

スタンダードデジタルアイソレーターの基礎

概要

本資料は通信応用で用いられるスタンダードデジタルアイソレーターの基本特性と特長について述べたものです。

目次

1. 概要	3
2. アプリケーション	3
2.1. アプリケーション例	3
2.2. インバーターでの応用例	3
3. デジタルアイソレーターの動作原理.....	4
4. デジタルアイソレーターの構造.....	4
5. スタンダードデジタルアイソレーターのラインアップ	5
6. スタンダードデジタルアイソレーターの特長	7
6.1. コモンモード過渡耐性（CMTI）について	7
6.2. 150 Mbps データレートの高速度通信について	8
6.3. 高信頼性・安全性について	8
6.3.1. 安全性	8
6.3.2. 高絶縁寿命.....	9
6.3.3. 高絶縁電圧.....	9
7. スタンダードデジタルアイソレーターの電気的特性と応用回路例	10
7.1. スイッチング特性	10
7.2. V_{OH}/V_{OL} 特性	11
7.3. 許容損失定格	11
7.4. 応用回路例（1）	12
7.5. 応用回路例（2）	12
8. パッケージ情報.....	13
変更履歴	14
製品取り扱い上のお願い.....	15

1. 概要

スタンダードデジタルアイソレーター「DCL54x01」シリーズの基本特性と特長について説明します。本製品は、業界トップクラス[注 1]の高コモンモード過渡耐性(CMTI)を実現したハイスピード 4 チャンネルのバッファロジックで構成する絶縁型インターフェースです。「DCL54x01」シリーズは 10 種類の製品展開を予定[注 2]しています。

当社独自の磁気結合型絶縁伝送方式を採用することで、高 CMTI 100 kV/ μ s(min)を実現し、これにより、ノイズの影響を受けても誤動作しにくいいため、機器の安定動作に貢献します。また、低パルス幅ひずみ 3.0 ns(max)と高速伝送レート 150 Mbps(max)を実現しているため、高速通信用途に適しています。電源電圧は 2.25~5.5 V までの広い範囲で動作が可能です。さらに、SOIC16-W パッケージの採用で UL 1577 準拠絶縁電圧として 5000 Vrms の定格を備えています。

[注 1] 同定格の製品で、当社調べ(2023 年 3 月時点)によるものです。

[注 2] 2023 年 3 月時点

2. アプリケーション

2.1. アプリケーション例

産業用オートメーション(プログラマブルロジックコントローラー、I/O インターフェースなど)
 モーター制御
 産業用インバーター、汎用インバーター

2.2. インバーターでの応用例

スタンダードデジタルアイソレーターはフォトカプラーと比べより高速な 150 Mbps(最大)で通信が可能です。

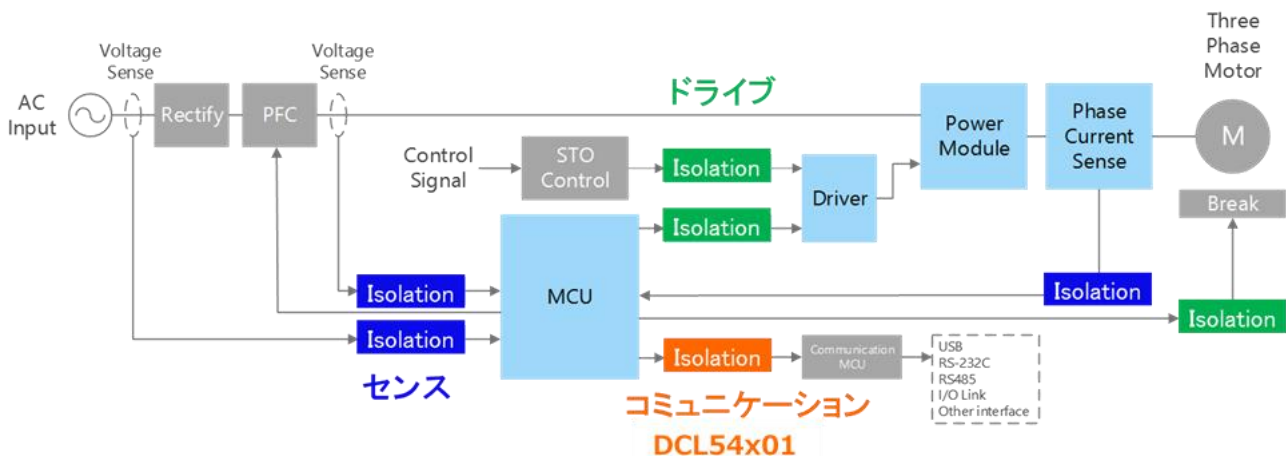


図 2.1 インバーターシステム応用例

3. デジタルアイソレーターの動作原理

当社のデジタルアイソレーターは通常の半導体プロセス上に厚い絶縁膜を形成し、高耐圧の絶縁、および磁気結合で信号伝送することで電氣的な切断（＝絶縁）を実現しています。データ符号は On Off Keying 方式で、信号の High レベルをキャリア信号有り、Low レベルをキャリア信号無しとして高周波キャリアをトランスで伝送することで、高精度なデータ伝送を実現しています。

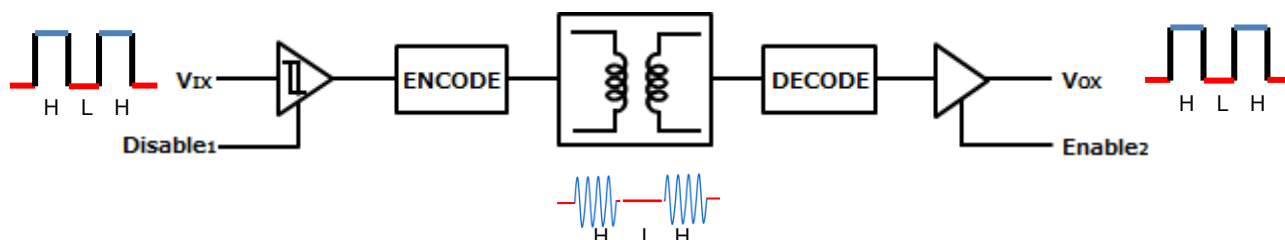


図 3.1 内部回路構成

4. デジタルアイソレーターの構造

デジタルアイソレーターは絶縁膜（例 Si 酸化膜）を備えた変調チップと復調チップで構成されています。入力信号は変調チップ側から磁界により信号を伝達し、復調チップ側でデータ受信できる構造になっています。

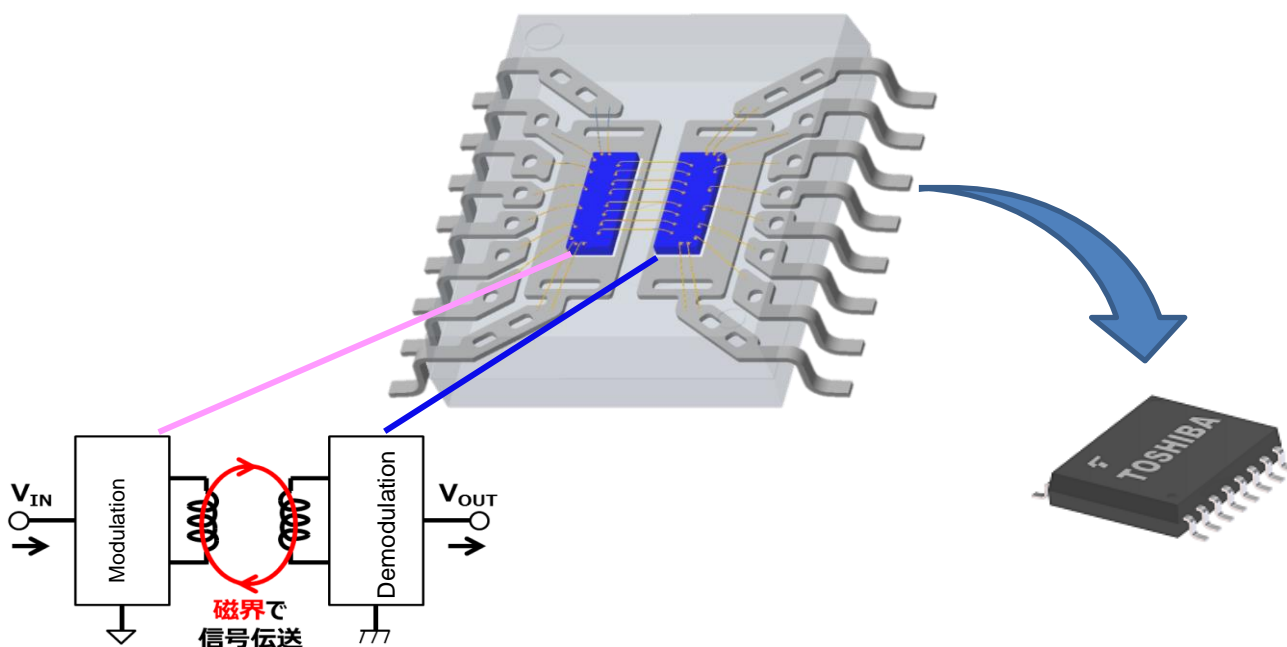


図 4.1 デジタルアイソレーターの構造（透視図）

5. スタンダードデジタルアイソレーターのラインアップ

当社のスタンダードデジタルアイソレーター製品の主なラインアップを表 1.1 に示します。[注 3] ここで紹介する製品は全てバッファロジック出力タイプです。機能面ではチャンネル構成、デフォルト出力ロジック[注 4]、イネーブル/ディセーブル制御[注 5]の組み合わせで製品のラインアップを構成しており、必要な機能に応じて適した製品を選定いただけます。

[注 3] 開発中の製品の情報を含みます。

[注 4] デフォルト出力ロジックは入力信号がオープンとなった場合や、入力側の電源が遮断された場合に、出力ステータスを安定させる機能です。例えば DCL540L01 の場合、入力信号断線などの予期しない事態が起きた際に出力ロジックを Low に固定することができます。この機能は、絶縁を介した先のシステムの動作に安全冗長設計を持たせることができます。

[注 5] DCL540L01 や DCL540H01 の場合、イネーブル制御信号 High で出力イネーブルとなります。逆に、イネーブル制御信号 Low で出力ディセーブル(出力ハイインピーダンス)となります。一方、DCL541A01 や DCL541B01 の場合、ディセーブル制御信号 High で入力ディセーブルとなり、出力信号は注 4 のデフォルト状態になります。

品番	DCL540L01	DCL540H01	DCL541L01	DCL541H01	DCL542L01	DCL542H01
チャンネル数 順：逆	4:0		3:1		2:2	
デフォルト 出力ロジック	Low	High	Low	High	Low	High
イネーブル/ ディセーブル制御	Output Enable					
ピン配置						
パッケージ	SOIC16-W					
伝搬遅延時間 (Max)	21.0 ns (@電源電圧 2.25~2.75 V、動作温度-40~110 °C)					
電源電圧	2.25~5.5 V					
動作温度	-40~110 °C					
保存温度	-65~150 °C					
絶縁耐圧(Min)	5000 Vrms					
安全規格	UL 1577(取得済) VDE V 0884-11(取得済) GB 4943.1-2022 (取得済)			UL 1577(取得済) VDE V 0884-11(計画中) GB 4943.1-2022 (取得済)		

表 5.1 スタンダードデジタルアイソレーターのラインアップ

品番	DCL541A01	DCL541B01	DCL540C01	DCL540D01
チャンネル数 順：逆	3:1		4:0	
デフォルト 出力ロジック	Low	High	Low	High
イネーブル/ ディセーブル制御	Input Disable		なし	
ピン配置				
パッケージ	SOIC16-W			
伝搬遅延時間 (Max)	21.0 ns (@電源電圧 2.25~2.75 V、動作温度-40~110 °C)			
電源電圧	2.25~5.5 V			
動作温度	-40~110 °C			
保存温度	-65~150 °C			
絶縁耐圧(Min)	5000 Vrms			
安全規格	UL 1577(取得済) VDE V 0884-11(取得済) GB 4943.1-2022 (取得済)			

表 5.2 スタンダードデジタルアイソレーターのラインアップ

6. スタンダードデジタルアイソレーターの特長

6.1. コモンモード過渡耐性 (CMTI) について

コモンモード (同相) ノイズは、信号、GND 両ラインに重畳し同じ方向に電流が流れるタイプのノイズです。独立した電源で駆動される回路間を電氣的に絶縁しながら信号伝送を行うためにデジタルアイソレーターが使用されますが、このような場合においても一方の電位が変動する場合、コモンモードノイズは発生します。このコモンモードノイズによりスタンダードデジタルアイソレーター内部の1次 (入力側) - 2次 (出力側) 間のカップリング容量に流れる変位電流があるレベルまで達すると、デジタルアイソレーター、ひいてはシステムの誤動作の原因になります。従って、このようなコモンモードノイズに対する耐量はシステムを安定動作させるために重要となります。CMTI は、このような GND 間で発生する高スループートの過渡電圧に対応する能力をあらわしており、CMTI が大きいほど、ノイズに対して強く、絶縁が必要とされるアプリケーションでの応用に適していることを意味します。

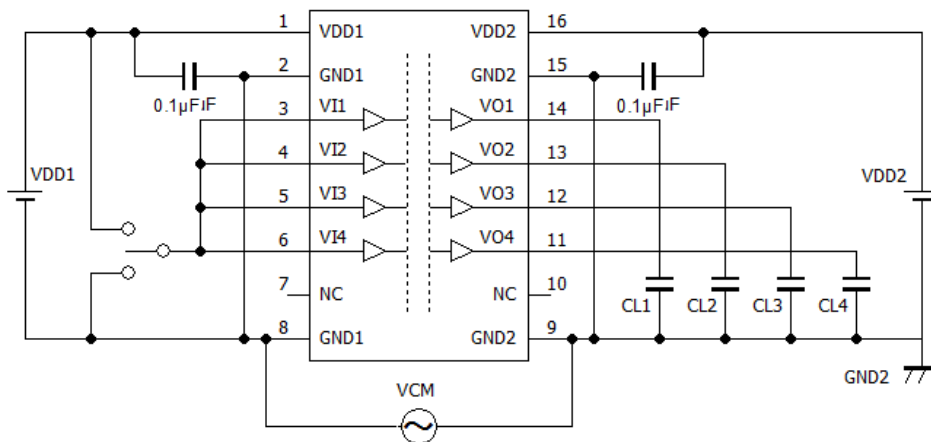


図 6.1 コモンモード電圧 V_{CM} を印加した場合の出力波形測定回路例

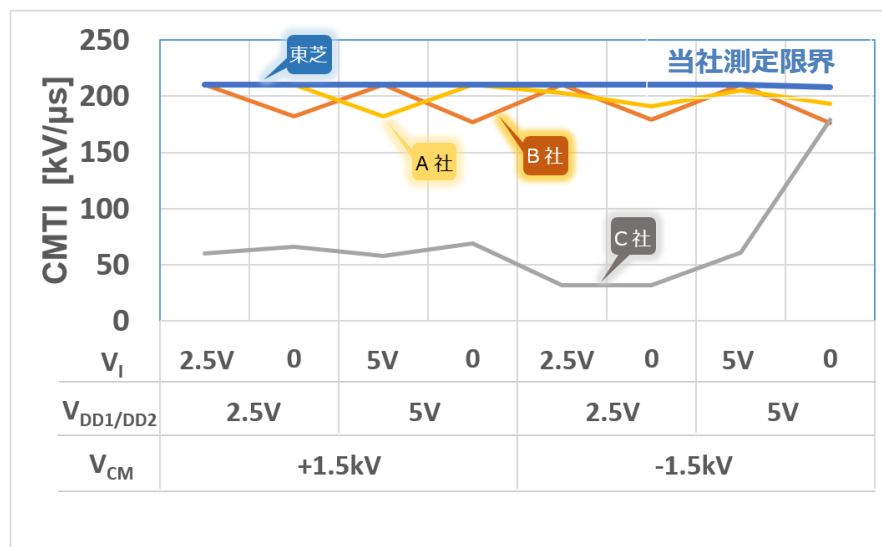


図 6.2 コモンモード過渡耐性比較

6.2. 150 Mbps データレートの高速通信について

これまで東芝フォトカプラーで4チャンネル対応はトランジスタカプラー出力タイプのみで、通信速度も数 kbps～数 10 kbps にとどまっていた。またシングルチャンネルではトータムポール出力タイプで 50 Mbps 対応の高速通信用フォトカプラーがあります。一方、スタンダードデジタルアイソレーターは4チャンネル対応で、かつ、パルス幅ひずみを 3.0 ns 内に収めクリアなアイパターンを形成します。また、最大データ伝送レートは 150 Mbps まで対応します。チャンネル間伝搬遅延差も 3.9 ns に収まり SPI 通信絶縁など多チャンネル設計を容易にします。

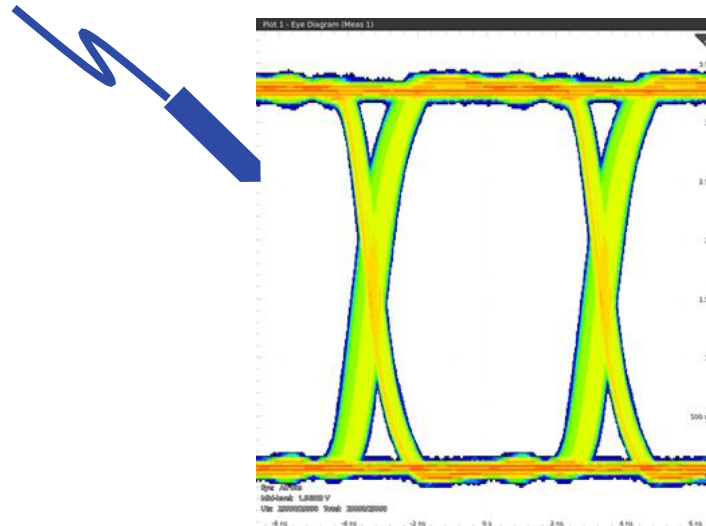


図 6.3 DCL541A01のアイパターン例 (3.3 V電源,150 Mbps動作)

6.3. 高信頼性・安全性について

東芝の CMOS プロセスと 2 重絶縁構造により、VDE V0884-11 で規定された強化絶縁(Reinforced isolation)を満たす下記の 2 条件を備えています。

- サージ耐力 12.8 kV 以上の高い絶縁耐圧
- 絶縁寿命推定 37.5 年@1 ppm (TDDDB 試験 1.2 kVrms) 以上の長寿命

6.3.1. 安全性

DCL54xx01 シリーズは 2 重絶縁構造を採用し、フォトカプラー同様に一方の絶縁膜が故障した場合も 1 次側-2 次側間ショート不良が発生しない高い安全性考慮した構造を採用しています。

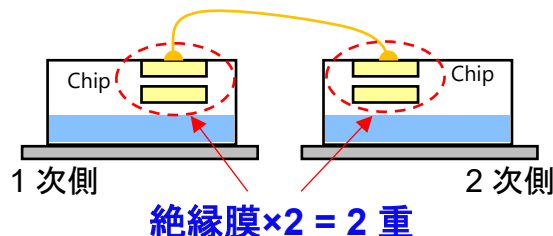


図 6.4 2重絶縁構造

6.3.2. 高絶縁寿命

VDE V 0884-11 で定められている条件で実施した TDDB 試験により、DCL54xx01 シリーズは 70 年以上の絶縁寿命を持つことを確認しています。これは VDE V 0884-11 で要求される 37.5 年の絶縁寿命に対して十分です。

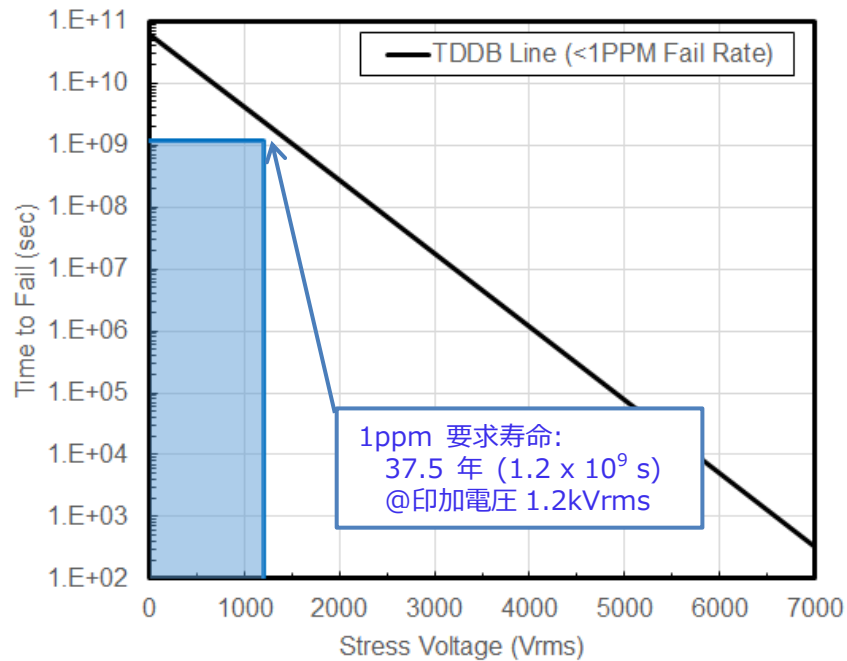


図 6.5 絶縁寿命見積りデータ

6.3.3. 高絶縁電圧

IEC 61000-4-5:サージイミュニティ試験で規定されているコンビネーション波形発生器を用いたサージ電圧(1.2/50 μ s waveform)印加試験で 12.8 kV 以上のサージ耐力があることを確認しています。

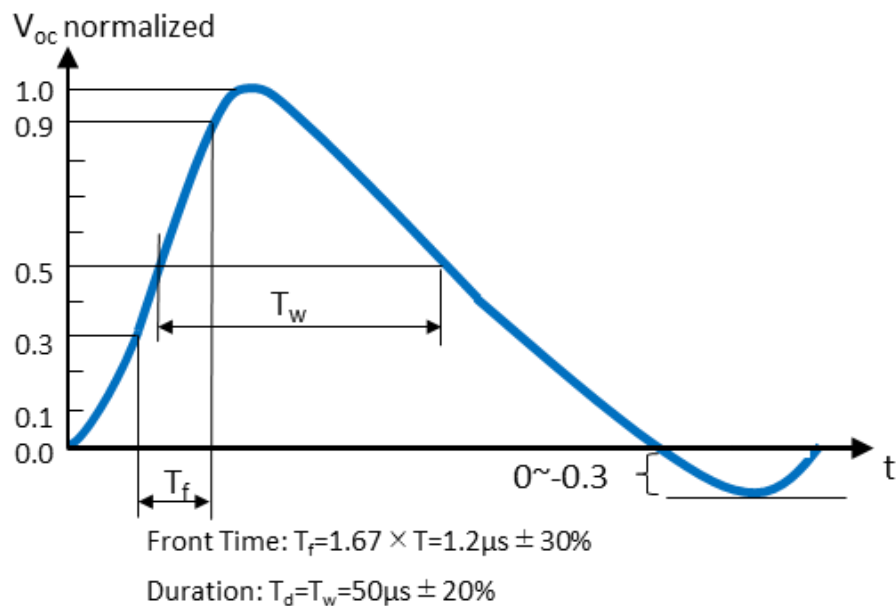


図 6.6 サージ試験電圧波形

7. スタンダードデジタルアイソレーターの電气的特性と応用回路例

7.1. スイッチング特性

伝搬遅延時間 t_{pHL} 、 t_{pLH} は入力信号が入ってから出力ロジックが反転するまでの時間を表しており、“HL”の部分には出力電圧の変化の方向を意味しています。伝搬遅延時間バラツキ $|t_{pHL} - t_{pLH}|$ は単一製品における t_{pHL} と t_{pLH} の差の絶対値を示しており、伝送波形のひずみのレベルを確認する指標として使用します。DCL54xx01 は伝搬遅延バラツキを 3.0 ns (最大) で保証しています。

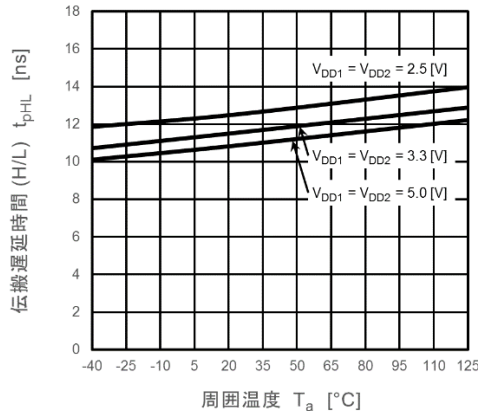


図 7.1 伝搬遅延 t_{pHL} - T_a

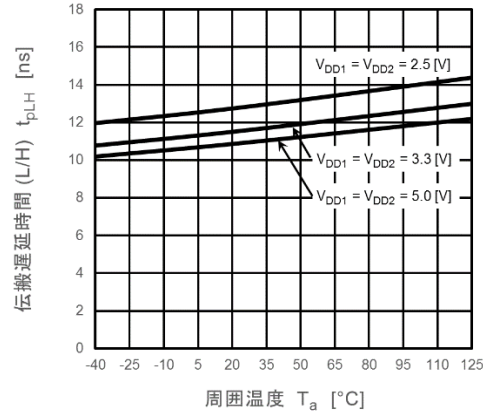


図 7.2 伝搬遅延 t_{pLH} - T_a

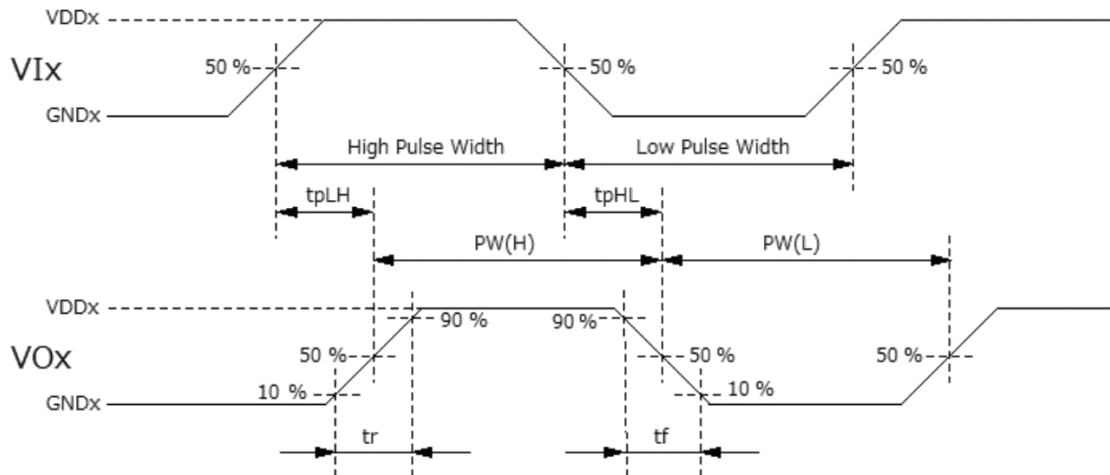


図 7.3 スイッチング特性測定回路図

7.2. V_{OH}/V_{OL} 特性

下図の出力電圧の特性はハイレベル出力電圧 (V_{OH}) とローレベル出力電圧 (V_{OL}) の出力電流による依存性を表しています。 V_{OH} は出力が H の状態にあるときの出力電圧、 V_{OL} は出力が L の状態にあるときの出力電圧を示します。

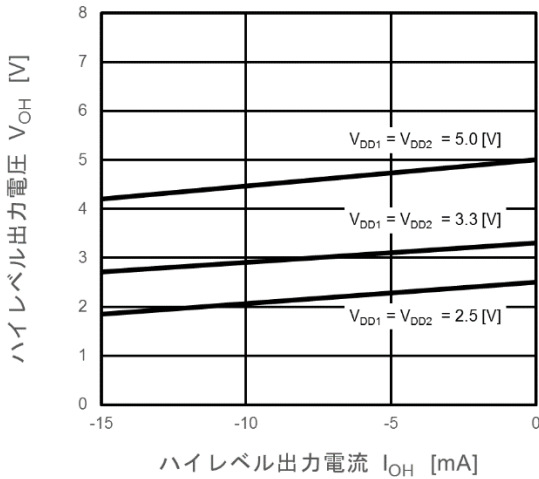


図 7.4 $V_{OH}-I_{OH}$

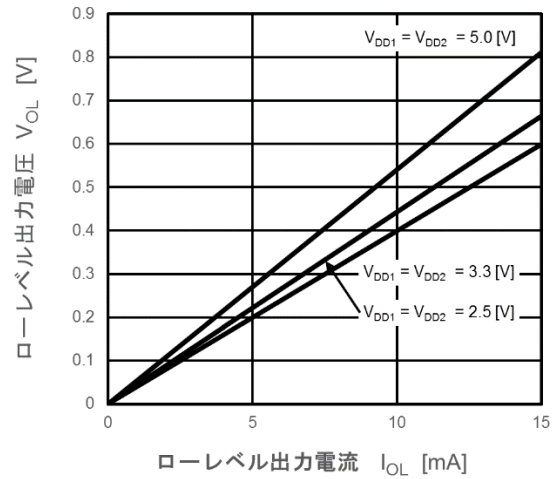


図 7.5 $V_{OL}-I_{OL}$

7.3. 許容損失定格

下図は SOIC16-W パッケージの許容損失定格を表しています。以下範囲で使用してください。

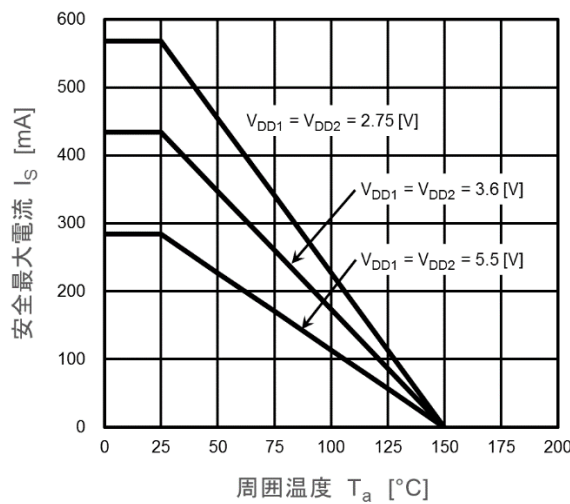


図 7.6 安全限界値— T_a 周囲温度

7.4. 応用回路例（1）

モーター制御等システムで外部制御コントローラーからの制御用の SPI 通信と絶縁が必要な場合の接続例を下図に示します。SPI 通信ではチップセレクト端子 CSN, クロック端子 SCLK, データ入力端子 SI, データ出力端子 SO の 4 端子が用いられます。

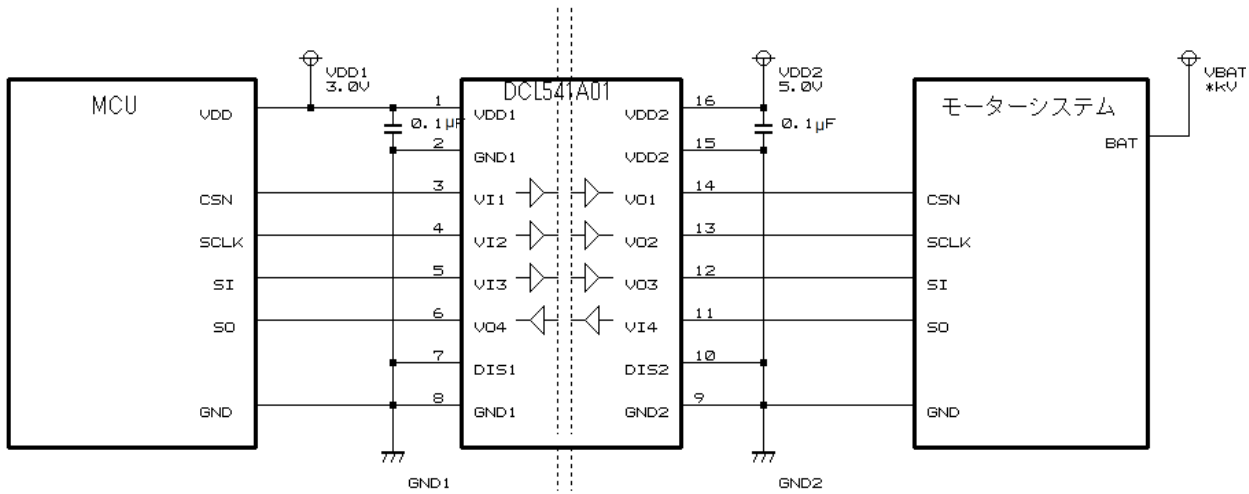


図 7.7 SPI 接続図例

7.5. 応用回路例（2）

電源電圧の安定化と当製品の安定動作のために、1 次側の電源ピン（1pin VDD1 と 2Pin GND1 間）と 2 次側の電源ピン（16pin VDD2 と 15pin GND2 間）に平滑コンデンサーを接続してください。高周波特性の良いバイパスコンデンサー0.1 µF をできる限り、IC の根本付近に配置してください。（10 mm 以内）

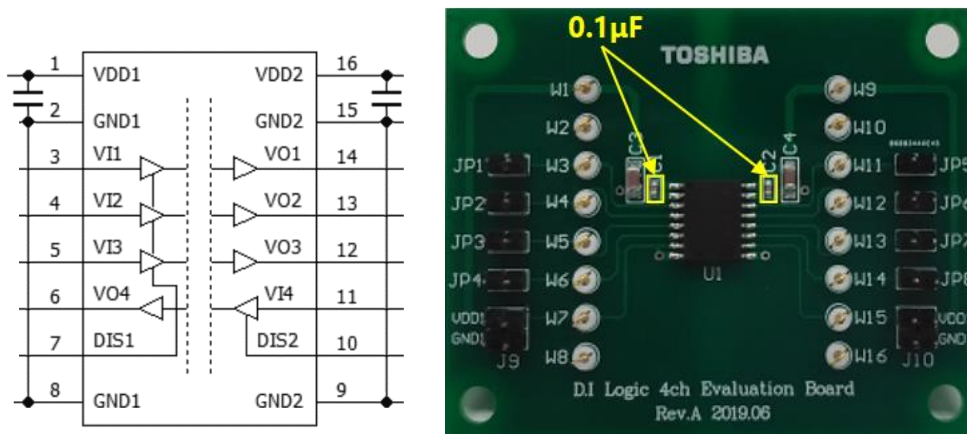
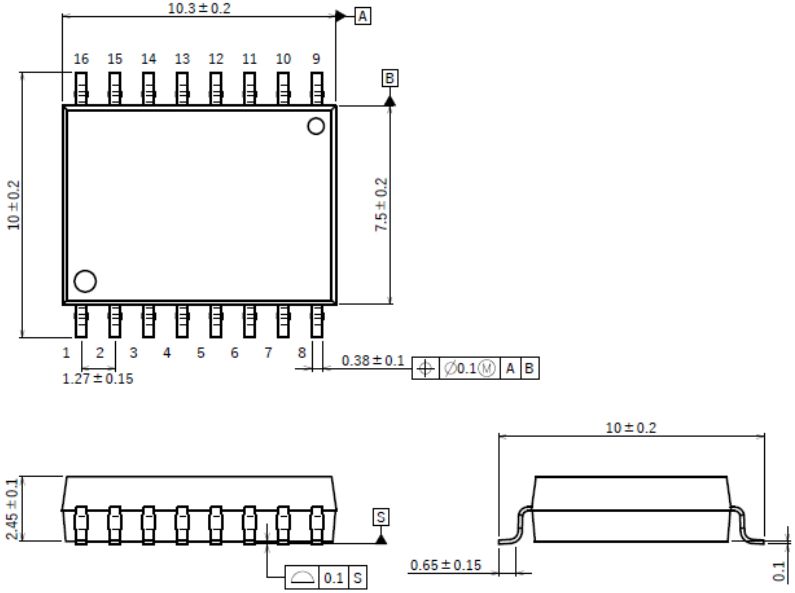
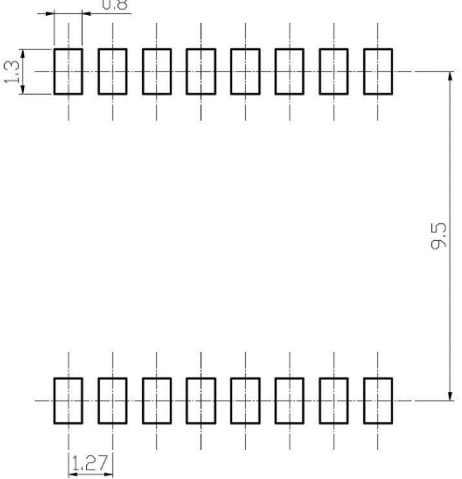


図 7.8 PCB レイアウト例

8. パッケージ情報

マウントタイプ	表面実装
ピン数	16
パッケージ寸法 W×L×H (mm)	10.3 × 10.0 × 2.45 (typ.)
パッケージ寸法 (mm)	 <p>Technical drawing showing the package dimensions in millimeters. The top view shows a rectangular package with a width of 10.3 ± 0.2 mm and a length of 10 ± 0.2 mm. The pin 16 is on the left, and pins 1-8 are on the bottom. The pin pitch is 1.27 ± 0.15 mm. The package height is 2.45 ± 0.1 mm. The drawing also shows a detail of the pin with a diameter of $\phi 0.1$ mm and a length of 0.38 ± 0.1 mm. A side view shows a package height of 2.45 ± 0.1 mm and a width of 10 ± 0.2 mm. A detail of the package base shows a width of 10 ± 0.2 mm and a height of 0.65 ± 0.15 mm. A detail of the package corner shows a radius of 0.1 mm.</p>
ランドパターン例 (mm)	 <p>Land pattern example drawing showing the dimensions for the pads. The pad width is 0.8 mm. The pad length is 1.3 mm. The pad pitch is 1.27 mm. The pad height is 0.5 mm.</p>

変更履歴

バージョン情報	日付	変更内容
Rev. 1.0	2021-8-02	初版
Rev. 1.1	2021-11-16	誤字改訂
Rev. 1.2	2023-4-10	製品追加。仕様値変更。

製品取り扱い上のお願い

株式会社東芝およびその子会社ならびに関係会社を以下「当社」といいます。

本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステムを以下「本製品」といいます。

- 本製品に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（ヘルスケア除く）、車載・輸送機器、列車・船舶機器、交通信号機器、燃焼・爆発制御機器、各種安全関連機器、昇降機器、発電関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。

東芝デバイス&ストレージ株式会社

<https://toshiba.semicon-storage.com/jp/>