

PA 9 自己励起型位相共役光を用いる画像変化の検出

阿部 貴志* 佐々木 修己** 王 向朝** 鈴木 孝昌**

*新潟大学大学院自然科学研究科

**新潟大学工学部電気電子工学科

1. はじめに

近年、光情報処理や光計測の分野において注目されている光学素子として、フォトフラクティブ (PR) 結晶がある。本報告では、自己励起型位相共役光 (SPPCW) の発生特性¹⁾を利用した画像変化の検出方法について述べる。本方法では、入力画像の変化部分を SPPCW の暗い部分として検出できる。この光学処理による画像変化の検出は、電子回路処理と比べて高速処理で行えるという利点がある。

2. 原理

位相分布 α_0 をもった光が PR 結晶に入射すると、位相分布 α_0 に対応した回折格子が結晶内に形成され、SPPCW が発生する。入射光が空間的に均一な位相変化をした場合、結晶内の回折格子は壊されず、SPPCW の強度は変わらない。しかし、空間的に不均一な位相変化をした場合、不均一な変化をした部分に対応した結晶内の回折格子が壊され、変化部分に対応した SPPCW の強度は減少する。図1に SPPCW の時間的強度変化の一例を示す。

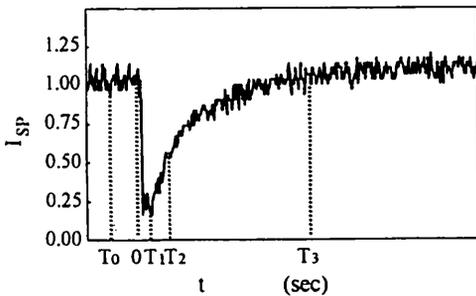


図1 SPPCW の時間的強度変化

ここで、不均一な位相変化 $\Delta\alpha$ を与える前の定常状態である SPPCW の強度 I_{sp} を $I_{sp} = 1.0$ とする。 $t = 0$ で入射光に不均一な位相変化 $\Delta\alpha$ を与えると I_{sp} は瞬時に減少する。そして、新しい位相分布に対応した回折格子が徐々に形成され、 $t = T_3$ で再び定常状態となる。本報告では、入射光の位相変調を液晶ディスプレイ (LCD) を用いて行った。LCD に画像を入力すると、入射光は LCD の入

力画像に対応した位相分布をもつ。その後、LCD の入力画像を変化させると、入射光の位相分布が変化する。その結果、入力画像の変化部分に対応する I_{sp} が減少する。以上のように、画像変化を SPPCW の暗い部分として検出できる。

3. 実験

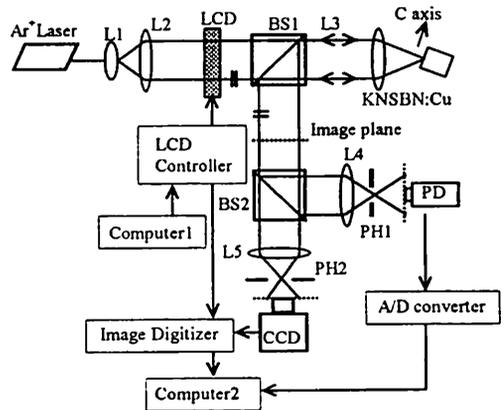


図2 実験装置

図2に実験装置を示す。波長 514.5nm の Ar⁺レーザを用い、PR 結晶は、6×6×6mm の KNSBN:Cu 結晶である。LCD の画素数は 264×320 画素で、一画素の大きさは 90×80μm である。レーザ光はレンズ L1 と L2 によって拡大し、直径 12mm の平行光として、LCD に照射した。ここで、LCD に 1 と -1 という2値画像を与えることにより、結晶への入射光は 1 と -1 の値に対応して、それぞれ 0 と π に位相変調される。そして、LCD を透過した平行光をレンズ L3 で集光し、結晶へ入射する。このとき、結晶は入射光の光軸方向に対して結晶の C 軸を約 20° 傾けた。発生した SPPCW はビームスプリッタ BS1 で反射され、LCD までの距離と等しい距離だけ伝播すると、入力画像に対応した強度分布となる。この位置を Image Plane と呼び、この面上の SPPCW の強度分布を出力画像と呼ぶ。ビームスプリッタ BS2 で光を二分し、反射光によって出力画像を光検出器 (PD) 上に結像する。そして、入力画像の変化部分の

I_{SP} を検出する。 I_{SP} は A/D Converter を用いて、Computer2 に入力される。また、透過光によって、出力画像を光電素子 (CCD) 上に結像する。出力画像は Image Digitizer を用いて Computer1 に入力される。

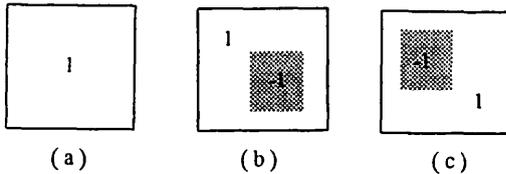


図3 LCD への入力画像

まず、入力画像を図 3(a) に示すように一様に 1 である画像とする。次に図 3(b) に示すように、 30×30 画素の長方形部分を -1 に変化させた。検出された I_{SP} を図 1 に示す。図 1 において、入力画像を変化させる前の $I_{SP} = 1$ である時刻を $t = T_0$ とし、変化後に $I_{SP} = 0.25, 0.5, 1$ となる時刻を、それぞれ $t = T_1, T_2, T_3$ とする。 $t = T_0, T_1 = 0.8 \text{ sec}, T_2 = 1.8 \text{ sec}, T_3 = 7.1 \text{ sec}$ で出力画像を検出した。その結果を図 4 に示す。

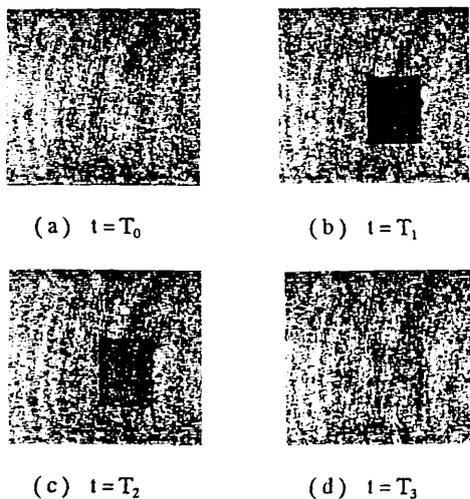
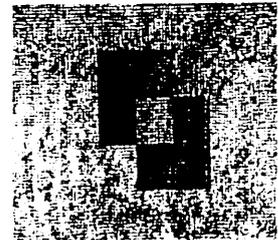


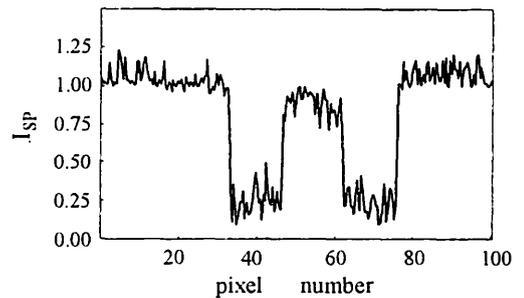
図4 出力画像の強度変化

入力画像を変化させた直後に、入力画像の変化部分が暗い部分として出力画像に現れる。その後暗い部分は入力画像の変化していない部分の強度に徐々に近づき、入力画像が変化する出力に完全に戻っている。したがって、 I_{SP} が最小になる $t = T_1$ で出力画像を検出することにより、入力画像の変化部分を正確に検出できる。次に図 3(b) に示した -1 の長方形部分を縦、横方向とも 15 画素分だけ移動させた画像 (c) を入力画像とした。このとき $t = T_1$ で取り込んだ出力画像を図 5(a) に示す。入力画像の変化部分

が出力画像に暗い部分として検出できていることが分かる。また、出力画像の中央部における横方向に沿っての強度分布 I_{SP} を図 5(b) に示す。入力画像が変化していない部分の I_{SP} を 1.0 とすると、出力画像の暗い部分は $I_{SP} = 0.25$ となっており、図 1 の $t = T_1$ での I_{SP} とほぼ等しい値である。このように、出力画像の明暗の境界は明確であり、入力画像の変化部分と正確に対応していることが分かる。



(a) 出力画像



(b) 強度分布

図5 出力画像と強度分布

4.まとめ

SPPCW を用いることにより、入力画像の変化部分の検出が正確に行えることが以上の実験より分かった。今後は、SPPCW の強度の回復時間が比較的遅いことを用い、入力画像を CCD カメラからの動画像とし、動いている部分の軌跡を検出する予定である。

参考文献

1. 王 向朝 佐々木修己 : “入射光の位相変化に対する位相共役鏡の反射率特性とその応用”, 光学連合シンポジウム東京 '95 講演予稿集 pp313~314