

レベルシフター（電圧変換ロジック IC）の選択方法

概要

本資料は、レベルシフター（電圧変換ロジック IC）の選択方法について解説します。電子基板上に異電源デバイスが混在する場合、信号の電圧レベルを昇圧、降圧または昇降圧する必要があります。本資料で最適なレベルシフターを選定する方法を説明します。

目次

内容	
概要	1
目次	2
1. はじめに ~なぜレベルシフターが必要なのか~	5
2. レベルシフターの種類	6
2.1 レベルシフターIC（バッファタイプ）	7
2.2 レベルシフターIC（バススイッチタイプ）	8
2.3 入力 TTL	9
2.4 入カトレラント	10
2.5 オープンドレイン（（降圧、昇圧）単方向）	11
3. レベルシフターの選択方法	13
4. レベルシフターの選択事例	15
4.1 ケース1 入力 TTL を用いた昇圧例（単方向/単電源）	16
4.2 ケース2 オープンドレイン出力機能を用いた昇圧例（単方向/単電源）	17
4.3 ケース3 入力 LVTTTL レベルを用いた低電圧からの昇圧例（単方向/単電源）	18
4.4 ケース4 レベルシフターIC（バッファタイプ）を用いた昇圧例（単方向/2 電源）	19
4.5 ケース5 入カトレラント機能を用いた降圧例（単方向/単電源）	20
4.6 ケース6 入カトレラント機能とオープンドレイン出力機能を持つ製品を用いた降圧例(単方向/単電源)	21
4.7 ケース7 2 電源双方向レベルシフター(バッファタイプ)を用いた昇圧・降圧例	22
4.8 ケース8 2 電源レベルシフトバススイッチを用いた昇圧・降圧例	24
5. アプリケーション事例	26
5.1 単体ディスクリート（MOSFET）での電圧変換を置き換え	26
5.2 各種インターフェース（UART、I ² C、SPI など）での信号電圧変換	27
5.2.1 UART 方式（4 ライン）でのレベル変換事例	28
5.2.2 UART 方式（2 ライン）でのレベル変換事例	29
5.2.3 I ² C 方式でのレベル変換事例	30
5.2.4 SPI 方式でのレベル変換事例	31
まとめ	32
Appendix（製品一覧、パッケージ一覧）	33
製品取り扱い上のお願ひ	43

目次

図 1	なぜレベルシフターが必要なのか？	5
図 2	レベルシフターによる昇圧変換、降圧変換	6
図 3	2 電源/双方向バッファタイプ レベルシフター IC の回路	7
図 4	2 電源/双方向バススイッチタイプ レベルシフター IC のイメージ	8
図 5	入力 TTL レベル（5 V-TTL/3.3-LVTTL）	9
図 6	入力端子等価図および動作範囲（トレラント無・有）	10
図 7	出カトレラント（出力パワーダウンプロテクション）機能が無い場合	11
図 8	オープンドレインを活用した昇圧・降圧事例	12
図 9	レベルシフターの選択ステップ	13
図 10	入力 TTL を用いた昇圧事例	16
図 11	オープンドレイン出力機能を用いた昇圧事例（74LCX05）	17
図 12	入力 LVTTL レベルを用いた低電圧からの昇圧事例（7UL1T34）	18
図 13	レベルシフター（2 電源バッファタイプ）を用いた昇圧事例（TC7SP3125）	19
図 14	入カトレラント機能を用いた降圧事例（TC7SZ34）	20
図 15	入カトレラント機能とオープンドレイン出力機能を持つ製品を用いた降圧例（74VHCV05）	21
図 16	2 電源双方向レベルシフター（バッファタイプ）を用いた昇降圧事例（TC7MP3125）	23
図 17	電圧変換事例（ケース 8：2 電源レベルシフトバススイッチ）	24
図 18	2 電源レベルシフトバススイッチの電圧変換事例	25
図 19	MOSFET 2 段を用いた電圧変換例	26
図 20	レベル変換事例（UART 方式（4 ライン））	28
図 21	レベル変換事例（UART 方式（2 ライン））	29
図 22	レベル変換事例（I ² C 方式）	30
図 23	レベル変換方式（SPI 方式）	31

表目次

表 1 シリーズごとの入力トレラント機能の有無.....	10
表 2 単方向レベルシフターの変換可能電圧.....	14
表 3 双方向レベルシフターの変換可能電圧.....	14
表 4 東芝のレベルシフター 8つの選択事例.....	15
表 5 ケース1（昇圧/単方向/単電源：2 V(TTL) → 5 V±0.5 V）.....	16
表 6 ケース2（単方向/昇圧/単電源：V _{IH} (最小) → V _{OUT} (最大)までの任意の電圧).....	17
表 7 ケース3（単方向/昇圧/単電源：入力 TTL/LVTTL レベルの信号→V _{CC} (opr.)までの昇圧)	18
表 8 ケース4（単方向/昇圧/2 電源： V _{IH} (最小) → 3.6 V).....	19
表 9 ケース5（単方向/降圧/単電源：入力トレラント電圧 (V) → V _{CC} (opr.)）.....	20
表 10 ケース6（単方向/降圧/単電源：入力トレラント電圧(3.6~5.5 V)→V _{CC} (opr.)までの任意電圧).....	21
表 11 ケース7 2 電源双方向レベルシフター(バッファタイプ)(双方向/昇降圧/2 電源：V _{CCA} ⇔ V _{CCB}).....	22
表 12 ケース8 2 電源レベルシフトバススイッチ（双方向/昇降圧/2 電源：V _{CCA} ⇔ V _{CCB} ）.....	24
表 13 各種インターフェース規格での信号電圧変換（推奨製品）注 1：Sub2 個までを想定.....	27

1. はじめに ~なぜレベルシフターが必要なのか~

近年、電子機器に使われるICは、より高性能で、消費電力の少ないものが求められています。そのため、ICの内部回路は、以前よりも低い電圧で動作するようになってきました。たとえば、マイコンやSoCの中核となる回路では、1 V 前後の低い電圧で動作するものも一般的です。

一方で、基板上には、外部機器との接続や従来規格への対応のために、3.3 V や 5 V で動作するICも多く使われています。その結果、同じ基板の上に、動作電圧の異なるICが混在する構成が増えてきました。

このような回路構成では、IC同士を信号線で直接つなぐと問題が起こることがあります。たとえば、低い電圧で動作するICから信号を出力した場合、相手側のICがその電圧を「High」として正しく認識できないことがあります。逆に、高い電圧の信号を低電圧ICに入力すると、ICを破損してしまうおそれもあります。

また、コストや部品の入手性を考慮して、古い世代のICと新しい低電圧ICを組み合わせるケースもあります。この場合も、IC間の信号電圧が一致せず、回路設計上の課題となります。

このように、異なる電源電圧で動作するIC同士の間で信号をやり取りするためには、信号の電圧レベルを適切に変換する必要があります。その役割を果たすのが「レベルシフター（電圧レベル変換IC）」です。

レベルシフターは、送信側ICの信号電圧を、受信側ICが安全かつ確実に認識できる電圧に変換します。メーカーや用途によって、レベルシフター、ボルテージ・トランスレーター、電圧レベル変換ICなど、さまざまな名称で呼ばれています。

レベルシフターを選ぶ際には、変換する電圧の範囲だけでなく、信号の速さや方向、回路構成、パッケージなども考慮する必要があります。特に初心者の設計者にとっては、どの製品を選べばよいか分かりにくい場合も少なくありません。

本アプリケーションノートでは、レベルシフターの基本的な役割と特長をわかりやすく説明し、設計条件に合った製品を選択するためのポイントを紹介します。

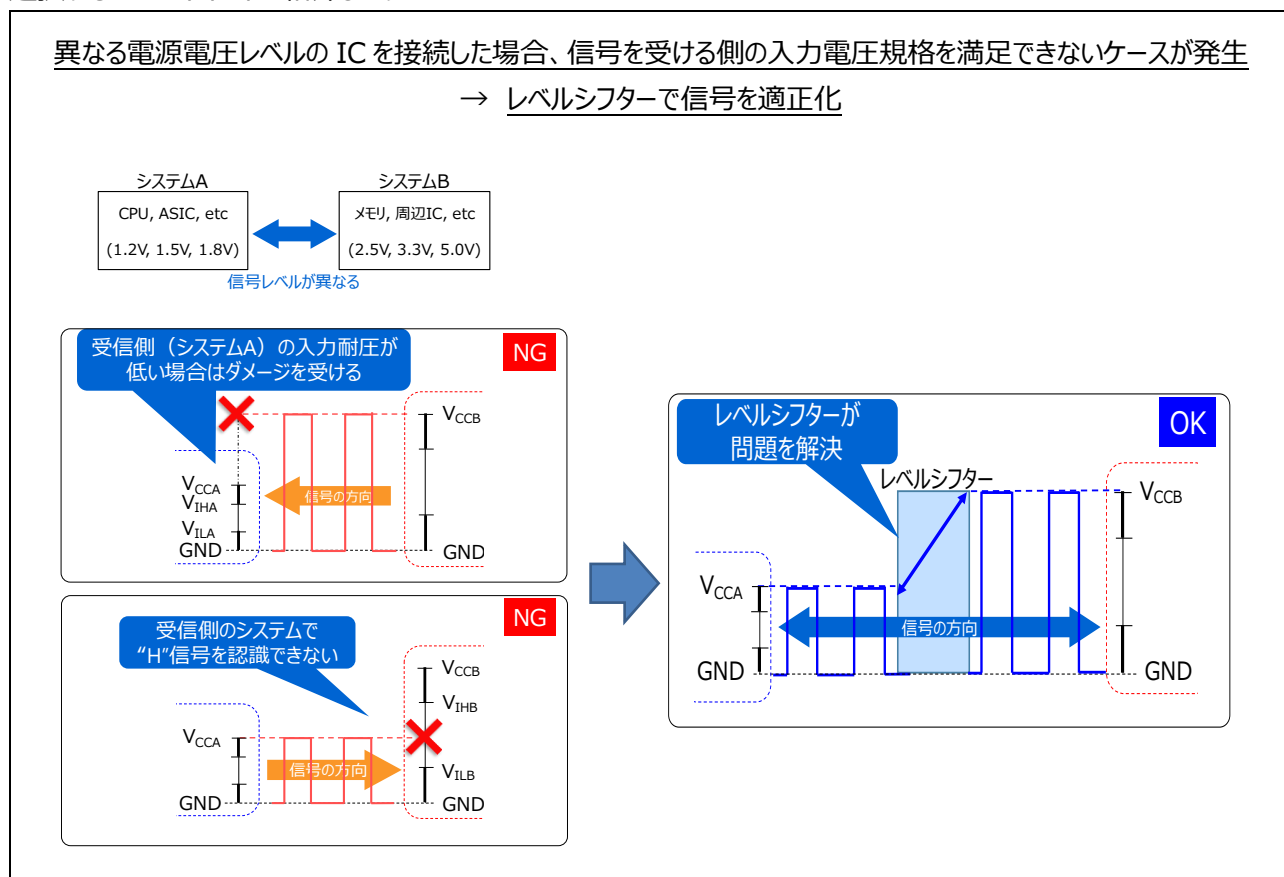


図 1 なぜレベルシフターが必要なのか？

2. レベルシフターの種類

レベルシフターは、デジタル信号の H（ハイ）レベルを昇圧変換（レベルアップ）または降圧変換（レベルダウン）する IC の総称です。

レベルシフターの種類には、レベルシフター IC と、CMOS ロジック IC や One-gate Logic (L-MOS^注) のレベルシフト機能を利用した IC があります。

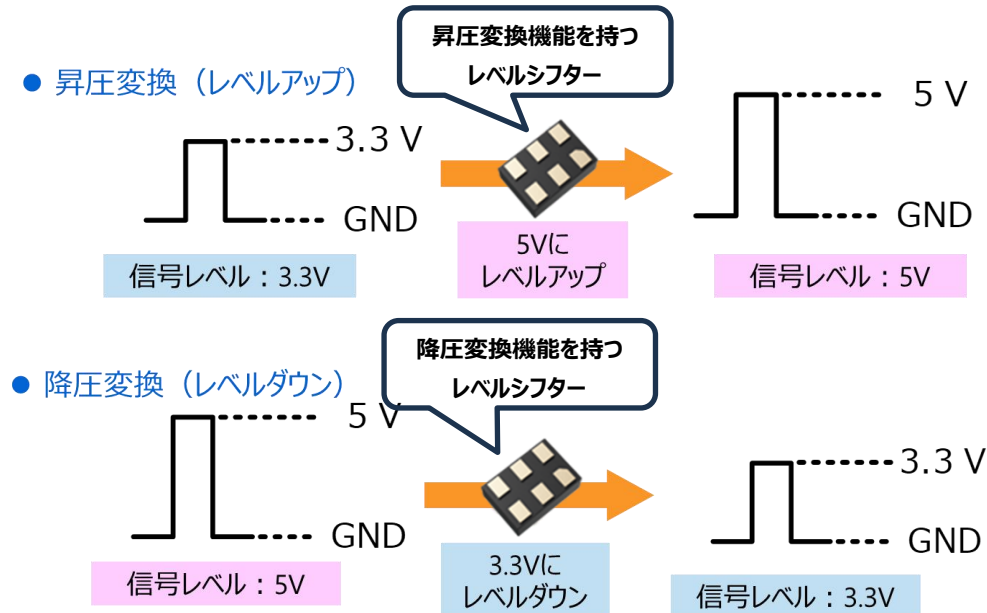


図 2 レベルシフターによる昇圧変換、降圧変換

(1) レベルシフター IC

・バッファタイプ

例：単電源/単方向：[74LV4T125FT](#)、[74LV4T126FT](#)

2 電源/双方向：[74AVC1T45NX](#)、[74AVC2T45FK](#)、[74AVC4T245FT](#)

・バススイッチタイプ

例：2 電源/双方向 [TC7MPB9307FT](#)、[TC7QPB9306FT](#)、[TC7WPB9306FK](#)、[TC7SPB9306TU](#)

(2) CMOS ロジック IC や One-gate Logic (L-MOS) のレベルシフト機能(下記)を利用した IC

注：以降 L-MOS と表記します。

- ・入力 TTL
- ・入力トレラント
- ・オープンドレイン

2.1 レベルシフター IC（バッファタイプ）

レベルシフター IC（バッファタイプ）は、内部にバッファ回路を備え、入力された信号を一度論理的に受けた上で、出力側の電源電圧に応じた信号レベルを出力することで電圧変換を実現する IC です。

出力はプッシュプル構成のバッファ出力となっているため、後述のバススイッチタイプと比較して、一定の駆動能力を持ち、高速な信号伝送が可能です。

また、外付けのプルアップ抵抗やプルダウン抵抗を必要とせず、1 デバイスで安定したレベル変換を行える点が特長です。

バッファタイプのレベルシフター IC には、単電源・2 電源タイプと、片方向、双方向タイプがあり、用途や信号方向、電源構成に応じて適切な製品を選択することができます。

双方向タイプは方向制御ピン（DIR）を用いて信号方向を制御します。

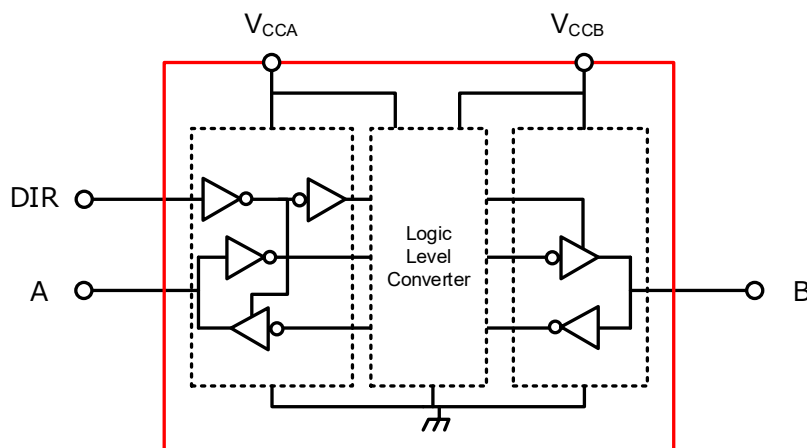


図 3 2 電源/双方向バッファタイプ レベルシフター IC の回路

2.2 レベルシフターIC（バススイッチタイプ）

レベルシフターIC（バススイッチタイプ）は、内部に FET スイッチを備え、異なる電源電圧で動作する回路間を電氣的に接続することで電圧変換を実現する IC です。

バススイッチタイプでは、信号の H レベルは外付けのプルアップ抵抗によって電源電圧まで引き上げられ、L レベルは FET スイッチを介して直接伝達されます。このため、出力はオープンドレイン構成となり、バッファタイプのような駆動能力は持ちません。

一方で、信号方向を制御する必要がなく、双方向通信に対応できる点が特長です。

そのため、I2C などのオープンドレイン方式のインターフェースに適したレベルシフターIC となっています。

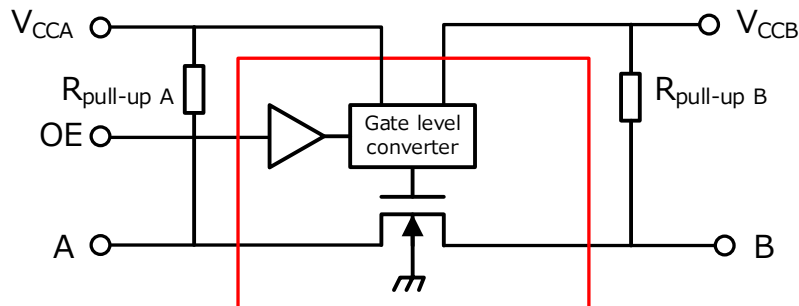


図 4 2 電源/双方向バススイッチタイプ レベルシフターIC のイメージ

2.3 入力 TTL

TTL (Transistor-Transistor Logic) は、5 V 動作のバイポーラトランジスタで構成されたロジック方式であり、CMOS ロジック IC が主流となった現在においても、74LS、74ALS などの製品が存在しています。

これらの 5 V 系電源で回路を構成する際、異なるロジック間で信号を伝達できるように、入力 TTL レベルと呼ばれる入力電圧規格が定められています。5V 系で TTL レベル入力に対応したロジック IC としては、74HCT、74ACT、74VHCT など、シリーズ名の末尾に「T」が付く製品があります。また、3V 系の製品にも同様な TTL 互換の入力特性を持つものがあり、このような入力仕様は LVTTTL と呼ばれています。

一般的な CMOS ロジック IC では、入力しきい値電圧はおおよそ $V_{CC} \times 1/2$ を基準として設計されており、データシート上の規格は $V_{IH} = 0.7 \times V_{CC}$ 、 $V_{IL} = 0.3 \times V_{CC}$ となっています。そのため、5 V CMOS ロジックでは、 V_{IH} は 3.5 V、 V_{IL} は 1.5 V となります。一方、5 V TTL ロジックの出力電圧規格は $V_{OH} = 2.4$ V、 $V_{OL} = 0.4$ V であるため、5 V TTL と 5 V CMOS ロジック IC を直接接続した場合、CMOS ロジック IC は TTL の V_{OH} (2.4 V) を“H”レベルとして認識できません ($V_{OH} < V_{IH}$)。これに対し、入力 TTL レベルを持つ CMOS ロジック IC では、入力しきい値電圧が通常の CMOS ロジック IC より低く設定されており、電源電圧が 5 V の場合、 V_{IH} (最小) は 2.0 V、 V_{IL} (最大) は 0.8 V となっています。その結果、 $V_{OH} > V_{IH}$ の関係が成立し、TTL ロジックの出力信号を“H”レベルとして問題なく認識することが可能となります。従って、 $V_{OH} > V_{IH}$ となり“H”電圧を問題なく認識することができます。(図 5 参照)

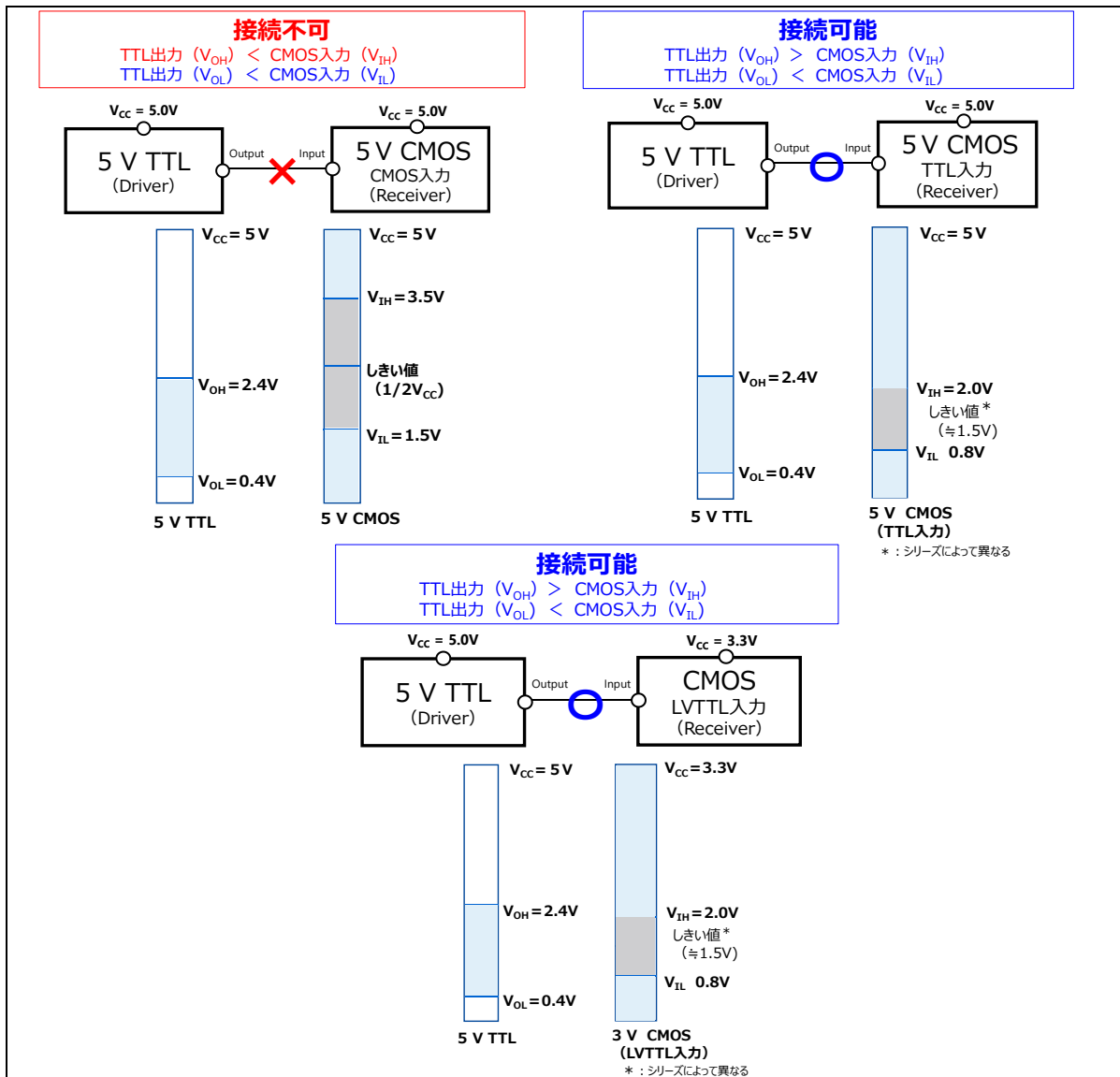


図 5 入力 TTL レベル (5 V-TTL/3.3-LVTTTL)

2.4 入力トレラント

入力トレラント方式は、CMOS ロジック IC などが持つ入力トレラント機能を利用して電圧変換を行う方式です。

入力トレラント機能を持つデバイスでは、入力端子から電源端子へ接続される保護用ダイオードを持たない構成を採用しており、その結果、電源電圧より高い入力電圧が印加されても、デバイス内部に過電流が流れないようにしています。

たとえば、電源電圧が 3.3 V のデバイスに対して 5 V 系の信号を入力した場合でも、入力トレラント機能を持つ製品であれば、信号を安全に受け取ることが可能です。この特性を利用することで、高電圧側から低電圧側への降圧方向のレベル変換を実現できます。

本機能を持っているか否かは下図のように製品のシリーズによって決まっています。

表 1 シリーズごとの入力トレラント機能の有無

製品カテゴリー	入力トレラント機能あり	入力トレラント機能なし
CMOS ロジック IC	74VHC シリーズ 74LCX シリーズ TC74VCX シリーズ	TC40xx シリーズ TC45xx シリーズ TC74HC シリーズ TC74AC シリーズ
L-MOS	TC7SH, TC7SET, TC7WH シリーズ TC7SZ, TC7P, TC7WZ シリーズ 7UL シリーズ	TC4S シリーズ TC4W シリーズ TC7S シリーズ TC7W シリーズ TC7WT シリーズ

また、入力電圧の規格が $0 \sim V_{CC}(\text{Max})$ と記載されている製品は入力トレラント機能を持っており、 $0 \sim V_{CC}$ と記載されている製品は、入力トレラント機能を持っていません。

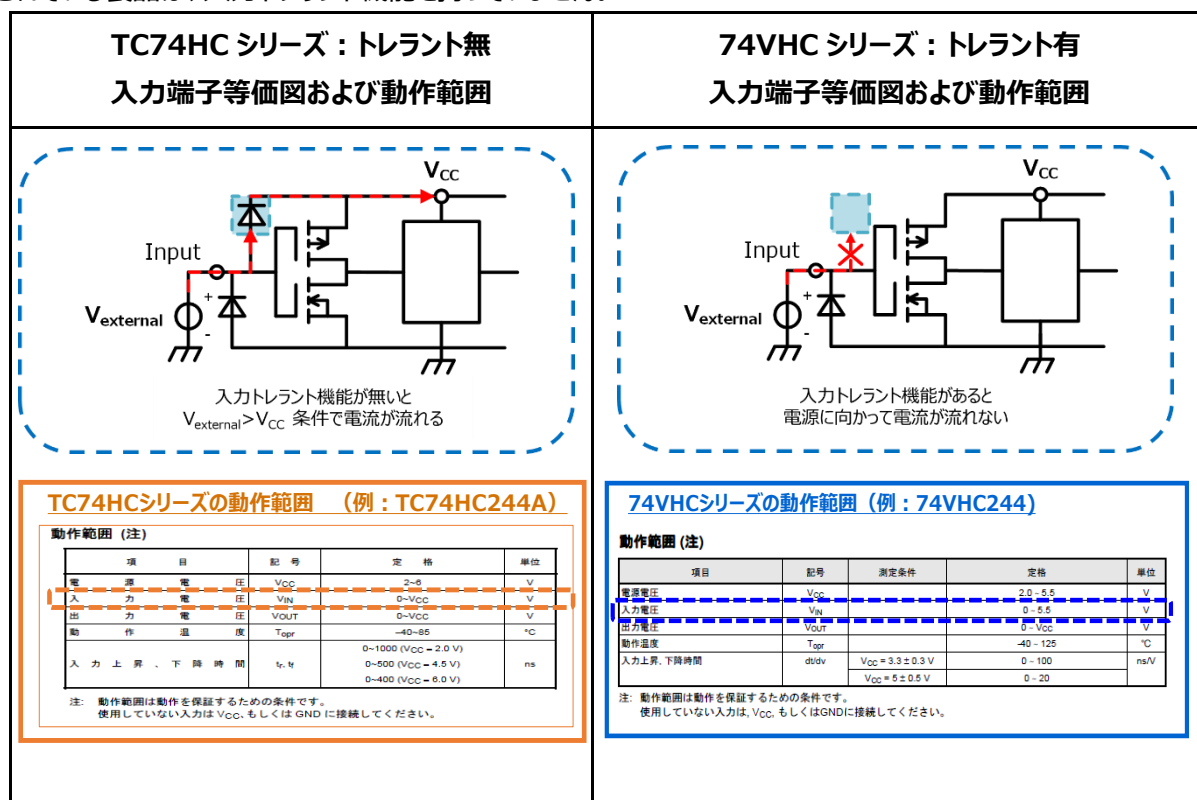


図 6 入力端子等価図および動作範囲（トレラント無・有）

2.5 オープンドレイン（（降圧、昇圧）単方向）

オープンドレイン方式は、CMOS ロジック IC などが持つオープンドレイン出力機能を利用して電圧変換を行う方式です。オープンドレイン出力では、出力段が N チャンネル MOSFET のみで構成されており、“H”レベル出力時には出力端子が開放状態（オープン）となる特長があります。そのため、出力端子に外付けのプルアップ抵抗を接続し、プルアップ抵抗の另一端を任意の電源電圧に接続することで、“H”レベルの電圧を任意の電圧に設定することが可能です。この特性を利用することで、単方向の昇圧または降圧のレベル変換を実現できます。

オープンドレインは NAND (03)、Inverter (05)、Buffer (07) のファンクション製品が対応しています。

オープンドレイン出力を持つデバイスの上の注意点として低電圧 (V_{CCA}) から高電圧 (V_{CCB}) にプルアップする場合には、高電圧側から低電圧側へ電流が流れないよう、出力トレラント機能（パワーダウンプロテクション）を備えた製品を選択する必要があります。この機能が無いと $V_{CCB} > V_{CCA}$ の場合、図 7 のように $V_{CCB} \rightarrow V_{CCA}$ に向かって電流が流れます。

また、出力が L レベルの際にはプルアップ抵抗を介して定常電流が流れるため、消費電流や信号の立ち上がり時間を考慮してプルアップ抵抗値を適切に選定する必要があります。入力トレラント方式は、CMOS ロジック IC などが持つ入力トレラント機能を利用して電圧変換を行う方式です。また、立ち上がり時間がプルアップ抵抗の影響を受けるため、出力の立ち上がり立ち下がり時間が異なることがあります。

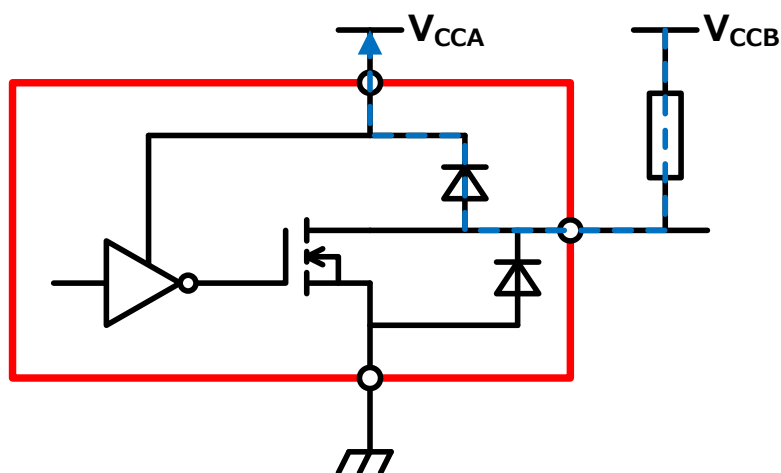
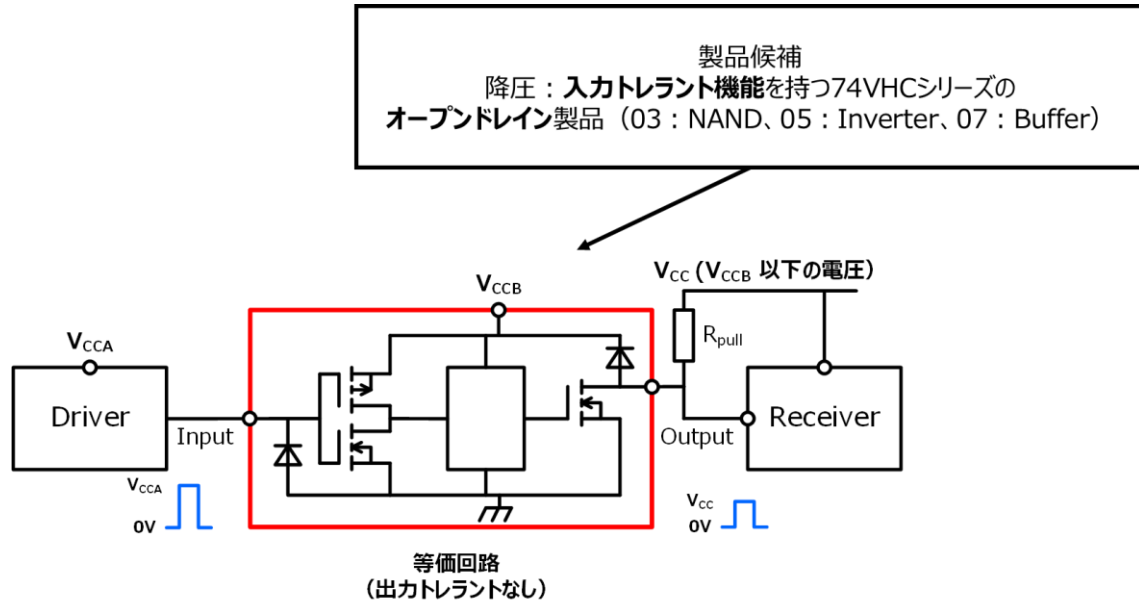


図 7 出力トレラント（出力パワーダウンプロテクション）機能が無い場合

出カトレアント無しの製品は V_{CCB} までの任意の電圧に降圧が可能



出カトレアント有りの製品は、 V_{CCB} に関係なく V_{OUT} (最大)までの昇圧・降圧が可能

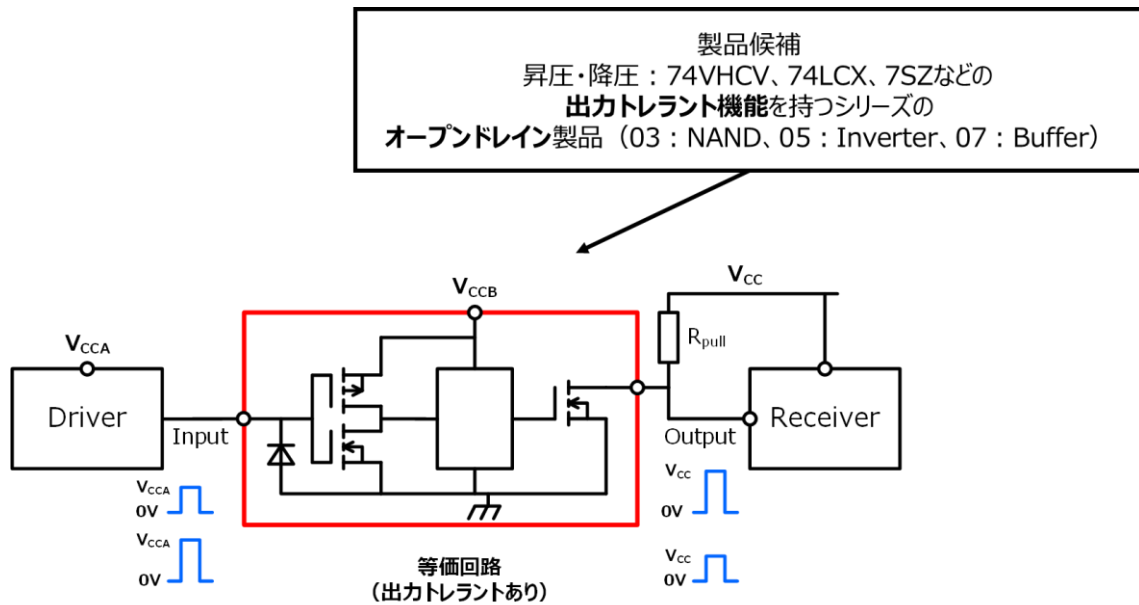


図 8 オープンドレインを活用した昇圧・降圧事例

3. レベルシフターの選択方法

一般的に6つのステップを確認することで、求められる性能のレベルシフターを選択することが出来ます。
ステップ1～3でおおよそのシリーズの絞り込みを行い、それ以降ステップ4～6で所望のデバイスを選択することが出来ます。

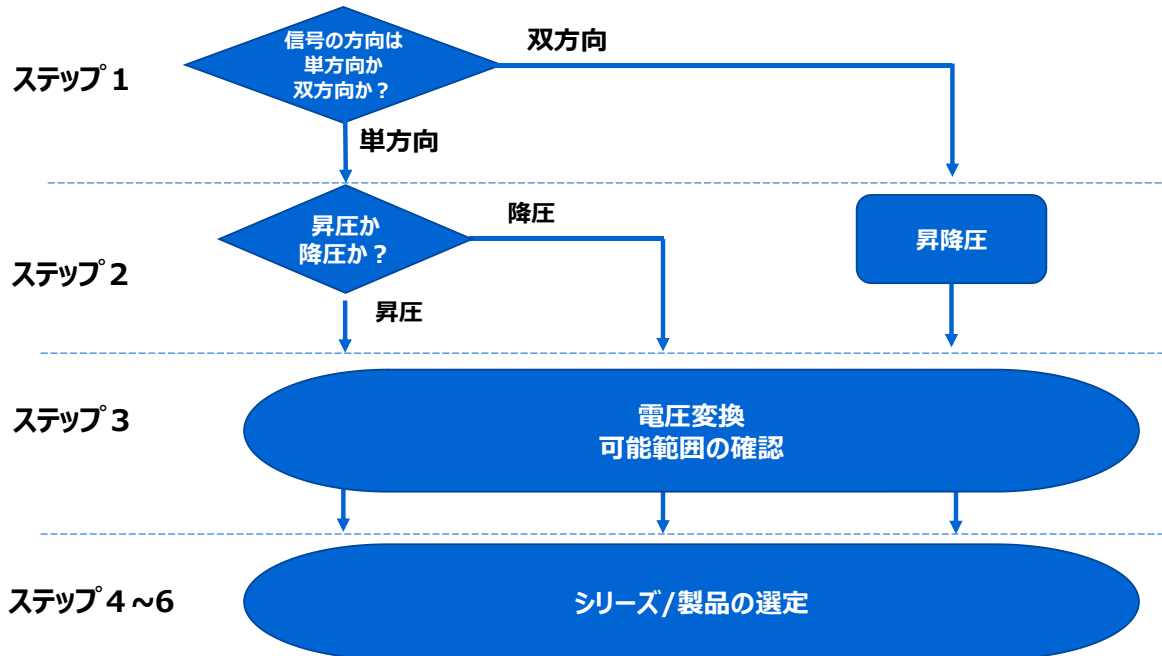


図 9 レベルシフターの選択ステップ

ステップ1：信号の方向（単方向・双方向）を選択します。

ステップ2：単方向の場合は、昇圧するのか、降圧するのかを選択します。双方向の場合は、一般的に昇降圧を選択することになります。

ステップ3：ドライバーの出力レベルおよびレシーバーの入力レベルから、何Vから何Vへの変換が必要かを考え、各シリーズの電圧可能範囲を確認し、要求仕様に合うものを選定してください。

その際、電源端子数が1つ（単電源）の製品と、2つ（2電源）の製品が存在する場合があります。単電源の製品は、CMOSロジックICやL-MOSのレベルシフト機能（入力TTL/入カトレラント/オープンドレイン）を利用したICです。電源電圧の範囲や、入力の V_{IH} 規格などを確認しながら、製品を選定する必要があります。一方、2電源製品は、ドライバーの出力レベルを片方の電源端子レベルに設定し、レシーバーの出力レベルをもう片方の電源端子レベルに設定するだけで、簡単に電圧変換ができるレベルシフターICです。

ステップ4：必要な回路数（信号数）を確認してください。

ステップ5：必要な信号速度（ t_{PLH}/t_{PHL} または t_{PLZ}/t_{PZL} ）を確認してください。

その際、同時に出力駆動力（ I_{OH}/I_{OL} ）もご確認ください。特に双方向の昇降圧の場合、出力駆動力を持つバッファタイプと、出力駆動力を持たず、信号のON/OFFや分岐をすることを目的としたバススイッチがありますので、要求仕様に合わせて最適な製品を選択してください。

ステップ6：必要なパッケージを確認してください。

次章では、具体例を用いて上記の方法から適切なレベルシフターを選定する方法を紹介します。

オープンドレイン出力などを用いないバッファ出力のレベルシフターでは、変換可能な電圧範囲はシリーズごとに定められています。

そのため、変換元電圧および変換先電圧が一般的な電圧系であり、かつ信号が単方向か双方向かが明確な場合には、下表を参照することで使用可能なレベルシフターのシリーズを確認できます。

なお、双方向レベルシフターであっても、使用方向を一方に固定することで、単方向レベルシフターと同様に使用することが可能です。

表 2 単方向レベルシフターの変換可能電圧

		出力電圧（変換先）					
		1.2 V	1.5 V	1.8 V	2.5 V	3.3 V	5.0 V
入力電圧 （変換元）	1.2 V		7ULxGxx (1,2,3 bit)		7ULxTxx(1,2,3bit)		-
	1.5 V			7ULxGxx (1,2,3 bit) 74LV4Txx (4bit)	7ULxTxx(1,2,3bit) 74LV4Txx (4bit)	7ULxTxx(1,2,3bit)	-
	1.8 V				7ULxGxx (1,2,3 bit) 74LV4Txx (4bit)	7ULxTxx(1,2,3bit) 74LV4Txx (4bit)	-
	2.5 V	7ULxGxx (1,2,3 bit) TC74VCXxx (1-16bit)	7ULxGxx (1,2,3 bit) TC74VCXxx (1-16bit)	VHSシリーズ、 SHSシリーズ、 74VHCxx 74LCXxx TC74VCXxx (1-16bit)		7ULxGxx (1,2,3 bit) 74LV4Txx (4bit)	TC75ETxx (1bit) TC7WTxx (2bit) 74HCTxx (4-8bit) TC74ACTxx (4-8bit) 74VHCTxx (4-8bit) 74LV4Txx (4bit)
	3.3 V				対応製品多数		
	5.0 V	-	-	74LV4Txx (4bit) 対応製品多数		対応製品多数	

表 3 双方向レベルシフターの変換可能電圧

		出力電圧（変換先）						
		0.8 V	1.2 V	1.5 V	1.8 V	2.5 V	3.3 V	5.0 V
入力電圧 （変換元）	0.8 V		74AVCxTxx (1,2,4bit)			74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	-
	1.2 V			74AVCxTxx(1,2,4bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	-
	1.5 V		74AVCxTxx (1,2,4bit)		74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit) 74LVC2T45FK (2bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	
	1.8 V	74AVCxTxx (1,2,4bit)				74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit) 74LVC2T45FK (2bit) TC74VCX16xx (16bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit) 74LVC2T45FK (2bit) TC74VCX16xx (16bit)	74LVC2T45 (2bit)
	2.5 V		74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)	74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit)		74AVCxTxx(1,2,4bit) TC7MP3125 (4bit) 74LVC2T45FK (2bit) TC74VCX16xx (16bit)		74LVC2T45 (2bit) TC74LCX16xx (16bit)
	3.3 V					←と同様		
	5.0 V	-	-	-	74LVC2T45 (2bit)		74LVC2T45 (2bit) TC74LCX16xx (16bit)	

4. レベルシフターの選択事例

東芝では、お客様の要求に合わせてさまざまなレベルシフターを提供しています。前ページで述べたレベルシフターの選択のステップに則して、東芝のレベルシフターを選択する事例を紹介致します。下記8つのケースについて後で個別に詳細説明致します。

表 4 東芝のレベルシフター 8つの選択事例

	ステップ1	ステップ2	ステップ3		
	信号の方向	昇圧・降圧	電圧変換可能範囲	電源数	
ケース1	単方向	昇圧	2V(TTL) → 5V±0.5V (V_{CC} 範囲)	単電源	
ケース2			$V_{IH}(\min)$ → $V_{OUT}(\max)$ までの任意の電圧 (Open-drain活用) 例) 1.65V → 5.5V、0.9V → 3.6V		
ケース3			入力TTL/LVTTLレベル → $V_{CC}(\text{opr.})$ 例) 2V → 5V±0.5V、1.2V → 2.5V±0.2V		
ケース4			0.72V → 3.6V (UL1T/2Tシリーズより更に低電圧での昇圧に対応)	2電源	
ケース5		降圧	入カトレント → $V_{CC}(\text{opr.})$ 例: 5V → 2V、3.6 → 0.9V	単電源	
ケース6			入カトレント → $V_{CC}(\text{opr.})$ までの任意の電圧 (Open-drain活用) 例) 5.5V → 1.65V、3.6V → 0.9V		
ケース7		双方向	昇降圧	$V_{CCA} \Leftrightarrow V_{CCB}$ バッファタイプ 例) A (0.72V) → B (3.6V)、B (3.6V) → A (1.1V)	2電源
ケース8				$V_{CCA} \Leftrightarrow V_{CCB}$ パススイッチタイプ: 例) A (1.4V) → B (5.5V)、B (5.5V) → A (1.65V)	

4.1 ケース1 入力 TTL を用いた昇圧例（単方向/単電源）

単電源 TTLレベル ($V_{IH}=2.0\text{ V}$ 、 $V_{IL}=0.8\text{ V}$)の入力しきい値を持ったロジック IC の活用

TTLレベルの入力しきい値を持ったロジック IC の電源電圧は、4.5~5.5 V の範囲に対応しています。

Buffer や Bus Transceiver だけでなく、Gate/Flip-Flop などさまざまなファンクションを選択することができます。

ステップ 1：単方向 → ステップ 2：昇圧

ステップ 3：電圧変換可能範囲 2V(TTL) → 5 V \pm 0.5 V

ステップ 4：必要な回路数により、CMOS ロジック IC、L-MOS から選択してください。

ステップ 5：必要な信号速度を、製品ラインアップより選択してください。

高速動作が必要な場合は、74ACT シリーズまたは 74VHCT シリーズから選択してください。

ステップ 6：基板実装スペースに最適なパッケージを選択してください。

表 5 ケース1（昇圧/単方向/単電源：2 V(TTL) → 5 V \pm 0.5 V）

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC}(\text{opr.})(\text{V})$	$V_{in}(\text{min})(\text{V})$	$V_{out}(\text{max})(\text{V})$	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLH}/t_{PHL} (ns) #1	I_{OH}/I_{OL} (mA)	
CMOS Logic IC	74HC	TC74HCTxxx	1~8	DIP/SOP/TSSOP	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	28	6 @ $V_{CC}=4.5\text{ V}$
		74HCTxxx		SOIC/TSSOP	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5		
	74AC	TC74ACTxxx	4,6,8	DIP/SOP/TSSOP	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	9	24 @ $V_{CC}=4.5\text{ V}$
		74VHC	TC74VHCTxxx	1~8	DIP/SOP/TSSOP/US	4.5~5.5	2	5.5		
	74VHCTxxx	1~8	TSSOP	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	9.5	8 @ $V_{CC}=4.5\text{ V}$	
製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC}(\text{opr.})(\text{V})$	$V_{in}(\text{min})(\text{V})$	$V_{out}(\text{max})(\text{V})$	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLH}/t_{PHL} (ns) #1	I_{OH}/I_{OL} (mA)	
One-gate Logic (L-MOS)	TTLレベル 入力	TC7WTxxx	2	SMB	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	28	6 @ $V_{CC}=4.5\text{ V}$
		TC7SETxxx	1	SMV/USV	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	11.9	8 @ $V_{CC}=4.5\text{ V}$

#1: $V_{CC}(\text{opr.})$ 最大、 $T_a=85\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $CL=50\text{ pF}$ 時の最大値。Function : CMOS ロジック IC(244)/L-MOS(125)

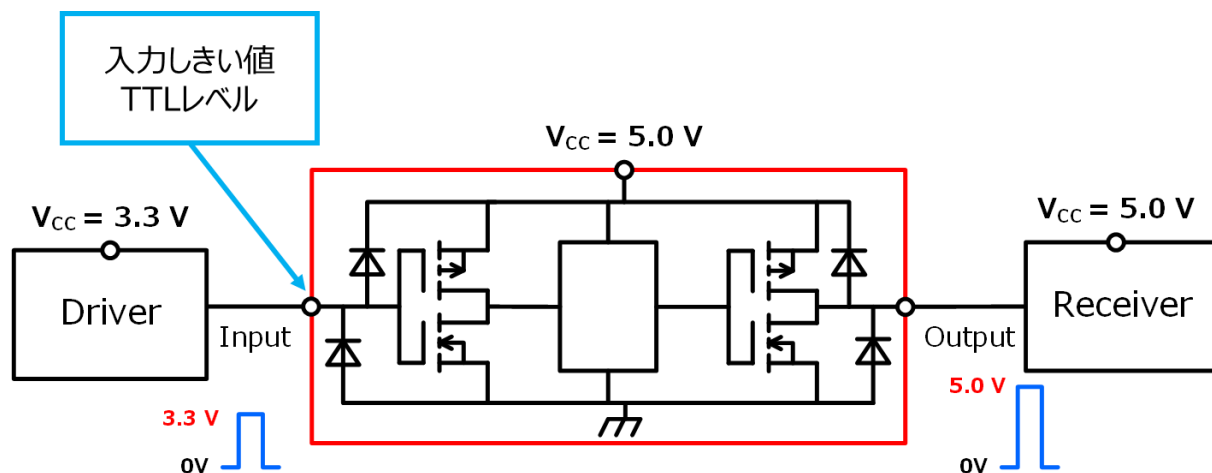


図 10 入力 TTL を用いた昇圧事例

4.2 ケース2 オープンドレイン出力機能を用いた昇圧例（単方向/単電源）

出カトレラント（パワーダウンプロテクション）を持ったオープンドレイン出力の活用

ステップ 1：単方向 → ステップ 2：昇圧

ステップ 3：電圧変換可能範囲 $V_{IH}(\text{最小}) \rightarrow V_{OUT}(\text{最大})$ までの任意の電圧

例) 1.65 V → 5.5 V、0.9 V → 3.6 V

ステップ 4：必要な回路数により CMOS ロジック IC、L-MOS から選択してください。

ステップ 5：必要な信号速度を、製品ラインアップより選択してください。

ステップ 6：基板実装スペースに最適なパッケージを選択してください。

また、超低電圧（0.9 V）からの電圧変換が必要な場合は、L-MOS(LVP シリーズ：7UL)を選択してください。

表 6 ケース2（単方向/昇圧/単電源： $V_{IH}(\text{最小}) \rightarrow V_{OUT}(\text{最大})$ までの任意の電圧）

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC}(\text{opr.})(V)$	$V_{IH}(\text{min})(V)$	$V_{OUT}(\text{max})(V)$	電圧変換可能範囲(V)	$t_{PLZ}/t_{PZL}(\text{ns})$ #2	$ I_{OH} /I_{OL}(\text{mA})$
CMOS Logic IC	74VHC	74VHC05/07	TSSOP	1.8~5.5	1.65	5.5	1.65→5.5	8.5	16 @ $V_{CC}=4.5\text{ V}$
		TC74VHC05/07	US	1.8~5.5	1.65	5.5	1.65→5.5		
	74LCX	74LCX05/07	TSSOP	1.65~5.5	1.65*0.9	5.5	1.5→5.5	4	24 @ $V_{CC}=3.0\text{ V}$
		TC74LCX05/07	US	1.65~5.5	1.65*0.9	5.5	1.5→5.5		
製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC}(\text{opr.})(V)$	$V_{IH}(\text{min})(V)$	$V_{OUT}(\text{Max})(V)$	電圧変換可能範囲(V)	$t_{PLZ}/t_{PZL}(\text{ns})$ #2	$ I_{OH} /I_{OL}(\text{mA})$
One-gate Logic (L-MOS)	VHS	TC7SH09	SMV/USV	2.0~5.5	1.5	5.5	1.5→5.5	8	8 @ $V_{CC}=4.5\text{ V}$
		TC7SZ05/07	SMV/USV/ESV/FSV	1.65~5.5	1.65*0.75	5.5	1.3→5.5	4.5	24 @ $V_{CC}=3.0\text{ V}$
	SHS	TC7PZ05/07	US6	1.65~5.5	1.65*0.75	5.5	1.3→5.5	3.9	
		TC7WZ05/07	US8	1.65~5.5	1.65*0.75	5.5	1.3→5.5	3.9	
	LVP	7UL1G07	1	USV	0.9~3.6	0.9	3.6	0.9→3.6	12.8/4.1

#2: $V_{CC}(\text{opr.})$ 最大、 $T_a=85\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $CL=50\text{ pF}$ (7UL1G は 30 pF)時の最大値、Function : CMOS ロジック IC(05)/L-MOS(05,07,09)

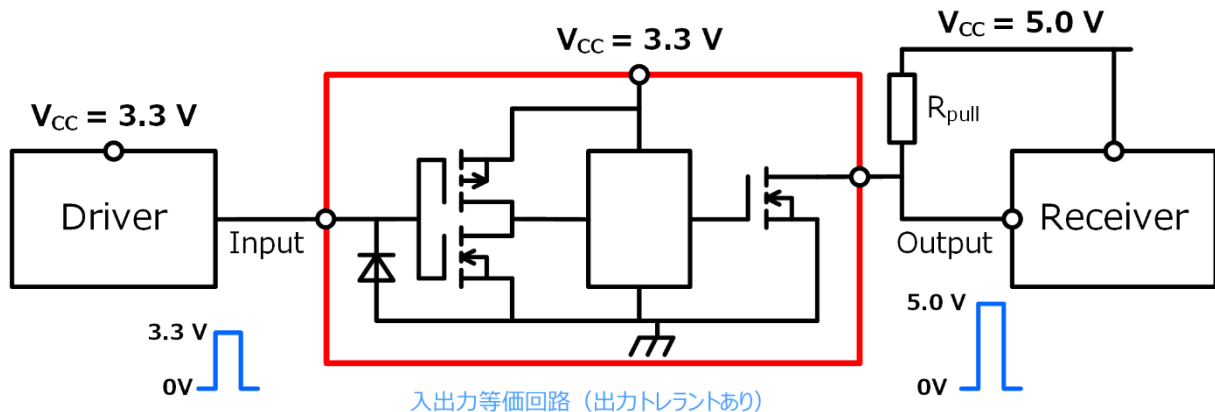


図 11 オープンドレイン出力機能を用いた昇圧事例（74LCX05）

4.3 ケース 3 入力 LVTTTL レベルを用いた低電圧からの昇圧例（単方向/単電源）

入力 LVTTTL レベルを活用

ステップ 1：単方向 → ステップ 2：昇圧

ステップ 3：電圧変換可能範囲 入力 TTL/LVTTTL レベルの信号→ $V_{CC}(\text{opr.})$ までの昇圧

74LV4T：2 V → 5 V ± 0.5 V or 1.2 V → 2.5 ± 0.2 V

7UL1T/2T：1.2 V → 2.5 ± 0.2 V

電圧変換可能範囲、ファンクションに応じて、製品を選択してください。

ステップ 4：必要回路数に応じて、レベルシフター IC（74LV シリーズ）、L-MOS（LVP シリーズ（7UL1T/7UL2T））から選択してください。

ステップ 5：必要な信号速度を、製品ラインアップより選択してください。

ステップ 6：基板実装スペースに最適なパッケージを選択してください。

表 7 ケース 3（単方向/昇圧/単電源：入力 TTL/LVTTTL レベルの信号→ $V_{CC}(\text{opr.})$ までの昇圧）

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC}(\text{opr.})(V)$	$V_{IH}(\text{min})(V)$	$V_{OH}(\text{max})(V)$	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLH}/t_{PHL} (ns) #3	I_{OH1}/I_{OL} (mA)
One-gate Logic (L-MOS)	LVP	7UL1Txxx	1	USV/XSON6	2.3~3.6	1.1	3.6	1.1→3.6	4.7/5.0
	7UL2Txxx	2	US8	2.3~3.6	1.1	3.6	1.1→3.6	7.5/5.2	8 @ $V_{CC}=3.3V$

#3: $V_{CC}(\text{opr.})$ 最大、 $V_{IH}=1.65V$ 、 $T_a=85^\circ\text{C}$ 、 $CL=15\text{pF}$ 時の最大値、Function：L-MOS(125)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC}(\text{opr.})(V)$	$V_{IH}(\text{min})(V)$	$V_{OH}(\text{max})(V)$	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLH}/t_{PHL} (ns) #4	I_{OH1}/I_{OL} (mA)
レベルシフター	74LV4Txxx	4	TSSOP/US	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	5.6	16 @ $V_{CC}=4.5V$
				3.0~3.6	1.35	3.6	1.35→3.6	8.1	8 @ $V_{CC}=3.0V$
				2.3~2.7	1.2	2.7	1.2→2.7	12.4	3 @ $V_{CC}=2.3V$
				1.65~1.95	1	1.95	1→1.95	33.2	2 @ $V_{CC}=1.65V$

#4: $V_{CC}(\text{opr.})$ 最大、 V_{IH} (最小)、 $T_a=85^\circ\text{C}$ 、 $CL=30\text{pF}$ 時の最大値、Function：CMOS ロジック IC(125)

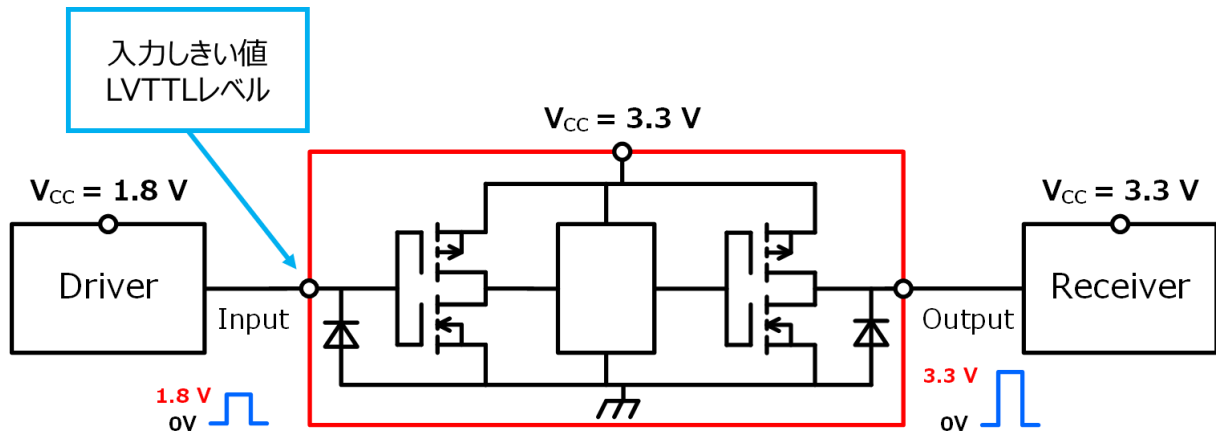


図 12 入力 LVTTTL レベルを用いた低電圧からの昇圧事例（7UL1T34）

4.4 ケース 4 レベルシフター IC（バッファタイプ）を用いた昇圧例（単方向/2 電源）

ステップ 1：単方向 → ステップ 2：昇圧

ステップ 3：電圧変換可能範囲 $V_{IH}(\text{最小}) \rightarrow 3.6 \text{ V}$

(L-MOS (LVP シリーズ：7UL1T/2T) よりさらに低電圧での昇圧に対応)

ステップ 4：回路数によって、レベルシフター IC (TC7SP/SPN または、TC7WP/WPN) より選択してください。

ステップ 5：必要な信号速度を、製品ラインアップより選択してください。

ステップ 6：基板実装スペースに最適なパッケージを選択してください。

表 8 ケース 4（単方向/昇圧/2 電源： $V_{IH}(\text{最小}) \rightarrow 3.6 \text{ V}$ ）

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CCA}(\text{V})$	$V_{CCB}(\text{V})$	$V_{IH}(\text{min})(\text{V})$	$V_{OUT}(\text{max})(\text{V})$	電圧変換可能範囲(V)	$t_{PLH}/t_{PHL}(\text{ns})$ #5	$I_{OH}/I_{OL}(\text{mA})$	
レベルシフター	TC7SP3125	1	UF6	1.1~2.7	1.65~3.6	$V_{CCA} * 0.65$	3.6	0.72~3.6	22	12 @ $V_{CCA}=1.1 \text{ V}$, $V_{CCB}=3.0 \text{ V}$	
	TC7SPN3125								29	3 @ $V_{CCA}=1.1 \text{ V}$, $V_{CCB}=3.0 \text{ V}$	
	TC7WP3125	2	US8						1.65~3.6	22	12 @ $V_{CCA}=1.1 \text{ V}$, $V_{CCB}=3.0 \text{ V}$
	TC7WPN3125									29	3 @ $V_{CCA}=1.1 \text{ V}$, $V_{CCB}=3.0 \text{ V}$

#5: V_{CC} (opr.) 最大、 $V_{IH}(\text{最小})$ 、 $T_a=85 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $C_L=30 \text{ pF}$ 時の最大値

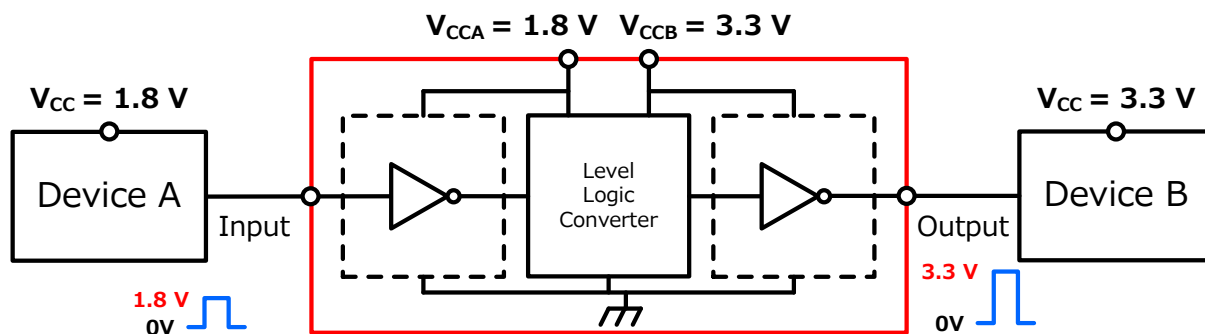


図 13 レベルシフター（2 電源バッファタイプ）を用いた昇圧事例（TC7SP3125）

4.5 ケース5 入力トレラント機能を用いた降圧例（単方向/単電源）

入力トレラント機能を持った CMOS ロジック IC または L-MOS の活用

- ステップ 1：単方向 → ステップ 2：降圧
- ステップ 3：電圧変換可能範囲 入力トレラント電圧 (V) → $V_{CC(opr.)}$
- ステップ 4：回路数により CMOS ロジック IC、L-MOS (One-Gate) またはレベルシフター IC より選択してください。
- ステップ 5：必要な信号速度を、製品ラインアップより選択してください。
- ステップ 6：基板実装スペースに最適なパッケージを選択してください。

表 9 ケース5（単方向/降圧/単電源：入力トレラント電圧 (V) → $V_{CC(opr.)}$ ）

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC(opr.)}$ (V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLH}/t_{PHL} (ns) #6	$ I_{OH} /I_{OL}$ (mA)
CMOS Logic IC	74VHC	1~9	DIP/SOP/TSSOP/US	2~5.5	5.5	5.5→2	10 @ $V_{CC}=3.3$ V, CL=15 pF	8 @ $V_{CC}=4.5$ V
			SOP/TSSOP/US	2~5.5	5.5	5.5→2		
	74VHC***	4~8	TSSOP/US	1.8~5.5	5.5	5.5→1.8	10 @ $V_{CC}=3.3$ V, CL=15 pF	16 @ $V_{CC}=4.5$ V
			TSSOP/US	1.8~5.5	5.5	5.5→1.8	15 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=15 pF	
	74LCX	TC74LCX***	1~16	SOP/TSSOP/US	1.65~3.6	3.6	3.6→1.65	8.5 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=30 pF 25 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=30 pF
74VCX	TC74VCX***	1~16	TSSOP/US	1.2~3.6	3.6	3.6→1.2	4.2 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=30 pF 42 @ $V_{CC}=1.2$ V, CL=15 pF	24 @ $V_{CC}=3.0$ V

#6: $T_a=85$ °C, Function : CMOS ロジック IC (244)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC(opr.)}$ (V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLH}/t_{PHL} (ns) #7	$ I_{OH} /I_{OL}$ (mA)		
One-Gate Logic (L-MOS)	VHS	1	SMV/USV	2.0~5.5	5.5	5.5→2	9.5 @ $V_{CC}=3.3$ V, CL=15 pF	8 @ $V_{CC}=4.5$ V		
			SM8/US8							
	SHS	1	USV/ESV/fSV	1.65~5.5	5.5	5.5→1.65	11.5 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=15 pF 8 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=15 pF	24 @ $V_{CC}=3.0$ V		
			TC7PZxxx	2	US6	1.65~5.5	5.5		5.5→1.65	10 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=15 pF 7 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=15 pF
										TC7WZxxx
LVP	7UL1Gxxxx	1	USV/XSON6	0.9~3.6	3.6	3.6→0.9	7.1 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=15 pF 5 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=15 pF	8 @ $V_{CC}=3.0$ V		

#7: $T_a=85$ °C Function: L-MOS TC7PZ(04)、それ以外 (125)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	$V_{CC(opr.)}$ (V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLH}/t_{PHL} (ns) #8	$ I_{OH} /I_{OL}$ (mA)
レベルシフター	74LV4Txxx	4	TSSOP/US	4.5~5.5	5.5	5.5→4.5	5.6	16 @ $V_{CC}=4.5$ V
				3.0~3.6		5.5→3.0	8.1	8 @ $V_{CC}=4.5$ V
				2.3~2.7		5.5→2.3	12.4	3 @ $V_{CC}=2.3$ V
				1.65~1.95		5.5→1.65	33.2	2 @ $V_{CC}=1.65$ V

#8: $T_a=85$ °C, CL=30 pF 時の最大値、Function : レベルシフター

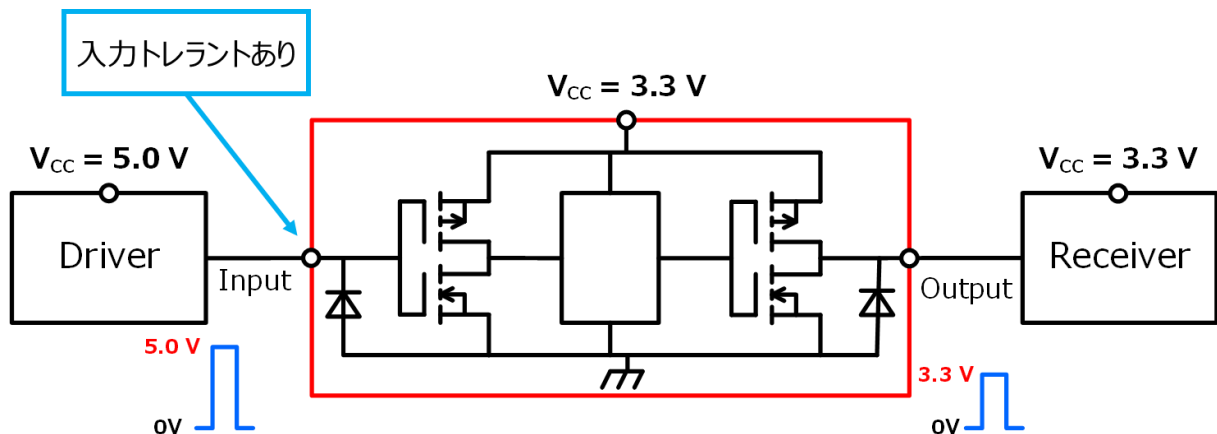


図 14 入力トレラント機能を用いた降圧事例 (TC7SZ34)

4.6 ケース6 入力トレラント機能とオープンドレイン出力機能を持つ製品を用いた降圧例(単方向/単電源)

入力トレラント機能を持った CMOS ロジック IC または L-MOS の活用（オープンドレイン）

ステップ 1：単方向 → ステップ 2：降圧

ステップ 3：電圧変換可能範囲 入力トレラント電圧（3.6~5.5 V）→ V_{CC} (opr.)までの任意の電圧
・超低電圧（0.9 V）までの電圧変換をする場合は、LVP シリーズ（7UL1G07）を選択してください。

ステップ 4：回路数により CMOS ロジック IC か L-MOS 選択してください。

ステップ 5：信号速度（ t_{PLZ}/t_{PZL} ）から要求仕様にあった製品を選択してください。

ステップ 6：基板実装スペースに最適なパッケージを選択してください。

表 10 ケース6（単方向/降圧/単電源：入力トレラント電圧(3.6~5.5 V)→ V_{CC} (opr.)までの任意電圧)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V_{CC} (opr.)(V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t_{PLZ}/t_{PZL} (ns) #9	$ I_{OH} /I_{OL}$ (mA)	
CMOS Logic IC	74VHC	74VHC03	TSSOP	2~5.5	5.5	5.5→2	13 @ $V_{CC}=3.3$ V, CL=50 pF	8 @ $V_{CC}=4.5$ V	
		TC74VHC03	SOP/US				12 @ $V_{CC}=3.3$ V, CL=50 pF		
	74LCX	74VHC05/07	TSSOP	1.8~5.5		5.5→1.8	18/15 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=30 pF	16 @ $V_{CC}=4.5$ V	
		TC74VHC05/07	SOP/US				26 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=30 pF		
		74VHCV05/07	TSSOP			1.65~5.5	5.5→1.65	13 @ $V_{CC}=2.3$ V, CL=30 pF	24 @ $V_{CC}=4.5$ V
		TC74VHCV05/07	US					26 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=30 pF	
One-Gate Logic (L-MOS)	VHS	TC7SH09	SMV/USV	2.0~5.5	5.5	5.5→2	8.5 @ $V_{CC}=3.3$ V, CL=15 pF	8 @ $V_{CC}=4.5$ V	
			SMV/USV/ESV/FSV	1.65~5.5	5.5	5.5→1.65	11 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=50 pF	24 @ $V_{CC}=4.5$ V	
	SHS	TC7PZ05/07	US6	1.65~5.5	5.5	5.5→1.65	10.5 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=50 pF	24 @ $V_{CC}=4.5$ V	
		TC7WZ05/07	US8	1.65~5.5	5.5	3.6→0.9	10.5/7.9 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=15 pF	8 @ $V_{CC}=3.0$ V	
	LVP	7UL1G07	USV	0.9~3.6	3.6	3.6→0.9	10.5/7.9 @ $V_{CC}=1.65$ V, CL=15 pF	8 @ $V_{CC}=3.0$ V	

#9、#10:Ta=85 °C

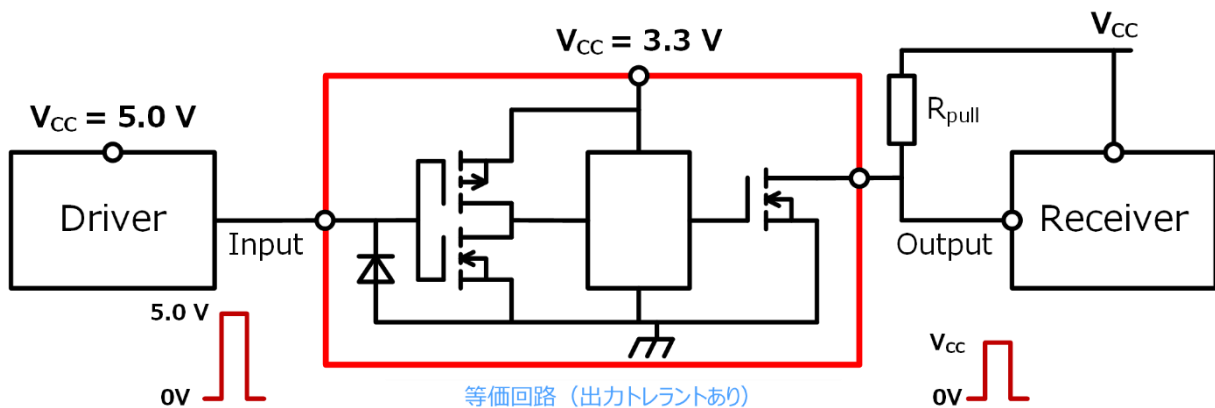


図 15 入力トレラント機能とオープンドレイン出力機能を持つ製品を用いた降圧例（74VHCV05）

4.7 ケース7 2 電源双方向レベルシフター(バッファタイプ)を用いた昇圧・降圧例

2 電源双方向バスバッファおよびレベルシフター IC (バッファタイプ) の活用

製品内部にレベル変換回路を持った 2 電源レベルシフターの内、出力駆動力を持つバッファタイプの製品です。DIR 端子を用いて信号方向を制御できます。

ステップ 1 : 双方向 → ステップ 2 : 昇降圧

ステップ 3 : 電圧変換可能範囲 $V_{CCA} \Leftrightarrow V_{CCB}$

ステップ 4 : 必要な回路数に応じて製品を選択してください。

2 電源双方向バスバッファ

・TC74LCX163245/TC74LCX164245 には、出力に**シリーズ抵抗 (26Ω)** を内蔵し、リングングノイズを低減させた製品 (TC74LCXR163245/TC74LCXR164245)があります。

抵抗内蔵製品は、出力駆動力が下記のとおり半分になりますので、ご注意ください。

TC74LCX163245 : $I_{OUTA} = \pm 24 \text{ mA}$ (最小)、 $I_{OUTB} = \pm 24 \text{ mA}$ (最小) ($V_{CCA} = 4.5 \text{ V} / V_{CCB} = 3.0 \text{ V}$)

TC74LCXR163245 : $I_{OUTA} = \pm 12 \text{ mA}$ (最小)、 $I_{OUTB} = \pm 12 \text{ mA}$ (最小) ($V_{CCA} = 4.5 \text{ V} / V_{CCB} = 3.0 \text{ V}$)

レベルシフター IC (バッファタイプ)

・1.1V \Leftrightarrow 3.6V で変換可能な製品には、TC7MP3125 とリングングノイズを低減させた TC7MPN3125 があります。

TC7MP3125 : $I_{OHA}/I_{OLA} = \pm 3 \text{ mA}$ (最小)、 $I_{OHB}/I_{OLB} = \pm 12 \text{ mA}$ (最小) ($V_{CCA}=1.65 \text{ V} / V_{CCB} = 3.0 \text{ V}$)

TC7MPN3125 : $I_{OHA}/I_{OLA} = \pm 3 \text{ mA}$ (最小)、 $I_{OHB}/I_{OLB} = \pm 3 \text{ mA}$ (最小) ($V_{CCA}=1.8 \text{ V} / V_{CCB} = 3.0 \text{ V}$)

・74AVC シリーズは 0.8V \Leftrightarrow 3.6V で変換可能です。回路構成、バスホールド機能の有無を選択できます。

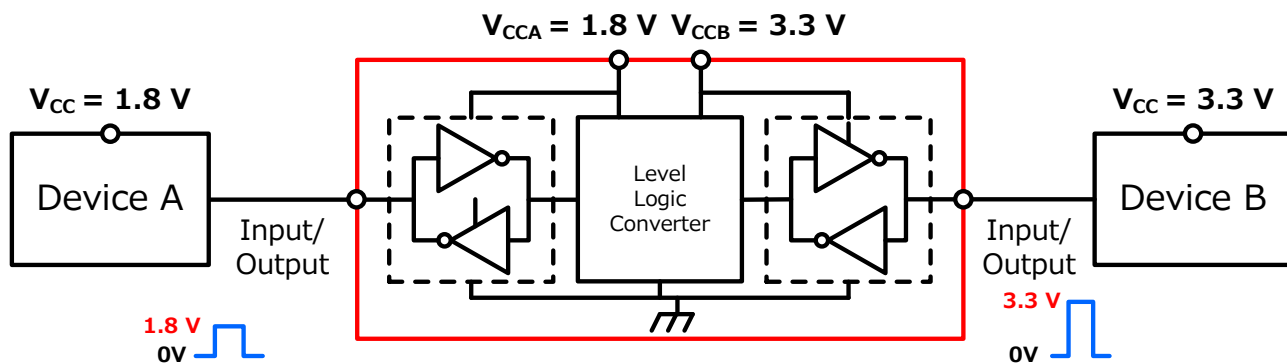
74AVC シリーズ : $I_{OHA}/I_{OLA} = \pm 6 \text{ mA}$ (最小)、 $I_{OHB}/I_{OLB} = \pm 12 \text{ mA}$ (最小) ($V_{CCA}=1.8 \text{ V} / V_{CCB} = 3.0 \text{ V}$)

ステップ 5 : 要求仕様にあった信号速度 (t_{PLH}/t_{PHL}) の製品を選択してください。

ステップ 6 : お客様の基板実装スペースにより最適なパッケージを選択してください。

表 11 ケース7 2 電源双方向レベルシフター(バッファタイプ)(双方向/昇降圧/2 電源 : $V_{CCA} \Leftrightarrow V_{CCB}$)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V_{CCA} (V)	V_{IHA} (min)(V)	V_{CCB} (V)	V_{IHB} (min)(V)	入力レラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	電源電圧条件
74LCX	TC74LCX163245FT	16	TSSOP48	4.5~5.5	2	2.3~3.6	1.7	5.5	5.5→2.3 (A→B)	$V_{CCA} > V_{CCB}$
	1.7→5.5 (B→A)									
	2.3~3.6			1.7	4.5~5.5	2	1.7→5.5 (A→B)			
							5.5→2.3 (B→A)			
74VCX	TC74VCX163245FT	16	TSSOP48	2.3~3.6	1.6	1.65~2.7	$V_{CCB} * 0.65$	3.6	3.6→1.65 (A→B)	$V_{CCA} > V_{CCB}$
	1.65~2.7			$V_{CCA} * 0.65$	2.3~3.6	1.6	1.1→3.6 (A→B)			
レベルシフター	TC7MP3125	4	TSSOP16 US16	1.1~2.7	1.1*0.65	1.65~3.6	1.65*0.65	3.6	1.1*0.65→3.6 (A→B)	$V_{CCA} < V_{CCB}$
	TC7MPN3125								3.6→1.1 (B→A)	
	74LVC2T45FK	2	US8	1.65~5.5	$V_{CCA} * 0.8$	1.65~5.5	$V_{CCB} * 0.8$	5.5	1.65*0.8→5.5 (A→B)	$V_{CCA} < V_{CCB}$ $V_{CCA} > V_{CCB}$
	74AVC1T45NX	1	XSON6	0.7~3.6	0.7*0.80	0.7~3.6	0.7*0.80	3.6	0.7*0.80→3.6 (A→B)	$V_{CCA} < V_{CCB}$ $V_{CCA} > V_{CCB}$
	74AVCH1T45NX								3.6→0.7 (B→A)	
	74AVC1T45FU	1	US6	0.8~3.6	0.8*0.70	0.8~3.6	0.8*0.70	3.6	0.8*0.70→3.6 (A→B)	$V_{CCA} < V_{CCB}$ $V_{CCA} > V_{CCB}$
	74AVCH1T45FU								3.6→0.8 (B→A)	
	74AVC2T45FK	2	US8	0.8~3.6	0.8*0.70	0.8~3.6	0.8*0.70	3.6	0.8*0.70→3.6 (A→B)	$V_{CCA} < V_{CCB}$ $V_{CCA} > V_{CCB}$
	74AVCH2T45FK								3.6→0.8 (B→A)	
	74AVC4T245FT	4	TSSOP16	0.7~3.6	0.7*0.80	0.7~3.6	0.7*0.80	3.6	0.7*0.80→3.6 (A→B)	$V_{CCA} < V_{CCB}$ $V_{CCA} > V_{CCB}$
74AVCH4T245FT	3.6→0.7 (B→A)									
74AVC4T345FT	3.6→0.7 (B→A)									



(1/4回路) TC7MP3125

図 16 2 電源双方向レベルシフター（バッファタイプ）を用いた昇降圧事例（TC7MP3125）

4.8 ケース 8 2 電源レベルシフトバススイッチを用いた昇圧・降圧例

2 電源レベルシフトバススイッチの活用

外付けのプルアップ抵抗でレベル変換する 2 電源レベルシフトバススイッチの製品です。

バススイッチタイプのため、信号方向の制御なし（DIR 制御なし）に 2 電源間のインターフェースとして使用できます。

また、バッファタイプと出力が異なり、オープンドレインとなっているため I²C 通信に最適です。スイッチ構成は single pole single throw（SPST）と single pole double throw（SPDT）の製品があります。V_{CCA} < V_{CCB} となる電位のシステムで使用する必要があります。

プルアップ抵抗を介して定常電流が流れるので抵抗値の選定が必要です。製品が“L”を出力するときに電流値が大きくなります。また、立ち上がり時間がプルアップ抵抗の影響を受けるため、出力の立ち上がり立ち下がり時間の遅延時間が異なります。

ステップ 1：双方向 → ステップ 2：昇降圧

ステップ 3：電圧変換可能範囲 V_{CCA} ⇔ V_{CCB}

ステップ 4：必要な回路数に応じて製品を選択してください。

＜使用製品の候補例＞ 昇降圧（V_{CCA}=1.65~5.0 V ⇔ V_{CCB}=2.3~5.5 V）

SPST の場合、TC7SPB9306（OE=H アクティブ）、TC7SPB9307（OE=L アクティブ）が使用できます。

回路数が複数ある製品もラインアップしており、TC7WPBxxx は 2 回路、TC7QPBxxx は 4 回路、TC7MPBxxx は 8 回路の製品です。

SPDT の場合、2 回路の TC7MPB9326（OE=H アクティブ）、TC7MPB9327（OE=L アクティブ）が使用できます。

ステップ 5：要求仕様にあった信号速度（t_{PLZ}/t_{PZL}）の製品を選択してください。

ステップ 6：お客様の基板実装スペースにより最適なパッケージを選択してください。

表 12 ケース 8 2 電源レベルシフトバススイッチ（双方向/昇降圧/2 電源：V_{CCA} ⇔ V_{CCB}）

製品分類	製品名	機能	回路数	パッケージ	V _{CCA} (V)	V _{CCB} (V)	入出力特性 (V _{OH}) レベルアップ特性 (V)	電圧変換可能範囲 (V)	電源電圧条件	t _{PLZ} /t _{PZL} (ns) @ Ta=85°C
2電源レベルシフト バススイッチ	TC7MPB9326	SPDT	2	TSSOP/US	1.65~5.0	2.3~5.5	1.4@V _{CCA} =1.65 2.05@V _{CCA} =2.3 2.7@V _{CCA} =3.0	1.4→5.5 (A→B) 5.5→1.65 (B→A)	V _{CCA} < V _{CCB}	V _{CCA} =3.3±0.3, V _{CCB} =5±0.5 11/9 @RL=1 kΩ, CL=30 pF V _{CCA} =2.5±0.2, V _{CCB} =5±0.5 15/13 @RL=1 kΩ, CL=30 pF
	TC7MPB9327									
	TC7MPB9307	8								
	TC7QPB9306	4								
	TC7QPB9307	SPST	2	US8						
	TC7WPB9306		2							
	TC7WPB9307		2							
	TC7SPB9306	UF6	1							
TC7SPB9307	1									

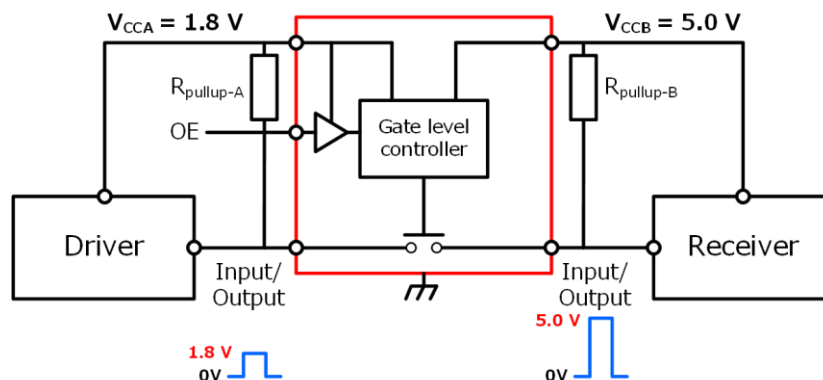
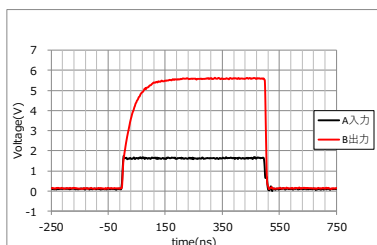
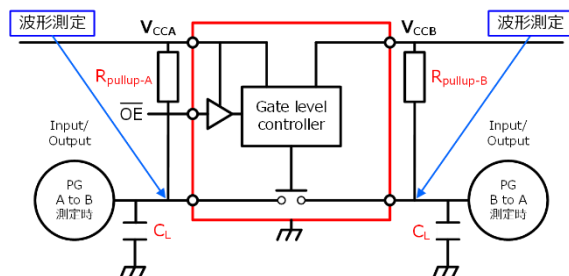


図 17 電圧変換事例（ケース 8：2 電源レベルシフトバススイッチ）

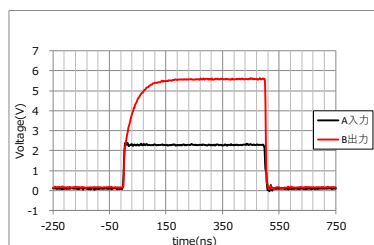
2 電源レベルシフトバススイッチのレベル変換実測波形を参考に掲載します。

◆2電源レベルシフトバススイッチ レベル変換波形

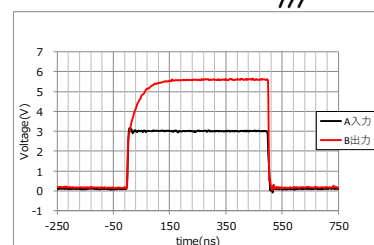
測定対象製品 : TC7SPB9307
 測定条件（負荷）: $CL=30\text{pF}$, $R_{\text{pull}}=1\text{k}\Omega$ (A-port, B-port)
 入力PG(Pulse Generator) $t_r=t_f=3\text{ns}$
 ① $V_{CCA} (1.65\text{V}) \Leftrightarrow V_{CCB} (5.5\text{V})$
 ② $V_{CCA} (2.3\text{V}) \Leftrightarrow V_{CCB} (5.5\text{V})$
 ③ $V_{CCA} (3.0\text{V}) \Leftrightarrow V_{CCB} (5.5\text{V})$



$V_{CCA}=1.65\text{ V}$, $V_{CCB}=5.5\text{ V}$

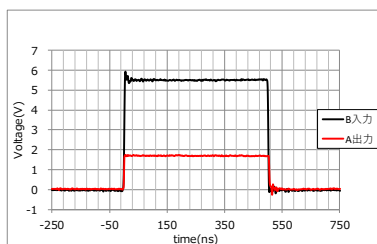


$V_{CCA}=2.3\text{ V}$, $V_{CCB}=5.5\text{ V}$

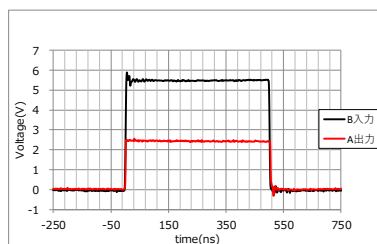


$V_{CCA}=3.0\text{ V}$, $V_{CCB}=5.5\text{ V}$

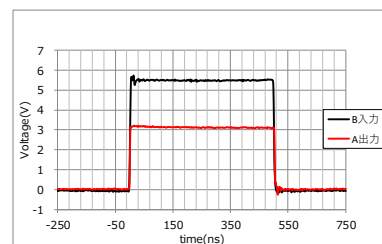
Aポート入力 → Bポート出力の実測波形（Bポートは抵抗でプルアップ）



$V_{CCA}=1.65\text{ V}$, $V_{CCB}=5.5\text{ V}$



$V_{CCA}=2.3\text{ V}$, $V_{CCB}=5.5\text{ V}$



$V_{CCA}=3.0\text{ V}$, $V_{CCB}=5.5\text{ V}$

Bポート入力 → Aポート出力の実測波形（Aポートは抵抗でプルアップ）

図 18 2 電源レベルシフトバススイッチの電圧変換事例

5. アプリケーション事例

5.1 単体ディスクリート（MOSFET）での電圧変換を置き換え

下記のように安価な MOSFET を 2 段使ってレベルシフターを構成することができます。（論理が反転しても問題なければ 1 段構成でも可能です）

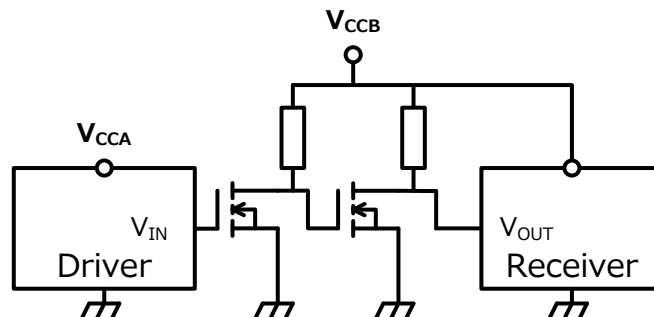


図 19 MOSFET 2 段を用いた電圧変換例

ただし、単体 MOSFET を使用する場合は、要求仕様（入力しきい値/出力電圧/信号速度など）を達成するために MOSFET、抵抗値の適切な組み合わせを選定する必要があります。一方、レベルシフターは電源電圧ごとの仕様がデータシート上ですでに規定されており、製品を選択する負担を軽減することができます。特に小型用途では、専用のレベルシフターを検討いただくことを推奨します。

5.2 各種インターフェース（UART、I²C、SPI など）での信号電圧変換

信号レベルが同じ場合、各プロトコルを使用したデバイス間のインターフェースが可能です。
ただし、電源電圧の不一致がある場合は、レベルシフターを使用することをお勧めします。

表 13 各種インターフェース規格での信号電圧変換（推奨製品）注 1：Sub2 個までを想定

規格	ライン数	信号方向	通信速度	推奨製品 ^{注1}
UART	4	TX (デバイス A → デバイス B) RX (デバイス A ← デバイス B) RTS (デバイス A → デバイス B) CTS (デバイス A ← デバイス B)	9600bps と 115200bps が標準 (最高 1Mbps 程度)	TC7MPxx TC7MPNxx TC7QPBxx TC7MPBxx 74AVCxx
	2	TX (デバイス A → デバイス B) RX (デバイス A ← デバイス B)	9600bps と 115200bps が標準 (最高 1Mbps 程度)	TC7MPxx TC7MPNxx TC7QPBxx TC7WPBxx 7ULxGxx 7ULxTxx 74AVCxx
I ² C	2	SCL (Main → Sub) SDA (Main ↔ Sub)	Standard-mode (Sm) : 最大 100kbps Fast-mode (Fm) : 最大 400 kbps Fast-mode Plus (Fm+) : 最大 1Mbps High-speed (Hs-mode) : 最大 3.4Mbps Ultra Fast-mode (UFm) : 最大 5Mbps	TC7SPBxx TC7WPBxx TC7QPBxx TC7MPBxx
SPI	4	SCL (Main → Sub) MOSI (Main → Sub) MISO (Main ← Sub) SS (Main → Sub)	数 Mbps	TC7MPxx TC7MPNxx 7UL1G/T34 TC7QPBxx TC7MPBxx 74AVCxx

5.2.1 UART 方式（4ライン）でのレベル変換事例

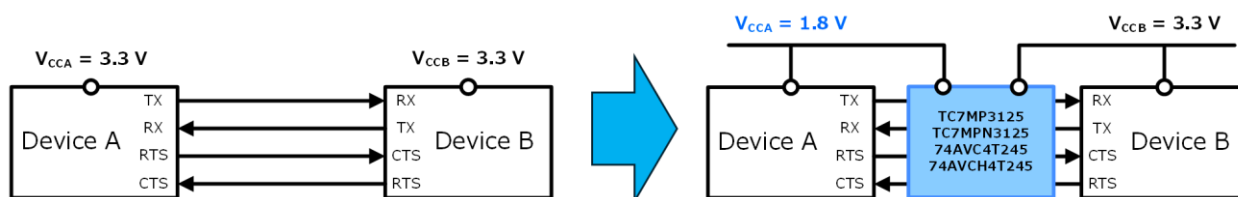


図 20 レベル変換事例（UART 方式（4ライン））

デバイス A の電源電圧を 3.3 V から 1.8 V に下げる場合、デバイス A からの出力（TX/RTS）の電圧（ V_{OUT} ）がデバイス B の入力しきい値（ V_{IH} ）を下回る為、誤動作が起こってしまいます。逆にデバイス B からの出力（TX/CTS）の電圧がデバイス A の電源電圧より高くなってしまい、デバイス A にダメージを与える可能性があります。

このような場合、デバイス A-B の間にレベルシフターを置くことで、簡単に信号レベルの変換が出来ます。

上記の場合、2 ビットごとに独立して信号の方向を制御できる TC7MP3125、TC7MPN3125、74AVC4T245、74AVCH4T245 が最適です。さらに外付け部品を追加することなく、レベル変換することが出来ます。特に 0.8V などの低電圧にレベル変換したい場合は 74AVC シリーズで実現できます。

H つきの 74AVCH4T245 はバスホールド機能があるので入力信号がオフになっても出力が維持されます。

本事例で使用したデバイスは下記。

TC7MP3125 : 2-Bit × 2 Dual Supply Bus Transceiver

TC7MP3125FT パッケージ（TSSOP16B） TC7MP3125FK パッケージ（US16）

TC7MPN3125 : 2-Bit × 2 Dual Supply Bus Transceiver（B ポートの駆動力を落とした低ノイズタイプ）

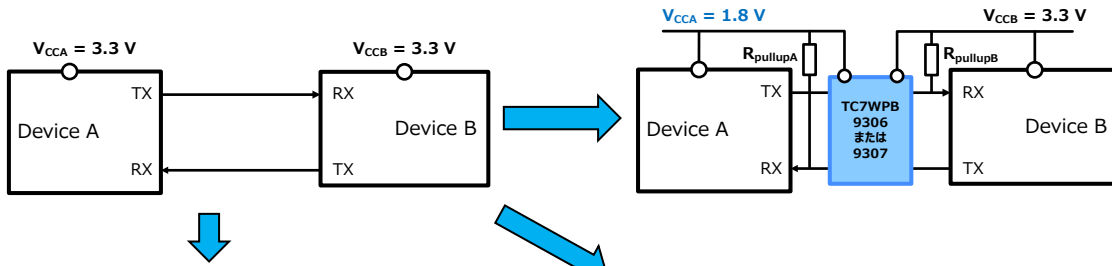
TC7MPN3125FT パッケージ（TSSOP16B） TC7MPN3125FK パッケージ（US16）

74AVC4T245FT : 2-Bit × 2 Dual Supply Bus Transceiver、パッケージ（TSSOP16B）

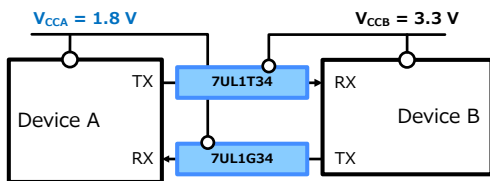
74AVCH4T245FT : 2-Bit × 2 Dual Supply Bus Transceiver with Bushold、パッケージ（TSSOP16B）

5.2.2 UART 方式（2ライン）でのレベル変換事例

事例① 2電源レベルシフトバススイッチを活用



事例② ワンゲート（L-MOS：7UL1T/7UL1G）を活用



事例③ 2電源バスバッファを活用

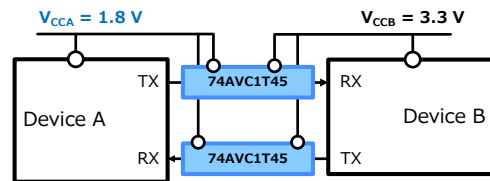


図 21 レベル変換事例（UART 方式（2ライン））

デバイス A の電源電圧が 3.3 V から 1.8 V に下がった場合、デバイス A からの出力(TX)の電圧 (V_{OUT})がデバイス B の入力しきい値 (V_{IH})を下回る為、誤動作が起こってしまいます。また、デバイス B の出力 (TX)の電圧レベルがデバイス A の電源電圧を超えてしまうため、デバイス A にダメージを与える可能性があります。

このような場合、デバイス A-B 間にレベルシフターを置くことで、簡単に信号レベルの変換が出来ます。

ケース①：双方向にレベルシフトが可能な TC7WPB9306 または TC7WPB9307 が最適です。

ただし、出力信号を電源電圧レベルまで引き上げるために、外付けのプルアップ抵抗（1kΩ程度）が必要です。

ケース②：昇圧（1.8 V→3.3 V）向けに 7UL1T34、降圧（3.3 V→1.8 V）向けに、7UL1G34 が最適です。

ケース③：双方向にレベルシフトが可能な 74AVC1T45 が最適です。1 製品で 0.8 V~の昇圧変換、降圧変換ともに対応しています。

本事例で使用したデバイスは下記。

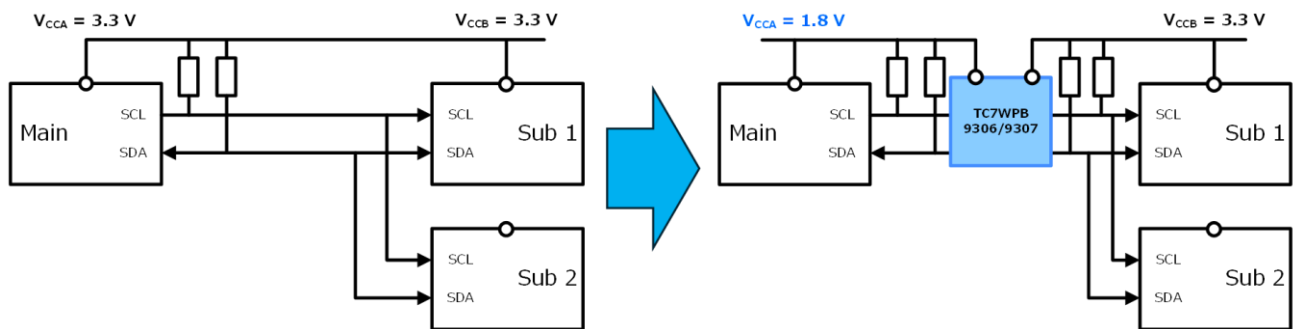
TC7WPB9306FK：2-Bit Dual-Supply Bus Switch（コントロール入力 OE）、パッケージ（US8）

TC7WPB9307FK：2-Bit Dual-Supply Bus Switch（コントロール入力 \overline{OE} ）、パッケージ（US8）

7UL1T34FU、7UL1T34NX：Non-Inverter with Level Shifting、パッケージ（USV, XSON6）

7UL1G34FU、7UL1G34NX：Non-inverter、パッケージ（USV, XSON6）

74AVC1T45FU、74AVC1T45NX：Dual-Supply Bus Transceiver、パッケージ（US6, XSON6）

5.2.3 I²C 方式でのレベル変換事例図 22 レベル変換事例 (I²C 方式)

I²C 方式は複数の信号が 1 つの信号ラインを共有するため、出力がオーブンドレインとなっている 2 電源バススイッチタイプの製品が最適です。

Main デバイスの電源電圧を 3.3 V から 1.8 V に下げる場合、Main デバイスからの出力 (SCL/SDA) の電圧 (V_{OUT}) が Sub デバイスの入力しきい値 (V_{IH}) を下回る為、誤動作が起こってしまいます。また Sub デバイスの出力 (SDA) 電圧が、Main の電源電圧を超えるため、Main デバイスにダメージを与える可能性があります。

このような場合、メイン-サブ間にレベルシフターを置くことで、簡単に信号レベルの変換が出来ます。

双方向にレベルシフトが可能な 2bit の 2 電源バススイッチ TC7WPB9306、TC7WPB9307 が最適です。

出力を電源電圧まで引き上げるために外付けのプルアップ抵抗 (1 k Ω 程度) が必要です。

本事例で使用したデバイスは下記。

TC7WPB9306FK : 2-Bit Dual-Supply Bus Switch (H アクティブ)、パッケージ (US8)

TC7WPB9307FK : 2-Bit Dual-Supply Bus Switch (L アクティブ)、パッケージ (US8)

5.2.4 SPI 方式でのレベル変換事例

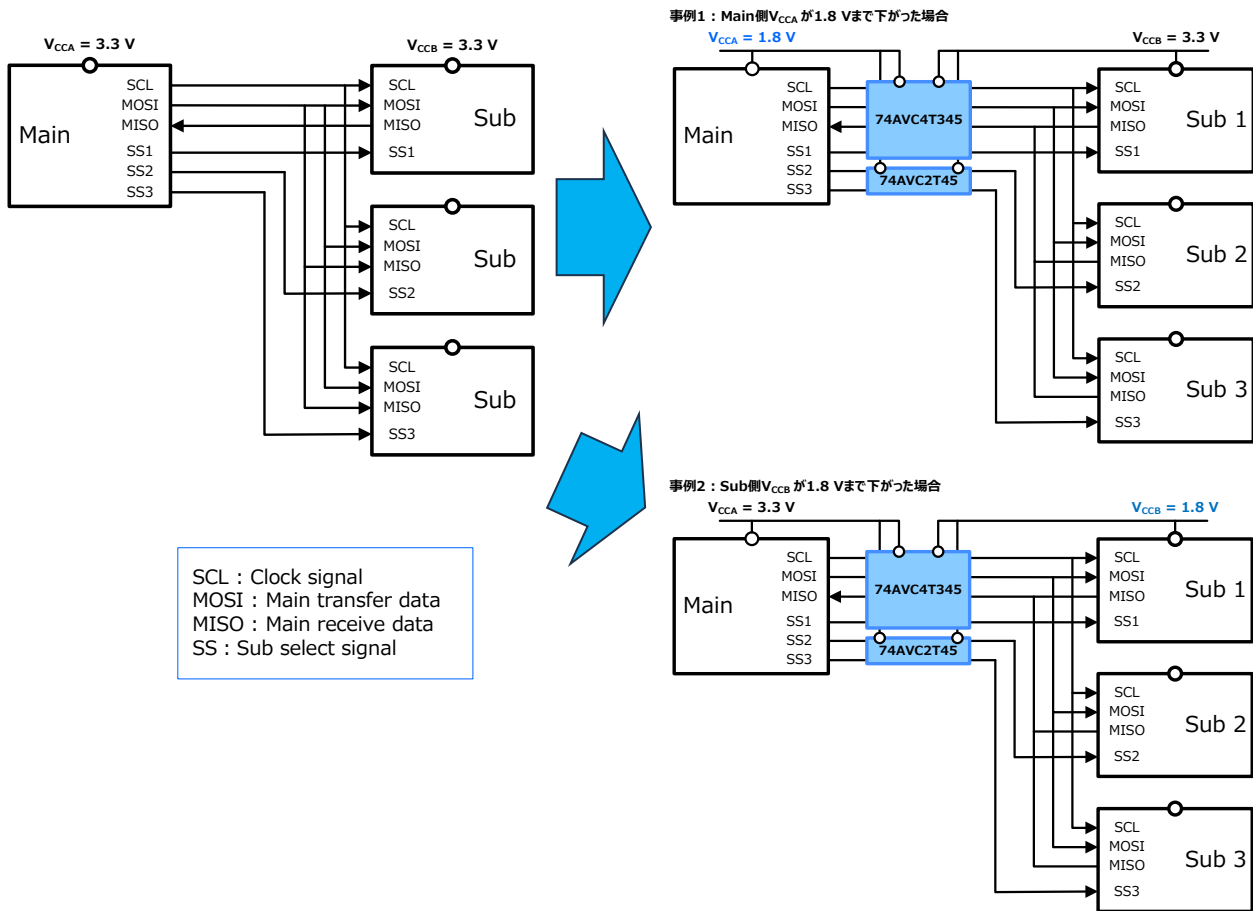


図 23 レベル変換方式（SPI 方式）

SPI 通信では、SCL、MOSIとSSはMainデバイスからSubデバイスへ、MISOはSubデバイスからMainデバイスへ送信されます。Subデバイスが増えると、個別選択のためSSもSubデバイスの分だけ必要になります。

① はMainデバイスの電源電圧を3.3 Vから1.8 Vに下げる場合、②はSubデバイスの電源電圧を3.3 Vから1.8 Vに下げる場合の事例です。

どちらの事例においてもMain⇄Sub間の電圧レベルが不一致となってしまいます。

このような事例の場合、①、②ともに1ビットと3ビットで独立して信号の方向を制御できる4bit内蔵の74AVC4T345と1bit内蔵の74AVC1T45と2bit内蔵の74AVC2T45が最適です。

本事例で使用したデバイスは下記。

74AVC4T345FT : 3-Bit+1-Bit Dual-Supply Bus Transceiver、パッケージ（TSSOP16B）

74AVC1T45FU、74AVC1T45NX : 1-Bit Dual-Supply Bus Transceiver、パッケージ（US6, XSON6）

74AVC2T45FK : 2-Bit Dual-Supply Bus Transceiver、パッケージ（US8）

まとめ

本資料では、レベルシフター（電圧変換ロジック IC）の選択方法について説明しました。
入力 TTL レベルやオープンドレインを持つ CMOS ロジック IC を使うことで、高価なレベルシフターを使うことなく、電圧変換ができる場合もありますので、実際電圧変換が必要になった際は、実装基板の空きスペースやトータル部品コストを考えた上で、最適なデバイスを選定していただければと思います。
レベルシフターを選定いただく際には、本アプリケーションノートなどをご参考の上、ぜひ弊社ラインアップをご検討いただけますと幸いです。

弊社レベルシフター IC のパラメトリックサーチはこちら → [Click Here](#)

弊社レベルシフター IC の FAQ はこちら → [Click Here](#)

CMOS ロジック IC の e-learning はこちら → [Click Here](#)

Appendix（製品一覧、パッケージ一覧）

東芝レベルシフターの製品一覧

- レベルシフター 一覧①（単方向・昇圧）
- レベルシフター 一覧②（単方向・降圧）
- レベルシフター 一覧③（双方向・昇降圧）

東芝レベルシフター 一覧①（単方向・昇圧）

1電源

TTL入力活用
(V_{CC}=4.5 -5V)

オープンドレイン
+ 出力レラント

LVTTTL入力活用
(V_{CC}=2.3-3.6V)

TTL/LVTTTL入力活用
(V_{CC}=1.65-5.5V)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CC} (opr.)(V)	V _{IN} (min)(V)	V _{OUT} (max)(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) #1	I _{OH} / I _{OL} (mA)	
CMOS Logic IC	74HC	TC74HCTxxx	1~8	DIP/SOP/TSSOP	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	28	6 @V _{CC} =4.5V
				SOIC/TSSOP	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5		
	74AC	TC74ACTxxx	4,6,8	DIP/SOP/TSSOP	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	9	24 @V _{CC} =4.5V
				DIP/SOP/TSSOP/US	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5		
	74VHC	TC74VHCTxxx	1~8	DIP/SOP/TSSOP/US	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	9.5	8 @V _{CC} =4.5V
TSSOP				4.5~5.5	2	5.5	2→5.5			
One-gate Logic (L-MOS)	TTLレベル入力	TC7WTxxx	2	SM8	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	28	6 @V _{CC} =4.5V
		TC7SETxxx	1	SMV/USV	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	11.9	8 @V _{CC} =4.5V

#1: V_{CC}(opr.) max, Ta=85°C, CL=50pF時のmax値。 Function : CMOSロジックIC(244)/L-MOS(125)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CC} (opr.)(V)	V _{IN} (min)(V)	V _{OUT} (max)(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLZ} /t _{PZL} (ns) #2	I _{OH} / I _{OL} (mA)	
CMOS Logic IC	74VHC	74VHCV05/07	6	TSSOP	1.8~5.5	1.65	5.5	1.65→5.5	8.5	16 @V _{CC} =4.5V
				US	1.8~5.5	1.65	5.5	1.65→5.5		
	74LCX	74LCX05/07	6	TSSOP	1.65~5.5	1.65*0.9	5.5	1.5→5.5	4	24 @V _{CC} =3.0V
				US	1.65~5.5	1.65*0.9	5.5	1.5→5.5		
			TC74LCX05/07	1	SMV/USV	2.0~5.5	1.5	5.5	1.5→5.5	8
One-gate Logic (L-MOS)	VHS	TC7SH09	1	SMV/USV/ESV/fsv	1.65~5.5	1.65*0.75	5.5	1.3→5.5	4.5	24 @V _{CC} =3.0V
	SHS	TC7PZ05/07	2	US6	1.65~5.5	1.65*0.75	5.5	1.3→5.5	3.9	
		TC7WZ05/07	3	US8	1.65~5.5	1.65*0.75	5.5	1.3→5.5	3.9	
	LVP	7UL1G07	1	USV	0.9~3.6	0.9	3.6	0.9→3.6	12.8/4.1	

#2: V_{CC}(opr.)max, Ta=85°C, CL=50pF (7UL1Gは30pF)時のmax値。 Function : CMOSロジックIC(05)/L-MOS(05,07,09)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CC} (opr.)(V)	V _{IN} (min)(V)	V _{OUT} (max)(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) #3	I _{OH} / I _{OL} (mA)	
One-gate Logic (L-MOS)	LVP	7UL1Txxx	1	USV/XSON6	2.3~3.6	1.1	3.6	1.1→3.6	4.7/5.0	8 @V _{CC} =3.3V
		7UL2Txxx	2	US8	2.3~3.6	1.1	3.6	1.1→3.6	7.5/5.2	

#3: V_{CC} (opr.)max, V_{IN}=1.65V, Ta=85°C, CL=15pF時のmax値。 Function : L-MOS(125)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CC} (opr.)(V)	V _{IN} (min)(V)	V _{OUT} (max)(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) #4	I _{OH} / I _{OL} (mA)
レベルシフター	74LV4Txxx	4	TSSOP/US	4.5~5.5	2	5.5	2→5.5	5.6	16 @V _{CC} =4.5V
				3.0~3.6	1.35	3.6	1.35→3.6	8.1	8 @V _{CC} =3.0V
				2.3~2.7	1.2	2.7	1.2→2.7	12.4	3 @V _{CC} =2.3V
				1.65~1.95	1	1.95	1→1.95	33.2	2 @V _{CC} =1.65V

#4: V_{CC} (opr.)max, V_{IH}(min), Ta=85°C, CL=30pF時のmax値。 Function : CMOSロジックIC(125)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CCA} (V)	V _{CCB} (V)	V _{IN} (min)(V)	V _{OUT} (max)(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) #5	I _{OH} / I _{OL} (mA)
レベルシフター	TC7SP3125	1	UF6	1.1~2.7	1.65~3.6	V _{CCA} *0.65	3.6	0.72→3.6	22	12 @V _{CCA} =1.1V, V _{CCB} =3.0V
									29	3 @V _{CCA} =1.1V, V _{CCB} =3.0V
	TC7WP3125	2	US8	1.65~3.6	1.65~3.6	V _{CCA} *0.65	3.6	0.72→3.6	22	12 @V _{CCA} =1.1V, V _{CCB} =3.0V
									29	3 @V _{CCA} =1.1V, V _{CCB} =3.0V

#5: V_{CC} (opr.)max, V_{IH}(min), Ta=85°C, CL=30pF時のmax値

東芝のレベルシフター 一覧②（単方向・降圧）

1電源

入力
トレラント
活用

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CC} (opr.)(V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) #6	I _{OH} /I _{OL} (mA)
CMOS Logic IC	74VHC	TC74VHCxxx	DIP/SOP/TSSOP/US	2~5.5	5.5	5.5→2	10 @V _{CC} =3.3V,CL=15pF	8 @V _{CC} =4.5V
		74VHCxxx		2~5.5				
	74VHCV***	4~8	TSSOP/US	1.8~5.5	5.5	5.5→1.8	10 @V _{CC} =3.3V,CL=15pF 15 @V _{CC} =2.3V,CL=15pF	16 @V _{CC} =4.5V
				74VHCV***				
	74LCX	TC74LCX***	1~16	SOP/TSSOP/US	1.65~3.6	3.6	3.6→1.65	8.5 @V _{CC} =2.3V,CL=30pF 25 @V _{CC} =1.65V,CL=30pF
74VCX	TC74VCX***	1~16	TSSOP/US	1.2~3.6	3.6	3.6→1.2	4.2 @V _{CC} =2.3V,CL=30pF 42 @V _{CC} =1.2V,CL=15pF	24 @V _{CC} =3.0V

#6:Ta=85°C、Function : CMOSロジックIC (244)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CC} (Opr.)(V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) #7	I _{OH} /I _{OL} (mA)	
One-Gate Logic (L-MOS)	VHS	TC7SHxxx	SMV/USV	2.0~5.5	5.5	5.5→2	9.5 @V _{CC} =3.3 V、CL=15 pF	8 @V _{CC} =4.5 V	
		TC7WHxxx	SM8/US8						
	SHS	TC7SZxxx	1	USV/ESV/fSV	1.65~5.5	5.5	5.5→1.65	11.5 @V _{CC} =1.65 V、CL=15 pF 8 @V _{CC} =2.3 V、CL=15 pF	24 @V _{CC} =3.0 V
		TC7PZxxx	2	US6	1.65~5.5	5.5	5.5→1.65	10 @V _{CC} =1.65 V、CL=15 pF 7 @V _{CC} =2.3 V、CL=15 pF	
		TC7WZxxx	3	SM8/US8	1.65~5.5	5.5	5.5→1.65	11.5 @V _{CC} =1.65 V、CL=15 pF 8 @V _{CC} =2.3 V、CL=15 pF	
LVP	7UL1Gxxxx	1	USV/XSON6	0.9~3.6	3.6	3.6→0.9	7.1 V _{CC} =1.65 V、CL=15 pF 5 V _{CC} =2.3 V、CL=15 pF	8 @V _{CC} =3.0 V	

#7:Ta=85°C Function: L-MOS TC7PZ(04)、それ以外 (125)

製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CC} (opr.)(V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) #8	I _{OH} /I _{OL} (mA)
レベルシフター	74LV4Txxx	4	TSSOP/US	4.5~5.5	5.5	5.5→4.5	5.6	16 @V _{CC} =4.5V
				3.0~3.6		5.5→3.0	8.1	8 @V _{CC} =4.5V
				2.3~2.7		5.5→2.3	12.4	3 @V _{CC} =2.3V
				1.65~1.95		5.5→1.65	33.2	2 @V _{CC} =1.65V

#8:Ta=85°C,CL=30pF時のmax値、Function : レベルシフター (125)

東芝のレベルシフター 一覧②（単方向・降圧）

1電源

入力
トレラント
活用
(Open-drain)

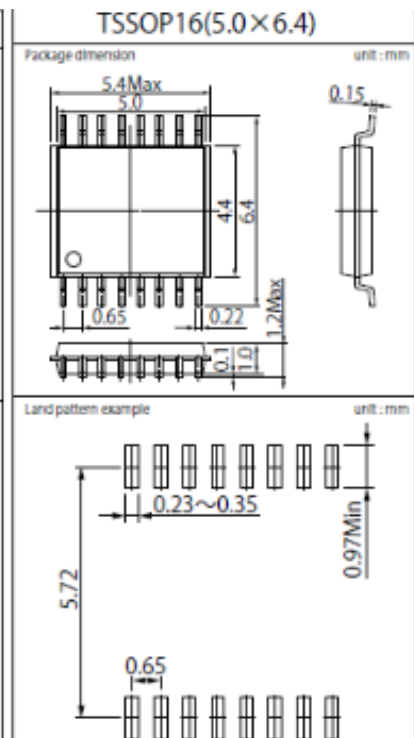
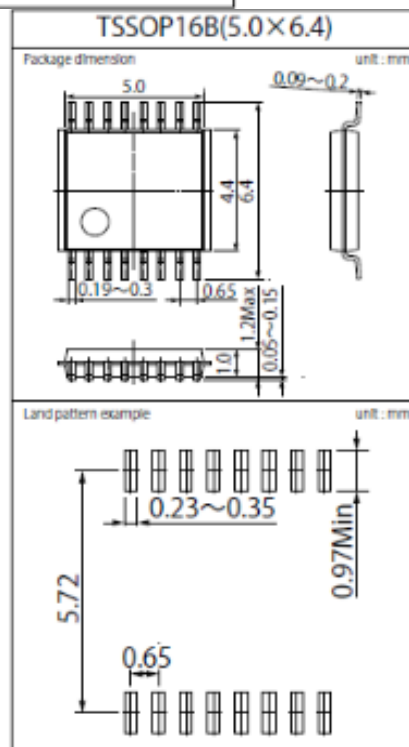
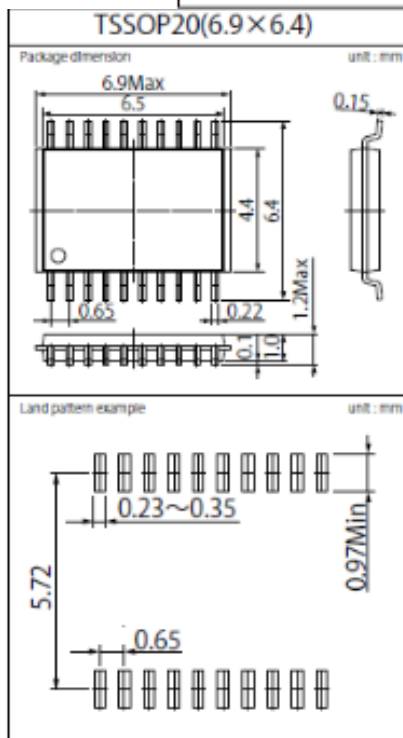
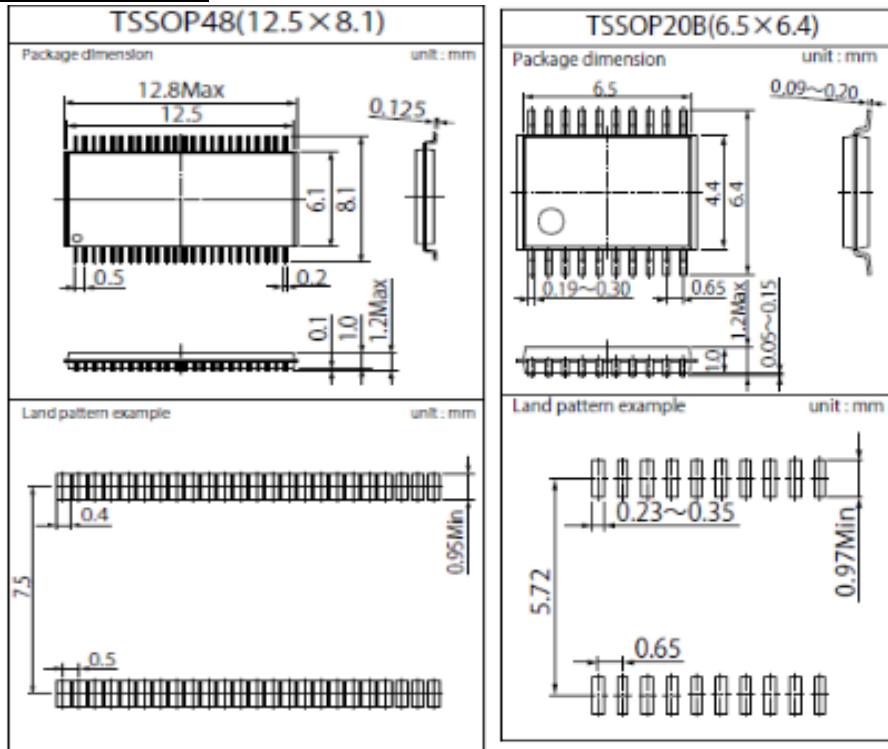
製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{cc(opr.)} (V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLZ} /t _{PZL} (ns) #9	I _{OH} I _{OL} (mA)
CMOS Logic IC	74VHC	74VHC03	TSSOP	2~5.5	5.5	5.5→2	13 @V _{cc} =3.3V,CL=50pF	8 @V _{CC} =4.5V
		TC74VHC03	SOP/US				12 @V _{cc} =3.3V,CL=50pF	
		74VHC05/07	TSSOP	1.8~5.5		5.5→1.8	18/15 @V _{cc} =2.3V,CL=30pF	16 @V _{CC} =4.5V
		TC74VHC05/07	SOP/US					
		74VHCV05/07	TSSOP	1.65~5.5		5.5→1.65	13 @V _{cc} =2.3V,CL=30pF	24 @V _{CC} =4.5V
		TC74VHCV05/07	US				26 @V _{cc} =1.65V,CL=30pF	
	74LCX	74LCX05/07	TSSOP	US	1.65~5.5	5.5→1.65	13 @V _{cc} =2.3V,CL=30pF	24 @V _{CC} =4.5V
		TC74LCX05/07	US				26 @V _{cc} =1.65V,CL=30pF	
製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{cc(opr.)} (V)	入力トレラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	t _{PLZ} /t _{PZL} (ns) #10	I _{OH} I _{OL} (mA)
One-Gate Logic (L-MOS)	VHS	TC7SH09	SMV/USV	2.0~5.5	5.5	5.5→2	8.5 @V _{cc} =3.3V,CL=15pF	8 @V _{CC} =4.5V
		TC7SZ05/07	SMV/USV/ESV/fSV	1.65~5.5	5.5	5.5→1.65	11 @V _{cc} =1.65V,CL=50pF	24 @V _{CC} =4.5V
	SHS	TC7PZ05/07	US6	1.65~5.5	5.5		10.5 @V _{cc} =1.65V,CL=50pF	
		TC7WZ05/07	US8	1.65~5.5	5.5			
	LVP	7UL1G07	1	USV	0.9~3.6	3.6	3.6→0.9	10.5/7.9 @V _{cc} =1.65V,CL=15pF

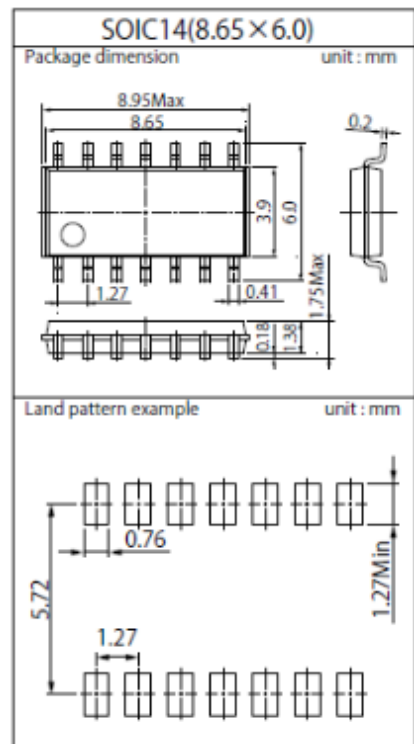
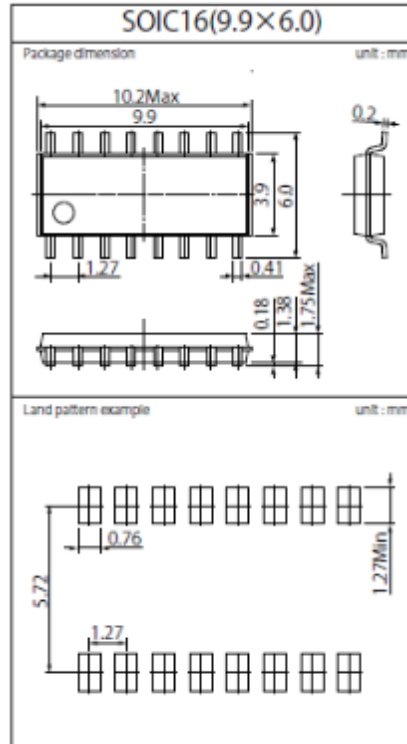
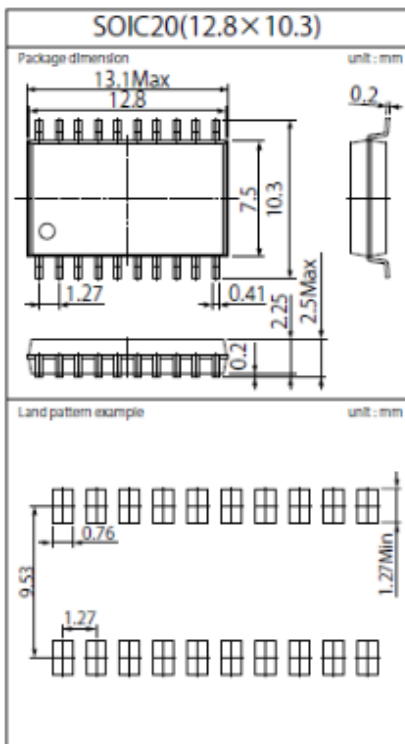
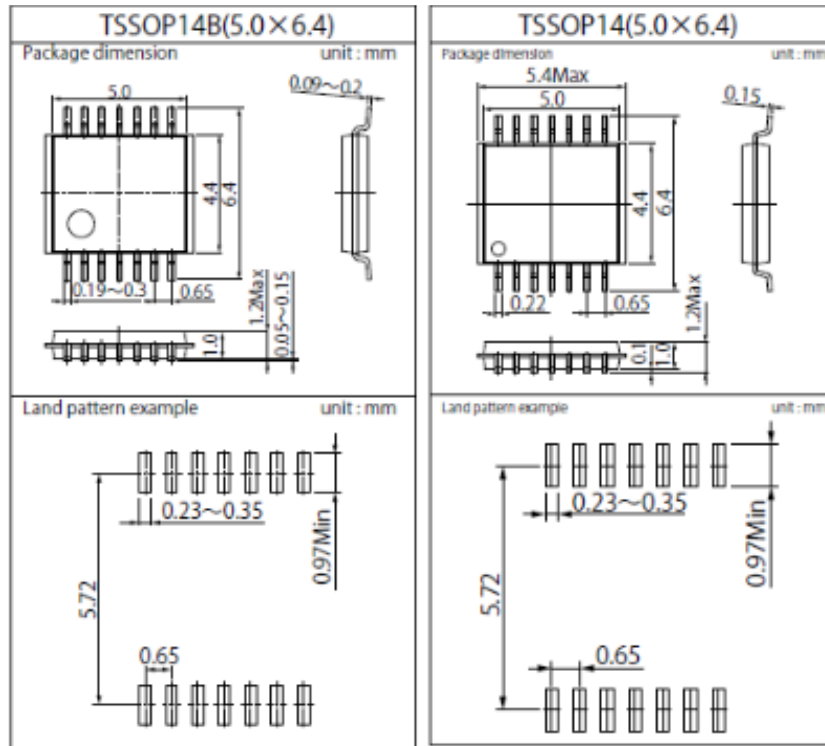
#9、#10:Ta=85℃

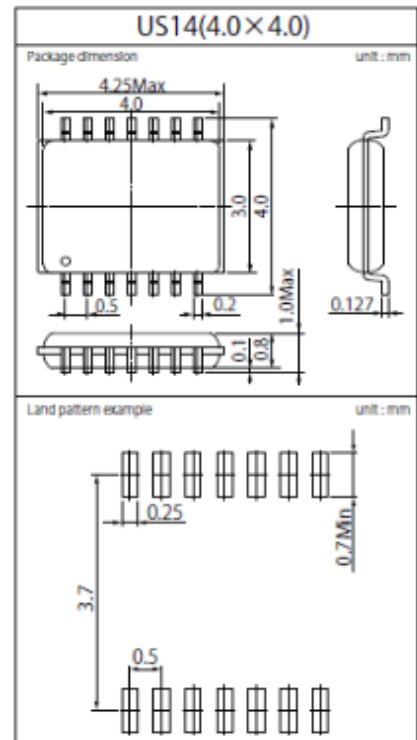
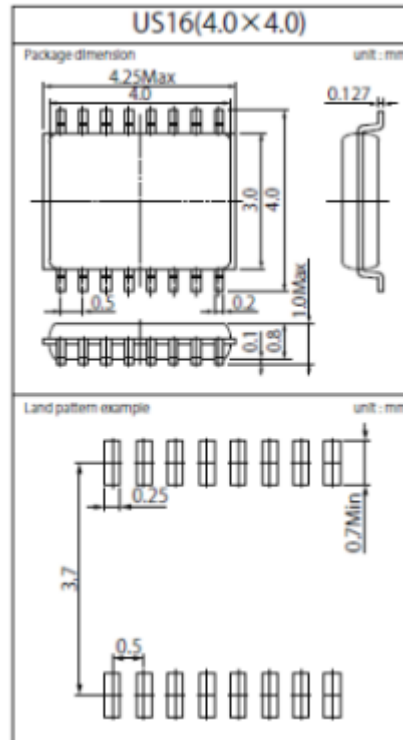
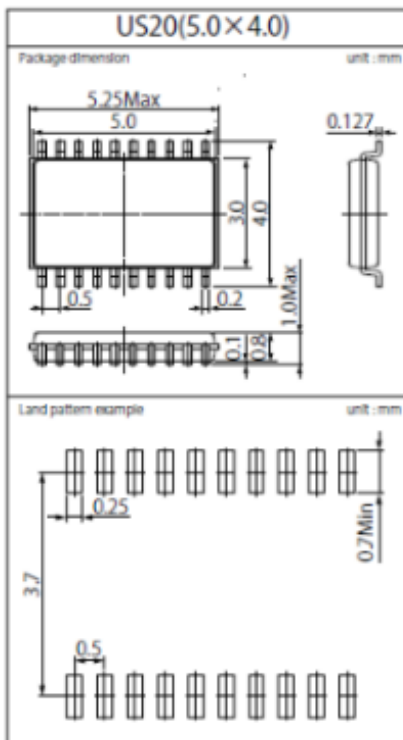
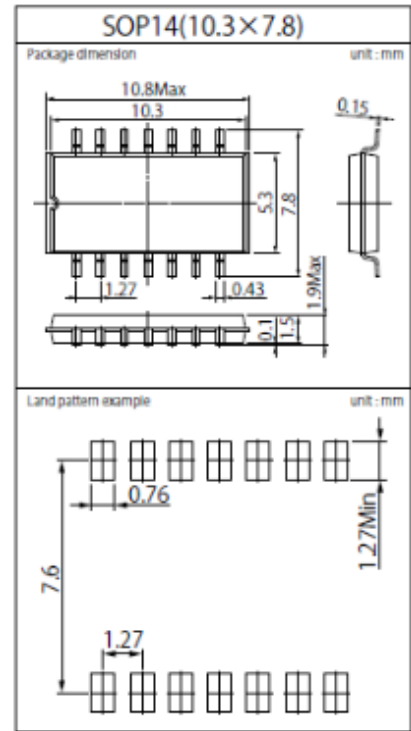
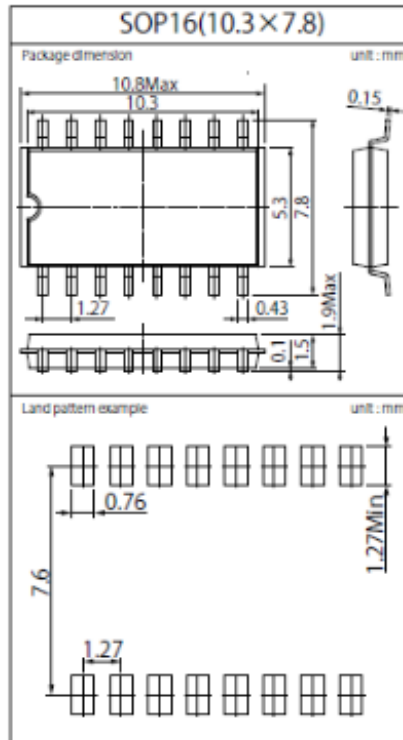
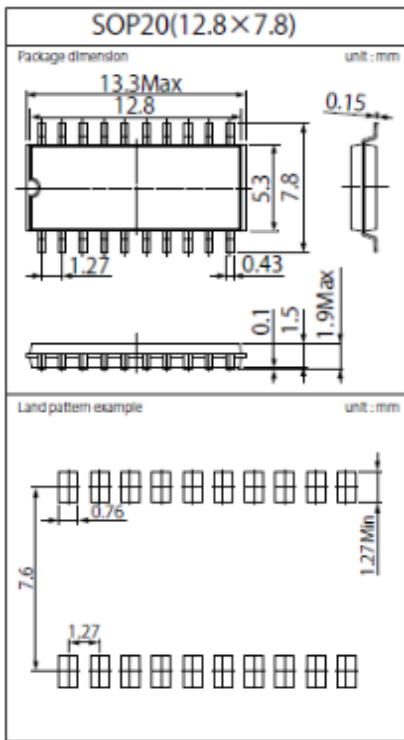
東芝のレベルシフター 一覧③（双方向・昇降圧）

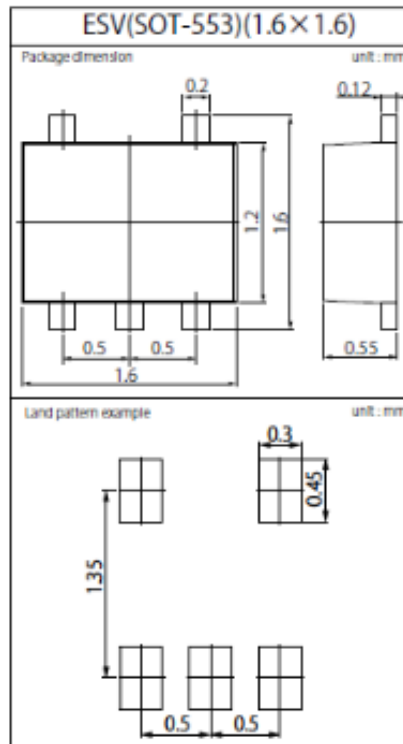
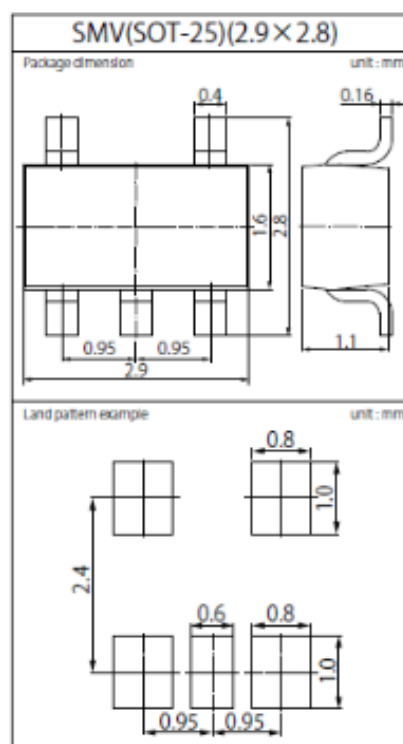
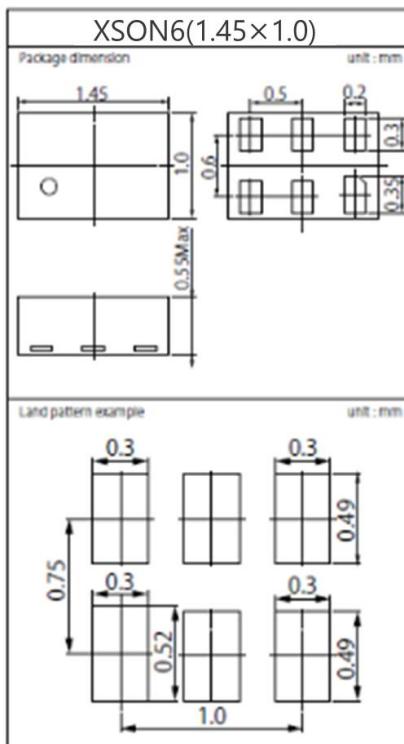
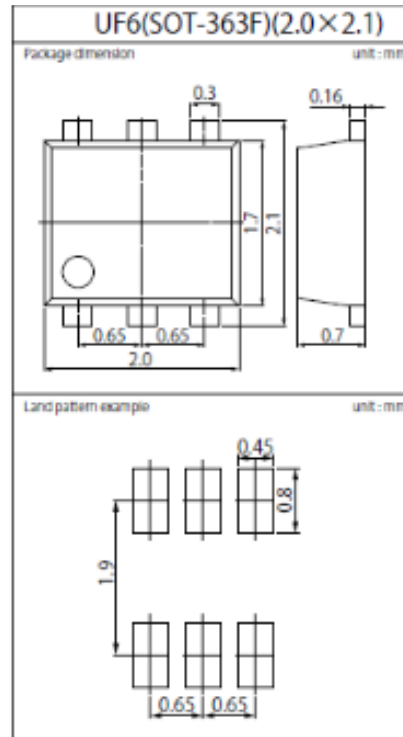
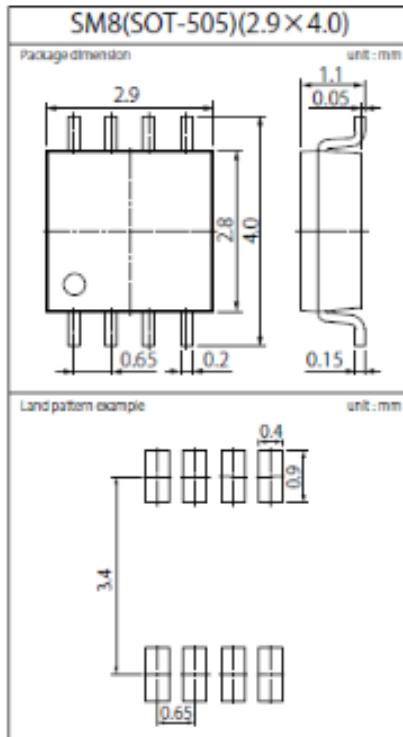
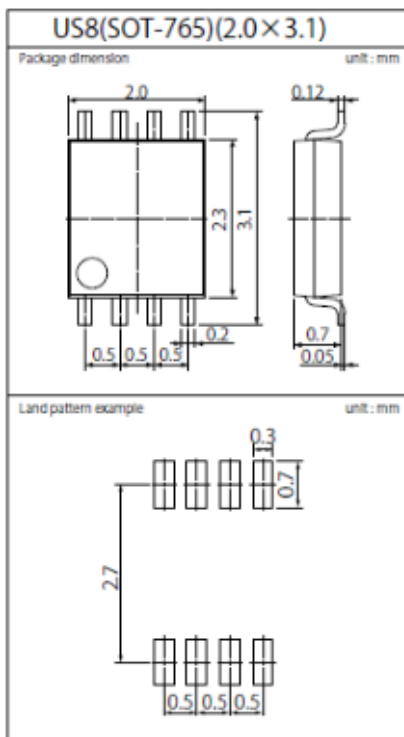
製品分類	製品名	回路数	パッケージ	V _{CCA} (V)	V _{min} (min)(V)	V _{CCB} (V)	V _{min} (min)(V)	入力レラント(V)	電圧変換可能範囲(V)	電源電圧条件	t _{PLH} /t _{PHL} (ns) @Ta=85 °C	I _{OH} /I _{OL} (mA)			
2 電源	74LCX	TC74LCX163245FT	16	TSSOP	4.5~5.5	2	2.3~3.6	1.7	5.5	5.5→2.3 (A→B) 1.7→5.5 (B→A)	V _{CCA} >V _{CCB}	V _{CCA} =5.0±0.5、V _{CCB} =2.5±0.2	24 (Aポート/Bポート)		
		A→B (9.0) 30 pF、B→A (8.0) 50 pF										V _{CCA} =4.5 V、V _{CCB} =3.0 V			
		TC74LCXR163245FT			2.3~3.6	1.7	4.5~5.5	2		1.7→5.5 (A→B) 5.5→2.3 (B→A)	V _{CCA} <V _{CCB}	V _{CCA} =5±0.5、V _{CCB} =2.5±0.2	12 (Aポート/Bポート)		
		A→B (9.5) 30 pF、B→A (9.0) 50 pF										V _{CCA} =4.5 V、V _{CCB} =3.0 V			
	TC74LCX164245FT	16	TSSOP	2.3~3.6	1.6	1.65~2.7	V _{CCB} *0.65	3.6	3.6→1.65 (A→B) 1.1→3.6 (B→A)	V _{CCA} >V _{CCB}	V _{CCA} =2.5±0.2、V _{CCB} =5±0.5	24 (Aポート/Bポート)			
	A→B (9.0) 50 pF、B→A (8.4) 30 pF										V _{CCA} =3.0V、V _{CCB} =4.5 V				
	TC74LCXR164245FT	2.3~3.6	1.6	1.65~2.7	V _{CCB} *0.65	1.6	1.1→3.6 (A→B) 3.6→1.65 (B→A)		V _{CCA} <V _{CCB}	V _{CCA} =2.5±0.2、V _{CCB} =5±0.5	12 (Aポート/Bポート)				
	A→B (10) 50 pF、B→A (9.0) 30 pF									V _{CCA} =3.0 V、V _{CCB} =4.5 V					
バッファ タイプ	74VCX	TC74VCX163245FT	16	TSSOP	2.3~3.6	1.6	1.65~2.7	V _{CCB} *0.65	3.6	3.6→1.65 (A→B) 1.1→3.6 (B→A)	V _{CCA} >V _{CCB}	V _{CCA} =3.3±0.3、V _{CCB} =1.8±0.15	24 (Aポート/Bポート)		
		A→B (7.1) 30 pF、B→A (5.5) 30 pF										V _{CCA} =3.0V、V _{CCB} =2.5V			
	TC74VCX164245FT	16	TSSOP	1.65~2.7	V _{CCA} *0.65	2.3~3.6	1.6	1.1→3.6 (A→B) 3.6→1.65 (B→A)	3.6	1.1→3.6 (A→B) 3.6→1.65 (B→A)	V _{CCA} <V _{CCB}	V _{CCA} =1.8±0.15、V _{CCB} =3.3±0.3	18 (Aポート) /24 (Bポート)		
	A→B (5.5) 30 pF、B→A (7.1) 30 pF											V _{CCA} =1.65V、V _{CCB} =3.0V			
	レベルシフター	TC7MP3125	4	TSSOP/US	1.1~2.7	1.1*0.65	1.65~3.6	1.65*0.65	3.6	1.1*0.65→3.6 (A→B) 3.6→1.1 (B→A)	V _{CCA} <V _{CCB}	V _{CCA} =1.8±0.15、V _{CCB} =3.3±0.3	3 (Aポート) /12 (Bポート)		
		A→B (7.8) 30 pF、B→A(8.9) 15 pF										V _{CCA} =1.65V、V _{CCB} =3.0V			
		TC7MPN3125	4	TSSOP/US	1.1~2.7	1.1*0.65	1.65~3.6	1.65*0.65	3.6	1.1*0.65→3.6 (A→B) 3.6→1.1 (B→A)	V _{CCA} <V _{CCB}	V _{CCA} =1.8±0.15、V _{CCB} =3.3±0.3	3 (Aポート) /3 (Bポート)		
		A→B (14.8) 30 pF、B→A(8.9) 15 pF										V _{CCA} =1.65 V、V _{CCB} =3.0 V			
74LVC2T45FK		2	US8	1.65~5.5	V _{CCA} *0.8	1.65~5.5	V _{CCB} *0.8	5.5	1.65*0.8→5.5 (A→B) 5.5→1.65 (B→A)	V _{CCA} <V _{CCB} V _{CCA} >V _{CCB}	V _{CCA} =1.8±0.15、V _{CCB} =3.3±0.3	4 (Aポート) /32 (Bポート)			
74AVC4T245FT		4	TSSOP	0.8~3.6	0.8*0.70	0.8~3.6	0.8*0.70	3.6	0.8*0.70→3.6 (A→B) 3.6→0.8 (B→A)	V _{CCA} <V _{CCB} V _{CCA} >V _{CCB}	V _{CCA} =1.8±0.15、V _{CCB} =3.3±0.3	A→B (12.4) 15 pF、B→A(13.0) 15 pF	V _{CCA} =1.65 V、V _{CCB} =4.5 V		
74AVCH4T245FT															
74AVC4T345FT															
バススイッチ タイプ	2電源レベルシフト バススイッチ	TC7MPB9307	8	TSSOP/US	1.65~5.0	2.3~5.5	1.4@V _{CCA} =1.65 2.05@V _{CCA} =2.3 2.7@V _{CCA} =3.0	1.4→5.5 (A→B) 5.5→1.65 (B→A)	V _{CCA} <V _{CCB}	t _{PLZ} /t _{PZL} (ns) @Ta=85°C	V _{CCA} =3.3±0.3、V _{CCB} =5±0.5 11/9 @RL=1 k Ω,CL=30pF				
		TC7MPB9326													
		TC7MPB9327													
		TC7QPB9306	4	US8								2	2	1	1
		TC7QPB9307													
		TC7WPB9306	2	US8								2	2	1	1
		TC7WPB9307													
		TC7SPB9306													
		TC7SPB9307	1	UF6								1	1	1	1

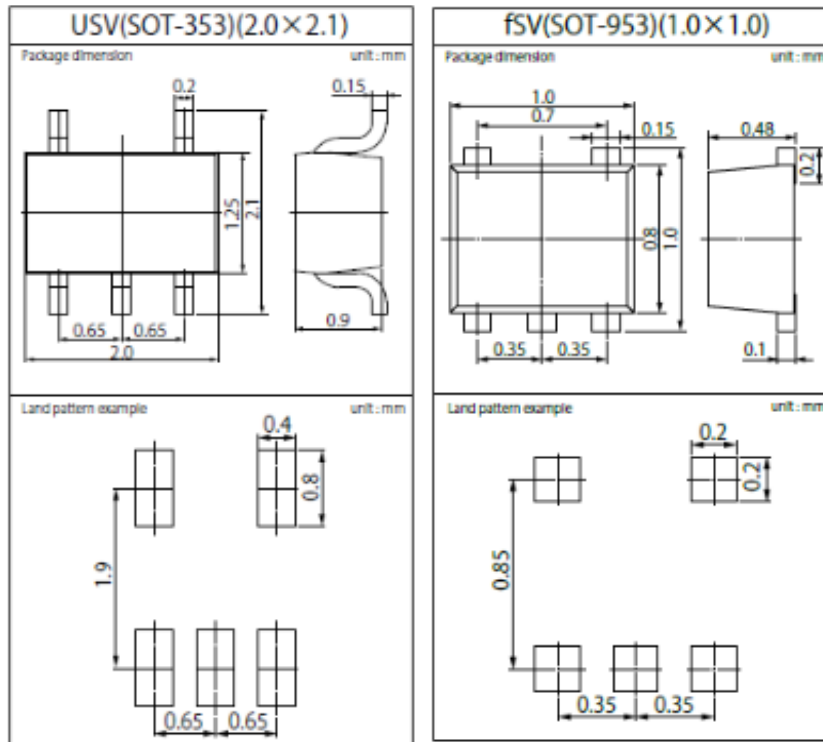
東芝レベルシフターのパッケージ一覧











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（生命直結機器）、車載・輸送機器、防衛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。