

第12回光学シンポジウム

光多値論理素子

間多均

東京農工大学工学部

〒166 小金井市中町 2-24-16

1. はじめに

光を利用して論理演算を実行する場合の最も大きな利点は、その空間的な並列性にある。さらに高速演算性や電磁雑音に強いことも従来の電子素子と比べて優れている点である。電子素子ではほとんど不可能である柔軟な interconnection も光のもつ大きな特徴となろう。このような理由で、光コンピュータに対する大きな期待がよせられている。

情報処理を行なう論理演算は、通常2値論理が使用されているが、情報密度を高くしてさらに素子を小型化するために、電子素子の分野でも最近では多値論理演算素子の開発が盛んになってきている。

そこで、われわれは光の有する利点を生かした多値論理素子の開発を行なってきた<sup>1)</sup>。

任意の2入力多値演算は次の5種類の基本演算で実行可能である。1入力2値論理の否定(NOT)にあたる補( $\bar{x}$ )、2入力の論理積(MIN)と論理和(MAX)、さらに多値論理特有の演算である1入力のサイクリング( $x^k$ )とリテラル( $x^k$ )である。

本報告では多値論理演算の一つである補演算を実現したのでその結果について報告する。

2. 光学系と実験結果

多値論理を光学的に実現するためには、多値の光メモリと閾値素子が基本素子として必要である。低い電圧で動作し、2次元化が容易であることから、液晶による空間変調器を使用した。図1(a)の下半分に示したように、液晶はネマティックを使用してホモジニアス配向とし、2枚の直線偏光板により複屈折を利用した。空間変調器を透過したバイアス光を光導伝素子により検出し、電気的に液晶へ帰還することにより、光強度の多安定性が得られる。この光学系は、バイアス光を入力光で制御する3端子素子構造となっている。安定状態が8個の光多値メモリ、それに対応する閾値特性が得られた<sup>1)</sup>。

次に、この3端子閾値素子の入力としてリニアインバータの出力を図1(a)のように接続することにより、補

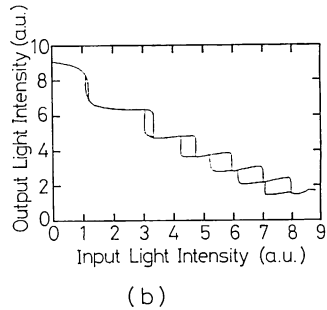
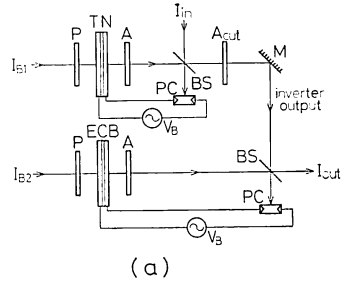


Fig. 1 Optical complement. (a) Optical system used in the experiments. (b) Experimental result.

演算が実現できる。リニアインバータは図1(a)の上半分では実現されている。偏光面の旋光を利用したTNモードの液晶を使用し、2枚の偏光板PとAは直交させてある。そのため入力光が0のとき出力光が  $p-1$  となり、 $p-1$  のときは0となる。偏光板  $A_{out}$  は入力光が直接出力されないように挿入してある。したがって入力光は直線偏光波の必要がある。図1(b)は実験で得られた結果である。液晶が非線形性をもつことから直線性が良くない。より大きな複屈折をもつ液晶を使用し、液晶セルを十分厚くすることにより直線性の改良が可能である。

3. まとめ

液晶を使用した空間変調器により、低電圧で動作する光多値論理素子を実現する可能性を示した。とくに3端子素子を導入することで、光では苦手と言われてきたメモリと補演算が実行できた。

今後は、直線性を改良することと、残りの4種類の多値論理演算素子を開発する必要がある。

文 献

1) H. Mada, Y. Nakajima and T. Ozawa: Jpn. J. Appl. Phys., 26 (1987) L139.