

RLE10の計測安定性に及ぼす空気の乱れの影響

はじめに

干渉計システムは高精度モーションアプリケーションに広く使用されていますが、その理由としては、「光の波長」を基準として得られる高分解能を使用できることや、ワーク表面と同じ高さで直接計測を行い、アッペ誤差を排除できることなど、様々なものがあります。

非真空環境では、大気の状態がレーザービームに影響を及ぼし、ひいては計測の安定性にも影響が及びます。このような影響は、レーザー計測の性能を制限する主要な原因となってしまいます。この不安定度を数量化するために、レニショーではRLE10干渉計システムを使用して、異なるレーザー経路長と各種ビーム保護方法について、一連のテストを行いました。この保護方法には、静止空気管のビームカバーから、空調管理された実験室環境の中で遮蔽がなく完全に開放された状態まで様々なものがあります。本アプリケーションノートでは、これらのテストの結果について概説します。

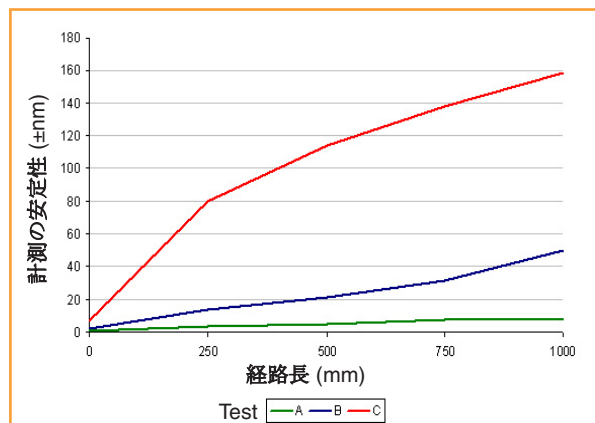
テスト結果 — 経路長による計測の安定性 (±nm)

Test*	経路長 (mm)				
	0**	250	500	750	1000
A	1.39 nm	3.66 nm	4.92 nm	8.06 nm	8.49 nm
B	2.32 nm	13.90 nm	21.75 nm	31.73 nm	50.02 nm
C	6.98 nm	79.78 nm	114.56 nm	137.72 nm	158.07 nm

表1: テスト結果

注:

- * テスト条件については、右の「方法」を参照してください。
- ** 経路長は、ビームスプリッター（ディテクターヘッドに内蔵）の中心からターゲット光学部品の反射鏡の先端までとなるため、2つの部品の距離がゼロでも経路長が真の0mmとなることはありません。ここに示されている安定性の数値は、各環境状態において各経路長に対して行われた5分間と10分間のテスト結果を平均したものです。



グラフ1: テスト結果

結論

結果として、計測の安定性誤差は、経路長の増加による空気の乱れによるものと、レーザーの周囲の遮蔽レベルを下げることによって発生します。

今回テストを行った最も厳しい環境条件 (Test C) では、最高 ±158 nm という計測の安定性誤差が確認されました。

計測の安定性は、実験室のエアコンのスイッチを切るだけでも大幅に向上します (Test B)。実際のアプリケーションでは困難なことかもしれませんが、ビーム経路の周囲に遮蔽を配置する (Test A) ことで更に安定性を向上することができます。

方法

インバー製の専用試験装置 (最大ビーム経路長 1 m) と、RLU10 レーザーユニット、RLD10 0°ディテクターヘッド、RLR10 反射鏡光学部品から構成される RLE10 レーザー干渉計システムを使用してテストを行いました。(インバー材は熱膨張率が低いため、このような試験装置に最適な材質です。)

5種類の経路長 (0[†], 250, 500, 750, 1000 mm) と次の環境条件でテストを行いました。

- A: ビーム経路の周囲に空気静止用の管を配置。実験室のエアコンはオフ。
- B: ビーム経路の周囲から空気静止用の管を除去。実験室のエアコンはオフ。
- C: ビーム経路の周囲から空気静止用の管を除去。実験室のエアコンはオン。

[†] 左の「注」参照。

手順

図1のように試験装置を設置しました。RLD10 0°ディテクターヘッドをインバー製の試験装置の片側に取り付け、反射鏡をもう片側の光学マウントに固定して、必要な経路長になるようにその位置を調整しました。

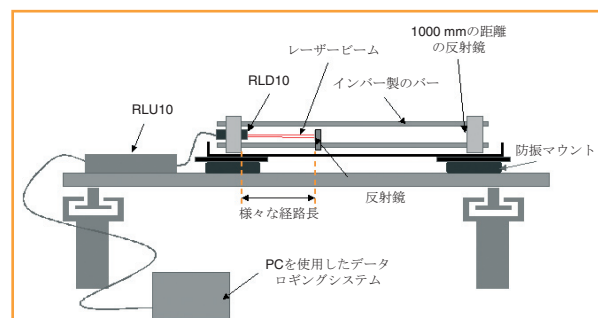


図1: 試験装置のセットアップ