

マイクロマシンのサーボアクチュエータ用低ノイズフィードバック干渉計

オークランド大学 (ニュージーランド) 物理学科 教授 T.H.Barnes

1. はじめに

本研究においては、数nmの変位測定の精度が要求されるマイクロマシン用の新しいフィードバック干渉計を開発した。フィードバック干渉計は簡単な光学系を用いて高速・高精度の測定を行うことが出来るものと期待されているが、その限界については現在までに明らかにされていない。

最初に、フィードバック干渉計の静止状態での精度とノイズ特性について測定を行った。ここでは、実験室レベルで、プロトタイプの高精度フィードバック干渉計を用いて、理論の実証を行った。その結果、再現性は $1/80$ 、直線性では $1/100$ 以上の性能で、移動量を測定できることが明らかとなった。

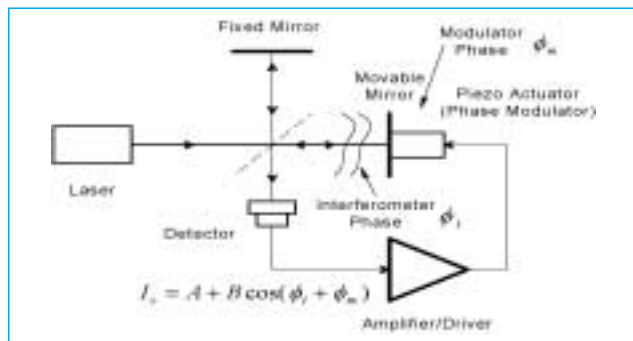


図1 フィードバック干渉計

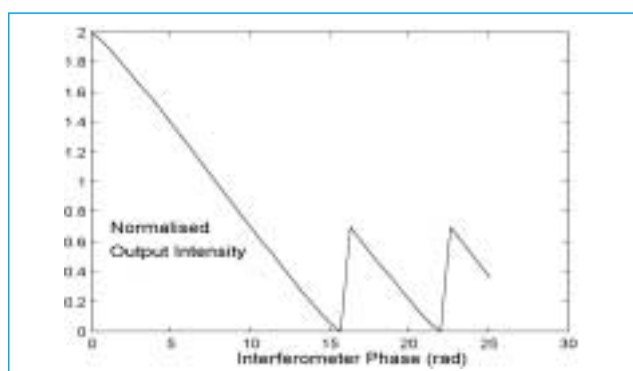


図2 フィードバック干渉縞の強度変化

2. 原理

図1は一般的なフィードバック干渉計を示している。干渉計の出力強度は2光束干渉計の一方の腕の位相の制御に用いられる。この装置により、もう一方の干渉計の腕の動きにより引き起こされる干渉計の位相が測定される。次のようなフィードバック干渉計方程式を解くことにより、干渉計の出力強度は、位相に対して直線的に変化することがわかった。そのとき、干渉計の位相は出力強度から直接に求め

ることが出来る(図2)。このシステムは数波長の範囲にわたって正確に追尾することが出来る。

$$I_o/B = 1 + \cos(\phi_i + G I_o/B) \dots (1)$$

3. 実験及び結果

従来の位相シフト干渉計やヘテロダイン干渉計と比較するため、図3に我々の用いたプロトタイプの干渉計の構成を示す。フィードバックは干渉計の位相を変えるためピエゾ素子によってM1、及び駆動されるミラーM2を介して加算される。図4は干渉計の正確さを示している。フィードバック干渉計からの位相は、再現性 $1/80$ 程度で、位相シフトと関連づけられている。

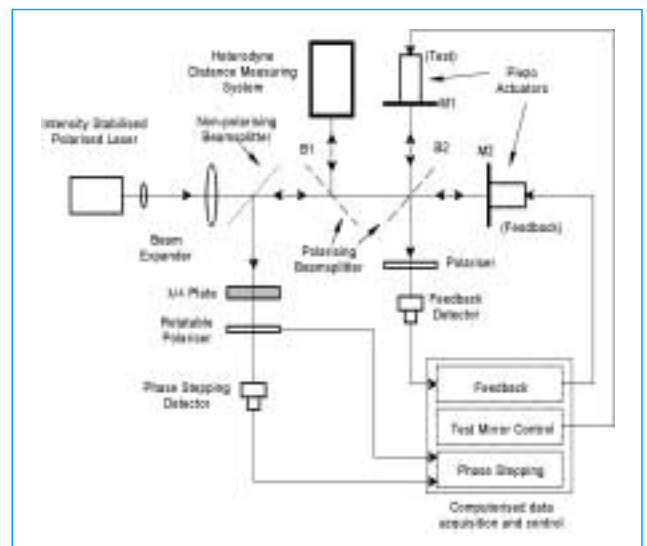


図3 実験に用いた干渉計システム

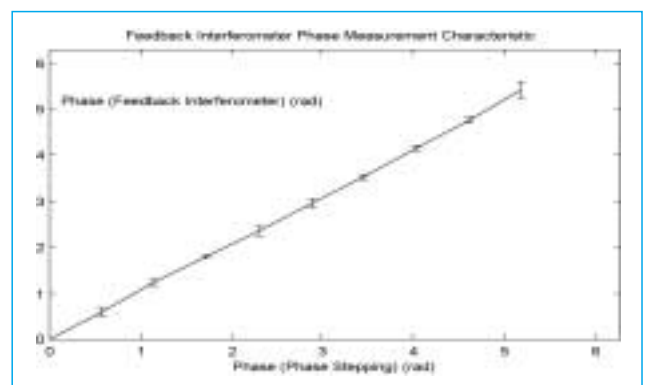


図4 位相測定特性

4. 結論

フィードバック干渉計はマイクロマシン用の有望な候補であることを示した。高速で稼働する高精度と直線性を持つ光・電子システムであると考えられる。