位相変調信号による変調光を用いた段差測定

Level difference measurement using light modulated with phase-modulated signal

農工大工、°山口 京介、山本 健太、田中 洋介
Tokyo Univ. of Agri. & Tech., °Kyosuke Yamaguchi, Kenta Yamamoto, Yosuke Tanaka
E-mail: tyosuke@cc.tuat.ac.jp

数 mm から数 10mm 以上のサイズに対応可能な形状測定は、工業製品の製造現場において有用であり、様々な手法が提案されている。我々は、シンプルな構成で実現出来る手法として、受信側で位相変調信号による強度変調を行う距離差測定を検討し、その原理確認を行っている[1-3]。今回は、段差のある試料を用い、レーザ光との相対位置を掃引することで表面段差測定を検討したので報告する。

Fig.1 に提案手法の実験系を示す。レーザからの出射光が、強度変調器(IM1)により周波数f_0で変調され、サーキュレータを通過した後、測定対象物に照射される。対象物からの反射光はサーキュレータを介して強度変調器(IM2)に送られ、更に強度変調を加えられる。ここで、IM2 の強度変調信号は、周波数 f_m、変調度 ϕ_m で位相変調されており、基本周波数は IM2 への印加信号と同じ f_0 とする。IM2 通過後、光は高域遮断周波数 f_c が $f_m < f_c < f_0$ のフォトダイオード(PD)により光電変換され、ロックインアンプ(LIA)により、f_mと $2f_m$ 成分が検出される。$2f_m$ 成分に対する f_m 成分の比を R とすると、光路長差$\Delta\tilde{L}$ は

$$\Delta\tilde{L} = c/(2\pi f_0)\ \tan^{-1}[RJ_2(\phi_m)/J_1(\phi_m)]$$

で与えられる。この計算はパソコンによりリアルタイム演算できるため、実時間での測定が可能になる。本実験では測定対象として、厚さ 3mm でそれぞれ 1 辺が 10 mm, 15 mm, 20 mm のアルミミラーを 3 枚重ねた試料を作製し、段差測定を行った。Fig.2 に試料を 0.5mm/s で移動させて行った段差測定の結果を示す。測定結果は、1 と 2 段目の差は 3.25mm で 2 と 3 段目の差は 3.18mm となった。雑音要因の解消による更なる測定精度向上を現在検討している。

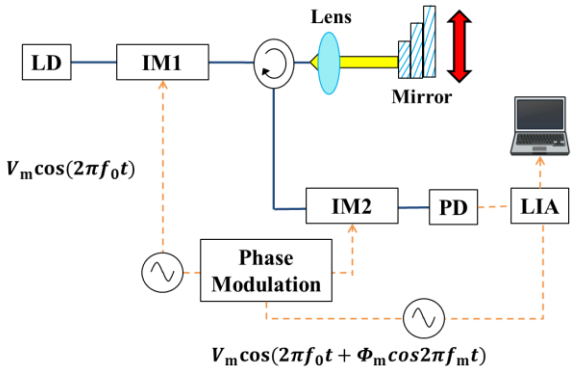

Fig.1 実験系の構成

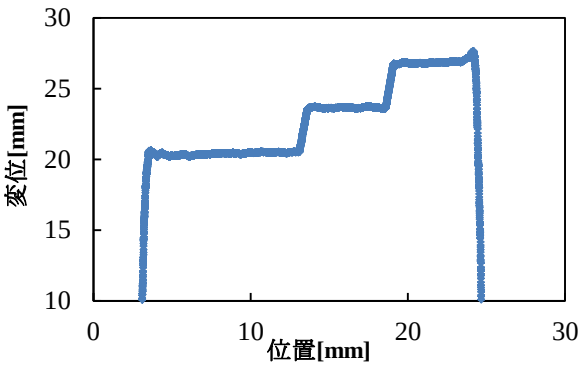

Fig.2 段差測定結果

参考文献

[1] 山田 他、第 64 回応用物理学会春季学術講演会、16a-418-9、2017 年 3 月.

[2] K. Yamamoto, et. al., 22nd Microoptics conference (MOC2017), P-50, Nov. 21, 2017.

[3] 山本 他、第 60 回光波センシング技術研究会予稿集、LST60-23、pp.153-158、2017 年 12 月.

© 2018年 応用物理学会