

光コム化LEDによる表面性状計測技術の検討

Characterization of material surface using optical comb LED interferometer

東大工¹, 東京精密² ○松本 弘一^{1,2}, 東大工 高増 潔¹

Tokyo Univ.¹, Tokyoseimitsu² ○H.Matsumoto^{1,2}, K.Takamasu¹

E-mail: hi.matsumoto@nanolab.t.u-tokyo.ac.jp

最近, 中小企業などにおいて, トップレベルの精度よりも, 低コストで使いやすい非接触測定技術が期待されている。このために, LEDを光源とした干渉計の開発をしている。また, 従来の技術は, 広帯域の可視光源が高コストであったので, コヒーレントな2波長による干渉法を開発していた。

今回, LED光源にファブリー・ペロー・エタロン(FPE)適用し, LEDの光コム化を実現した。そして, LEDの広帯域性を利用すると共に, 光源においても, FPEを用いた場合, 光源のコヒーレンス長より大きな段差などがある物体に関してもの表面性状の測定を行えたので, これらの概要に関して発表を行う。

一般に, 光は金属などの表面において, 数nm~数十nmだけ, 侵入することが知られている。従って, 金属などの表面性状を測定することができる[1]。つまり, Fig.1に示すように, 低コヒーレンス干渉計において, 形成される干渉縞パターンのエンベロップは, 金属の群屈折率 n_g に依存し, その中の縞は, 位相屈折率に依存する。従って, 一般に, $(n_g - 1)/(n_g - n_p) = A$ (一定) が成り立つので, n_g が計算される[2]。

Fig.2に示すように, LED光源をコア径 60 μm のマルチモードの光ファイバー(MMファイバー)に入射させ, 通常のコリメーターによって, きれいなパターンのビームに成形される[3]。今回, 用いたLED光源は, 中心波長が緑色525nmと赤色625nmものを使った。なお, LEDは普通に市販されている50円前後の一般的なものである。また, マイケルソン干渉計の行路差の走査はPZT(走査量; 約70 μm)を用いた。今回は, 物体の凸凹を40 μm であることを想定したので, ファブリー・ペロー・エタロン(FPE)のフリースペクトラルレンジを, 数十 μm に設定した。従って, LEDコムは, 非常に高速となる。

Fig.3(A)は, 実験によって得られた信号例である。約40 μm のツインの低コヒーレンス干渉縞が形成されている。また, 同図(B)は, 実際に応用するイメージ図である。

簡単なLED干渉計において, 必要な段差に対して干渉させるために, 高速なLEDコムを作製できた。そして, LEDはブロード光源であるので, 形成される干渉縞パターンから, n_g , n_p , 幾何学的侵入深さ(粗さ) D などを導き出すことができることが分かった。今後, 段差のある金属などの表面性状の測定する予定である。

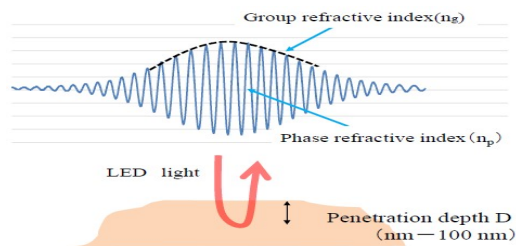


Fig.1 Principle of material surface characterization.

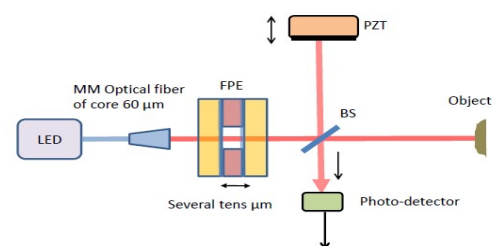


Fig.2 Outline of optical measurement system using LED.

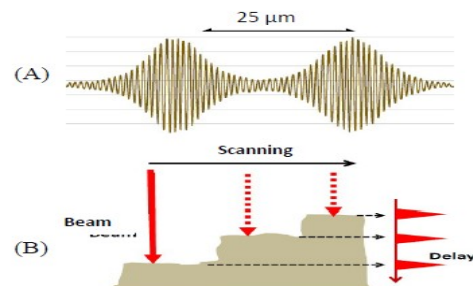


Fig.3 Experimental signal(A) and its application(B).

References

- [1] H.Matsumoto: SPIE, Vol.1720 (1992) p.538-542.
- [2] H.Matsumoto, L.Zeng: Applied Optics, Vol.35, No.13(1996) p.2179-2181.
- [3] H.Matsumoto, K.Takamasu: Japanese Society of Applied Physics, 2018 Annual Conference in Tokyo (in Japanese).