

通信環境に適合して選定できる 多様なアクセス網

多様なマルチメディアサービス〔電話, ISDN, データ通信, CATV, VOD (Video on Demand) など〕を提供するためには, アクセス網でのニーズに合わせた形態の通信装置の実現が望まれている。現在, 膨大なメタリックケーブルを持つアクセス網(加入者系)でも, (1) 既存のメタリックケーブルの活用, (2) 光ファイバの適用範囲の拡大, (3) ワイヤレス技術の有効適用など, 通信環境の変化に適合できることが必要である。

近年, インターネット利用によるパソコン通信が急激に増加しており, 既存のメタリックケーブルでのISDN網が250万チャンネルまで普及している。

電気通信審議会答申では, マルチメディア社会実現のためのインフラストラクチャーとして光ファイバ網の整備を進める必要があるとし, 2000年には人口カバレッジ20%(都道府県庁所在都市内の主要地域ほか), 2005年には人口カバレッジ60%(人口10万以上の都市内ほか), 2010年には人口カバレッジ100%(全国整備の完了)を整備目標としている。この光アクセス網の整備に伴い, 高速・広帯域通信を提供する光アクセス装置の開発・導入が加速されている。

新規に加入者ケーブルの布設を必要としないワイヤレスアクセスシステムも, 設置の利便性やポータビリティで優れているため, 携帯端末およびPHSなどの加入者数の急増に伴い, 導入が期待されている。

今後の多様なアクセス網に適合した製品をタイムリーに提供し, 情報化社会の発展に貢献していく考えである。

21 既設メタルケーブル加入者線利用によるデジタル アクセス システム
小菅 渉・湯川 信道・多治見 信朗・小野 亨明

25 光ファイバを用いた遠隔加入者収容モジュール
福島 豊・増田 健・三好 樹・西 由美子

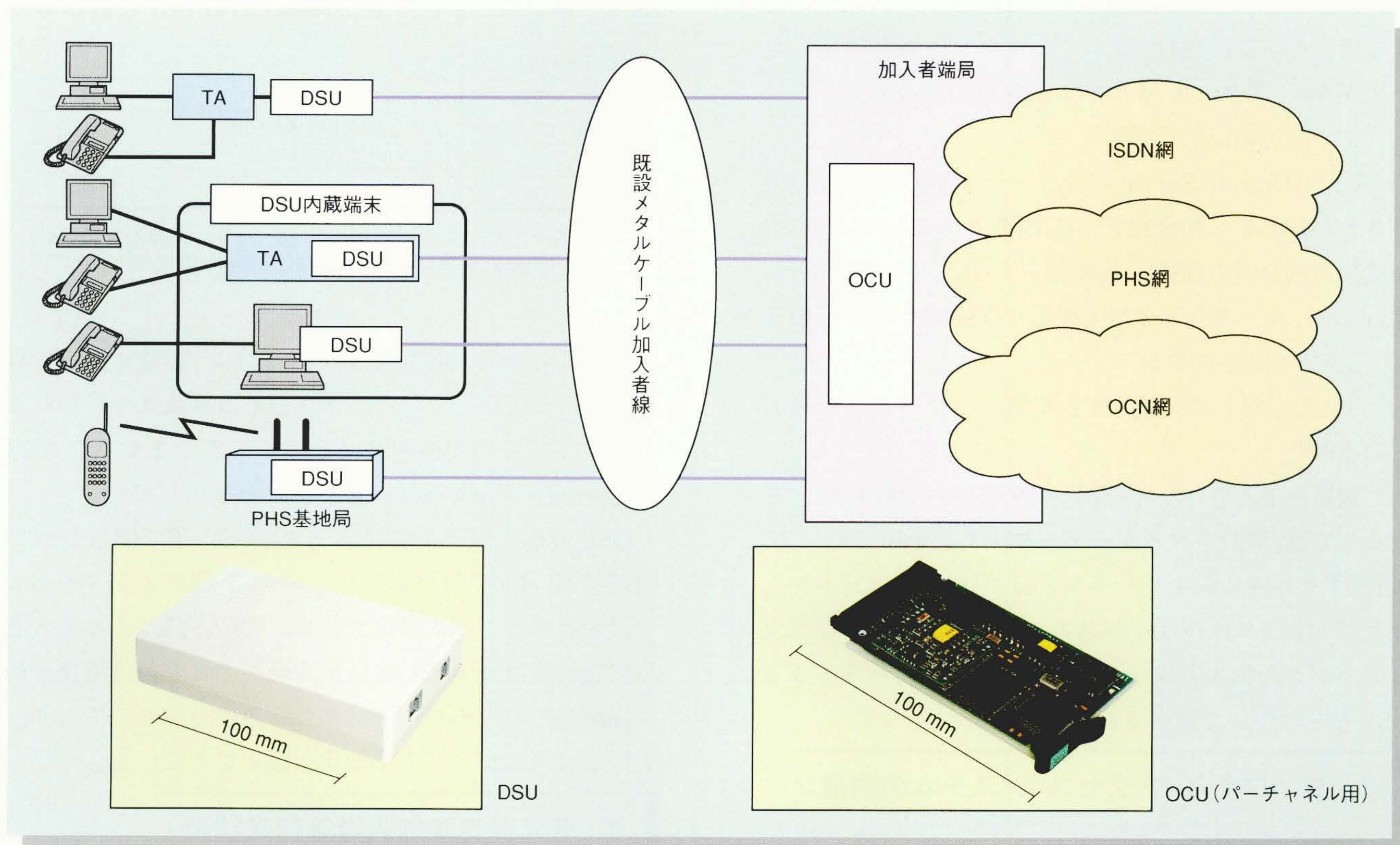
29 高速マルチメディアを提供するPDS型全光ファイバ アクセス システム
宮守 良夫・芦 賢浩・佐藤 栄裕・高野 光広

35 加入者ケーブル布設を不要とするワイヤレス アクセス システム
鈴木 俊郎・田辺 史朗・森 健・近藤 哲生

既設メタルケーブル加入者線利用による デジタル アクセス システム

Digital Subscriber Transmission System Using Twisted-Pair Copper Cables

小 菅 渉 Wataru Kosuge 多治見信朗 Nobuaki Tajimi
湯 川 信 道 Nobumichi Yukawa 小 野 亨 明 Michiaki Ono



注：略語説明 TA (Terminal Adapter), DSU (Digital Service Unit; 宅内回線終端装置), PHS (Personal Handyphone System), OCN (Open Computer Network)
OCU (Office Channel Unit; 局内回線終端装置), ISDN (Integrated Services Digital Network)

既設メタルケーブル加入者線を利用したデジタル アクセス システム

デジタル加入者線伝送装置 (DSU, OCU) により、既設の音声信号伝送用メタルケーブルを利用して、アナログ音声回線の2倍以上の情報量を伝達することができる。

インターネット利用によるパソコン通信が急激に普及している。これらの通信では、情報量の増大に伴って高速通信が可能なISDN網が注目され、その利用者が近年急激に増加している。

ISDNサービスを提供する日本電信電話株式会社のINSネット64では、電話などで使用している既設のメタルケーブル加入者線を利用して、アナログ音声信号の2倍以上の情報量 (2B: 64 kビット/sの情報チャンネル2本, D: 16 kビット/sの信号チャンネル1本) をデジタル信号で送ることができる。アナログ音声信号伝送用に布設されたメタルケーブルを利用して高速のデジタル信

号を送るには、(1) 線路特性を補償する線路等化技術、(2) 双方向伝送を行うための時分割方向制御技術が必要であり、この技術の専用LSIの開発によって経済的なデジタル アクセス システムの提供が可能となった。

既設メタルケーブル加入者線を利用したデジタルアクセスシステムには、特別な配線工事が不要などの理由により、ISDN網のほかに、1995年からサービスを開始したPHS網、1997年からサービスを開始したOCN (Open Computer Network) 網などがあり、これらのサービス網で経済的なシステムが提供できる。

1. はじめに

パソコン通信やファクシミリなどの非電話通信サービスの需要増大に対応し、日本電信電話株式会社をはじめとして、世界各国で通信網のデジタル化や通信サービスの統合化、いわゆるISDNを指向した計画が進められている。

特にインターネットは急激に拡大しており、以下のような背景の下に、ISDN基本インタフェースを利用したデジタルアクセスシステムが急速に普及している。

- (1) より高速の通信が必要
- (2) DSU(Digital Service Unit：宅内回線終端装置)のコストが1995年に従来比で $\frac{1}{3}$ に削減、さらに同年、日本電信電話株式会社のDSUの技術開示に伴い、TA(Terminal Adapter)、ルータなどの端末機器にDSUの内蔵が一般化
- (3) TAのコストダウン
- (4) TA間で64 kビット/sを2本使用したバルク転送方式の標準化
- (5) 電話利用者番号の同番移行(1997年中に全国実施)など

ここでは、既設メタルケーブル加入者線を用いて、〔2B(情報チャネル：64 kビット/s×2)+D(信号チャネル：16 kビット/s×1)〕のISDN基本インタフェースを提供するデジタル加入者線伝送技術、各種端末に内蔵できるDSUなどについて述べる。

2. デジタルアクセスシステムの構成

このシステムでは、既設のメタルケーブル加入者線を利用し、網側のOCU(Office Channel Unit：局内回線終端装置)と加入者宅に設置されるDSUとを対向で接続しており、表1に示す性能を持っている。

加入者線は1ペア線のため、伝送方向を時間的に交互

表1 デジタル加入者線伝送装置の主要諸元

メタルケーブル加入者線を利用したデジタル伝送装置の主要諸元を示す。

項 目	内 容
伝 送 方 式	時分割方向制御方式(ピンポン方式)
バースト周期	2.5 ms
ラインビットレート	320 kbaud
伝 送 容 量	64 kビット/s+64 kビット/s+16 kビット/s (情報) (情報) (信号)
伝 送 路 符 号	AMI
線 路 等 化	$\sqrt{f}$ 等化+BT等化
最大伝送可能距離	8.5 km
伝 送 損 失	0～50 dB(160 kHz)
B T 等 化 能 力	2本(主線路損失42 dB)
端末インタフェース	ITU-T勧告 I. 430
給 電 方 式	2線直流重畳局給電方式

注：略語説明 AMI(Alternate Mark Inversion), BT(Bridged Tap)
ITU-T(国際電気通信連合 電気通信標準化部門)

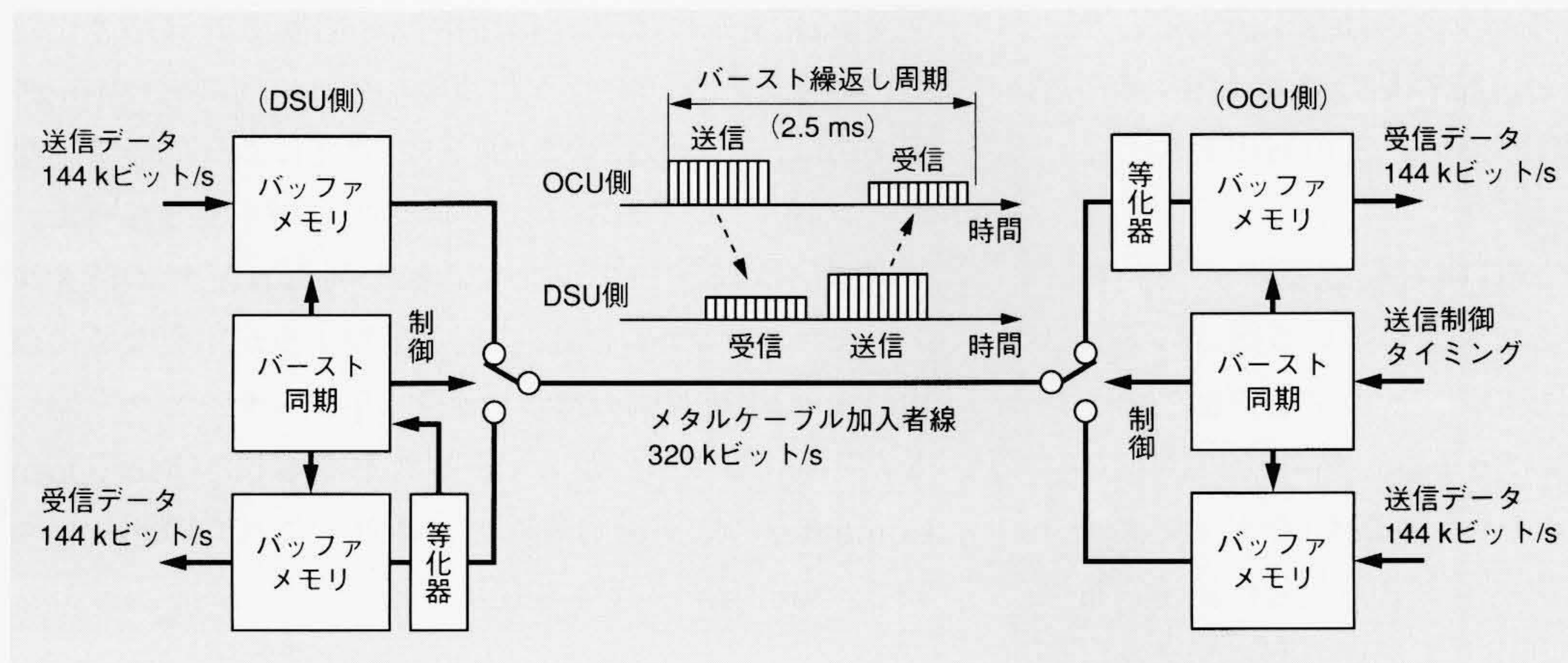
切替する時分割方向制御方式(ピンポン方式)を用いて双方向伝送を実現している。伝送符号は直流成分がないこと、および符号変換回路が単純であることから、AMI(Alternate Mark Inversion)符号を採用している。

DSUの端末側インタフェースはITU-Tで勧告された国際標準I.430で規格化されており、各種デジタル端末を最大8台までバス接続できる。この方式による加入者線伝送装置は日本電信電話株式会社と日立製作所ほかが共同開発したもので、1988年から運用を開始しており、大幅なコストダウンと小型化を図ってきている。

3. デジタル加入者線伝送技術

3.1 時分割方向制御方式

時分割方向制御方式は、上り(DSUからOCUへ)と下り(OCUからDSUへ)情報を、DSU, OCUそれぞれのバッファメモリにいったん蓄積して、時分割でバ



注：情報はOCU側・DSU側それぞれのバッファメモリにいったん蓄積され、OCU側からDSU側へ、DSU側からOCU側へと交互に伝送される。伝送速度は元の情報の2倍強となる。

図1 時分割方向制御方式

バッファメモリを用いて送信データや受信データの時分割方向制御を行い、1ペアの電話線によって双方向伝送を実現している。

一時的にOCUからDSUへ、DSUからOCUへと交互に伝送する方式である。そのため、伝送速度は元の情報速度144 kビット/s ($64 \text{ kビット/s} \times 2 + 16 \text{ kビット/s}$) の2倍強である320 kビット/sを必要とする(図1参照)。なお、この方式はピンポンにその動作が似ていることから、ピンポン伝送方式とも言われる。

3.2 線路等化技術とLSI化

伝送速度が320 kビット/sのAMI信号の場合、160 kHzを中心に320 kHzの周波数帯域を要するので、加入者線メタルケーブルの線路損失(最大50 dB)は周波数160 kHzを中心に等化する必要がある。また、この損失はメタルケーブルの長さに依存して加入者ごとに異なるため、自動利得制御機能のある線路等化器が必要となる。

そのため、LSIによって自動線路等化器の小型、低消費電力、低コスト化を実現し、線路損失の補償、信号波形のひずみを補正して正常な信号波形を再生している。等化器LSIのブロック構成を図2に示す。

フラット自動利得制御回路は、加入者線路とのインタフェースを形成するとともに、線路遠端漏話などの高周波成分の帯域内折返しを防止する。

$\sqrt{f}$ 等化器は、線路の表皮効果によって f (周波数)が高くなるに従い、その $\frac{1}{2}$ 乗で減衰が大きくなる $\sqrt{f}$ 特性を補償し、SN比の劣化を防いでいる。

加入者線の配線の融通性を確保するために設けたケーブルの分岐線路(ブリッジタップ)は、先端が解放状態のため、送信パルスが解放端で全反射し、送信パルスに対してエコーとなって波形ひずみの原因となる。ブリッジタップ等化器では、このエコーを波形差分検出回路と等化器制御回路を用いて自動的にキャンセルし、波形ひずみを補償している。

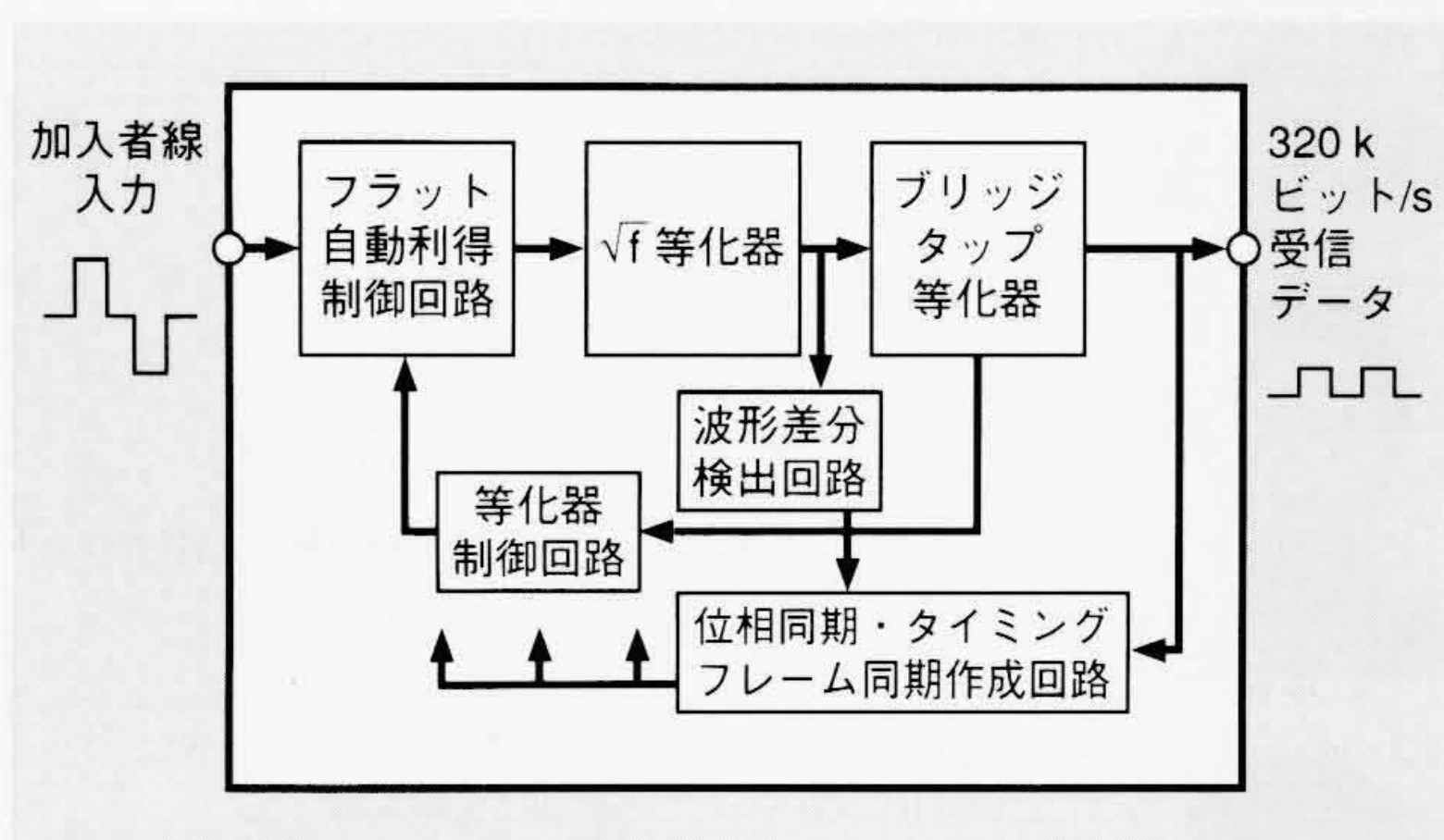


図2 等化器LSIの構成

伝送速度320 kビット/sの場合、既存のメタルケーブルでは線路損失、信号ひずみが多いので、これらを自動補償する等化器をLSIで実現している。

4. デジタル加入者線伝送装置

4.1 DSUの機能

DSUの回路構成を図3に示す。DSUは、基本的に以下の機能で構成している。

(1) メタルケーブル加入者線の終端機能

前述のデジタル加入者線伝送技術を用いた時分割方向制御や線路等化を行う。

(2) 端末インタフェース機能

ITU-T勧告I.430に適合した端末インタフェースを提供するための信号送信回路、受信回路、端末終端回路、および発呼検出回路で構成する。

(3) 給電機能

DSUは、商用電源停電時でも動作が確保できるように、加入者線を利用した2線直流重畳局給電方式で定電流給電を受ける。この給電された電力を、内部動作に必要な電源と、端末給電に必要な電源に変換する。また、未使用時の電力を低減するために、使用時だけに電力を供給する呼ごと給電方式を採用している。

(4) 雷防護機能

加入者線や端末接続線からの雷サージ進入から装置を保護するために、加入者線間、端末線間にはバリスタなどの雷防護素子を実装している。また、DSU自体は接地アースを持たないため、加入者線から入った雷サージは端末線に逃がすバイパスアレスタ方式としている。

4.2 端末内蔵用DSU

1995年4月から行われた日本電信電話株式会社によるDSUの技術開示に伴い、パソコン通信などに使用するDSU内蔵型のターミナルアダプタやルータなどが製品化

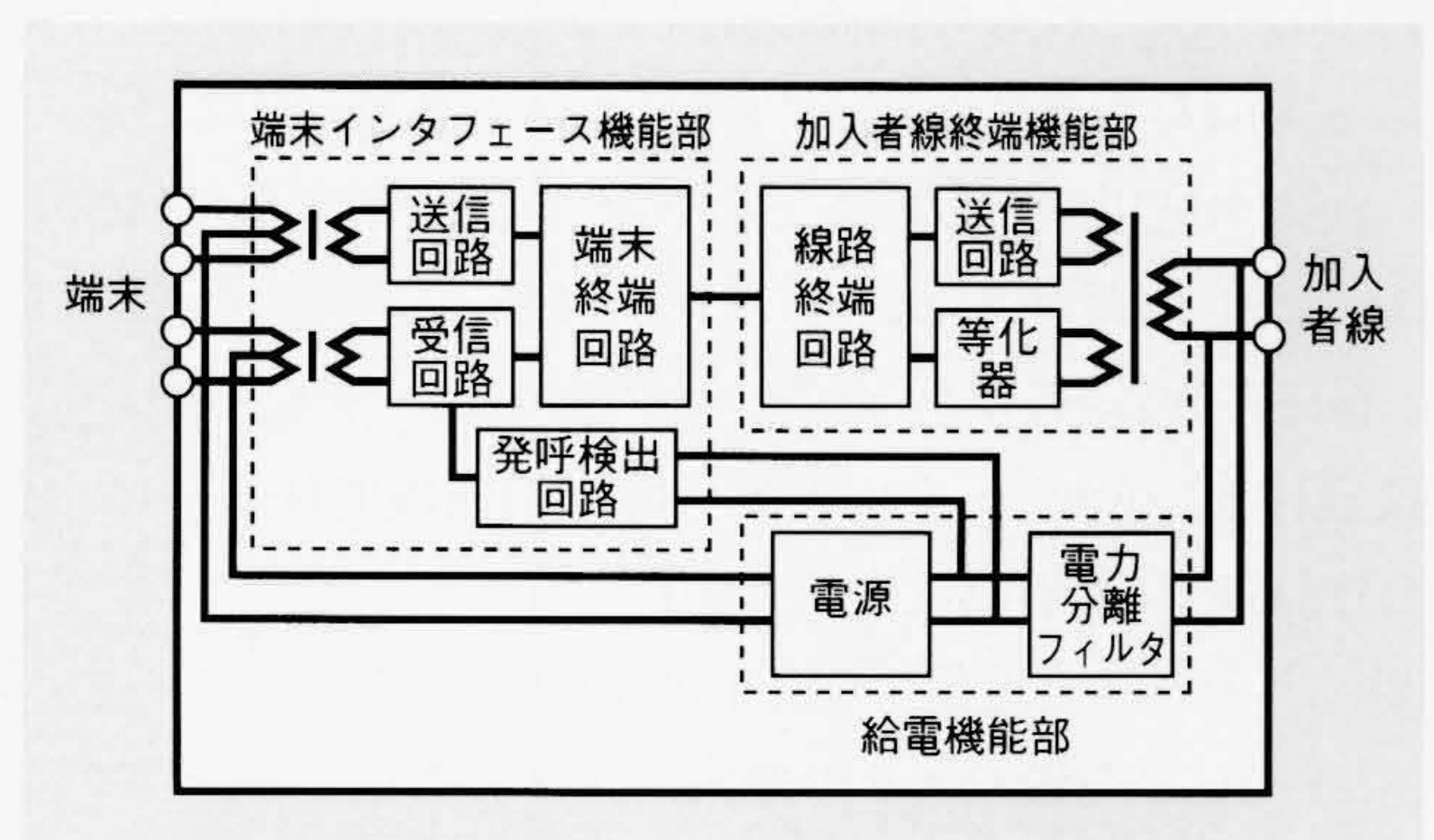


図3 DSUの回路構成

DSUの線路終端回路をアナログ等化器LSIで、端末終端回路を論理LSIの2チップLSIでそれぞれ構成し、小型化を実現している。現在の2チップLSIを1チップ化し、DSUのさらなる小型化を目指している。

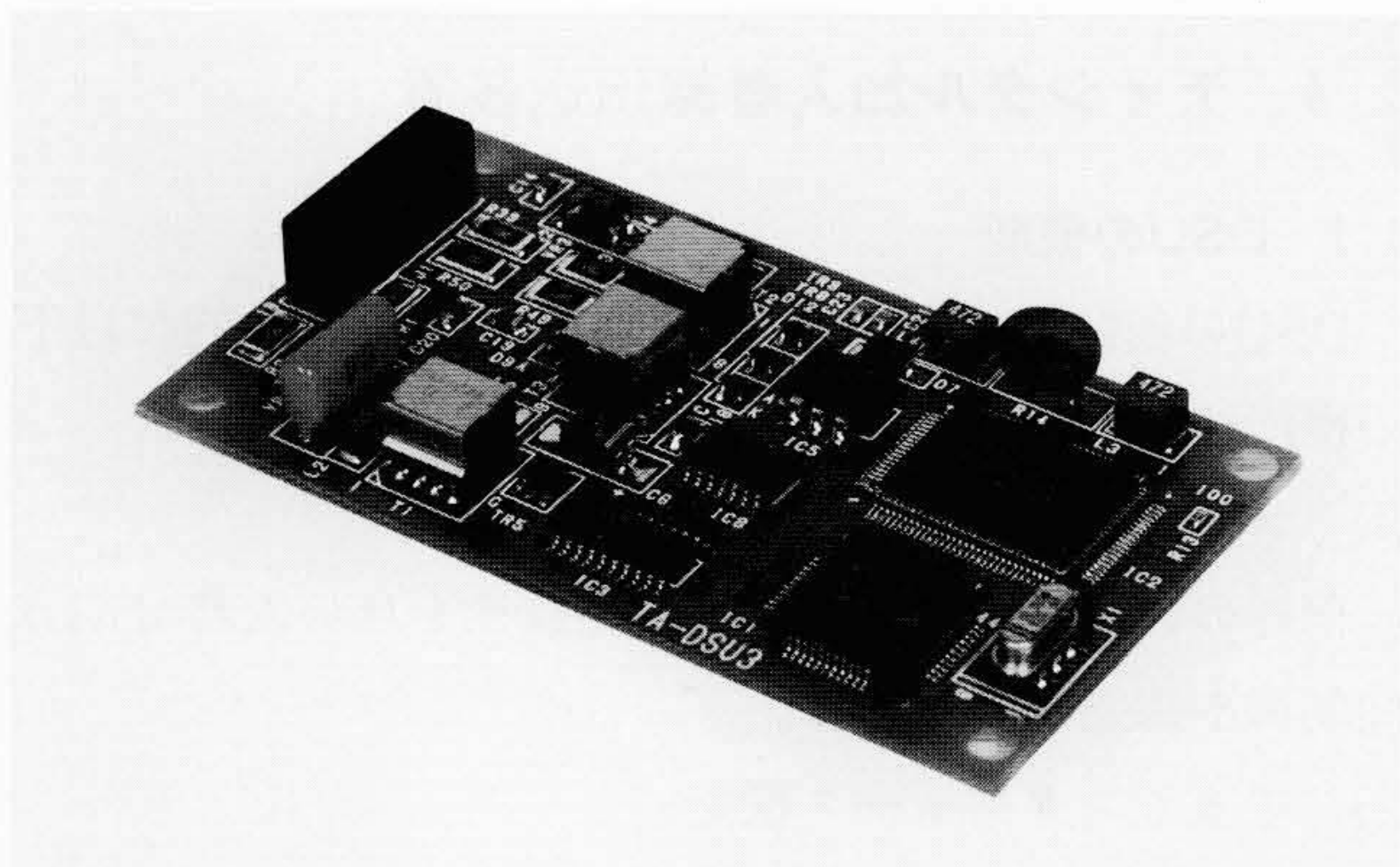


図4 端末内蔵用簡易DSUボード

各種端末内蔵に便利な、小型で簡易機能のDSUボード〔幅95×奥行き55×高さ15(mm)〕を実現した。

された。そのDSUの機能も端末の用途に合わせて以下の点を考慮し、小型で経済的な簡易型DSUボードとしている。

- (1) ローカル給電、局給電
- (2) S/T点のトランス・TTL(Transistor Transistor Logic-circuit)接続
- (3) ファントム給電の有無
- (4) 接続コネクタの種類

DSU内蔵端末からのローカル給電、S/T点のトランス・TTL併用接続、ローカル給電によるファントム給電が可能な、コネクタ接続タイプのDSUボードの例を図4に示す。

4.3 DSUの応用

マルチメディア情報化が浸透する中で、情報機器が一般家庭やマンションなどに進出しており、これらの情報機器を効率よく接続するインフラストラクチャーの整備が必要となってきた。

メタルケーブル音声回線は現在の建物の多くに配線されており、これらの既設配線を効率よく利用できるINSネット64を基盤にDSUを普及していく必要がある。

DSUの応用例としては、以下のような製品が考えられる。

- (1) DSU内蔵コンセント(埋込形など)
 - (a) S/T点接続型, (b) アナログ音声ポート専用型(TA機能付き), (c) データポート専用型(TA機能付き), (d) 混合型DSU内蔵型(TA機能付き)
- (2) デジタル通信用DSU内蔵の高機能端末
 - (a) テレビ会議システム端末, (b) ファクシミリ, (c) 遠隔監視カメラ

5. おわりに

ここでは、既設メタルケーブル加入者線を利用し、

ISDN基本インタフェースを提供するデジタル加入者線伝送装置“DSU”や“OCU”, およびその基本技術である時分割方向制御, 線路等化技術について述べた。

DSUは、今後、ISDNのいっそうの普及とともに多種多様の端末に内蔵するDSUボードが必要となり、大幅な需要が期待される。この需要にこたえとともに、さらに新分野への適用拡大を進めていく考えである。

今後、メタルケーブル加入者線を利用したデジタルアクセスシステムは、加入者線のFTTH(Fiber to the Home)による光化への推移期の中で、光ファイバとメタルケーブルの組合せによるFTTC(Fiber to the Curb)でも、経済的なシステムとしてその普及が期待できる。

終わりに、この装置を開発するにあたり、日本電信電話株式会社の関係各位からご指導とご協力をいただいた。ここに、厚くお礼を申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 竹村, 外: ISDNをサポートするD70形デジタル交換機, 日立評論, 73, 5, 481~488(平3-5)
- 2) 佐藤, 外: デジタル加入者線伝送装置, 日立評論, 73, 5, 497~500(平3-5)
- 3) 小型パーチャネル回線終端回路, 日立評論, 79, 1, 42(平9-1)
- 4) 小宮, 外: デジタルアクセス方式, オーム社(平6-6)

執筆者紹介



小菅 渉

1973年日立製作所入社, 情報通信事業部
光伝送本部 加入伝送部 所属
現在, アクセス伝送システムの研究開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: wataru_kosuge@cm.tcd.hitachi.co.jp



湯川 信道

1970年日立製作所入社, 情報通信事業部
光伝送本部 加入伝送部 所属
現在, アクセス伝送システムの研究開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: nobumichi_yukawa@cm.tcd.hitachi.co.jp



多治見信朗

1981年日立製作所入社, 情報通信事業部
光伝送本部 加入伝送部 所属
現在, アクセス伝送システムの研究開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: nobuaki_tajimi@cm.tcd.hitachi.co.jp



小野 亨明

1988年日立製作所入社, 情報通信事業部
光伝送本部 加入伝送部 所属
現在, アクセス伝送システムの研究開発に従事
電子情報通信学会会員
E-mail: michiaki_ono@cm.tcd.hitachi.co.jp