

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	プラスチック光ファイバ中のブリルアン散乱特性の解明とそのセンシング応用
Title(English)	A Study on Brillouin Scattering Properties in Plastic Optical Fibers for Sensing Applications
著者(和文)	林寧生
Author(English)	neisei hayashi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9880号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中村 健太郎,黒澤 実,田原 麻梨江,植之原 裕行,宮本 智之
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9880号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位（専攻分野）： 博士 Academic Degree Requested	（ 工学 ） Doctor of
学生氏名： Student's Name	林 寧生		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	中村 健太郎 教授
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「A Study on Brillouin Scattering Properties in Plastic Optical Fibers for Sensing Applications（プラスチック光ファイバ中のブリルアン散乱特性の解明とそのセンシング応用）」と題し、英文5章から構成した。

第1章「Introduction（序論）」では、研究の背景として、光ファイバセンサ技術の概要、分類、需要などを述べ、特に、ブリルアン散乱光を用いた分布型センサの原理と特徴をまとめた。そして、従来の光ファイバセンサの問題点として、ガラスで構成されたセンサ部分の機械的強度が低いことを指摘した上で、柔軟性と高い破断ひずみ限界を有するプラスチック光ファイバ(POF)をセンサ部分に使用することの意義を主張した。さらに、POFを使用した場合のセンシング性能の予測を行った後、POF中のブリルアン散乱特性の解明とそのセンシング応用の可能性を示すことが本研究の目的であるとした。

第2章「Brillouin properties in large-strain applied POFs（大歪下のPOF中のブリルアン散乱特性）」では、POFを大歪センシングに応用するための基礎となる大歪に対するPOF中のブリルアン散乱の特性を明らかにした。まず、POFケーブルの応力-歪曲線を取得し、POF特有の破断歪の大きさや弾性域から塑性域への変化のようすを述べた。次に、ブリルアン利得スペクトルの歪依存性が、20%以上の歪に対して非線形となり、変曲点も有することを明らかにし、ストークスパワーの歪依存性との併用によって歪の値を求められる可能性を示した。さらに、60%以上の巨大歪の印加により、ブリルアン周波数シフトが高周波数側に急激に移動する現象を見出し、その機構の解明を行い、これをブリルアン周波数ホッピングと名付けた。この現象とストークスパワーの歪依存性の併用による巨大歪センサへの応用可能性を述べた。

第3章「Distributed strain and temperature sensing using POFs（POFを用いた歪と温度の分布センシング）」では、ブリルアン光相関領域反射法を用いてPOFに沿って分布した歪と温度を空間位置分解して測定し、歪と温度の測定精度と空間分解能を明らかにした。実験では、歪と温度の測定精度はそれぞれ $\pm 0.09\%$ 、 $\pm 3.1^\circ\text{C}$ であり、この値は偏波変動の平均化により改善できるとした。また、最高空間分解能は、理論値23 mmに対し実測では約100 mmであった。これは光源レーザの変調特性の向上により改善できる。測定距離は、理論値18 mに対し2 mであった。これは、信号対雑音比の向上により改善できる。

第4章「Relevant work for performance improvement of POF-based Brillouin sensors（POFブリルアンセンサの性能向上に関する検討）」では、POFブリルアンセンサの性能向上に関して、5つの項目について検討を行った。(i)信号対雑音比の向上のためにPOF中の誘導ブリルアン散乱を観測した。(ii)高感度温度センシングに適したアクリル基材によるPOF中のブリルアン散乱特性の推定について検討した。(iii)センサに使用するのに適したPOFの効率的な選別手法を提案した。(iv)後から最高温度の推定ができる温度メモリ効果の付与のためにテーパ加工したPOF中のブリルアン利得スペクトルの観測を行った。(v)POFブリルアンセンサの性能限界を定める要素のひとつであるPOF中のヒューズ現象の観測について述べた。

第5章「Conclusions（結論）」では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の研究課題について述べた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	物理情報システム	専攻	申請学位（専攻分野）： 博士 Academic Degree Requested	（ 工学 ） Doctor of
学生氏名： Student's Name	林 寧生		指導教員（主）： Academic Advisor(main)	中村 健太郎 教授
			指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（英文 300 語程度）

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Brillouin scattering in plastic/polymer optical fibers (POFs) with high flexibility is applicable to distributed strain and temperature sensing. In this dissertation, first, the author fully investigated their Brillouin scattering properties. For instance, the non-monotonic large-strain dependence of Brillouin frequency shift (BFS) and what is called the BFS hopping phenomenon were experimentally observed, and their origins were clarified. Finally, by exploiting these unique features, he demonstrated POF-based distributed strain and temperature sensing with a high signal-to-noise ratio by use of Brillouin optical correlation-domain reflectometry. He also succeeded in achieving a centimeter-order spatial resolution as well as in simplifying the sensor configuration, opening a promising way to develop practical distributed sensors using POFs.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).