

HITAC L-450/L-470システム

Hitachi Computer System HITAC L-450/L-470

日野正史* Masafumi Hino

永福克晟* Yoshiaki Eifuku

近年、OAに代表されるように定形業務だけでなく、一般のオフィスの主要業務である非定形業務についても効率的なコンピュータ処理が要求されるようになり、通常のオフィスに簡単に設置できる小形で高性能なコンピュータシステムが要求されている。HITAC L-450/L-470システムは、このような要求にこたえるため、2万ゲートのCMOSカスタム論理超LSIをはじめとする最新のハードウェア技術によって、床面積0.32m²のそで机並みのコンパクトなきょう体に各種の入出力制御機構を内蔵した高性能な処理装置を実現するとともに、小形で高性能な周辺装置を採用することによって、小形化、省エネルギー化を図った。

本稿では、HITAC L-450/L-470の開発思想、システムの特長及びシステムの小形化を実現したハードウェア技術について述べる。

1 緒 言

HITAC L-450/L-470(以下、L-450/470と略す。)システムは、オフィス業務のEDP(Electronic Data Processing)化、省力化を図るいわゆるOA(Office Automation)化の需要にこたえた新しいタイプの小形コンピュータである。CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)技術による2万ゲート/チップの論理VLSI(Very Large Scale Integration)やCMOS6,000ゲート/チップの論理LSIなど最新の半導体技術と、これに適合する論理方式や実装方式などのハードウェア技術を採用することによって小形化、省電力化を実現するとともに、処理性能、信頼性、操作性の大幅な改善を図った。更に、新たに開発した大容量・小形の8inディスク駆動装置やリールダイレクト駆動方式の小形磁気テープ装置を開発することによって、システムの必要とする設置スペースも大幅に縮減したため、通常のオフィス環境で容易に使用可能とした。

図1にL-450システムの外観を示す。

2 開発思想及びシステムの特長

(1) L-450/470の位置付け

L-450/470は、HITAC Lシリーズの中核である小形コンピュータHITAC L-330モデル3、4、5、6¹⁾(以下、L-330と略す。)の後継機、及び上位移行機として位置付けられ、L-450及びL-470の命令実行速度は、それぞれL-330モデル3及びL-330モデル6の約2倍の能力をもつ。

(2) オフィス環境への適応

高速化したCMOS論理LSI^{*)}など、最新の半導体技術及び実装技術によって小形化、省スペース化、省電力化及び低騒音化を図った処理装置を実現した。また、ディスク駆動装置と磁気テープ装置についても最新のハードウェア技術によって小形化、省電力化、低騒音化などを実現しており、処理装置と合わせてオフィス設置を考慮したデザインを採用した。

また、環境条件も緩和したため、特別な空調やフリーアクセスフロアなどの設備が不要となり、電源設備も商用の100V単相としており、システム全体として、オフィス環境への適合性の向上を図った。

(3) 拡張性のあるシステムの実現

処理装置は最新のLSI技術によって小形化、高速化を実現するとともに、主記憶容量を最大4Mバイト(L-450は最大2Mバイト)まで拡張可能とし、16Mバイトの仮想空間をもつワンレベルアドレッシング方式を採用した。これにより、業務量の増大に対して、プログラマやオペレータなどが主記憶容量をほとんど意識することなしに、柔軟にシステムの拡張に対応することができる。また、L-450は、フィールドで容易にL-470へアップグレードを可能としたため、広範なシステム拡張にも容易に対応することが可能である。

(4) ユーザーニーズの多様化への対応

L-450/470は従来の周辺装置に加えて画像入力付OCR(Optical Character Reader)、ファクシミリ通信接続装置、HITAC T-560/20系の文書処理機能付漢字端末、パーソナルステーション、グラフィック機能付端末、画像機能付端末、画像出力可能なレーザビームプリンタなどを接続し、新しく開発されたオペレーティングシステムであるVOS0/ES(Virtual-storage Operating System 0/Extended System)と関連ソフトウェアによって、従来のEDPシステムの機能拡張への対応だけでなく、図形データ及び画像データを含む文書データなどの多種情報処理を可能とし、幅広いOA化への対応も図っている。

(5) 使いやすさの追求

VOS0/ESは、現場部門、エンドユーザー部門でのコンピュータ活用を促進し、システム開発及び運用の効率向上を図るため、簡易言語、メニューによる業務選択機能、理解しやすいテーブル形式のリレーショナル形データベース及びその検索や加工を、プログラムレスで実行するオフィスユーザー機能などを充実している。また、運用の省人化又は省力化を図る自動運転機能も充実している。

※) 2万ゲートクラスのLSIは、VLSIというのが一般的であるが、本稿では以下VLSIとLSIを総称してLSIという。



図1 HITAC L-450システムの外観 オフィス環境への適合性の高い、コンパクトで高性能なシステムである。写真左からディスク駆動装置、漢字ラインプリンタ、処理装置、磁気テープ装置及びビデオデータターミナルを示す。処理装置には、最大2Mバイトの主記憶装置、ディスク制御機構、磁気テープ制御機構、ローカルターミナル制御機構、フロッピーディスク駆動装置、通信制御機構などを内蔵している。

(6) 処理形態の多様化への対応

現場で独立に行なうOA処理、現場とL-450/470の大容量のデータベースと連携したOA処理、更にはHITAC Mシリーズ(以下、Mシリーズと略す。)の上位ホストコンピュータと連携したOA処理などOA処理の形態は多様化してきているが、L-450/470システムでは、必要に応じ分散処理、集中処理又は集中分散処理のいずれにも対応できるようにOA化をサポートするソフトウェアを充実するとともに、上位Mシリーズとの整合性を保ち、ファイル転送、リモートバッチ、オンライン接続などのネットワーク機能のサポートも充実した。Mシリーズへは、言語及びファイルでの移行性を保っており、MシリーズでのL-450/470用プログラムの開発を容易にするクロスコンパイラも用意した。

(7) 信頼性・保守性・操作性の向上

L-450/470は、高信頼度のLSIを使用することによって使用部品点数を減らし、かつ消費電力の小さいCMOS技術によって発熱量が減少しているため、ハードウェア障害発生

のリスクが下がり、基本的な信頼度を向上させている。また、LSIによって実現された論理回路は、重要部分は二重化するなど障害検出回路や障害回復回路を充実している。更に、サービスプロセッサによって処理装置の監視、障害データの収集、遠隔保守機構、自動運転機構などの強化を実現している。

遠隔保守は、ASSIST(Advanced Service Support Information System Technology)センター²⁾と音響カプラを介して電話で接続することによって行なわれる。ASSISTセンターからの遠隔保守支援は、定期的に障害(自動的に回復された障害)データをセンターに収集し、これを分析することによって事前に固定障害の発生部分を予測し対策を行なう予防保守サポートと、固定障害発生時の事後保守サポートとを合わせて行なっている。

3 システムの構成

L-450/470のシステム構成例を図2に示す。

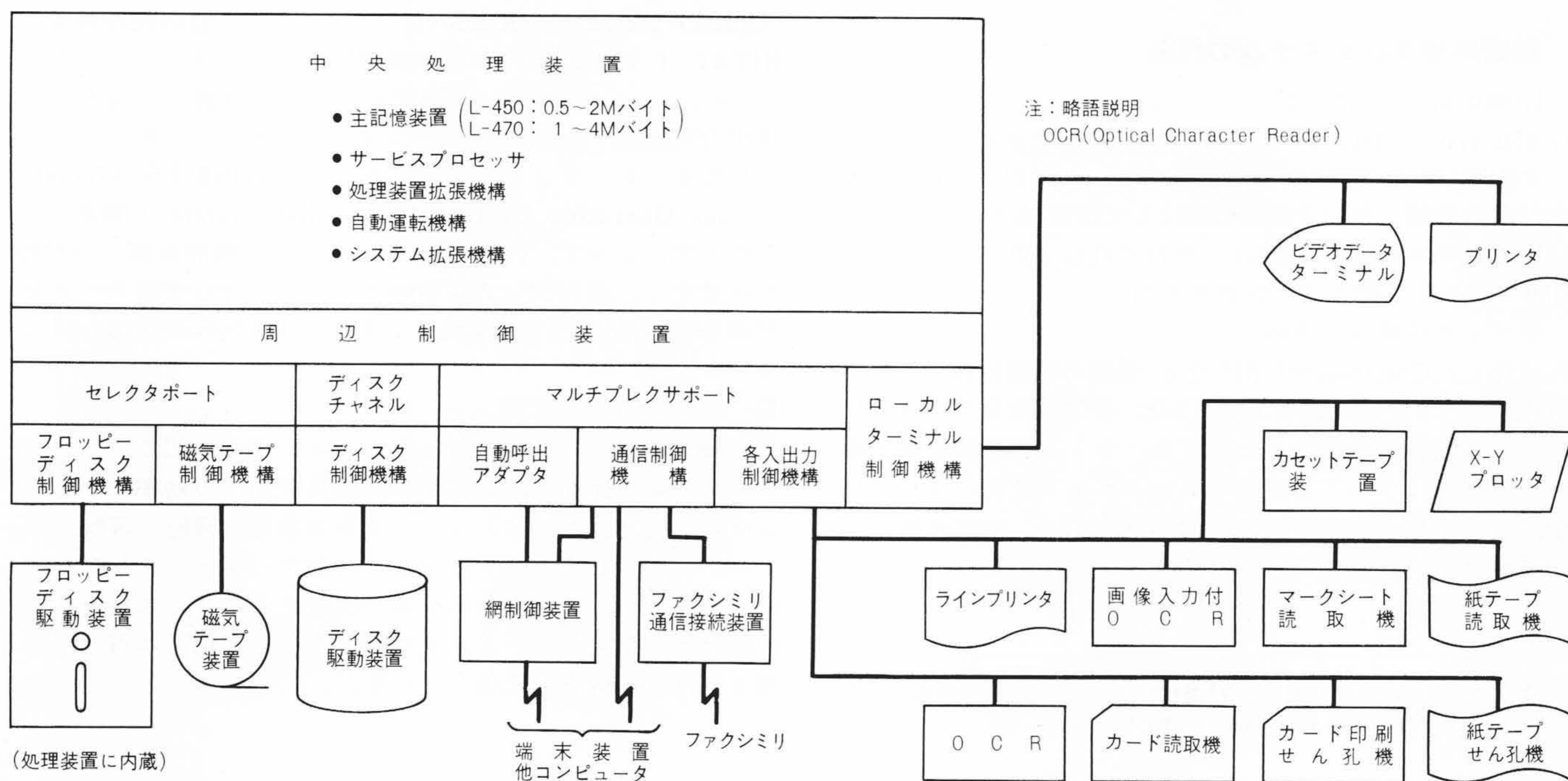


図2 HITAC L-450/L-470のシステム構成 処理装置には、多種多様な周辺装置及び端末装置を接続できる。入出力制御装置は内蔵されているので、コンパクトなシステムを構成できる。

表1 HITAC L-450/L-470処理装置の構造寸法 CMOS論理LSIの採用によって、処理装置は極めてコンパクトになった。L-450はL-470と同一寸法であり、フィールドで改造することによってL-450からL-470へアップグレードが可能である。

区 分	基本きょう体	基本きょう体と 拡張きょう体一式	基本きょう体と 拡張きょう体二式
幅 (mm)	800	1,250	1,700
奥 行 (mm)	400	400	400
高 さ (mm)	900	900	900
備 考	—	—	L-470だけ

L-450/470処理装置は、中央処理装置、主記憶装置、周辺制御装置、ディスクチャネル、セレクトポート、マルチプレクサポート、ローカルターミナル制御機構、通信制御機構及び各種の入出力制御機構から構成され、極めてコンパクトなきょう体に一体化されている。ディスク駆動装置、磁気テープ装置、ローカルターミナル及び各種の入出力装置は、直接処理装置に接続される。フロッピーディスク駆動装置は処理装置のきょう体に内蔵されている。

処理装置は基本部を収容した基本きょう体のほかに、拡張きょう体が用意されており、内蔵の通信制御機構や入出力制御機構を増設する場合に連結される構造となっている。表1にL-450/470の処理装置の構造寸法を、表2にその概略仕様を示す。

4 ハードウェアの特長

4.1 処理装置

L-450/470処理装置は、主要部分をCMOS論理LSIによって構成し、小形化、省電力化を図っている。主記憶装置はNMOS (N Channel Metal Oxide Semiconductor) 64kビットのメモリ素子を使用している。

(1) 論理構成

図3に処理装置の論理構成を示す。
演算処理装置は、制御記憶装置に格納されたマイクロプログラムの制御によって命令の実行を行なう。命令の先取りは

表2 HITAC L-450/L-470処理装置の概略仕様 処理装置は、大きな主記憶容量及びディスク容量によって高いデータ処理能力が得られる。通信制御機構及び入出力制御機構の接続台数は、拡張きょう体を最大限接続した場合の数値である。

項 目		L-450	L-470
主 記 憶 容 量		0.5, 1, 1.5, 2Mバイト	1, 2, 3, 4Mバイト
ローカルターミナル 接 続 台 数		8	31
ディスク 接続容量	固定媒体	520Mバイト	1,040Mバイト
	パック	—	400Mバイト
フロッピーディスク 接 続 台 数		2 (両面倍密度)	
磁気テープ接続台数		2	
通信制御機構の種類		・同期通信アダプタ ・電話網通信アダプタ ・HDLCアダプタ	・パケット交換通信アダプタ ・回線交換通信アダプタ ・自動呼出アダプタ
入出力制御機構で 接 続 可 能 な 機 器		・ラインプリンタ ・OCR ・画像入力付OCR ・カード読取機 ・カード印刷せん孔機	・マークシート読取機 ・紙テープ読取機 ・紙テープせん孔機 ・カセットテープ装置 ・X-Yプロッタ
通信制御機構及び 入出力制御機構の 接 続 台 数		5	14
電 源		100V単相	

注：略語説明 HDLC(High Level Data Link Control)
OCR(Optical Character Reader)

ハードウェアによって行ない、高速化を図っている。演算処理装置は、大部分が二重化されており障害検出機能は充実している。周辺制御装置は、その制御記憶装置に格納されたマイクロプログラムを実行することによって、入出力動作を制御するものである。周辺制御装置の動作は、演算処理装置の

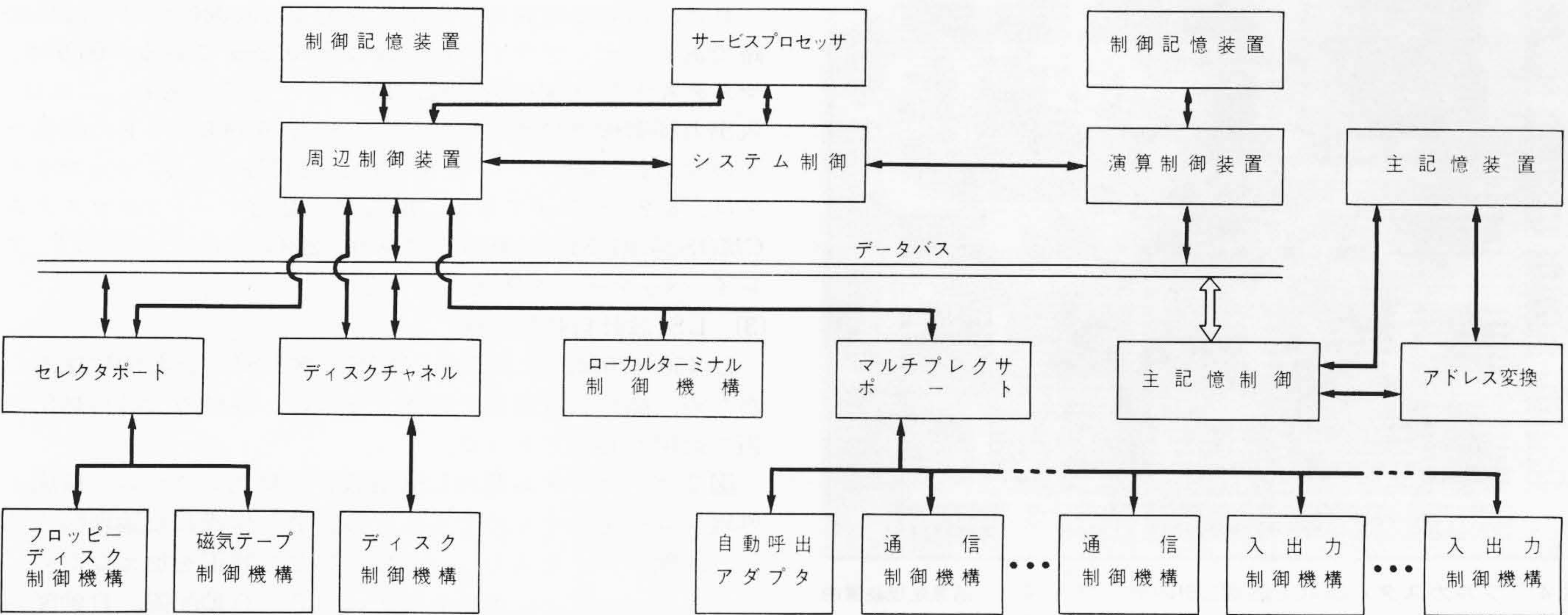


図3 HITAC L-450/L-470処理装置の論理構成 論理ユニット単位の構成とデータの流れを示す。周辺制御装置は、演算制御装置と独立に動作するため、入出力動作が高頻度で行なわれても高い命令実行能力が維持される。

動作と完全に独立して行なわれるため、入出力動作が高頻度で行なわれても命令の実行速度に影響を与えるようなことはなく、高いシステム性能を維持することができる。

アドレス変換部は、最大16Mバイトの仮想空間上で処理される命令実行や入出力動作の実行のアドレスを主記憶装置の実アドレスに変換するものであり、ワンレベルアドレッシング方式の中核となるものである。このアドレス変換は、命令実行用のアドレスも入出力動作実行用のアドレスも同一の取扱いでハードウェアで直接行なわれるので、極めて高速であり、命令の実行速度を低下させるようなことはない。

主記憶制御部は、命令実行及び入出力動作実行での主記憶装置の書込み・読み出しの制御を行なう。ECC(Error Checking and Correction)回路を内蔵しており、1ビットの誤りは自動的に修正を行なう。

ディスクチャネル及びディスク制御機構は、周辺制御装置によって制御されるが、セクタポートとは同時制御されるので、ディスク駆動装置へのアクセスが高頻度で行なわれても、他の入出力動作へ影響を与えることはない。

(2) LSI技術

処理装置の主要論理回路には、低消費電力のため高集積化が容易で、かつ高速化の可能なCMOSカスタム論理LSIを採用し、コスト低減、小形化及び省電力化を図った。

カスタム論理LSIは、製造方法によってフルカスタム方式とセミカスタム方式(マスタスライス)に分類される。

フルカスタム方式は、LSIの1品種ごとに、ウェーハ製造の全工程に必要とする専用のホットマスクをそれぞれ設計し、品種ごとにウェーハ処理を行なう方式であり、一般に多大の開発工数を必要とする。

セミカスタム方式(マスタスライス)は、ウェーハ製造工程の大半のホットマスクは一つの品種系列に共通になっており、配線工程のホットマスクだけを品種ごとに設計する方式であり、

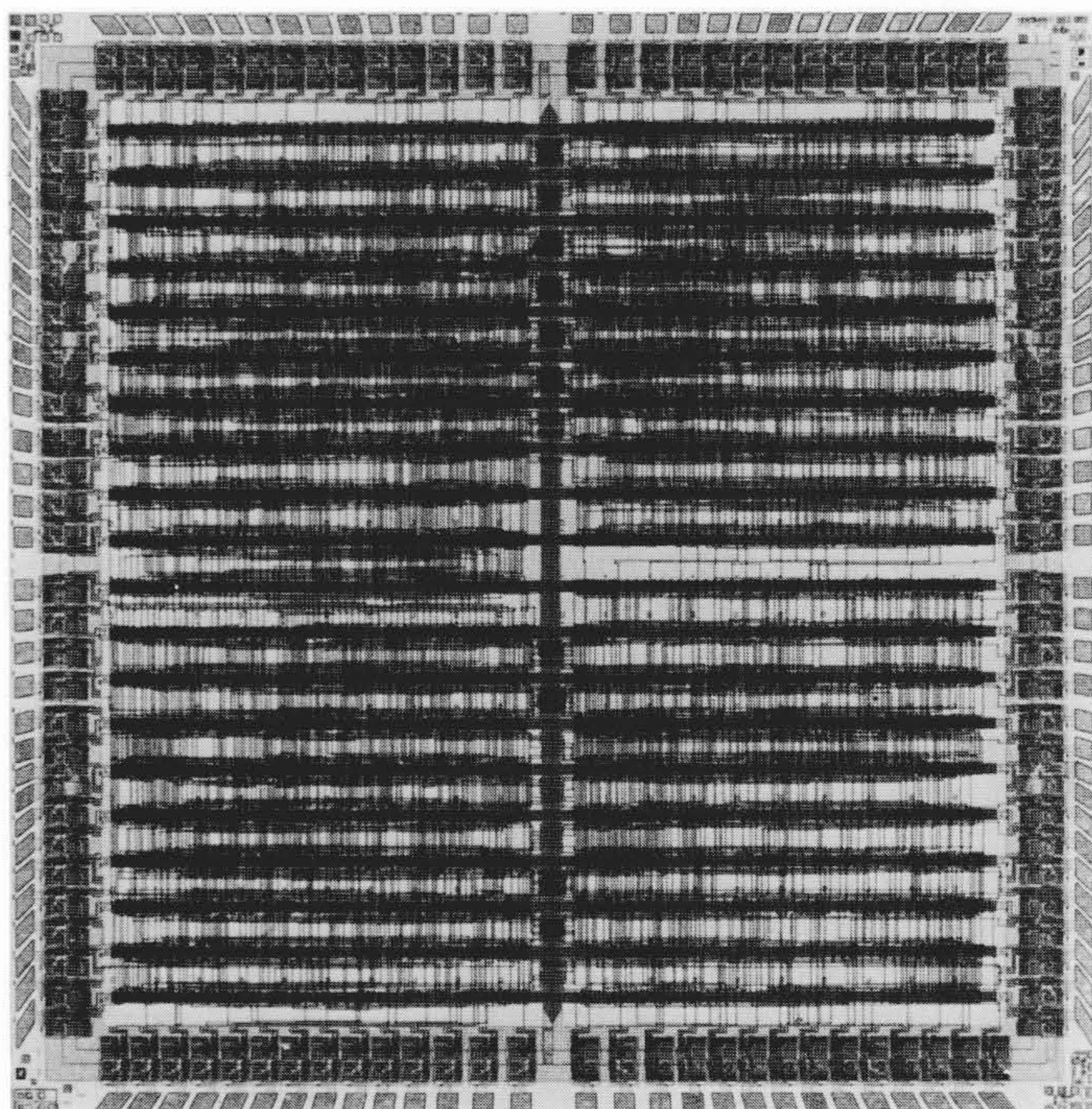


図5 マスタスライスCMOS論理LSIのチップ写真 6,000ゲートの論理セルのうち、約5,000ゲートを用いて、入出力制御機構の一部を自動設計した例を示す。チップサイズは $8.2 \times 8.3 \text{ mm}^2$ である。

フルカスタム方式に比較して、開発工数が少ない利点をもつ³⁾。

L-450/470では、LSI化すべき論理ブロックのゲート数、信号ピン数、繰返し使用数及び基板上で許されるスペースなどを考慮し、1万～2万ゲートのフルカスタム論理LSIと4,000～6,000ゲートのマスタスライス論理LSIの組合せで処理装置の主要部分を実現することとした。フルカスタム論理LSI及びマスタスライス論理LSIでは、それぞれ208ピン及び120ピンのピングリッドアレイパッケージを使用している。これらのLSIでは最新の $2 \mu\text{m}$ CMOS技術を用い、高速性、高集積性を確保するために、Hi-CMOS(高性能CMOS)構造⁴⁾を母体とし、更にアルミニウム2層配線を採用している。これによって、低消費電力にもかかわらずS-TTL(Schottky-Transistor Transistor Logic)並みの高速性能を得ている。図4に、フルカスタムCMOS論理LSIのチップ写真を示す。これは、演算処理装置で使用した約1万3,000ゲートの論理回路である。チップサイズは、 $10.2 \times 10.2 \text{ mm}^2$ である。図5は、マスタスライスCMOS論理LSIのチップ写真である。これは、入出力制御機構で使用したものであり、6,000ゲートの論理セルのうち約5,000ゲートを用いた論理回路である。チップサイズは、 $8.2 \times 8.3 \text{ mm}^2$ である。図6は、2万ゲートフルカスタムCMOS論理LSIの外観写真であり、208ピンのピングリッドアレイパッケージを使用している。

(3) LSI設計自動化技術

L-450/470は、大規模なCMOS論理LSIを全面的に採用したため、高い設計品質を確保するには、各種の設計自動化技術の適用が必要であった。

図7は、カスタム論理LSI用設計自動化システムの構成と処理フローを示すものである。設計者が作成した論理図を基に、論理データを入力し、必要に応じて修正を加えながら、シミュレーション、ディレイチェック、自動配置、自動配線及び人手による配線修正のチェックを行なう。最後にマスク作製用データとLSIをテストするための診断データを磁気テ

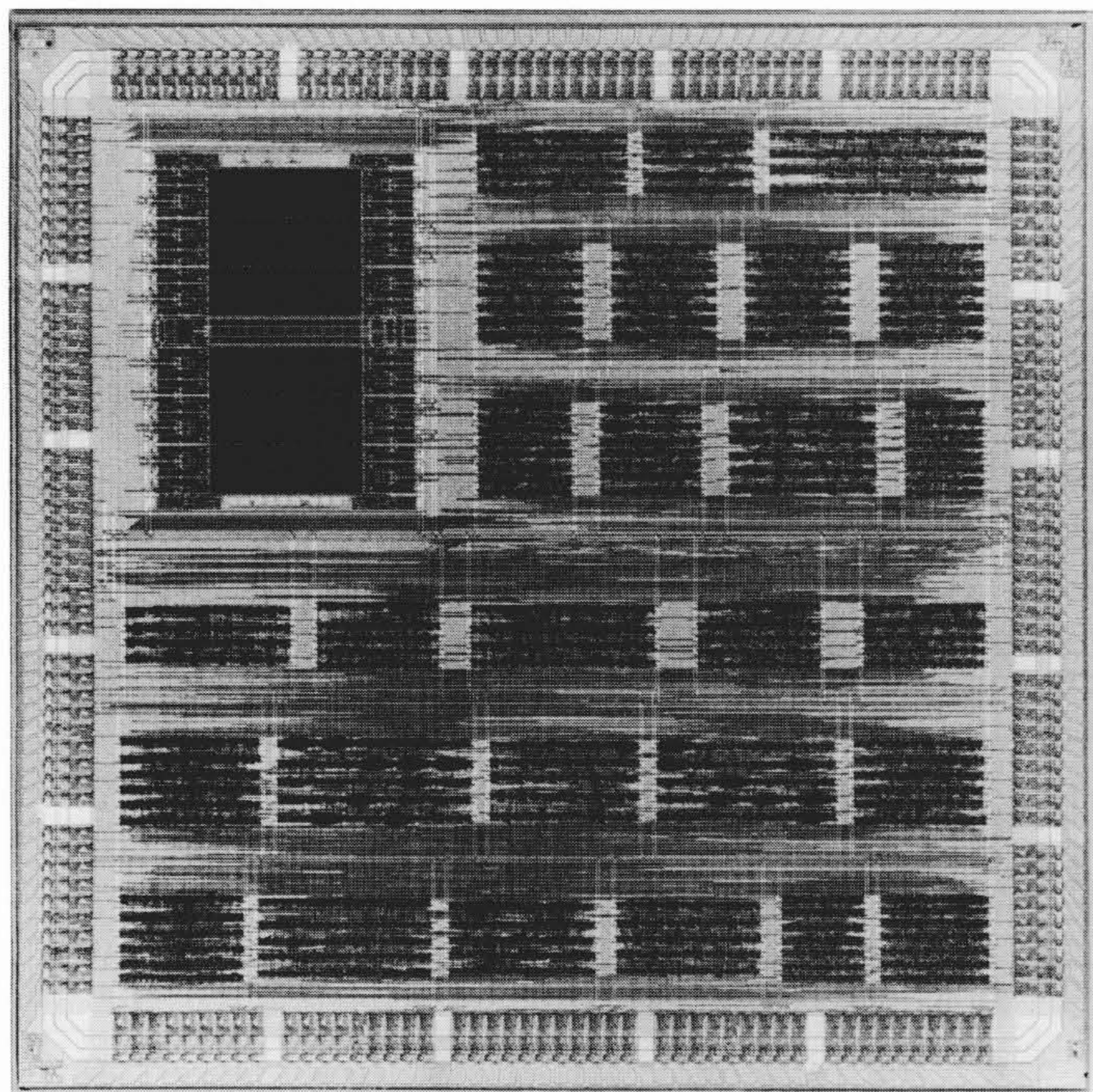


図4 フルカスタムCMOS論理LSIのチップ写真 演算処理装置内の約1万3,000ゲートのマイクロ命令制御ユニットの論理回路が、自動設計によって $10.2 \times 10.2 \text{ mm}^2$ のチップに集積されている。この論理回路には、64語 $\times$ 36ビットのメモリが含まれている。

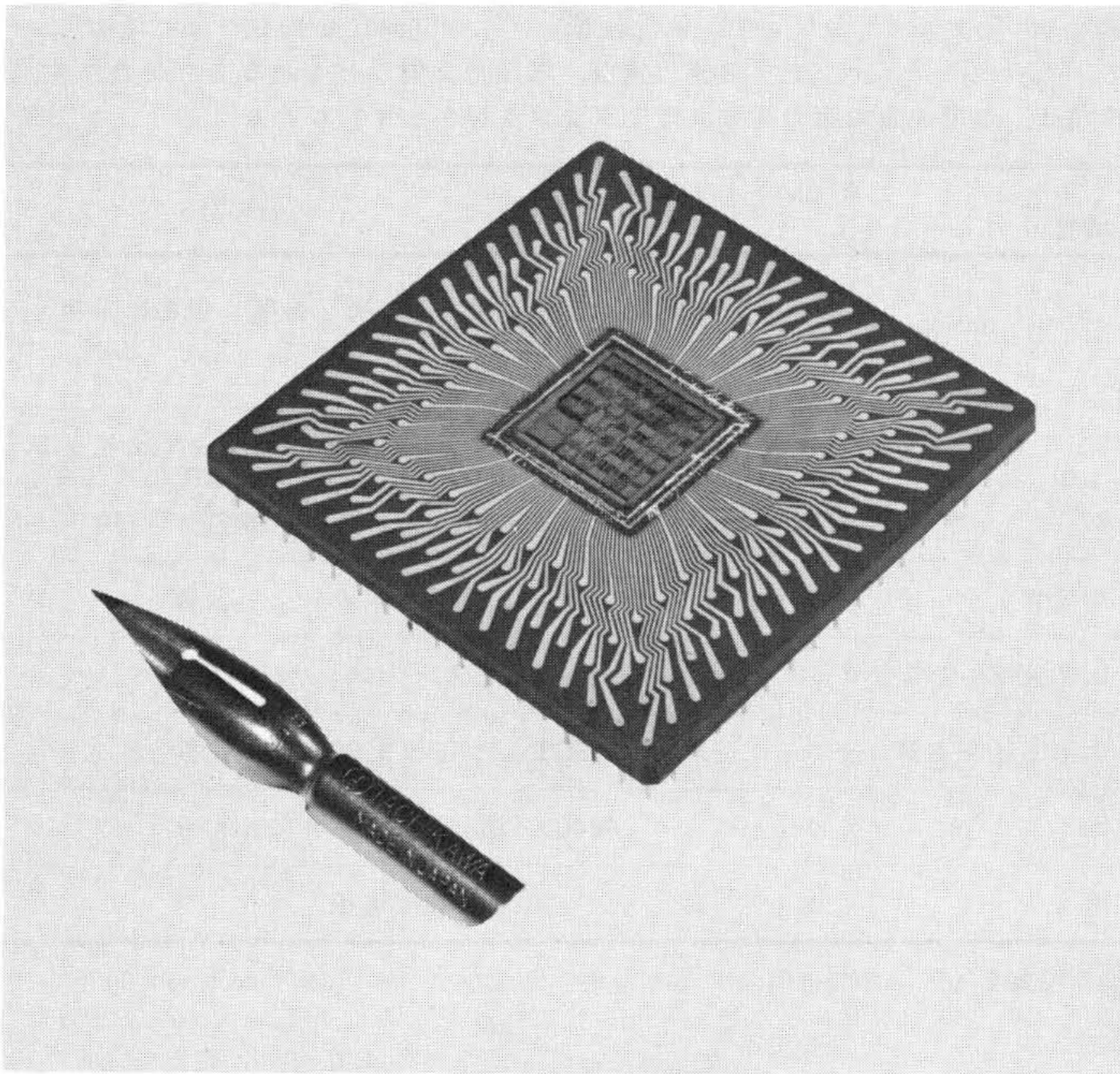


図6 2万ゲートフルカスタム論理LSIのパッケージ 208ピン ピングリッド アレイ パッケージで、封止前のものである。このLSIの論理は、演算処理装置の演算器、ワークレジスタなどであり、64語×36ビットのメモリを含めて約2万ゲートで構成されている。

ープに出力する。

シミュレーションには、論理機能をマクロ的に表現し、高級言語で記述したシミュレータを使用する機能レベルシミュレーションと、論理機能をすべてANDゲート、ORゲートなどの基本論理素子で表現したままシミュレートを行なう論理シミュレーションがある⁵⁾。機能レベルシミュレーションは、実行時間は短い、シミュレータが対象となる論理回路を忠実に表現しているか否かの検証が困難であり、これだけで詳細な論理検証を行なうことは不可能である。論理シミュレーションは、対象となる論理回路を忠実に表現したシミュレータを使用するため、詳細な論理検証が可能であるが、長大な実行時間を必要とする。

機能レベルシミュレータと論理シミュレータは、相互に接続して実行可能であり、確認すべき論理機能に応じて、最も効率の良い組合せによってシミュレーションを実施した。

(4) 実装技術

大規模なCMOS論理LSIを実装するプリント基板は、新開発の大形基板を使用した。この大形基板は、約43×23cm²の寸法であり、論理信号は4層で配線されている。

この収容能力の大きい基板によって一機能一基板化が可能となった。この結果、システムの機能追加や増設が容易となり、機能単位の品質保障も容易となった。また、保守作業でも、故障ユニットの発見が容易であり、保守性を向上することができた。

図8に大形プリント基板の外観を示す。この基板に演算処理装置、主記憶制御部及びアドレス変換部から構成される中央処理装置(主記憶装置と制御記憶装置を除いたもの)が収容されている。

この基板の設計でも、設計自動化システムを利用して自動配置・配線を行ない、プリント基板のマスク作製のデータ及び基板テストのための診断データの生成を自動的に行なっている。

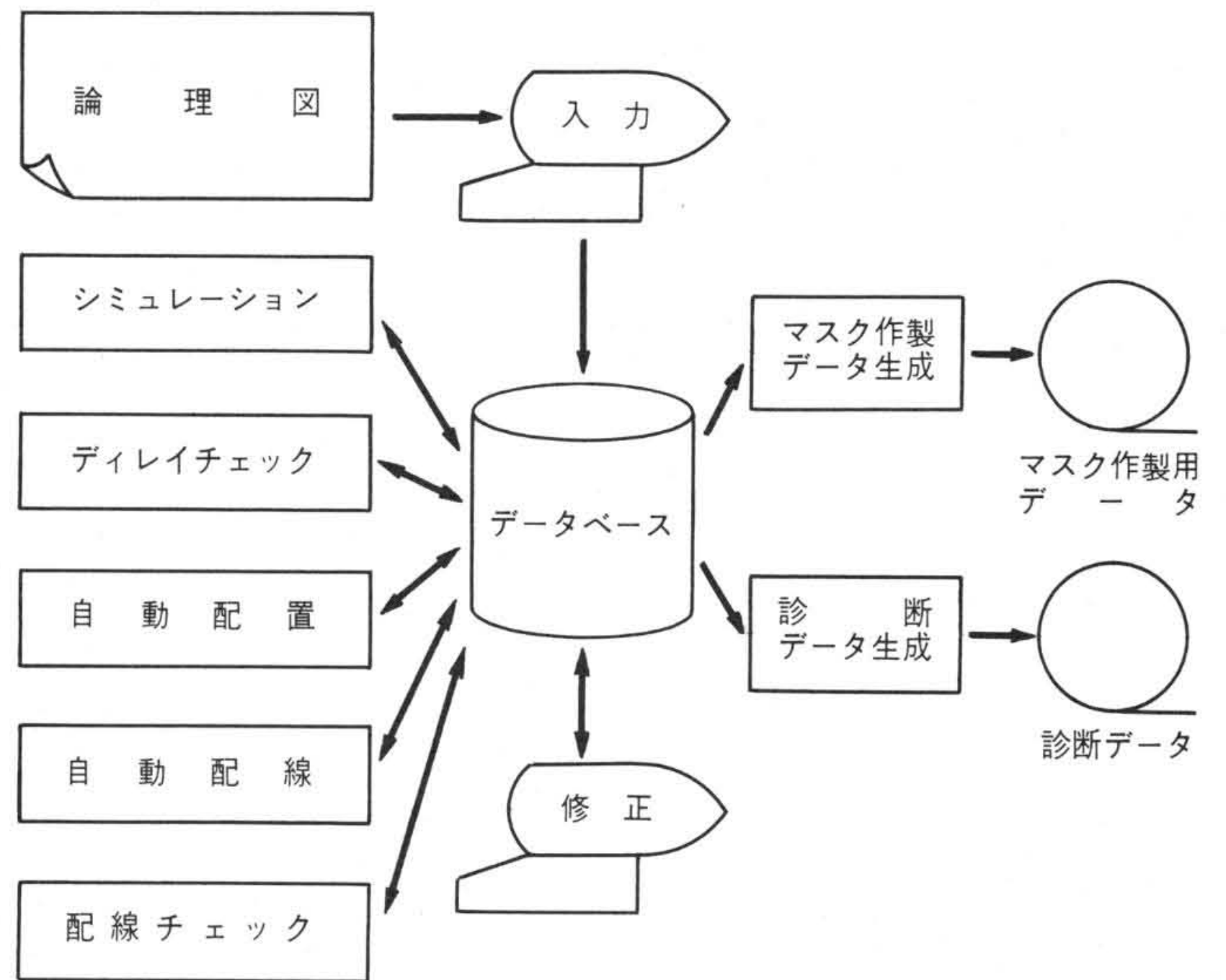


図7 カスタム論理LSI用設計自動化システム 論理図を入力として、LSIの配線マスクを作るためのデータと、完成品テスト用の診断データが出力される。

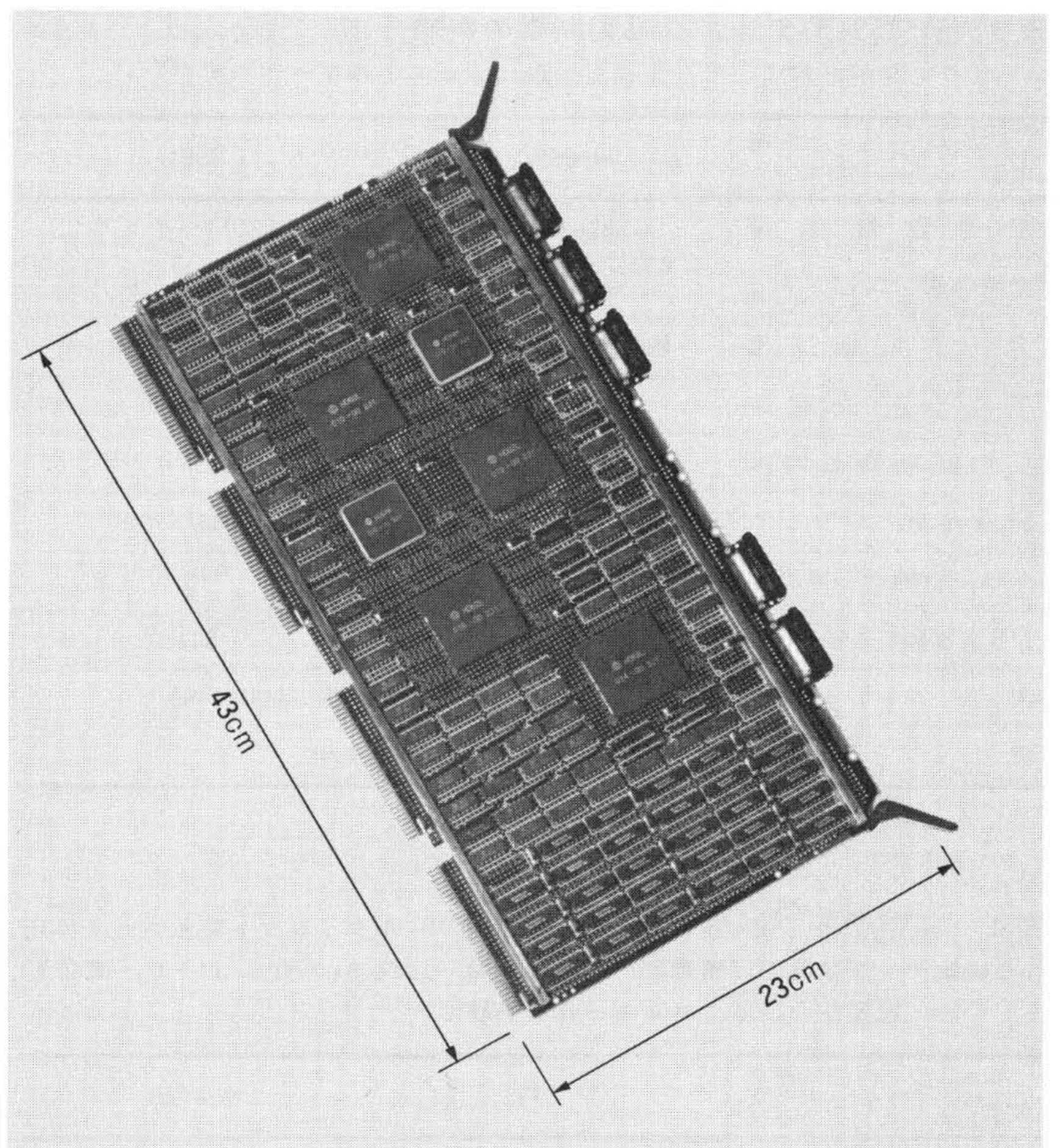


図8 CMOS論理LSIを実装したプリント基板 約43×23cm²のプリント基板に、主記憶装置と制御記憶装置とを除いた中央処理装置が収容されている。

4.2 周辺装置

L-450/470システムは、ユーザーニーズの多様化に対応して、多種多様なファイル装置及び入出力装置をサポートしている。

ファイル装置については、小形で省エネルギーのH-8591形ディスク駆動装置やH-8425/H-8426形磁気テープ装置によって、システム全体のコンパクト化が図られた。

OA機器として、画像入力付OCRをサポートすることによって、画像データ付の文書も入力可能とし、更に新開発のH-8796形ファクシミリ通信接続装置によって、遠隔地のファクシミリ装置への伝票や文書の配信の自動化が可能となった。

画像付データは、ファクシミリ装置だけでなく、ビデオデータターミナルや端末プリンタへも出力可能である。

(1) ディスク駆動装置

H-8591形ディスク駆動装置は、最大4スピンドルの8in固定ディスクをコンパクトなきょう体に収めたものである。8in固定ディスクは、最新のウィンチェスターテクノロジーを採用し、従来相当機に比べ大幅な小形化、省エネルギー化を実現している。

表3に、H-8591形ディスク駆動装置の概略仕様を示す。

(2) 磁気テープ装置

H-8425/8426形磁気テープ装置は、リールダイレクト駆動方式を採用した小形磁気テープ装置である。通常のスタートストップモードのほかストリーミングモードをもち、ディスクのバックアップなどには高速処理が可能である。また、機構部の簡素化、制御回路のLSI化によって高信頼性、大幅な小形・軽量化、省エネルギー化を実現し、オフィス環境に合った低騒音化を図った。

表4に、H-8425/8426形磁気テープ装置の概略仕様を示す。

表3 H-8591形ディスク駆動装置の概略仕様 最新のウィンチェスターテクノロジーによって、大幅な小形化、省エネルギー化を実現した。

項目	形名	H-8591-1	H-8591-2
記憶容量/装置		280Mバイト	520Mバイト
記憶容量/スピンドル		70Mバイト	130Mバイト
データ転送速度		最大904kバイト/秒	最大1,206kバイト/秒
平均シーク時間		25ms	25ms
平均回転待ち時間		8.5ms	8.5ms
記憶容量/トラック		12,032バイト	15,104バイト
トラック数/シリンダ		11	10
シリンダ数/スピンドル		526	821
大きさ		幅650×奥行600×高さ900(mm)	
電源		100V単相	

表4 磁気テープ装置の概略仕様 リールダイレクト駆動方式を採用した磁気テープ装置で、機構部の簡素化、電子回路のLSI化によって、高信頼性、小形・軽量化及び省エネルギー化を実現した。

項目	形名	H-8425	H-8426
データ転送速度	スタートストップモード	20kバイト/秒	50kバイト/秒
	ストリーミングモード	160kバイト/秒	160kバイト/秒
記録密度		1,600ビット/in	
トラック数		9	
IBG		0.6in又は1.2in	
使用テープ		幅 $\frac{1}{2}$ in、長さ最大2,400ft	
巻戻し時間(1巻)		約160秒	
デッキ数/装置		1	
大きさ		幅632×奥行492×高さ900(mm)	
電源		100V単相	

注：略語説明 IBG(Interblock Gap)

表5 ファクシミリ通信接続装置 L-450/470に接続することによって、遠隔地のファクシミリ装置に直接、伝票や文書などを送ることができる。接続は、処理装置内蔵の同期通信アダプタを経由して行なわれる。

項目	形名	H-8796-11	H-8796-12
出力可能情報		英・数字、仮名、漢字、けい線	英・数字、仮名、漢字、けい線、図形、画像
文字構成		漢字：24×24ドット、英・数字、仮名：12×24ドット	
文字種		漢字：約8,000種、英・数字、仮名：127種	
接続ファクシミリ装置		GII、GIII規格ファクシミリ装置	
出力可能用紙サイズ		A4又はB4(接続ファクシミリ装置による。)	
ホストインタフェース		HSC3 2,400～9,600ビット/秒	
大きさ		幅400×奥行700×高さ700(mm)	
電源		100V単相	

注：略語説明 HSC3(Hitachi Standard Synchronous Communication 3)

(3) ファクシミリ通信接続装置

H-8796形ファクシミリ通信接続装置は、オフィス内に設置されているファクシミリ装置をコンピュータの直接出力装置として使用可能とする接続装置であり、ファクシミリ装置を端末プリンタと同等に扱い、処理結果を正確かつ迅速に出力することが可能である。

表5に、H-8796形ファクシミリ通信接続装置の概略仕様を示す。

5 結 言

L-450/470は、OA化や分散/ネットワーク化などの多様なユーザーニーズに対応することを目的として開発した小形コンピュータであり、これを実現したハードウェア技術について述べた。

L-450/470では、2万ゲートCMOS論理LSIをはじめとする最新の半導体技術と、これに適合した高密度実装技術を採用することによって、性能/価格比の優れた極めてコンパクトで消費電力の少ない処理装置を実現することができた。また、周辺装置についても小形化・軽量化・省電力化を図り、これらを組み合わせることによって、オフィス環境への適合性をいっそう向上したシステムを構築することが可能となった。

今後も、新しい技術の適用範囲を拡大することによって、機能強化を図り、より使いやすいシステムを提供していく考えである。

参考文献

1) 岡田，外：HITAC L-330システム，日立評論，60，12，881～886(昭53-12)
2) 福岡，外：コンピュータの遠隔保守支援技術，日立評論，65，8，589～592(昭58-8)
3) 谷口，外：コンピュータ用超LSIとその技術動向，日立評論，65，8，535～540(昭58-8)
4) 湊，外：64kビットCMOSスタティックRAM，日立評論，64，7，497～502(昭57-7)
5) 大町，外：コンピュータにおけるシミュレーション技術，日立評論，64，9，657～662(昭57-9)