情報Ⅳ

学習指導要領（3）- 知・技 - ア
学習指導要領（3）- 思・判・表 - ア
学習内容（3）- ア コンピュータの仕組みと処理

論理回路の組合せによって、1ビットを記憶する回路を構築しよう。次の文章の空欄 (44) ～ (45) 、 (51) の各欄にあてはまる数字を解答欄にマークしなさい。また、 (46) ～ (49)(50) にはもっとも適したものを選択肢から選び、その番号を解答欄にマークしなさい。ただし、$A+B$ は A と B の論理和（OR）を表し、$A \cdot B$ は A と B の論理積（AND）を表す。また、$\overline{A}$ は A の否定（NOT）を表す。$\overline{A+B}$ は A と B の論理和の結果を否定した否定論理和（NOR）であり、$\overline{A \cdot B}$ は A と B の論理積の結果を否定した否定論理積（NAND）である。

(ア) OR 回路1つからなる図1のような回路を考える。ここで、A を本回路への入力とし、F を本回路からの出力とする。B は OR 回路への入力であるが、本回路では外部からの入力としては使用せず、F と B は常に同じ値をとるものとする。

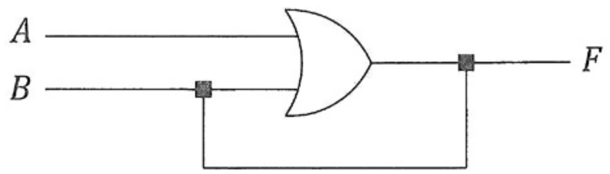

図1

時刻 t_0 での A、B、F の初期状態を0とし、入力 A を時刻 t_1 で0から1へ変化させ、時刻 t_1～t_2 の間は1を維持、時刻 t_2 で1から0へ変化させ、以降0を維持するとする。このとき、出力 F は t_1～t_2 の間で (44) 、t_2 以降は (45) となる。

(イ) 次に、2つの入力 S と R、1つの出力 Q を持ち、次のように動作する回路を設計しよう。

- 入力 S を1とすることにより出力 Q を1にセットする
- 入力 R を1とすることにより出力 Q を0にリセットする
- 出力 Q は次にセットまたはリセットされるまで現在の値を維持する

現在の出力値を Q_P とすると、目的の回路の動作は表1に示す動作表（真理値表）の通りとなる。

表 1

S	R	Q_P	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	禁止
1	1	1	禁止

表 1 の動作表から Q を S、R、Q_P で表す論理式を求めると次のようになる（解答欄 $\boxed{(46)}$、$\boxed{(47)}$、$\boxed{(48)}$ は順不同）。ただし、表 1 に示した通り、S と R が同時に 1 となることは禁止されており、論理式中の $S \cdot R$ は禁止項と呼ばれる。簡単化の際、禁止項 $S \cdot R$ が 1 の時の Q の値は 0 と 1 のどちらとして扱ってもよい。

$$Q = \boxed{(46)} + \boxed{(47)} + \boxed{(48)} + S \cdot R \cdot Q_P + S \cdot R \cdot \overline{Q_P} \qquad (1)$$

ブール代数の諸定理によって論理式 (1) を簡単化すると、論理式 (2) を得る。

$$Q = \boxed{(49)}\boxed{(50)} \qquad (2)$$

さらにド・モルガン則を用いて OR 回路を NAND 回路に置き換え、さらに NOT 回路を NAND 回路で表現することにより、式 (2) の回路は、最小で NAND 回路 $\boxed{(51)}$ 個から構成することができる。論理式の変換には、次に示す論理演算の諸定理を用いてよい。

公理	恒等の法則
$1 + A = 1$ $0 \cdot A = 0$	$0 + A = A$ $1 \cdot A = A$

同一の法則	補元の法則
$A + A = A$ $A \cdot A = A$	$A + \overline{A} = 1$ $A \cdot \overline{A} = 0$

交換の法則	結合の法則
$A + B = B + A$ $A \cdot B = B \cdot A$	$A + (B + C) = (A + B) + C$ $A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$

分配の法則	吸収の法則
$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$ $(A + B) \cdot (A + C) = A + B \cdot C$	$A \cdot (A + B) = A$ $A + A \cdot B = A$ $A + \overline{A} \cdot B = A + B$ $\overline{A} + A \cdot B = \overline{A} + B$

復元の法則	ド・モルガンの定理
$\overline{\overline{A}} = A$	$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$ $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

【(46) ～ (48) の選択肢】

(1) $S \cdot \overline{R} \cdot Q_P$ (2) $S \cdot \overline{R} \cdot \overline{Q_P}$ (3) $\overline{S} \cdot R \cdot Q_P$ (4) $\overline{S} \cdot R \cdot \overline{Q_P}$

(5) $\overline{S} \cdot \overline{R} \cdot Q_P$ (6) $\overline{S} \cdot \overline{R} \cdot \overline{Q_P}$

【(49) (50) の選択肢】

(11) $S + R + Q_P$ (12) $S + R + \overline{Q_P}$ (13) $S + \overline{R} + Q_P$ (14) $\overline{S} + R + Q_P$

(15) $S \cdot R + Q_P$ (16) $\overline{S} \cdot R + Q_P$ (17) $S \cdot \overline{R} + Q_P$ (18) $S + R \cdot Q_P$

(19) $S + \overline{R} \cdot Q_P$ (20) $S + R \cdot \overline{Q_P}$