



新しい光通信方式

村田 正*

1. まえがき

常温発光・半導体レーザー (LD) の長寿命化が進み、従来、困難であろうと考えられていた光通信に明るいきざしが見えてきた。また、光伝送媒体のひとつである光ファイバも、その特性改善の努力により、数km～数10kmを無中継で伝達できるものまで出現している。われわれの研究室では、以前より光通信方式と装置に関する研究を続けているが、ここに紹介するパルス間隔・幅変調方式もその一環で新しく考案されたものである。

2. パルス間隔・幅変調方式

一般に、テレビ画像等の広帯域アナログ信号を光信号で伝送する場合、電気・光変換素子 (LD等) の非線形性を避けるためあらかじめ原信号を適当に変換 (予変調と呼ぶ) し、光信号出力を得ている。この予変調手段としては、パルスアナログ方式がほとんどであるが、他にデジタル方式も研究されている。パルスアナログ方式では、パルスくり返し周波数、パルス間隔、パルス幅、パルス位置をそれぞれ個々に変調する PFM, PIM, PWM, PPMといった変調方式が実用化されている。デジタル方式では、パルス符号変調 (PCM) 方式が多い。

パルス間隔・幅変調 (PIWM) 方式は、前記 PIM, PWM 両方式の混合と考えられるが、必要とする伝送のための周波数帯域幅が少なく、装置も簡単となる新しい光通信方式である。PIWM 方式は、図1に示した信号波形でもわかるように PIM 方式の改良として理解できる。図中、PIWM 波と示したものが光信号として、大気、光ファイバケーブル、等の光伝

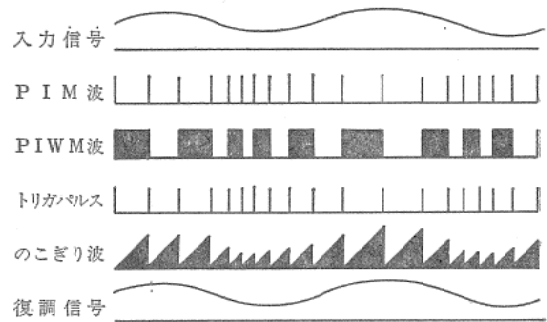


図1 信号波形

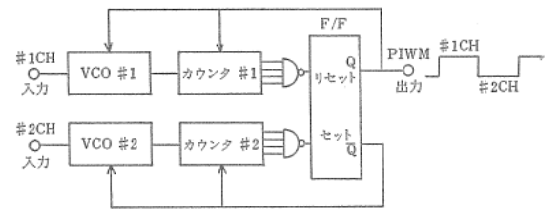


図2 2チャンネル変調器

搬路を伝送される。すなわち、入力信号に応じて、伝送される光パルスの間隔と幅が同時に変調されている。この伝送パルスのデューティ比は統計的に50%となり、狭帯域伝送の可能性を示している。実験では、複合カラーTV信号入力を、搬送周波数12.5 MHz、帯域幅 ± 2.5 MHzのPIWM方式光パルスとして伝送、受信した。これに対し、PIM方式では、 ± 5 MHzの帯域幅を必要とした。

2チャンネルのアナログ入力信号をこのPIWM方式により多重化して伝送することも可能である。図2は、2チャンネル音声信号のための変調器の構成を示す。この出力は、パルス間隔に1チャンネル、パルス幅に他の1チャンネルが多重化されたPIWM波となっている。

3. パルス間隔・幅変調符号方式

PIWM方式では、パルスの間隔と幅が直接アナログ信号に対応したアナログ時間量であ

*村田 正 (Masashi MURATA), 大阪大学, 工学部通信工学科, 助手, 工学博士, 通信工学

り、信号の復調に於ても、このアナログ時間量を忠実に再生することにより、所要の信号対雑音比 (S/N) を得ている。これに対し、変調時に時間軸をデジタル的に分割し、この分割された時間間隔でパルスの間隔と幅を表わすと図3のような PIWM 符号を構成することができる。すなわち、図3の第1番目符号は間隔1で幅が1であるから (1, 1) 符号となり、以下、(1, 2), (2, 1), (3, 1) と続いている。基準となる時間間隔を細かくするか、あるいは多くすることにより、より多くの符号を構成できる。図4は、パルス幅と符号長(間隔と幅の和)を表わしたものであり、この PIWM 符号の取り得る範囲を示すととも他方式 (PWM, DPPM) との比較をも示している。横軸に垂直な符号は、符号長が一定という定周期符号であり、これはパルス幅変調 (PWM) 方式となる。また、パルス幅が1で、符号長が変化するものは、パルス位置変調 (PPM) の一種であり、この場合、差動 PPM (DPPM) 方式となる。

PIWM 符号方式は、図4の比較でもわかるように、より多くの組合せを持つ符号であり、当然、その情報伝送能力は大きい。デジタル方式では PCM 方式が最良とされているが、この PIWM 符号方式では、使用符号に応じてその符号長が異なる (不等間隔標本化) ため、

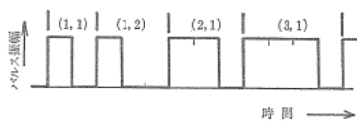


図3 PIWM 符号の構成

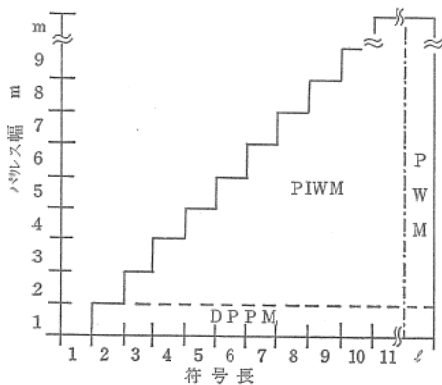


図4 他方式との比較

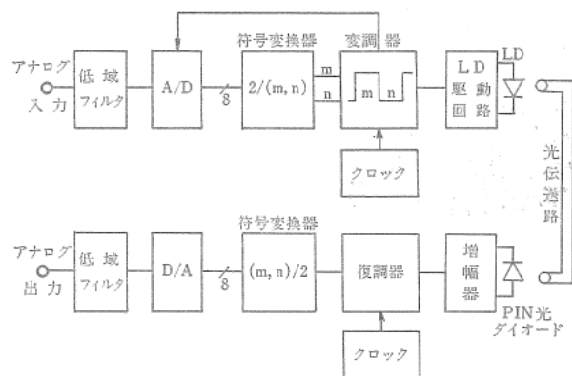


図5 PIWM 符号方式の構成図

短符号を適宜に用いることにより、場合によっては、PCM 方式を上廻る良好な通信路を構成することができる。たとえば、音声信号の符号化伝送に於ては、発生頻度の大きい小振幅信号には短符号を割り当て、発生頻度の小さい大振幅信号には長符号を割り当てることにより平均の標本化間隔を下げ、必要とする伝送周波数帯域幅を下げるか、あるいは、余分となる情報伝送能力を他の通信にふり分ける様な工夫ができる。これは、音声等の発生頻度差の大きいもの程顕著であるが、画像信号には使えない。

PIWM 符号方式による音声伝送装置の構成図を図5に示す。実験では、A/D 変換された音声信号を ROM (読出し専用メモリ) を使った変調器により PIWM 波を作り、LD により光パルスを形成した。復調は、受信光入力を増幅、パルス判定し、メモリ内容を逆構成した ROM により復号し、D/A 変換して音声出力を得た。符号復号過程に於て、音声の特徴を取り入れた圧縮伸長 (圧伸: コンパンダ) 操作を試みた。これには、ROM が非常に有効に作用し、異なる符号化方式に対しては、ROM を差替えるといった操作のみで良く、目的に応じた方式に適宜、切り変えて使用することができる。また、観点を変えると、異なった方式の ROM を使用すると原信号を復号出来ない、すなわち、通信内容を防護することが出来るということである。数種の ROM を順次切替えて使用すれば、他では全く復調出来なく、完全なる秘密通信システムを構成することが可能となる利点も有している。

4. 応用例

パルスアナログ方式である PIWM と、デジタル方式である PIWM 符号は、前節までのべたように多くの特徴を持つ。すなわち、アナログ方式では、狭帯域伝送と装置の簡易化であり、デジタル方式では、ROM 等による符号変更の容易性と、通信内容の防護性である。加えて、デジタル方式である PIWM 符号は、パルスの立上りと立下りの検出のみで符号の同期を取ることが可能であり、PCM 等に見られるような複雑な同期装置を必要としない。これらの特徴を利用した応用例は種々考えられるが、アナログ方式では、2でのべた2チャンネル伝送であり、デジタル方式では、同様に、3でのべた圧伸特性である。これらに加えて、それぞれの方式で多チャンネル化することも検討し、試作実験を行っている。さらに、デジタル方式については、2標本値間の差信号のみを符号化し伝送する、差動 PIWM 符号方式も検討中である。

5. むすび

パルス間隔・幅変調方式は、パルスアナログ方式の一変形として提案、検討された結果、その種々の特徴が認められ、新しいパルスアナログ方式のひとつとして注目されている。またパルス間隔・幅変調符号方式は、新しい符号化方式によるデジタル光通信方式であり、特定の応用に対しては、PCM 方式を上廻る可能性をも有するものであり、非常に興味深いものである。

以上の如く、詳述したパルス間隔・幅変調及び同符号方式は、いずれも光通信を目的として開発されたものであるが、前述したように、光信号を構成する前の予変調に対する方式であり、当然、電気信号のみの伝送受に対しても有効である。すなわち、このパルス間隔・幅変調及び同符号方式は、光信号や伝搬、等についてを考慮したものではなく、振幅情報の利用できないパルス通信を考慮した通信方式であるといえる。



限りある資源を大切に……
の姿勢を守るDNT

現在は、“鉄の文明”と評され、今日の世界から鉄を無くしたら、恐らく一切の文化は終息するだろうといわれています。
DNTは、創立の礎となった重防食塗料「ズポイド」を通じて既に半世紀近く私たちの大切な鉄を守りつづけてきました。
そして、これからもDNTはズポイドを生みだした重防食技術をベースに、独自の技術開発を進め、さらに、海外の優れた技術と協力しあって、より優秀な重防食システムとして結合させ、限りある資源を守りつづけていきます。

●創造と調和をめざす●



DNT
大日本塗料

●大阪市此花区西九条6-1-124
〒554 ☎(06) 461-5371(大代)
●東京都千代田区丸の内3-3-1
〒100 ☎(03) 216-1861(大代)