

カスケード型長周期光ファイバグレーティングのチャンネルスペクトルのひずみ・温度依存性

Strain- and temperature-dependent channeled spectra of cascaded long period fiber gratings

防衛大¹, 島根大² ◦マヌエル グテレス ソアレス¹, 福嶋 匡謙¹,仲矢 光希¹, 和田 篤¹, 田中 哲¹, 伊藤 文彦²National Defense Academy¹, Shimane University² ◦Manuel Guterres Soares¹, Koken Fukushima¹,Koki Nakaya¹, Atsushi Wada¹, Satoshi Tanaka¹, Fumihiko Ito²

E-mail: em58049@nda.ac.jp

【はじめに】我々はこれまで、特殊な長周期光ファイバグレーティングである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 (C-CLPG) を用いたセンサの開発を目的として、これを用いた温度やひずみ等のセンシング手法[1]を提案してきた。本研究では、各種用途に応じた C-CLPG の開発やセンサ性能の向上を念頭に作製条件の異なる C-CLPG を各種自作し、それらの透過スペクトルについてひずみと温度への依存性を調べた。

【C-CLPG の作製】C-CLPG は 1 つのファイバ中に同一特性をもつ 2 つの CLPG を間隔 D を空けて書き込むことによって作製され、Fig.1(a)および(b)に示すように、その透過率スペクトルにおいて、チャンネルスペクトルが CLPG の損失ピークに重なるように現れる。また、CLPG 間隔 D を広げることで、より細かい周期をもつチャンネルスペクトルが得られる[2]。実験では、2つの異なるグレーティング周期 (Type A: 300~305 μm , Type B: 250~255 μm) をもつ CLPG について 4つの異なる間隔 D (60, 100, 140, 180 mm) を空けて書き込んだ C-CLPG を作製し、合計 8 種類の C-CLPG についてチャンネルスペクトルのひずみと温度特性を調べた。

【実験及び結果】実験では、C-CLPG の透過チャンネルスペクトルを光スペクトラムアナライザを用いて測定し、周囲温度及びひずみに依存するスペクトルのシフトについて調べた。Fig.1 (c)および(d) に測定結果の例を示す。また、Table.1 に他の条件で作製した C-CLPG についても測定結果をまとめて示す。これらの結果から 8 種類の C-CLPG のひずみと温度に対する周波数シフト感度については、 D への依存性は小さいものと考えられるが、ひずみの場合は次数 m に大きく依存しており、次数が高いほど高い感度が得られることが確認できた。さらに、Type A と Type B を較べると、同じ次数 ($m = 6$) でも、低い周波数側 (長波長側) の方がひずみに対するシフト感度が大きいことが分かった。

【まとめ】本研究では、作製条件の異なる 8 種類の C-CLPG について透過チャンネルスペクトルのひずみと温度への依存性について調べた。その結果、とくにひずみにおいてはスペクトルシフト感度の m への依存性が大きく、次数とともに高感度になることが明らかとなり、センサの高感度化やひずみと温度の分離計測へ有用な性質を確認することができた。

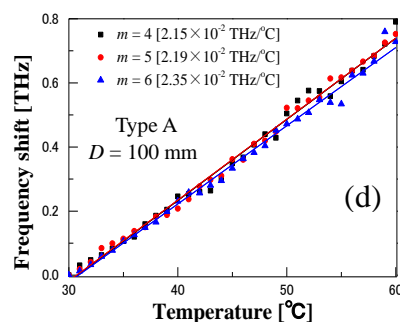
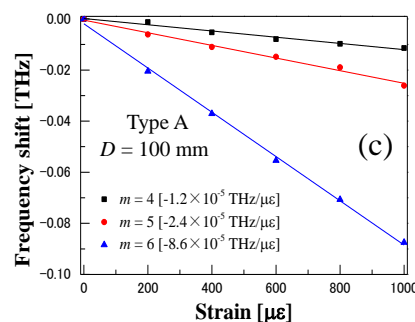
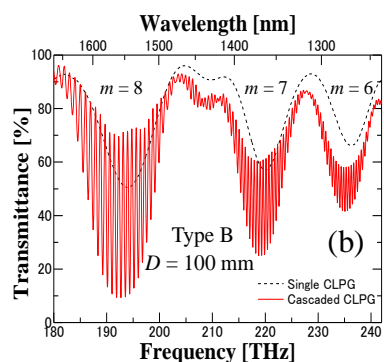
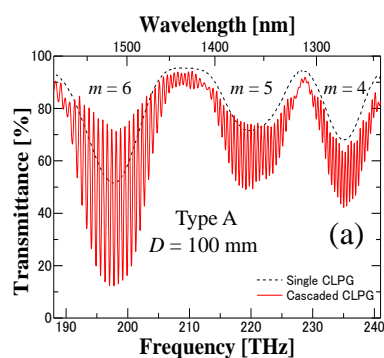
参考文献

[1] ソアレス 他：第80回秋季応物予稿集 20p-PA6-13 (2019).

[2] ソアレス 他：第67回春季応物予稿集 13p-PA2-9 (2019).

Table1. Strain- and temperature-sensitivities of channeled spectra for C-CLPGs.

	Ordinary number (m)	$D = 60$ [mm]	$D = 100$ [mm]	$D = 140$ [mm]	$D = 180$ [mm]			
Sensitivity for strain [$\times 10^{-5}$ THz/ μe]	Type A	4	-1.7	-1.2	-0.1	-0.2		
		5	-3.0	-2.4	-2.9	-2.4		
		6	-8.7	-8.6	-8.7	-7.0		
		6	-3.3	-3.3	-3.7	-5.2		
	Type B	7	-6.2	-6.3	-5.6	-6.2		
		8	-15.7	-16.9	-17.9	-16.6		
		Sensitivity for temperature [$\times 10^{-2}$ THz/ $^{\circ}\text{C}$]	Type A	4	2.16	2.15	1.85	1.84
				5	2.23	2.19	1.91	1.90
Type B	6		2.38	2.35	2.22	2.10		
	6		2.61	2.65	2.73	2.79		
	7	2.74	2.78	2.89	2.99			
	8	3.39	3.45	3.60	3.64			

Fig.1. Transmittance spectra of C-CLPG ($D = 100$ mm) for Type A (a) and B (b), and their strain-induced spectral-shifts for Type A (c) and temperature-induced spectral-shifts for Type A (d).