

相補トランジスタの複合接続について

金 野 靖 英*

The Compound Connections of the Complementary Transistors

Yasuhide KONNO

要 旨

本稿では相補トランジスタの複合接続の種類を、そのベースに着目して5組に分類した。さらに分類されたⅣの組について検討をくわえた結果、図4 (C) の回路が良好な振幅比較動作を行なうことが得られた。

Synopsis

In this paper, the compound connections of the complementary transistors is divided five classes, paying attention to the Base. And then it is reported that when the classified group IV is examined, the circuit of Fig. 4(C) is a good comparator.

1. ま え が き

複数個のトランジスタを複合接続して、これをひとつの能動素子と考えると、有用な回路を系統的に導くことができる。トランジスタの複合接続の方法や種類その回路等については種々の報告⁽¹⁾⁽²⁾があるが、本稿では PNP と NPN の相補トランジスタの複合接続の種類と個数について考察、分類を行ない、さらに分類したⅣの組に 外部抵抗と電源を接続した回路について検討を行なったので報告する。

2. 相補トランジスタの複合接続方法

PNP と NPN のトランジスタ2個を複合接続してこれを1個の能動素子と考える場合、トランジスタは3端子であるから、複合接続された1個の能動素子とみなすためには一方のトランジスタの任意の2個以上の端子が他方のトランジスタの任意の端子に接続されていなければならない。2個の端子が接続されてできる複合素子を図2に、3個の端子が接続されてできる複合素子を図3に示す。

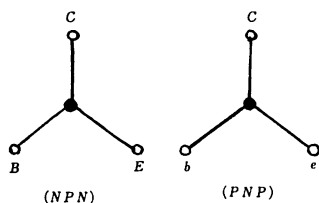


図1 トランジスタ

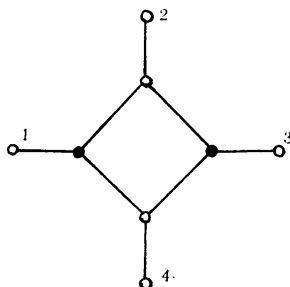


図2 2端子複合素子

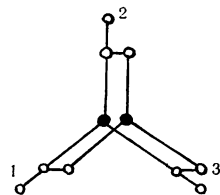


図3 3端子複合素子

* 講師 電気工学科

図2の複合素子は4端子であり、複合端子が2個、単独端子が2個よりなっている。複合端子については無視すると2端子あるいは3端子素子となるが、これは4端子の特別な場合と考える。又図3の複合素子は、3端子である。

3. 複合接続の種類

このように複合接続することによってできる複合素子は3端子複合素子が6種類、2端子複合素子が18種類である。2端子複合素子については、この複合端子

表1 相補トランジスタ複合接続の種類

組	No.	接 続	形	組	No.	接 続	形	組	No.	接 続	形
I	1	E-e C-e		II	4	B-b C-e		IV	2'	B-e C-b	
	2	E-e C-e			4'	E-e C-b			3	B-e C-b	
II	1	E-e B-b		III	1	E-e B-b		V	1	E-e B-b C-e	
	1'	E-b C-e			2	E-e B-b			2	E-e B-b C-e	
	2	E-e B-b			2	B-b C-e			3	E-b B-e C-e	
	2'	E-e C-b		IV	3	B-b C-e			4	E-b B-e C-e	
	3	B-e C-e			1	B-e E-b			4'	E-e B-e C-b	
	3'	E-b C-e			2	B-b E-b			5	E-e B-e C-b	

と単独端子に着目して分類する。トランジスタは基本的にはベースを制御端子としているから、ベースの複合端子、単独端子の含まれ方により次のような4通りの組に分けられる。

- I. トランジスタの両方のベースとも単独端子となっている組
- II. トランジスタの一方のベースのみが単独端子となっている組
- III. トランジスタの両方のベースを複合端子のひとつに共有する組
- IV. トランジスタの両方のベースを複合端子のそれぞれに含んでいる組

この4組と、Vとして3端子複合素子の組をあわせて表1に示す。これを直列接続、並列接続という点からみると⁽¹⁾、IIIは直列形、IIは並列形、IとVIは他の形ということになる。

表よりII-1'、II-2'、II-3'、II-4'、III-2'、VI-2'、V-4'はそれぞれII-1、II-2、II-3、II-4、III-2、VI-2、V-4の相補形であるから、実際は3端子複合素子が5種類、2端子複合素子が12種類と考えてよい。2端子複合素子を実際に使用する場合、4端子であるから接地端子の選び方は4通りあり、残った端子を入力端子、出力端子、制御端子にする組合せは6通りである。したがって12種類と考えると288個⁽¹⁾、相補形もいれて18種類とすると、432個となる。又3端子素子では5種類とすると30個、6種類とすると36個となり、相補トランジスタの複合接続回路の全個数は相補形を除くと318個、相補形も含めると468個となる。しかしながら実際にはトランジスタ作用をじゅうぶん効果的に行なわせるためのバイアスの関係や入力端子から出力端子への信号路が存在するかどうかの点等により実用的なものは限られる。

4. IVの組について

このように分類された5組のうち、VIの組はベースが複合端子のそれぞれに含まれているので、それぞれのトランジスタの動作が互いに影響をうけやすい構成となっている。そのため、新しい4端子能動素子としての可能性がある。

ここでVIの組について図4のように外部抵抗と電源を接続した回路を考え（VI-2については相補形であるから省略）、検討をくわえてみよう。

図4(a)については相補対形マルチパイプレートとして知られているものである。両方のトランジスタに二安定状態が存在し、同時にON状態、OFF状態をとる。信号がない時に、常にOFF状態をとるようにすると電力消費を少くできる利点がある。

図4(b)については端子1、2間の電圧は常に順方向に加えられるから T_{r1} 、 T_{r2} ともにON状態となっている。しかし2の電位を一定にたもち、1に信号を加えて1の電位を上昇させ2より大きくすると T_{r1} 、 T_{r2} ともにOFF状態となる。したがってこの回路は1、2端子間の電位差によりON、OFF動作を行なうことができる性質をもっている。

5. 振幅比較回路⁽³⁾

図4(c)において T_{r1} 、 T_{r2} ともON状態にして置き、入力端子を T_{r1} のエミッタ、出力端子を T_{r1} のコレクタとして、この入出力特性を考える。入力0においては T_{r1} のコレクタ電圧は R_1 の電圧降下分だけ、 T_{r2} のエミッタも R_3 の電圧降下分だけ電源電圧 V_{cc} より低くなっている。入力 v_i を増加させると T_{r2} のベース・エミッタ間電圧が T_{r2} カットオフ電圧の近くまで T_{r1} はON状態を維持しつづける。

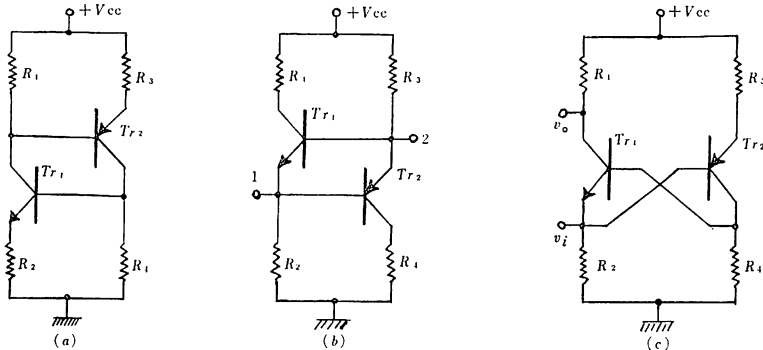


図4 IVの組に外部抵抗と電源を接続した回路

カットオフ電圧の近くになると T_{r2} のコレクタ電流は減少するので R_4 の電圧降下は減少し、 T_{r1} のベース電位は下がる。したがって、 T_{r1} においてはエミッタ電位の上昇とあいまってベース・エミッタ間電圧が急激に下がることにより、コレクタ電圧はすどい立上りで、ON 状態から OFF 状態に変化する。この時 T_{r2} は ON 状態にあるが、さらに v_i の増加により OFF 状態となり T_{r1} 、 T_{r2} ともに OFF 状態を保ち続ける。この回路の 1 例について入出力特性の測定結果を図 5 に示す。変化領域においては出力電圧の変化

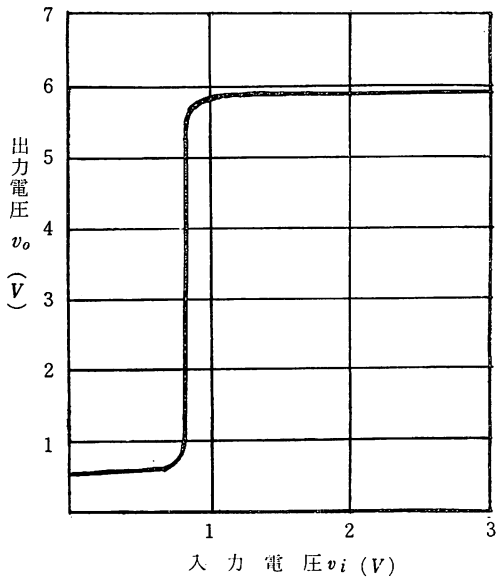


図5 入出力特性

は、入力为数10mV の範囲で得られ、きわめて良好な振幅比較回路を構成していることがわかる。また回路定数のとり方によって、比較レベルの調整が可能である。この回路は振幅比較素子として種々の応用が考えられる。

6. む す び

相補トランジスタの複合接続について、2 端子複合素子とそのベースに着目して、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅵの 4 組に分類し、3 端子複合素子の組をⅤとして全体で 5 組に分けられることを示した。複合素子の各端子をそれぞれの役割に応じて、その組合せを考えると相補トランジスタの複合接続の全回路数は 468 個となる。

さらにⅥの組について外部抵抗と電源を接続した場合について検討をくわえ、図 4 (C) の回路がきわめて良好な振幅比較動作を行なうことを示した。この回路についてはパルス回路、論理回路等への応用が考えられる。おわりに、いろいろと御指導いただいた北大工学部、黒部貞一教授、ならびに電子回路講座のみなさんに深く感謝いたします。

文 献

- (1) 大森・片岡；電気四学会連合大会（1970）1880
- (2) 小林；電気学会全国大会（1970）1227
- (3) 金野・黒部；電気四学会北海道支部連合大会（1971）11

（昭和47年1月11日受理）