

## 博士論文審査の結果の要旨

氏名	PRINGPROMSUK SUPHASSA
学位名	博士（工学）
学位番号	甲 第 784 号
論文題目	Development of shape memory polyurethane actuator and its applications (形状記憶ポリウレタンアクチュエータの開発と応用に関する研究)
論文審査委員	主査 小林 俊一 倪 慶清 夏木 俊明 鈴木 大介 邱 建輝 (秋田県立大学) FU SHAOYUN (重慶大学, 中国)

(博士論文審査の結果の要旨)

本学位申請論文は、形状記憶ポリウレタン (SMPU) ゲルを開発し、熱および電場刺激によってソフトアクチュエーター機能が発現し、実応用も検討したものである。本論文は、その研究成果をまとめて7章から構成されている。主な研究内容は以下に示す。

- (1) 開発された SMPU ゲルはセンサやアクチュエータとして多機能を有するもので、DBA または CNC を添加することでヒトのインプラントに近い、ソフトな SMPU ゲルを開発できた。双方向形状記憶を有しており、収縮率は  $34.24 \text{ V}/\mu\text{m}$  の電界で 6.76% に達している。TMA 試験において 80% の高い歪みまで伸びる十分な柔軟性を持つまた速い形状回復応答性を示された。
- (2) DBA 含有量を調整することにより人体温度範囲内で熱刺激による形状回復作動性を改善することができた。可塑化された SMPU チューブは、純粋な SMPU チューブよりも  $37^\circ\text{C}$  で速い形状回復性を示した。
- (3) 生体材料用の形状として、チューブアクチュエータが設計開発され、円周方向の収縮と膨張による形状回復性を調査した。熱刺激において SMPU/DBA ゲルチューブは、大きい回復が  $37^\circ\text{C}$  から始まり、直径方向 83% の管状回復を示した。電場刺激において、CNC を組み込むことで厚さ方向の回復率が 11.58% に達した。
- (4) 生体医学応用の可能性を調査するため、生体外での生体適合性実験を行った。細胞接着試験では SMPU ゲルが非毒性を示し、細胞増殖試験では SMPU/DBA および SMPU/PEG が細胞増殖を示した。また生体外実験で NH3T3 マウス細胞の細胞接着および増殖は確認できた。

以上を総合して、本学位論文の学術的価値及び工学応用に対する有用性が認められ、審査委員全委員一致して博士学位論文に値すると判断した。また、本論文は開発された SMPU ゲルの熱および電気刺激に対する多機能性応答、ソフトマイクロアクチュエータや人工血管など実用面における応用を系統的に検討したものであり、その研究内容は、学術的新規性があり、工学分野における応用展開が期待される。その研究内容は博士（工学）の学位論文としての審査に値するものと判断する。

(公表主要論文名)

- [1] **Suphassa Pringpromsuk**, Hong Xia, Qing-Qing Ni, Multifunctional stimuli-responsive shape memory polyurethane gels for soft actuators. Sensors and Actuators A, Physical, 313, 112207, 2020. (Appeared in the journal published in July, 2020)
- [2] **Suphassa Pringpromsuk**, Hong Xia, Qing-Qing Ni, Thermal triggering on plasticized shape memory polyurethane actuators and its tubes target to biomedical applications. Sensors and Actuators A, Physical, 332, 113164, 2021. (Appeared in the journal in Dec, 2021)