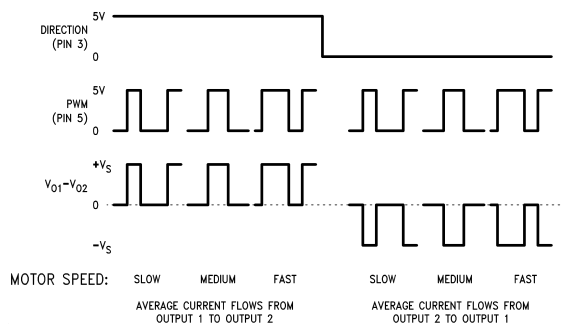


FIGURE 3. Sign/Magnitude PWM Control

## 信号変化の要件

正しいロジック動作となるように、入力信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジをそろえないようにします。Direction、Brake、および PWM 入力信号の間には、最低  $1\mu\text{s}$  の遅延を入れるようにします。従来のように、最初の変化の終わりから次の変化の初めまでの間を最低  $500\text{ns}$  確保します。Figure 4 を参照してください。

## アプリケーション情報 (つぎ)

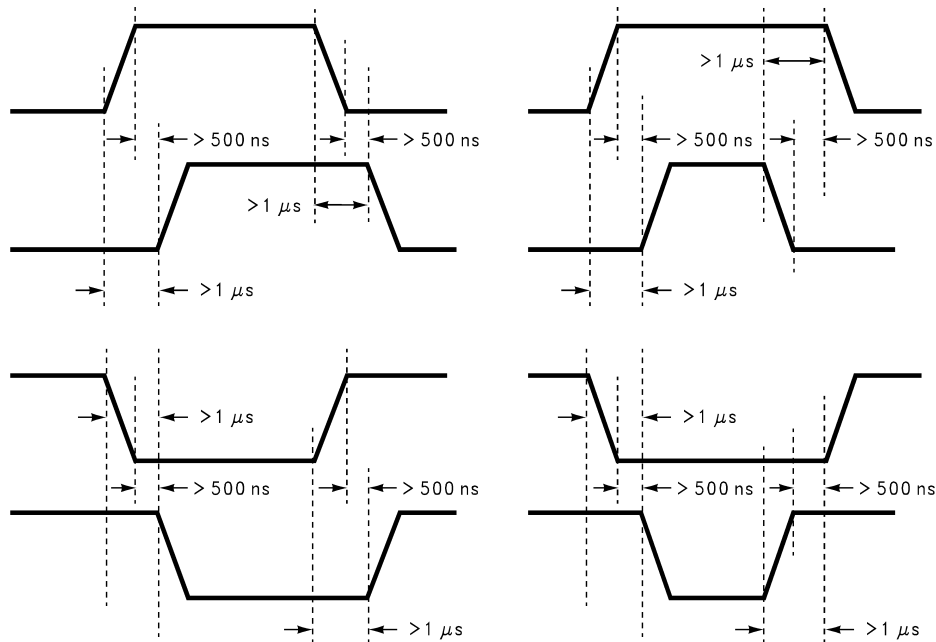


FIGURE 4. Transitions in Brake, Direction, or PWM Must Be Separated By At Least 1 μsec

## 電流センス出力の使用法

CURRENT SENSE 出力 (Pin 8) は、出力電流 1 アンペアあたり 377 μA の感度をもっています。この信号の精度、および直線性を最適化するために、Pin 8 とグラウンド間の電圧発生抵抗の値を選択して、Pin 8 に生じる最大電圧を 5V 以下に制限しなければなりません。最大コンプライアンス (許容) 電圧 12V です。

なお、再循環電流 (フリーホイーリング電流) は電流検出回路によって無視されていることに注意しなくてはなりません。したがって、上側のソース出力電流だけが検出されています。

## 熱警告フラグの使用法

THERMAL FLAG 出力 (Pin 9) はオープン・コレクタのトランジスタです。これにより、複数の LMD18200 デバイスからの熱警告フラグ出力をワイヤード OR 接続できるため、ユーザーはシステムの必要条件に合わせて、出力信号振幅のロジック “H” レベルを設定することができます。通常、この出力はシステム・コントローラの割り込み入力をドライブします。したがって、負荷電流を低減したりまたは規則正しくシステムのシャットダウンを開始するなどの適切な手順をとるように割り込みサービス・ルーチンを設計できます。フラグ端子の最大コンプライアンス (許容) 電圧は 12V です。

## 電源のバイパス

トランジスタのスイッチング中に高速の電流変化が発生したとき、システムの浮遊インダクタンスにより問題となる過渡電圧が発生します。

そのため、通常電源電圧  $V_S$  (Pin 6) と GROUND (Pin 7) の間に、できるだけそれらの端子に近づけて高品質のコンデンサを接続し、電源をバイパスする必要があります。1 μF の高周波セラミック・コンデンサを推奨します。電源端子上の過渡電圧がデバイスの絶対最大定格の規定電圧値以下に制限されるように注意が払われなければなりません。40V 以上の電源電圧で動作させるときには、P6KE62A のような電圧サプレッサ (transorb) を電源からグラウンドに接続することを推奨します。通常、この電圧サプレッサがあればセラミック・コンデンサをなくすことができます。ただし、高負荷電流をドライブするときには、誘導性負荷の逆帰電流を吸

収するために、高容量の電源バイパス・コンデンサ (通常、負荷電流 1A 当たり最低でも 100 μF) を必要とすることに注意してください。

## 電流制限

LMD18200 の設計には、電流制限保護回路が組み込まれています。どのパワー・デバイスも負荷の短絡によって大きなサージ電流がデバイスに流れることを考慮することが大切です。保護回路は、この電流の増加をモニタし (スレッシュホールドは約 10A に設定されます)、過負荷状態になるとできる限り迅速にパワー・デバイスを遮断します。一般的な、モータ・ドライブ・アプリケーションで最もよく発生する過負荷障害は、モータ巻線の短絡、およびロータのロックによって引き起こされます。これらの状態では、モータのインダクタンス (および  $V_{CC}$  電源ラインの直列インダクタンス) は、電流サージの大きさを LMD18200 の安全レベルにまで低減するように働きます。いったん、デバイスが遮断すると、制御回路は定期的にパワー・デバイスを導通状態に復帰させようとして、この機能により、障害状態が取り除かれるとすぐに通常動作に復帰することができます。しかしながら、障害が持続している間、デバイスはサーマル・シャットダウンを繰り返します。これによって、 $V_{CC}$  ライン上で過渡電圧が生じることがあるため、適切な電源バイパス手法が要求されます。

パワー・デバイスにとって最も厳しい状態は、出力からグラウンドへの長時間に及ぶ直接的な短絡です。この状態が生じると、パワー・デバイスを通じて 15A ほどの電流サージが発生するため、ダイとパッケージは保護回路がパワー・デバイスを遮断するのに必要な最高 500W のパワーに短時間耐える必要があります。このエネルギーにより IC が破壊するおそれがあるため、特に動作電圧が高い (30V 以上) 場合は、何らかの対策を講じなければなりません。これには、適切なヒート・シンク設計が不可欠であり、通常 PCB 上に 1 平方インチの銅箔パターンを設けて、電源端子 (Pin 6) のヒート・シンクとする必要があります。



## アプリケーション情報 (つづき)

内部チャージ・ポンプ、およびブートストラップ・コンデンサの使用法

ハイ・サイド (ソース) の DMOS パワー・デバイスをターン・オンさせるには、各デバイスのゲートを電源電圧より約 8V 高い電圧でドライブしなければなりません。これを実現するために、内部チャージ・ポンプを使用してゲート・ドライブ電圧を供給します。Figure 5 に示すとおり、内部コンデンサが交互にグラウンドにスイッチされて約 14V に充電され、続いて電源にスイッチされて、電源電圧より高いゲート・ドライブ電圧を供給します。このスイッチング動作は連続動作する 300kHz の内部発振器で制御されます。このドライブ電圧の立ち上がり時間は、標準で 20 $\mu$ s で、これは 1kHz までの動作周波数に対応します。

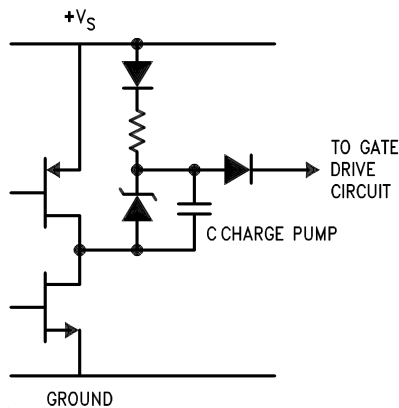


FIGURE 5. Internal Charge Pump Circuitry

スイッチング周波数が高い場合、LMD18200 では外付けのブートストラップ・コンデンサを使用できます。ブートストラップ原理は、基本的に第 2 のチャージ・ポンプであり、それはパワー・デバイスのゲート寄生入力容量を迅速に充電するのに十分なエネルギーをもっているため、立ち上がり時間が高速になります。スイッチング動作は、パワー・スイッチそのもので行われます (Figure 6)。外付けの 10nF コンデンサは、出力から各ハイ・サイド・スイッチのブートストラップ端子に接続され、これにより標準で 100ns 以下の立ち上がり時間も、500kHz までのスイッチング周波数が使用できます。

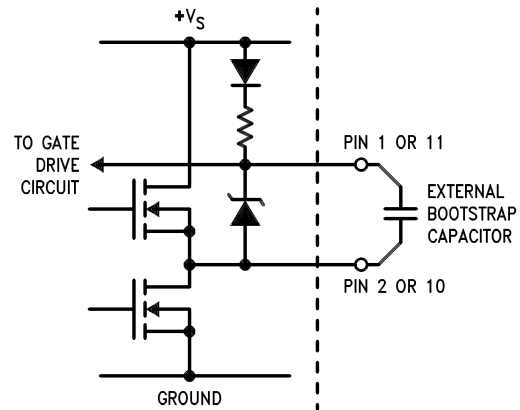


FIGURE 6. Bootstrap Circuitry

## 内部保護ダイオード

スイッチング電流が誘導性負荷を流れるときの主な考慮事項は、スイッチング・パワー・デバイスを大きな過渡電圧から保護することです。LMD18200 の 4 つのスイッチはそれぞれ、保護ダイオードを内蔵しており、正電源、またはグラウンドを超える過渡電圧をスイッチの両端で安全なダイオード電圧降下分だけクランプします。

いったん過渡現象がおさまると、これらのダイオードの逆回復特性が重要になります。これらのダイオードは素早く導通状態から抜け出し、パワー・スイッチはダイオードの逆回復電流を流すことができなければなりません。パワー・デバイスのソース動作を保護するダイオードの逆回復時間は、ダイオードを最高 6A の順方向電流を流してテストしたときの逆回復電流を 1A とすると、標準でわずか 70ns になります。シンク動作のデバイスでは、回復時間は同じ状態で逆電流が 4A のときに標準で 100ns です。

## 代表的なアプリケーション

## 一定オフ時間制御:

以下に示すアプリケーション回路は、モータを流れる電流が設定電流を超えるとすぐに、0V に等しい平均電圧を決められた一定時間だけモータ端子に印加して、モータを流れる電流を制御します。これによって、モータ電流は外部から制御される平均レベル付近でわずかに変化します。オフ時間の長さは、LM555 の抵抗およびコンデンサの組合せによって調整されます。この回路では、サイン / マグニチュード動作モードが適用されています (“ PWM 信号の種類 ” を参照してください)。

代表的なアプリケーション (つぎ)

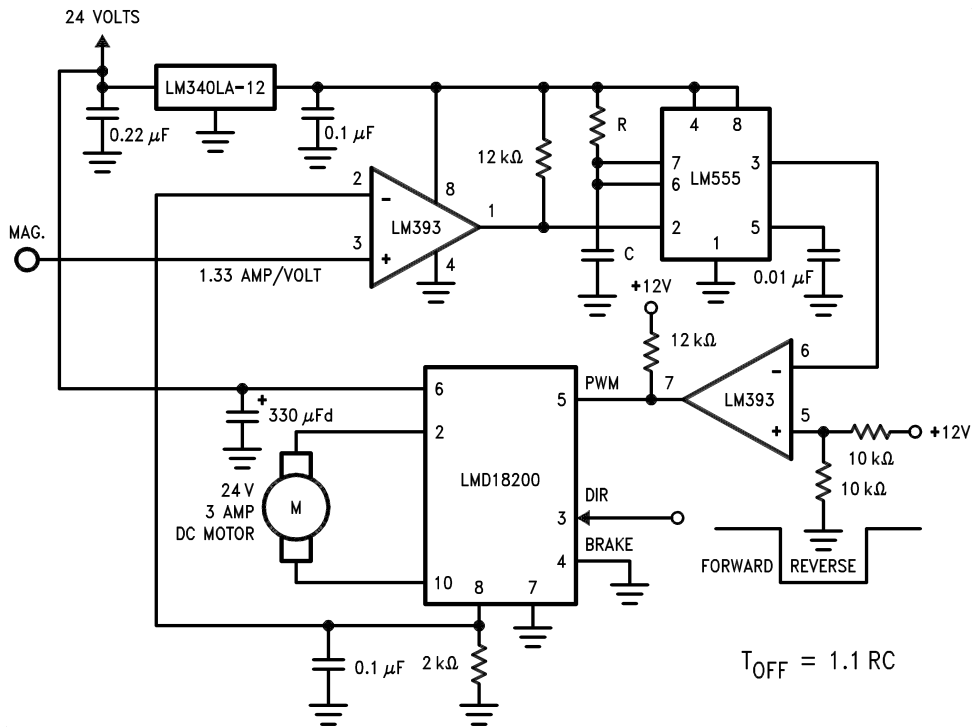


FIGURE 7. Fixed Off-Time Control

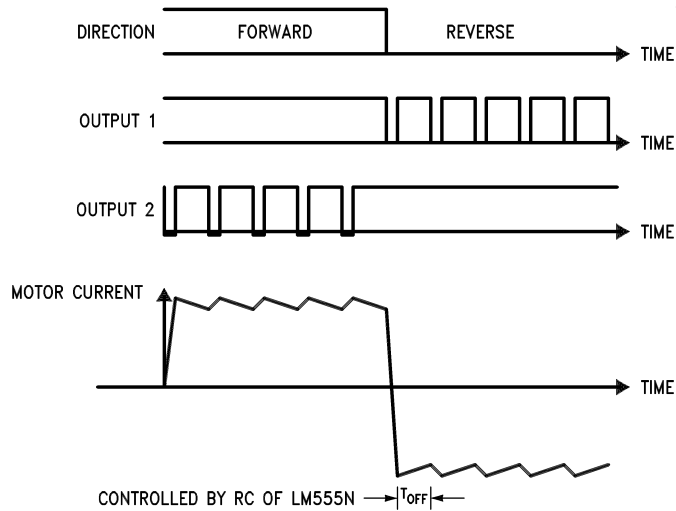


FIGURE 8. Switching Waveforms

トルク・レギュレーション

ブラシ型 DC モータの固定アンチ・フェーズ制御。LMD18200 の電流センス出力によって負荷の検出を行います。LM3524D は汎用の PWM コントローラです。ピーク・モータ電流と調整電圧の関係を Figure 10 に示します。

代表的なアプリケーション (つづき)

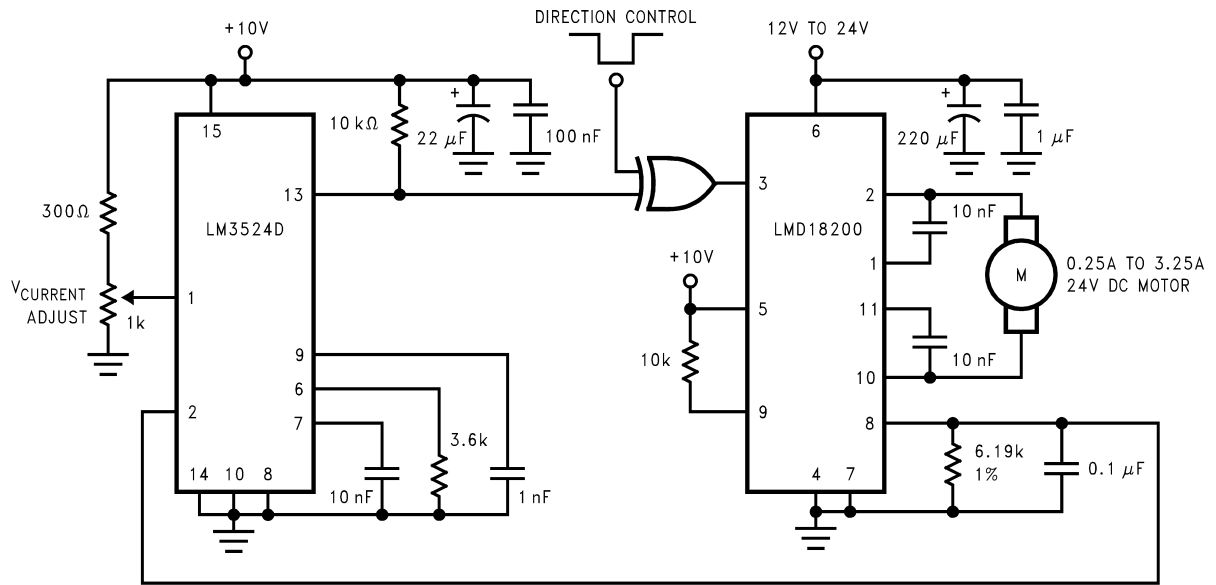


FIGURE 9. Locked Anti-Phase Control Regulates Torque

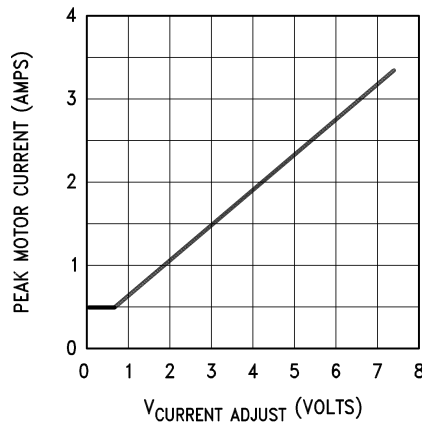


FIGURE 10. Peak Motor Current vs Adjustment Voltage

速度調整

モータからのタコメータ出力を使用して、固定アンチ・フェーズ制御ループのためのモータ速度を検出します。モータ速度と速度調整制御電圧の関係を Figure 12 に示します。

代表的なアプリケーション (つぎ)

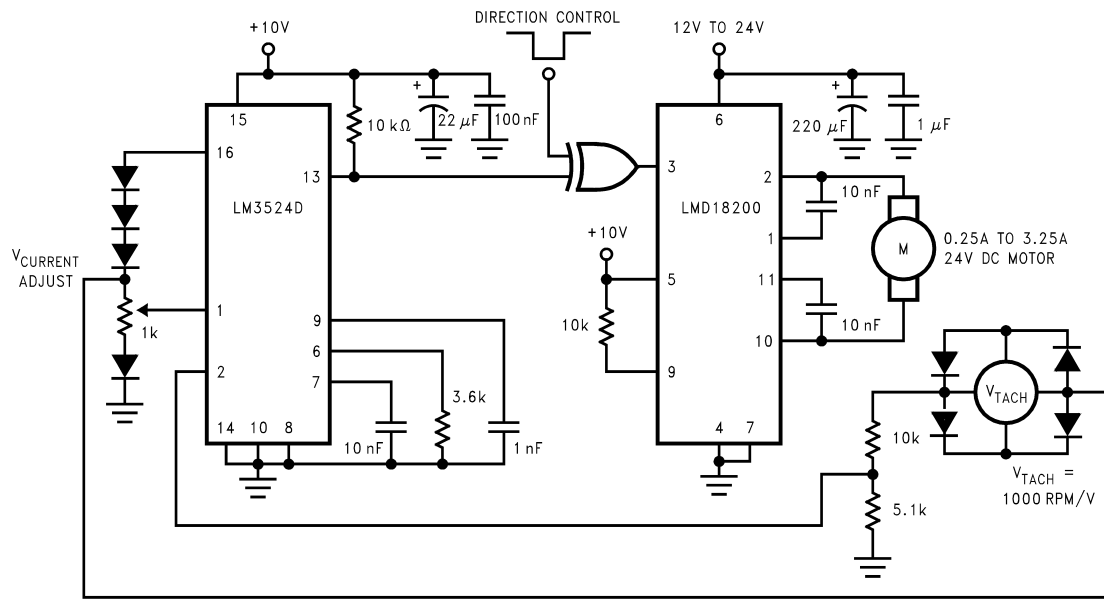


FIGURE 11. Regulate Velocity with Tachometer Feedback

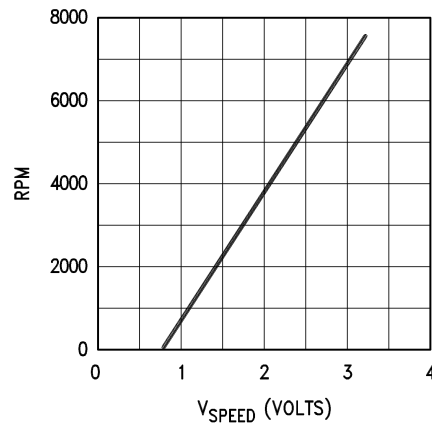
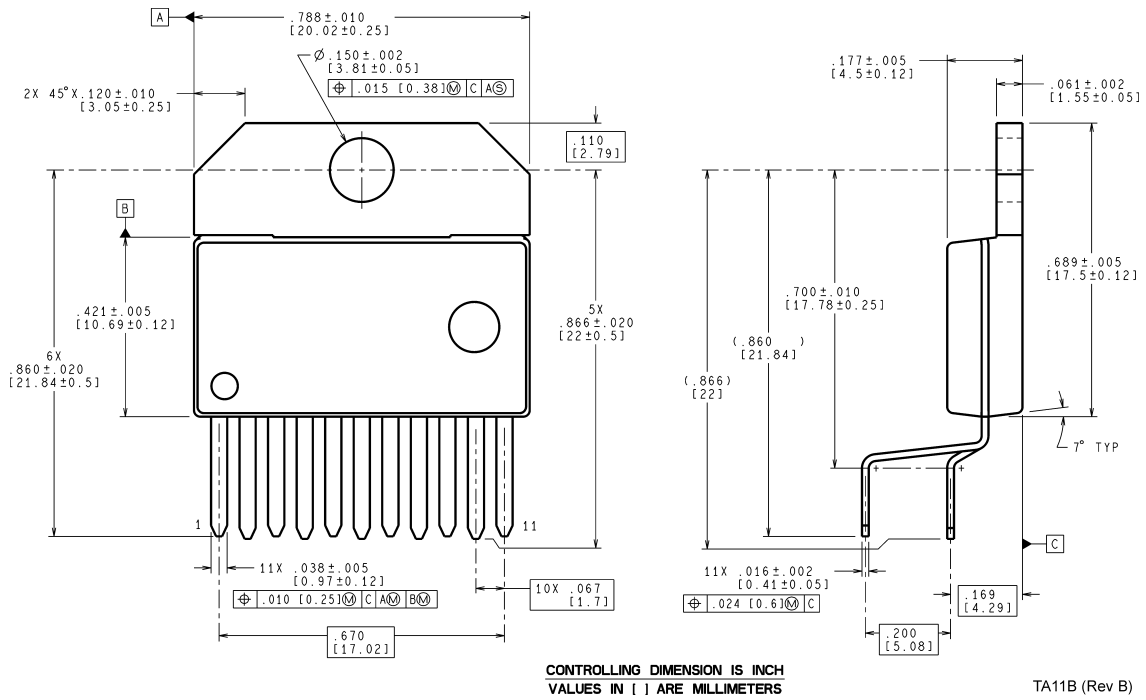


FIGURE 12. Motor Speed vs Control Voltage

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



11-Lead TO-220 Power Package (T)  
Order Number LMD18200T  
NS Package Number TA11B

ナショナルは記述したいかなる回路についても、その使用に関して責任を負うものではありません。特許の使用許諾を与えることを意味するものではありません。ナショナルは当該回路および仕様を任意の時点で予告なく変更する権利を有します。製品の最新情報については [www.national.com](http://www.national.com) をご覧ください。

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

- 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
- 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

禁止物質不使用に関する適合

ナショナル セミコンダクターの製品および梱包材料は、CSP-9-111C2規格 (Customer Products Stewardship Specification)、CSP-9-111S2規格 (Banned Substances and Materials of Interest Specification) の規約に準拠しており、CSP-9-111S2 に定義された禁止物質を使用しておりません。鉛フリー製品は RoHS 指令に対応しております。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

[www.national.com/jpn/](http://www.national.com/jpn/)

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承ください。