

内容の要旨及び審査結果の要旨

【書式 1 1】

平成 30 年 1 月 18 日

氏名（本籍）	白石正彦
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	甲 第 156 号
学位記の授与日	平成 30 年 3 月 18 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 創価大学大学院学則第 31 条第 2 項該当 創価大学学位規則第 3 条の 3 第 1 項該当
論文題目	生体センシング実現に向けたピコリットル容積の局在型表面プラズモン共鳴ファイバセンサに関する研究
論文審査機関	工学研究科委員会
論文審査委員	主査委員 PhD 窪寺 昌一 印 委員 工学博士 渡辺 一弘 印 委員 博士(工学) 西山 道子 印

<博士学位論文の要旨>

本論文では、生体センシング実現に向けたセンシング容量がピコリットル(10^{-12} L)の光ファイバセンサによる新たな光学計測手法の実現について記載されている。近紫外のフェムト秒レーザーの照射条件を最適化し、材料への非熱的加工による微小穿孔構造（穴あけ構造）を石英系光ファイバへ構築した。穿孔構造を光ファイバ型ピコリットル分光セルとみなし、セル内部に金ナノ粒子分散溶液を注入したことによる金ナノ粒子固有の光吸収スペクトルの取得に成功した。また、目的の分光セルを構築する加工実験を通して、近紫外フェムト秒レーザーによる石英系材料への加工特性について検討がされている。光吸収スペクトルは、光ファイバ伝搬光とナノ粒子の相互作用により生じる局在型表面プラズモン共鳴 (Localized Surface Plasmon Resonance; LSPR) に基づくことを実験結果と数値解析の比較検討から明らかとなった。生体分子添加によるナノ粒子凝集を利用し、それによって引き起こされる光吸収スペクトルの変化を追跡することで、提案した光学計測手法で極微量の生体分子検出を可能とした。

本論文は全 5 章で構成されている。第 1 章は序論とし、金ナノ粒子による生体センシングの利点とフェムト秒レーザーによる透明材料への加工の利点について述べ、提案する光学計測手法の新規性について示した。第 2 章では、近紫外フェムト秒レーザーを用いた光ファイバへの加工条件を最適化し、レーザー照射時間 1 秒以下で貫通する穿孔構造の光ファイバ型ピコリットル分光セルの構築について述べた。第 3 章では、構築した分光セルと金ナノ粒子分散溶液による LSPR 現象に基づく光吸収スペクトルの取得に成功し、数値解析から予想される光吸収スペクトルとの整合性を示した。第 4 章では、金ナノ粒子分散溶液に生体分子を添加し、ナノ粒子凝集による光吸収スペクトル変化の追跡手法について示した。第 5 章は結論とし、研究成果について述べた。

本論文は、近紫外フェムト秒レーザーによる加工で石英系光ファイバに容積 1 ピコリットル程度の分光セルの構築に成功し、市販される微量分光計測器の最小サンプル量のサブマイクロリットルを下回る光学計測手法の実用性を示した。センシングプローブの材料として金ナノ粒子を採用し、材料固有の光吸収の取得に成功した。特定の生体分子に限られるが、検出可能な量は 10^{-15} mol 程度 (10^{-13} g 程度) の微小な量であることを示した。

本論文の内容の一部は、信頼できる査読制度のある英文学術論文誌 2 篇 (Applied Physics A 122(9), 825 1-4 (2016), Accepted: 5 August 2016, Published online: 13 August 2016. / Optics Communications 410, 8-12 (2018), Accepted: 27 September 2017, Published online: 15 October 2017.) に掲載された。掲載された論文の 1 つは、近紫外フェムト秒レーザーによる石英系ファイバの加工実験を通して、加工における新しい特性に対する詳細な検討(加工痕の形状や内部表面の状況)について報告された。2 つ目は、近紫外フェムト秒レーザー穿孔加工によって構築された光ファイバ型分光セルを用いて、これまでにない光ファイバセンサの構造を採用した金ナノ粒子による固有の光吸収スペクトルの取得について明示された。結論として、博士学位論文の内容と研究成果は、いずれも独創的で記述も充実しており博士学位論文として価値あるものと認められる。

<論文審査結果の要旨>

上記に述べたように、本論文の内容・成果は、独創的かつ実用性に富み、記述も充実しており博士(工学)の学位論文として価値あるものと認定する。

最終試験の結果の要旨

【書式12】

平成30年1月18日

フリガナ 申請者氏名	シライシ マサヒコ 白石 正彦	専攻名	情報システム工学専攻
審査委員会委員	主査委員	窪寺 昌一	印
	委員	渡辺 一弘	印
	委員	西山 道子	印

<要旨>

最終試験は審査委員3人により申請者に対して1月18日に実施した。ここでは、学位申請者の学力および研究能力判定のための試問を行い、申請者が博士（工学）としての十分な学力と研究能力を有することを認定した。よって、審査委員会は申請者が最終試験に合格したことを認定する。