

バスホールド回路による設計

バスホールド回路とは？

バスホールド機能は、フローティング入力に関わる問題を解決する今までにない新しい回路です。バスホールド回路は、オープンな入力に対して有効な論理状態を保持しますので、フローティングまたはオープン入力時の外部抵抗を不要にします。

バスホールド回路は、フローティング入力時の、条件を制限を緩和するように設計されています。非バスホールドデバイスを使用した場合、これらフローティング時の入力条件は、リーク電流や発振、及びデータエラーを引き起こす恐れがあります。

また、バスホールド回路のもう一つの特長として、3-state状態のデータバスを有効な論理状態に保持出来ることが挙げられます。よって、このデータバスを介して、バスホールドデバイスはバス上の他のデバイスの入力をコントロールすることが可能です。

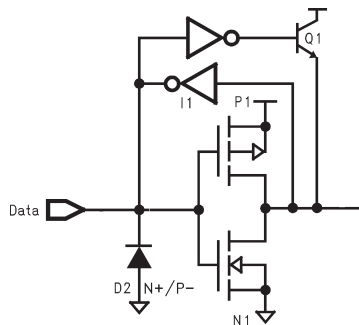


図1 バスホールド回路の概略図

バスホールド回路の機能

バスホールド回路は、デバイスの入力段の低ドライブ能力のインバータを使用し、デバイスの入力やバスにフィードバックを与えることにより動作します（図1参照）。このインバータは、入力に対する信号の印加がなくなると、次の入力信号によって入力がオーバードライブされるまで、デバイスの入力端子及びバスラインから最後に入力された信号の有効な論理を保持します。

CROSSVOLT™はFairchild Semiconductorの商標です。

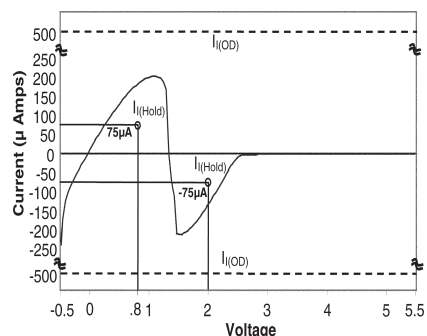


図2 バスホールド回路付きCROSSVOLT LVTデバイス（74LVTHxxx）の V_{ih} - I_{ih} 特性

Fairchild Semiconductorでは、バスホールドデバイスの対して、二種類のスペックを追加しています。（図2参照）。 $I_{ih}(\text{HOLD})$ は、バスホールド回路がデバイスまたはバスに供給可能な電流の最小値を示しています。 $I_{i(OD)}$ は、バスホールド回路により保持している論理状態を変化させるために必要なオーバードライブ電流の最小値です。（表1参照）。

表1 バスホールドスペック

Family	Symbol	V_{cc} (V)	Conditions	Min	Units
LVT (Note1)	$I_{ih}(\text{HOLD})$	3.0	$V_{in}=0.8V$	75	μA
		3.0	$V_{in}=0.2V$	-75	μA
	$I_{i(OD)}$	3.6	(Note 2)	500	μA
		3.6	(Note 3)	-500	μA
VCX (Note 4)	$I_{ih}(\text{HOLD})$	3.0	$V_{in}=0.8V$	75	μA
		3.0	$V_{in}=2.0V$	-75	μA
		2.3	$V_{in}=0.7V$	45	μA
		2.3	$V_{in}=1.6V$	-45	μA
		1.65	$V_{in}=0.57V$	25	μA
		1.65	$V_{in}=1.07V$	-25	μA
		3.6	(Note 4)	450	μA
		3.6	(Note 4)	-450	μA
		2.7	(Note 4)	300	μA
		2.7	(Note 4)	-300	μA
		1.95	(Note 4)	200	μA
		1.95	(Note 4)	-200	μA

Note 1: 74LVTxxxのデータ

Note 2: 論理状態をLOWからHIGHに変化させるためには、 $I_{i(OD)}$ ($500\mu A$) を外部から供給する必要があります。

Note 3: 論理状態をHIGHからLOWに変化させるためには、 $I_{i(OD)}$ ($-500\mu A$) 外部から供給する必要があります。

Note 4: 74VCXHxxxのデータ

バスホールド回路はどのような場合に使われるか？

バスホールド回路を持つデバイスは、他のデバイスやデータ バスが 3-state状態に置かれるシステムで使用されるように設計されています。前述したように、バスホールド回路はフローティング入力やデータ バスを有効な論理状態に保持するものです。デバイスの入力は常に有効な論理状態に保持しておく必要があります。入力をフローティングのままにしておくと、デバイスの発振や、データ エラーの原因となります。データにエラーが発生すると、バスの競合や、過大な電流が発生し、デバイスやシステムの信頼性に影響を与えます。

また、デバイスの入力と同様に、システムのデータ バスも、有効な論理状態に保持する必要があります。

バスのフローティングが発生した場合、データにエラーが生じ、デバイスやシステムの信頼性の低下につながります。また、データ バスにおいては、バスに接続される、デバイス入力のビット幅に比例し、問題が複雑になります。

Fairchildのバスホールド回路付きCROSSVOLTシリーズは、基盤の実装密度が高く、余剰スペースが無い場合大きな威力を発揮します。このような基盤上でCROSSVOLTシリーズを使用すると、外部抵抗用のパッド、GNDやVCC用のトレース ラインを設置が不要になります。

また、バスホールド回路を持つデバイスは、他のデバイスやバスを有効な論理状態に保持する機能を提供します。この時、デバイスの入力やバスは、フローティング、または3-stateになる直前の論理状態に保持されます。これに対し、外部抵抗を用いた場合には、常に同じ論理に保持します。

バスホールド回路付きのデバイスを使用してデータ バスの設計を行う場合、バスホールド回路のドライブ能力とバスが要求する電流の条件を考慮する必要があります。CROSSVOLTシリーズでは、 $I_{L(HOLD)}$ スペックが $\pm 75 \mu A$ となっているので、一つのバスホールド デバイスを使用することで規模の大きなデータ バスの論理状態を保持し、且つ消費電力を抑えることが出来ます。また、バス上のすべてのデバイス入力の I_{IN} (入力電流) も考慮に入れなければなりません。代表的なCMOSデバイスの I_{IN} は、 $1 \mu A$ から $5 \mu A$ です。

CROSSVOLTシリーズの $I_{L(OO)}$ は、 $\pm 500 \mu A$ スペックなので、データ バスを容易にスイッチングすることが出来ます。通常、CMOSデバイスのドライブ能力は $\pm 24 mA$ 以上です。

バスホールド回路を推奨しない場合

アプリケーションによっては、バスホールド機能が不適当、またはその使用を制限すべき場合があります。このような場合は、バスホールド回路を持たない同性能のデバイスを使用することを推奨します。Fairchild Semiconductorでは、バスホールド回路を備えたCROSSVOLTシリーズと同等のドライブ能力及びAC特性を持ちながら、入力にはバスホールド回路を備えていない製品群を提供しています (図3参照)。

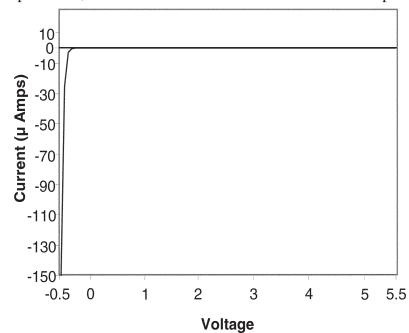


図3 バスホールド回路を持たないCROSSVOLT デバイスの $V_{IN}-I_{IN}$ 特性

すべてのシステムまたはデータ バス上のバスホールド回路は、問題を引き起こす場合もあります。複数レシーバを持つマルチドロップ バス上では、データ バスを有効な論理状態に保持するために必要最小限のデバイスでバスホールド機能を使用すべきです。なぜならば、データ バス上のすべてのバスホールド デバイスの $I_{L(OO)}$ としてリークされる電流が合計されるためです。例えば、データ バス上で10-bitの入力がバスホールド機能を持っている場合、 $I_{L(OO)}$ が $\pm 500 \mu A$ のLVTHを使用し、データ バスをスイッチするためには、最低5mAの $I_{L(OO)}$ によるリーク電流が必要となります。また、 $I_{L(HOLD)}$ が $\pm 75 \mu A$ のLVTHを使用した場合、データ バス上の、この10-bitの入力を保持するために750 μA のドライブ電流が供給可能となりますが、このような大きなドライブ電流は、CMOS入力デバイスでは全く不要なもので、単にシステムの消費電力を増大させる原因となってしまいます。

バスホールド回路は、プルアップ抵抗やプルダウン抵抗の代わりとなるもので、これらの抵抗とバスホールド回路を同時に使用すると、消費電力が増加し、抵抗とバスホールド入力を持つ負荷が大きい場合、必要時間内にドライバが負荷をスイッチできなくなります。

バスホールド機能とプルアップ/プルダウン抵抗を同時に備えたシステムの中には存在しますが、このようなシステムは推奨できません。しかしながら、例えば、バスホールド回路を持ったデバイスの電源がOFFになってもバスを有効な論理状態に保持しなければならない場合、プルアップ/プルダウン抵抗の推奨値は50k Ω となり、最低限の消費電力の増加でバスホールド回路は正常に機能します。この抵抗値の計算方法の詳細は付録を参照してください。

テブナンまたはパラレル終端を用いたシステム設計では、データ バス上でバスホールド入力を使用する場合、ドライブ電流とスピードを厳密に計算する必要があります。これを怠った場合、バスホールド機能と外部抵抗を併用した場合と同様に、消費電力の増加や動作上の問題が発生します。

また、バスホールド回路を持つデバイスを不適切に使用した場合、複数の電源電圧が混在するバスにおいても問題が生じます。バスホールド回路を持つデバイスは、それ自体のVCC以上のバスをプルアップすることができません。バス上に3Vデバイスと5Vデバイスの入力が混在する場合において、このバスをバスホールド機能により3Vレベルに保持した場合、同一バス上の5V入力は中間電位に保持されるため、 ΔI_{CC} と I_{CC1} は非常に高レベルまで増加してしまいます。ポイント ツーポイント (入出力の接続が1:1) で構成されたバスでは、ドライバの出力が3-stateでない場合、またはレシーバから切断されている場合、バスホールド機能は不必要になります。

まとめ

Fairchild Semiconductorのバスホールド機能を備えたCROSSVOLT 低電圧ロジック製品を使用することにより、オープンな入力を有効な論理状態に保持するために、外部抵抗を使用する必要がなくなります。この結果、デバイスやデータバスは、非バスホールドデバイスを使用した場合に生じるリーク電流の増加や、発振ならびにシステムデータのエラーをまねくフローティング入力に対する安全性を高めることが出来るようになります。

バスホールド回路は、デバイスの入力段に付加されたインバータを使用し、デバイスの入力とバスにフィードバックを与えることによって機能します。入力信号がなくなると、バスホールド回路は次の信号入

力によってオーバードライブされるまで、デバイス入力とバスライン上に最後に印加された有効な論理レベルを保持します。

バスホールド機能は、デバイスの入力やデータバスが3-state状態になるシステムでの使用を前提に設計されており、フローティング入力対策用の外部抵抗の代わりに使用すべきものです。バスホールド回路を、この外部抵抗の代わりでなく、この外部抵抗と併用した場合、システムの消費電力は増大し、タイミング上の問題が発生する可能性があります。同様の問題は、テブナンやパラレル終端を使用した設計を採用したシステムまたは、異なる電圧間のインタフェースを持つバス上でも同様に発生します。

付録 A:

バスホールド入力調節抵抗の電流計算（本例ではLVTを使用しています。）

ブルアップ抵抗値:

$$V_{CC} = 3.0V$$

$$V_{IN} = 2.0V \quad (I_{HOLD} \text{ 仕様が } 75 \mu A \text{ 時は } 0.8V)$$

$$(3.0V - 0.8V) / 0.000075A = 29 \text{ k}\Omega$$

29K = (最大ON抵抗)

50Kを選ぶと、

$$[(3.0V - 0.8V) / 50K] = 44 \mu A$$

となるため、最小バスホールドLOW電流を、次のように減少させます。

$$75 \mu A \text{ から } (75 \mu A - 44 \mu A) \text{ または } 31 \mu A$$

ブルダウン抵抗値:

$$V_{CC} = 3.0V$$

$$V_{IN} = 2.0V \quad (I_{HOLD} \text{ 仕様が } 75 \mu A \text{ 時は } 2.0V)$$

$$2.0V / 0.000075A = 26.7 \text{ k}\Omega$$

26.7K = (最大ON抵抗)

50Kを選ぶと、

$$2.0 / 50K = 40 \mu A$$

となるため、最小バスホールドLOW電流を、次のように減少させます。

$$75 \mu A \text{ から } (75 \mu A - 40 \mu A) \text{ または } 35 \mu A$$

フェアチャイルド社はここで述べた回路の使用に関し一切の責任を負わない。また、回路の特許ライセンスを許可するものでもない。フェアチャイルド社は前記回路および仕様をいつでも予告なく変更する権利を留保する。

生命維持に関する方針

フェアチャイルド・セミコンダクターの社長の書面による明確な許可なく、生命維持装置または生命維持システムの重要部品としてフェアチャイルド社の製品を使用することを禁じる。ここで、「生命維持装置または生命維持システム」および「重要部品」の意味は、以下のとおりである。

1. 生命維持装置または生命維持システムとは、(a) 外科的に体内に移植することを目的にしたもの、または、(b) 生命を支持または維持するもので、かつ (c) ラベルに記された使用手順にしたがって正しく使用していても故障が発生すると使用者に重大な傷害を及ぼすことが十分に予想される装置またはシステムである。
2. 重要部品とは、生命維持装置または生命維持システムのいかなる部品であるにかかわらず、故障が発生すると、それが生命維持装置もしくは生命維持システムの故障につながるか、またはその安全性もしくは有効性に影響を与えることが十分に予想される部品である。

www.fairchildsemi.com