

問010031解説

◆解答

設問1 a オ

設問2 b エ c ウ

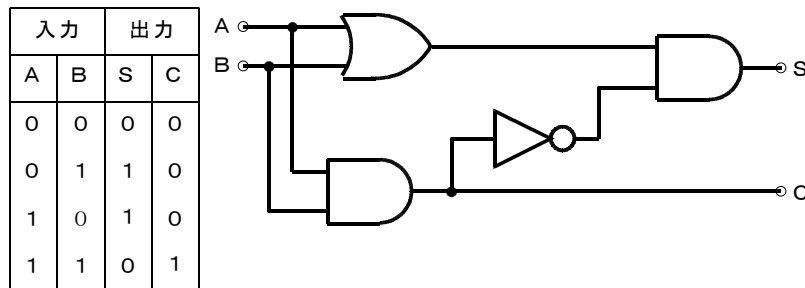
設問3 エ

◆解説

半加算器、全加算器に関する問題である。

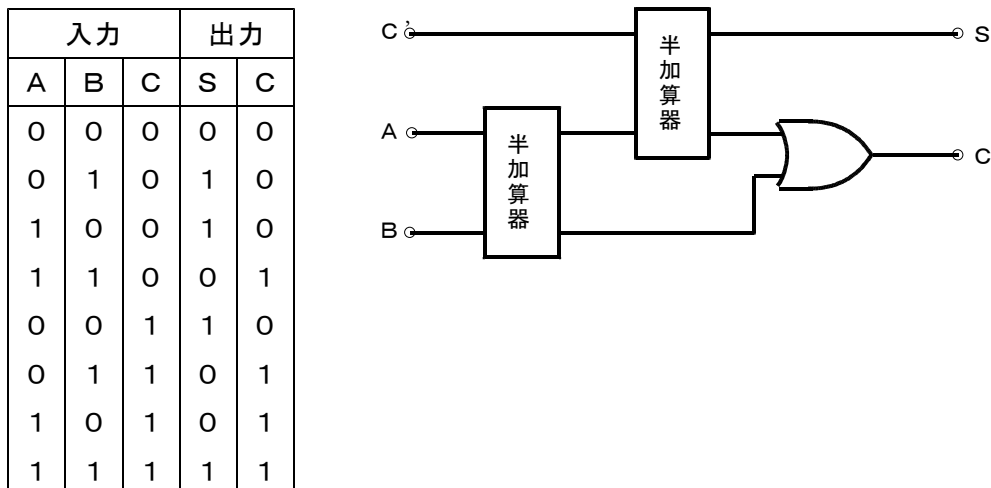
① 半加算器

半加算器は、2個の2進数の和を求めるが、桁上りを考慮に入れない加算器で、1ビットの2進数の加算しかできない。排他的論理和と論理積の組み合わせで実現している。論理回路と真理値表を示す。Sは1桁の加算で、排他的論理和の結果であり、Cは桁上りであり、論理積の結果である。



② 全加算器

全加算器は、2桁以上の2進数の加算を行う場合において、最下位の位以外の上位の各桁に、下位からの桁上げによる入力を考慮した加算回路である。下位からの桁上げとその桁の2つの入力の3つの入力、桁内の加算と桁上げの2つの出力を得る回路となる。半加算器とOR回路の組合せからできている。論理回路と真理値表を示す。



入力値の組合せ 8 通りに対して、4 通りの出力値を得る。出力 S の値は 3 入力のうち 1 のビットが奇数個の場合は 1、偶数個の場合は 0 となり、出力 C の値は 3 入力のうち 1 のビットが 2 個以上あれば 1、2 個未満では 0 となる。

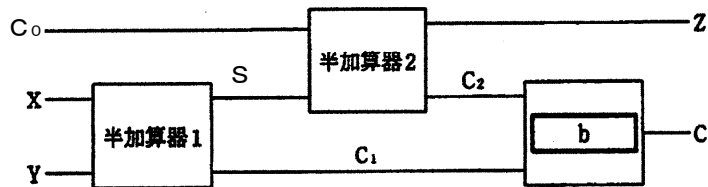
2 進数の加算の規則

$$\begin{array}{r} 0 \\ +0 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0 \\ +1 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ +0 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ +1 \\ \hline 10 \end{array}$$

1 + 1 = 10 となり桁上げで表す。桁上げされた 1 は上位の桁に加算される。

加算後の同じ桁は、被加算と加算のビットが同じ場合は 0、異なる場合は 1 となる。この演算結果は排他的論理和で求めることができる。

全加算器の論理回路



入力			出力					論理演算			
C ₀	X	Y	S	Z	C ₁	C ₂	C	AND	NAND	NOR	OR
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1

入力 C₀、X、Y に対する出力 S、Z、C₁、C₂、C を求めると表のような結果になる。更に、論理回路の b の部分に入る論理演算を AND、NAND、NOR、OR とした場合の結果も表の中に示した。C の結果と一致する論理演算は OR である。

設問 1

表 1 の半加算器の真理値表の結果から、Z の出力は排他的論理和 (XOR) になる。求める答えはオとなる。

設問2

bは、解説に示した全加算器の論理回路の真理値表の論理演算の結果のビットパターンとCのビットパターンを比較すると一致するのは論理和(OR)の場合である。求める答えはエとなる。

cは、同じ真理値表の $C_0=1$ 、 $X=1$ 、 $Y=1$ の場合の C_1 、 C_2 の値になる。 $C_1=1$ 、 $C_2=0$ となり、求める答えはウとなる。

C_1 はX、Yの論理積であるから1となる。X、Yの排他的論理和の出力Sは0となり、 $C_0=1$ とSとの論理積の結果の C_2 は0となる。

設問3

$A=-1$ の2進数表示は1111であるから、 $A_1=1$ 、 $A_2=1$ 、 $A_3=1$ 、 $A_4=1$ となる。 $B=-2$ の2進数表示は1110であるから、 $B_1=0$ 、 $B_2=1$ 、 $B_3=1$ 、 $B_4=1$ となる。

図3の論理回路から、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 を順次求める。

C_1 は、 $A_1=1$ 、 $B_1=0$ であるから、論理積の結果は0となる。

C_2 は、 $A_2=1$ 、 $B_2=1$ 、 $C_1=0$ であるから、全加算器の桁上がりは1となる。

C_3 は、 $A_3=1$ 、 $B_3=1$ 、 $C_2=1$ であるから、全加算器の桁上がりは1となる。

C_4 は、 $A_4=1$ 、 $B_4=1$ 、 $C_3=1$ であるから、全加算器の桁上がりは1となる。

$C_1=0$ 、 $C_2=1$ 、 $C_3=1$ 、 $C_4=1$ となり、求める答えはエとなる。