

[第3章]

少ないI/Oで4桁表示を目指す

7セグメントLEDの点灯

後田 敏

3-1 7セグメントLEDによる表示の基本

● 7セグメントLEDとは

7セグメントLEDは、数字が表現できるようにLEDを丸から長方形に伸ばした7個と、小数点表示分1個を含む計8個のLEDを組み合わせて1個のモジュールにしたものです。図3-1に示すように、a～gおよびDPとセグメントに名前がついています。これを組み合わせて光らせ、数字を表現します。

7セグメントLEDはLEDの端子のまとめ方により、アノード・コモンとカソード・コモンがあります。名前のとおり、図3-2に示すようにアノード・コモンはセグメントになった7個(8個)のLEDのアノード端子をまとめたもの、カソード・コモンはセグメントになった7個(8個)のカソード端子がまとめられています。

● マイコンへの接続

マイコンへ7セグメントLEDを接続する場合、マイコンのI/Oのドライブ性能によって直接接続で使えないものがあります。一般的な7セグメントLEDの元素は元々1個のLEDなので、1セグ

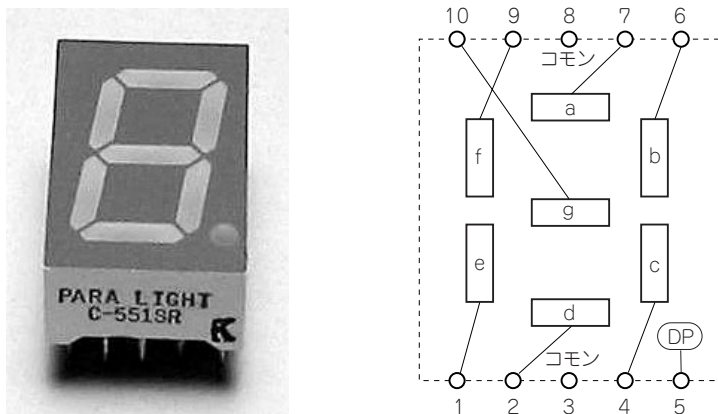


図3-1 7セグメントの外観と内部のピン配置例 (パラライト製C-551SR)

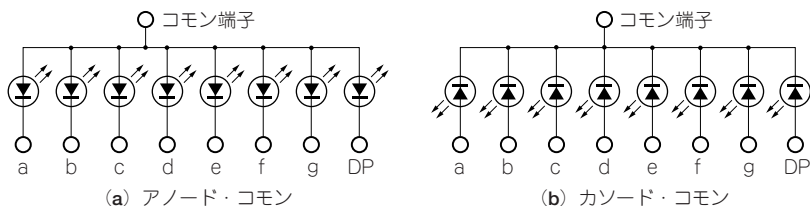


図3-2 7セグメントLEDのアノード・コモンとカソード・コモンの内部配線

メント当たり5mAから15mA流すようになっています。

PICマイコンやH8マイコンなどのポート・ピンは“L”レベル電圧を0Vにして、この電流をドライブすることができます。これならば、アノード・コモン7セグメントLEDを使用することができます。

具体的には、図3-3に示すように、アノード・コモン7セグメントLEDのコモン端子に電源を接続すれば、“L”レベルにすることでLEDを点灯できます。たとえば、ポート・ピンに接続されたbセグメントとcセグメントを同時に“L”レベルにするとその二つが点灯するので、数字の「1」の表示になります。

一方、PICマイコンのようにポート・ピンを“H”レベルの電圧+5Vにしてこの電流をドライブすることができれば、カソード・コモン7セグメントLEDが使用できます。

図3-4に示すように、カソード・コモン7セグメントLEDのコモン端子をグラウンドに接続すれば“H”レベルでLEDを点灯できます。たとえば、ポート・ピンに接続されたbセグメントやcセグメントを同時に“H”レベルにするとその二つが点灯するので、数字の「1」の表示になります。

7セグメントLEDを使用する場合、マイコンのポート・ピン数は7本必要です。ドット表示を含めると8本になります。外付け回路なしで使うならば、これらのピンですべてドライブできる必要があります。

マイコンで7セグメントLEDを表示させるとき、アノード・コモンとカソード・コモンは出力するデータが逆です。データの1, 0を間違えてプログラムすると、7セグメントLEDの明かりが消えたところで字を書いてしまったりします。

マイコンによってはポート・ピンのドライブ性能により、直接ドライブできるものがアノード・コモンかカソード・コモンのどちらかのみというのがあります。しかし、直接7セグメントLEDをドライブできないポートをもったマイコンの場合は、ドライブするための外付け回路が必要になります。

さらに、7セグメント分そのままトランジスタや専用ドライバで行う外付け回路では、ポートが7

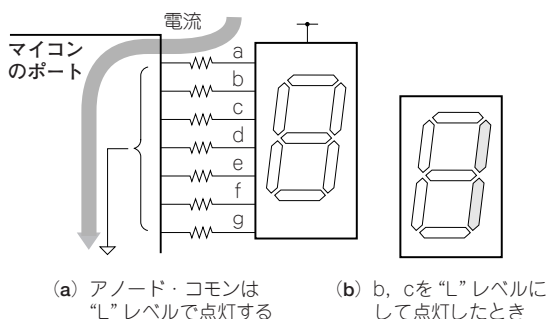


図3-3 アノード・コモンLEDのドライブ

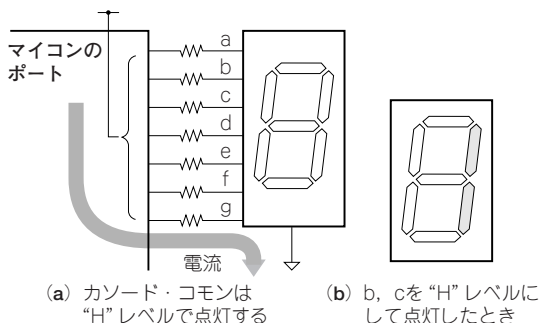


図3-4 カソード・コモンLEDのドライブ

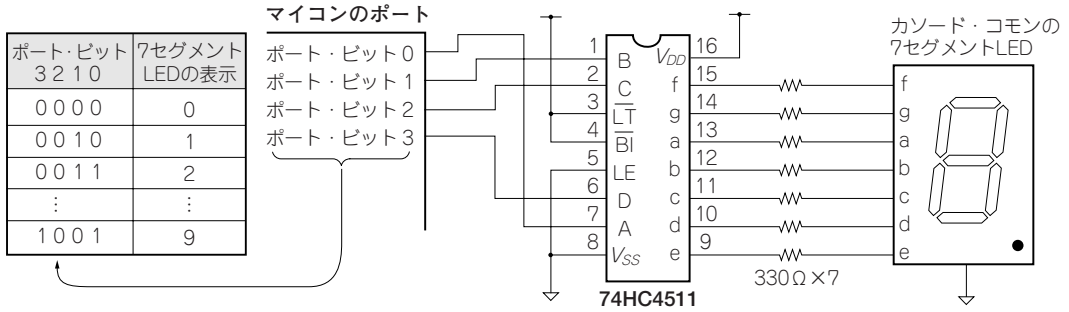


図3-5 7セグメントLEDドライバ付表示回路

本も必要になるので、ちょっとむだです。

ここでは、BCDコードを入力すると7セグメントLEDに数字を表示するデコーダ/ドライバ専用ICを使いましょう。これならば4本のポートで数字を表示できます。この専用ICは使用する7セグメントLEDごとアノード・コモン用とカソード・コモン用があります。筆者は、0を出力すると点灯するというよりも1を出力すると点灯するほうがなじみがあります。ここでは、カソード・コモンの7セグメントLEDをドライブする例で説明します。

図3-5に示すように、カソード・コモン7セグメントLEDをドライブするために74HC4511を使います。表3-1に示すように、入力はA, B, C, Dの4ビットで、数字0~9を表示するようにa~gをデコードします。

表3-1⁽¹⁾ BCDをデコードする74HC4511の真理値表

入 力							出 力							ディスプレイ・モード
LE	\overline{BI}	\overline{LT}	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
※	※	L	※	※	※	※	H	H	H	H	H	H	H	8
※	L	H	※	※	※	※	L	L	L	L	L	L	L	ブランク
L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	H	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	9
L	H	H	H	L	H	※	L	L	L	L	L	L	L	ブランク
L	H	H	H	H	※	※	L	L	L	L	L	L	L	ブランク
H	H	H	※	※	※	※	LEの立ち上がりときの出力状態を保持する							—

※ Don't Care

BCD入力

ランプ・テスト

“L”でブランク

BCD入力をラッチ

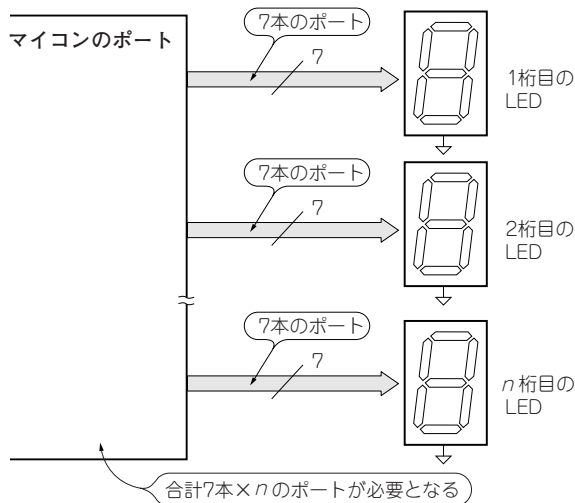


図3-6
スタティック点灯回路

● 7セグメントLED4個でダイナミック点灯

次に、7セグメントLEDを複数使用する場合を考えてみましょう。普通の考えでは図3-6に示すように、 n 桁の7セグメントLEDに表示するには、7ポート $\times n$ 桁のポートが必要になります。これをスタティック点灯といいます。ポートの少ないマイコンでは不利というか、ピン数が足りないのです。そのままでは駆動できません。

これに対して、どの7セグメントLEDを表示するかという切り替え信号を用意すると、桁数のポートが増えるだけです。図3-7に示すように4桁分の7セグメントLEDならば、SEL₀～SEL₃の4ポートを追加すればよいことになります。

7セグメントLEDを順番(高速)に点灯させるようにすれば、セグメント表示用のデータ出力7ポ-

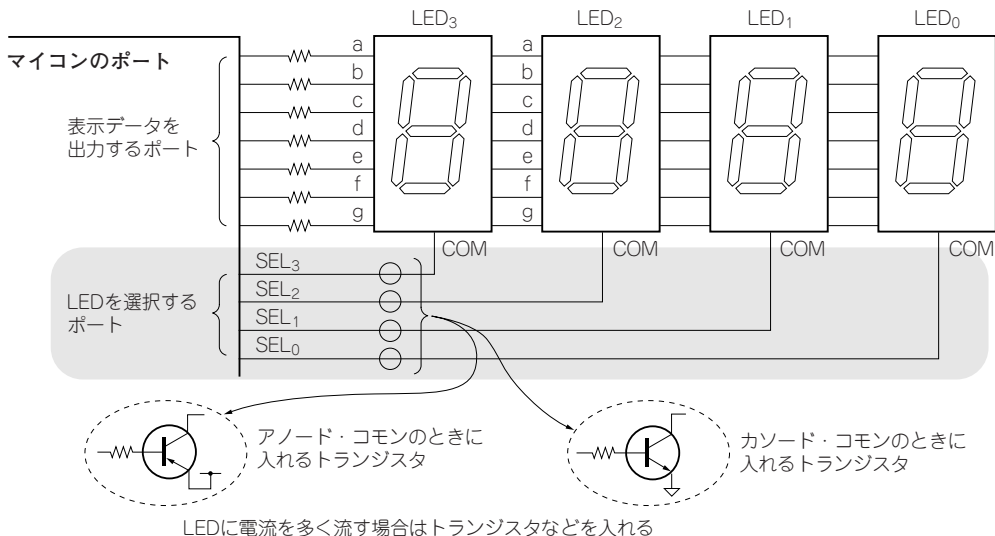


図3-7 ダイナミック点灯回路

見本

トが共通に使用できます。どの7セグメントLEDを表示させるかの切り替え用ポートは桁数が4本なので、合計11ポートで可能になります。このように、順番に切り替えながら表示する方式をダイナミック点灯といいます。

マイコンの表示データを出力するポートは、1個の場合と同じドライブ能力があれば、そのまま直接接続できます。しかし、コモン端子 (COM) は7セグメント分の合計電流が流れるので、最大定格電流を超えない範囲で使用します。

一般的には、それぞれにトランジスタなどを入れて電流増大を図るようにします。このトランジスタはアノード・コモン7セグメントLEDを使う場合はPNPトランジスタ、カソード・コモン7セグメントLEDを使う場合はNPNトランジスタを使います。使う7セグメントLEDにより、データ出力も1と0が逆になります。

ここでトランジスタを入れていない図3-7の回路で、カソード・コモンの7セグメントLEDを4桁使ってダイナミック点灯させる場合のタイミングを図3-8に示します。0の位の表示データを“H”レベルで出力したあと、SEL₀を“L”レベルにするとLED₀にその数字が表示されます。次に10の位の表示データを“H”レベルで出力したあとにSEL₁を“L”レベルにすれば、LED₁にその数字が表示されます。

このように各桁を高速に切り替えれば、4桁とも7セグメントLEDに数字が表示されているように見えます。この切り替えが遅いと、人の目にはちらついているように見え、また高速すぎると全部点灯したように見えてしまいます。そのため、この切り替え周期は、最低でも60Hz以上、速くても数

図3-8
カソード・コモンの7セグメントLEDでダイナミック点灯をするタイミング

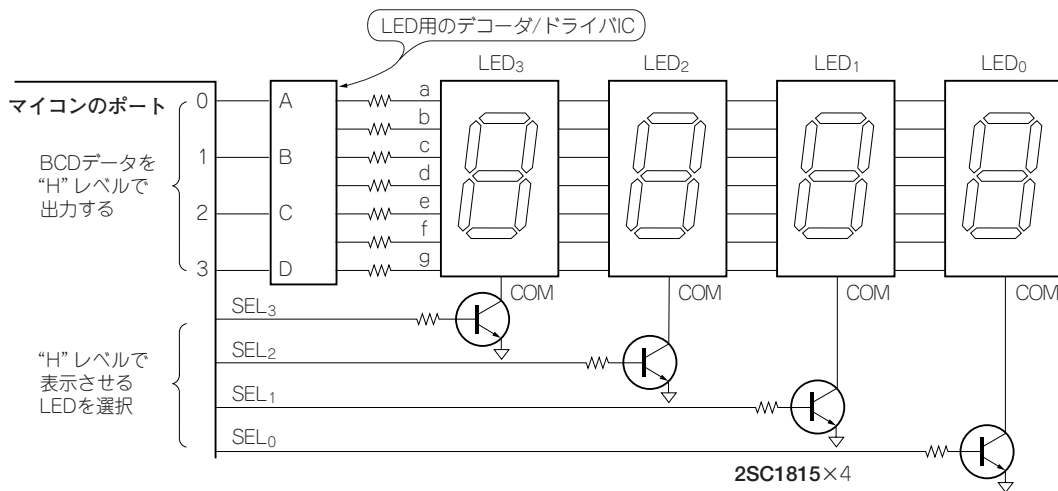
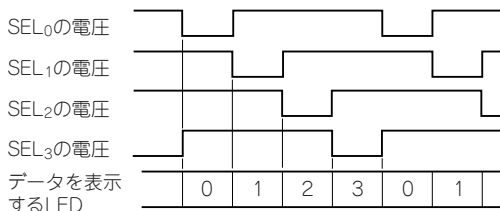


図3-9 トランジスタのドライバを外付けしてダイナミック点灯する回路