

ひずみセンサ用チャープ型長周期光ファイバグレーティングの試作

Fabrication of chirped long period fiber grating for use in strain measurement

防衛大学校 ○ゴタン トウン, 月田 統, 田中 哲, 内村 良太郎, 和田 篤, 高橋 信明

National Defense Academy ○Thanh Tung Ngo, Osamu Tsukida, Satoshi Tanaka,

Ryotaro Uchimura, 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) は、数十～数百 μm の間隔で光ファイバのコア中に屈折率変調を与えることによって作製され、その周期構造によってコアモードとクラッドモードの間に結合生じるため、透過スペクトルには結合条件をみたす特定の波長で損失ピークが表れる[1]。これまで我々は、強度変調方式に基づいたLPG振動センサを提示するとともに、センサの高感度化に関して高次のクラッドモードによる損失ピークの利用と同一の特性を持つ2つのLPGを縦続に繋いだ構造を持つカスケード型LPGの利用について検討してきた[2,3]。また、カスケード型LPGが持つ周期的なチャネルスペクトルがひずみに対してその周期特性をほぼ変えることなく損失ピーク波長がシフトしている点に着目し、フーリエ解析によりこれら透過スペクトルの位相シフト量を求め、ひずみの変化を計測する手法や同一の波長帯域において多重化されたチャネルスペクトルの分離測定についても、現在検討している。本研究では、透過スペクトルの多重化に有利な広帯域な損失ピークを有するチャープ型LPG (CLPG) を試作し、ひずみセンサへの応用を念頭に検討した。CLPGは、図1の模式図に示すように、ファイバの長手方向に沿って、格子周期を一定の間隔で変化させて作製される。このとき、コアモードとクラッドモードの間に結合生じることにより損失が表れる。また、格子周期によって伝搬定数に差があるため通常のLPGと比較して、より帯域の広い透過スペクトルが得ることができる。実験では、チャープ率を変化させたCLPGを数種類作製し、クラッドモード次数及びチャープ率の違いによるひずみへの応答特性を評価した。ここでチャープ率とは、LPG長 (L) に対する格子周期の変化量 ($\Delta\Lambda$) である。作製したLPGおよびCLPGの透過スペクトルを図2,3に示す。CLPGにすることにより透過スペクトルの帯域が広がっていることがわかる。次に、CLPGに静ひずみを印加し、光源に半導体光増幅器のASE光を用いて光スペクトラムアナライザによりスペクトルの測定を行った。図4に得られた結果の例として損失ピーク波長のひずみへの依存性を示す。図に示されているように、この依存度はチャープ率にやや依存していることがわかる。また通常のLPGと比較して波長シフト量は約1.4倍程度向上していることがわかる。この特性から高次のクラッドモードを利用することで、更なる高感度化が期待できるとともに、カスケード構造にすることにより広帯域かつ周期特性の異なるチャネルスペクトルを得ることが可能であると考えられる。講演ではこの他の結果についても合わせて報告する。

<参考文献>

- [1] B.H. Lee and J. Nishii: Appl. Opt. **38**, 34501 (1999).
- [2] S.Tanaka et al: Jpn. J. Appl. Phys. **48**, 07GE05 (2009).
- [3] 竹内 他: 第 61 回春季応用物理学会 (17p-D8-6), 05-189 (2014).

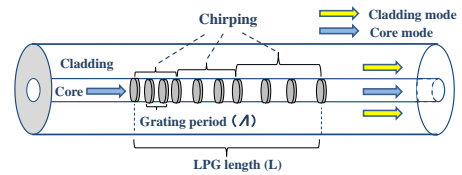


図1 チャープ型LPGの模式図

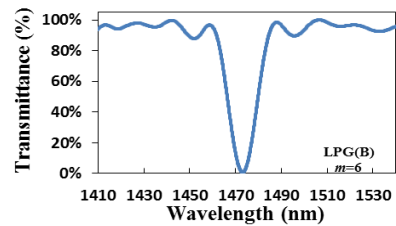


図2 LPGの透過スペクトル

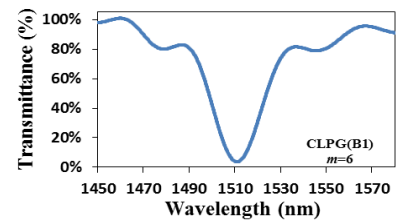


図3 チャープ型LPGの透過スペクトル

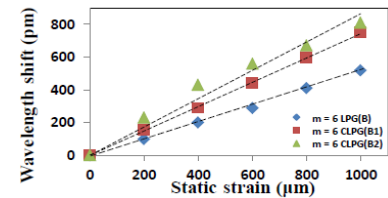


図4 チャープ型LPG ($m = 6$)の波長シフト量の比較 (静ひずみ特性)

表1 LPGとチャープ型LPGの特性

Type	LPG(A)	CLPG(A)	LPG(B)	CLPG(B1)	CLPG(B2)
Mode order (m)	4	4	6	6	6
Grating period (Λ) [μm]	400	390-398	300	300-310	295-311
Number of gratings (N)	60	46	90	56	51
Chirp rate [$\mu\text{m}/\text{mm}$]	-	0.451	-	0.596	1.035
LPG length (L) [mm]	23.600	17.730	26.700	16.775	15.453
Wave length shift [pm/ $\mu\epsilon$]	0.14	0.26	0.52	0.75	0.79