

共振器の波長分散を利用した広ダイナミックレンジコム干渉の次数判別

Distinction of Comb Interference Orders using Dispersion of Resonator.

埼玉大工 ○佐藤 健公, 塩田 達俊

Saitama University, ○Takehiro Sato and Tatsutoshi Shioda

E-mail: tshioda@mail.saitama-u.ac.jp

1. はじめに

産業分野や医療分野において非接触で高速に物体の表面形状や内部構造の計測ができるシステムの開発が求められている。そのため、我々のグループでは Fig. 1 に示すような、SLD 光源と光共振器を用いて広いダイナミックレンジをもつ計測システム[1]を提案した。この手法では、深さ方向を一方方向にもった断層画像のデジタルイメージングが可能である。共振器の出力スペクトルは低コヒーレンスコム(単に光コムと呼ぶ)を示し、干渉出力は深さ方向に繰返し現れるため、広いダイナミックレンジが得られる。この場合分解能は、20 μm 程度であるため次数分離するにはコム間隔を 10 % 程度変化させる必要があった。そこで、干渉次数の判別のために、共振器の傾斜角を変える[2]もしくは液晶セルに電圧を印加する[3]ことでコム間隔を操作する方法の提案がされている。一方、スーパーコンテニューム(SC)光源のような広帯域光源を用いる場合、1 μm 程度の高分解を得ることができるため、コム間隔は数%の変化で十分である。そこで、本研究では共振器の波長分散を利用した簡便な Time Domain コム干渉計の干渉次数を判別する方法について検討した。

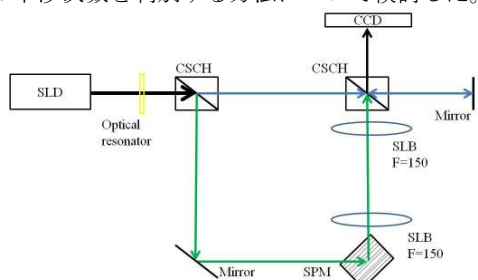


Fig. 1 Schematic of single-shot tomography / profilometry.

2. 実験・結果

実験系を Fig. 2 に示す。共振器の分散によるコム間隔の波長依存性を確認するために SC 光源(NKT Photonics 社, SuperK EXTREME)の出力を厚さ 0.2 mm のファブリ・ペロー共振器を通してスペクトルをスペクトラムアナライザで観測した。その結果を Fig. 3 に示す。約 500 GHz 間隔で多数のスペクトルが観測できた。Fig. 4 に代表的な周波数の±5 THz に含まれる光コムの FSR の平均値を求めた結果を示す。200 THz-260 THz の範囲で 4 GHz 以上 FSR が変化している様子がわかる。また、Fig. 5 に Fig. 3 のコムスペクトルの自己相関が示すピーク位置を 0 次、1 次、2 次について計算した結果を示す。1 次のコム干渉で 200 THz と 240 THz を比較すると、ピーク位置は 3 μm の差が確認できる。つまり、光源の波長を変えることで約 600 μm のダイナミックレンジに対して 1 次干渉の位置を 3 μm 程度変えることができるので、CCD の 1000 pixel 程度に 600 μm を割り当てるように干渉光学系を構築することで次数判別が可能となることがわかった。また、ピーク間隔の差は干渉次数が上がるごとに次数に

比例して大きくなることが確認できた。

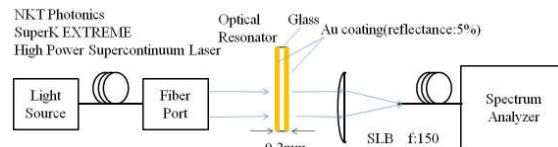


Fig. 2 Experimental setup.

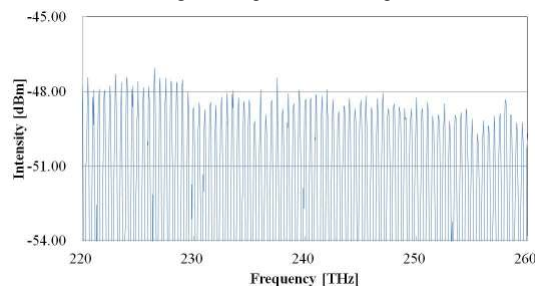


Fig. 3 Spectrum of optical comb.

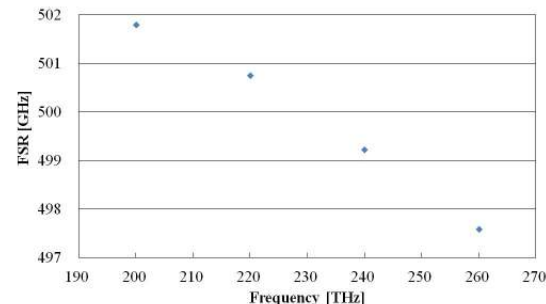


Fig. 4 Optical frequency dependence of FSR.

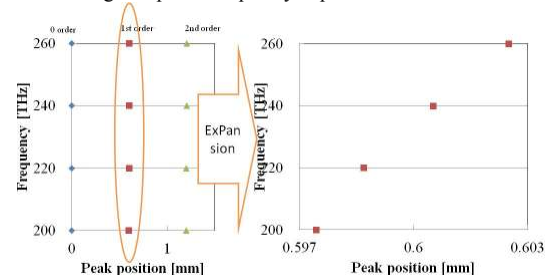


Fig. 5 Frequency dependence of interference peak position.

3. まとめ

広帯域光源を 2 波長に分離する干渉次数の判別方法を報告した。例えば、1.5 μm の分解能の形状計測システムに使用する場合、形状測定に中心周波数が 200 THz のビームを利用し干渉次数の判別には 240 THz のビームを別々の CCD で受光することで、pixel の変動を得ることができ、干渉次数の判別を行える。今後、シングルショット干渉計に本研究成果を適用した計測を進める。

参考文献

- [1] T. Morisaki *et al.*, Appl. Opt. 51, 5224 (2012).
- [2] T. Q. Binh *et al.*, Opt. Commun. 296, 1 (2013).
- [3] T. Q. Binh *et al.*, Imag. & Appl. Opt. Congress, ATTh1A (2012).