

広帯域交換機

Broadband Switching Systems

高度情報社会では、テレビ会議、画像応答サービス、超高速ファクシミリなどの高速・広帯域通信サービスが必要になる。

日立製作所は、これに必要な広帯域交換機を開発した。本交換機は、データ速度32Mビット/秒を伝送する光ファイバを最大1,024回線収容し、これら相互を交換するものである。

また高速、無ひずみでかつ呼損のない交換が必要になるが、そのため光-電気、電気-光交換を行なう光モジュール、高速半導体素子を使用した3段リンクのスイッチマトリックス、装置間多対平衡伝送を採用して所期の性能を満足するとともに、小形で増設性に優れた交換機を開発した。

久村 真* Makoto Hisamura
小松礼文* Norifumi Komatsu
橋本正志* Masashi Hashimoto
鈴木利明* Toshiaki Suzuki

1 緒 言

高度情報社会に入り、ネットワークは在来の音声、データだけでなく、テレビ会議のように広く関心をもたれつつある画像にまで広がりを見せている。

このような高速・広帯域通信サービスを各家庭、各事業所で利用するためには、広帯域端末(テレビ電話、超高速ファクシミリ、超高速データ端末)、高速伝送路のほかに広帯域交換機が必要になる。

広帯域交換機は、広帯域集線段交換機と広帯域分配段交換機で構成される。

日立製作所は、昭和56年度から広帯域交換機の開発に着手しており、このたび広帯域分配段交換機を開発した。

本交換機は、空間分割形のスイッチ構成であり、大規模、ノンブロック交換に適する3段リンクのスイッチ方式を採用した。

本稿では、高速・広帯域通信サービスの内容、交換機及び交換スイッチの構成、広帯域インタフェース、音声用狭帯域装置などについて述べる。

2 高速・広帯域通信サービス

サービス内容は、表1に示すように、4MHz以上のアナログのビデオ情報を扱う広帯域通信サービスと、384kビット/秒以上のデジタルの高速データ情報を扱う高速通信サービスに大別される。

画像応答サービスやテレビ会議などのサービスの一部については、既に専用線のシステムでサービスの提供が行なわれているものもあるが、それらの各種サービスを一つのネットワークで提供し、設備共用によるシステムの経済化、ユーザーが多様なサービスを受けられる利便性の向上を実現することが、高速・広帯域通信網構築のねらいとなる。

3 広帯域交換システム構成

- 高速・広帯域通信サービスは、
- (1) 当面、企業を中心に導入されるが、そのトラヒックは大きくない。
 - (2) 取り扱う情報の伝送帯域が広いため、伝送路コストが支配的である。

表1 高速・広帯域通信サービス 多種、多様な通信サービスが実現できる。

分	類	サービス内容例	帯域・ビットレート	保 留 時 間
広帯域通信サービス	E-E	テレビ会議	4 MHz (1.5~32Mビット/秒)	長(30分~2時間)
		テレビ電話		中(~30分)
		テレビ講義		長(30分~2時間)
	C-E	映像伝送	4 MHz (32Mビット/秒)	長(2時間~)
		映像情報検索	4 MHz (32Mビット/秒)	中(~30分)
		ペイテレビ 放送再送信		長(30分~)
高速通信サービス	E-E	ファクシミリ	0.38~6.3Mビット/秒	短(~10分)
	C-E	静止画像		長(30分~)
		データ伝送		

注：略語説明など E(エンド)、C(センタ)、広帯域通信でのビットレートは、符号化したときの値を示す。

* 日立製作所戸塚工場

という特徴がある。このため、伝送路の総延長が短くなるように局を配置し、これをもとにして交換機の規模を決定すること、及び伝送路の使用効率を向上すること、が必要である。

3.1 局配置と交換機規模

当面の需要は主としてビジネスユースであると想定して、図1に示すように加入者線交換機に相当する広帯域集線段交換機と、中継交換機に相当する広帯域分配段交換機を用いて、広域にわたって集線する方式をとっている。

テレビ会議などの動画像の帯域幅(4MHz)は電話の1,000倍以上であり、伝送コストは割高となる。したがって、この方式はできるだけ加入者に近い所に集線段交換機を設置し、集線効果を上げて伝送路コストの低減を図ることを目的としている。なお集線段交換機は、最大32回線としている。

広帯域分配段交換機は、広帯域集線段交換機により集線された回線を各地域に分配するためのものであり、設置エリアに対応してBLS(広帯域分配段中規模エリア交換機)と、BTS(広帯域分配段大規模エリア交換機)の2種類がある。なおBLSは最大96回線、BTSは最大1,024回線とした。

3.2 伝送路の使用能率向上

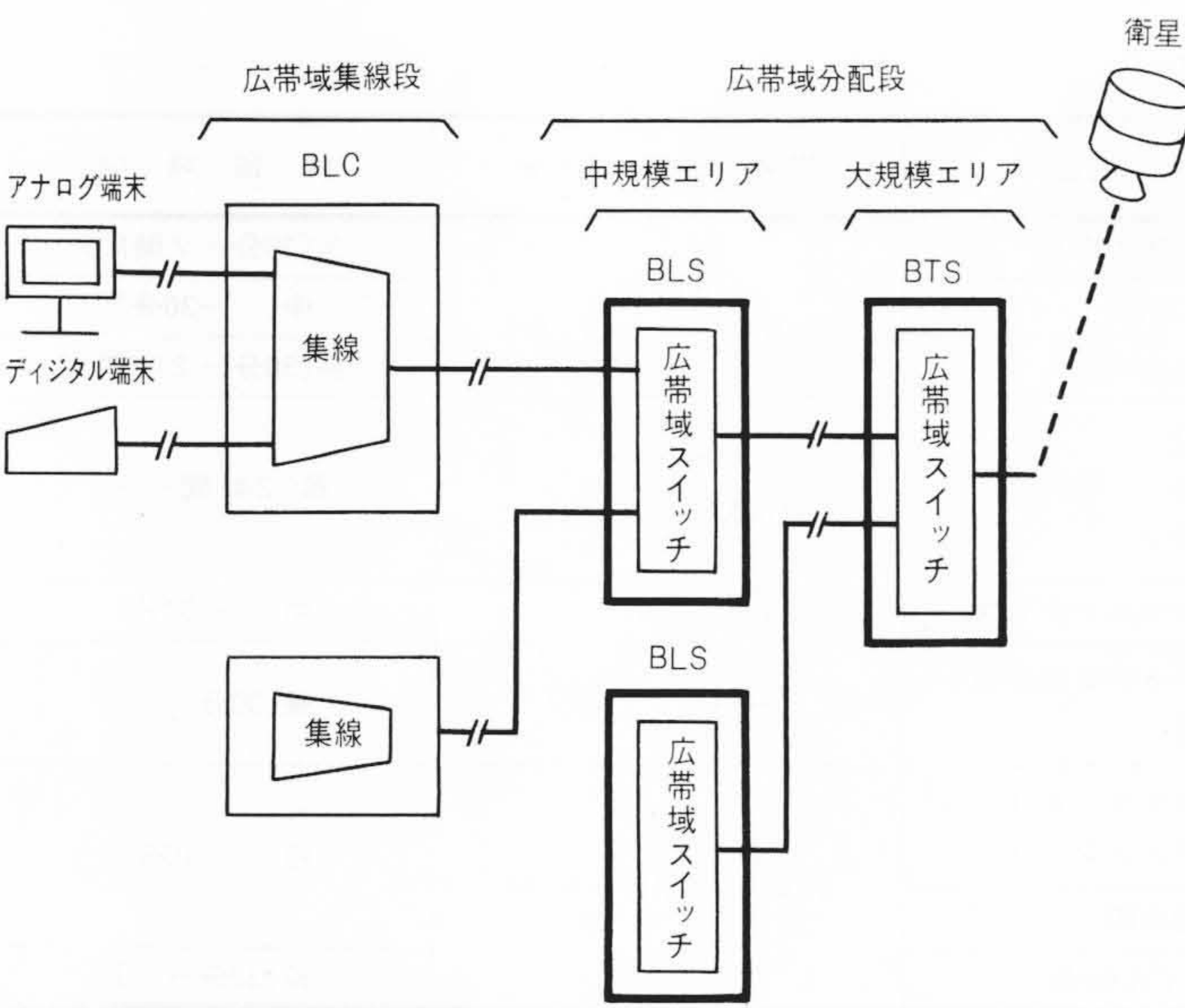
伝送路の帯域は広く、伝送路コストが高いため使用能率の向上を図る必要がある。このためには、回線を予約して、指定時間になると、必ず相手と接続させることにより回線の使用効率を増す。このとき、途中で話中になることがあってはならない。このため、交換スイッチには接続呼損が全くないノンブロック方式を採用した。

4 広帯域分配段交換機

4.1 方式構成

方式構成を図2に示す。

表1に示した高速、広帯域通信サービスを実現するため、広帯域分配段交換機では、テレビジョン画像情報などの32Mビット/秒、8Mビット/秒の広帯域情報のほか、音声、制御情報などの64kビット/秒の狭帯域情報も必要であり、これらは、それぞれ広帯域部と狭帯域部に分けることとした。交換



注：略語説明 BLC(広帯域集線装置)
BLS(広帯域分配段中規模エリア交換機)
BTS(広帯域分配段大規模エリア交換機)

図1 広帯域交換システム 伝送路コストを低減するため、広域にわたって集線する方式とした。図中の太枠部は、本稿で主に述べる交換機である。

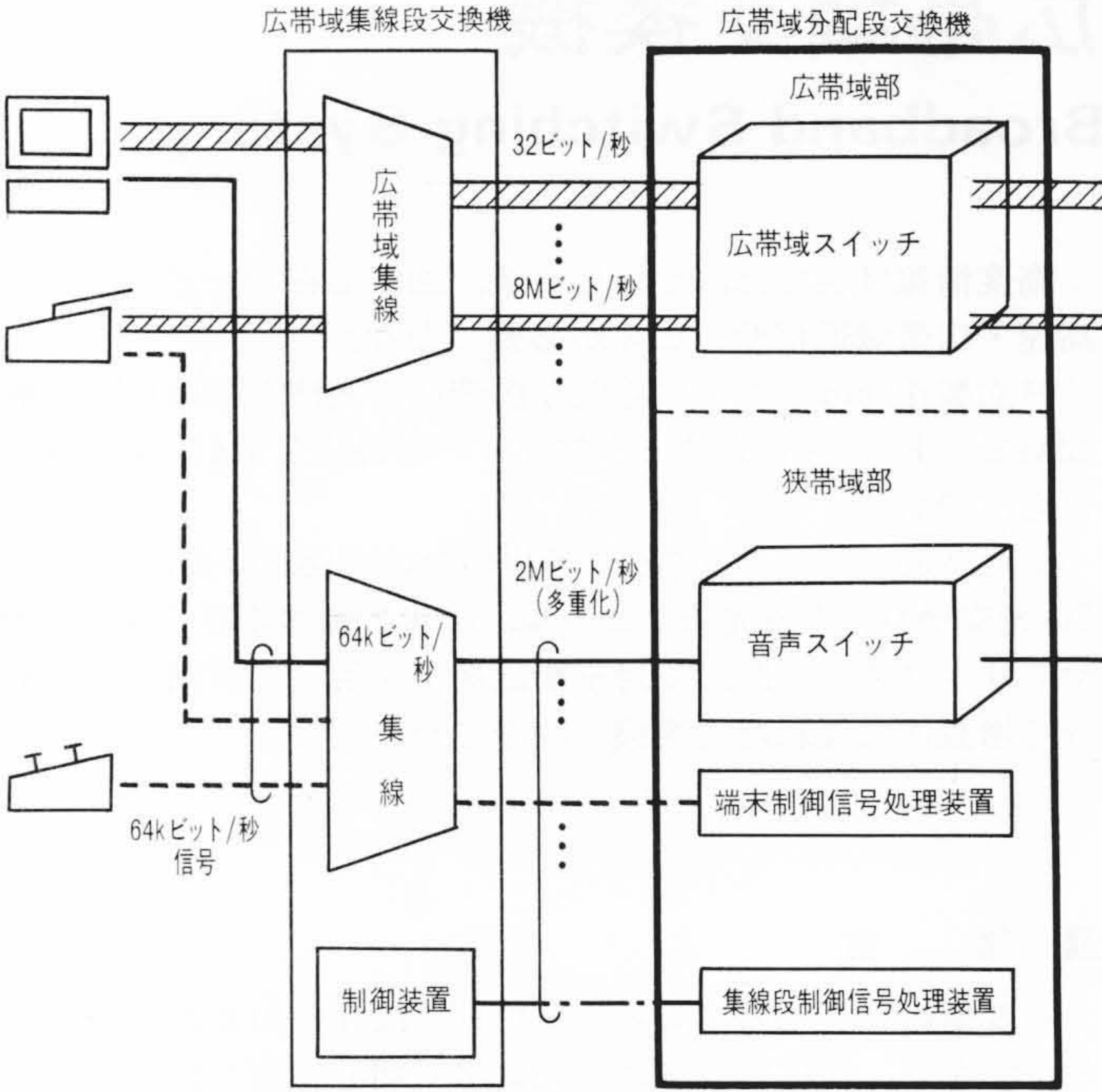


図2 広帯域分配段交換機の内部構成 方式構成は、広帯域部と狭帯域部に分離した構成とした。

機の構成要素としては、32Mビット/秒、8Mビット/秒の高速情報を交換する広帯域スイッチと、光-電気変換、電気-光変換を行なう広帯域インタフェースが必要である。狭帯域部は、テレビ会議時の音声を交換する音声スイッチ、加入者宅内にある端末を制御する端末制御信号処理装置、及び広帯域集線段交換機を制御する集線制御信号処理装置から成り立っている。

広帯域分配段交換機を、広帯域部、狭帯域部に分離、独立して制御する方式を採用したのは、以下の理由による。

- (1) 広帯域情報は、サービス種別によるが、片方向伝送のものが多く。これに対し狭帯域情報は、両方向のものが多く、併合するとトラヒック的にむだが多くなる。
- (2) 広帯域部と狭帯域部に分けて、それらを組み合わせて使用する方式が、多様なサービスに対応できる自由度が大きい。
- (3) 広帯域部は、高速情報を広帯域スイッチで交換するため狭帯域部に比べて高価であり、併合して実現すると全体として高価となる。

広帯域スイッチは、BLSとBTSとに共通して利用できるように構成するため、スイッチの構成単位をモジュール化し、ビルディングブロック方式による増設を可能とし、小容量から大容量まで一つの構成単位で容易に実現できる構成方式とした。

4.2 広帯域通話路

4.2.1 通話路構成

通話路は、32Mビット/秒の情報をビットエラーなしで通す必要がある。これを実現する方式として、

- (1) 空間分割形
 - (2) 時分割形
- があり、以下の理由により空間分割形を採用している。
- (a) 空間分割形は多重処理が不要で、構成も簡単であり、かつ同期用のクロック装置も不要である。
 - (b) 時分割処理すると、信号のビットレートは最大256Mビット/秒程度となり、現在、これを経済的に実現できる素子

がない。

4.2.2 スイッチ構成

入線数1,024、出線数1,024のノンブロック交換を行なうのに最適なスイッチ構成を検討し、以下の理由で3段リンクスイッチ構成を採用した。

この規模に対して考えられるスイッチ構成としては、(1) 1段スイッチ、(2) 3段リンクスイッチ、(3) 5段リンクスイッチがある。各構成案のクロスポイント数、及びモジュール化の容易性、増設性、更に伝送特性について比較検討した。図3に各構成案のクロスポイント数の比較を、図4に3段リンクスイッチのモジュール構成を示す。1段スイッチは、回線数が多くなるとクロスポイント数が急激に増加する。3段リンクスイッチ構成は、5段リンクスイッチ構成に比べ、クロスポイント数はわずかに多くなるが、以下に述べる利点がある。

- (1) すべて、1種類のモジュールで構成できる。
- (2) モジュール間を接続するリンク構成が、5段リンクスイ

ッチに比べて簡単であり、増設性が良い。

(3) 5段リンクスイッチは、通過ゲート段数が増え、ケーブルも長くなる。このため、信号波形ひずみが大きくなり、伝送特性が悪くなる。

クロスポイントスイッチ素子は、伝送特性、切替速度、駆動電力、駆動特性、マトリックスサイズ、製造の容易さなどから、実用化されている半導体素子の中で、最高速のECL100K形論理ICを採用した。

本広帯域分配段交換機は、最高32Mビット/秒の高速情報が通過するため、配線条件が重要課題である。インピーダンスを整合させ、漏話、波形ひずみを小さくするため図5に示す平衡配線形式を大幅に採用した。また、架間及びモジュールの間の接続配線は高速信号特性に優れ、交換システム間接続の標準的なケーブルであるφ0.26、12対ACバスケーブルを用い、平衡伝送とした。これらにより交換スイッチの信号波形ひずみ(ジッタ幅)は約1.5nsであり、十分良好な結果が得られ、ビ

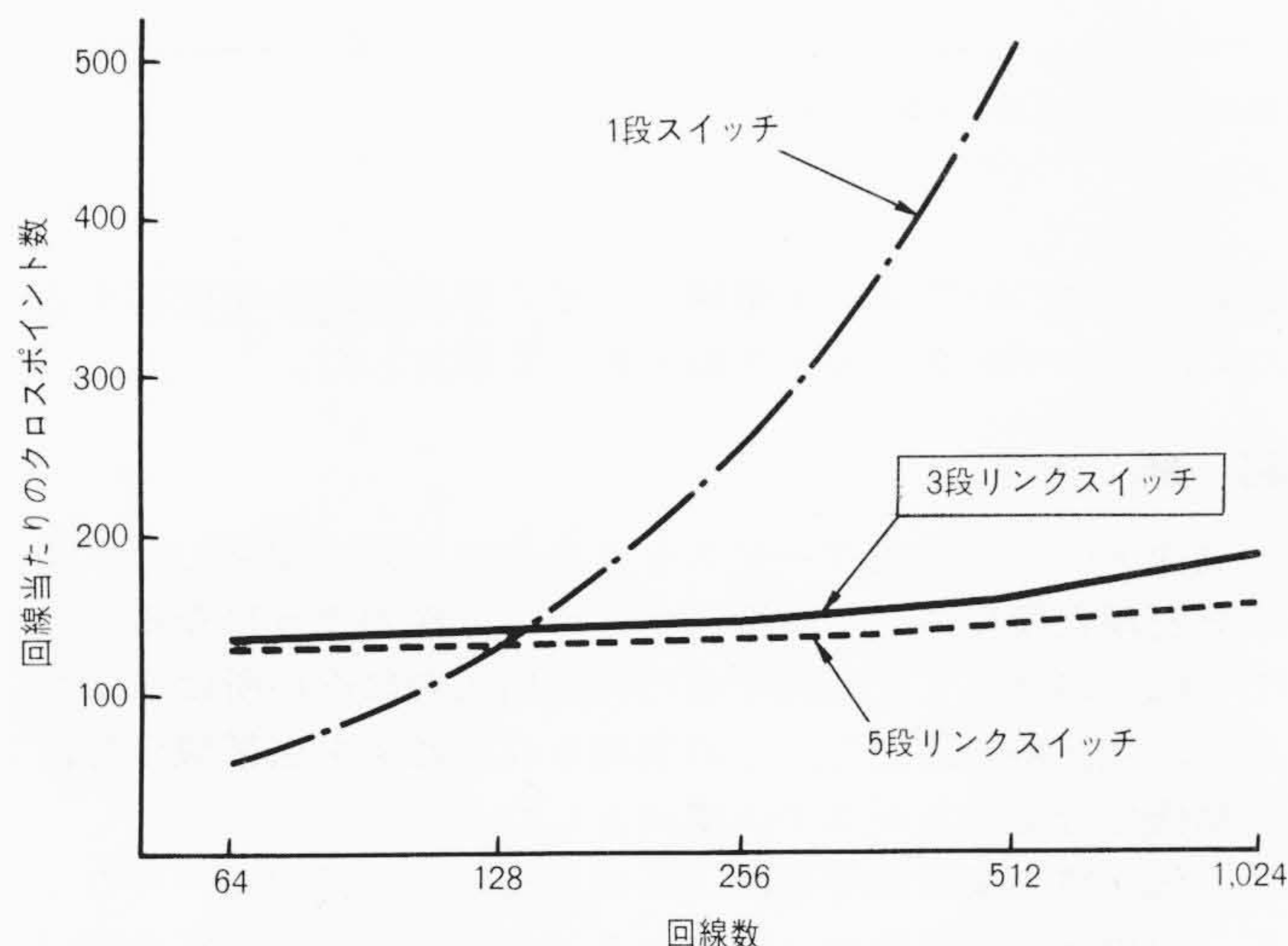


図3 各方式のクロスポイント数比較 3段リンクスイッチは5段リンクスイッチに比べ、若干クロスポイント数は多い。

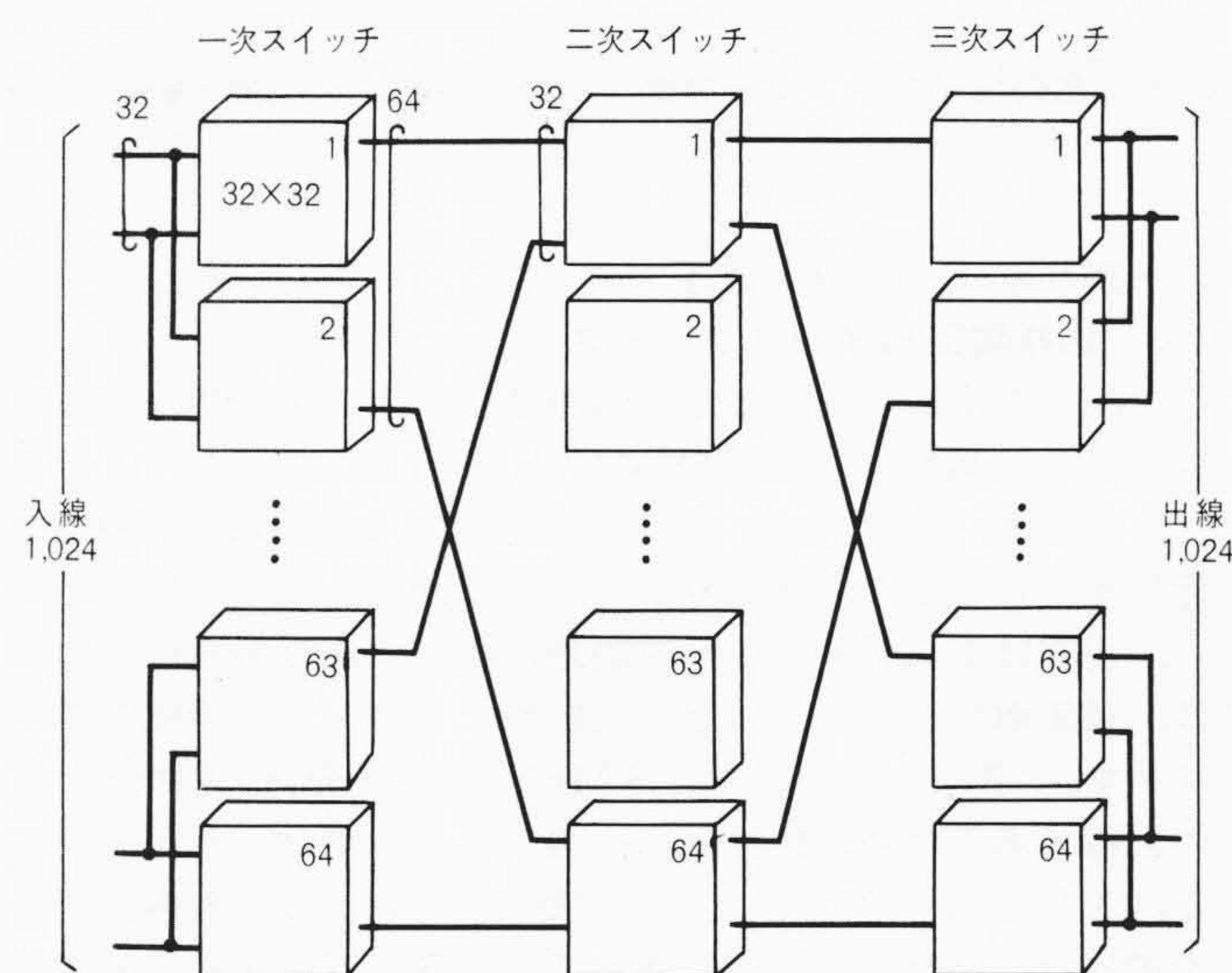
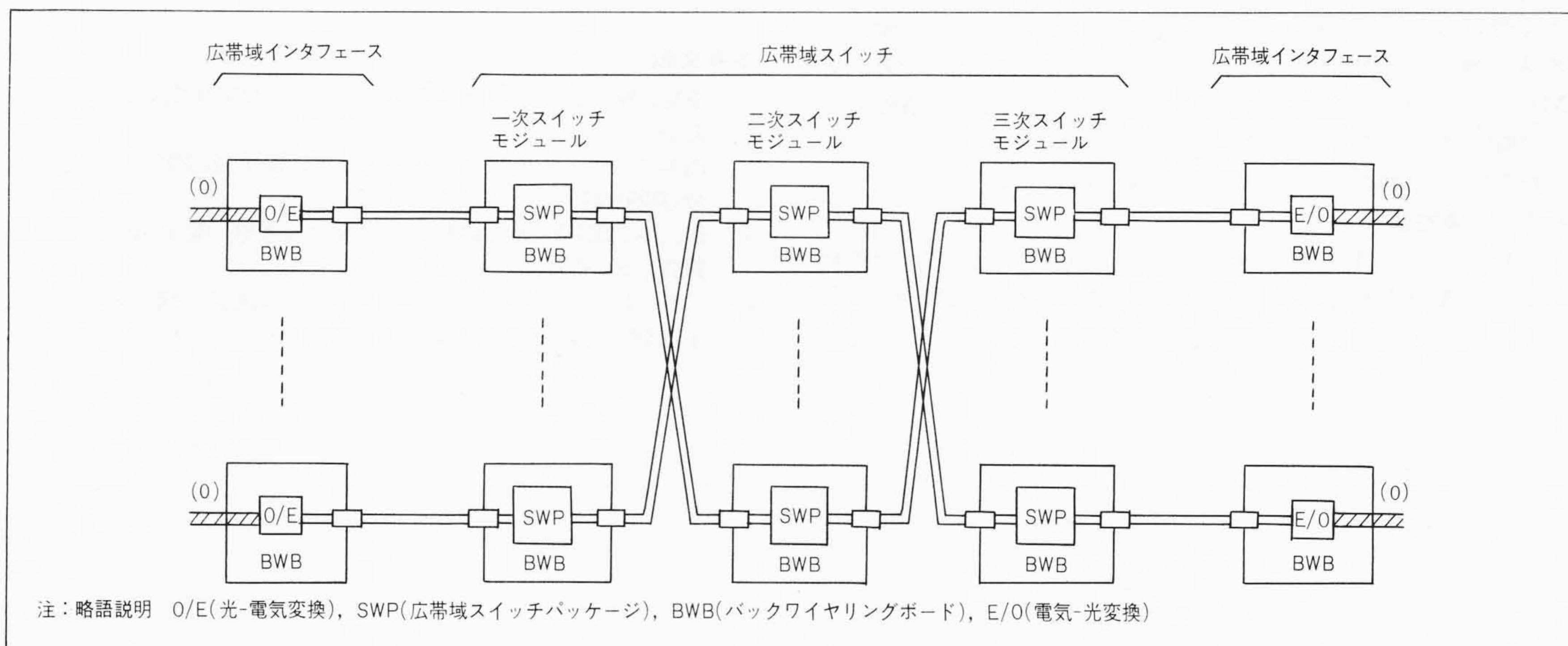


図4 3段リンクスイッチ構成 すべて32入線×32出線の1種類のモジュールの繰り返しで、全体のスイッチを構成できる。BLSの場合は、図示の一部の構成を用いる。



注：略語説明 O/E(光-電気変換), SWP(広帯域スイッチパッケージ), BWB(バックワイヤリングボード), E/O(電気-光変換)

図5 広帯域信号配線 平衡配線により漏話、波形ひずみを少なくする。

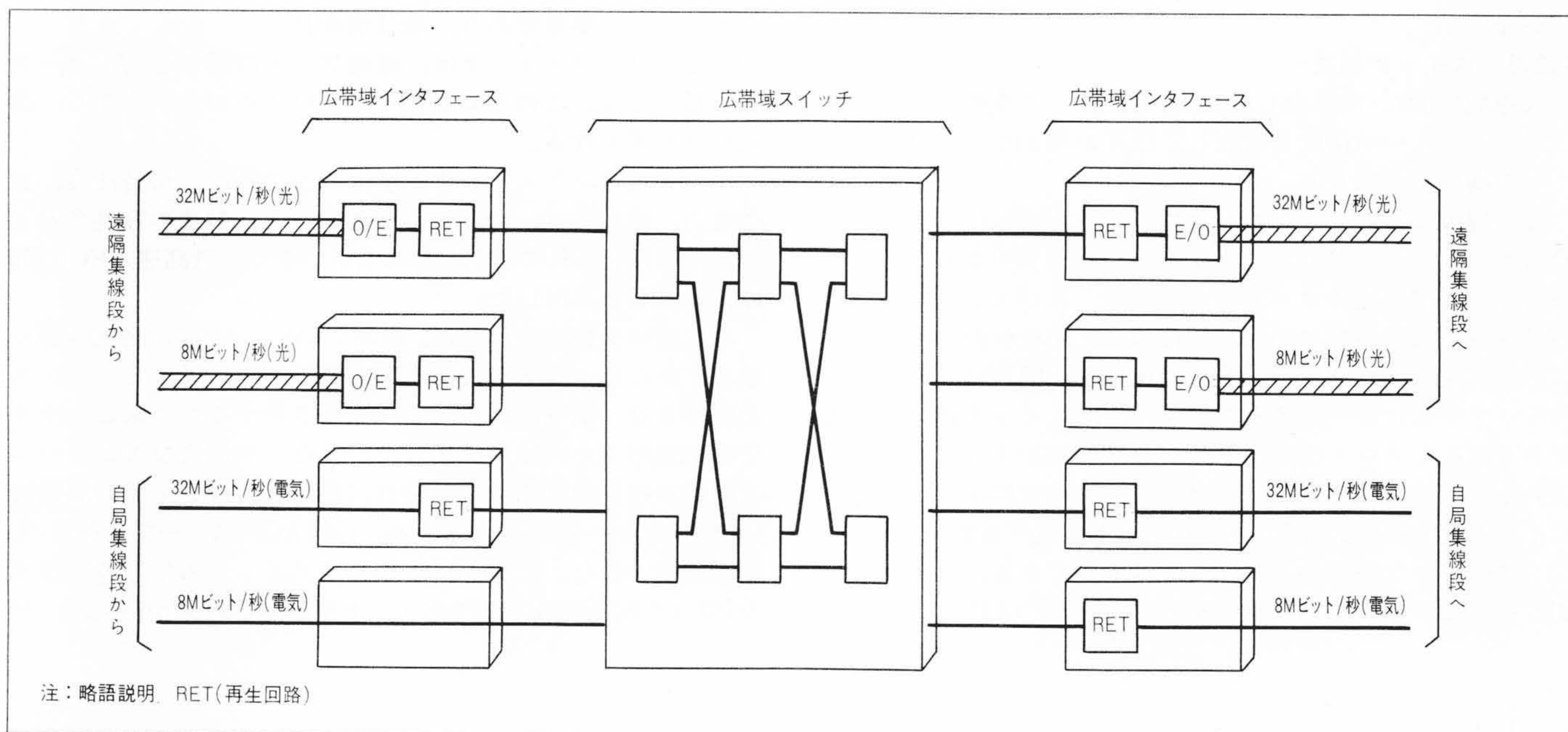


図6 広帯域インタフェース部 遠隔に設置される広帯域集線段交換機との間は、光インタフェースとした。

ット誤り率は 1×10^{-12} 以下であった。

4.3 広帯域回線インタフェース

分配段と集線段間の広帯域情報速度は、広帯域サービス内容に応じ32Mビット/秒と8Mビット/秒とした。このインタフェースは、分配段と同一局舎に收容される集線段との間は、近距離ということ、光信号に比べて安価であるということから、現在は電気信号を用い遠隔地に收容される集線段との間は、長距離伝送ということで光信号とした。この構成を図6に示す。32Mビット/秒(光)、8Mビット/秒(光)は遠距離からの回線であるため、長距離伝送路による波形ひずみが発生する。これを取り除くため、分配段の受信側に信号の再生回路を設けた。また、分配段を通して遠距離集線段まで信号を送送するため、分配段の送信側にも信号の再生回路を設けた。32Mビット/秒(電気)、8Mビット/秒(電気)の信号は同一局舎であり、伝送路による波形ひずみはないが、局内配線による波形ひずみは発生する。32Mビット/秒(電気)は高速情報であるため、情報のパルス幅が小さく、波形ひずみの影響を大きく受ける。このため、32Mビット/秒(光)と同様に、分配段の入力側、出力側の両方に信号再生回路を設けた。一方、8Mビット/秒(電気)は32Mビット/秒(電気)に比べて情報のパルス幅は大きいので、波形ひずみの影響は少ない。このため、分配段の送信側だけに信号再生回路を設けた。

4.4 狭帯域部

64kビット/秒系の狭帯域部は、加入者線デジタル交換機のD70装置類を大幅に採用している。このため、信号フォーマット、処理手順などは、D70装置類に準拠した。ただし、端末

制御信号については、広帯域サービス専用の端末を收容するため、このインタフェース部を新しく設計した。

5 結 言

高速・広帯域通信サービスを実現するために開発した広帯域分配段交換機の特徴をまとめると次のようになる。

- (1) 伝送路コストを低減するため、加入者に近い所に広帯域集線段交換機を設置し、この集線された回線を広帯域分配段交換機で分配するシステム構成とした。
- (2) 伝送路の使用能率を向上させるため、回線の話中をなくし、予約通話を効率的に実現するノンブロック通話路を設けた。
- (3) 32Mビット/秒の高速情報を交換するため、ECL100K形高速論理素子を用い、モジュール構造によるビルディングブロック方式を採用することにより、小形で増設性に優れた3段リンクのスイッチ構成とした。

参考文献

- 1) 中島, 外: 広帯域交換とその諸問題, 昭和57年電気四学会連合大会
- 2) 山本: これからの電気通信サービス, 電子通信学会, 68巻, 3号(昭60-4)
- 3) 俵, 外: 広帯域通話路構成法に関する考察, 電子通信学会技術報告, SE83-105(1983)
- 4) 小松, 外: 空間分割形広帯域デジタル通話路構成の検討, 電子通信学会総合全国大会, No.1791(1983)