

東京電力株式会社納め100 Mビット/秒 光PCM伝送装置

100 Mb/s Optical PCM Transmission Equipment for The Tokyo Electric Power Co., Inc.

近年の高度情報化社会での情報量の増大，メディアの多様化により，光ファイバを伝送媒体として光PCM(Pulse Code Modulation)伝送装置によるネットワークの構築が急激に普及してきている。これに対応するため，100 Mビット/秒光PCM伝送装置を開発した。これらの装置は，小形化，低消費電力化および高信頼度化が求められており，これを実現するために，装置論理回路部の大幅なLSI化をすることによって小形化，低消費電力化に成功し，架内発熱を抑えることが可能となった。実装は架幅130 mmのスリム架とし，設置スペースの効率化を達成した。また，各装置のインタフェースは標準インタフェースに合わせ，既存装置との互換を可能にしている。

小野勝正* *Katsumasa Ono*
 榊田尚弘* *Naohiro Sakakida*
 長野克之** *Katsuyuki Nagano*
 宮本隆志** *Takashi Miyamoto*

1 緒 言

近年，公衆通信システムをはじめ電力，交通，自治体などの自営通信網などの情報通信は高速・大容量通信の時代を迎えている。しかも音声をはじめとして，画像通信，データなど多種多様なメディアを扱う必要がある。これらの大量のデジタル信号を長距離伝送するためには，光ファイバの優れた特長である無誘導性，広帯域性を取り入れた光ファイバ通信を採用したシステム構成が多く採用されている。これらの動向に対応するため，100 Mビット/秒 光PCM(Pulse Code Modulation)伝送装置を開発した。この装置は，従来の同種の光PCM伝送装置に比べ小形化，低消費電力化および高信頼度化を主目標として開発したものであり，実装は設置スペースの低減が図れる架幅130 mmのスリム架とし，設置スペースの効率化と建設工事の容易化を図った。各装置のインタフェースについても，既存の標準インタフェース〔CCITT(国際電信電話諮問委員会)準拠〕を用いて従来装置との互換を可能とした。本装置は1989年3月東京電力株式会社へ納入し運用に供され，順調に稼動している。

本稿では，その構成，特徴，仕様などの概略について述べる。

2 システム構成

通信ネットワークは，一般的に伝送装置，交換装置および端末装置で構成され，そのシステム構成は図1に示すように表される。このたび開発した装置は，交換機間を伝送する長距離中継伝送装置である(同図参照)。このシステム構成を図2

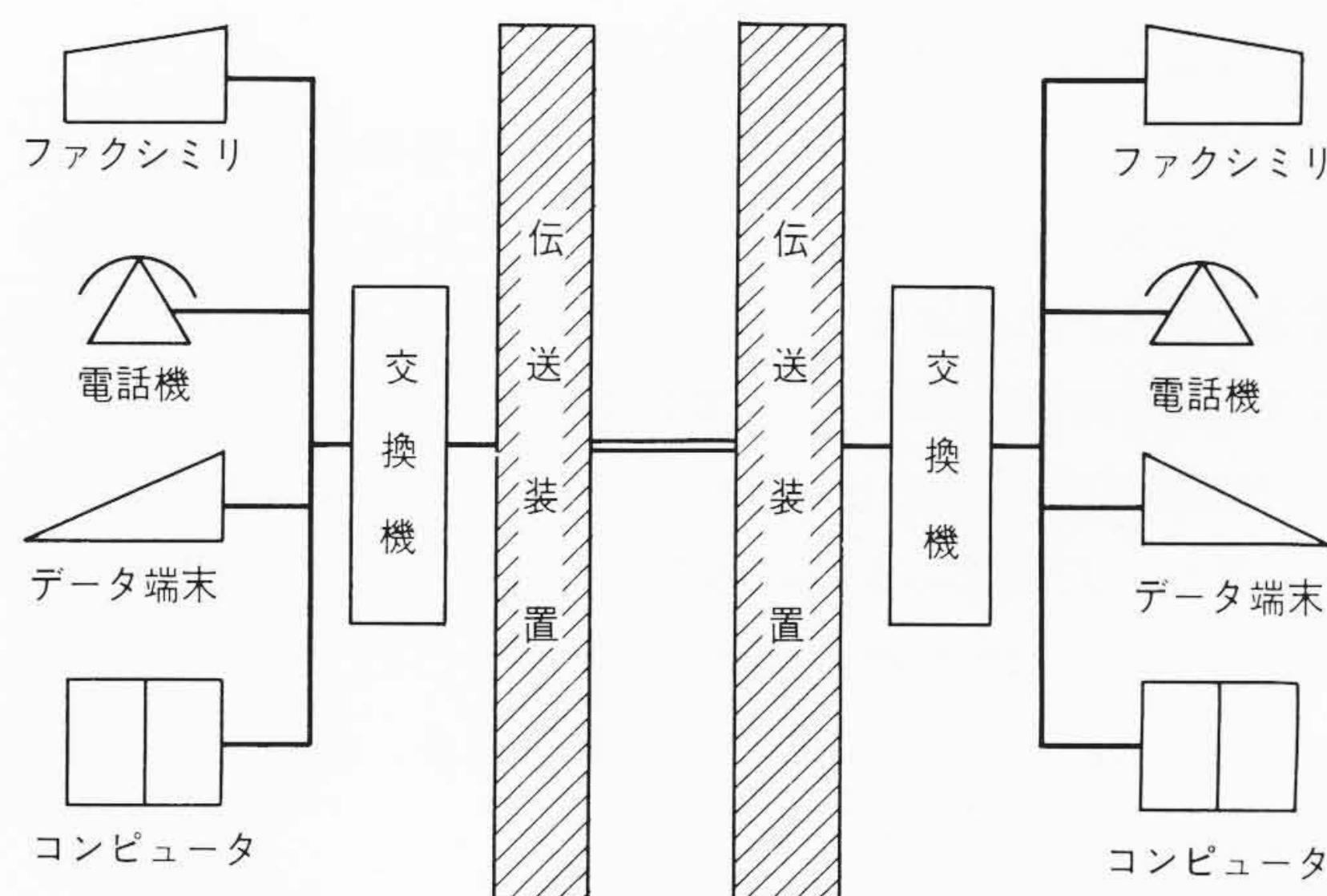


図1 一般的な通信ネットワーク 今回開発したのは，幹線系の伝送装置(図の斜線部分)である。

に示す。これは国内の標準デジタルハイアラキーに準拠しており，6 Mビット/秒 多重変換装置はデジタル一次群信号(1.544 Mビット/秒)4本分を多重化し，デジタル二次群信号(6.312 Mビット/秒)に変換する。32 Mビット/秒 多重変換装置は，デジタル二次群信号5本分を多重化し，デジタル三次群信号(32.064 Mビット/秒)に変換し，同様に100 Mビット/秒 多重変換装置は，デジタル三次群信号を3本多重化し，音声換算で1,440チャンネルのデジタル四次群信号(97.728 Mビット/秒)に変換する。このデジタル四次群信号を100 Mビット/秒 光端局中継装置で光信号に変換して，約40 km無中継で伝送する構成としている。

* 日立製作所 戸塚工場 ** 日立製作所 光技術開発推進本部

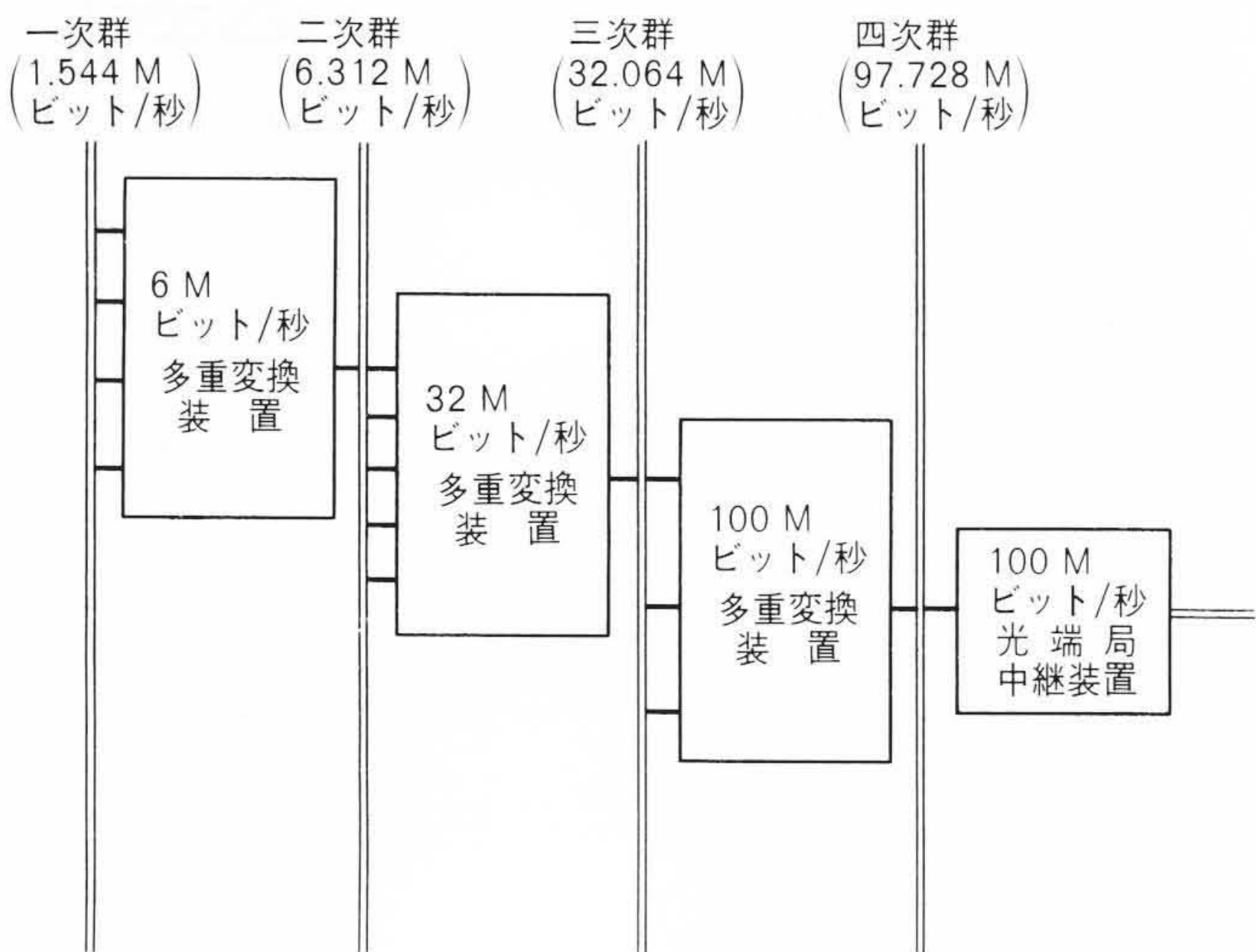


図2 光通信システム構成図 各装置の構成を示す。

3 装置の特徴

本装置の特徴は以下のとおりである。

(1) 設置スペースの低減が図れるスリム架実装

スリム架タイプ100 Mビット/秒 光PCM伝送装置の外観を図3に示す。本装置は、設置スペースをとらない架幅130 mmのスリム架実装を採用した。実装は増設を考え、100 Mビット/秒 光端局中継装置と100 Mビット/秒 多重変換装置を同一架に実装し、32 Mビット/秒 多重変換装置と6 Mビット/秒 多重変換装置はおのおの別架に実装した。このスリム架の採用により、設置スペースの低減が図れるほか、建設工事も容易となる。

(2) 論理回路部の大幅なLSI化による小形・低消費電力化

各多重変換装置および光端局中継装置は、Bi (Bipolar) CMOS LSI, CMOS LSIおよびECL (Emitter Coupled Logic) LSI (合計10品種) を多用することにより、装置の小形化 (各装置とも従来比約 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$)、高信頼度化および低消費電力化 (各装置とも従来比約 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$) を図って架内発熱を抑えている。

(3) 40 kmの無中継伝送を実現

シングルモード光ファイバを用い、最大約40 kmの無中継伝送が可能である。

(4) インタフェースはCCITT規格に準拠

デジタル一次群、二次群、三次群、四次群の各インタフェースは、CCITT規格に準拠した標準インタフェースを採用している。

4 装置概要

4.1 架実装

スリム架の寸法は幅130 mm、奥行き225 mm、高さ2,300 mmとなっており、装置ユニット、電源ユニット、警報、試験

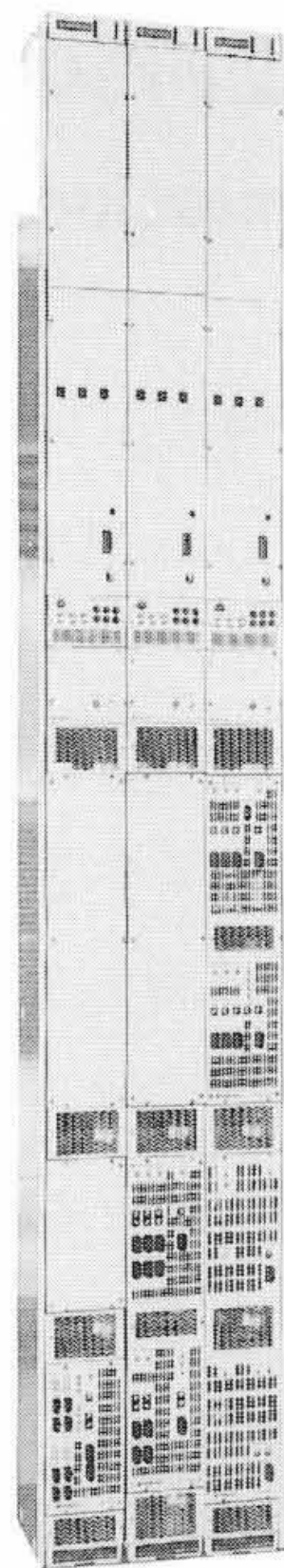
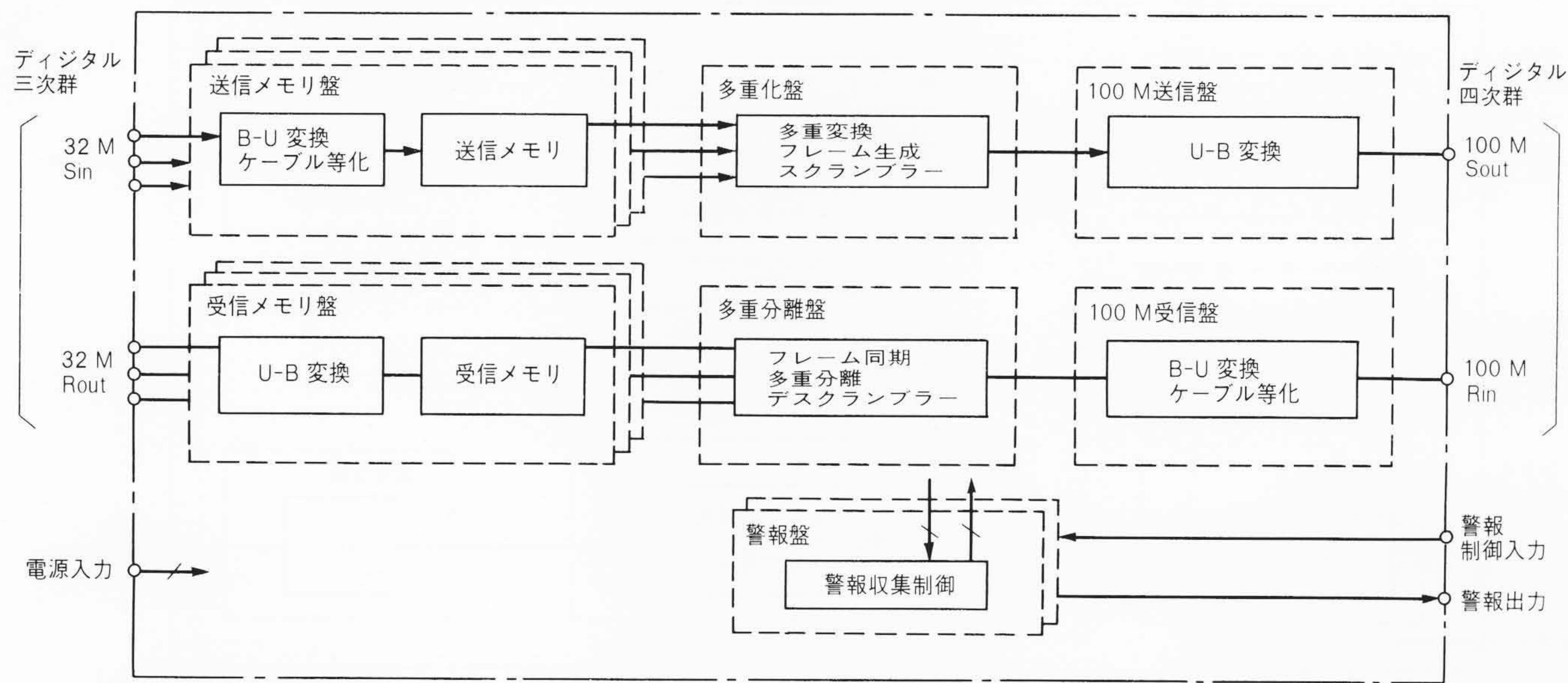


図3 スリム架タイプ100 Mビット/秒 光PCM伝送装置 スリム架タイプ100 Mビット/秒 光PCM (Pulse Code Modulation) 伝送装置の外観を示す。

ユニットを必要に応じて実装することが可能である。スリム架実装では、自然空冷に対応した熱設計と架幅が小さいため、耐震性に関して考慮しておく必要がある。熱設計に関しては、回路のLSI化による小形・低消費電力化と各装置ユニット内で発生した自己発熱については、同一架内の下方のユニットからの発熱が上方のユニットの温度上昇に大きく影響しないように通風経路を設定し、対流誘導能力を高める構造設計を行った。耐震性については、架柱構造設計、ユニット構造設計には耐震性を考慮した設計を進め、耐震試験の結果、自己共振周波数を10 Hz以上とし、実用上問題のないことを確認した。

4.2 多重変換装置

装置の主な仕様を表1に示す。装置構成は各多重変換装置とも同様であり、100 Mビット/秒 多重変換装置ブロック図 (図4) を例に装置の概要を述べる。この装置の多重化方式としては、スタッフ同期多重化方式を用いている。すなわち、互いに非同期な三つの三次群信号 (32.064 Mビット/秒) が3枚実装されている送信メモリ盤に加えられ、盤内の送信メモリに書き込み、100 M送信盤に内蔵した97.728 MHzのクロックから多重化盤で生成した32.576 MHzの同期化低次群クロックによって送信メモリから読み出す。この二つのクロックの周波数差を吸収するためのパルス (スタッフパルス) を挿入することにより、三つの三次群信号の同期化を行う。多重化盤でビット多重およびフレーム生成を行い、100 M送信盤で規定の四次群信号 (97.728 Mビット/秒) にして送出する。100 M受信盤で入力する四次群信号のビット同期をとり多重分離盤に加える。さらにフレーム同期をとり、32.576 Mビット/秒の三つの同期化三次群信号に多重分離し、受信メモリ盤の受信メモリに書き込み、スタッフパルスの除去 (デスタッフ) を行い三



注：略語説明 B-U 変換 (Bipolar-Unipolar 変換), U-B 変換 (Unipolar-Bipolar 変換)

図 4 100 Mビット/秒 多重変換装置ブロック図 100 Mビット/秒 多重変換装置ブロック図を示す。

表 1 多重変換装置の主な仕様 各装置のインタフェースは, CCITT (国際電信電話諮問委員会)の標準インタフェースである。

項 目	6 Mビット/秒 多重変換装置	32 Mビット/秒 多重変換装置	100 Mビット/秒 多重変換装置
伝 送 容 量	音声換算 96回線	音声換算 480回線	音声換算 1,440回線
多 重 化 数	4	5	3
同期多重化方式	スタッフ同期方式		
低次群 インタフェース	1.544 Mビット/秒 AMI/B8ZS	6.312 Mビット/秒 AMI/B8ZS	32.064 Mビット/秒 AMI
高次群 インタフェース	6.312 Mビット/秒 AMI/B8ZS	32.064 Mビット/秒 AMI	97.728 Mビット/秒 AMI
監 視 機 能	クロック断, 受信障害, 誤り率劣化, 対局警報受信 AIS受信, 低次群入力断, 低次群出力断ほか		

注：略語説明 AMI (Alternate Mark Inversion)
B8ZS (Bipolar with 8 Zeros Substitution)

次群信号として送出する。装置内の各種の警報は、警報盤から外部装置に送出される。送受信メモリ回路、多重化回路はLSI化されている。外部装置と接続される三次群信号、四次群信号は同軸ケーブルを用いたバイポーラ信号でインタフェースされ、盤内の符号変換回路によってユニポーラ信号に変換される。一方、同軸ケーブルは周波数の平方根および距離に比例した減衰特性を示し、数百メートル伝送しても伝送上支障のないように波形等化機能を設け、自動的に減衰特性を補償することができるようにした。100 Mビット/秒 バイポーラ等化波形を図 5 に示す。

4.3 100 Mビット/秒 光端局中継装置

装置の主な仕様を表 2 に示す。図 6 の本装置ブロック図を例に装置概要を述べる。デジタル四次群(97.728 Mビット/

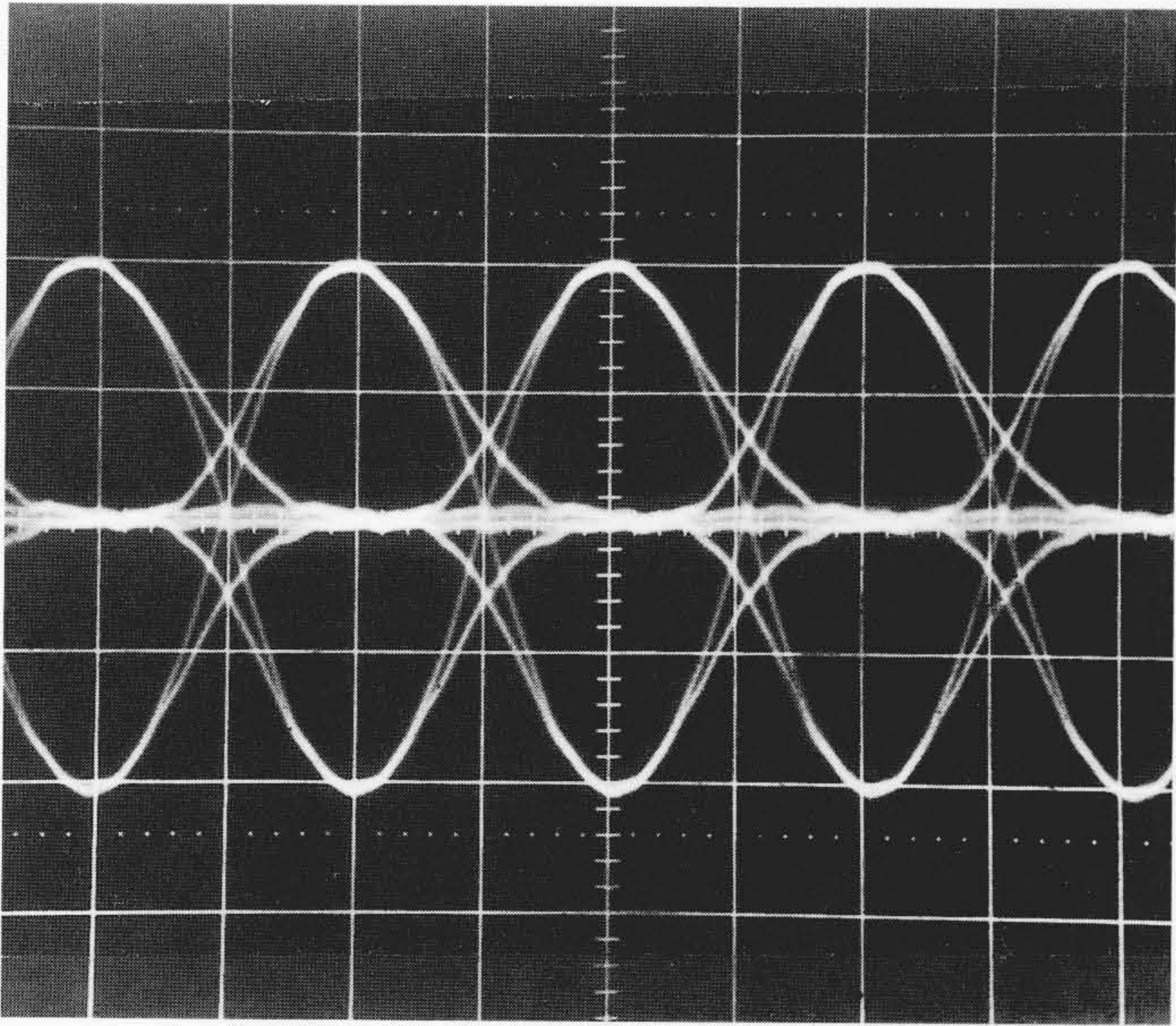


図 5 100 Mビット/秒 バイポーラ等化波形(局内伝送路符号：AMI, 伝送速度：97.728 Mビット/秒, 伝送距離：3C-2T同軸ケーブル 300 m) 100 Mビット/秒の局内信号を伝送したときのバイポーラ等化波形を示す。

注：0.5 V/Div, 5 ns/Div

秒)のバイポーラ信号が同軸ケーブルを介して100 M送信盤に加えられ、本盤でユニポーラ信号に変換後、符号化盤の符号化回路によって111.689 Mビット/秒の伝送路符号に変換する。光送信盤は、伝送路符号を受信し半導体レーザ(LD)を駆動し光信号にして光ファイバ伝送路に送出する。光受信盤では、光ファイバ伝送路からの光信号を受光素子のAPD(Avalanche Photodiode)で受け、増幅・タイミング再生を行い、ユニポーラ信号に変換する。

復号化盤でフレーム同期をとると同時に伝送路信号の復号

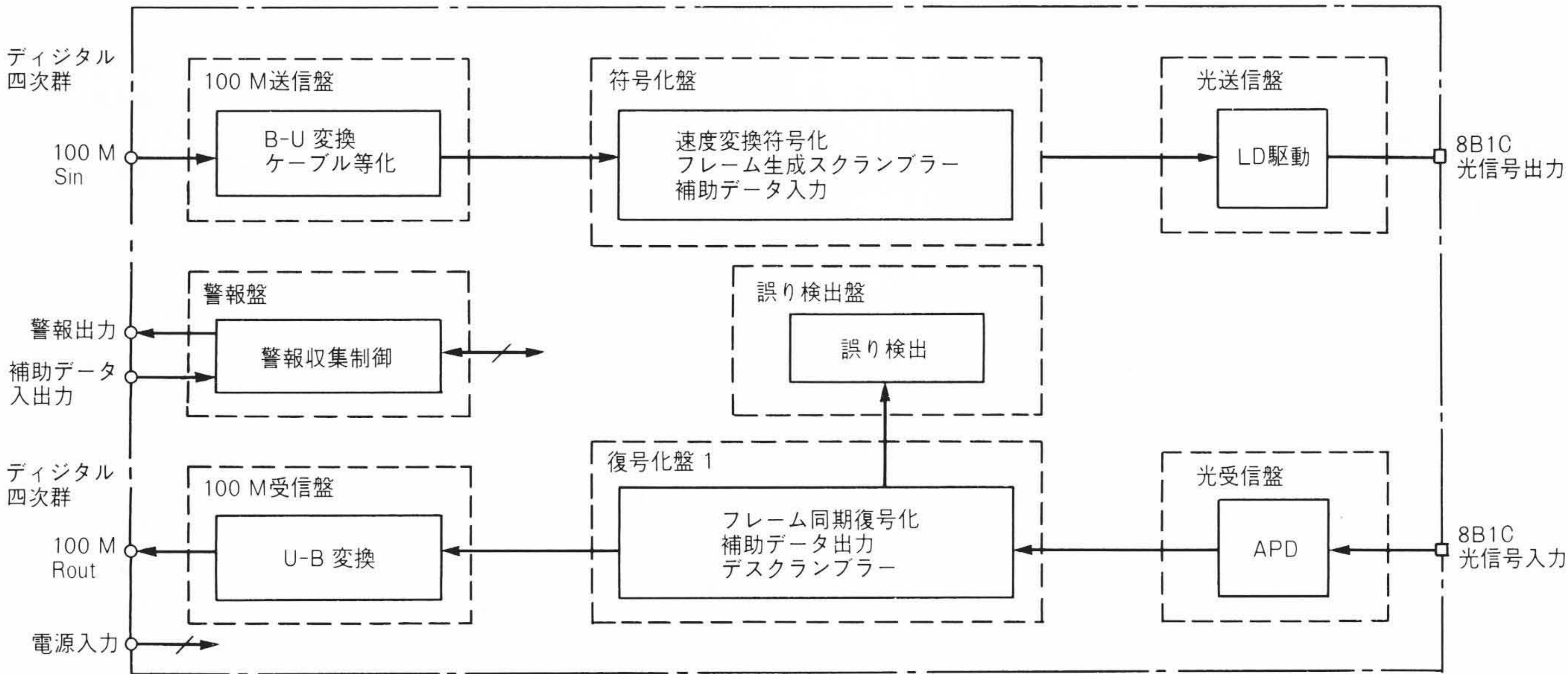


図6 100 Mビット/秒 光端局中継装置ブロック図 符号化盤、復号化盤の論理回路はLSI化を図っている。

表2 100 Mビット/秒 光端局中継装置の主な仕様 SM形光ファイバ平均損失0.5 dB/kmを使用した場合、約40 km無中継伝送が可能である。

項 目		仕 様
伝送速度	局 内	97.728 Mビット/秒
	伝 送 路	111.689 MHz
使 用 ケ ー ブ ル		SM形光ファイバ
波 長		1.31 μm
発 光 素 子		LD
受 光 素 子		APD
光 出 力 レ ベ ル		-4 dBm
最 小 受 光 レ ベ ル		-38 dBm
符 号 誤 り 率		10 ⁻¹¹ 以下/中継
監 視 機 能		伝送路入出力断検出ほか

注：略語説明 LD(Laser Diode：半導体レーザ), APD(Avalanche Photodiode)

化を行い、100 M受信盤に送出する。100 M受信盤ではユニポーラ信号をバイポーラ信号に変換し、デジタル四次群信号に変換して局内装置へ送出する。警報盤では警報を収集し外部装置に送出する。符号化盤、復号化盤はLSI化によって低消費電力化を図っている。光入力パワー対誤り率の一例を図7に示す。

5 結 言

スリム架タイプ100 Mビット/秒 光PCM伝送装置の開発を行い、論理回路を大幅にLSI化することにより、各部の小形化、高信頼度化および低消費電力化に成功した。実装は架幅130 mmのスリム架実装を行い、架内発熱を抑える実装形態とし、設置スペースの効率化を達成した。また、40 kmの長距離無中継伝送も可能である。装置インタフェースはCCITTに準拠しており、既存の標準インタフェースを持つ装置との互換をとることも可能である。

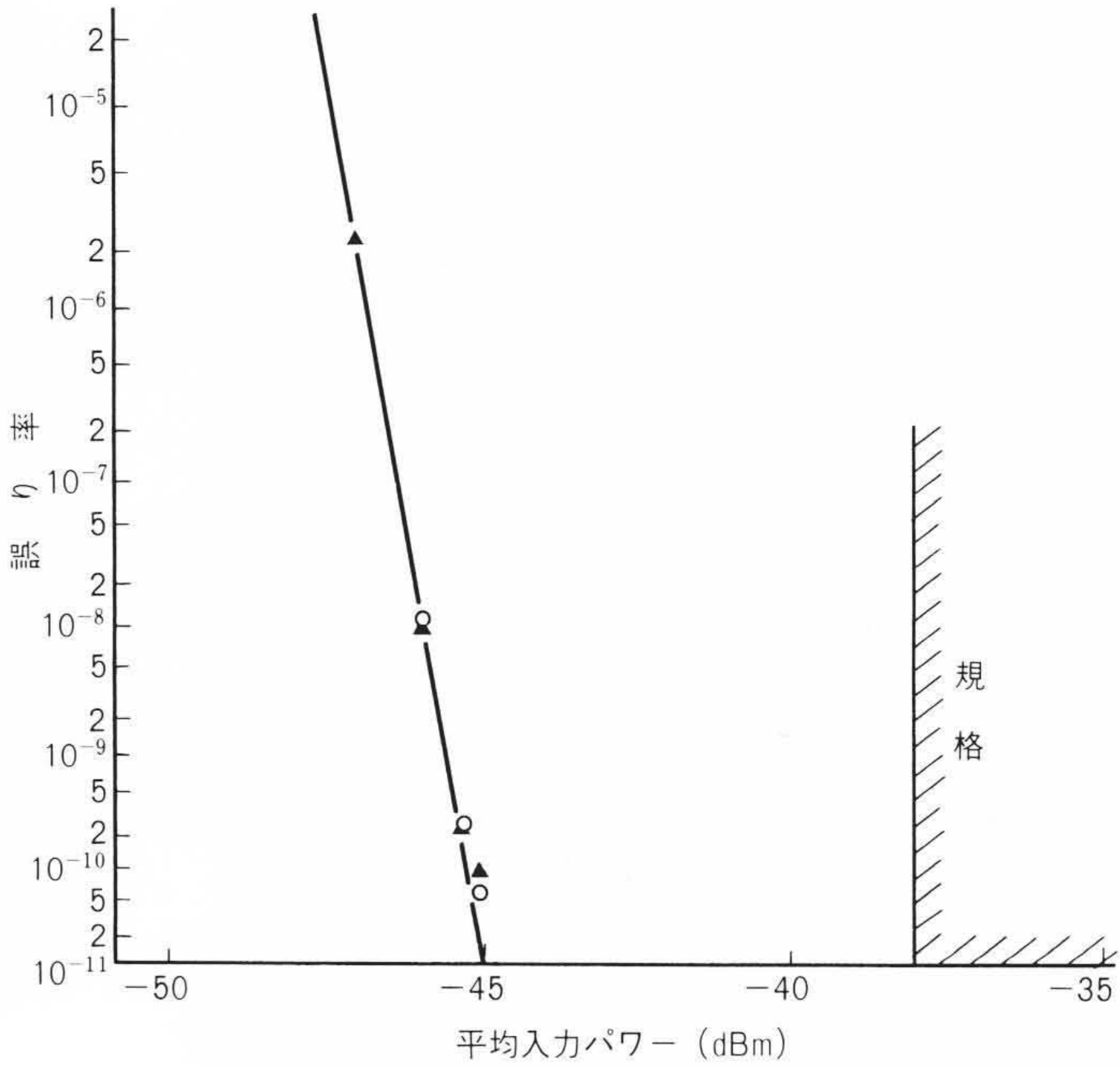


図7 光入力パワー対誤り率特性 100 Mビット/秒の場合の誤り率特性を示す。規格を十分に満足している。

最後に、本開発に当たりご指導いただいた東京電力株式会社の関係各位に対し感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) 電力用デジタル通信調査専門委員会：電力用デジタル通信と網同期，236号(昭61-12)
- 2) 玉木，外：光加入者線伝送装置，日立評論，67，10，783～786(昭60-10)