

ワンゲートロジック（L-MOS）を使用した電圧変換 （レベルシフト）

概要

システム内で複数の電源が使用される場合、制御信号の電圧変換（レベルシフト）が必要なことがあります。本資料では専用のレベルシフト IC を用いずに低電圧ワンゲートロジック IC（7UL シリーズ）を使用した応用例と注意点について解説します。

目次

目次	2
1. はじめに.....	3
2. 2 電源レベルシフト IC とワンゲートロジック IC を使用したレベルシフト回路.....	3
2.1 2 電源レベルシフト IC とワンゲートロジック IC : 7UL シリーズについて	3
2.2 論理変換と電圧レベル変換が同時に必要な場合の回路構成比較	4
2.3 ワンゲートロジック IC を使用した場合のメリットとデメリット.....	6
3. ワンゲートロジック IC の電圧レベル変換事例	6
3.1 片方向信号のレベルアップ	6
3.2 片方向信号のレベルダウン	6
4. まとめ	7
製品取り扱い上のお願い.....	9

1. はじめに

バッテリーを搭載した電子機器ではシステムの多機能化や低消費電力化が進んでおり、特にシステムの要となる CPU や MPU などのメイン IC はより微細プロセスを採用することになり、動作電圧や制御信号電圧が低下している傾向にあります。

一方で、周辺 IC はセットのモデルチェンジを行う場合、コスト削減や設計簡略化のため、あえて世代交代せずに既に採用している製品を継続して使用するケースがあり、低電圧化の進みが遅い傾向にあります。その為、システム内の動作電圧と制御信号は様々な電圧レベルが存在することが多くなっています。

この電圧差異を解消するために、従来は広く 2 電源タイプのレベルシフト IC が使用されてきましたが、本アプリケーションノートでは単電源のロジック IC を使用して、より簡単に低コストでこの問題を解決する方法を東芝製ワンゲートロジック IC : 7UL シリーズ製品を例にとり解説します。

2. 2 電源レベルシフト IC とワンゲートロジック IC を使用したレベルシフト回路

2.1 2 電源レベルシフト IC とワンゲートロジック IC : 7UL シリーズについて

2 電源レベルシフト IC は 2 系統の電源 (VCCA、VCCB) を投入して使用するバッファ IC です。ハイレベル信号の電圧レベル変換に特化した IC で論理変換機能を備えておりません。VCCA は 1.1~2.7V、VCCB は 1.65~3.6V で動作が可能で 1.1V から 3.6V の電圧レベル変換を始め、様々な電圧レベルに対応できます。

ワンゲートロジック IC : 7UL シリーズは単電源のロジック IC です。0.9V 以上で動作可能な 7UL1G シリーズと 1.2V から 3.6V までの電圧レベル変換が可能な 7UL1T シリーズの 2 種類があります。ゲート機能品を中心にラインアップしていますので論理変換と電圧レベル変換が同時に必要な場合に適しています。

7UL1G シリーズは 3.6V 入力トレラント機能^(※)を活用し、電源電圧に関係なく 3.6V までの入力を受けられるため、論理変換と電圧レベルダウンが必要な場合に適しています。

7UL1T シリーズはハイレベルしきい値電圧を 1.2V 以下に設定している為、論理変換と電圧レベルアップが必要な場合に適しています。

※入力トレラント機能とは、入力電圧が電源電圧以上に高く設定された時、または電源電圧 VCC=0V 時に、入力から電源に向かって電流が流れない機能です。トレラントとは「耐性のある」という意味です。

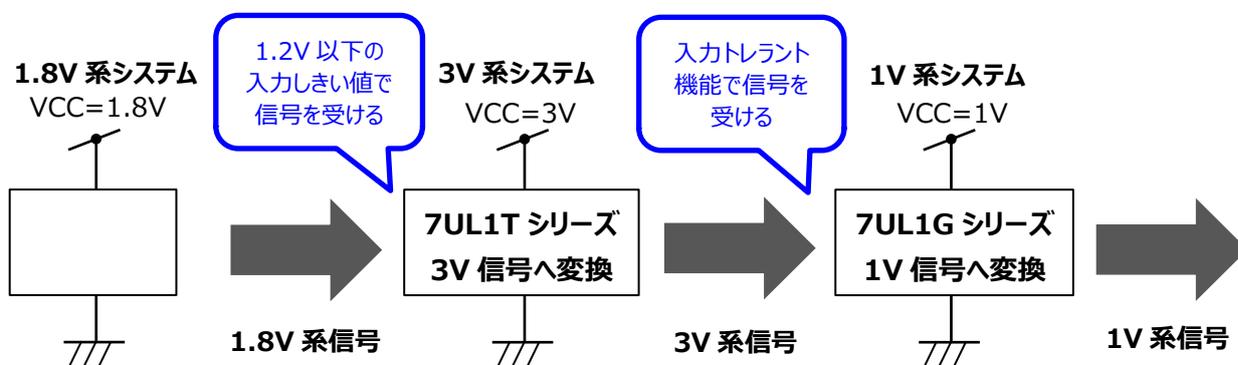


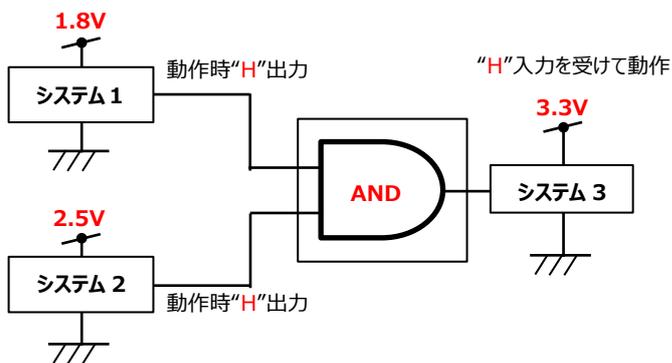
図 2.1.1 7UL シリーズを使用した異電源間のインタフェース応用例

2.2 論理変換と電圧レベル変換が同時に必要な場合の回路構成比較

論理変換に AND 回路が必要な場合に、入力各々のハイレベル電圧と AND 回路が出力したいハイレベル電圧が異なる場合の回路例をもとに、2 電源レベルシフト IC を使用した場合とワンゲートロジック IC を使用した場合で比較を行います。AND 回路と電圧レベル変換が必要な場合の回路例を図 2.2.1 に示します。

図 2.2.1 AND 回路と電圧レベル変換が必要な回路例

システム 1(1.8V)とシステム 2(2.5V)が同時に動作した場合にシステム 3(3.3V)を動作させる



システム 1 出力	システム 2 出力	システム 3 入力
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

本回路例はシステム 1 とシステム 2 が同時に動作している時にシステム 3 を動作させる場合を表しています。システム 1 とシステム 2 は動作している場合に制御信号としてハイレベル電圧を出力します。システム 3 はハイレベル電圧入力で動作する制御端子を備えています。システム 1 とシステム 2 の制御信号が共にハイレベル電圧出力の時にシステム 3 にハイレベル電圧を入力したいため、AND 回路が必要です。また動作している各々のシステム電源はシステム 1 : 1.8V、システム 2 : 2.5V、システム 3 : 3.3V と異なっており、システム電圧を合わせるために電圧レベル変換が必要になります。

この電圧レベル変換に対して従来は 2 電源レベルシフト IC を使用していましたが、表 2.2.2 に示すように単電源のワンゲートロジック IC 1 つでより簡単に低コストで同じ動作を実現できます。

表 2.2.2

2 電源レベルシフト IC を使用した場合と単電源のワンゲートロジック IC を使用した場合の比較

回路構成	2 電源レベルシフト IC を使用	ワンゲートロジック IC を使用
使用製品	TC7WP3125FK ×1cs パッケージ : US8 TC7SZ08FU ×1pc パッケージ : USV	7UL1T08FU ×1pc パッケージ : USV
使用製品 主な仕様	【TC7WP3125FK】 2bit 片方向バッファ ・電源電圧(入力側) : VCCA=1.1V~2.7V ・電源電圧(出力側) : VCCB=1.65~3.6V ・ハイレベル入力しきい値 : 0.65×VCCA 以下 ・3.6V 入力トレラント機能あり ・2 電源 IC の為、VCCA 先投入の制約あり 【TC7SZ08FU】 2 入力 AND ・電源電圧 : VCC=1.65~5.5V ・ハイレベル入力しきい値 : 0.75×VCC 以下 (VCC=2.3V 以上の場合)	【7UL1T08FU】 2 入力 AND ・電源電圧 : VCC=2.3~3.6V ・ハイレベル入力しきい値 : 1.2V 以下 ・3.6V 入力トレラント機能あり ・単電源の為、VCC の投入制約なし
回路図	<p>TC7WP3125FK TC7SZ08FU</p>	<p>★使用員数削減</p> <p>7UL1T08FU</p>
動作説明	電圧レベル変換用 : TC7WP3125FK を使用 VCCA=1.8V、VCCB=3.3V で使用 1.8V 入力とトレラント機能で 2.5V 入力を受け、 AND 回路へ入力されるハイレベルを 3.3V にする AND 回路 : TC7SZ08FU を使用	AND 回路 : 7UL1T08FU を使用 ハイレベル入力しきい値が 1.2V 以下の為、1.8V 入力と 2.5V 入力をそのまま受けることが可能 VCC=3.3V で使用することで論理変換と電圧レベ ル変換を実現
実装面積	US8 2.0×3.1mm 面積 : 6.2mm ² USV 2.0×2.1mm 面積 : 4.2mm ² 合計 : 10.4 mm ²	USV 2.0×2.1mm 面積 : 4.2mm ² 合計 : 4.2mm ² ★実装面積 : 60%削減
消費電流 (停止時)	TC7WP3125FK : ICCA=2μA, ICCB=2μA TC7SZ08FU : ICC=20μA 合計 : 24μA	7UL1T08FU : ICC=10μA 合計 : 10μA ★消費電流 : 58%削減
消費電流 (動作時)	1MHz 動作時(ICCA+ICCB+ICC) 12μA +87μA +68μA =167μA	1MHz 動作時(ICC) 31μA ★消費電流 : 81%削減

2.3 ワンゲートロジック IC を使用した場合のメリットとデメリット

ワンゲートロジック IC : 7UL1T シリーズを使用することで、回路構成員数の削減(コスト削減)、実装面積の省スペース化、低消費電力化を実現できるようになります。また、2 電源レベルシフト IC は電源システムが 2 つあることで、電源投入シーケンスに制約があるなど、使用する際の電源 ON/OFF のタイミングをコントロールする必要があります。ただし、ワンゲートロジック IC では、双方向信号に対する電圧レベル変換ができません。その場合は 2 電源レベルシフト IC:TC7MP シリーズ、TC7WPB シリーズをご提案いたします。

双方向データ通信の場合の推奨品

レベルダウン/レベルアップが同時に必要なバスラインやデータラインには 2 電源レベルシフト IC をご使用ください。

ラインの種類	ライン数	出カタイプ	VCCA	VCCB	製品名
バスライン(I2CBus など)	2bit	バススイッチ	1.65~5.0V	2.3~5.5V	TC7WPB9306FK
データライン(UART、GPIO など)	4bit	バッファ	1.1~2.7V	1.65~3.6V	TC7MP3125FK

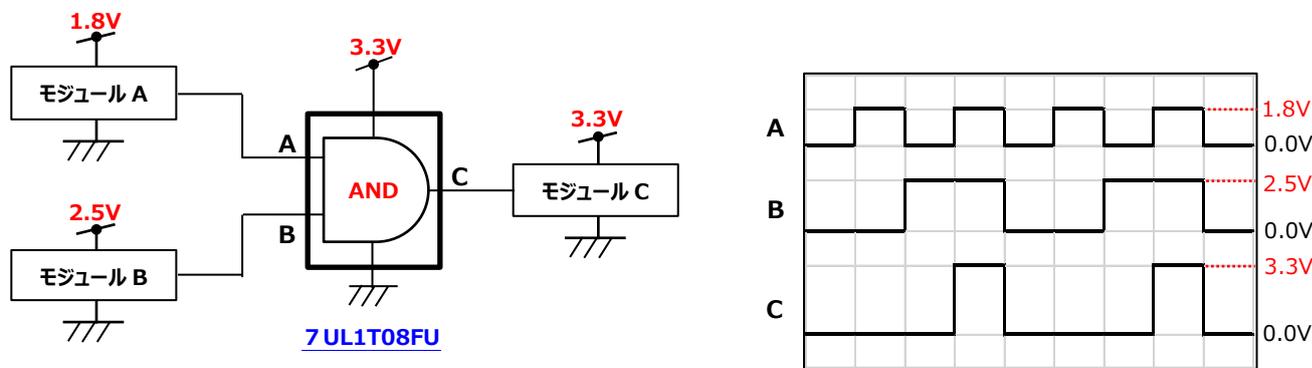
その他 2 電源レベルシフト IC 製品の一覧はこちら ⇒ [Click Here](#)

3. ワンゲートロジック IC の電圧レベル変換事例

以下にワンゲートロジック IC 7UL シリーズを使用し電圧レベル変換を実現した応用回路例を示します。代表的なアプリケーションとして無線モジュール、タブレット PC への応用回路例を示します。

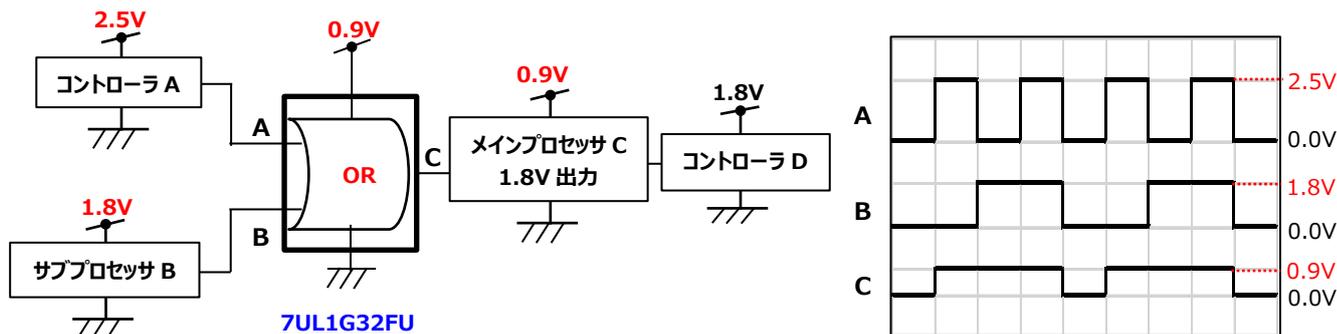
3.1 片方向信号のレベルアップ

無線モジュール：モジュール A とモジュール B が同時に動作している場合にモジュール C を制御する



3.2 片方向信号のレベルダウン

タブレット PC：コントローラ A やサブプロセッサ B の状態によりメインプロセッサ C がコントローラ D を制御する



4. まとめ

電圧レベル変換に対して従来は 2 電源レベルシフト IC を使用していましたが、単電源のワンゲートロジック IC : 7UL シリーズを使用することで、より簡単に低コストで同じ動作を実現できます。

レベルシフト機能付き単電源ワンゲートロジック IC はこちら ⇒ [Click Here](#)

その他、東芝のワンゲートロジック IC 製品はこちら ⇒ [Click Here](#)

5. 関連リンク

- 製品のラインアップ (カタログ)

[Click](#)

- 製品のラインアップ (パラメトリックサーチ)

[Click](#)

- オンラインディストリビュータご購入、在庫検索



- 汎用ロジック IC の FAQ

[Click](#)

- アプリケーションノート

[Click](#)

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、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、電力機器、金融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。