

低コヒーレンス干渉計測法における周波数トレーサビリティの検討

Study of Traceability by Using Frequency Standards in the Fields of Low-Coherence Optical Metrology

東大工, (株)東京精密 松本弘一

Univ. of Tokyo, TOKYO SEIMITSU LTD Matsumoto Hirokazu

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

1. はじめに

最近、製品の高品質化や施設等の安全・安心を担保するために、長さ関連量を精密に測定することが求められている。著者らは光ファイバーファブリー・ペローエタロン（光ファイバーエタロン）を開発し、光周波数コム（光周波数コム）の繰り返し周波数の選択に適用する[1]と共に、光ファイバーエタロン技術を低コヒーレンス干渉計に適用することによって、新しい機能の有効性を見出している[2]。本報告では、低コヒーレンス干渉計のトレーサビリティに関して、秒の定義による周波数標準に基づいた技術を取り入れる可能性の概要を報告する。

2. 光ファイバーエタロン

Fig.1 は開発した光ファイバーエタロンであり、単に、単一モードの光ファイバーの両端面を反射鏡とする原理である。従って、単一モードの光ファイバーを利用した各種の低コヒーレンス干渉計にも、容易に適用することができる。例えば、一般の計測用顕微鏡にも適用できるので、応用領域は広いことが予期される。また、中小企業などにおいて、ブロックゲージを利用するイメージで、光ファイバーエタロンを利用できる可能性がある。

3. 光ファイバーエタロンの周波数計測

光ファイバーエタロンのフリースペクトラルレンジ（FSR）長を精密測定する方法は多くの研究者によって報告されている[3, 4]が、測定システムが複雑である。このため、ものづくりの現場においてもブロックゲージ技術と同じ位の精度で長さ関連量を簡単に測定する技術の開発を目指している。このために、最初の試みとして、Fig.1 に示す光ファイバー系で実験を行った。一般の光周波数コム（光周波数コム）の発生は、比較的広いスペクトル幅にわたって分散をフラットにするための光デバイスなどが必要であるので高コストになっている。このため、非常に狭いスペクトル幅の擬似光コム（光コム）の発生を検討した。つまり、光デバイスとして一般的な光アンプを利用した光ファイバーリング共振器を検討した。具体的には、光ファイバーリング共振器の分散特性を大まかにフラットにするために、スペクトル幅が 1 nm の波長フィルターを挿入する。全体のリング共振器で発生するビート周波数の整数倍が、測定するエタロンの FSR になるように、全体の光ファイバー共振器長を調整した。予備実験から、光ファイバーエタロンの FSR を 9 kHz の標準偏差で測定できた。

Fig.2 は光ファイバーエタロンの FSR に関して、秒の定義による周波数標準に基づいたトレーサビリティの体系である。ブロックゲージに近い精度レベルの標準を、光波干渉計によって提供できる可能性がある。

4. まとめと今後

幾何学量の精密な計測を低価格で実現する光ファイバーエタロン型低コヒーレンス干渉技術を開発し、トレーサビリティを、周波数標準に基づいた測定技術にする技術を提案した。今後、FSR 測定の高精度化を進める予定である。

最後に、光ファイバーエタロンの製作に関して、アダムンド(株)杉村氏、山信田氏に感謝します。

[参考文献]

- [1] H. Matsumoto, K. Takamasu; Int. J. of Automation Technology, 9(5) (2015) 483.
- [2] 松本弘一, 高増潔; LST56-16(2015) 107.
- [3] C. R. Locke, D. Stuart, E. N. Ivanov, A. N. Luiten; OPTICS EXPRESS, 17(24) (2009) 21935.
- [4] D. Mandridis, I. Ozudur, M. Bagnell, P. J. Delfyett; OPTICS EXPRESS, 18(11) (2010) 11264.

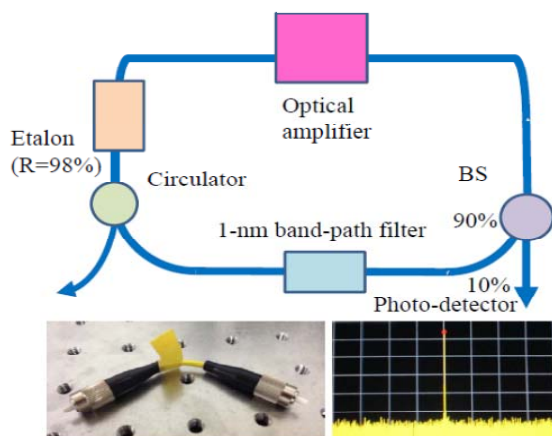


Fig.1 Optical line generation of the etalon by a ring optical cavity for measuring the free spectral range.

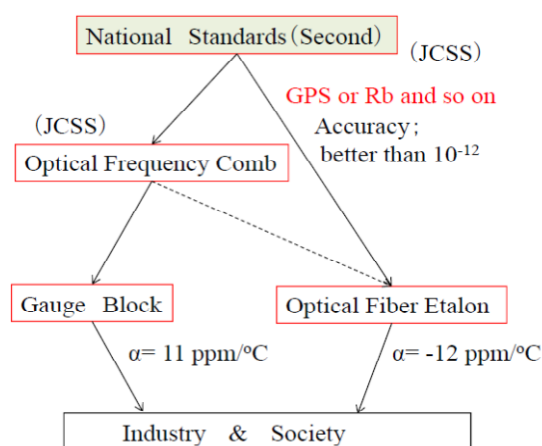


Fig.2 Traceability system of the proposed method.