

DS14C335

Application Note 914 Understanding Power Requirements in RS-232

Applications



Literature Number: JAJA266

RS-232 アプリケーションにおける電源要件について

National Semiconductor
Application Note 914
Syed Huq
October 1993



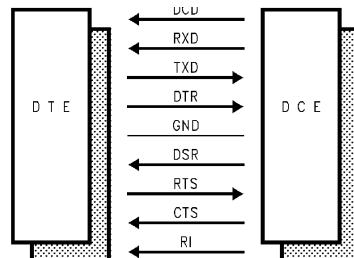
はじめに

非同期シリアル通信が業界で普及していくにつれて RS-232 規格も広く受け入れられました。通信にシリアル・ポートを利用している産業、ポータブル、デスクトップ、データ・アクイジション、試験測定などのアプリケーションでは、ほぼ例外なく RS-232C 規格を採用しています。この規格で定義されている RS-232 の最大データレートは 20kbps ですが、用途によってはさらに高速化が要求されます。今日、Laplink®(ラップトップ / デスクトップ・コンピュータ用の汎用高速ファイル転送通信ソフトウェア)をサポートするうえで、さらに多くのアプリケーションで最低 120kbps の高速データレートが要求されています。RS-232 タイプのドライバ / レシーバも、Laplink に対応するために、120kbps のデータレートをサポートする必要があります。

本アプリケーション・ノートでは、RS-232 の回路機能、ハードウェアのハンドシェーク、ローカル端末 - リモート端末間のハンドシェーク、DS14C335 の電力要件 / 消費電力について説明します。

RS-232 ハンドシェーク回路

通常、端末(DTE:データ端末装置) - モデム(DCE:データ回線終端装置)間の通信は、8 本の信号ラインを介して行われます(Fig.1 参照)。RS-232 規格で定義しているのは 25 ピン・コネクタですが、一般に 9 ピン・コネクタが用いられています。このコネクタの各ピンに、それぞれ DCD, RXD, TXD, DTR, DSR, RTS, CTS, RI, GND の信号ラインが割り当てられています(Fig.2 参照)。以下に、これらの信号ラインの機能について簡単に説明します。なお、ON はケーブル電圧が正、OFF はケーブル電圧が負であることを意味します。



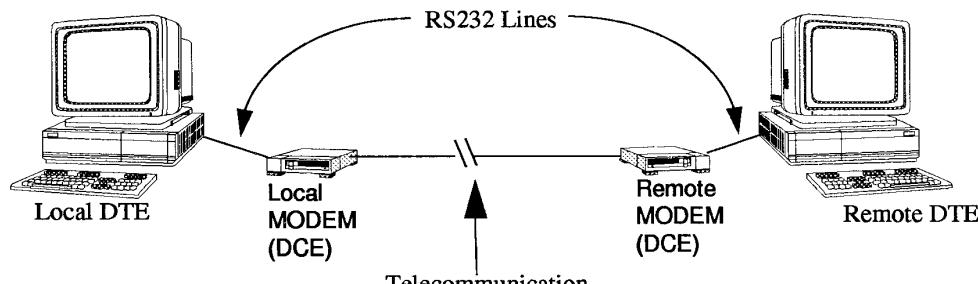
TL/F/11935-2

FIGURE 2. Direction of Flow from DTE/DCE

DCD:DATA CARRIER DETECT(DCE DTE)
この回線が OFF の時は、まだリモート DTE の RTS 回線が ON になつてないことをローカル端末に示し、必要ならばローカル端末によるキャリア・ラインの制御が可能なことを示します。この回線がローカル側で ON になっている時は、リモート・モデルがその端末から ON 状態の RTS を検出し、リモート DTE がキャリア・ラインを制御していることを示します。

RXD:RECEIVE DATA(DCE DTE)
モデル DTE 方向の受信データ回線。

TXD:TRANSMIT DATA(DTE DCE)
DTE モデム方向の送信データ回線。



TL/F/11935-1

FIGURE 1. DTE to DCE Interface

Laplink® は Traveling Software の登録商標です。

DTR:DATA TERMINAL READY(DTE DCE)
通常、端末がモデムを介して通信チャネルの確立準備が整うと、DTRピンはONになります。DTR回線をON状態にしておくことで、「オート・アンサー」モードでの自動着信が可能になります。リモート側からの呼び出しに対してDTEのモデムが応答しないようにするには、DTR回線をOFFにします。これはローカル・モードと呼ばれます。

DSR:DATA SET READY(DCE DTE)

2サイト(ローカル・モデムとリモート・モデム)間で通信経路が確立されると、各モデムのDSR回線がONに切り替わります。

RTS:REQUEST TO SEND(DTE DCE)

データ送信が可能な状態になると、端末はRTS回線をONに切り替え、データ送信が可能であることをローカル・モデムに通知します。この情報はリモート・モデムにも通知されます。RTSラインはデータの送信方向を制御し、送信モードではON、受信モードではOFFになります。

CTS:CLEAR TO SEND(DCE DTE)

CTSがONに切り替わると、ローカル・モデムはそのDTEからのデータ受信が可能になり、データ送信用に電話回線の制御が可能になります。

RI:RING INDICATOR(DCE DTE)

モデムが呼び出し信号を受信すると、RI回線はベル音で連続してON/OFFを繰り返し、呼び出し信号を検出していることをDTEに通知します。これは、リモート・モデム側でダイアルアップ接続を要求することを示します。

GND

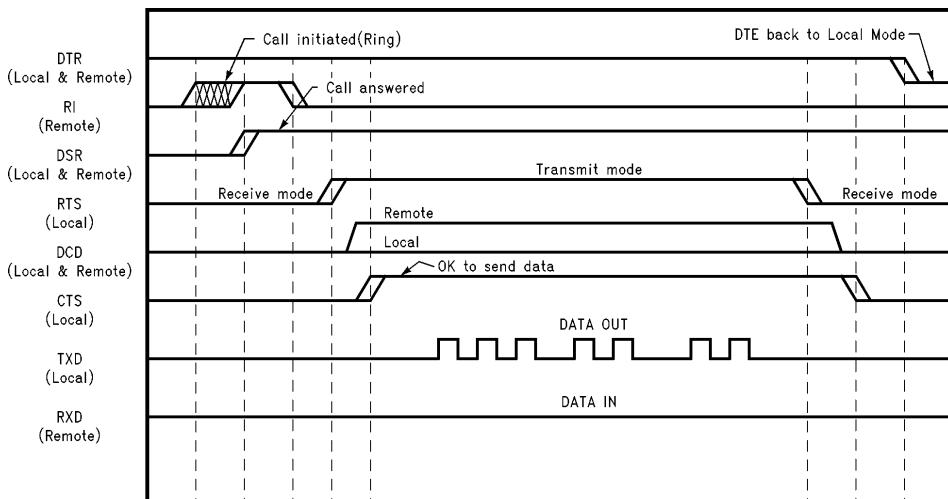
信号用の共通グランド。

ハードウェアのハンドシェーク手順

ハンドシェークの手順をステップごとに分析することにより、ローカル・サイトとリモート・サイト間の通信における各回線の機能を把握す

ることができます。理解しやすいように、ここではローカル・モデムからリモート・モデム方向への伝送についてのみ説明します。

1. ローカルDTEがDTRをONに切り替え、ローカル・モデムがリモート・モデムの電話番号をダイアルします。
2. リモート側のDTRがONになっていると、リモート・モデムのRIはベル音でON/OFFを繰り返し、呼び出しを検出していることを知らせます。
3. リモート・モデムがアンサーバック・トーンをローカル・モデムに返します。このトーンが検出されると、ローカル・モデムとリモート・モデムの間で直ちにオンライン接続が確立されます。この時点で、両モデムはそれぞれのDSRピンをONに切り替え、接続が確立されたことを示します。
4. ローカルDTEはRTSをONに切り替え、データ送信が可能なことを示します。この信号はリモート・モデムのDCD回線にも送られます。
5. ローカル・モデムは、ローカルDCDがOFFであることを確認します。OFFであれば、キャリア・ラインはリモート・モデムによって制御されていないことを示します。
6. 次にローカル・モデムはCTSをONに切り替え、ローカルDTEにデータ送信を開始できることを通知します。この間、ローカルDCD回線はOFF、リモート・モデムのDCDはONに保持されます。RTSも、接続中はローカルDTEによってONに保持されます。
7. ローカルDTEは、TXD回線を介して送信用データをモデムに送ります。
8. リモート・モデムは、データを受信した後、このデータをRXD回線を介してリモート端末に送ります。
9. データ送信が完了すると、ローカルDTEはRTSをOFFにします。これにより、リモート・モデムでDCDがOFFに、ローカル・モデムでCTSがOFFになります。電話回線を切ったり、DTEがDTR回線をOFFにしたり、また、モデムのケーブルをDTEから取り外すと、データ送信は途中で終了します。
10. この時点では、どちらのDTEからもハンドシェーク手順を開始して通信回線の制御権を得ることができます。



TL/F/11935-3

FIGURE 3. Graphical Illustration of Hardware Handshaking

以上の説明から分かるように、半2重通信の場合、送信モードでは1個のドライバ(TXD)のみがスイッチングし最大120kbps)、他のドライバ/レシーバは一定の既知状態に維持されます(非スイッチング状態)。同様に、受信モードでは、1個のレシーバ(RXD)だけがスイッチングし、他のラインは一定の既知レベルに維持されます。

消費電力

以上の考察に基づき、 I_{CC} 、周波数、内部/外部容量及び負荷抵抗がDS14C335の消費電力に及ぼす影響について考えてみます。トータル消費電力はスタティック消費電力とダイナミック消費電力の合計になります。一般にCMOSデバイスのスタティック消費電力は極く僅かです。スタティック消費電力は、 I_{CC} に V_{CC} を乗じて求めることができます。

負荷を接続した状態では、ドライバの外部負荷はデバイスとアプリケーションの消費電力に直接影響します。通常、RS-232ドライバはケーブルに接続され、その末端にレシーバが接続されます。ドライバの遷移時間はケーブル遷延時間よりも実際に長めに設定されているため、ケーブル負荷は容量と直列抵抗とからなる集中負荷とみなされます。このうち、直列抵抗は、ケーブルが短い(<200フィート)場合はレシーバの入力抵抗よりもかなり小さいので無視することができます。直列抵抗を無視できれば、ケーブル負荷は、単位長あたりの容量にケーブル長を乗じて得られる集中容量負荷とみなすことができます。20フィートのケーブル負荷は一般に1000pFで、最大ケーブル負荷は2500pFが規定されています。レシーバの入力抵抗は3kΩ-7kΩの範囲で規定され、代表値は5kΩ、電源にとっての最悪値は3kΩです。Fig.4に負荷の等価回路を示します。

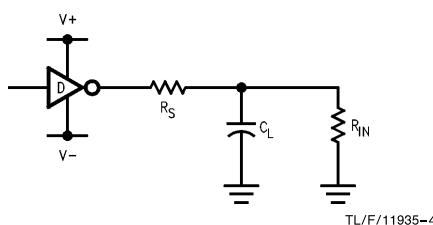


FIGURE 4. Load Seen by the Driver

ここで、
 R_S = ケーブルの直列抵抗
 C_L = ケーブルの負荷容量
 R_{IN} = レシーバの入力抵抗

定常状態にあるチャネルにはケーブル容量性負荷とレシーバの入力インピーダンスの負荷が加わります。ドライバの出力電流は、ドライバの出力電圧(V_{OH} または V_{OL})をレシーバの入力抵抗で割った値となります。例えば、3kΩの負荷に対して出力レベルが7Vの場合は2.3mAが消費されます。

ダイナミック消費電力は、主に次の3要因から影響されます。遷移中のスイッチング電流(一般に導通オーバラップ電流と呼ばれるスペイク電流)、外部負荷抵抗で消費される電力、そして外部負荷容量で消費される電力です。

NMOS/PMOSペアに対する電圧が変動すると、両方のトランジスタがともに部分的にオン状態になり、電源電圧(V_+ と V_-)間で比較的に低いインピーダンスが生じます。この状態は同時導通と呼ばれます(Fig.5参照)。入力周波数が高くなると周期が短くなり、ある周波数を超えると上下の出力トランジスタを十分に充放電できなくなり、両トランジスタが同時にオンになります。この貫通状態の時には、入力信号の周波数が高くなるにつれて I_{CC} も増加します。

大きな負荷容量 C_L の充放電時にも消費電力は増大します。内部容量と同じように、外部負荷容量によっても消費電力が増大します。高速でスイッチングするチャネルは上記のすべての要因に影響されます。これらの要因は、ドライバがシンクリースする電流を消費して容量負荷を充放電させます。この負荷電流要因は、外部容量が増大するにつれて、また、デバイスのスイッチング・レートが上がるにつれて増大します。

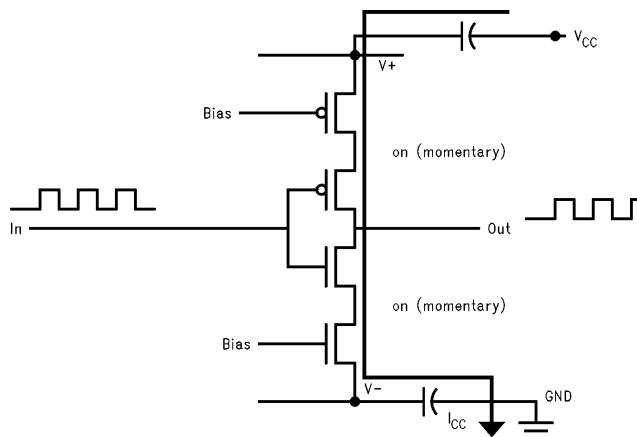
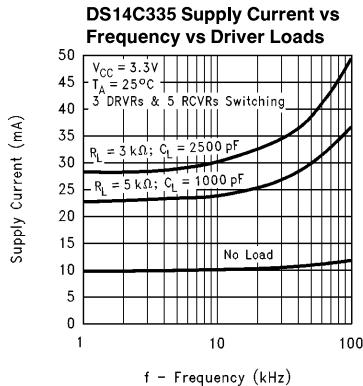


FIGURE 5. Simultaneous Conduction and I_{CC}

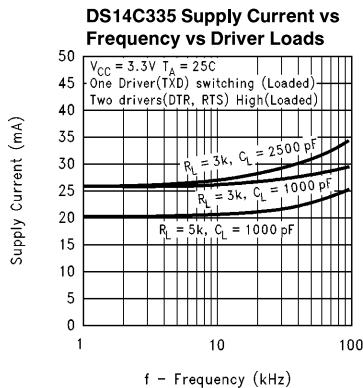
DS14C335 と消費電力

ナショナルセミコンダクター社のDS14C335は、3 ドライバ×5 レシーバで構成されており、9 ピンのRS232 DTE インタフェース用に開発された1 チップ製品です。GRAPH 1 に、異なる負荷条件のもとで3 ドライバ/5 レシーバをすべてスイッチングさせたときの最悪時における消費電流を示します。この最悪条件の場合、消費電流は10kHz(20kbps)にて30mA(2500pF)になります。無負荷時には、消費電流は比較的にフラットになります。GRAPH 2 に、実際のRS-232 アプリケーションと同様の条件で測定した消費電流特性を示します。これは、Fig. 3 のように1 個のドライバ(TXD)をスイッチングさせ、他の2 個のドライバ(DTR と RTS)をHIGH(負荷付き)に保持した状態の消費電流に相当します。消費電流は10kHz で26mA(2500pF)になります。この場合も、グラフ2 に示すように容量負荷を小さくすると消費電流が減少します。GRAPH 3 は、1 個のレシーバ(RXD)をスイッチングさせたときの消費電流特性を示しており、消費電流は周波数を変えてほとんど一定です。



TL/F/11935-7

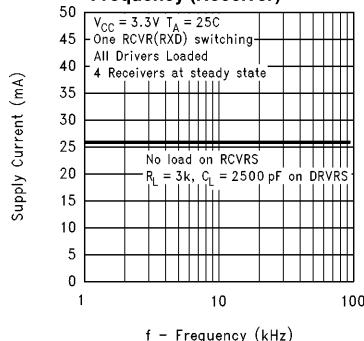
GRAPH 1. All Driver and Receiver Switching



TL/F/11935-8

GRAPH 2. One Driver (TXD) Switching

DS14C335 Supply Current vs Frequency (Receiver)



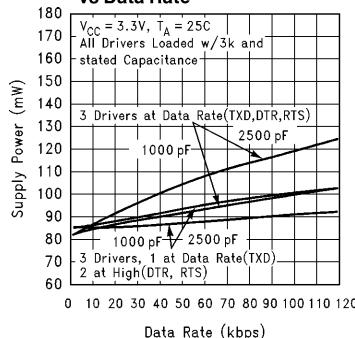
f - Frequency (kHz)

TL/F/11935-9

GRAPH 3. One Receiver (RXD) Switching

GRAPH 4 に "消費電力" 対 "データレート" の関係を示します。複数のドライバをスイッチングさせた場合、最大データレート120kbps で120mW の電力が消費されます(2500pF 負荷時)。RS-232 アプリケーションを想定して、1 個のドライバのみをスイッチングさせ、他の2 個のドライバをHIGH にした場合は、最大データレート120kbps における消費電力が103mW に低下します(2500pF 負荷時)。

DS14C335 Supply Power vs Data Rate



TL/F/11935-10

GRAPH 4. Supply Power vs Data Rate

DS14C335 はSHUTDOWN(SD)機能を備えています。この機能では、SD ピンを論理HIGH になると、デバイスが非能動になり、消費電流は $1\mu\text{A}$ 未満(代表値)まで小さくなります。このモードでは、1 個のレシーバ(R5)だけは能動のままでおき、RI(リンク・インディケータ)をモニタします。この能動・レシーバによって着信コールを検出して電力制御回路に通知し、デバイスを能動にすることができます。SHUTDOWN モードでは、シリアル・ポートの未使用時にバッテリ電力を節約することができます。また、このモードでは消費電力が $3.3\mu\text{W}$ に低減されますから、バッテリ電力を他の能動回路に活用することができます。

その他の業界規格(RS-232)

RS-562 も業界に普及しつつある規格です。RS-232 とコンパチブルですが、いくつかトレード・オフがあります。Table I にRS-232 とRS-562 を比較し、その主な違いを示します。

TABLE I. Comparison and Major Differences between RS-232 and RS-562

Specifications	RS-232	RS-562
Mode of Operation	Single-ended	Single-ended
Receiver Input Resistance (Ω)	3 k Ω to 7 k Ω	3 k Ω to 7 k Ω
Receiver Sensitivity	$\pm 3V$	$\pm 3V$
Driver Output Current (Powered Off, $\pm 2V$)	$\pm 6.67 \text{ mA (}300\Omega\text{)}$	$\pm 6.67 \text{ mA (}300\Omega\text{)}$
Driver Output Short Circuit Current Limit	$\leq 100 \text{ mA}$	$\leq 60 \text{ mA}$
Number of Drivers and Receivers Allowed	1 Driver 1 Receiver	1 Driver 1 Receiver
Max Cable Length	$\sim 50'$ (2500 pF)	2500 pF (20 kbps) 1000 pF (64 kbps)
Max Data Rate	20 kbps	64 kbps
Driver Output	$\pm 5V \text{ Min}$ $\pm 15V \text{ Max}$	$\pm 3.7V \text{ Min}$ $\pm 13.2V \text{ Max}$
Driver Load	3 k Ω to 7 k Ω	3 k Ω to 7 k Ω
Driver Slew Rate	$\leq 30 \text{ V}/\mu\text{s}$	$\leq 30 \text{ V}/\mu\text{s}$

RS-562 規格はRS-232 よりも高速のデータレートを規定しています。ただし、DS14C335(RS-232)のデータレート仕様は、RS-562 の 64kbps を大きく超えています。両規格の最も大きな違いはノイズマージンです。Fig.6 に示すように、RS-232 デバイスのノイズマージンは 2V 以上で、DS14C335 の場合は代表値で 4.5V(7.5V - 3V)です。

一方、RS-562 のノイズマージンは 700mV(3.7V - 3V)にしか過ぎません。ノイズマージンが小さいと(RS-562)、RS-232 タイプの通信でしばしば発生する外部ノイズ、クロストーク、およびグランド電位差に対して十分な耐性を確保できません。

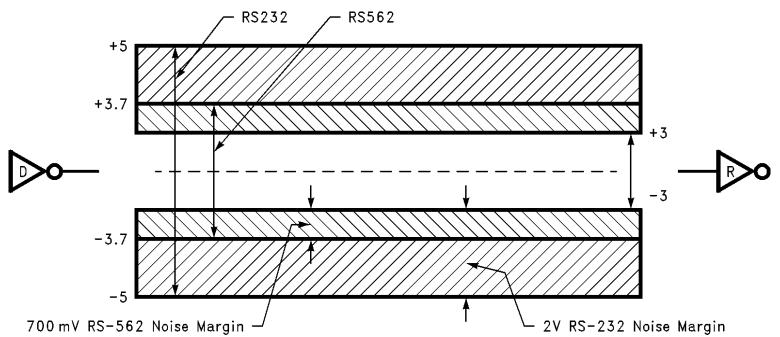


FIGURE 6. Noise Margin Comparison

TL/F/11935-6

まとめ

設計エンジニアは、グランド・シフトやノイズの問題に頭を悩ますことが多く、700mV のノイズマージンでは多くのアプリケーションで不十分です。本アプリケーション・ノートでは、RS-232 が 2V のノイズマージンを保証していることを述べ、ナショナル セミコンダクター社の DS14C335 がデータレート 120kbps のアプリケーションに最適の RS-232 デバイスであることを示しました。また、半 2 重 RS-232 の DTE-DCE アプリケーションにおける消費電力についても考察しました。この場合、デバイスの消費電流はドライバとレシーバをすべてスイッチングさせる場合に比べて小さな電流ですみます。スイッチングされるのは、1 個のドライバ (TXD) もしくはレシーバ (RXD) だけであり、残りのドライバ / レシーバは然るべき状態に維持されるからです。また、消費電力の計算方法とともに、SHUTDOWN 機能の簡単な説明も行いました。SHUTDOWN モードは、シリアル・ポートが非能動時にバッテリ電力を節約することができ、バッテリ駆動システムに必須の機能といえます。

参考文献

- Piecewise analysis and accurate emulation yield precise power estimates, William Hall and Ray Mentzer, National Semiconductor Corp., EDN March 16, 1992.
- CMOS, the Ideal Logic Family, Stephen Calebotta, National Semiconductor Corp., Application Note AN-77.
- 54C/74C Family Characteristics, Thomas P. Redfern, National Semiconductor Corp., Application Note AN-90.
- HC-MOS Power Dissipation, Kenneth Karakotsios, National Semiconductor Corp., Application Note AN-303.
- RS-232 Made Easy: Connecting Computers, Printers, Terminals and Modems, Martin D. Seyer.

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。

1. 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。
2. 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。

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 <http://www.nsjk.co.jp/>

製品に関するお問い合わせはカスタマ・レスポンス・センタのフリーダイヤルまでご連絡ください。



0120-666-116



この紙は再生紙を使用しています

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合せ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明しておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならぬ場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付られた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの默示的保証を無効にし、かつ不公正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任も負いません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておりません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスティック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要件及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計もされていませんし、また使用されることを意図されておりません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 溫・湿度環境

- 温度：0～40°C、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

- 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

4. 機械的衝撃

- 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

- はんだ付け時は、最低限260°C以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）

6. 汚染

- はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
- はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上