

線形光周波数走査面発光半導体レーザを用いた 高精度絶対長さ測定干渉計

**Absolute length interferometry using a vertical-cavity-surface-emitting-laser diode
with linearized frequency scanning**

北大院工 ○覚間 誠一

Grad. School of Eng., Hokkaido University. ○Seichi Kakuma

E-mail: kakuma@eng.hokudai.ac.jp

周波数(波長)走査干渉法で光波長以下の高い絶対測長精度を得るためには、走査幅を出来るだけ広くとり光波長単位の干渉次数整数部を推定しなければならない。面発光型半導体レーザ(VCSEL)はチップ型レーザとしては最も広い走査(数百 GHz)を可能としながらも、整数次数を決定するには未だ不十分であった。解決策として、時間的に線形増加する干渉縞位相の全位相データから最小自乗フィッティングで位相勾配を算出する手法を開発し等価的に位相測定精度を向上させたところ[1]、整数次数を決定できる見通しが得られた。そこで原子吸収線マーカー[2]を導入して光波長値にリンクした干渉次数を測定することで、チップ型レーザ単体を用いた絶対測長干渉計ではこれまで極めて困難であったナノメートルレベルの精度を実現した。

本干渉計の構成を Fig. 1 に示す。時間的に線形増加する干渉縞位相は、参照ブロックゲージ

(10.0 mm) 干渉計からの干渉縞位相を位相同期ループ(PLL)制御により基準クロック(556 Hz)に位相ロックさせて得ている。これと同時に Cs 吸収セルより D₂ 吸収線(852.1 nm)を検出する。ブロックゲージは参照用のみならず実証試験用のサンプルとしても用いた。はじめに位相勾配の最小自乗フィッティングにより $\lambda/4$ 以内の精度で長さ測定(LBG)を行い、整数次数値 N を推定して D₂ 線基準の精密測長値 $L\lambda$ を得る。8.0 mm ゲージの繰り返し測定値のプロットを Fig. 2 に示す。

3 種類のブロックゲージの測定結果を Table 1 に示す。呼び寸法より 300 nm 以下の偏差で寸法が測定されており、本手法が絶対長さ精密測定法として有効であることがわかる。

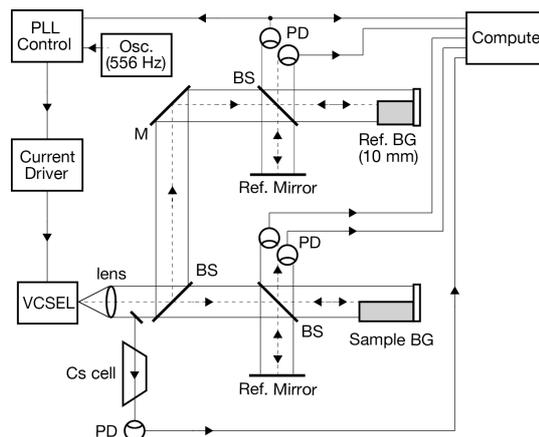


Fig. 1: Experimental setup of the system.

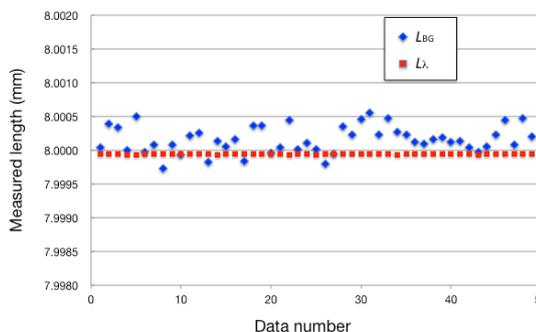


Fig. 2: Plots of repeatedly measured results for LBG and $L\lambda$.

Table 1: Summary of measured results.

呼び寸法 (mm)	N	$L\lambda$ (mm)	標準偏差 (nm)
7.0	16429	6.999877	1.3
8.0	18777	7.999941	1.1
10.0	23741	10.000281	2.5

[1] S. Kakuma and Y. Katase, *Opt. Rev.* **17**, 481 (2010).

[2] S. Kakuma and R. Ohba, *Opt. Commun.* **239**, 445 (2004).