

7C-1 偏光サニャック型半導体レーザ干渉計における直接変調特性

白井 雅人\* 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

干渉計を用いた表面形状計測には長い歴史がありさまざまな手法が行われてきた。しかしながら干渉計は精密な表面形状計測を行う際、さまざまな外乱を受けその測定精度は低下する。結果として大きな外乱のある場所では用いることはできない。そこで我々は外乱に強いサニャック型干渉計に着目し、半導体レーザを光源とする直接変調型サニャック半導体レーザ干渉計を提案している。今回、この直接変調が可能であることが確認できたので報告する。

2. 原理

干渉信号式は次の式のように表される。

$$S = A + B \cos \alpha$$

ここで注入電流を変化させることでレーザの波長が変化する。結果として、位相  $\alpha$  は

$$\begin{aligned} \alpha' &= \frac{2\pi L}{\lambda + \Delta\lambda} = \frac{2\pi L}{\lambda \left(1 + \frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right)} \\ &= \frac{2\pi L}{\lambda} - \frac{2\pi L}{\lambda^2} \Delta\lambda \\ &= \alpha - \Delta\alpha \end{aligned}$$

となり位相が変化する。ここでLは光路差を意味しており、位相変調には光路差を導入する必要があることがわかる。

3. 実験装置

図1に実験装置の構成を示す。レーザから出射された光は偏光ビームスプリッタ (PBS3) により水平偏光成分と鉛直偏光成分の光に分けられる。水平偏光成分は干渉計内を反時計方向に回り物体へと照射される。この際、この光は二つのレンズの作用により平行光として照射され測定物体上の凹凸情報を持った物体光として同一経路を通り CCD 上で結像する。一方鉛直偏光成分は干渉計内を時計回りに回り物体へと照射される。この時、レンズの合成焦点距離にある物体へ鋭いスポット光として照射される。このため表面の形状の影響は受けず、このスポット光が参照光となるためサニャック型干渉計は特別な参照面を必要としない。また共通光路型の干渉計でもあるため外乱に強い干渉計となる。上でも述べた通り直接変調を用いた位相をシフトさせるためには参照光と物体光の間に光路差を設ける必要がある。本研究では PBS1 と PBS2 の作用を利用することにより水平偏光成分と鉛直偏光成分の間に光路差を導入している。また光路差が与えられたそれぞれの光はサニャック型干渉計へ入射される。サニャック型干渉計で生じた干渉縞は CCD で受光される。(図1)

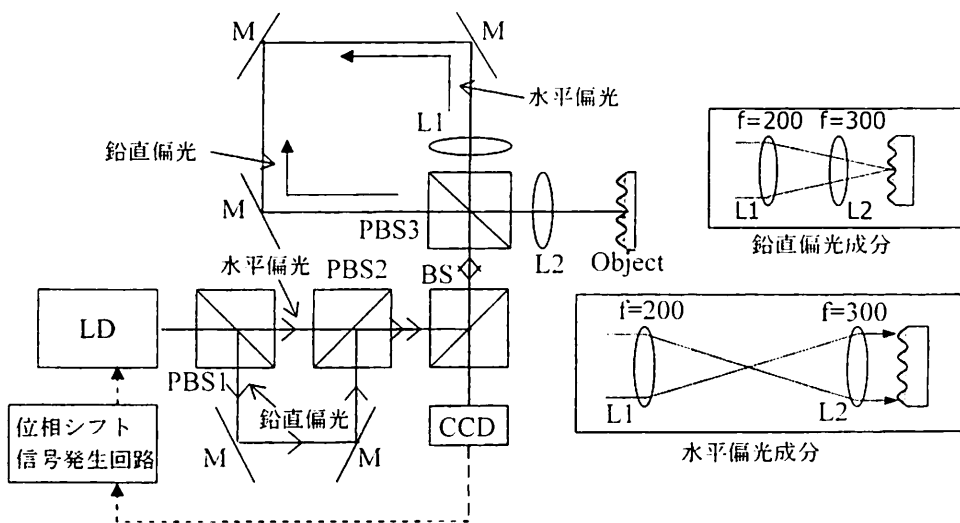


図1 実験装置の構成

### 3. 信号処理

信号処理回路のブロック図を図2に示す。CCD から得られた信号を同期分離回路に通すことでフィールド信号を取り出し、それを分周器にて1/2、1/4分周を行った。更にこの信号を元にマルチプレクサーにて4ステップの変調電圧(図3)を生成しLD変調器(LM)を通してLDを変調する。

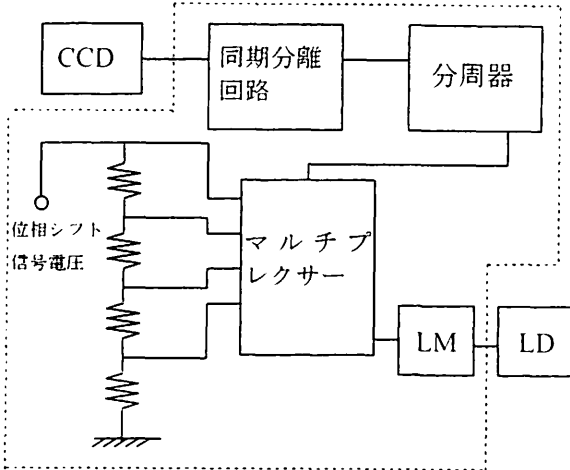


図2 位相シフト信号発生回路

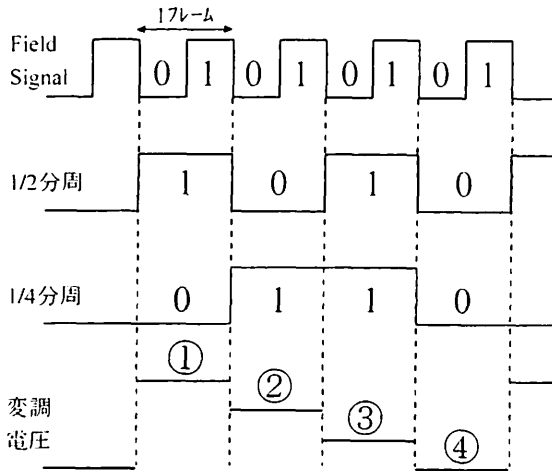


図3 位相シフト変調電圧

### 4. 実験結果

レーザの発振波長659nm、出力電流8.4mA、光路差は1.5cmとし画像を1フレームごとに取得した。結果を図4に示す。一枚目の画像からシフトが開始されたはずの位相がずれている様子を確認した。実験は木製の机の上に置かれた厚さ6mmの鉄板の上で行った。光学ベンチ上でないにもかかわらず良好な縞画像を得ることができた。

### 5. まとめ

外乱に強く直接変調が可能なサニャック型干渉計を構築し、その直接変調特性を確認した。また外乱の多い環境下においても良好な縞画像を取得することができた。

今後この4枚の画像を用い位相シフト法による位相解析を行うとともにその精度について検討する。

#### 【参考文献】

- 1) [全光学的フィードバック干渉計による表面形状の実時間可視化・計測]  
T.Shirai, T.H.Barnes and T.G.Haskel, "Surface profile measurement by means of a polarization Sagnac interferometer with parallel optical feedback," Opt. Lett. 24 (1999) 297.
- 2) P.Hariharan, Optical Interferometry (ELSEIER, 2003), Chapter2.28 The Sagnac Interferometer.



図4 位相シフト画像