

多元情報光ループ統合ネットワーク 「Σネットワーク」

Integrated Services Optical Fiber Loop Network “Σnetwork”

オフィスでの通信ネットワークは、従来は目的に応じて独立なものが設けられていた。しかし、多様化する形態に対しそれらを統一するネットワークの出現が望まれている。そこで、光ファイバ通信の画期的な特徴を生かした多元情報を扱う統合ネットワークとして、「Σネットワーク」を開発した。

Σネットワークは、光通信の大容量性を生かし、時分割多重方式を用いて、音声とデータとの多元な情報を、各種の標準的な交換手段によって、任意相手との伝送を可能としている。また、通信制御方式の単純化を図り、VLSI化を容易にしている。その結果、OA向きの低価格、高信頼で多様な端末、例えば電話、FAX、各種のデータ端末などを多数収容可能なネットワークを実現した。

桒山 邦夫* Kunio Hiyama

高田 治* Osamu Takada

成沢 広** Hiroshi Narisawa

原 射千夫** Michio Hara

1 緒言

オフィスでの通信ネットワークは、従来はホスト計算機とのデータネットワーク、あるいは電話、FAXをつなぐ電話交換網とが独立に設けられていた。しかし、今後の音声、画像の認識、合成技術とデータ処理との融合化を考えると、これらの多元な情報を融合したヒューマンフレンドリーなシステム化が期待される。そのためにも、多元情報を同一ネットワークで扱えることが望まれる。

一方、データ処理は集中から分散処理化の動向が見られ、ネットワークの接続はホスト計算機だけへの専用線だけでなく、任意相手との通信が望まれる。このような交換機能を実現する方式として、一般に回線交換方式とパケット交換方式とがある。回線交換は、電話のようにダイヤル接続した後はその回線を独占的に使える方式であり、そこでの通信手順は網が関与しない透過性(トランスペアレンシ)をもち、ネットワークコストは低い。それに対してパケット交換は、通信データを定められた形式のパケットにして、同一線路を多数のパケットが共用できる方式で、効率が高い方式である。両方式の特徴を生かした目的に応じた利用ができることが望ましく、この両方式を統合したネットワークが望まれる。

そこで、本Σネットワークは、この二つの統合化の実現を図ることをねらった(図1)。

2 Σネットワークと新技術

前述のねらいを達成することが、近年の技術革新によって容易となってきている。その大きな一つは、光ファイバ通信である。従来の通信方式は、いかに高雑音に対処しながら低速通信路を効率を上げて使えるようにするかが最大の課題であった。しかし、光ファイバ通信によって高速・大容量、高品質・低コスト伝送が可能となり、その結果、通信方式上の課題はむしろ光ファイバの高速性に対応できる高速処理をいかに実現するか、高速性をいかに活用するかに変わってきている。

次の大きな技術革新は、VLSI技術である。小さなシリコンのチップの上に大量の論理を組み込めるようになり、小形化、低価格化、高信頼度化が容易に達成されよう。このVLSI技術を活用するためには、従来の論理量の極小化の設計思想から、むしろいかに均一な論理構成にするかが重大なポイントに変わってきている。

他の点として、一つは時分割デジタル交換技術があり、アナログの音声信号をPCM(Pulse Code Modulation)デジタル信号に変換して伝送交換できるようになった。これによって、音声、データの多元情報と通信交換の一体化が可能となった。もう一つは、ソフトウェア技術の進歩がある。マイクロコンピュータ、メモリの高性能・低価格化によって、大幅にハードウェアの制約が小さくなってきており、ソフトウェアの生産性、保守性の大幅向上をねらったモジュラリティの向上を図る新手法の導入が可能となってきている。

以上の技術革新によって、大幅に変革した新しい設計思想に基づき「Σネットワーク」の新方式を開発した(図2)。

3 Σネットワーク方式

3.1 フレーム構成

光ファイバ通信の高速・大容量性を生かし、多元情報統合交換方式を均一かつ容易な制御方式で実現することをねらい、Σネットワークでは、時分割多重方式を採用した。音声を送信することから8kHz、すなわち125μs周期のフレーム構成を図3に示すようにとっている。32Mbpsの高速伝送では、この

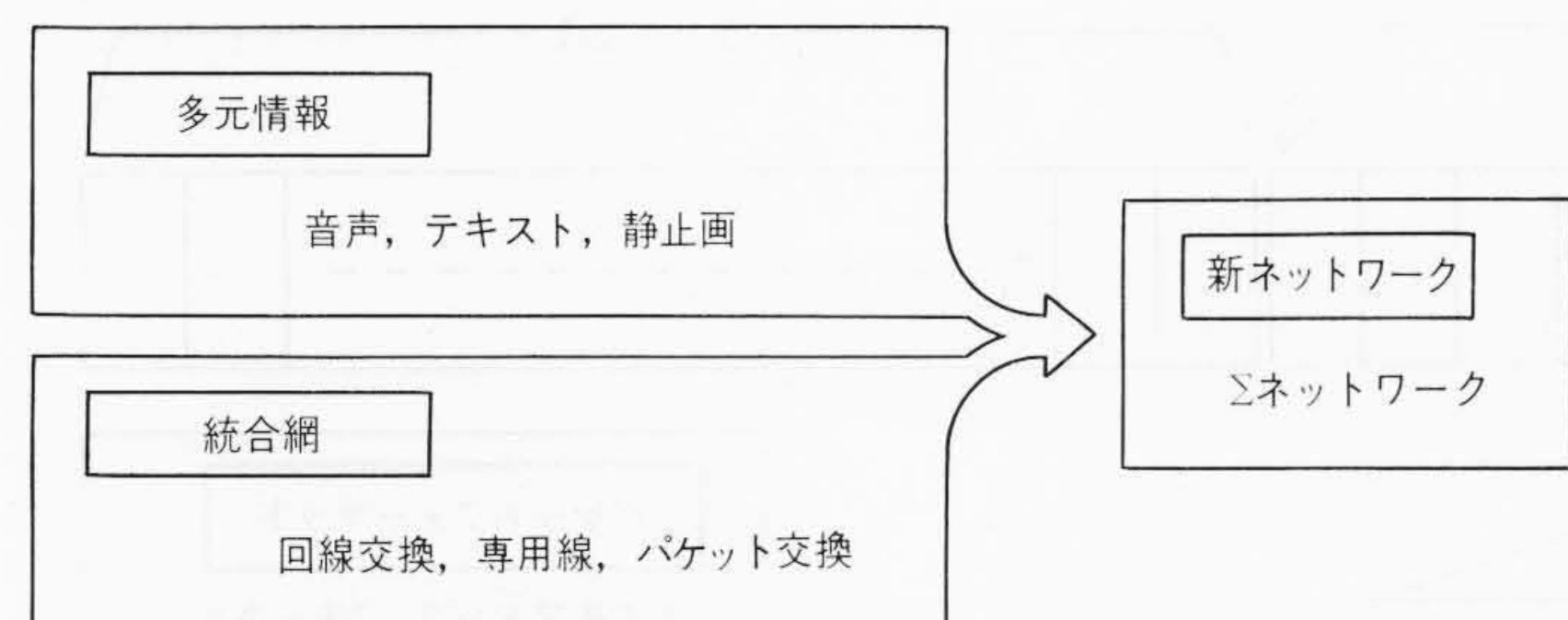


図1 Σネットワークのねらい Σネットワークは多様なニーズに対応することをねらい、音声、テキスト、静止画の多元情報だけでなく、回線交換、パケット交換の統合化をねらった新ネットワーク方式である。

* 日立製作所システム開発研究所 ** 日立製作所光技術開発推進本部

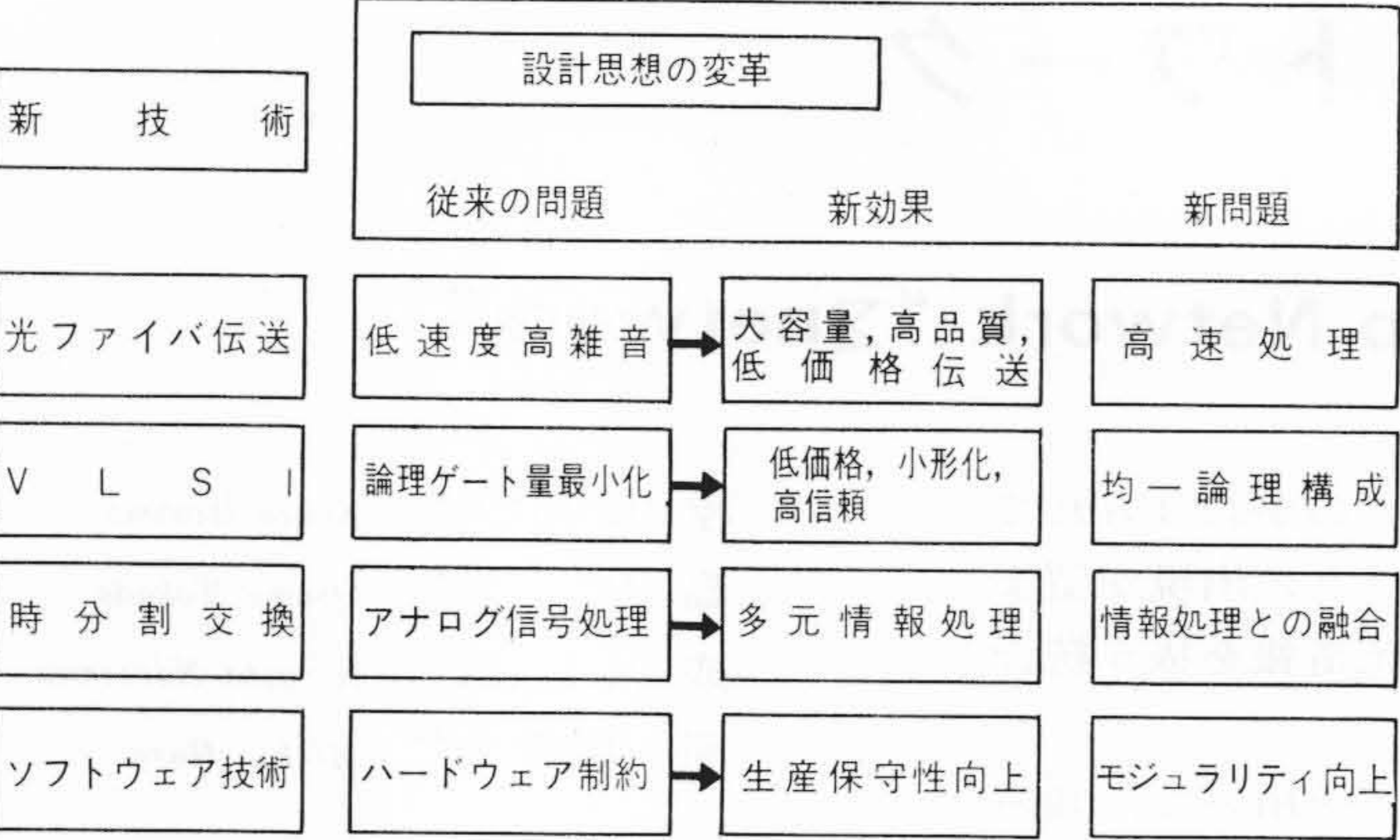


図2 技術革新による設計思想の変革 新技術の出現によって、革命的に設計思想に変化が与えられた。Σネットワークはこの新しい思想に基づいて開発された。

フレームの中に、4,000ビットもの大容量をもっており、むしろ企業内通信では利用しきれないほどの量であろう。そこで、この大容量性を制御方式の単純化に向けることとし、余裕をもたせて10ビットを1チャンネルとし、このチャンネルを均一に配してフレームを構成する単位とした。このフレームの先頭に、フレームを識別する同期用チャンネルを固定的に配し、残りを回線交換用とパケット交換用とに分割可能とした。回線交換時に、接続する回線間の制御情報の通信が必要となるが、ソフトウェアによる制御を容易にすることをねらい、専用のパケット交換機能をリンクパケットとして設置している。これはフレームの大容量性からくる利点である。また、パケット交換の制御機能とこのリンクパケットとを共用することによって、制御理論の簡単化を図っている。パケットはあて先、発信の二つのアドレス、エラーチェック機能などをもっており、決められたチャンネル位置による固定長フォーマットであり、大幅に制御の簡単化が図られる。

チャンネル内は10ビットのうち8ビットが伝送データ用、残り2ビットが制御用に割り当てられ、余裕があることから多様な機能の実現が可能である。例えば、音声のPCM8ビットデータと同時に、制御ビットを用いて低速データを送ったり、電話回線のオン、オフ情報を送出することも可能である。また、多様なデータ端末速度を吸収するための制御、端末との制御信号などもデータ伝送とともに可能である。

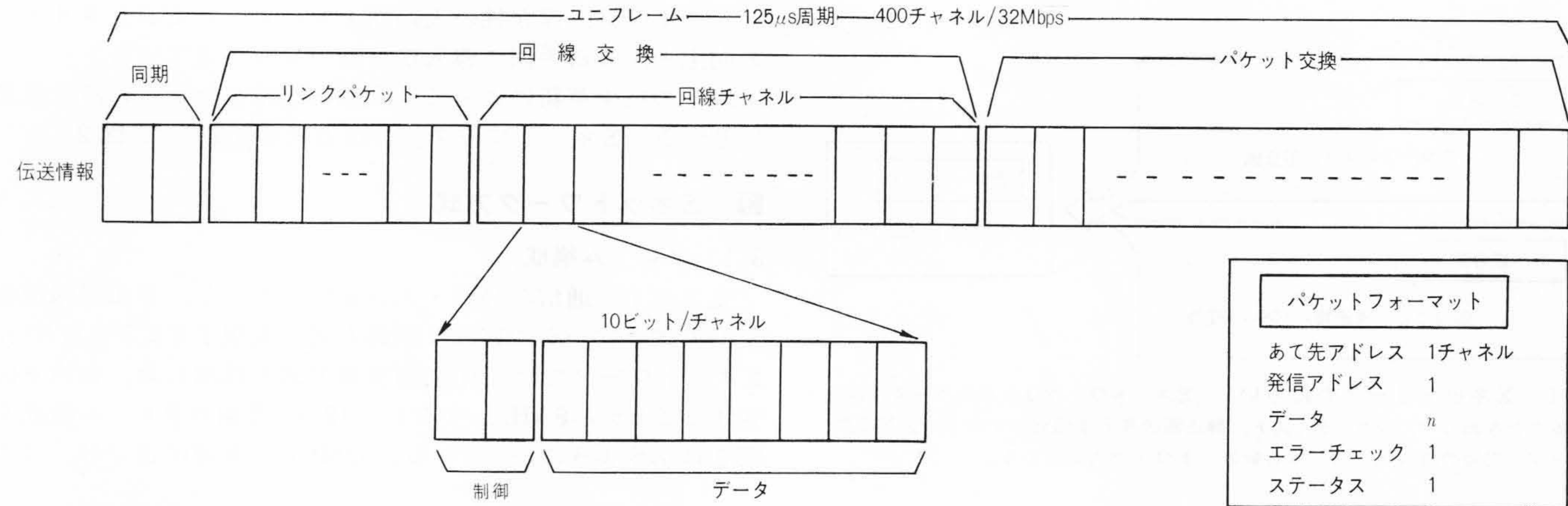


図3 ユニフレーム構成 光ファイバ上を伝送される信号を、図のように125μs周期に時分割多重した大容量の一つのフレームで交換を行なう、シンプルなユニフレーム方式を用いている。

このように、一つのフレームで各種の通信機能を実現する方式をユニフレーム方式と名づけている。

3.2 システム構成

Σネットワークの諸元を表1に、構成例を図4に示す。ノード装置間を光ファイバ二重化ループによる幹線を最大2km間隔で結び、最大64ノードを一つのループ上に設置できる。各ノード装置には、最大64回線の電話、FAX、更に固定接続の一般データ端末、任意交換接続可能なデータ回線交換端末、将来はパケット端末などまでを収容可能である。各ノード装置はVLSI化されれば、オフィスの壁、柱に情報配電盤といったイメージで設置可能となろう。二重化ループによって信頼性、更に増設性を向上させており、複数のループをつなぐことによって、更に大規模化も可能である。

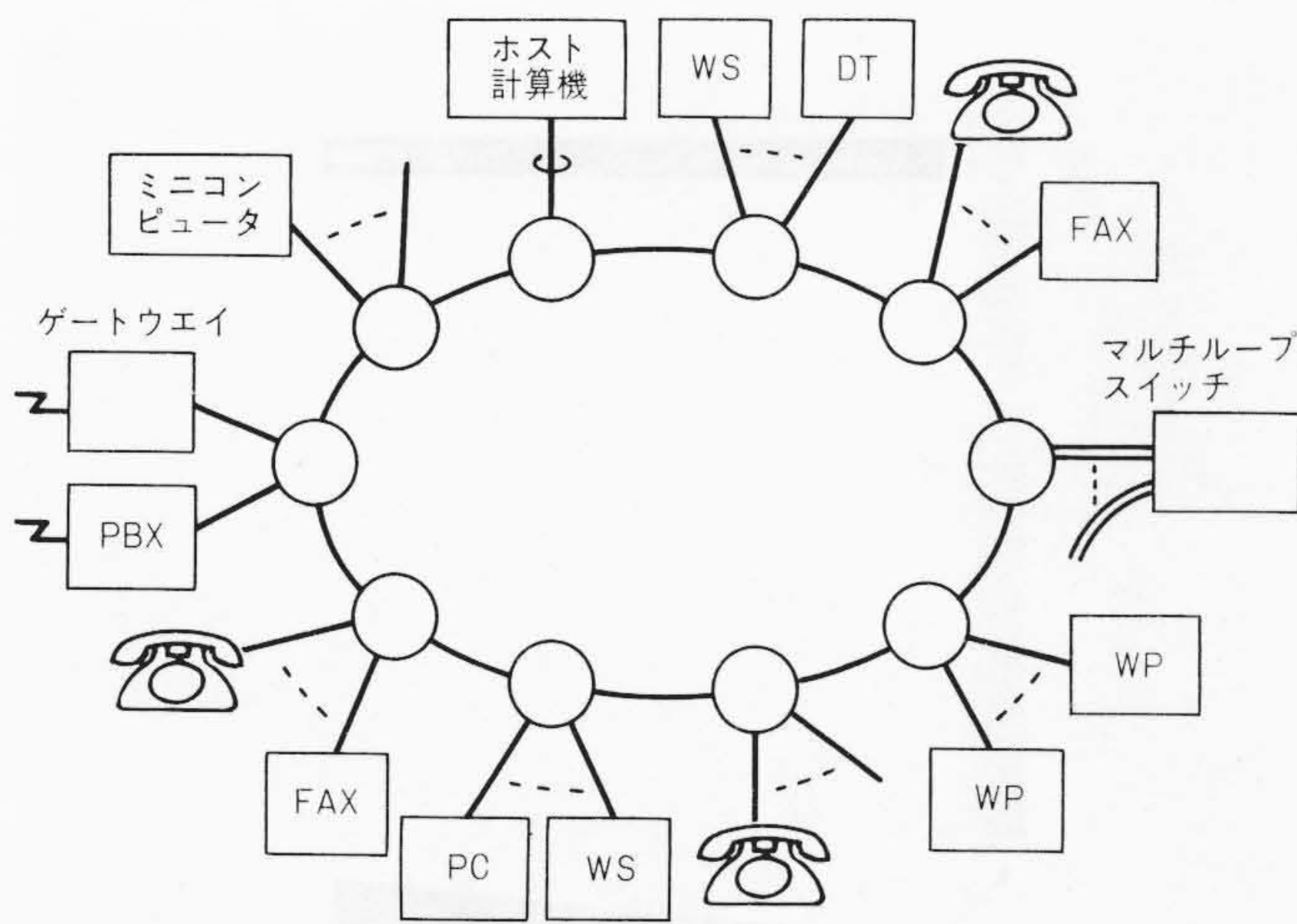
4 ハードウェア構成

図5にノード装置のハードウェア構成を示す。光ファイバ上の信号は、光モジュールによって電気信号に変換され、信号制御部と32Mbpsの高速な信号が送受される。信号制御部は、

表1 Σネットワーク諸元 Σネットワークシステムは、オフィス内に分散してノード装置を設置し、その間を大容量の光ファイバによって接続することにより、拡張性の高い総合ネットワークが実現できる。

項 目		諸 元
ネットワーク形状		ループ(多ループ)
伝 送 速 度		30.72Mbps
光 信 号 方 式		DMI変調0.9μm
ノ ー ド 間 距 離		2km(10km)
ノ ー ド 数 ・ ル ー プ		64
回 線 数 ・ ノ ー ド		64
インタフェース	電 話	既存電話器
	専 用 線	V. 24, V. 35
	デ ー タ 回 線 交 換	X. 20, X. 21
	パ ケ ッ ト 交 換	(X. 25など)
R A S 機 能		二重光ループ ループバック制御 集中保守運用 リモート電源制御

注：略語説明
DMI (Differential Mode Inversion)
RAS(Reliability, Availability, Serviceability)



注：略語説明

WS (Work Station) PC (パーソナルコンピュータ)
WP (Word Processor) DT (Data Terminal) PBX (私設交換機)

図4 Σネットワーク構成例 Σネットワークは、トランスペアレンシ(透過性)の大きいインタフェースをもっており、多様な既存端末を收容することができる。

前述のユニフレームを識別し、チャンネルごとの10ビットの信号を取り出し、並列信号化して10の低速な情報にすることによって、高速処理部分の局所化、簡素化を図っている。通信制御部は、チャンネル単位の送受信、パケットの送受信処理をつかさどる。回線制御部は、各端末ごとのチャンネル割当て、端末との送受信処理、端末との信号制御を行ない、各種インタフェースに共通な論理ブロック化を図っている。これら三つの論理ブロックは約1～2kゲートの少ない論理で実現されており、マスタスライスのVLSI技術によってLSI化が容易に可能である。交換制御は16ビットのマイクロコンピュータによって制御される。

この構成は、ループ上の各ノードとも均一であるが、一つのノードだけは、32MHzの発振器と125μsのフレームを生成する機能がこの構成に付加されている。

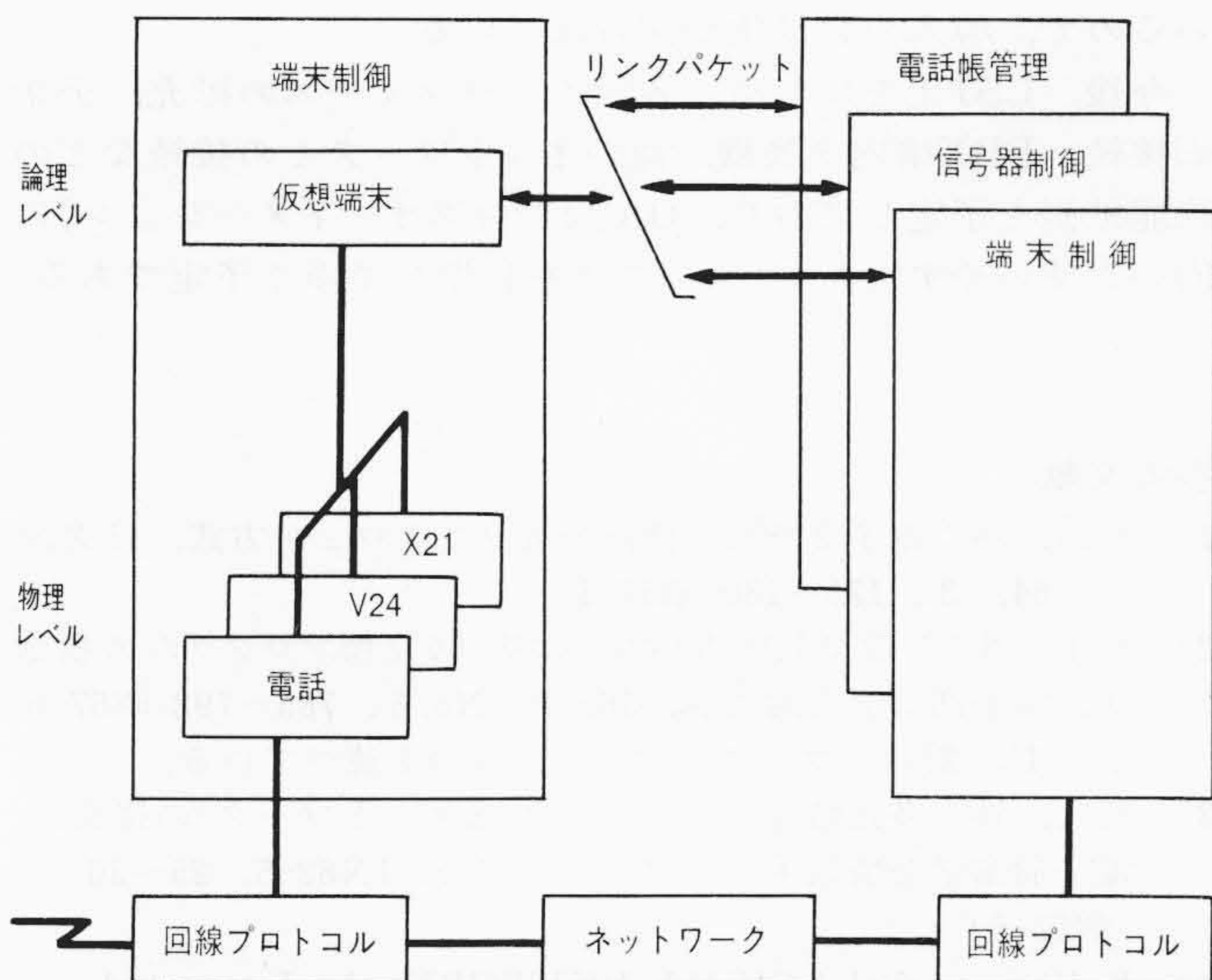
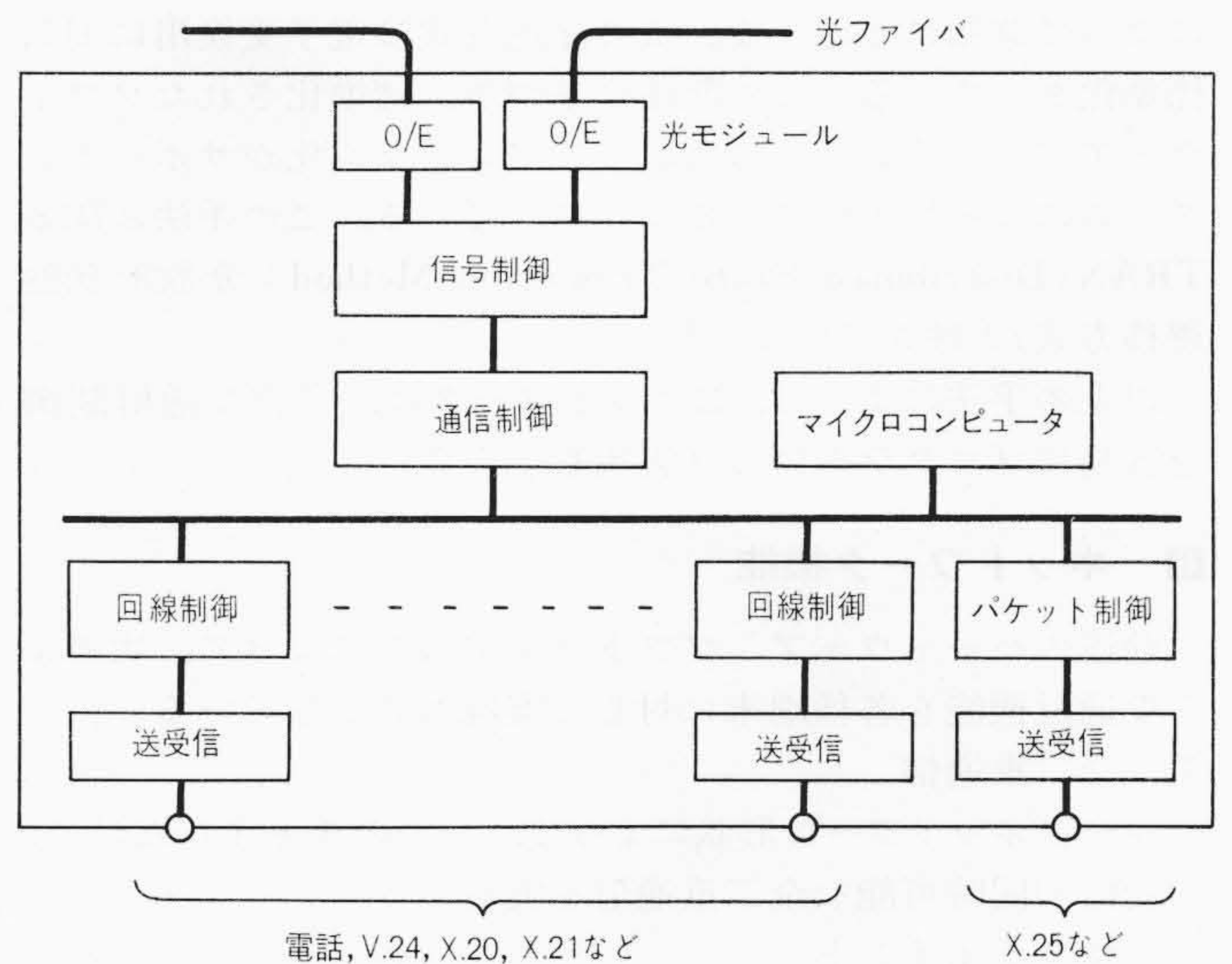


図6 ソフトウェア機能ブロック構成 Σネットワークの通信制御ソフトウェアを、図のような独立した機能ブロックに分割し、モジュラリティの向上を図っている。



注：略語説明 O/E(光・電気変換)

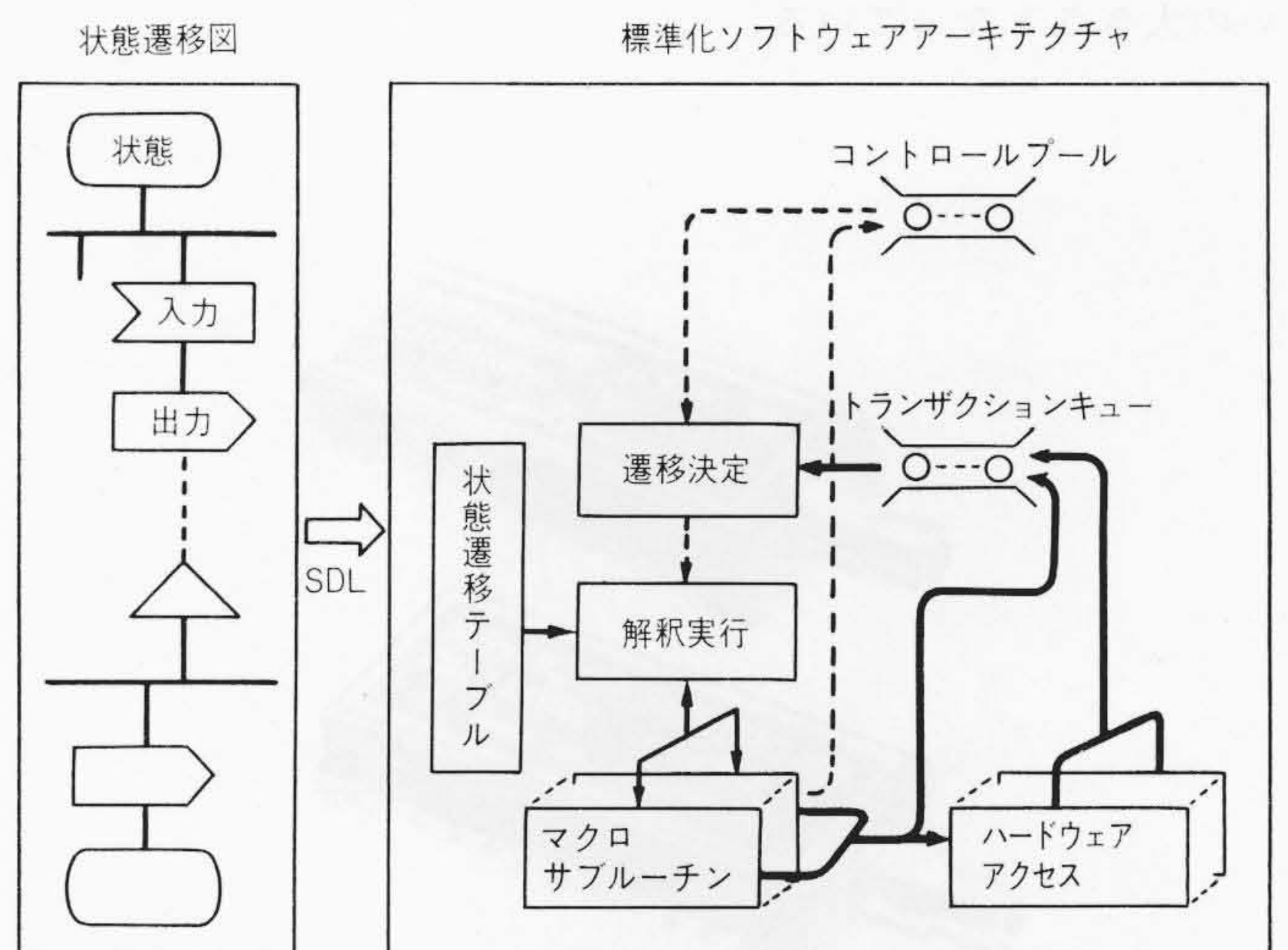
図5 ノード装置ハードウェア構成図 ノード装置は1～2kゲート程度の小数の論理ブロックから構成されており、各ノードとも均一な構成であり、LSI化に適している。なお、現在LSIを開発中である。

5 ソフトウェア構成

各ノードのマイクロコンピュータのソフトウェアは、交換を主とする通信制御プログラム、RAS(Reliability, Availability, Serviceability)運用を扱う保守運用プログラムから成る。そのうち、ここでは複雑な通信制御を行なう通信制御プログラムの新方式について紹介する。

この方式はソフトウェアのモジュール化を図り、Σネットワークのような分散制御方式に適合させるだけでなく、生産性、保守性、信頼性を向上させることをねらっている。そのために、図6に示すように、まずソフトウェア機能のブロック分割を図る。また、各ブロック内を共通化した論理レベルと個別の物理レベルに更に細分化を図る。

次に各ブロックの制御仕様を図7に示すように状態遷移図



注：略語説明 SDL(System Description Language)

図7 DISTRAN手法による統一化制御ソフトウェア 各機能ブロックの機能を状態遷移図で詳述し、それを標準化したアーキテクチャによってプログラムの実現を図る方式を採用している。

によって詳細に記述する。この記述方式は電子交換用に国際標準化されている。この記述に基づき、標準化されたソフトウェアアーキテクチャに合わせてプログラム化がサポートシステムによって実現できるようにしている。この手法はDIS TRAN(Distributed State Transition Method: 分散形状態遷移方式)と呼んでいる^{1), 2)}。

以上の手法によって、 Σ ネットワークは、多様な通信制御を容易にプログラムにより実現している。

6 ネットワーク機能

前述のハードウェア、ソフトウェア機能によって、次のような通信機能を各種端末に対して実現可能としている。

(1) 全二重通信

ループネットワーク形状によって、一つのチャネルだけで、送受信が同時可能な全二重通信を実現する。

(2) マルチポイント

1台のホスト計算機によって複数の端末をポーリングセレクションにより通信する1:n通信を、ポーリング用とレスポンス用の2チャネルを用いることで実現する。

(3) ブロードキャスト

複数の端末に同一情報の伝達が可能である。

(4) 代表選択

複数回線、端末をグループ化し、そのうちの空いているところと接続する代表選択機能をもっている。

(5) 切換通話

電話機能として種々のものをもっているが、その一つとして二人の相手を切り換えながら通話したり、転送したりすることが可能である。

この外にも種々の機能を、前述の構成によってシンプルな形で実現している。

7 製品、導入例

図8に使用している32Mbpsの光送受信モジュールの外観を示す。このようなICと同程度の小形化されたモジュールによって、画期的な光通信が実現されている。

図9に、現在の Σ ネットワークのノード装置に相当するリンクコントローラの外観を示す。これはまだLSI化されていないが、32回線収容可能で、サイドデスクキャビネットぐらいの大きさとなっている。

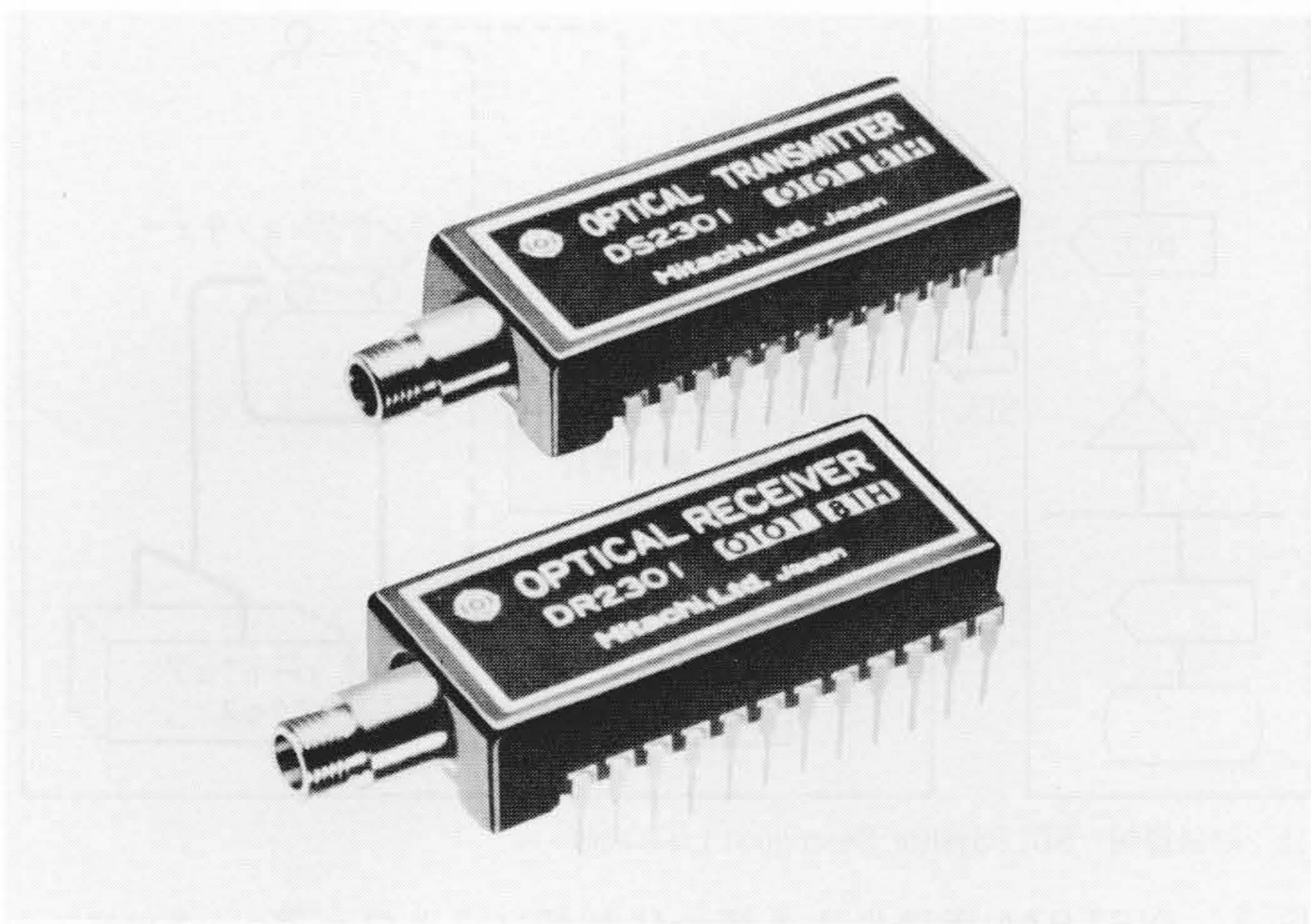


図8 光送受信モジュール 32Mbpsの光信号の送受信モジュールの外観を示す。論理素子と直結でき、小形化が図られている。



図9 ノード装置外観図 32回線収容可能なノード装置で、幅700×奥行400×高さ700(mm)の大きさをもっている。今後のLSI化で大幅な小形化、壁掛形の実現が期待されている。

現在、 Σ ネットワークは、数箇所稼働中である。そのうちの一つは、日立製作所のお茶の水本社ビルに設置しており、現在は主として大形計算機と端末間との回線を三つのフロアで収容しているが、更にパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、電話などを収容して拡大していく予定になっている。もう一つは、自社研究所内に設置されており、メモホンなどのメイリング機能付電話端末を収容している。

8 結 言

オフィスでの通信の多様化に対し、対応できるネットワークとして、光ファイバ高速通信を用いた多元情報統合ネットワーク「 Σ ネットワーク」を開発した。

本ネットワークは、時分割多重方式を基に、音声、データの多元情報、回線交換、パケット交換の両方式を扱える新方式を開発し、かつVLSI化の導入をねらった低価格、高信頼なネットワークである。また、小規模から大規模まで拡張可能な方式であり、既存の標準インタフェースをサポートしているので、導入の容易化が図られている。

今後、LSI化をはじめ、各種インタフェースの拡充、公衆網接続、PBX構内交換機、他のネットワークとの接続などの機能拡張を予定しており、OA(オフィスオートメーション)に向けた使いやすいネットワーク化を目指してゆく予定である。

参考文献

- 1) 桒山, 外: 電子交換機の機能分散ソフトウェア方式, 日立評論, 64, 3, 175~180(昭57-3)
- 2) 桒山, 外: 分散形状態遷移方式に基づく交換プログラムの構成法, 電子通信学会論文誌, J65-B, No. 6, 785~792(昭57-6) 上記1), 2)はソフトウェア方式の詳細を述べている。
- 3) 桒山, 外: 多元情報ネットワーク(Σ ネットワーク)の提案, 電子通信学会情報ネットワーク研究会, IN82-5, 25~30(昭57-5)
- 4) K. Hiyaama, et al.: SIGMA NETWORK—An Integrated Services Optical Fiber Loop Network, ICC, 83, C3.7(1983-6) 上記3), 4)は Σ ネットワークに関する他の文献である。