

第1章 マイコン周辺回路

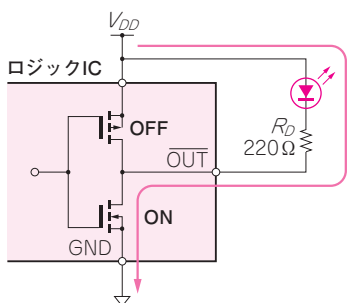
1-1 マイコンやロジックICは出すより引くのが得意

● 上につなぐか下につなぐかで明さが変わる
図1に示すのはマイコンやロジックICを使ったインジケータ用LEDの点灯回路です。

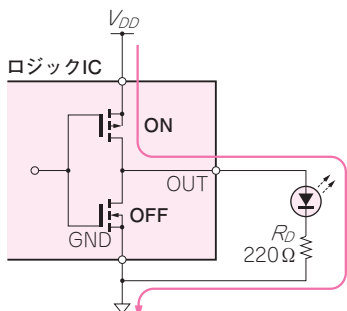
図1(a)は、OUT端子を“L”にするとLEDが点く、負論理のドライブ回路です。図1(b)は、OUT端子を“H”にするとLEDが点く、正論理のドライブ回路です。

一見、どちらの接続方法でも変わらないように見えますが、LEDの輝度を高くして直射日光の下でもインジケータの視認性を向上させるには、図1(a)がベターです。

理由は、ロジックICの内部回路にあります。ロジックICの出力回路は、トランジスタのハーフ・ブリッジ回路になっており、下側のNチャネル・トランジスタ(ロー・サイド)のほうが、上側のPチャネル・トランジスタ(ハイ・サイド)よりもオン抵抗が低く駆動能力が高い、つまり流すことができる電流が大きいのです。LEDの輝度を上げようとして、直列に接続された抵抗の値を小さくしたり、高価な高輝度LEDに変えても、思ったほど明るくならない場合は、ICの非対称な出力電流特性を疑ってみるとよいでしょう。



(a) 負論理で駆動(明るい)



(b) 正論理で駆動(暗い)

◀ 図1 LEDが点灯/消灯できる二つの回路…どちらが明るく点灯する？

● ロジックICの出力特性を求める方法1…データシートを利用する

ロジックICから引き出せる電流値は、データシートに記載されたスペック表から分かります。表1に示すのは、一般的なCMOSロジックIC 74HC04の出力特性です。出力電圧(V_{OH} と V_{OL})は、電源電圧(V_{CC})や出力電流(I_O)によって変わることが分かります。

表1から、等価的な出力抵抗値を求めて整理しなおすと表2のようになります。ロジックICの“H”を出力しているときのハイ・サイド・トランジスタのオン抵抗(R_{OH})は、“L”を出力しているときのロー・サイド・トランジスタのオン抵抗(R_{OL})よりも大きいことがわかります。つまり、“H”を出力するより、“L”を出力するほうが電流を多く流せます。

表2に示す抵抗値を利用すると、さまざまな駆動条件下におけるだいたいの出力電流値を算出できます。

● ロジックICの出力特性を求める方法2…SPICEシミュレーションを利用する

表1の最大定格値から、 ± 25 mA程度まで電流を出力できると考えてはいけません。詳細な出力特性は、図2に示す接続回路でシミュレーションまたは実験することによって調べることができます。

図3に示すのは、CMOSロジックIC 74HC04のトランジスタ・レベルのSPICEモデルを使ってシミュレ

表1⁽¹⁾ ロジックICの出力特性を求める方法その1…データシートのDC特性を参照

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
最大出力電流	I_O	$-0.5 \text{ V} < V_O < V_{CC} < +0.5 \text{ V}$	-	-	± 25	mA

(a) 最大定格

項目	記号	試験条件(@ $T_A = 25^\circ\text{C}$)		最小	標準	最大	単位
		V_{CC} [V]	I_O [mA]				
Hレベル出力電圧	V_{OH}	2.0	-0.02	1.90	2.00	-	V
		4.5	-0.02	4.40	4.50	-	V
		4.5	-4.00	3.98	4.32	-	V
		6.0	-0.02	5.90	6.00	-	V
		6.0	-5.20	5.48	5.81	-	V
Lレベル出力電圧	V_{OL}	2.0	0.02	-	0.00	0.10	V
		4.5	0.02	-	0.00	0.10	V
		4.5	4.00	-	0.15	0.26	V
		6.0	0.02	-	0.00	0.10	V
		6.0	5.20	-	0.16	0.26	V

(b) DC特性