【１】論理回路－真理値表とベン図・表記　　　　　　　　　　　　　　　　　…テキストP.（　　　）

　コンピュータで行う演算には、算術演算（加減乗除など）のほかに論理演算がある。コンピュータでは真を「１」、偽を「０」で表し、ビット単位で論理演算を行い、次の基本的な回路がある。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ①論理和（ＯＲ回路） | | ②論理積（ＡＮＤ回路） | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ａ | Ｂ | Ａ＋Ｂ | | ０ | ０ | [　　　] | | ０ | １ | [　　　] | | １ | ０ | [　　　] | | １ | １ | [　　　] |   Ａ  Ｂ |  | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ａ | Ｂ | Ａ・Ｂ | | ０ | ０ | [　　　] | | ０ | １ | [　　　] | | １ | ０ | [　　　] | | １ | １ | [　　　] |   Ａ  Ｂ |  |
| ③排他的論理和（ＥＯＲ回路） | | ④否定（ＮＯＴ回路） | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ａ | Ｂ | Ａ＋Ｂ | | ０ | ０ | [　　　] | | ０ | １ | [　　　] | | １ | ０ | [　　　] | | １ | １ | [　　　] |   Ａ  Ｂ |  |  | |  |  | | --- | --- | | Ａ | Ａ | | ０ | [　　　] | | １ | [　　　] |   Ａ |
| ⑤否定論理和（ＮＯＲ回路） | | ⑥否定論理積（ＮＡＮＤ回路） | |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ａ | Ｂ | Ａ＋Ｂ | | ０ | ０ | [　　　] | | ０ | １ | [　　　] | | １ | ０ | [　　　] | | １ | １ | [　　　] |   Ａ  Ｂ |  | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Ａ | Ｂ | Ａ・Ｂ | | ０ | ０ | [　　　] | | ０ | １ | [　　　] | | １ | ０ | [　　　] | | １ | １ | [　　　] |   Ａ  Ｂ |  |

≪例題≫　次の論理演算の問題について答えよ。

① 2進数の１００と2進数の１１０の論理和は、［　　　　　］である

② 2進数の１００と2進数の１１０の論理積は、［　　　　　］である。

③ 2進数の０１１と２進数の１１０の排他的論理和は、［　　　　　］である。

④ ２進数の１１０と２進数の１００の否定論理積は、［　　　　　］である。

⑤ ２進数の１１０と２進数の１００の否定論理和は、［　　　　　］である。

≪範例２≫

任意の８ビットのデータＸと、８ビットのデータ00001111をビットごとに排他的論理和をとった結果はどれか。ここで、各１ビットのデータＡとデータＢの排他的論理和をとった結果Ｃの値は次のように表される。また、データの左方を上位、右方を下位と呼ぶ。

排他的論理和

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ａ | Ｂ | Ｃ |
| ０ | ０ | ０ |
| ０ | １ | １ |
| １ | ０ | １ |
| １ | １ | ０ |

ア　Ｘの上位４ビットすべての０、１が反転し、下位４ビットはすべて１になる。

イ　Ｘの上位４ビットすべての０、１が反転し、下位４ビットはそのまま残る。

ウ　Ｘの上位４ビットはすべて０で、下位４ビットすべての０、１が反転する。

エ　Ｘの上位４ビットはそのままで、下位４ビットすべての０、１が反転する。

≪解答≫　エ

データＸを10101010と仮定して、データ00001111とビットごとに排他的論理和をとると、10100101となり、上位４ビットはそのままで、下位４ビットすべての０、１が反転することが分かります。

≪範例１≫

真理値表と等価な論理式はどれか。ここで、・は論理積、＋は論理和、はAの否定を表す。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| x | y | 演算結果 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

ア　x＋ 　　イ　＋y 　　　ウ　x・ 　　　エ　・y

≪解答≫　ウ

各選択肢の結果を真理値表にまとめると次のようになります。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ｘ | ｙ | 演算結果 | ア ｘ＋ | イ ＋ｙ | ウ ｘ・ | エ ・ｙ |
| ０ | ０ | ０ | １ | １ | ０ | ０ |
| ０ | １ | ０ | ０ | １ | ０ | １ |
| １ | ０ | １ | １ | ０ | １ | ０ |
| １ | １ | ０ | １ | １ | ０ | ０ |

問題の演算結果と等しくなるのは選択肢ウの論理式です。

【２】組合せ回路　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　…テキストP.（　　　）

　算術演算（加算や減算）は、論理回路を組み合わせることにより実現している。代表的な組合せ回路に**半加算回路**、**全加算回路**、**フリップフロップ回路**がある。

１．[①　　　　　　　　]

二つの入力に対して、2桁の加算結果が得られる回路で、AND回路と、EOR回路で構成される。

真理値表 回路図

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 入　力 | | 出力 | |
| Ａ＋Ｂ | | Ｃ | Ｓ |
| 0  0  1  1 | 0  1  0  1 | 0  0  0  1 | 0  1  1  0 |

和・Ｓ

桁上り・Ｃ

Ａ

Ｂ

半加算器の真理値表と回路図

≪範例１≫

図に示す１桁の２進数ｘとｙを加算し、ｚ（和の１桁目）及びｃ（桁上げ）を出力する半加算器において、ＡとＢの素子の組合せとして、適切なものはどれか。

　ア　A：排他的論理和、B：論理積 イ　A：否定論理積、B：否定論理和

　ウ　A：否定論理和、B：排他的論理和 エ　A：論理積、B：論理和

≪解答≫　ア

半加算器の真理値表を作成すると、次のようになります。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ｘ | ｙ | ｘとｙの和 | |
| ｃ | ｚ |
| ０ | ０ | ０ | ０ |
| ０ | １ | ０ | １ |
| １ | ０ | ０ | １ |
| １ | １ | １ | ０ |

ｚは１桁目の結果で、ｘ、ｙが同じ値であれば０、異なる値であれば１となります。このように異なる値のときに１を返す素子Ａは、排他的論理和です。

また、ｃは上位桁に桁上げする値で、ｘ、ｙがともに１の場合だけ桁上がりが発生します。したがって、素子Ｂはともに１の場合だけ１を返す論理積です。

Ｂ

Ｃ（桁上げ）

Ａ

Ｚ（和の１桁目）

ｘ

ｙ

２．[②　　　　　　　　]

三つの入力に対して、2桁の結果が得られる回路で、半加算器２つとOR回路で構成される。

真理値表 回路図

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 入力 | | | 出力 | |
| Ａ ＋ Ｂ ＋ Ｃ | | | Ｃ | Ｓ |
| 0  0  0  0  1  1  1  1 | 0  0  1  1  0  0  1  1 | 0  1  0  1  0  1  0  1 | 0  0  0  1  0  1  1  1 | 0  1  1  0  1  0  0  1 |

Ｃ

和・Ｓ

Ａ

Ｂ

桁上り・Ｃ

半加算器

半加算器

全加算器の真理値表と回路図

≪範例1≫

図に示すディジタル回路と等価な論理式はどれか。ここで、論理式中の・は論理積、+は論理和，はＸの否定を表す。

≪解答≫　ウ

①はＡの否定ということでに、②はＢの否定ということでになります。

③は①と②の論理和なので＋になります。

④はＡと③の論理積なのでＡ・（＋）＝Ａ・になります。

⑤はＢと③の論理積なのでＢ・（＋）＝Ｂ・になります。

⑥は④と⑤の論理和なのでＡ・＋Ｂ・＝Ａ・＋・Ｂになり、

Ｘ＝Ａ・＋・Ｂとなります。

ア　Ｘ＝Ａ・Ｂ＋ イ　Ｘ＝Ａ・Ｂ＋・

ウ　Ｘ＝Ａ・＋・Ｂ エ　Ｘ＝（＋Ｂ）・（Ａ＋）

Ａ

Ｘ

Ｂ

②

①

③

④

⑤

⑥

Ａ

Ｘ

Ｂ

３．[③　　　　　　　　　　　　　]（順序回路）

　フリップフロップ回路は、記憶機能を持った一つの基本回路であり、[④　　　　　]、主記憶装置、レジスタ、カウンタなどに使用される。

　情報を記憶するというのは、情報がビット1なら、電源が入っている間は１の状態を続けることである。この1ビットを記憶する回路を16個、32個、…とまとめて一つのレジスタができている。

ＮＯＲ回路

ＮＯＲ回路

フリップフロップ回路

≪範例3≫　二つの安定状態をもつ順序回路はどれか。

ア　NANDゲート イ　加算器

ウ　コンデンサ エ　フリップフロップ

≪解答≫　エ

フリップフロップは、直前の入力と現在の入力によって出力が確定する回路で、回路内部で「１」と「０」の状態を保ち続けることができます。

選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア　NAND（否定論理積）ゲートは否定論理積演算を行う回路です。

イ　加算器は、加算を行う回路であり、論理回路を組み合わせることによって実現します。

ウ　コンデンサは、電荷を蓄えたり放出したりする素子で、DRAMの記憶セルに使用されています。

≪範例４≫　メモリセルにフリップフロップ回路を利用したものはどれか。

ア　DRAM イ　EEPROM

ウ　SDRAM エ　SRAM

≪解答≫　エ

　SRAMは、高速なRAMで、データの保持にフリップフロップ回路を用いることが特徴です。キャッシュメモリなどに利用されています。

　選ばれなかったものについて解説をしておきます。

ア　DRAMは、データの保持にコンデンサを用います。データの維持のため、定期的に再書込み（リフレッシュ）動作が必要です。

イ　EEPROMは、トランジスタを用い、電流によって半導体の状態を変化させることで、データの書込みや、消去を行うことができます。

ウ　SDRAMは、外部バスインタフェースが一定のクロック数に同期して高速で動作するように改良されたDRAMです。パソコン用の主記憶などに利用されています。

【３】構成部品　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　…テキストP.（　　　）

１．[①　　　　　]；Light Emitting Diode

LED（発光ダイオード）は、＋側の電圧が－側より高い（順方向に電圧を加える）と発光する半導体素子である。LEDを組み合わせて10進数を表示する装置に**7セグメントLED**がある。名前の通り数字を表現する７個のLEDと小数点を表示する１個のLEDの合計８個のLEDから構成されている。

7セグメントLEDには、LEDの出力ポートの＋側（アノード）をひとまとめ（コモン）にしたアノードコモンと、－側（カソード）をひとまとめにしたカソードコモンがある。アノードコモンを使用すると出力ポートの信号レベルがLowの場合に点灯し、カソードコモンを使用すると出力ポートの信号レベルがHighの場合に点灯する。

≪範例1≫　７セグメントLED点灯回路で、出力ポートに16進数で6Dを出力したとき表示状態はどれか。ここで、P7を最上位ビット(MSB)、P0を最下位ビット（LSB）とし、ポート出力が１のとき、LEDは点灯する。

ア イ ウ エ

≪解答≫　ウ

(6D）16＝（01101101）2

→　a＝1、b＝0、c＝1、d＝1、e＝0、f＝1、g＝1、Dt＝0

→　a：点灯、ｃ：点灯、d：点灯、f：点灯、g：点灯

a

b

c

d

e

f

g

Dt

出力ポート

P0

P1

P2

P3

P4

P5

P6

P7

a

f

e

d

b

c

g

Dt

凡例

消灯

点灯

２．[②　　　　　　　　　　]

**システムLSI**は、複数のLSIで実現していた機能を１つに集積したもので、必要とされるすべての機能を１つのシステムLSI上に実装している。

システムLSIには次の3種類がある。なお、１つのICチップの上に、CPU、メモリ、RAM、ROM、基本的な入出力機能を実装したものを**シングルチップマイコン**と呼ぶ。

|  |  |
| --- | --- |
| 種類 | 内容 |
| SoB（System on Board） | 必要とされるすべての機能を１枚のプリント基板上に集積 |
| SiP（System in Package） | 複数のICチップを１つのパッケージにまとめ、その上に集積 |
| **SoC**（System on a Chip） | １つのICチップ上に集積 |

≪範例2≫

　SoC（System on a Chip）の説明として、適切なものはどれか。

ア　CPU、チップセット、ビデオチップ、メモリなどコンピュータを構成するための電子回路基板

イ　CPU、メモリ、周辺装置などの間で発生するデータの受渡しを管理する一連の回路群を搭載した半導体チップ

ウ　必要とされるすべての機能（システム）を同一プロセスで集積した半導体チップ

エ　プロセスが異なる機能は、個別に最適化されたプロセスで製造し、パッケージ上でそれぞれのチップを適切に配線した半導体チップ

≪解答≫　ウ

SoCは、コンピュータの主要機能（CPU、チップセット、ビデオチップ、メモリなど）を１つに積載した半導体チップです。

実装面積を大幅に縮小させることができるため、装置の小型化や製造コスト低減、配線の省略による高速化、部品点数の削減による消費電力の節約をすることができます。組込み機器である携帯電話や薄型テレビ、デジカメなどの分野で高性能化、小型化、軽量化に不可欠とされます。

ア　システムボード（マザーボード）に関する記述です。

イ　チップセットに関する記述です。

エ　SiPに関する記述です。