

光データセット(光モデム)の開発

Development of Optical Dataset (Optical Modem)

コンピュータと端末装置を結ぶモデム^{*1)}(データセットを含む)の需要増加に対応し、光ファイバの広帯域性、無誘導性などの優れた特質を生かして、信頼性向上と機能の拡充を目的とした光データセット(光モデム)を開発した。

この光データセット(HM-1924H及びHM-48KH)は、データとタイミング信号の重畳化に対し、ビットレートフリーなPWM方式を新たに開発したことにより、同期・非同期及び伝送速度によらず1台で対応できるという特色を出すとともに、回路の簡略化を図ることができた。更に、この光データセットは、標準インタフェースをもち、従来のデータセットと完全な互換性をもっている。本稿では、これらの光データセットを開発する上での技術的課題と、その特長について述べる。

秋山文夫* *Fumio Akiyama*
 平井正人* *Masato Hirai*
 今井光雄** *Mitsuo Imai*
 武田和彦*** *Kazuhiko Takeda*

1 緒言

構内専用回線を用い、データ伝送を行なうデータセット(無変調又は簡単な変調を行なう装置)の需要は、コンピュータの分散化及びオンライン化に伴い、近年増加の一途をたどっている。

光データセット(光モデム)は、従来のデータセットでは伝送路として平衡形ケーブルを用いていたものを、光ファイバに置き換えたもので、装置内部には、光送信モジュールと呼ばれる電気-光変換器、光受信モジュールと呼ばれる光-電気変換器を内蔵している。

光データセットの主な特長としては、

- (1) 光ファイバのもつ無誘導性から、雑音の多い環境でも使用できること。
- (2) 光ファイバの広帯域性を利用して、すべての伝送速度に対して1台で対応できること。

の2点が挙げられ、いずれも光ファイバのもつ特色を十分に生かしたものとなっている。特に(2)の特長については、従来のデータセットでは同期・非同期及び伝送速度の種別により多種多様な機種ができていたものを、統一することが可能となり、将来の伝送容量の増大に伴って伝送速度を上げる必要が生じた場合でも、そのまま使用することができるものである。

以下、ここでは(2)の特長を達成する方法を中心に、光データセットの概要について述べる。

2 伝送方式の検討

2.1 伝送方式の比較検討

DTE(Data Terminal Equipment: データ端末装置)とデータセット(モデム)の間には種々の信号が送・受信されている(4章, 表2参照)が、この中で実際に対向装置へ伝送されなくてはならない情報は、データとタイミング信号である。このデータとタイミング信号を1本の光ファイバで送る伝送方式について、サンプリング方式とPWM(Pulse Width Mod-

ulation: パルス幅変調)方式を比較検討した¹⁾。

(1) サンプリング方式

この方式は図1(a)に示すように、データとタイミング信号の二つの情報を一定時間間隔でサンプリングし、直列(時分

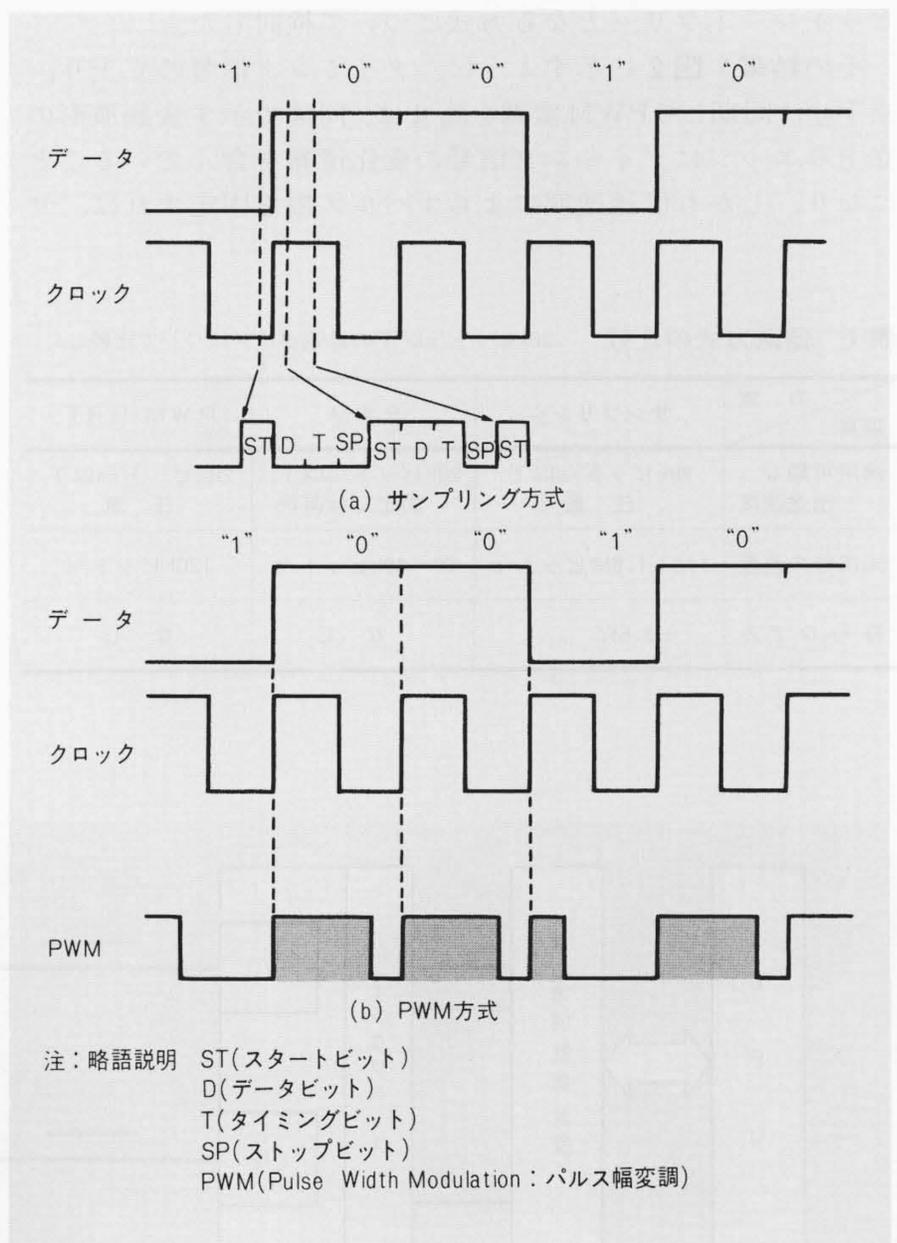


図1 多重伝送方式 データとクロックの多重伝送方法として、代表的な二つの方法を示す。

* 1) モデムはModulator-Demodulatorの略で、伝送路にデータを通すための変復調装置のことである。

割多重) 伝送するものである。この場合、データとともにスタート、ストップビットを付加してフレームの区別をする必要がある。この方式の場合、表1に示したように実際に伝送すべきデータと光ファイバ中を伝送するデータの速度比が、非常に大きくなるという欠点をもっている。しかしこの方式は、すべての伝送速度に対して送れる、いわゆるビットレートフリー(Bit Rate Free)になるという大きな特長をもっている。

(2) PWM方式

この方式は図1(b)に示すように、データをパルス幅の大小で変調する方式で、受信側では広いパルス幅と狭いパルス幅の中間時点でサンプリングを行ない、データを再生する方式である。この方式の場合タイミング信号の再生を行なうには、送信側と受信側の伝送速度をあらかじめ決めておき、デューティ50%のクロック波形を受信側で作らなければならない。したがって、伝送速度は固定もしくは数点の決まった伝送速度だけになるという制限を受ける。しかし、PWM方式はサンプリング方式と比較して、実際に伝送すべきデータと光ファイバ中を伝送するデータの速度比が、それほど大きくなりたくないという利点をもっている(表1)。

2.2 ビットレートフリーなPWM方式の検討

PWM方式にすると、データとタイミング信号を多重伝送してもそれほど光の伝送速度は上がらない、すなわち伝送効率が良いという点に着目し、なおかつサンプリング方式と同様ビットレートフリーとなる方式について検討した。

その結果、図2に示すように、タイミング信号の立上り、立下りに同期してPWM変調を施せば、同図で示す変調波形の立上りエッジにタイミング信号の変化情報を含んでいることになり、しかも伝送速度によらずパルス幅を固定すれば、サ

表1 伝送方式の比較 20kビット/s以下の低速タイプについて比較した。

項目 \ 方式	サンプリング	PWM	PWM-BRF
適用可能な伝送速度	20kビット/s以下 任意	20kビット/s以下 固定又は選択	20kビット/s以下 任意
光信号の速度	1.2~1.6Mビット/s	60~80kビット/s	120kビット/s
符号ひずみ	±2.5%	なし	なし

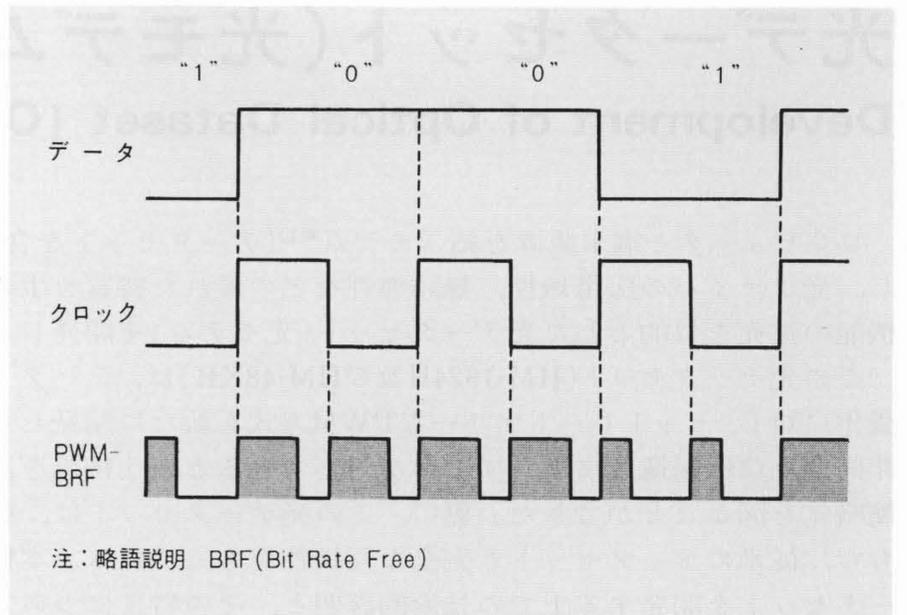


図2 PWM-BRF方式 タイミング信号の立上り、立下りに同期してパルス幅変調する。

ンプリング方式と同様ビットレートフリーとすることができた。

この場合、光の伝送速度は、図1(b)で示したPWM方式の2倍を必要とするが、ビットレートフリーとなる利点の大きいことから、この方式を採用することとした。

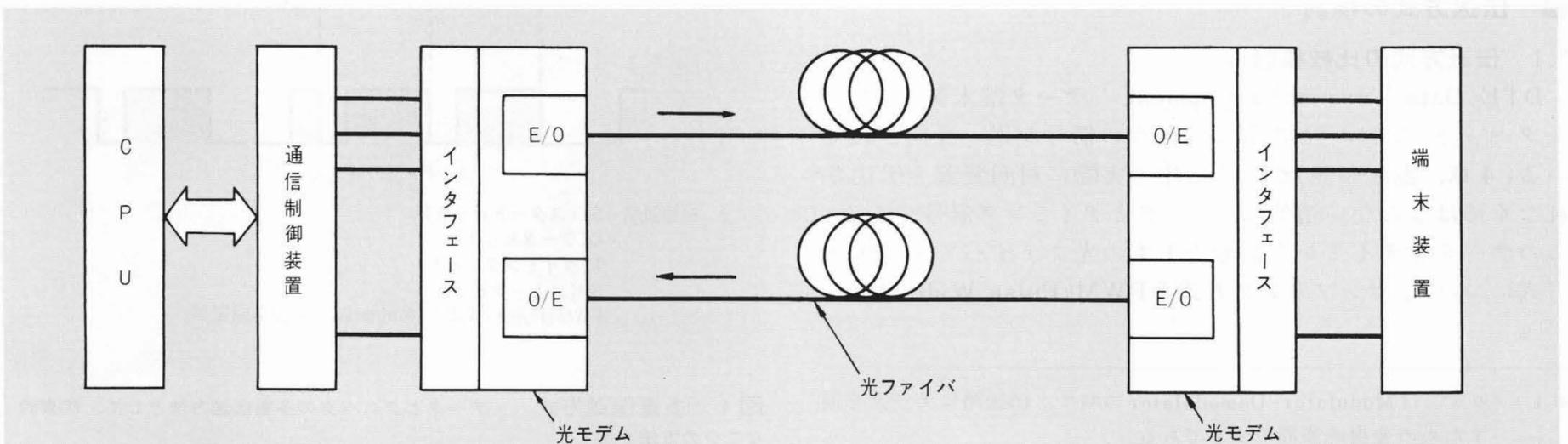
3 装置概要

3.1 光データセットの特長

光データセットは、光ファイバのもつ特質、すなわち無誘導性、広帯域性、低伝送損失、細心、軽量などを利用して、従来のデータセットあるいはモデムにはない様々な特長を出すことができる。

以下に開発した光データセットの特長を列挙する。

- (1) インタフェースはCCITT(国際電信電話諮問委員会)勧告に準拠しており、従来のデータセットと完全な互換性をもっている。
- (2) 光ファイバは無誘導性であるため、線路の電磁誘導雑音や静電対策が不要である。
- (3) 同期伝送の場合、192kビット/sまで非同期伝送ならば、48kビット/sまでの伝送速度に本装置で対応できる。
- (4) 光送・受信モジュールの内部回路を除けばアナログ回路が



注: 略語説明 E/O(電気-光変換器), O/E(光-電気変換器), CPU(中央処理装置)

図3 光データセットの基本構成 このほか、コンピュータとコンピュータ間の伝送、あるいは光分岐器などを用いてマルチドロップシステムも構成できる。

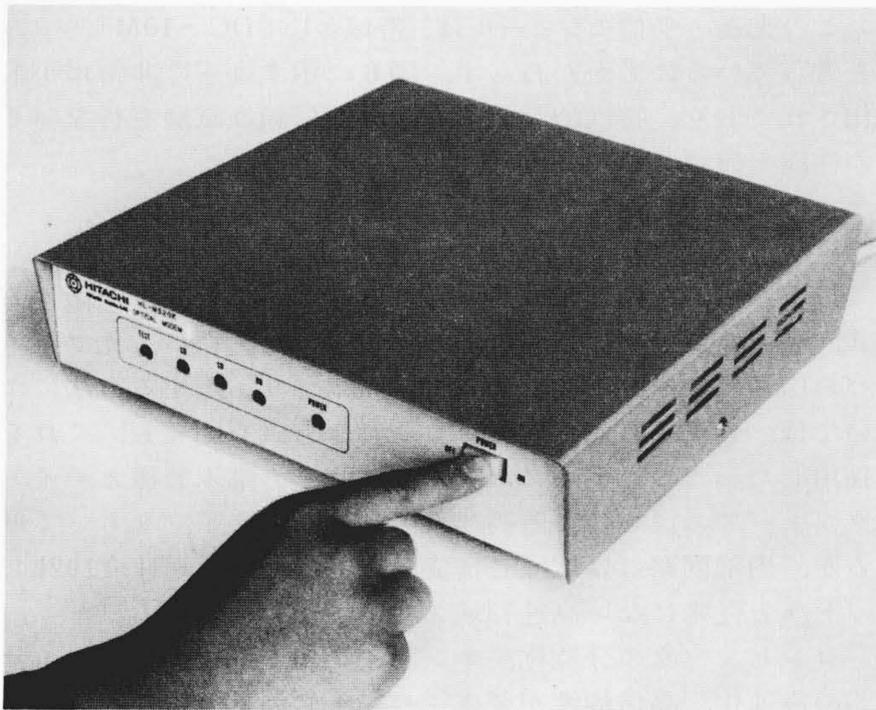


図4 HM-1924H光データセット(20kビット/s以下のタイプ)標準モデムインタフェースをもち、外形寸法もHM-9624Aデータセット(日立製作所製)と比較して $\frac{3}{4}$ の容積となっている。

なく、すべてロジック回路(TTL: Transistor Transistor Logic)で構成している。

(5) ループバック機能をもち、保守が容易である。

3.2 適用範囲

光データセットの適用範囲としては、標準モデムインタフェースをもっていることから様々な用途が考えられる。図3に光データセットの基本構成を示すが、この場合はコンピュータと端末装置を1:1で結ぶリンクとして使用する。この

ほか、1:Nのマルチドロップシステムや低速でのループ伝送システムにも応用できる。

3.3 装置外観

図4に装置の外観を示す。大きさは、HM-9624Aデータセット(構内回線で最高9.6kビット/sの伝送速度)と比較して、 $\frac{3}{4}$ の容積(同一底面積で高さが $\frac{3}{4}$)となっており、標準のモデム架に収容できる。

4 回路構成

4.1 PWM変復調部

光データセットの回路ブロックダイアグラムを図5に示す。

同期伝送では、変調部でタイミング信号の立上り、立下りに同期して、データ“1”に対して広いパルス幅、データ“0”に対して狭いパルス幅でPWM変調を行なっている。変調パルス幅は、最大伝送速度を192kビット/sに設定し、その伝送速度に見合うパルス幅とした(約1~2 μ s)。復調部は2値のパルス幅のほぼ中間点でサンプリングを行なってデータを再生し、またPWM波をフリップフロップに通すことにより、極めて容易にタイミング信号の再生を行なっている。

非同期伝送の場合には、内部の192kHzのクロックで非同期サンプリングして、同様にPWM変調を行なっている。

4.2 インタフェース

このインタフェースは、DTE(データ端末装置)と信号の受渡しを行なう部分で、電気的レベル及び論理を合わせる役割を行なう。20kビット/s以下用のHM-1924H光データセットでは、データセットについてはCCITT勧告V.24、V.28に準拠し、20kビット/s以上192kビット/s以下用のHM-48KH光データセットでは、同勧告V.35に準拠している。インタフェース信号線は、表2に示すようになっており、従来のデータセットと

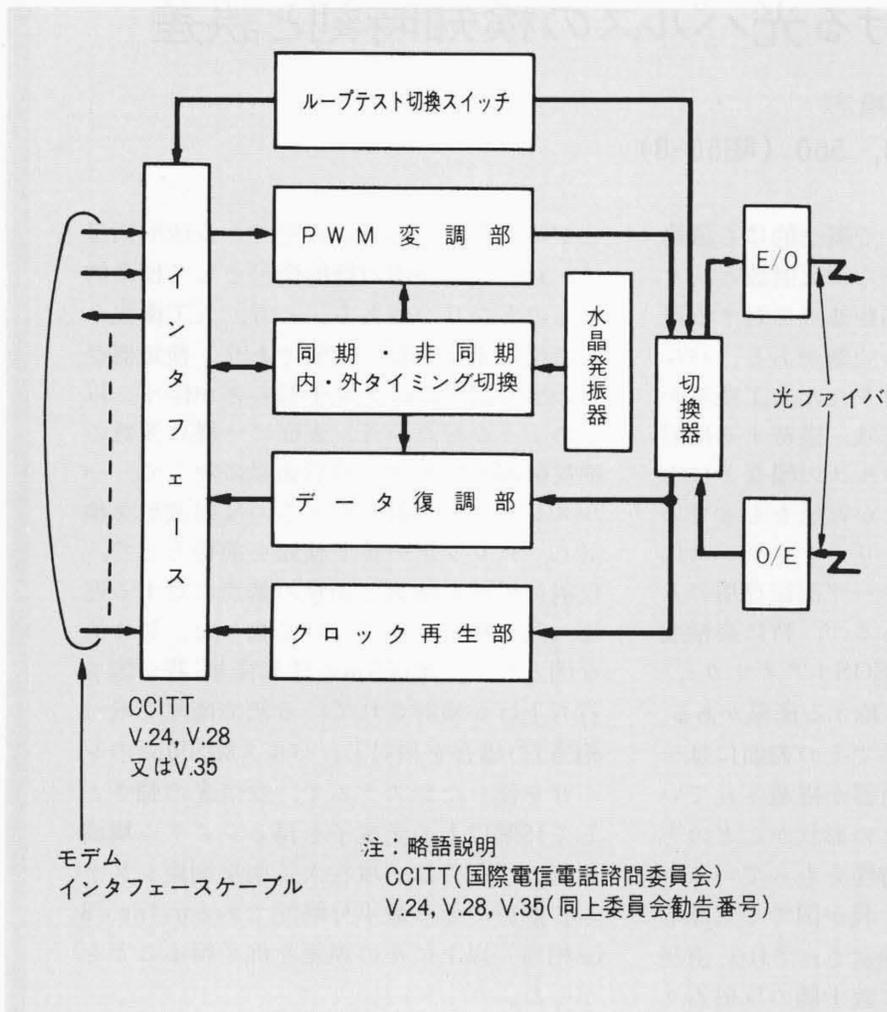


図5 光データセットのブロックダイアグラム インタフェース用のICを除いて、品種の豊富なロジック回路[TTL(Transistor Transistor Logic)IC]を使用して構成している。

表2 モデムインタフェース 伝送速度20kビット/s以下については、CCITT勧告V.24、20~192kビット/sについてはV.35に準拠する。

項目	記号	信号方向	機能の概要	CCITT勧告 ピン番号	
				V.24	V.35
保安用接地	FG	—	—	1	A
信号用接地	SG	—	—	7	B
送信要求	RS	→モデム	送信キャリア制御	4	C
送信可	CS	←モデム	データ送信制御	5	D
データセットレディ	DR	←モデム	モデムの状態表示	6	E
データ端末レディ	ER	→モデム	—	20	—
受信キャリア検出	CD	←モデム	光信号の検出	8	F
送信データ	SD	→モデム	送信データ, 直流信号	2	(A)P (B)S
送信タイミング1	ST ₁	→モデム	外部送信タイミング	24	(A)U (B)W
送信タイミング2	ST ₂	←モデム	内部送信タイミング	15	(A)Y (B)AA
受信データ	RD	←モデム	受信データ, 直流信号	3	(A)R (B)T
受信タイミング	RT	←モデム	受信タイミング	17	(A)V (B)X

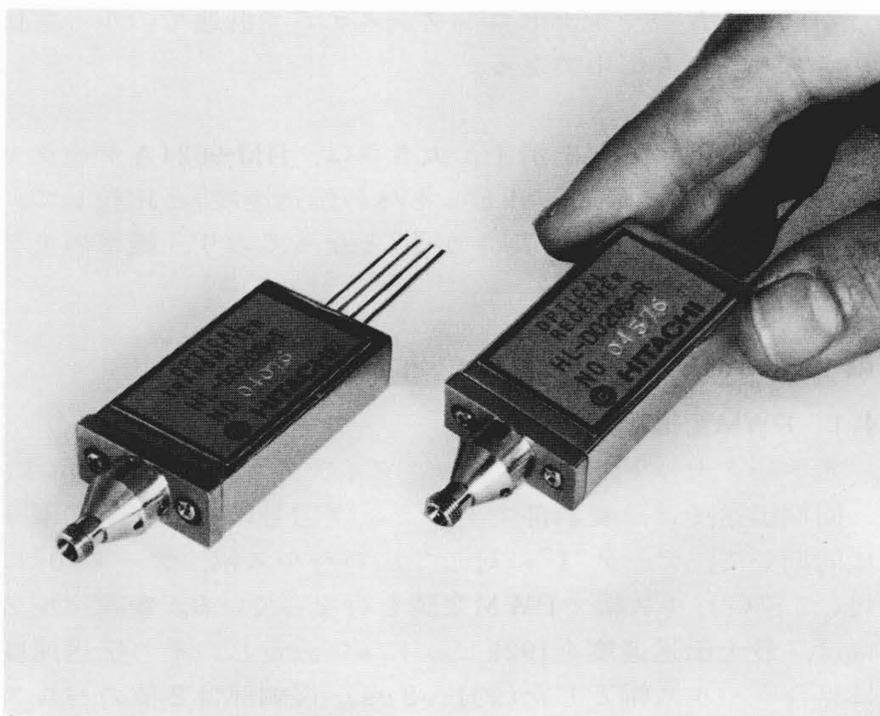


図6 光送・受信モジュール 寸法は幅23×長さ57×高さ10(mm)とコンパクトで、単一電源(5V)で動作する。

完全な互換性をもっている。

4.3 光送・受信モジュール

光送・受信モジュールは、小形、高信頼性を要求されることから、専用ICを用いてハイブリッドIC化し、新たに開発されたものを使用した²⁾。送・受光素子としては、送信モジュールに高出力LED(Light Emitting Diode)、受信モジュールにはPIN-PD(PIN-Photodiode)を用いており、約3kmの伝送が可能となっている。

この光送・受信モジュールは、帯域としてDC~10Mビット/sをもっているにもかかわらず、図6に示すように非常に小形化されており、特性的な面でも十分な信頼性試験を行ないその性能を確認している³⁾。

5 結 言

以上、構内専用回線に用いられる光データセットの伝送方式、装置概要及び回路構成について述べた。特に、光ファイバの広帯域性を利用してビットレートフリーとする方法については、PWM方式を改良した新たな方式を開発し、これを採用した。この光データセットは、データ端末装置とのインタフェースの違いによる高速タイプ、低速タイプをもっているが、内部回路はほぼ同じ構成であり、最高伝送速度192kビット/sと従来にない高速領域まで適用が可能である。

コンピュータの分散化、オンライン化が進むなかで、モデムの高速化、高信頼性が要求されてきている。ここに開発した光データセットは、これらの要求を十分に満足させることができ、雑音環境の悪い場所での使用はもとより、今後は各方面で使用されると期待されている。

参考文献

- 1) 今井, 外: 低速汎用形光モデム, 昭和56年度電子通信学会全国大会, No. 2213 (昭56-4)
- 2) 内藤, 外: 直流伝送形IC化光送信/受信モジュールの開発, 昭和56年度電子通信学会全国大会, No. 2212 (昭56-4)
- 3) 生島, 外: 産業用小形高性能光送・受信モジュールの開発, 日立評論, 63, 173~178 (昭56-3)

論文抄録

人工衛星測距における光パルスの検知時刻と誤差

日立製作所 洲崎保司・橘 篤志

電子通信学会論文誌 63-C8, 500 (昭55-8)

近年、光パルスの往復時間から距離を測定する人工衛星測距システムの精度は、パルスレーザ発振器、光検知器、パルス増幅器、タイムインターバルカウンタなどの周辺技術の進歩によって高精度化してきており、最新システムの幾つかでセンチメートル級の精度が報告されるに至っている。距離が数千キロメートルの人工衛星に対して、このように高い精度の可能性が示されてきたことから、種々応用面からの期待が高まっており、衛星軌道の正確な決定と、これに基づく地球重力の分布及びジオイドの、より正確な形状の決定、衛星を介しての広域測地と大陸移動の検証、離島の位置決定、地軸変動の観測、更に地かく変動の検知から地震予知に役立てようという計画もある。しかし、このような応用面で実際上必要となる地上の測距基点と人工衛星の基点(軌道運動の基になる重心)間の絶対的な距離に対して、上記のような精度を得ようとするには各種遅延に対する補正について、いろいろ検討されなければならない問題があ

る。その一つに、これまで概念的にも議論の十分でなかった衛星からの反射波と、その検知時刻及び衛星の測距基点に対する遅延、及びそれらの誤差の問題がある。パルスレーザ光によって照射された人工衛星からの反射波は、衛星の形状、搭載する反射器の反射特性、レーザパルスの幅などによって決まる波形ひずみとか遅延をもっている。ところで現在、アメリカとフランスによって打ち上げられたレーザ測距専用の人工衛星が約10個軌道にあるが、特に高精度な標的衛星としてLAGEOS(アメリカ)、STARLET(フランス)と称する衛星がある。この二つの衛星は、球形でその表面には一様な分布で多数の逆反射器が搭載されている。これらの衛星は、その形状からどの方向から見ても同じ反射特性をもっているということに特徴がある。我が国でも気球形測地衛星の打ち上げが検討されており、直径約10mの球衛星の表面に数千個の反射器チップを搭載することが検討されている。これらの衛星のように、反射特性が一様で重

心が球の中心に容易に設定できる球形衛星は、レーザ測距用の標的衛星として標準的なものとなりつつある。一方、人工衛星からの反射光は一般に微弱であり、検知器からの出力信号には光電子揺らぎが伴う。以上のような観点から、表面に一様に多数の逆反射器を搭載する球形衛星に対して、パルスレーザを照射したときの反射波形を検討し、スレシホールド検知を前提として、反射波の検知時刻と衛星の基点に対する遅延、及び検知誤差について論じた。具体的な例として、半径5mの球形衛星(我が国で打ち上げが検討されている測地衛星GS-1相当)の場合を検討し、パルス幅200psのレーザを使ったシステムで、受信光の強さとして15個以上の光電子を得るシステム構成を行なうならば、現在人工衛星測距システムに期待できる最小分解能である0.4ns(6cm相当)以下にその誤差を抑え得ることを示した。