

第4章 丸見え！マイコン/ICの内部トランジスタ回路

4-1

しょっちゅう使う5V↔3.3V変換はコレでOK!

MOSFETひとつで作るI²C電圧変換回路

山田 浩之 Hiroyuki Yamada

異なる電圧レベルのICやセンサを接続する際は注意が必要です。例えば5Vで動作するマイコンと3.3V動作のセンサを接続する場合、I/Oポートを直接接続するとセンサを壊してしまうかもしれません。このような場合、適切な電圧変換回路が必要です(図1)。

センサでよく使われるI²Cバスの場合、双方向に電圧変換可能な回路が必要です。この機能をもつICは電圧トランスレータICとして市販されていますが、1個のMOSFETを使って組むこともできます。

● 電圧変換回路の構成

図2はNチャネルMOSFETで作る簡易な電圧変換回路です。オープン・ドレインで駆動されるV_A電圧レベルとV_B電圧レベルの信号を相互に変換します。R_{PU1}、R_{PU2}はプルアップ抵抗、C_{P1}、C_{P2}はバスの浮遊容量(オシロプロブを含む：意外と無視できない)を表しています。

また、C_{iss}、C_{rss}、C_{oss}はMOSFET内部の入力容量と帰還容量、出力容量です。

MOSFETにはドレインからソースにボディ・ダイオードが存在するため、電圧の高い方(V_A)がドレイン側、低い方(V_B)がソース側である必要があります。この回路はしばしばI²C電圧変換回路として紹介されますが、単方向バスにも適用できます。

● 双方向電圧変換の動作

回路の動作を説明します。ここでは、“L”レベルは0V(GND)、“H”レベルはそれぞれV_A、V_Bとします。PORTA、PORTBが“H”の場合、MOSFETはゲ-

ート・ソース電位がともにV_Bとなり、V_{GS}=0[V]なのでオフになり、プルアップ抵抗によって両ポートの電圧はV_A、V_Bに保たれます。

次に、高電位側のPORTAが“L”になると(図3)、ソース端子よりもドレイン端子の電位が低いため、ドレイン端子が動作上のソースとなります。

このときのゲート-ソース間電圧V_{GS}≧V_{GS(th)}であればQ₁はオンになり、PORTBの電圧はPORTAと同電位(0V)となります。なお、V_{GS(th)}はMOSFETがオンになるしきい値電圧です。

反対に低電位側のPORTBが“L”になると、ソース電位がGNDレベルに下がるためV_{GS}が生じ、MOSFETがオンになります(図4)。PORTA側も“L”になります。

● 実測波形

5V/3.3Vの相互変換として、100kHzをオープン・ドレイン出力でPORTA(5V)側に入力したときの波

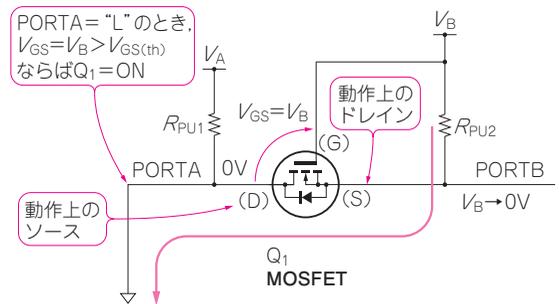


図3 PORTAが“L”のときはドレイン端子がソースとして動作してQ₁がオンになる

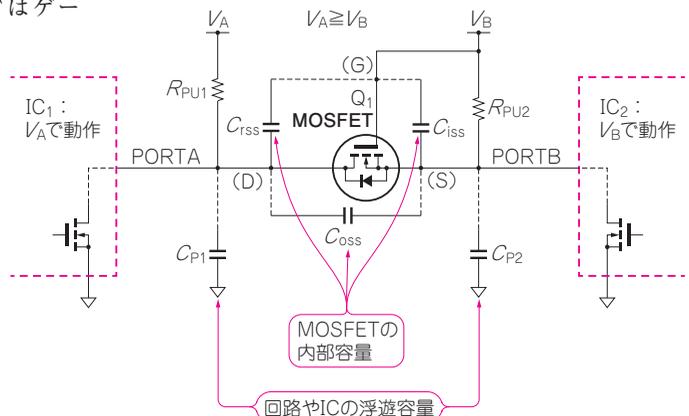


図2 I²Cバスで使える簡易な両方向電圧変換回路

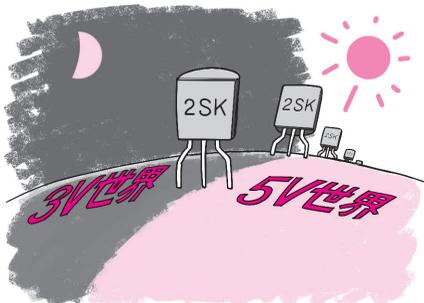


図1 異電圧世界の受け渡しのイメージ