

低電圧&多電源化の進むデジタル IC間のインターフェース技術

異電圧ロジック・レベルの変換テクニック

石川 俊正
Toshimasa Ishikawa

情報、通信をはじめとする電子機器の小型化/高性能化が進むなか、これらの心臓部を構成するCPUやメモリ、ASICなどのデバイスはさらなる低電圧駆動へと移行しています。

図1にコア・デバイス(CPUなど)の電源電圧の移り変わりを示します。長く続いた5V時代から3.3V時代へ、今では1.8Vの新製品が多数使用され始めています。2006年には1.2Vの製品が使用されるようです。このため、システム内に複数の電源システムが混在しており、これらの異なる電源電圧デバイス間のインターフェースをとりもつロジックICの必要性が増しています。

ここでは、最新の製品情報を盛り込みながら、レベル変換回路の基礎知識から、レベル変換の五つのケース、トラブル・シューティング例の三つのポイントについて解説します。

図2はコア・デバイスとのレベル変換を示しています。これら異電源ロジック信号のレベル変換を行うに

は、コア・デバイスや周辺デバイスの入出力特性をしっかりと理解することが設計の基本となります。

レベル変換の基礎知識

現在でも、標準ロジックは5V-3.3V間レベル変換ICとして多数使用されています。また、5V-3.3V間双方向レベル変換ICとして、内部にレベル・コンバータを内蔵した2電源タイプのICも使用されています。この2電源タイプのレベル変換を行うICを、2電源タイプの**レベル・シフタ**(level shifter)、または**レベル・トランスレータ**(level translator)と呼んでいます。

最近では、コア・デバイスの電源電圧が1.5V~1.8Vとなり、周辺デバイスの電源電圧3.3Vとのレベ

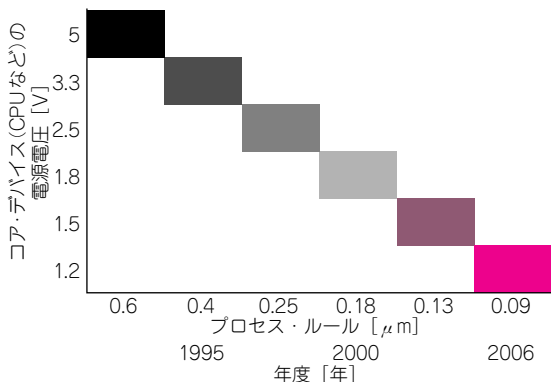
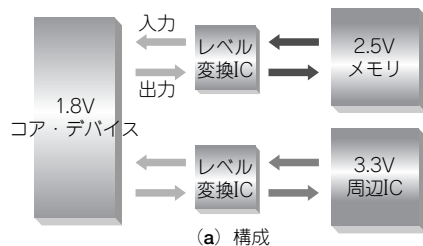
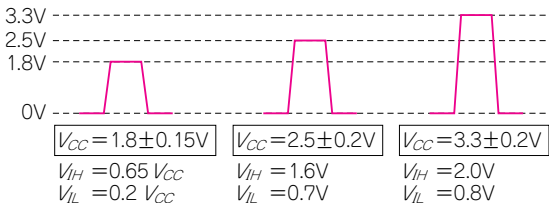


図1 CPUなどのコア・デバイスの低電圧化のトレンド



(a) 構成



各電源電圧の条件はJEDECで提案され、決定されている

(b) V_{CC} と V_{IH}/V_{IL}

図2 コア・デバイスとメモリや周辺ICとのレベル変換

Keywords

標準ロジック, レベル・シフタ, レベル・トランスレータ, 入力トレラント, 出力トレラント, 保護ダイオード, プルアップ, プルダウン, レベル・コンバータ, バス・ホールド, CMOS, 74VHC, 74AHC, 74LVC, 74LCX, 74VCX, 74VHCT, 4049/4050, WZ246

表1 入力トレラント/出力トレラント機能のある標準ロジックICファミリ(代表例)

項目	記号	単位	V _{CC} 条件	スタンダード 4049/4050 CMOS	ハイ・スピード HC4049/4050 CMOS	5Vロジック/3.3V低速		
						74VHC/VHCT CMOS	74AHC/AHCT CMOS	74LV-A CMOS
電源電圧	V _{CC}	V		3~18	2~6	2~5.5/4.5~5.5	2~5.5/4.5~5.5	2~5.5
スピード(最大)	t _{pd}	ns	5V	130	16	8.5/10	8.5/10	8.5
			3.3V	-	-	13.5/-	13.5/-	13.5
			2.5V	-	-	-	-	18
			1.8V	-	-	-	-	-
出力電流	I _{OH} I _{OL}	mA	5V	-0.58, +2.9	±6	±8/±8	±8/±8	±16
			3.3V	-	-	±4/-	±4/-	±8
			2.5V	-	-	-	-	±2
			1.8V	-	-	-	-	-
入力電圧	V _{IH} V _{IL}	V	5V	3.5, 1.5	3.5, 1.5	3.5, 1.5/2, 0.8	3.5, 1.5/2, 0.8	3.5, 1.5
			3.3V	-	-	2.3, 0.99/-	2.3, 0.99/-	2.3, 0.99
			2.5V	-	-	-	-	1.75, 0.75
			1.8V	-	-	-	-	-
静的消費電流	I _{CC}	μA		30	10	40/40	40/40	20/20
入力トレラント	V _{in}	V		0~18	0~15	0~5.5/0~5.5	0~5.5/0~5.5	0~5.5
出力トレラント	V _{out}	V		なし	なし	なし/0~5.5	なし/0~5.5	0~5.5
供給メーカー				各社	各社	東芝 フェアチャイルド オンセミ ST	TI フィリップス	TI ルネサス フィリップス

注▶ TI: テキサス・インスツルメンツ, オンセミ: オン・セミコンダクター, ルネサス: ルネサス テクノロジ
各シリーズは型番244タイプ(8ビット・バッファ)の規格値。出力トレラントは出力ハイ・インピーダンス時
各社により規格が異なる場合があるので詳細は各社の技術資料を参照のこと

表3 入力/出力の等価回路とトレラント機能および許容電圧

入力保護回路		出力等価回路	
AC/HC	VHC/LVX/LCX/VCX	AC/LVX/VHC	VHCT/LCX/VCX
V _{in} , V _{out} > V _{CC}	(1) I _{IK} 流れる	I _{OK} 流れる	(2) V _{CC} = 0Vのとき, I _{OK} 流れない V _{out} = Hi Zのとき, I _{OK} 流れない V _{out} = "H"のとき, I _{OK} 流れる
V _{in} , V _{out} < GND	I _{IK} 流れる	I _{OK} 流れる	I _{OK} 流れる

(1) 入力トレラント機能, パワー・ダウン・プロテクション機能 (2) 出力トレラント機能, パワー・ダウン・プロテクション機能
(a) 入力, 出力等価回路

ル変換には従来の標準ロジックICが使用できないことや, 小型携帯機器の低消費電流化の要求から, 2電源タイプのレベル・シフタ, 小型パッケージの新製品が各社から発売されています。ここでは, 標準ロジックから2電源タイプのレベル・シフタまで, 最適なレベル変換術の解説と各社の新製品を紹介します。

■ レベル変換の三つの基本

レベル変換は以下の三つが基本です。

- ① 入力電源側への保護ダイオードはないか, 出力の電源側への寄生ダイオードはないか
- ② 後段の入力電圧 V_{IH} が満足できるか