RENISHAW
apply innovation™

ディファレンシャル差動計測用干渉計の計測の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、アッベ誤差を排除できることなど、様々なものがあります。

非制御環境では、大気状態の変化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RLU10レーザーユニット、RLD10-X3-DIディファレンシャル差動計測用干渉計ディテクターヘッドから構成されるRLE10レーザー干渉計システムを使用して、一連のテストを実行しました。テストは、様々な遮蔽方法を使用して、同一経路長のものと差異のある経路長のものに対して計測を行いました。

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。

テスト条件

次の環境条件でテストを行いました。

Test A: 空気の揺らぎを防ぐ為、試験装置をパースペックスで作成したボックス内に置き、ビーム経路の周囲に静止空気管を配置。実験室のエアコンはオフ。

Test B: 試験装置をパースペックスで作成したボックス内に置く。実験室のエアコンはオフ。

Test C: 試験装置をパースペックスで作成したボックス内に置き、ドアを少し開けた状態にする。実験室のエアコンはオフ。

Test D: 試験装置はボックスには入れず、完全に露出した状態。実験室のエアコンはオフ。

Test E: 試験装置はボックスには入れず、完全に露出した状態。実験室のエアコンはオン。

テスト時間を10分とし、各テストを何回かにわたって繰り返しました。　その結果の平均を表1に示します。

テスト結果 ― 計測誤差 ±nm (±ppm)

Test	同一経路長 (両アームとも200 mm)	差異のある経路長 (参照アームは200 mm、 計測アームは400 mm)
A	0.36 nm (0.002 ppm)	1.40 nm (0.0035 ppm)
B	0.63 nm (0.003 ppm)	1.68 nm (0.004 ppm)
C	2.05 nm (0.005 ppm)	3.06 nm (0.0075 ppm)
D	14.18 nm (0.0355 ppm)	19.56 nm (0.049 ppm)
E	27.54 nm (0.069 ppm)	38.15 nm (0.0955 ppm)

表1： テスト結果

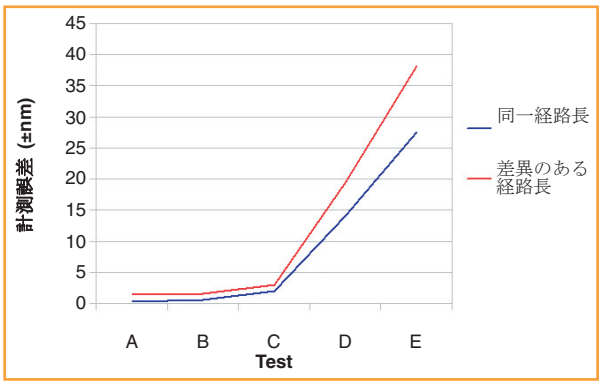


図1： テスト結果のグラフ

結論

ビームと試験装置の周囲の空気の揺らぎから保護することによって、同一経路長と差異のある経路長の両方の場合において計測誤差が減少することが確認されました。

予想した通り、同一経路長のテストの方が、差異のある経路長のテストよりも小さい計測誤差が確認されました。

計測誤差が最も小さかったのは、試験装置をパースペックスで作成されたボックス内に置き、ビーム経路の周囲に静止空気管を配置したTest Aでした。実際の産業用途のアプリケーションではこのようなレベルの遮蔽を施すことは困難なことかもしれませんが、ボックス内に試験装置を配した（機械内にカバーを配するのと同じ状態）Test BとCの結果からは、遮蔽レベルが低くても性能改善に大きな効果を及ぼすことが確認されました。

追加テスト

同一経路長と差異のある経路長のテストを完了した後、標準のRLD10 0°平面鏡用ディテクターヘッドを使用して、更なる比較を行うため、で追加テストを行いました。このテストでは、400 mmの計測経路長を使用しました。

図2では、使用した各種光学部品の構成図を示します。

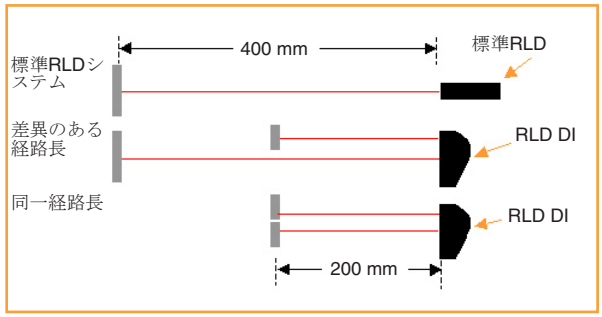


図2： 構成図

レニショー株式会社

〒160-0004
東京都新宿区四谷4-29-8

T (03) 5366 5317
F (03) 3358 5329
E japan@renishaw.com

www.renishaw.co.jp

RENISHAW
apply innovation™

下の表2は全テスト結果を示し、図3は結果のグラフを示します。

テスト結果 ― 計測誤差 ±nm (±ppm)

Test	同一経路長（両アームとも200 mm）	差異のある経路長（参照アームは200 mm、計測アームは400 mm）	標準RLD10（400 mmの計測アーム）
A	0.36 nm (0.002 ppm)	1.40 nm (0.0035 ppm)	4.44 nm (0.011 ppm)
B	0.63 nm (0.003 ppm)	1.68 nm (0.004 ppm)	4.64 nm (0.0115 ppm)
C	2.05 nm (0.005 ppm)	3.06 nm (0.0075 ppm)	5.12 nm (0.013 ppm)
D	14.18nm (0.0355 ppm)	19.56 nm (0.049 ppm)	29.75 nm (0.0745 ppm)
E	27.54 nm (0.069 ppm)	38.15 nm (0.0955 ppm)	49.29 nm (0.123 ppm)

表2： テスト結果（すべての構成）

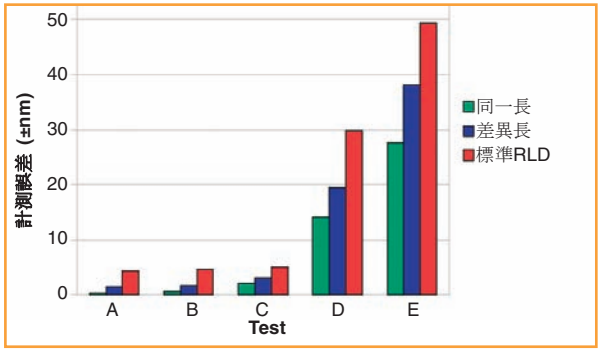


図3： テスト結果グラフ（すべての構成）

結論

テスト結果から、機械の配置に余裕がある場合には、RLD DIヘッドを使用したディファレンシャル差動計測用干渉計を使用したほうが空気の乱れにより引き起こされるノイズを減少できることが示されました。最高の条件を得る為には、計測アームと参照アームを同じ程度の長さにすることをお薦めします。

方法

インバー製の専用試験装置（軸の最大全長1 m）と、RLU10レーザーユニット、RLD10-X3-DIディファレンシャル差動計測用干渉計ディテクターヘッド、平面鏡光学部品を使用してテストを行いました。

最初のテストでは、前ページに記載された各種環境状況において同一経路長と差異のある経路長の光学部品構成の試験を実行しました。

テスト時間を10分とし、各テストを何回かにわたって繰り返しました。各テストの計測誤差は平均を求めて、表にまとめています。

また、ディファレンシャル差動計測用干渉計の代わりに、平面鏡を使用した0° で光線出力を行うRLD10ディテクターヘッドを使用して、最初の5つの試験を繰り返しました。

手順

図4のような試験装置を使用しました。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、平面鏡光学部品を光学マウントに固定して、必要な経路長になるようその位置を調整しました。

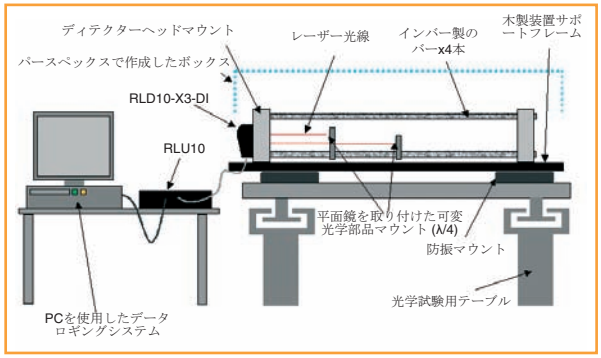


図4： 試験装置のセットアップ

For worldwide contact details, please visit our main website at www.renishaw.com/contact

Renishaw reserves the right to change specifications without notice.

© Renishaw plc 2006. All rights reserved.

Printed in England 0306 Part No. L-9904-2416-01