

高安定性FBG(ファイバーグレーティング) 作成技術の開発 —光ファイバーを常時モニタリングのためのセンサーに応用—

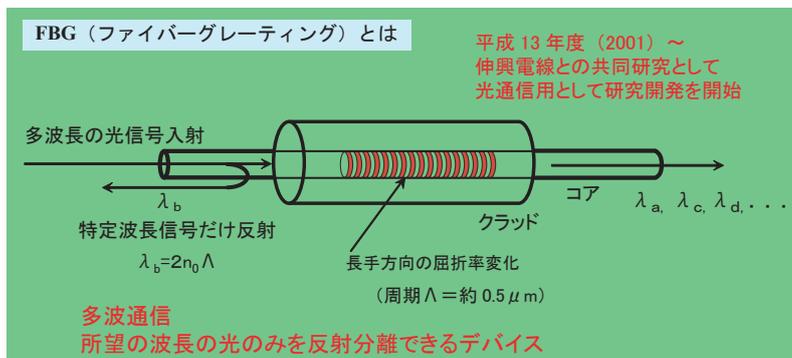
創造工学部 創造工学科 教授 須崎 嘉文

研究シーズの概要

光ファイバーケーブルは主に光通信の用途に使用されていますが、この光ファイバーケーブルをセンサーなどとして活用することが期待されています。昨今、大型建造物の突然の倒壊や自然災害による事故が少なくなく、このためこれら突発事故を未然に防ぐことが求められており、建築物の劣化進行の常時モニタリング、河川などの水位の長期安定測定などが急務となっています。こうした中、従来の測定法に比べて電磁ノイズの影響を受けない、長距離伝送が可能—などのメリットがある光ファイバーケーブルを歪や温度、水位変化のセンサーとして利用する機運が高まってきています。この光ファイバーケーブルをセンサーとして活用するために必要で特徴的な技術がFBG(ファイバーブラッググレーティング)です。

FBGは、ファイバーケーブルのコアの部分に回折格子を作成する技術で、ケーブルそのものに加工を施すため構造がシンプルになるため、安価で、かつ損失が少なく高品質な特徴もあります。FBG処理されたケーブルはコアの部分に屈折率の変調(変化)がつけられ、その変調の間隔に応じたある波長の光だけ反射するようになり、この仕組みを利用して、歪などを測るセンサーとして利用することが出来ます。ケーブルが引っ張られるとそのひずみ量に比例して波長が変化し、また、温度の変化に依存して波長が変化するなどの特性を生かし常時監視モニター用に活用することが出来、これからのデバイスとして期待されています。

須崎研究室が開発したFBGの技術は、エキシマレーザー(紫外線レーザー)を使い2光束干渉法という方法で光ファイバーに光回折格子を作成するもので、同方式において任意波長のFBGを小ロットから安価に製造する道を世界に先駆けて確立しました。従来方式である位相マスク法による製造方法では、波長ごとそれに対応した位相マスク(1枚30~100万円程度)が必要で、任意波長のケーブルを造るには高コストになるなどの短所がありました。一方、光ファイバーケーブルをセンサーなどに使用する場合は、①通常の銅線ケーブルなどのように電磁ノイズの影響を受けない②長距離伝送(遠隔制御)が可能③軽量で細い④1ラインで多点測定が可能—になるなど精確な信号検出が期待できることです。須崎研究室では、このFBGの新技术を平成12年度即効型地域コンソーシアム研究開発事業(NEDO)および平成14-16年度独創的革新技術開発研究(文部科学省)の一環として助成を受け、鋭意、研究を続けてきました。



【利用が見込まれる分野】 高い安定性を要求する歪センサーなどへの応用

研究者プロフィール

須崎 嘉文 / スザキ ヨシフミ



メールアドレス: suzaki.yoshifumi@kagawa-u.ac.jp
 ウェブアドレス: http://www.eng.kagawa-u.ac.jp/~suzaki/suzaki.html
 所属学部等: 創造工学部 創造工学科
 所属専攻等: 先端マテリアル科学コース
 職位: 教授
 学位: 工学博士
 研究キーワード: 薄膜工学、IT材料、光・電子材料、光ファイバーデバイス、アモルファス半導体薄膜

本研究に関するお問い合わせは、香川大学産学連携・知的財産センターまで

直通電話番号: 087-832-1672

メールアドレス: ccip-c@kagawa-u.ac.jp

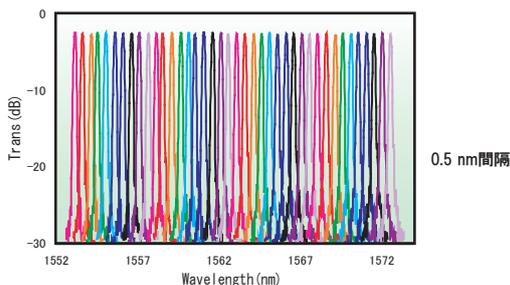
問い合わせ番号: EN-07-015

2 光束干渉法

光ファイバーに紫外レーザー光を照射することにより、光ファイバー中のコアの屈折率に周期的な大小を持たせます。その結果ファイバー長手方向に周期的な屈折率変調が得られ、周期に合致した波長 ($\lambda_A = 2 n_{\text{eff}} \lambda$) の光信号のみが反射し、他の波長の光信号はこの周期的屈折率変動を感知せず通過します。

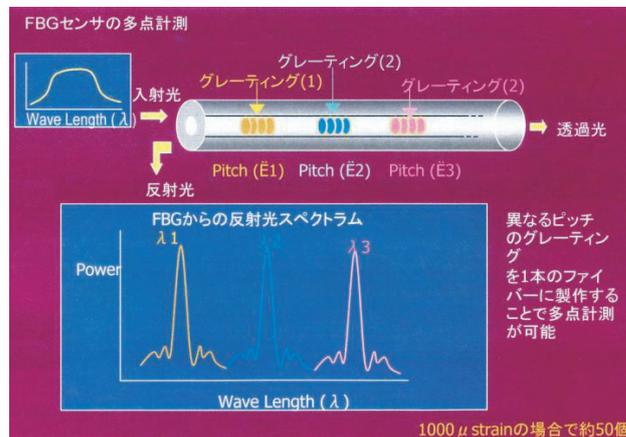
2 光束干渉法の最大の特長は、**FBG反射波長が任意に設定可能。**

- 従来法(位相マスク法)では、それぞれに位相マスクが必要。(30万円/個)×100個以上。
- この2光束干渉法では、ミラー角度制御だけで可能。



作製した40ch-FBGの反射スペクトルの例

これまでに開発してきた技術



異なるピッチのグレーティングを1本のファイバーに製作することで多点計測が可能

1000 μ strainの場合で約50個

これまでに開発してきた技術

ファイバーグレーティング製造方法の比較

少しずつ反射波長の異なるFBGを精度良く作製する技術

位相マスク法

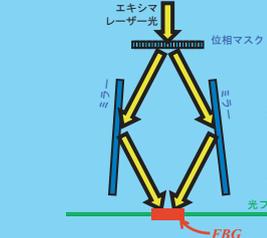
2光束干渉法

○ 長所

- ・光学系が容易。
- ・確実にFBGが描ける。

× 短所

- ・異なる波長のFBG作製には、別の位相マスクが必要。
- ・高価な位相マスク(約30万円)が数100個は必要。
- ・コストダウンが難しい。



○ 長所

- ・位相マスクは1個だけ。
- ・ミラー回転で異なるどの波長にも対応できる。

× 短所

- ・光路の調整が難しい。
- ・微弱な振動に弱。

我々の装置では、設計で解決した!

FBGは非常に単純で基本的には光ファイバーデバイスであり、光ファイバーを用いた多波長通信における合・分波器をはじめ、温度センサー、歪みセンサー、水位計など広範囲の利用が可能です(※共同研究発表HPより抜粋)

FBG の用途

光通信用

- ・FBGは、もともとインターネット等の光通信用として開発された。
- ・ITバブル崩壊の影響から、まだ回復しきれていない。

FBGの用途はセンサーへ移った。

センサー用(プラント・建造物)

- 橋脚
- トンネル
- ダム
- 発電所
- 道路
- インテリジェントビル
- 精油所/天然ガスプラント
- 雨量計
- 水位センサー
- 土砂崩れセンサー
- 津波センサー
- テロ侵入防止設備 等々

FBG を使用するときの特徴

- 電磁ノイズ環境下(例えば雷ノイズ)でも問題なし。
- 防爆要件下で使用できる。
- 信号の多重伝送が可能。
- 遠隔地測定ができる。
- 低損失
- 構造がシンプル

これからのデバイスである。

須崎研究室では、このほか液晶ディスプレイの大型化などで欠かせない半導体製造分野における機能性薄膜の作製技術や微細加工、各種材料の表面改質でのプラズマ利用、特に省エネルギー化、低価格化を意識した「大気圧低温プラズマ発生装置の試作・応用」研究も手がけています。