

7C-2 耐振動型フィードバック位相シフト半導体レーザ干渉計

高橋 勉* 鈴木 孝昌** 佐々木 修己**
 *新潟大学大学院自然科学研究科 **新潟大学工学部

1. はじめに

干渉計測における位相シフト法はノイズ成分に強い
 ため、最もよく使用される解析法の1つである。

またフィードバック (FB) 制御を行うことで、外
 乱に強い半導体レーザ (LD) 干渉計を構成すること
 ができる。しかしFB制御した状態で注入電流に
 よる位相シフト法を行う場合、正帰還での動作が不
 安定になるため画像取得が難しい。

そこで本研究では干渉縞輝度に着目し、縞の明暗
 が $\pi/2$ ずつ変化する4枚の画像が取得できるよう
 に信号処理を行う。

加えて位相シフト法はデータ処理に手間がかかる
 ため、信号処理回路と計算機処理の同期をとるこ
 とでシステムの効率化を図った。

2. 原理

図1は干渉縞のある1点での輝度変化を示したも
 のである。

位相シフト法は位相が $\pi/2$ ずつ変化した4枚の
 干渉縞画像を用いて位相分布を計算する方法である。

FB制御を行わない場合、 S_1, S_2, S_3, S_4 での画像を
 用いて計算を行う。

FB制御を行う場合、 S_1, S_2 では負帰還となり安定
 であるが、 S_3, S_4 では傾きが逆転し正帰還となるため
 不安定である。そこで S_3 では S_1 と同レベルの注入
 電流を加えた後に極性を反転することで S_3' を得る。
 同様に S_4 では S_2 から S_4' を得る。 S_3', S_4' は S_1, S_2 と同
 じ傾きであり、安定にFB制御を行うことが可能で
 ある。 S_3', S_4' の時にCCDカメラへ取り込まれる干
 渉縞画像は S_3, S_4 と同じである。

FB制御を行う場合、 S_1, S_2, S_3', S_4' での画像を用い
 て計算を行う。

干渉縞全体の位相分布を ϕ とすると、

$$S_1 = B \cos(\phi) \quad \dots(1)$$

$$S_2 = B \cos(\phi + \frac{\pi}{2}) \quad \dots(2)$$

$$S_3 = B \cos(\phi + \pi) \quad \dots(3)$$

$$S_4 = B \cos(\phi + \frac{3\pi}{2}) \quad \dots(4)$$

となる。位相分布 ϕ は

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{S_4 - S_2}{S_1 - S_3} \right) \quad \dots(5)$$

で求めることができる。

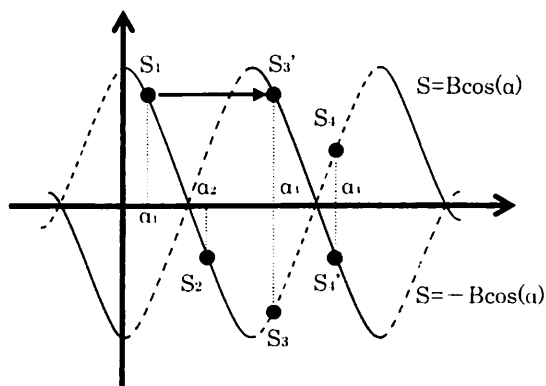


図1 位相シフト法におけるFB制御

3. 実験装置の構成

図2に実験装置の構成を示す。

最大出力50mW、発振波長685nmのLDを用い、
 トワイマン・グリーン型干渉計を構成した。

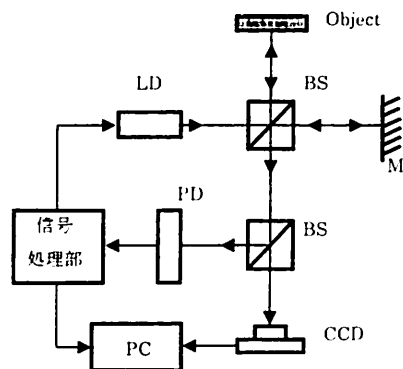


図2 実験装置の構成

図3に信号処理部の構成を示す。

干渉信号をPDとCCDカメラで受光する。CCDの映像信号から分離した同期信号より位相シフト電圧の出力タイミング信号を生成する。このタイミング信号に同期して画像取得と位相シフトを行う。位相シフトは位相シフト電圧とPDの出力とを比較し、FB制御をかけながら行った。

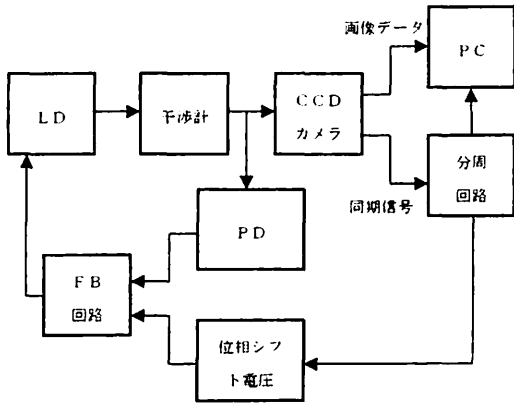


図3 信号処理部の構成

4. 実験結果

図4に位相シフト電圧 V_m とフィールド信号を示す。 V_m が I~IVのときに画像取得を行う。

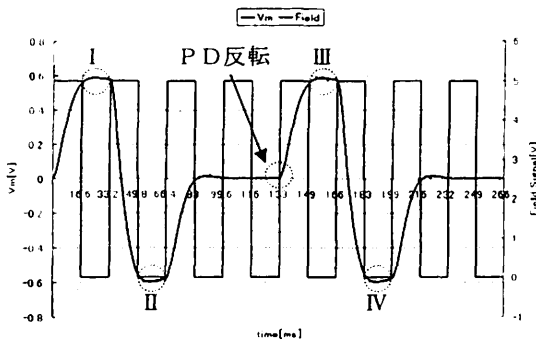


図4 位相シフト電圧

図5にI~IVでの画像を示す。FB制御した状態で位相シフトが正しく行われていることが確認できる。

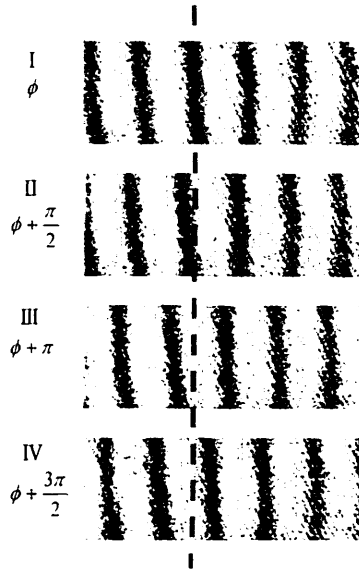


図5 干渉縞の変化

次に構成した干渉計を用いて、磁気ディスク用アルミニウム円板の表面形状を測定した。結果を図6に示す。表面の凹凸の周期は約 $40 \mu m$ 、高さは約 $35 nm$ であり、これは接触型の粗さ計で測定した値とほぼ一致した。

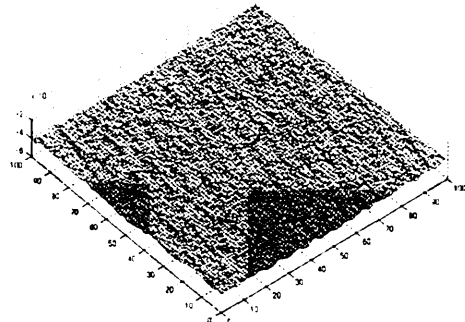


図6 アルミニウム円板の表面形状

5. まとめ

位相シフト法を用いた画像データ処理システムを構成した。次にFB制御を行い、外乱の影響を低減できることが確認できた。そして磁気ディスク用アルミニウム円盤の表面形状を測定した。

【参考文献】

- 1) D. Malacara, "Optical shop testing," (Wiley,1992),p.p.501-513.
- 2) O.Sasaki,et. al., Opt. Eng., Vol. 29, 1511, (1990).