



## 非線形検出器を用いたジョイント変換型 スペックル光相関計

荻原 昭文\*・大坪 順次\*\*

\* 静岡大学大学院電子科学研究科, \*\* 同工学部光電機械工学科 〒432 浜松市城北 3-5-1

### 1. ま え が き

ランダムな表面形状をもつ物体などによってレーザー光が散乱されるとスペックルと呼ばれる明暗のパターンが生じる。このスペックルパターンは散乱物体のさまざまな情報を含んでいるため、統計的処理を行うことによって速度、変位などの測定に利用できる。最近このスペックル強度に対し、あるしきい値を設けて二値化信号とすることにより、高速で信号処理を行おうとする試みが提案されている<sup>1-3)</sup>。とくに、スペックル強度パターンは高コントラストであるため、このクリッピングによる処理が有効であり、実際に、一次元のイメージセンサーと電子回路による専用のハードウェアを組み合わせたデジタル相関器などが試作されている。しかしながら、これらの電気的手法を用いても、大容量の二次元データ等を扱う場合には十分な処理速度が得られない。ここでは、信号の二値化処理を素子配列内で行うことができる光 RAM を検出器として使い、液晶 TV を位相変調器として用いることにより、二次元のスペックル強度の相関処理を光学的に高速で行う方法について述べる。

### 2. 光 RAM 検出器

実験で使用した光 RAM 検出器 (Micron Technology 社製) は、256×256 の素子配列をもっており、各素子サイズは 6.4×6.4 μm である。この検出器は名前のとおり 64 K の dynamic random access memory (DRAM) と基本的構造はほとんど同じである。このためメモリ内のデータの保持のためには、リフレッシュサイクルと呼ばれる一定時間間隔での電荷の充電が必要となる。このリフレッシュサイクルが停止している間、この素子に光を照射すると、各素子の内部では光量に比例して電荷の放電が起こる。これは、光によるソフトエラーと呼ばれ、通常のメモリでは有害となる。しかし、逆に考えればメモリ内の各素子が光強度を検出したことになるため、検出器として利用できることになる。光 RAM 検出器の制御、光の検出は、この実験のために作成したインターフ

ェイボードを通してマイクロコンピュータによって行われる。

### 3. 液晶 TV の位相変調特性

ここで、使用した液晶 TV は 90 度ツイストネマティックタイプのシチズン製 UB 250 である。これを位相変調器として用いるため、前後のプラスチックの偏向板を取り外し、マッハツェンダー型の光学系で位相変調率を測定した。この結果、位相変調範囲は 0~0.8π 程度であった。この位相変調度の範囲では、通常の位相変調器として用いることはむずかしい。しかし、前節で述べたように、ここで取り扱う信号はすべて二値としているため、理想的には 0 と π の位相のみが得られるだけでよい。したがって、上記のような特性をもつ市販の液晶 TV は、このような目的に対し近似的な位相変調器として利用することができる。また、振幅変調ではなく位相変調器として用いることにより、光効率を大きくでき、同時に鋭い相関ピークが得られるなどの利点がある。

### 4. ジョイント変換型スペックル光相関計

ジョイント変換型相関系は、マッチトフィルタ相関系に比べ振動に強く、光学系の調整も容易なため、パターン認識<sup>4)</sup>や計測<sup>5)</sup>などに広く応用されている。図 1 に、ここで構成した動的スペックルパターンの検出、およびこの光学的処理のための実験装置を示す。回転すりガラスによって散乱されたスペックルパターンは、光 RAM によってある時間間隔をおいて二値パターンとして二度検出され、マイクロコンピュータに取り込まれる。この二つのスペックルパターンは、フレームメモリを通して液晶 TV (LCTV 1) に同時に表示される。LCTV 1 において、0, 1 パターンは二つの値をもつ位相に変換され、レンズ L<sub>3</sub> によってフーリエ変換されてスクリーン S<sub>1</sub> 上に投影される。スクリーン S<sub>1</sub> 上のパワースペクトルは、CCD カメラ CCD 1 によって検出され、もう一つの液晶 TV (LCTV 2) に表示される。ここで、最初のフーリエ変換と同様の過程が繰り返され、最終的な相関信号が

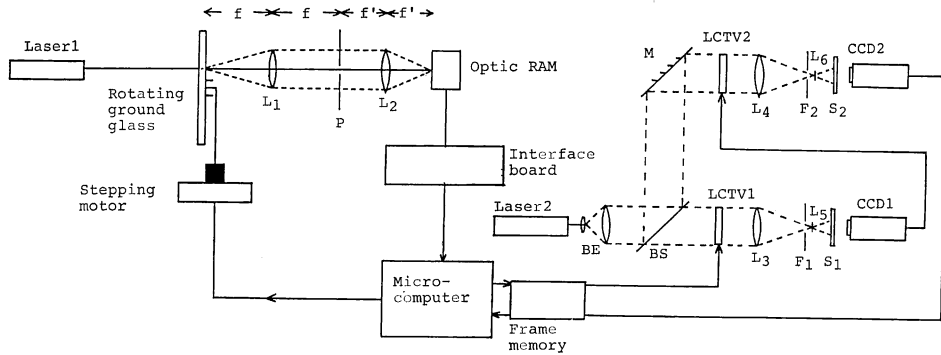
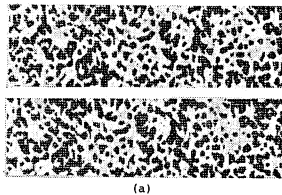
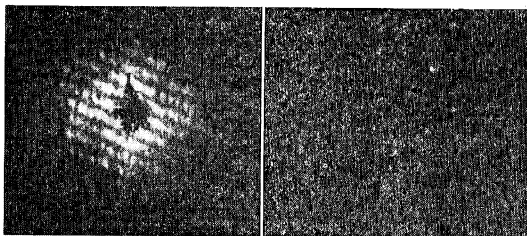


図1 スペックルパターンの検出およびこの光学的相関処理のための実験構成<sup>6)</sup>  
 BE: ビームエキスパンダ, BS: ビームスプリッタ, M: ミラー, L<sub>1</sub>~L<sub>4</sub>: レンズ,  
 L<sub>5</sub>, L<sub>6</sub>: 対物レンズ, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>: フィルタ, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>: スクリーン, P: ピンホール



(a)



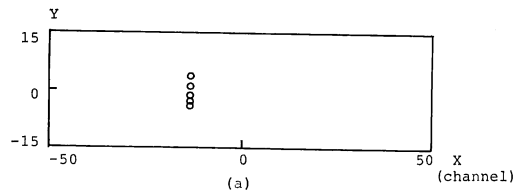
(b)

(c)

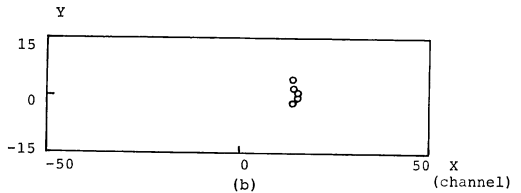
図2 スペックルパターンの光学的相関処理例<sup>7)</sup>

CCD カメラ CCD 2 によって検出される。

図2に実験結果を示す。ジョイント変換相関においては、図(a)に示すように、時間的に異なった二つのスペックルパターンを、ある空間オフセット間隔をおいて上下に表示する。図(b)は、パターン(a)のパワースペクトルである。この方法では、すりガラスが静止していても、表示パターンの上下のオフセット間隔に対応した相関スポットが垂直方向に生じることになる。散乱物体が二度のパターン検出の間に移動すると、相関スポットはその移動量と方向に応じて静止時の相関スポット位置から変化し、(c)のような相関が得られる。この原理により、図1に示した光学系を用い、散乱物体の連続的な速度ベクトル変化を求めた結果を図3に示す。図中で、座標原点と測定点間の距離、方向が速度ベクトルに対応する。



(a)



(b)

図3 回転すりガラス上のいくつかの位置における速度ベクトル<sup>7)</sup>

### 5. む す び

光 RAM 検出器と液晶 TV とを用いて、光散乱物体の速度測定をベクトル的に行う方法について述べた。この方法の特徴は、二次元パターンの処理を安価なデバイスを使うことにより、簡単な光学系で構成できることである。

### 文 献

- 1) H. Pedersen: J. Opt. Soc. Am., **A1** (1984) 850-855.
- 2) J. Ohtsubo: Appl. Opt., **24** (1985) 746-748.
- 3) J. Marron and G. M. Morris: Appl. Opt., **25** (1986) 789-793.
- 4) F. T. S. Yu, S. Jutamulia, T. W. Lin and D. A. Gregory: Appl. Opt., **26** (1987) 1370-1372.
- 5) B. Bates, P. C. Miller and W. Luchuan: J. Mod. Opt., **36** (1989) 317-322.
- 6) A. Ogiwara, H. Sakai and J. Ohtsubo: Opt. Commun., **78** (1990) 213-216.
- 7) A. Ogiwara, H. Sakai and J. Ohtsubo: Opt. Commun., **78** (1990) 322-326.

(1990年12月21日受理)