

6 M/32 M/100 Mビット/秒光PCM伝送装置

6 Mbps/32 Mbps/100 Mbps Optical PCM Transmission Equipment

画像、音声、データなど多様なメディアを扱うためには、大容量かつ長距離伝送が可能な光ファイバ通信が必要となっている。これに対応するため、6 Mビット/秒、32 Mビット/秒および100 Mビット/秒の3種の光PCM(Pulse Code Modulation)伝送装置を開発した。これらの装置は、論理回路部を大幅にLSI化することによって小形化、低消費電力化に成功した。その結果、回線単位に光端局中継装置、多重変換装置などをまとめて1架に実装可能となり、フロアスペースの大幅節約が可能となった。また、主要装置はすべて予備系を持ち、高信頼度化を図るとともに、予備系への切換をすべて自動化し、保守を簡易化した。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。

南 幸雄* Yukio Minami
永田洋一** Yōichi Nagata
小野勝正* Katsumasa Ono
長野克之*** Katsuyuki Nagano
宮本隆志*** Takashi Miyamoto

1 緒 言

日常の暮らしに役だつ公衆通信システムをはじめ企業内通信などの情報通信は、高速・大容量通信の時代を迎えている。しかも、最近は高度情報化の流れの中で、画像、音声、データなど多種多様なメディアを扱う必要がある¹⁾。特に広帯域を必要とする画像伝送^{2),3)}に対処するため、光ファイバを用い、高品質かつ長距離伝送にその特長を発揮するシステム構成が多く採用され始めている。

これらの動向に対応するため、光ファイバを用いて伝送する6 Mビット/秒、32 Mビット/秒および100 Mビット/秒の3種の大容量・長距離用の光PCM(Pulse Code Modulation)伝送装置を開発した。

これらの装置は従来の同種の光PCM伝送装置に比べ、小形化、フロアスペースの節約、高信頼度化および保守の簡易化を主目標とし開発したものであり、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、従来装置との互換を可能とした。

本稿ではその構成、特徴、仕様などの概略を述べる。

2 装置基本構成と機能

一般的に通信ネットワークは、伝送装置、交換装置、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。今回、開発した装置は同図で交換機間(局間)を結ぶ幹線系の伝送装置であり、標準デジタルハイアラキーに対応

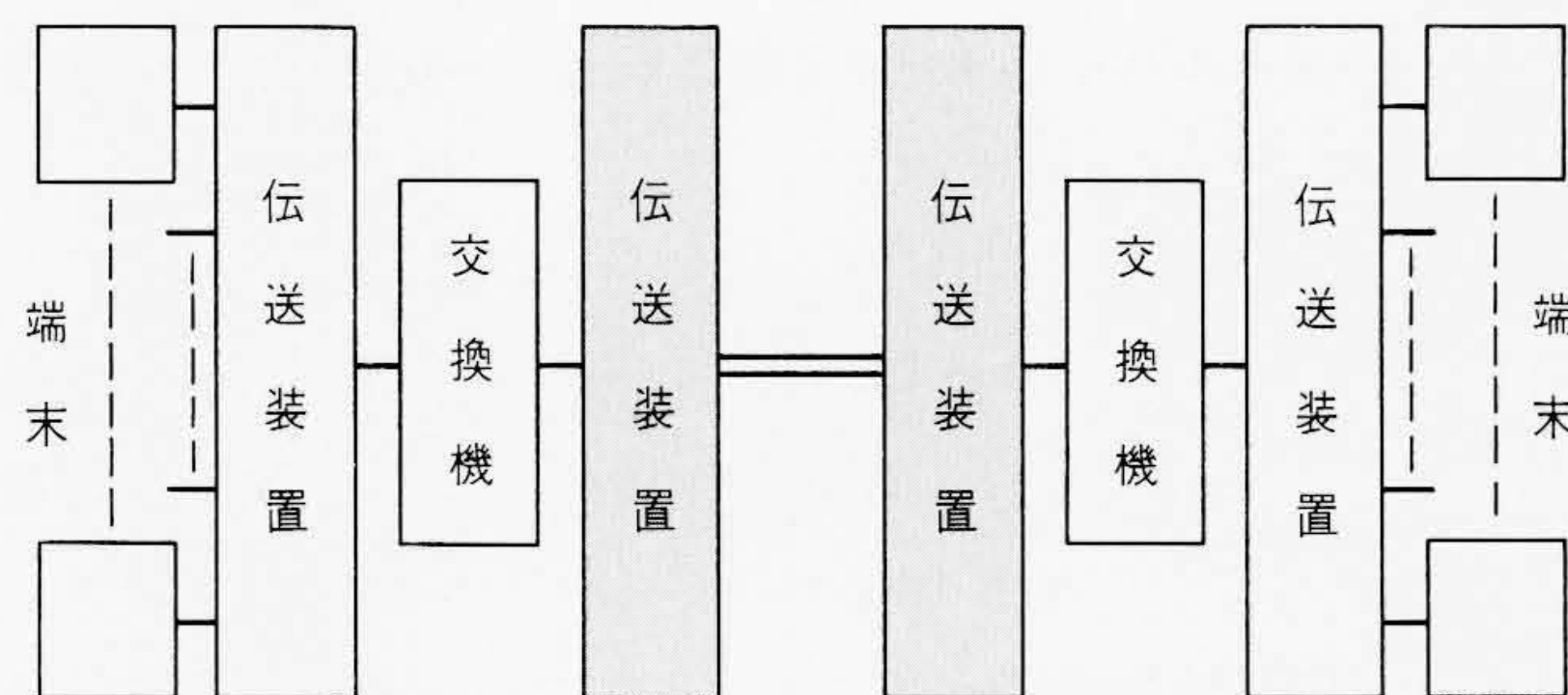


図1 一般的な通信ネットワーク 今回開発した幹線系の伝送装置（薄い網目の部分）を示す。

した3機種である。これらの基本機能ブロックの相互関係を

図2に示す。3機種の概略機能は以下に述べるとおりである。

各伝送装置は、光端局装置と光中継装置とで構成している。

(1) 6 Mビット/秒光端局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、音声信号換算で96チャンネルの信号を光信号に変換し伝送する。また45 km以上の長距離伝送の場合、光中継装置で減衰した光信号をいったん電気信号に変換し、再生中継後、光信号に再変換し伝送する。

(2) 32 Mビット/秒光端局装置は、デジタル一次群信号20本分を多重化し、音声信号換算で480チャンネルの光信号に変換し伝送する。40 km以上の長距離伝送の場合、32 Mビット/秒光中継装置によって再生中継する。

(3) 100 Mビット/秒光端局装置は、デジタル二次群信号(6.312 Mビット/秒)15本分を多重化し、音声信号換算で

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

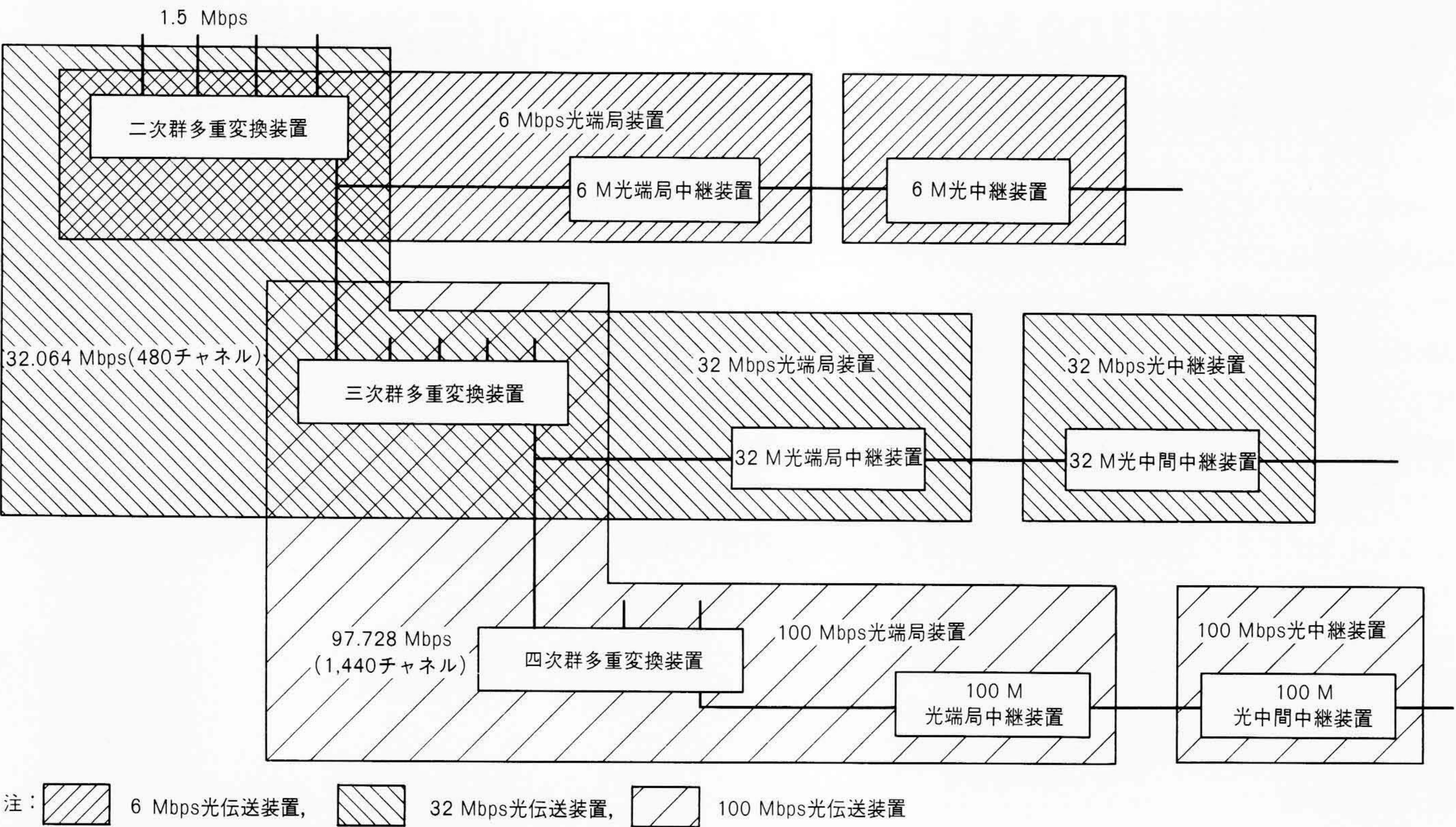


図2 デジタルハイアラキーと装置構成 各光伝送装置の構成を示す。

1,440チャンネルの光信号に変換し伝送する。40 km以上の長距離伝送の場合、100 Mビット/秒光中継装置によって再生中継する。
各光PCM伝送装置のユニットごとのブロック図を図3～5

に示す。光端局装置、光中継装置とも主要部は二重化構成としている。切換は光伝送路および6 Mビットインタフェースまで(100 Mビット光端局装置は、32 Mビットインタフェースまで)は並列送信、受端切換の簡単な方式を採用した。また二

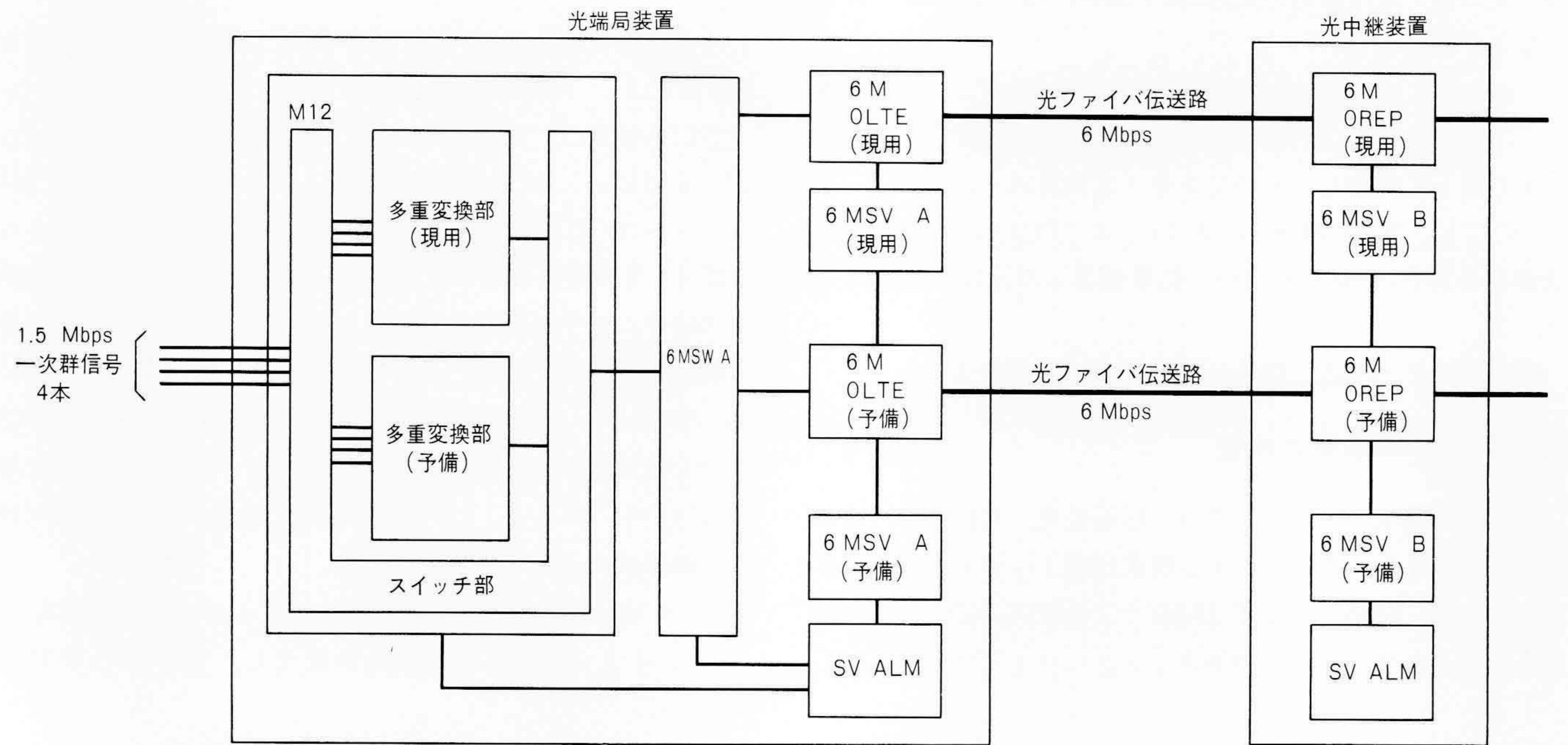


図3 6 Mビット/秒光伝送装置ブロック OLTEは光端局中継装置、OREPは光中間中継装置、6 MSVは警報転送用多重変換装置、M12は二次群多重変換装置、SV ALMは監視警報装置を表す。光中間中継器は45 km以上の長距離伝送に使用する。

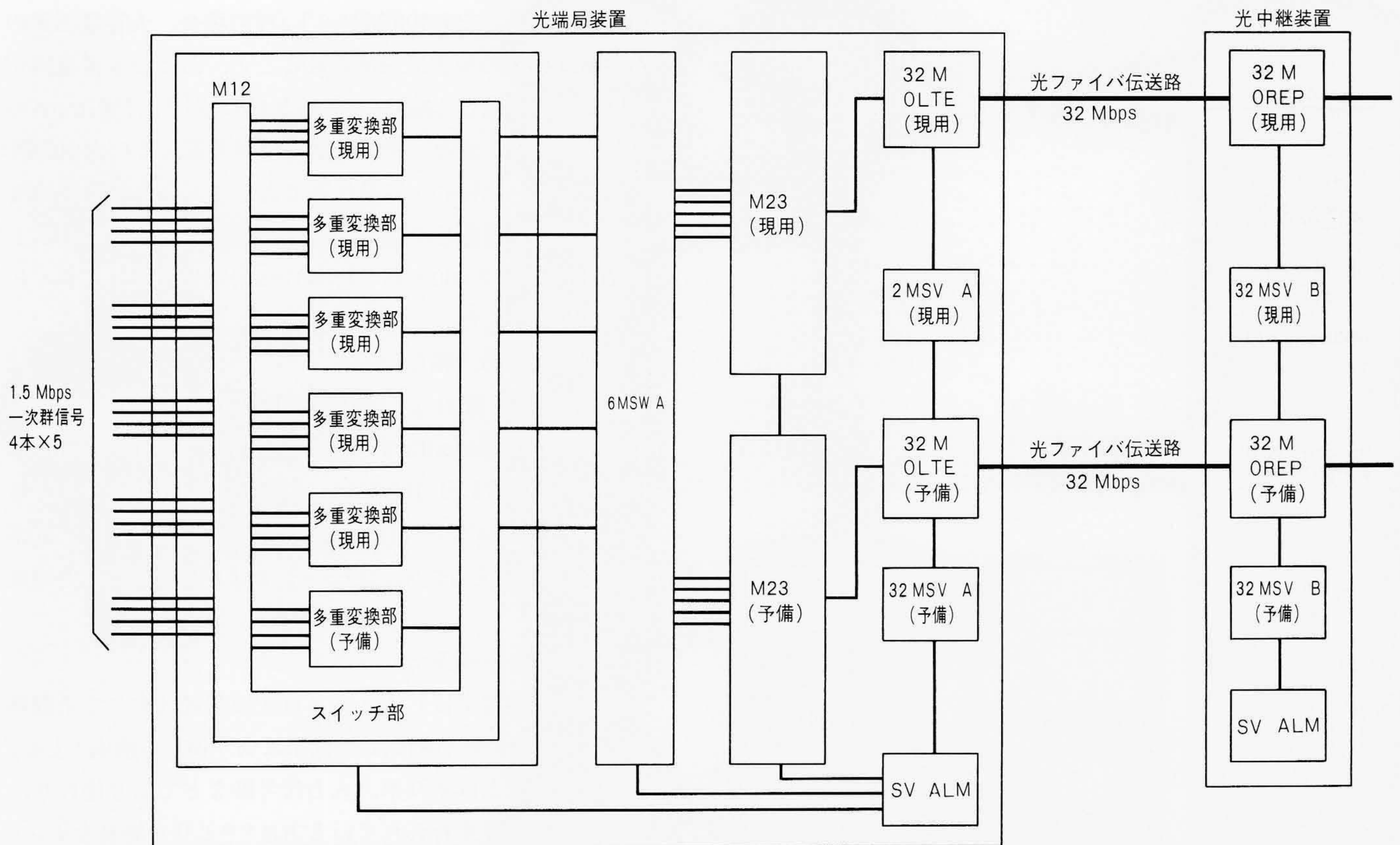


図4 32 Mビット/秒光伝送装置ブロック M23は三次群多重変換装置を表す。光中間中継器は40 km以上の長距離伝送に使用する。

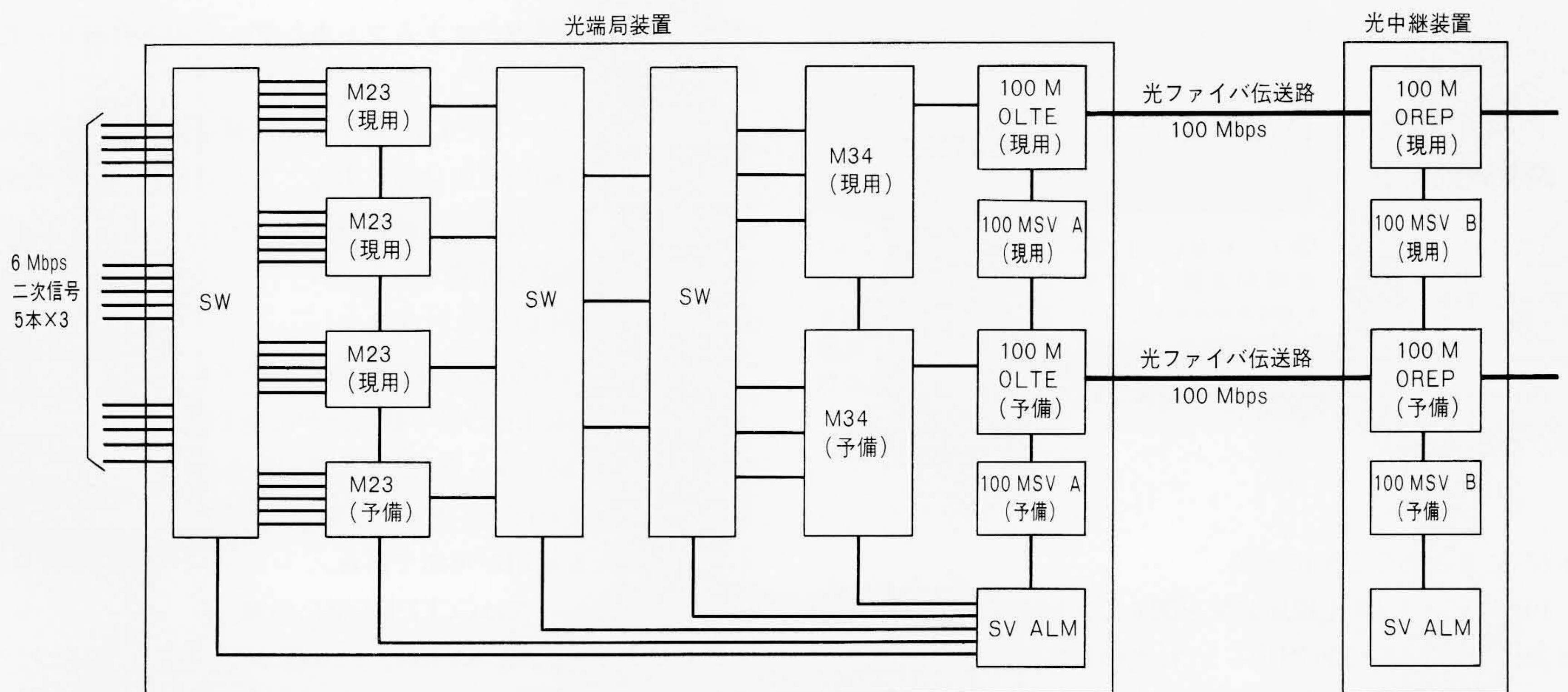


図5 100 Mビット/秒光伝送装置ブロック M34は四次群多重変換装置を表す。光中間中継器は40 km以上の長距離伝送に使用する。

次群多重変換装置または三次群多重変換装置は N 個の装置に対して1個の予備を設ける N 対1予備方式で構成している。さらに、光端局装置、光中継装置とも装置内各部に発生した監視、警報信号を表示、処理するALM(Alarm)部および監視、警報信号や打ち合わせ電話信号を光信号に重畳し、相手

端局と送受信を行うSV(Supervisor)部を設けている。

3 装置の特長

本装置の特長は以下に述べるとおりである。

- (1) 各伝送装置は回線単位(100 Mビット/秒などの伝送速度の

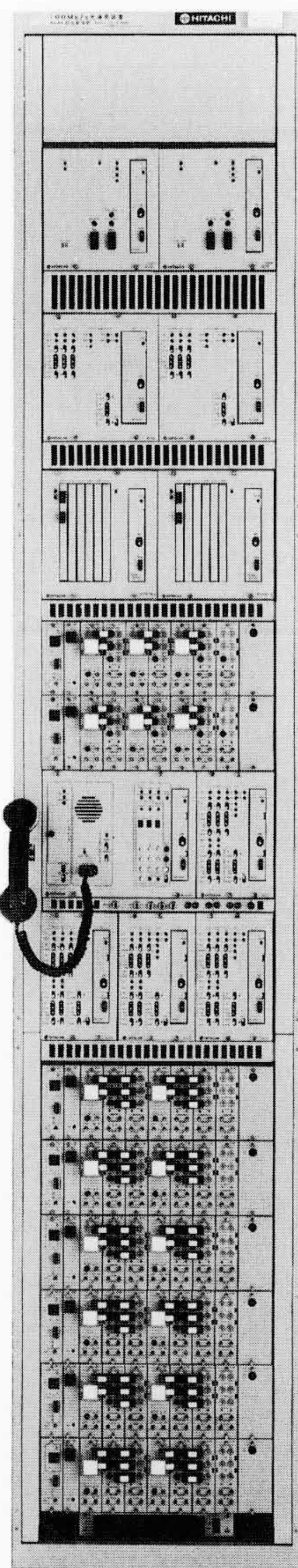


図6 100 Mビット/秒光端局装置
1 架で光端局中継装置、多重変換装置など100 Mビット/秒伝送に必要な装置をすべて実装している。

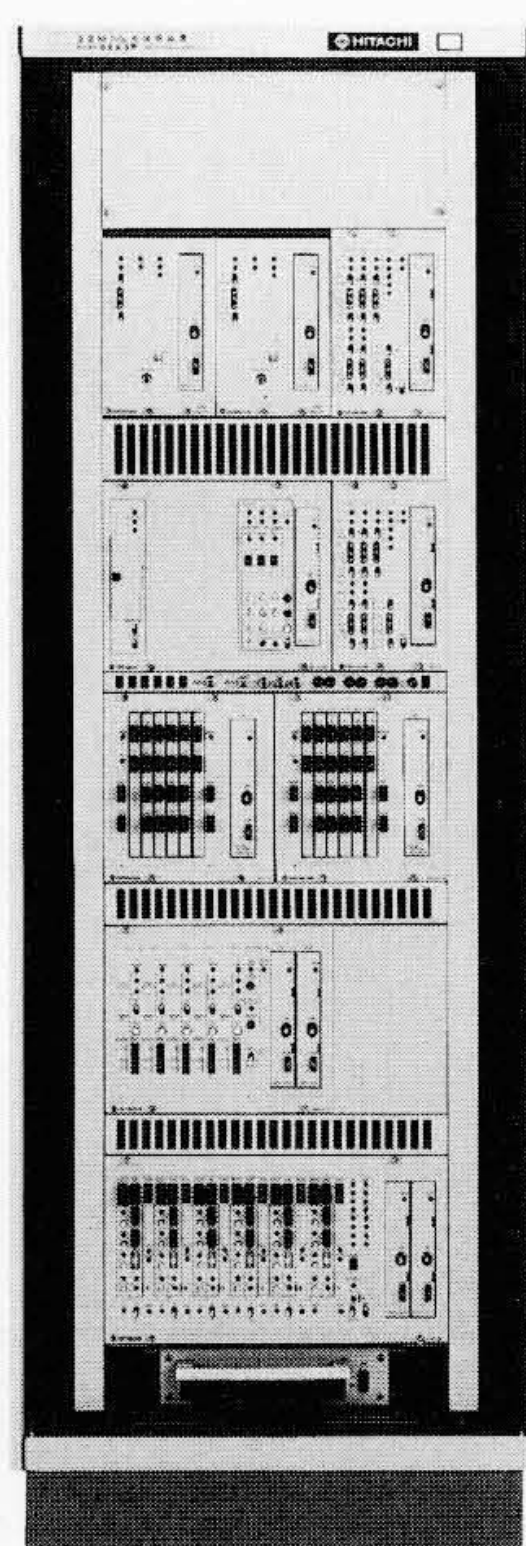


図7 32 Mビット/秒光端局装置
高さ1,800 mmのキャビネットを実装する。本図は扉を開けたときの状態を示す。

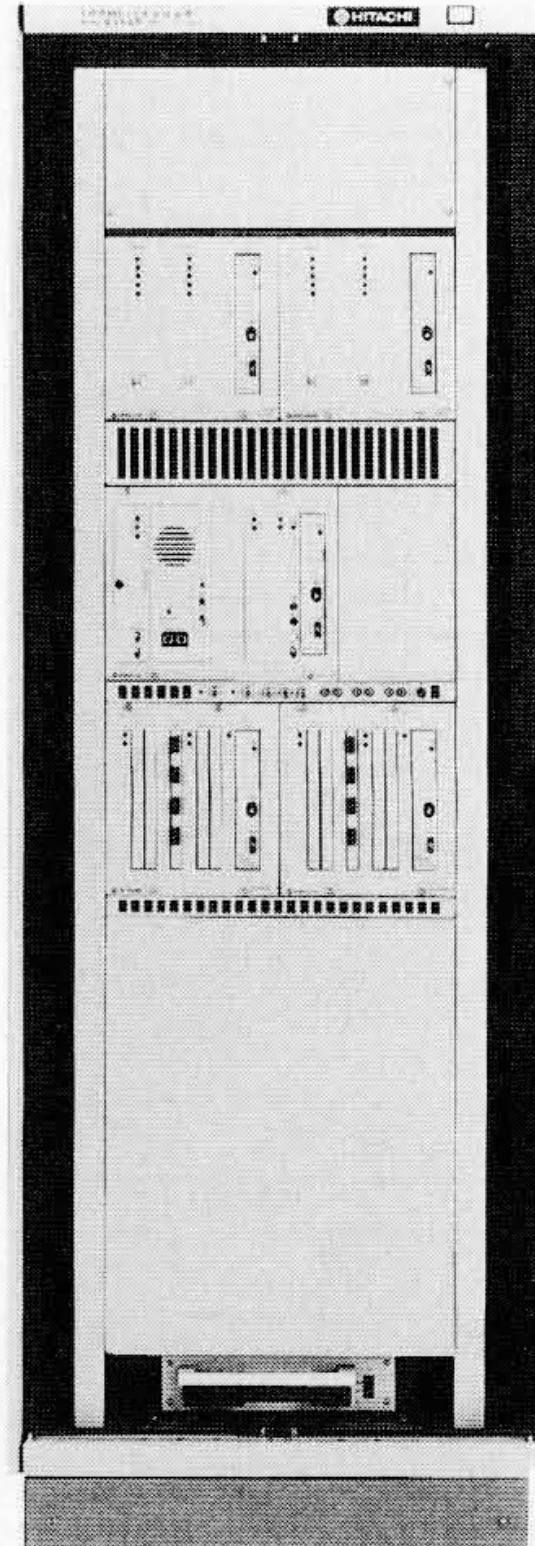


図8 100 Mビット/秒光中継装置
高さ1,800 mmのキャビネットを実装する。本図は扉を開けたときの状態を示す。

単位)にまとめて1 架に実装

100 Mビット/秒光端局装置を図6に、32 Mビット/秒光端局装置を図7に、100 Mビット/秒光中継装置を図8に示す。その他の光端局装置、光中継装置は、いずれも回線単位ごとに1 架構成とした。その結果、

- (a) 従来の光伝送装置では光変換部、各多重変換部、SW (Switch) 部などごとに別架構成とし、これらをケーブルで接続し回線を構成していたシステムと比べ、フロアスペースを大幅に節約可能(100 Mビット/秒回線で従来比約 $\frac{1}{4}$)とした。
- (b) 装置間のケーブル布設が不要
- (c) 装置間の対応が明確、かつ保守運用が容易となった。

の利点が生じる。なお100 Mビット/秒の場合、大容量伝送のため通常は専用の局舎に設置されること、および装置規模が大きいことを考慮して幅520×奥行450×高さ2,750(mm)の高架実装とした。また、その他の光端局装置および光中継装置については、比較的小容量伝送であること、また装置規模が小さいことを考慮し、通常のビルの事務所に設置可能なように幅635×奥行600×高さ1,800(mm)の低架キャビネットタイプの実装とした。

(2) 論理回路部の大幅なLSI化

各多重変換装置および光端局中継装置は、Bi-CMOS (Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor) LSIおよびCMOS LSI(100 Mビット装置は9 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 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$)、低消費電力化(各装置とも従来比約 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$)および高信頼度化を達成した。

(3) 主要装置を予備系でバックアップ

光端局中継装置をはじめ、各多重変換装置はすべて予備系を備え、障害時には自動的に予備系に切り換わる構成とした。光端局中継部などは誤り率、入力信号断などで切り換わり、多重変換装置は従来行われている方法^{4),5)}よりも簡易なイン・アウトチェック方式の自己診断機能を持ち、装置障害時には予備系に自動切換が行われる。この結果、システム信頼性の向上と保守の簡易化が実現できた。

(4) ブロック実装方式によるフレキシブルな組み合わせと拡張性

各装置(ユニット)ごとにブロックで実装できるため、回線容量の範囲内で順次拡張(増設)することが可能であり、経済性に優れる。また大きな回線容量に対しては、従来どおり装置別の独立架構成も可能である。

(5) 40 kmの無中継伝送を実現

100 Mビット/秒伝送装置の場合、シングルモード光ファイバを用い、最大40 kmの無中継伝送が可能である。また、32 Mビット/秒、6 Mビット/秒伝送装置の場合は、シングルモード光ファイバまたはマルチモード(GI: Graded Index)光ファイバのいずれも適用が可能である。

(6) 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 性 能

光端局中継装置および光中間中継装置の仕様を表1に、多重変換装置の仕様を表2に、警報転送用多重化装置の仕様を表3に示す。光入力パワー対誤り率の一例を図9に示す。以下に、100 Mビット端局中継装置の回線設計例を示す。

(1) 回線設計例

表1 光端局中継装置および光中継装置の仕様 最大中継区間は区間内の光コネクタ数2個, 平均光ファイバ損失0.5 dB/km(スプライス損失込み)のSM形光ファイバを使用した場合の距離を示す。

No.	項 目		6 Mbps		32 Mbps		100 Mbps	
			端局	中継	端局	中継	端局	中継
1	伝 送 速 度	局 内 伝 送 路	6.312 Mbps	—	32.064 Mbps	—	97.728 Mbps	—
2	使 用 光 フ ァ イ バ		12.624 Mbps		64.128 Mbps		111.689 Mbps	
3	伝 送 路 符 号		GI形・SM形		GI形・SM形		SM形	
4	波 長		CMI		CMI		CMI	
5	発 光 素 子		1.31 μm		1.31 μm		1.31 μm	
6	受 光 素 子		InGaAsP-LD		InGaAsP-LD		InGaAsP-LD	
7	光 出 力 レ ベ ル (平 均)		Ge-APD		Ge-APD		Ge-APD	
8	最 小 受 光 レ ベ ル (平 均)		- 3 dBm		- 3 dBm		- 4 dBm	
9	最 大 中 継 区 間		- 43 dBm		- 39 dBm		- 39 dBm	
10	符 号 誤 り 率		45 km		40 km		40 km	
11	監 視 機 能	信 号 断 検 出	10 ⁻¹⁰ 以下/中継		10 ⁻¹¹ 以下/中継		10 ⁻¹¹ 以下/中継	
		誤 り 検 出	局内側入出力断	—	局内側入出力断	—	局内側入出力断	—
		LD 監 視	伝送路側入出力断	—	伝送路側入出力断	—	伝送路側入出力断	—
12	監 視 制 御 信 号 転 送 方 式		符号則チェック		符号則チェック		パリティチェック	
			バイアス電流		バイアス電流		バイアス電流	
			主信号重畳		主信号重畳		主信号重畳	

注：略語説明 LD(Laser Diode), CMI(Coded Mark Inversion), Ge-APD(Ge-Avalanche Photodiode)

表2 多重変換装置仕様 各装置のインタフェースは、CCITTの標準インタフェースである。

項番	項 目	M12	M23	M34
1	伝 送 容 量	音声信号換算96回線/システム	音声信号換算480回線/システム	音声信号換算1,440回線/システム
2	多 重 化 数	4	5	3
3	同 期 多 重 化 方 式	スタッフ同期方式	スタッフ同期方式	スタッフ同期方式
4	フ レ ー ム 構 成	CCITT.G743	CCITT.G752	CCITT.G752
5	同 期 方 式	フ レ ー ム 同 期 方 式 1ビット即時シフト形式 (マルチフレーム同期は1フレーム即時シフト形式)	パターンの検出1ビット 即時シフト方式	パターンの検出1ビット 即時シフト方式
		フレーム同期保護形式 リセットカウンタによる デジタル保護形式	リセットカウンタによる デジタル保護形式	リセットカウンタによる デジタル保護形式
6	低次群信号	伝 送 速 度 1.544 Mbps	伝 送 速 度 6.312 Mbps	伝 送 速 度 32.064 Mbps
		符 号 形 式 AMI/B8ZS符号	符 号 形 式 B8ZS符号	符 号 形 式 スクランブル付きAMI符号
7	高次群信号	伝 送 速 度 6.312 Mbps	伝 送 速 度 32.064 Mbps	伝 送 速 度 97.728 Mbps
		符 号 形 式 スクランブル付きAMI/B8ZS符号	符 号 形 式 スクランブル付きAMI符号	符 号 形 式 スクランブル付きAMI符号
8	監 視 ・ 警 報	フレーム同期はずれ, AIS, 対局警報, ディジットエラー, 電源断, 自己監視	フレーム同期はずれ, AIS, 対局警報, パリティチェック, ディジットエラー, 低次群切替, 電源断, 自己監視	フレーム同期はずれ, AIS, 対局警報, パリティチェック, ディジットエラー, 低次群切替, 電源断, 自己監視

注：略語説明 CCITT(国際電信電話諮問委員会), AMI(Alternate Mark Inversion), AIS(Alarm Indication Signal)

表1 から送受間レベル差は35 dBである。これを伝送路損失, 光コネクタ損失, システムマージンに次のように割り当てる。

- (a) 光コネクタ損失… 2 × 1 dB
- (b) システムマージン… 7 dB
- (c) 許容光ファイバ損失…26 dB

ここでシステムマージンは、機器経年変化分 3 dBおよび光ファイバ支障移転用損失増加分 4 dBを見込んでいる。許容光ファイバ損失は26 dBであり、損失が平均0.5 dB/km, スプライス損失が0.15 dB/kmの光ファイバを使用すると無中継伝送距離は40 kmとなる。

5 システム適用例

本装置は図10に示すように、PCM-24装置などと組み合わせて、電話端末、データ端末などの複数メディアの総合通信網構築が可能である。

6 結 言

大束回路の伝送を目的とし、6 Mビット/秒, 32 Mビット/秒および100 Mビット/秒の光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, 低消費

表 3 警報転送用多重化装置仕様 収容チャンネル数は、64 kビット/秒換算である。

項番	項	目	HT-6M	HT-32M	HT-100M
1	多重化信号	信号レベル	VIIインタフェース	VIIインタフェース	VIIインタフェース
		符号化形式	NRZ	NRZ	NRZ
		伝送速度	263 kbps	400.8 kbps	387.8 kbps
		信号本数	送受1対	送受1対	送受1対
2	収容チャンネル数		4チャンネル	6チャンネル	6チャンネル
3	音声信号	信号形態	0.3～3.4 kHz平衡	0.3～3.4 kHz平衡	0.3～3.4 kHz平衡
		符号化形式	μ-law15折線近似	μ-law15折線近似	μ-law15折線近似
		符号化速度	7.970 kHz 8 ビット	8.180 kHz 8 ビット	7.914 kHz 8 ビット
4	データ信号	信号レベル	VIIインタフェース	VIIインタフェース	VIIインタフェース
		符号化形式	63.76 kHz/31.88 kHzサンプリング	65.44 kHz/32.72 kHzサンプリング	63.31 kHz/31.66 kHzサンプリング
		符号化速度	63.76 kbps/31.88 kbps	65.44 kbps/32.72 kbps	63.31 kbps/31.66 kbps
5	同期フレーム		12マルチフレーム	12マルチフレーム	12マルチフレーム

注：略語説明 NRZ(Non Return to Zero)

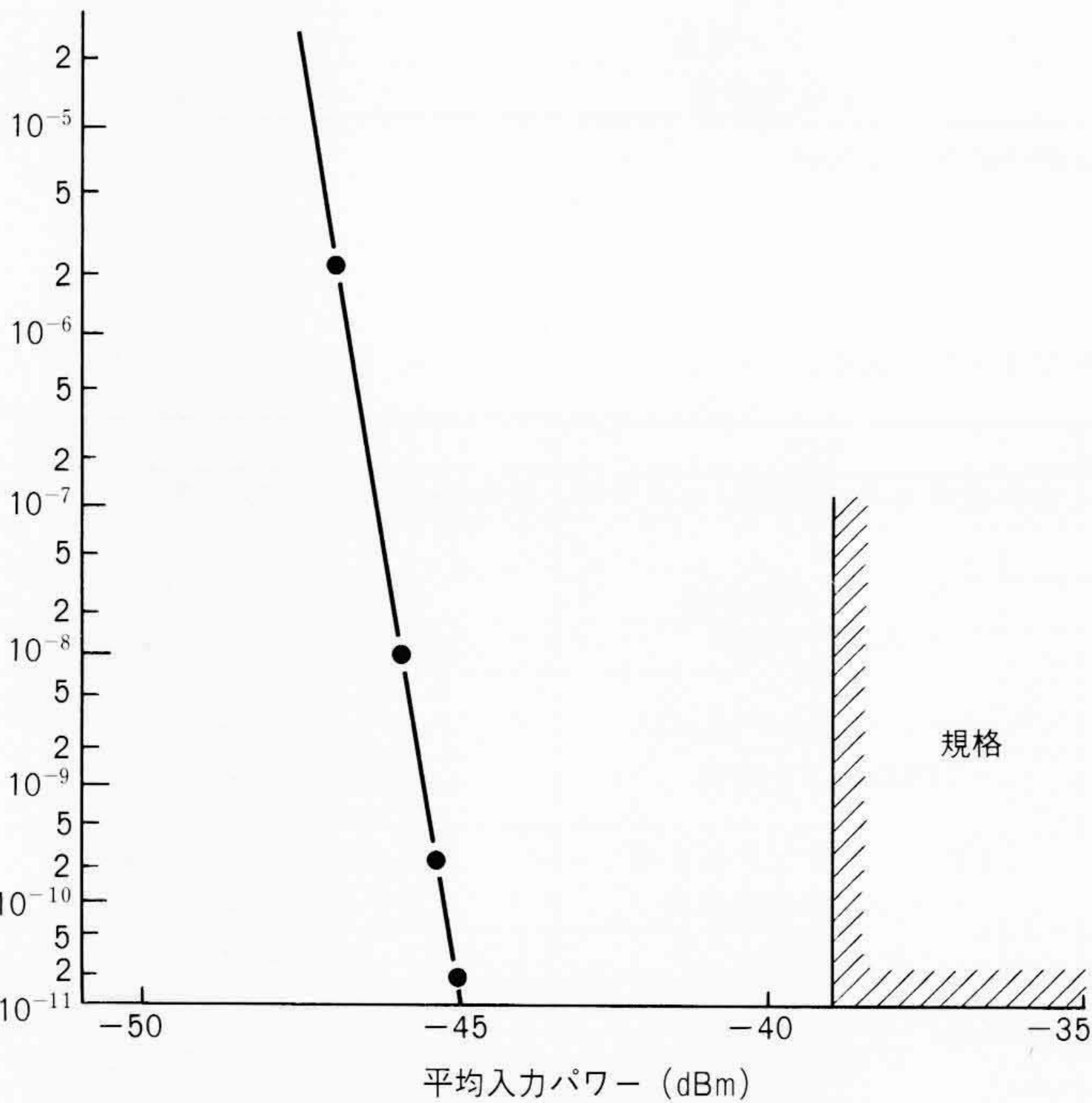
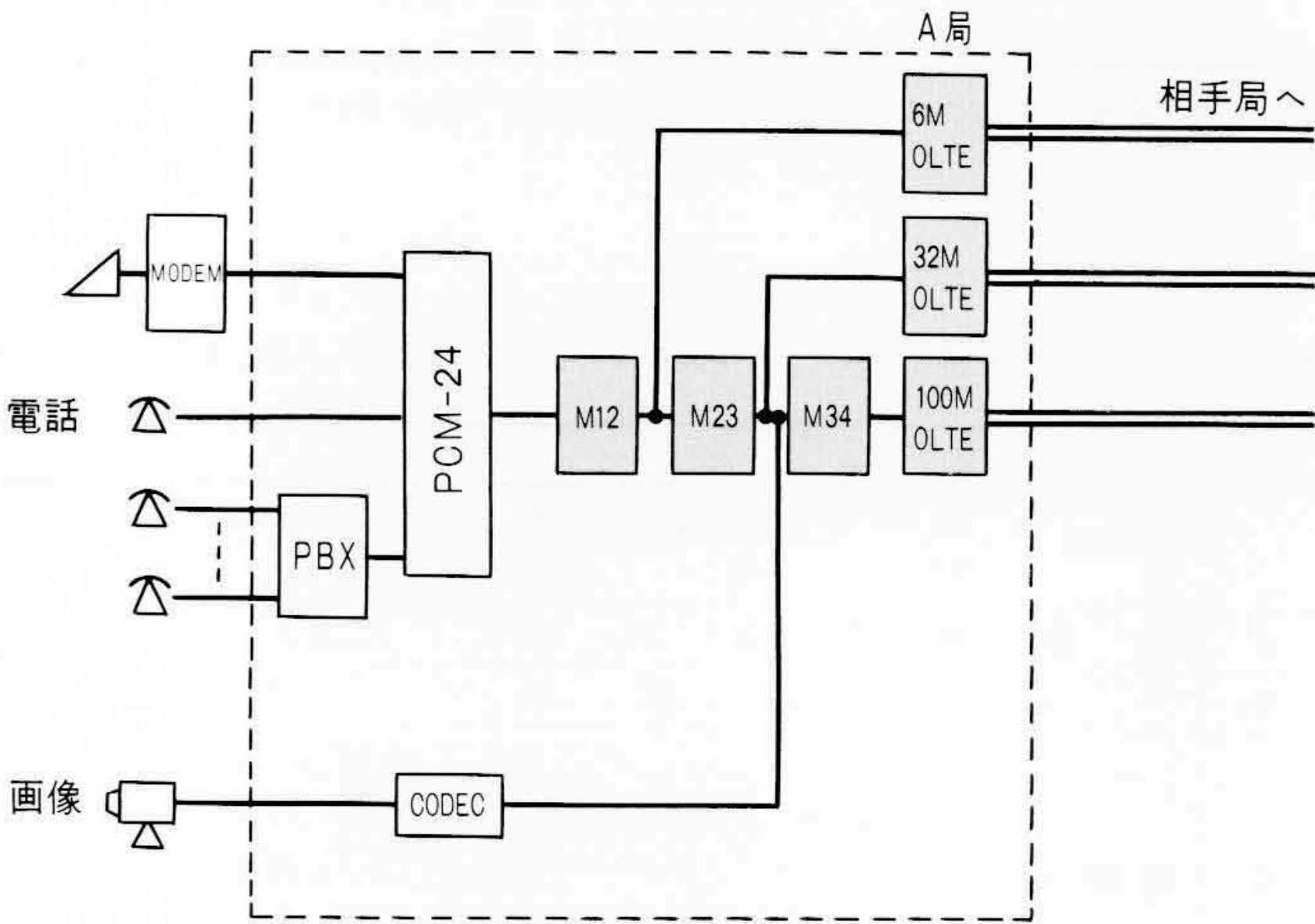


図 9 光入力パワー対誤り率特性 100 Mビット/秒の場合の誤り率特性を示す。規格を十分に満足している。



注： 今回の開発装置を示す。
略語説明 PCM(Pulse Code Modulation)
PBX(Private Branch Exchange)
CODEC(Coder and Decoder)

図10 システム適用例 PCM-24などと組み合わせ各種メディアの伝送ができる。

電力化に成功した。これにより、回線単位にまとめて1架構成を達成し、従来の装置ごとに別架で構成する方式に比べて大幅にフロアスペースを節約することができた。また多重変換装置に自己診断機能を具備させ、主要装置を二重化することにより、高信頼化、保守の容易化を実現できた。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。

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：光加入者線伝送システム，日立評論，67，10，783～786(昭60-10)
- 3) 山田，外：デジタル光画像伝送装置，日立評論，69，11，1037～1042(昭62-11)
- 4) 相原，外：多重変換装置IN-OUT CHECK回路の検討，2036，昭和54年電子通信学会全国大会(昭54-4)
- 5) Al Geigel：Monitoring the Performance of Digital Multiplex Circuits Bell. Lab. Rec. 49，7，pp. 199～202(1971)