

§ 2. ブール代数

デジタル信号を扱うための論理回路の信号は、ほとんどの場合、二つの値で表す。

これを二値論理という。論理回路の信号を、三つ以上の値で表す方法もあり、フラッシュメモリなどで応用されているが、これは例外的な場合である。

よって、論理回路の信号は、ブール代数によって扱われる。

論理変数 A を考える。 A は、0 または 1 の値をとる。論理変数 A, B に対し、次の演算を考える。

1. 否定 (NOT) \bar{A}
2. 論理和 (OR) $A+B$
3. 論理積 (AND) $A \cdot B$

これらの演算は、次の関係を満たすものと「定義」されている。このような表を真理値表 (Truth table) という (電圧で書いたものは動作表という)。

A	\bar{A}	A	B	$A+B$	A	B	$A \cdot B$
0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	0
		1	0	1	1	0	0
		1	1	1	1	1	1

これらより、次の法則が成り立つことが分かる (簡単に証明することができる)。

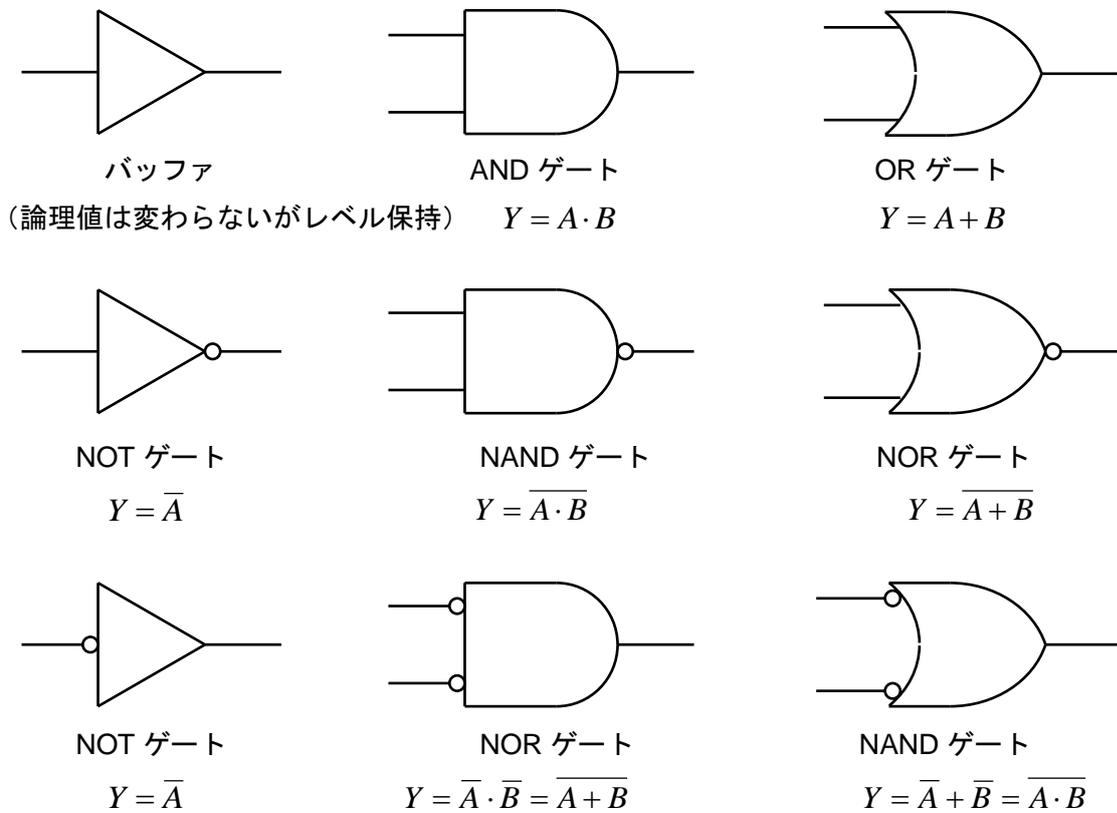
1. 交換則 $A+B=B+A, A \cdot B=B \cdot A$
2. 結合則 $A+(B+C)=(A+B)+C, A \cdot (B \cdot C)=(A \cdot B) \cdot C$
3. 分配則 $A \cdot (B+C)=A \cdot B+A \cdot C,$
4. 吸収則 $A+0=A, A+1=1, A \cdot 0=0, A \cdot 1=A$ (和の吸収則に注意)
5. ド・モルガンの法則 $\overline{A+B}=\bar{A} \cdot \bar{B}, \overline{A \cdot B}=\bar{A}+\bar{B}$ (論理の置き換えに使用する)

(証明)

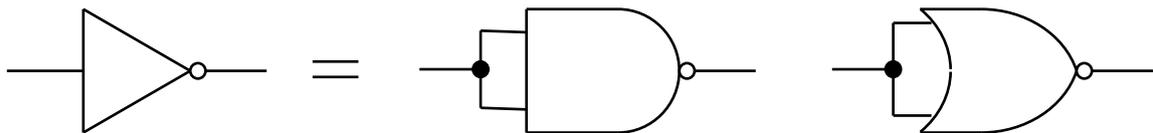
A	B	\bar{A}	\bar{B}	$A+B$	$\overline{A+B}$	$\bar{A} \cdot \bar{B}$	$A \cdot B$	$\overline{A \cdot B}$	$\bar{A}+\bar{B}$
0	0	1	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0	1	0	0

§ 3. 論理回路の記号

論理回路は、通常、MIL 記号 (Military Standard : 米国陸軍規格) で表される。



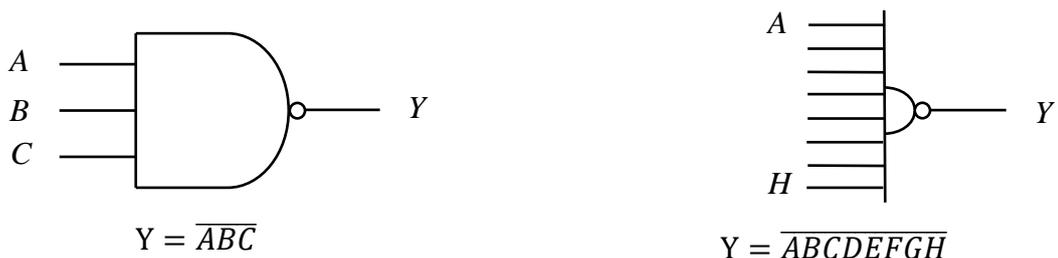
このように、基本的な論理演算機能をもつものをゲートと呼ぶ。また、NOT 回路は、NAND ゲートもしくは NOR ゲートを用いて、以下のように表すことができる。



デジタル LSI の規模はゲート数、もしくはトランジスタ (FET) 数で表現する。

すべての論理回路は、これらのゲートを用いて作成することができる。ド・モルガンの法則を用いると、AND ゲートを OR ゲートで、OR ゲートを AND ゲートで実現することができる。すなわち、NAND ゲートもしくは NOR ゲートのみで、すべての論理回路を構成することができる。

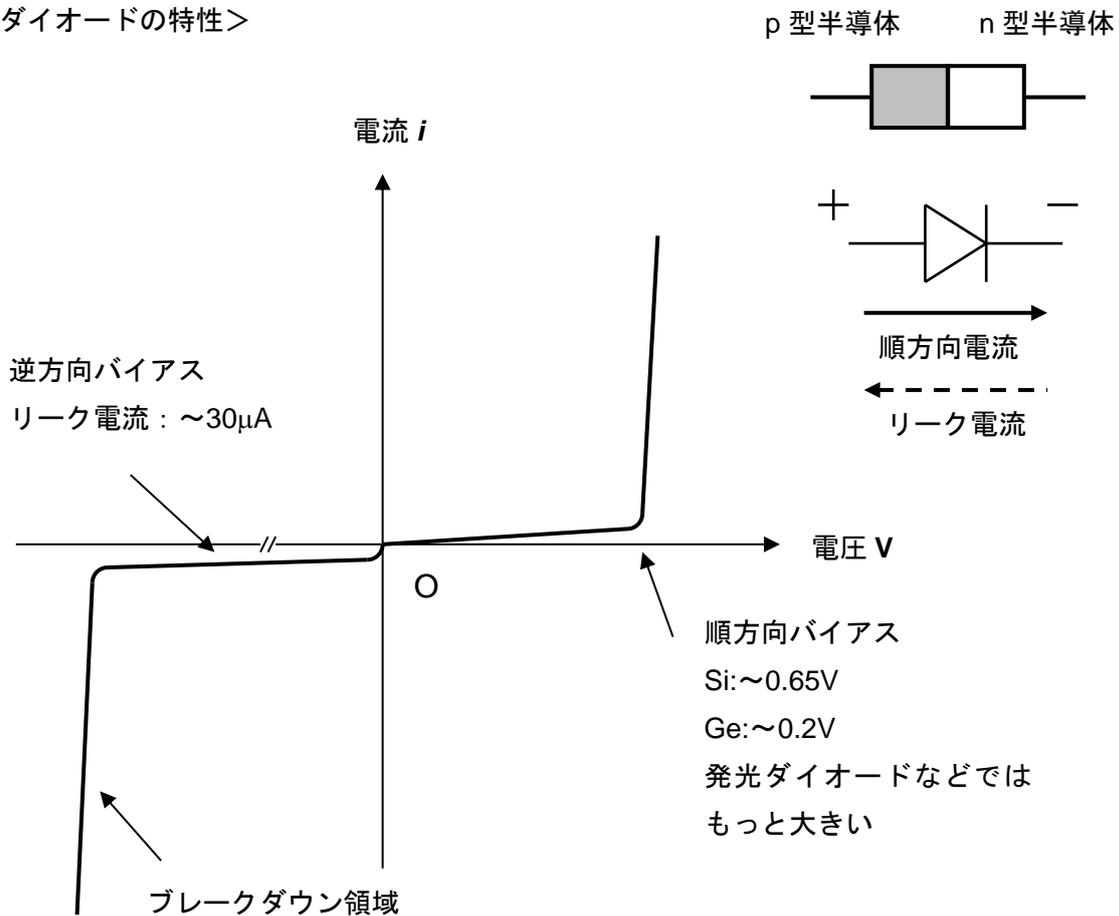
この他に、多入力のゲートも定義され、しばしば使用されている。



§ 4. 論理回路の構成方法

論理回路は、非線形な電子回路。よって非線形な素子を使う必要がある。

<ダイオードの特性>



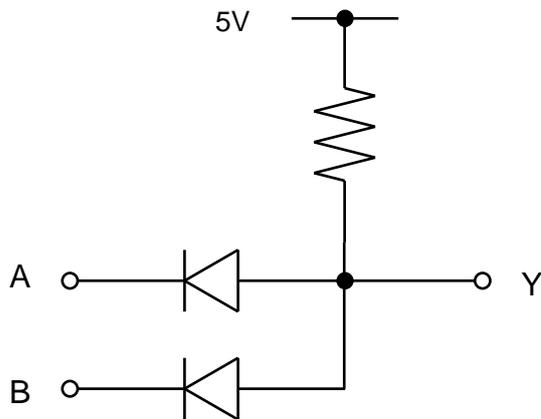
導通 (1~10mA) の電流を流したときに、約 0.7V の電圧降下がある。

<ダイオード, トランジスタ, 抵抗による構成>

電源電圧は、特に断らない限り 5V ($\pm 0.25\text{V}$ (5%)) とする。現在の論理回路の標準的電圧である。最近では、3.3V の電源電圧も広く使われている。

また、L, H の入カレベルはそれぞれ 0V (グランドもしくはアース), 5V (電源電圧) とする。

<AND 型回路>



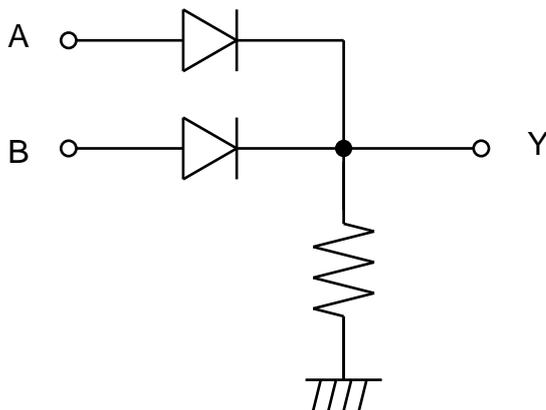
電気抵抗：旧と新

動作表

A	B	Y
0V	0V	0.7V
0V	5V	0.7V
5V	0V	0.7V
5V	5V	5V

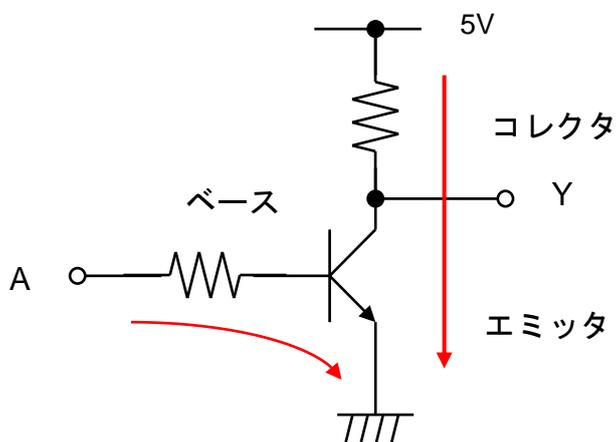
正論理 (0V (L) → 0, 5V (H) → 1) の時には AND 回路であるが, 負論理 (H→0, L→1) の時には, OR 回路となる.

<OR 型回路>



A	B	Y
0V	0V	0V
0V	5V	4.3V
5V	0V	4.3V
5V	5V	4.3V

<NOT 型回路：エミッタ接地回路，ベース電流によるスイッチング>



A	Y
0V	5V
5V	~0V