

### 1. 緒言

円筒形状の部品は、光学レンズとしてのシリンジカルレンズや、工作機械等に使用される転がり軸受がある。いずれの部品でも高性能化の観点から、正確な表面形状の測定が求められる。円筒表面の代表的な計測器として、真円度測定器が挙げられる。しかし、1~10mmにわたる広範囲を測定するには測定点を増やす必要があり、測定時間の増加は免れない。そこで、本研究室で開発してきた広視野レーザ干渉計を円筒計測に利用する方法を研究している。一般的な干渉計測では、一枚の干渉縞画像からは縞同士の高差を判断することができず、位相シフト法という4枚の画像を使う手法が用いられる。広視野レーザ干渉計で得られる画像は1枚あたり300MBと非常に大きいため、この手法に位相シフト法を用いるのは計測時間と演算時間の点から現実的ではない。

そこで、先行研究ではガラス参照板に金属薄膜を成膜すると、通常とは異なるノコギリ波状の輝度分布となる現象を利用する手法が考案された。この輝度分布は試験片の傾斜方向に対応しているため、1枚の画像から形状が決定できる。そこで、本研究ではノコギリ波状の輝度分布を円筒表面形状の測定に利用する方法を検討した。

### 2. 計測手法の概要

#### ノコギリ波状輝度分布

金属薄膜 無 (ガラス) vs 有 (試験片)

傾斜の判別不可 vs 傾斜の向きに対応

#### 輝度分布をフーリエ解析

干渉縞画像 → 輝度分布をFFT

FFT結果 (Amplitude, Phase)

複数の正弦波状輝度分布が重なり、ノコギリ波状となる

#### 形状算出方法

$$h = \frac{\lambda}{4\pi} \theta$$

① 基準波形において、画像の輝度値 I と最も近い位置  
 ② (①の点での位相  $\theta$ ) = (求めたい画素の位相)  
 ③ 上式を用いて面間距離を算出

#### 基準波形の算出法

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \dots (1)$$

$$r = \frac{E}{E_0} = \left( \frac{r_{12} + r_{23}e^{i\Delta}}{1 + r_{23}r_{12}e^{i\Delta}} \right) \dots (2)$$

$$\Delta = \frac{4\pi n_2 d}{\lambda} \quad r_{12} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$$

### 3. 実験結果(1枚の干渉画像から円筒形状をnmレベルで計測可能であることを示した。解析ソフトは要改善)

#### 広視野レーザ顕微鏡による円筒面観察

装置外観

円筒試験片

空気静圧軸受

広視野レーザ顕微鏡

金属薄膜参照板概要

	Cr薄膜	Cu薄膜	Fe薄膜
外観			
成膜時間	8分	10分	10分
膜厚	12.3 nm	16.9 nm	11.5 nm
屈折率	2.75	1.14	2.54
消衰係数	3.30	2.54	1.72
表面状態			
全面PV	573 nm	421 nm	438 nm
全面Ra	119 nm	82 nm	75 nm

#### 観察結果

Cr薄膜, Cu薄膜, Fe薄膜

形状算出が困難な部分 (関数近似)

全面での形状算出に成功

Cr薄膜(n=6), Cu薄膜(n=7), Fe薄膜(n=6)

9.03 μm, 6.10 μm, 9.91 μm, 8.12 μm, 4.48 μm, 8.66 μm