

カスケード型チャープ長周期光ファイバグレーティングを用いた 温度とひずみの同時計測

Simultaneous measurement of temperature and strain using cascaded chirp long period fiber gratings

防衛大学校 ゴ タン トウン, 田中 哲, 和田 篤, 高橋 信明

National Defense Academy Thanh Tung Ngo, Satoshi Tanaka, Atsushi Wada and Nobuaki Takahashi

E-mail: em53007@nda.ac.jp

長周期光ファイバグレーティング (LPG) と呼ばれる素子では, コアモードとクラッドモードの結合が生じる共鳴波長がグレーティング周囲の屈折率や温度ならびに印加されるひずみに依存して変化するため, 近年これを利用した様々なセンサ (LPGセンサ) が提案されている. これまで我々は, 紫外線照射による逐次書込法よりLPGを作製し, これらをひずみ, 温度, 振動などへのセンシングへ応用するとともに[1], カスケード型LPG (C-LPG) [2], カスケード型チャープLPG (C-CLPG) [3]等の特殊な構造をもつセンサ用LPGを試作しセンサへの応用を検討してきた. 本研究では, C-CLPGの温度とひずみの同時測定を試みたので報告する.

図1に実験で用いたC-CLPGの透過率スペクトルを示す. 図に示されているように, 5次および6次のクラッドモードによる共鳴波長 ($\lambda^{(5)}$ および $\lambda^{(6)}$) がそれぞれ1322および1455nmの近傍に現れており, カスケード構造による干渉効果によって周期的なチャネルスペクトルが共鳴波長に重畳されている. 前回我々は, このチャネルスペクトルが温度およびひずみに対して線形に変化することを示すとともに, フーリエ変換法を用いてチャネルスペクトルの波長シフトを高い精度で求める手法を提案したが, 本研究では, さらに温度

やひずみの波長シフト感度が次数 ($m = 5, 6$) によって異なることを利用し, 温度とひずみの分離同時測定を実現した.

実験で用いたC-CLPGの共鳴波長 ($\lambda^{(5)}$ および $\lambda^{(6)}$) の温度 (T) とひずみ (ϵ) への依存性を図2に示す. 図に示されているように, 次数の異なる共鳴波長で波長シフト感度がそれぞれ異なっていることが分る. また, この結果から, 各次数の波長シフト[nm]に関して次式が得られる.

$$\Delta\lambda^{(5)} = -155.6 \times \Delta T + 0.173 \times \Delta\epsilon \quad (1)$$

$$\Delta\lambda^{(6)} = -211.6 \times \Delta T + 0.576 \times \Delta\epsilon \quad (2)$$

ここで, ΔT および $\Delta\epsilon$ はそれぞれ温度変化[°C]およびひずみ変化[με]を示し, これらの式から温度とひずみの変化を分離して同時に計測することが可能となる. 実証実験を行った結果を図3および図4に示す. それぞれ温度とひずみに依存する波長シフトの関係を示しており, 図2から得られた式に従って変化することが確認できた. 講演ではこの他の結果についても報告する予定である.

参考文献

[1] 田中 他: 第71回秋季応物予稿集, p.05-150 (2010).

[2] 竹内 他: 第73回秋季応物予稿集, p.05-126 (2012).

[3] ゴ 他: 第62回春季応物予稿集, p.04-454 (2015).

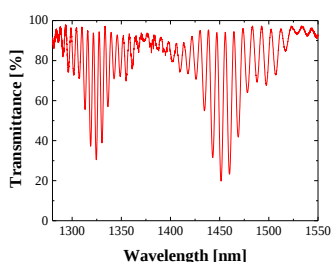


図1 C-CLPGの透過率スペクトル

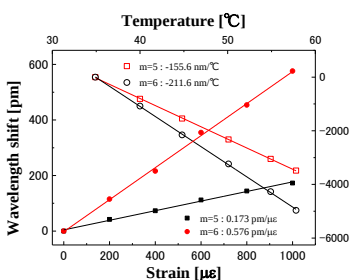
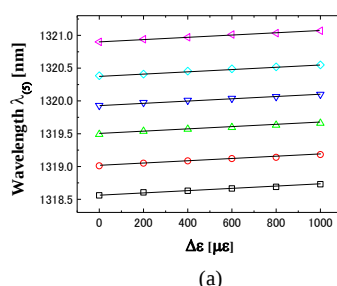
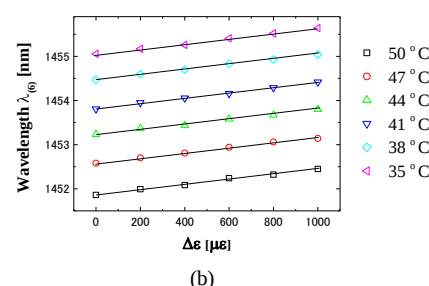


図2 C-CLPGの温度とひずみのへの依存性

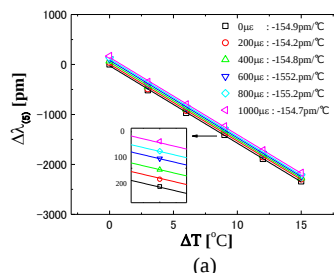


(a)

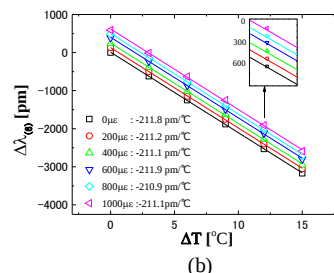


(b)

図3 温度変化時における波長シフトのひずみへの依存性, (a) m=5, (b) m=6



(a)



(b)

図4 ひずみ印加時における波長シフトの温度への依存性, (a) m=5, (b) m=6