

TCM-1形同期多重変換装置

Terminating and Converting Module-1 Synchronous Multiplexers

INS(Information Network System)64などのデジタルサービスも一般ユーザーに開放され、通信網のデジタル化が急速に進められている。このような中で、世界的規模でデジタルに適したネットワークを構築するため、1988年秋に新しい同期インタフェースがCCITT(国際電信電話諮問委員会)で国際的に標準化された。この国際標準に準拠し、同時にネットワークの運用性を向上させた新しい同期端局装置を開発した。

菅野忠行* Tadayuki Kanno
石塚幸平** Kôhei Ishizuka
中野幸男*** Yukio Nakano

1 緒 言

TCM-1(Terminating and Converting Module-1)形多重変換装置は、国際標準のデジタルハイアラキー(SDH: Synchronous Digital Hierarchy)に準拠した装置で、中継伝送路網の中であって、従来インタフェースを持った装置の信号を新しいインタフェースに変換を行うとともに、回線の振り分けを行うことができる。本装置の特長を以下に示す。

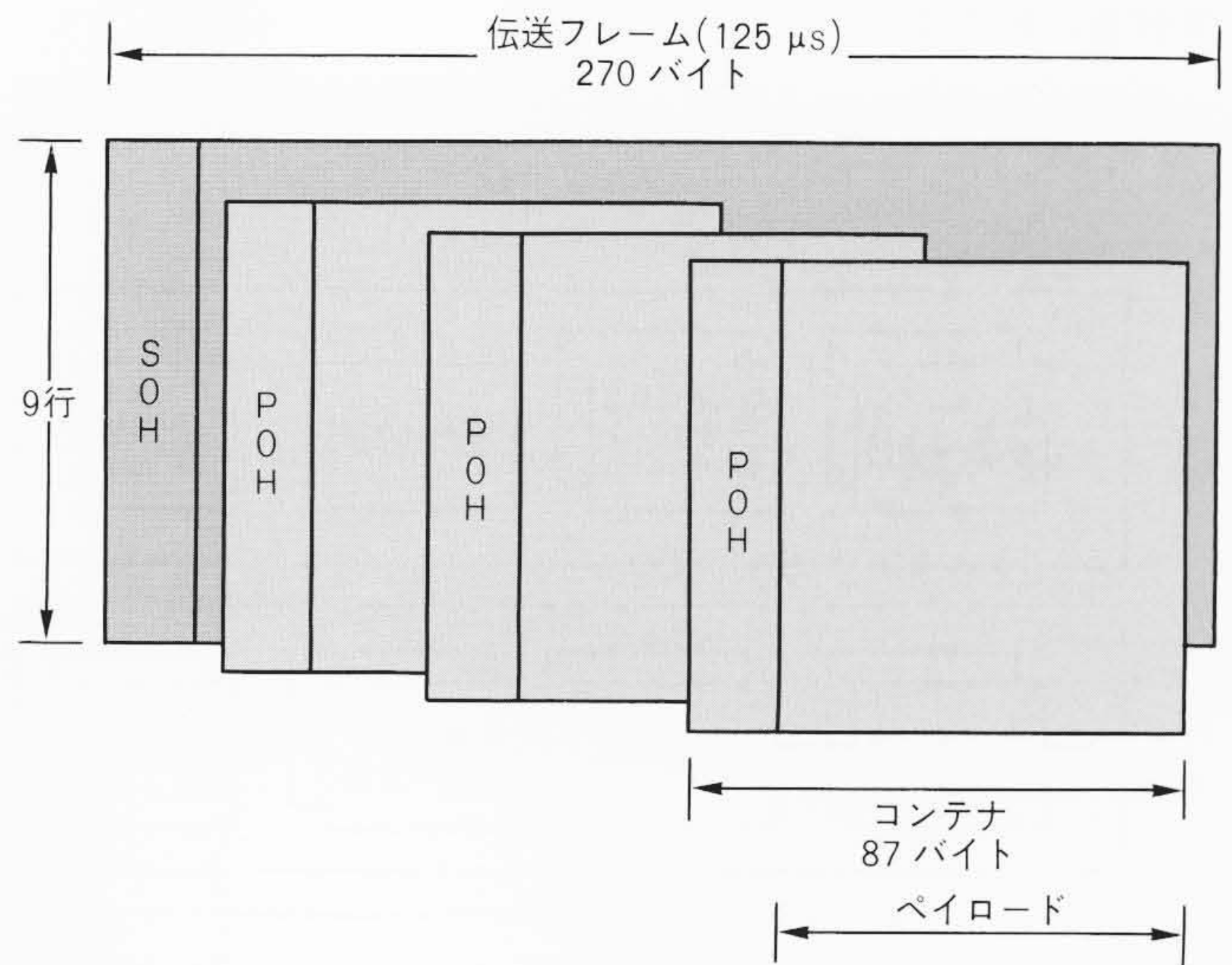
- (1) 国際標準(STM-1)インタフェースに適合
- (2) モジュール化構成による増設性の向上
- (3) 全主信号系冗長構成、自動切換により保守が容易
- (4) 遠隔制御機能による機械室の無人化
- (5) 小形化(従来比 $\frac{1}{4}$ 以下)による設置スペースの削減
- (6) 既存のデジタルインタフェースにも適合
- (7) 可変多重変換機能による伝送路の効率使用可能(384 kビット/秒, 1,544 kビット/秒単位での回線設定変更可能)

国際標準インタフェースは、表1に示すような各国で異なっている既存のデジタルハイアラキーを一つのハイアラキーに統合し、将来の国際間の伝送路接続を容易にする。また、光伝送路の広帯域性を生かし、伝送に必要な信号容量に対し余剰の信号を付加することで、伝送に関する管理情報の容量を増大させ、より詳細なネットワーク管理を可能とするフレーム構成を採用した(図1参照)。本稿は、これらの特長を実

表1 国際標準に向けての各国の対応 デジタルハイアラキー次群で、150 Mビット/秒インタフェースをSTM-1、600 Mビット/秒インタフェースをSTM-4、2.4 Gビット/秒インタフェースをSTM-16と呼んでいる。

デジタルハイアラキー		一次群	二次群	三次群	四次群	五次群	六次群
日本	既存速度	1.5	6.3	32	100	400	1,600
	新速度	1.5	6.3	50	150	600	2,400
米国	既存速度	1.5	6.3	45	45×N		
	新速度	1.5	6.3	50	150	600	2,400
欧州	既存速度	2.0	8.4	34	140	560	—
	新速度	2.0	8.4	34	150	600	2,400

注: 1. (既存網からの変更分)
2. 単位(Mビット/秒)



注: 略語説明 SOH (Section Overhead), POH (Path Overhead)

図1 新しい伝送フレーム構成 各オーバーヘッドには、符号誤り監視ビット、デジタルパスの運用状態監視ビット、ネットワーク管理用のユーザーチャネルなどが収容され、各レイヤごとにおのおの独立に詳細な監視が可能である。

* 日立製作所 戸塚工場 ** 日立製作所 光技術開発推進本部 *** 日立製作所 中央研究所 工学博士

現した多重変換装置について述べる。なお、この装置は平成元年11月から日本電信電話株式会社への納入を開始している。

2 TCM-1形同期多重変換装置の構成と特長

開発した多重変換装置の基本構成を図2に示す。基本機能としては以下の7種に分類される。

- (1) 同期クロック受信・分配部
- (2) 端局制御装置インタフェース部
- (3) 警報制御部
- (4) 低速インタフェース部
- (5) 多重変換部
- (6) 高速インタフェース部
- (7) 電源部

装置構成はほとんどの回路をLSI化しており、日立製作所の従来装置と比較すると、大きさで約1/4、消費電力で約1/5となっている。各部の機能を下記に示す。

同期クロック受信・分配部はクロック供給装置からの網同期クロックを受信し、この装置に必要な同期クロックを作成し各ユニットに供給する。また、伝送路から抽出された同期クロックを、クロック供給装置の同期クロック源として供給する。

端局制御装置インタフェース部は本装置を遠隔で制御できるTC(制御装置)からの制御情報を装置内に分配するとともに装置内状態、ソフト制御によるパラメータの設定、運用管理情報の収集、各バスの監視、試験などの情報をTCに伝える。

警報制御部では、装置内の各種警報情報を収集し、警報収集装置に転送する。

低速インタフェース部は、既存のデジタルハイアラキ

に適合したインタフェースを持つ各種伝送装置(1.5 Mビット/秒、6.3 Mビット/秒)およびデジタル交換機(2 Mビット/秒、8 Mビット/秒)の信号を収容する。パッケージ当たりの実装密度を向上させ、日立製作所比で従来の2倍ないし4倍のハイウエイを収容できる。

多重変換部は既存ハイアラキと国際標準ハイアラキの速度変換、384 kビット/秒単位の回線編集、1,544 kビット/秒単位の回線編集、ユニット間の接続を行う。この構成部には専用に開発したスイッチLSIを用いている。

高速インタフェース部は、国際標準インタフェースに適合したSTM-1, 0(150 Mビット/秒、50 Mビット/秒)の光インタフェースで、端局中継装置に相当する機能を持っており、直接光ファイバに接続し40 kmの伝送が可能である。

電源部は今回新たに開発した3出力1枚幅(15 mmピッチ)の電源盤をN+1の予備構成で使用している。

以上のような構成により

- (1) 既存インタフェースと国際標準インタフェースの変換
- (2) 新しい伝送路の終端
- (3) 新しいバスの終端
- (4) 詳細な項目によるデジタル伝送品質の管理

が可能となり、この装置を新しい伝送ネットワークの両端に配置することで、従来から使用している各種デジタル装置間を新しい伝送方式によって接続することができる。

また、この装置は新しいクロスコネクト装置や大容量の多重中継装置とも接続でき、大容量の伝送ネットワークを構成できる。

3 新しいインタフェース回路

今回開発した国際標準インタフェース回路は、図1で示した新しいフレームに対応した処理回路と、小形化した光-電気変換回路から成る。図3に示すように、この処理回路は速度変換部、SOH(Section Overhead)終端部、AU(Administrative Unit)ポイント処理部、TU(Tributary Unit)ポイント処理部およびVC-11/21パス終端部で構成している。

速度変換部は光-電気変換部からの150 Mビット/秒ECL(Emitter Coupled Logic)レベル信号をシリアル・パラレル速度変換およびECL/TTL(ECL/Transistor Transistor Logic)レベル変換する。

SOH終端部はフレーム同期を確立し、SOH内に含まれるセクション管理情報の分離・挿入およびセクション間の符号誤りの監視を行う。

AUポイント処理部はポイント付け替えによる8 kHz位相同期の確立、スタッフによる伝送路位相変動吸収を行う。また、VC-32POH(Path Overhead)を終端し、4マルチフレーム同期確立、VC-32パス間の符号誤りの監視、およびパス管理情報の分離・挿入を行う。

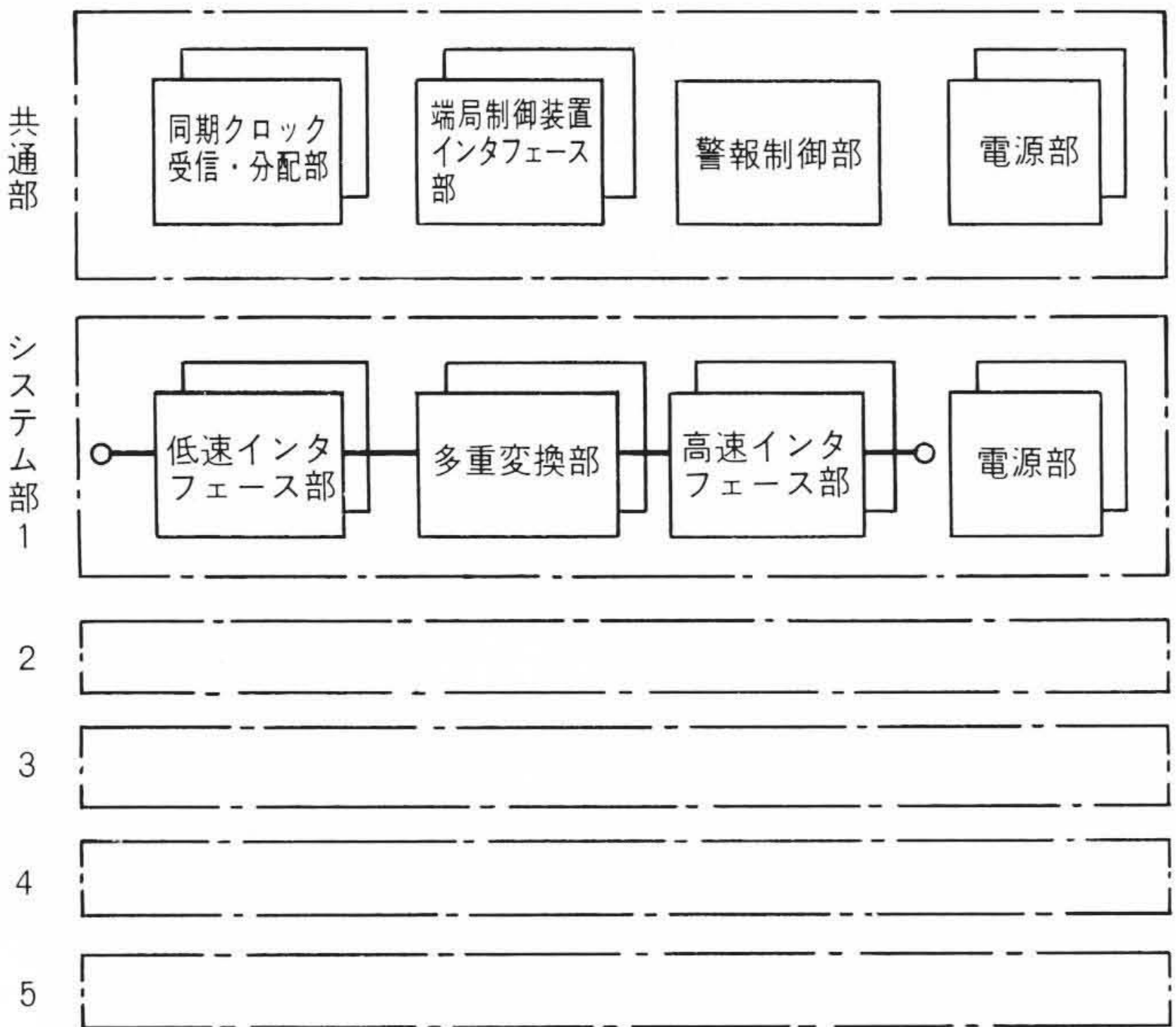
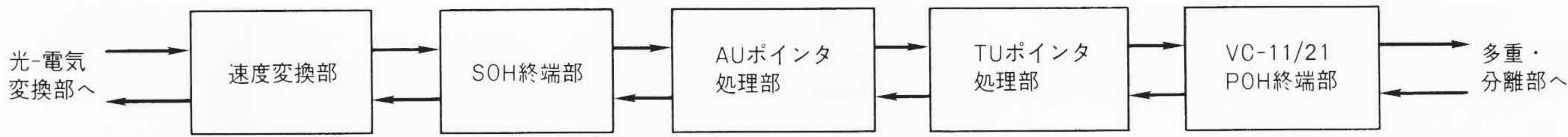


図2 装置構成 高速インタフェース部は、光伝送路を含めた二重化構成であるが、低速インタフェース部は、既存装置インタフェースを考慮し、N：1の自己予備切換方式としている。



注：略語説明 AU (Administrative Unit), TU (Tributary Unit)

図3 SDH(Synchronous Digital Hierarchy) インタフェース回路の構成 各ポインタ処理には、LSI化に適した時分割多重処理方式を用いている。

TUポインタ処理部はTUポインタ付け替えによる2kHz位相同期確立、およびスタッフによる伝送路位相変動吸収を行う。

VC-11/21パス終端部は各VCに対応するVC-11/21POHを終端し、VC-11/21パス間の符号誤りの監視およびパス管理情報の分離・挿入を行うとともに、送受信情報を装置内多重分離処理に最適な形式に変換する。

これら処理回路には、各レイヤ(セクション、VC-32パス、VC-11/21パス)ごとのループバック回路、および試験信号分離・挿入モニタ回路が具備されており、装置内の試験信号生成・検査回路と接続することにより、回線障害切り分け、回線開通試験などの保守運用が簡単に行えるようになっている。

高速電気-光変換部、光-電気変換部は種類としては局内系(伝送距離：400 m)、伝送路系(伝送距離：40 km)のそれぞれに対し伝送速度50 Mビット/秒と150 Mビット/秒の計4種類のインタフェース回路を開発した。構成は図4に示すように送信部と受信部を別々にし、パッケージに搭載しやすくした。

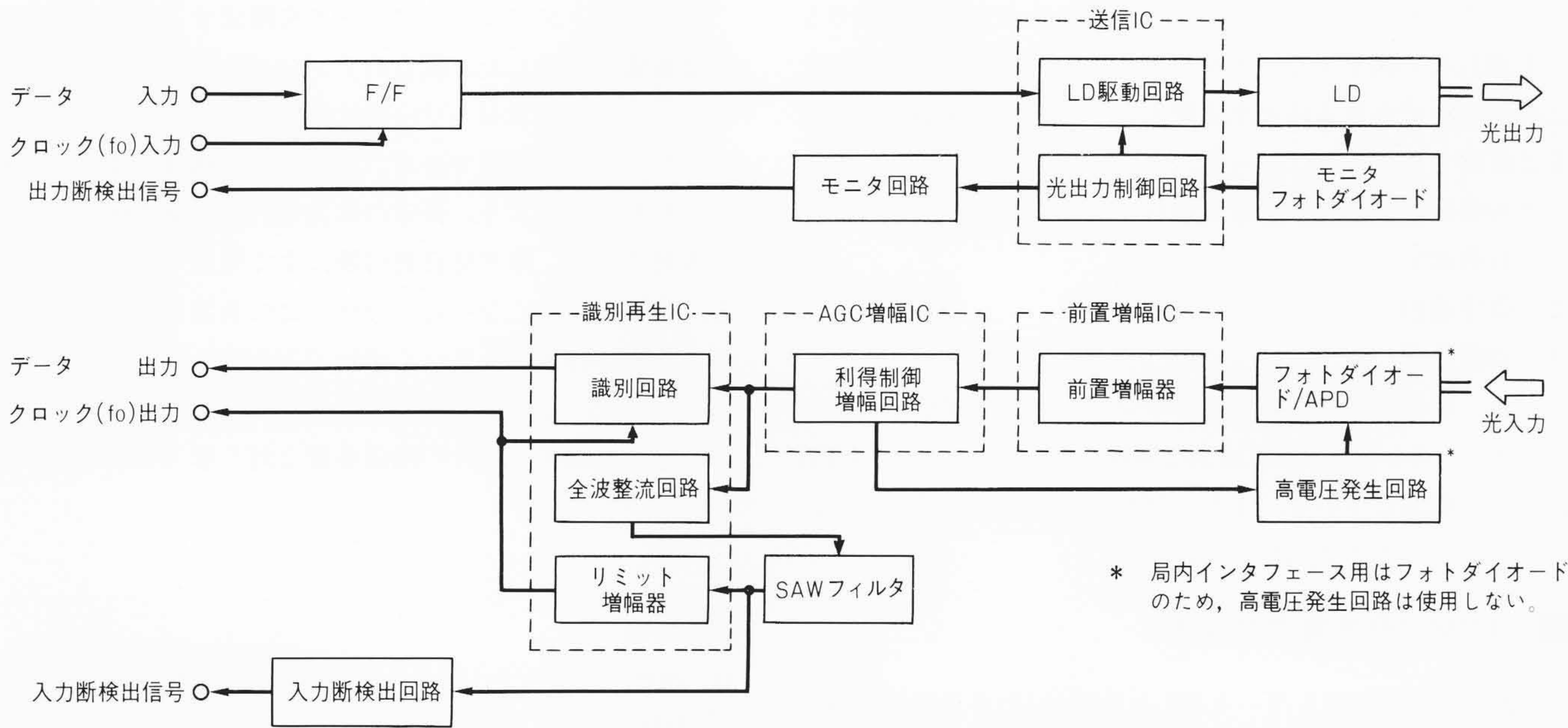
回路部は送信部のLD(Laser Diode：半導体レーザ)駆動回路、受信部の前置増幅、主増幅、識別再生回路と主要機能部分をカスタムLSI化し、高信頼度化、低消費電力化を図っている。局内系と伝送路系の回路形式は基本的には同一とし、共通化を図ることによって経済化をねらっている。さらに、50 Mビット/秒用と150 Mビット/秒用とでは受信部のフィルタ定数とタイミング抽出用のSAW(Surface Acoustic Wave)フィルタを変えるだけで、どちらにも対応できるように考慮した。

発光素子は局内系には低出力LD、伝送路系には高出力LDを用いた。また、受光素子としては局内系にはフォトダイオード、伝送路系にはAPD(Avalanche Photodiode)を用いた。光送受信部の主要諸元を表2に示す。

4 保守運用構成

この装置の保守運用に関する特長は次のとおりである。

- (1) 主要部の完全冗長構成
- (2) 冗長構成の自動切換
- (3) 警報情報を警報収集装置へ出力



注：略語説明 AGC (Automatic Gain Control), SAW (Surface Acoustic Wave), LD (Laser Diode：半導体レーザ), APD (Avalanche Photodiode)

図4 光送受信部ブロック図 回路部は4品種のICで集積化し、高信頼度化、低消費電力化を図っている。

表2 電気-光変換部, 光-電気変換部主要諸元 局内系は伝送距離400 m, 伝送路系は伝送距離40 kmの伝送に対応することができる。

項 目	局 内 系	伝 送 路 系
波 長	1.31±0.05 μm	1.31±0.02 μm
送 信 電 力	-17~-11 dBm	-3~+3 dBm
許容受光電力	-11~-23 dBm	-15~-35 dBm
伝 送 速 度	51.84 Mビット/秒, 155.52 Mビット/秒の2種類	
伝 送 媒 体	シングルモードファイバ	

- (4) 遠隔制御
- (5) 増設性の向上

冗長構成は図2で二重に記述したブロック部分であり、警報部を除きすべてに適用している。

低速インタフェース部は現用系11枚に対し予備系3枚の収容が可能である。インタフェースの種別が5種類あり、そのうち任意の3種までが切替可能となる。切替は自装置内の障害か自装置外の障害かを切り分ける診断を実施後、自装置の障害と判断したときだけ自動切替を行う。高速インタフェース部は、150 Mビット/秒または50 Mビット/秒×3の現用系に対し1：1の予備系となっており、対向装置との診断手順を実施し自動切替を行う。多重変換部も独立に1：1の予備構成となっており、装置内の各部分にパステック用の回路を内蔵しており、その障害情報によって判断し自動切替を行う。クロック受信部、制御インタフェース部についても同様の二重化構成を採り、自動切替が可能である。

装置内外の各種警報はディジタル伝送品質管理のため、詳細な情報を警報収集装置インタフェース(CAPNET)を介して出力可能である。これにより、瞬時に発生する回線の誤りなどを漏れなく検出することができ、従来使用者からの申告によって初めてわかる時々出る障害も、早期に運用側で把握することができるようになった。

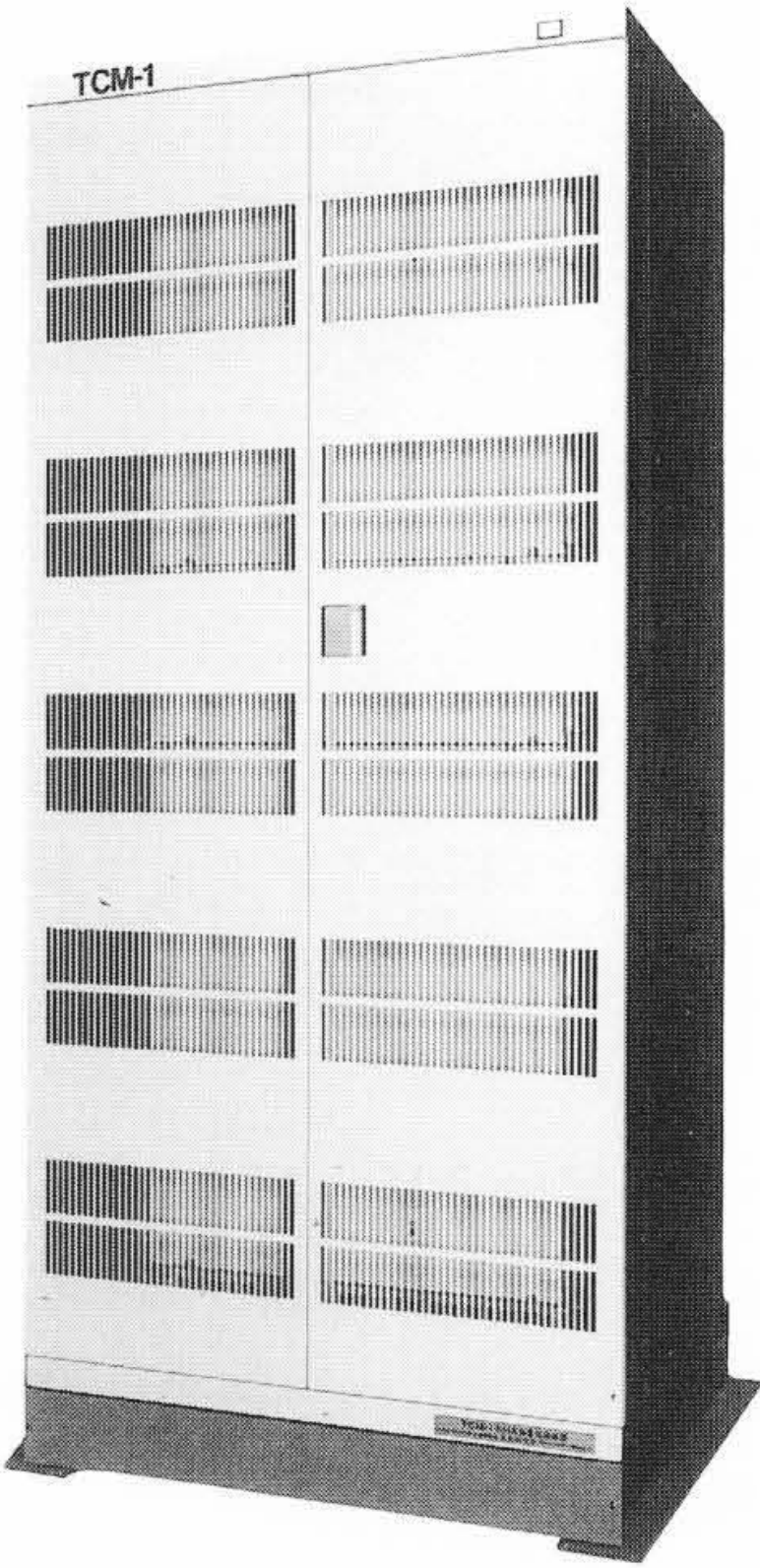
この装置を遠隔制御できる項目は大別すると、

- (1) 状態設定
- (2) 保守運用
- (3) 回線試験

となる。制御系は制御装置インタフェース部に16ビットCPUを、また、各システム部には主に切替制御を行う8ビットCPUによって構成している。また、制御情報の装置内管理用に、バックアップ用のROMを内蔵している。

5 TCM-1形多重変換装置

これらの主要技術を用い実現したTCM-1形多重変換装置の外観を図5に示す。この装置は共通部を筐(きょう)体内最上段に実装し、その下から5段をシステム増設部に割り当てて



注：装置寸法〔幅800×奥行600×高さ1,800(mm)〕

図5 装置外観 ケーブルの導入は、装置上部および下部から可能であるほか、設置環境に柔軟に対応できる構造となっている。

いる。システム増設部は1段当たり2,000チャネルの信号を収容できる。また実装密度を上げたことにより、強制空冷方式とした。筐体内には、ペアケーブル、同軸線、局内光ファイバ、伝送路光ファイバなどの多種類の信号線が引き込まれるため、背面は広い空間を確保してある。また、信号線の切替をリレーで行うため、同軸線をペア線に変換するコネクタを新たに開発した。

6 結 言

新しいディジタルハイアラキーを構成するための同期多重変換装置を開発した。既存のディジタル装置からの信号を新しいディジタルネットワークに接続することで、より品質の高いサービスを提供できる。また、装置構成をすべて冗長構成としたことにより、保守の容易化、遠隔集中保守による保守人員の削減、障害時自動切替による緊急対応作業の削減など、運用が容易になった。今後、この装置は新しいネットワーク全体に導入されていく予定である²⁾。

終わりに、この装置の開発に当たり、ご指導をいただいた日本電信電話株式会社の関係各位に対し厚く御礼を申し上げます。

参考文献

1) 中野, 外: VLSI for DIGITAL XC SW in B.B.A.N, GLOBCOM, 28.6.1(1987)
2) 槇, 外: ネットワークのシンプル化と運用性の向上に寄与する伝送装置, NTT技術ジャーナル(1989-9)