

最近の技術から

時分割光スイッチ

太田 義徳

日本電気(株)光エレクトロニクス研究所 〒213 川崎市宮前区宮崎 4-1-1

1. はじめに

情報化社会への動きにともなう、これまでの電話やデータのサービスにとどまらず、動画や高精細テレビ信号などの高速・広帯域の信号の伝達を可能にする広帯域通信網への期待が高まっている。この広帯域通信網を構築するうえで、高速・広帯域の信号を伝送する技術に加えて、この信号を交換する技術の開発も必要となる。光交換は、光の無誘導性、広帯域性などの特質を生かした、優れた高速・広帯域交換方式としての期待がもたれ、研究がすすめられている¹⁾。

光交換方式としては、従来の電子回路技術に基づく交換技術と同様に、空間分割型と時分割型とが考えられ、さらに波長の交換を考慮した波長分割型が考えられている。波長分割型は、他の2方式に比べ多くの可能性や特長を有しているが、システム的実験検討に供しうような有効なデバイスの実現を見ていないため、具体的な検討は行なわれていない。現在、空間分割型と時分割型を中心にして、デバイスの開発、システム検討がすすめられている。ここでは、時分割型光スイッチ技術の最近の研究を概観する。

2. 時分割光スイッチの構成

交換機は機能上、通話スイッチ回路とこれを制御する制御回路とに分けられる。交換機の光化は、実現の早い通話スイッチ回路の検討を中心にする。時分割通話スイッチ回路の基本的な構成は、図1に示すように、通話信号を時分割多重・分離する多重化スイッチと多重化された信号の任意のタイムスロットの信号を、

他のタイムスロットに変換する位相変換スイッチとで構成される。多重化は電子回路技術を利用して行ない、位相変換スイッチを光スイッチと光メモリ等の光デバイスで構成した系を時分割光スイッチまたは時分割光通路と呼んでいる。

時分割光スイッチの構成方法としては、並列型と直列型とが提案されている。並列型は、並列に配置した複数の光メモリと、この光メモリに、入力ハイウェイからの信号を、タイムスロットごとに順次書き込む光スイッチと、光メモリの出力を入力時とは異なる時間順序で光出力ハイウェイに出力する読出し光スイッチとで構成されている。直列型は、光メモリと光スイッチとを交互に連続に配置して、シフトレジスタに類似した動作を行なわせる方式である。

時分割光スイッチの最初の実験報告例は、光ファイバ遅延線を光メモリとし、これと光スイッチとで構成した、32 Mb/s 時分割光交換の基礎実験である²⁾。1T, 2T, 3T (T \approx 31 ns, 1タイムスロットの遅延時間)の異なる遅延時間長をもつ光ファイバを光メモリとし、いずれか一つの光ファイバ遅延線に光信号を入力し、また出力を出力光ハイウェイに導く光スイッチにそれぞれ1 \times 4, 4 \times 1 LiNbO₃ 導波路型方向性結合光スイッチを利用している³⁾。8 Mb/s デジタル符号化動画信号4チャンネルの時分割スイッチング動作を確認している。

ランダムアクセスができ、光回路集積化の可能性が期待できる光メモリとして、双安定LDを使った時分割光スイッチングが報告された⁴⁾(図2)。光回路構成は、前述の光ファイバ遅延線メモリを用いた構成とほぼ同一で、光スイッチにはLiNbO₃ 導波路型方向性結合スイッチが使用されている。DC-PBH LD をデバイス基本構造とし、タンデム電極構成によって双安定動作を実現したこの素子は、注入電流、光入力、光出力の間でヒステリシス特性を有し、光メモリの動作としては、メモリ状態のリセットを光または電流で行なう二つの動作が可能である。この時分割光スイッチング実験では、電流リセットの方式をとっている。はじめに電流パルスによ

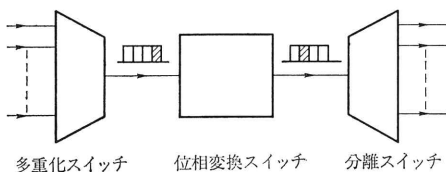


図1 時分割交換機の基本構成

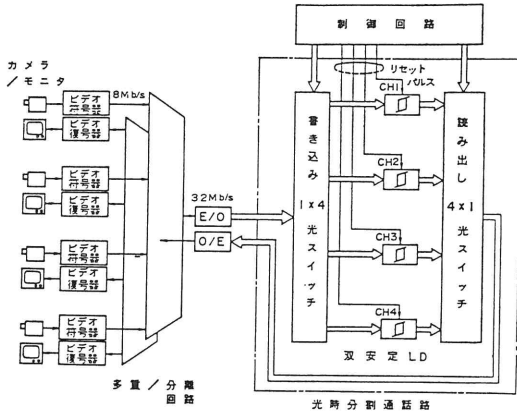


図2 双安定LDを使った時分割光スイッチ実験システム

て全メモリをリセットした後、時分割多重信号を1ビットごとに、書き込み1×4光スイッチによって書き込まれる。読み出し4×1光スイッチの光経路の切換えと時間ゲートの機能とによって、制御回路の制御に基づいた順序に従って、双安定LDの出力は、出力ハイウェイに入力ハイウェイの信号時間順序と異なった順序で送り出される。この構成で32 Mb/sの時分割スイッチングの実験が報告された後、さらに双安定LDの動作速度を向上させ、64 Mb/s カラー動画像信号4チャンネルの交換容量をもつ、ハイウェイ速度256 Mb/sの時分割光スイッチングを実現している⁵⁾。

並列に光ファイバ遅延線メモリを配置する構成で、長さの異なる光ファイバの代りに、1タイムスロット分の遅延量をもつ光ファイバループと2×2光スイッチとの組合せを光メモリとし、2×2光スイッチのスイッチ状態によって光ファイバループを周回する回数を指示してメモリ時間を定める方式の提案もある⁶⁾(図3)。光ファイバループの基本遅延時間量を88 nsとし、1ビットごとの位相変換ではなく、8ビットを1ワードとするワードごとのスイッチングの動作による3回線の交換を実現している。

光スイッチと光ファイバ遅延線メモリとを直列に配置する方式では、3×3LiNbO₃導波路型方向性結合スイッチ3個と、これらの間に挿入する同一遅延量の光ファイバ遅延線とによって、36 Mb/sの画像信号2チャンネルの時分割光スイッチングの報告がある⁷⁾。

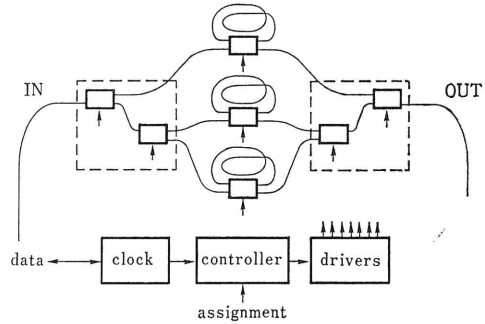


図3 光ファイバループと光スイッチとを組み合わせた光ファイバ遅延線メモリを用いた時分割光スイッチング

3. おわりに

時分割光スイッチの研究は始まったばかりであり、今後スイッチング多重数の向上などの検討が進むものと考えられる。このためには、光メモリの数と動作速度の向上が必要となる。したがって、時分割光スイッチの発展には、光メモリ技術の向上が必須と考えられる。

文 献

- 1) 後藤裕一, 阪口光人, 長島邦雄: “光交換技術の動向”, 信学誌, 68 (1985) 1333-1341.
- 2) 鈴木修司, 長島邦雄, 後藤裕一, 近藤充和, 太田義徳: “時分割光交換の基礎実験”, 信学全大 (1983) p. 1789.
- 3) K. Kondo, K. Komatsu, Y. Ohta, S. Suzuki, K. Nagashima and H. Goto: “High-speed optical time switch with integrated optical 1×4 switches and single-polarization fiber delay lines,” IOOC '83, 29 D3-7 (1983).
- 4) H. Goto, K. Nagashima, S. Suzuki, K. Kobayashi, Y. Odagiri, Y. Ohta, M. Kondo and K. Komatsu: “An experiment on optical time-division digital switching using bistable laser diodes and optical switches,” IEEE Global Telecommunications Conference (1984) pp. 880-884.
- 5) 鈴木修司, 寺門知二, 小松啓郎, 長島邦雄, 鈴木明, 近藤充和: “256 Mb/s 時分割光交換機の実験”, 信学資, SE 85-19 (1985).
- 6) R. A. Thompson and P. P. Giordano: “Experimental photonic time-slot interchange using optical fibers as reentrant delay-line memories,” OFC '86, TUB 4 (1986).
- 7) 相原正紀, 行松健一, 渡部直也: “導波路形光スイッチを用いたビデオ交換実験システム”, 信学部門大会 (1984) p. 278.

(1986年6月10日受理)