

第7章 コンピュータという「頭脳」

[レベル4]  
CPUの設計・製作と実験

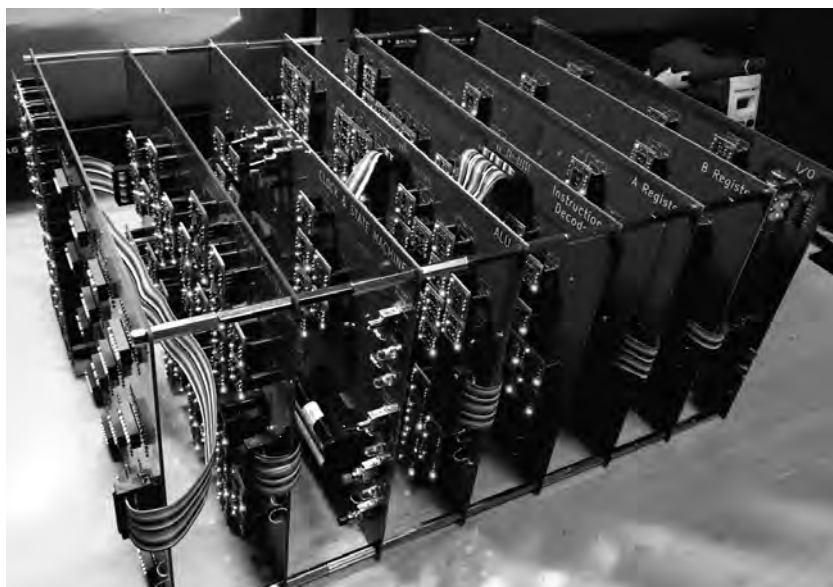


写真1 本章で作るフルディスクリート・コンピュータ“CPU1738”  
MOSFETを1738個使う(※マルツエレクトにて組み立てキットを頒布する予定です。はんだ付けサービスもあります。販売ページは右のQRコードからアクセスできます)

表1 これから作るCPUに含まれる論理ゲート

論理ゲート	個数
NOT	19
Schmitt Trigger	11
NAND	128
NOR	34
AND	19
OR	2
3入力 NAND	85
3入力 NOR	7
EXOR	15
Tri State Buffer	16
合計	336



“CPU1738”の販売ページ先

■ 1738個のMOSFETでCPUを作る

● コンピュータの心臓部を作る

本章では、ここまで紹介した各種の「組み合わせ論理回路」および「順序回路」を使って、コンピュータの心臓部である「中央処理装置」(Central Processing Unit; CPU)を作ります(写真1)。このCPUは非常に単純なものです。本質的な部分は一般的なCPUやマイコンと同じです。

● すべてMOSFETで作る

これから作るCPUでは、ICを一切使いません。付録基板に含まれる論理ゲートだけでCPUを構築します。したがって、使用する半導体素子はMOSFETとダイオード(LED含む)のみとなります。表1に、実際に使用する論理ゲートの種類と個数を示します。使用する論理ゲートは336個で、ここに含まれるMOSFETは合計1738個です。

なお、このCPUを作るには付録基板が26枚必要です。本誌と同時に発売予定の「CPU製作キット」には、必要な部品と基板がすべて含まれています。そちらもご利用ください。

● 設計方針

これから作るCPUの設計方針を、次のように定めます。

- (1) 付録基板の論理ゲートだけを使う
- (2) 処理の効率よりも、回路の分かりやすさを優先する
- (3) トランジスタ数をできる限り減らす

もともと、本誌の付録基板は「LEDの光で動作が見えるCPUを作る」、「すべての回路構造がまる見えのCPUを作る」といった意図で設計・開発しました。そのため、上記の方針(1)は今回の企画の大前提だと言えます。また、これからCPUを作るのは「動作原理を理解するため」なので、これに伴い方針(2)を加えました。

なお、私がこのCPUを試作したときは、すべての部品を手作業ではんだ付けしました。これはちょっとだけ大変な作業だったので、設計中に上記の方針(3)を定めました。とはいえ、回路の分かりやすさを優先するために、あえてトランジスタ数が増えるような設計をしている箇所もあります。

【セミナー案内】[実習セミナー][演習あり] 実習・Armコア内蔵FPGAのハードウェア開発入門～Xilinx社Zynq編  
——リチカから高位合成による本格IPまで  
【講師】小林 優氏, 4/21(火)～22(水) 37,000円(税込み), <https://seminar.cqpub.co.jp/>