

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	天神林 瑞樹	
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士(工学)	白鳥 世明
	副査	慶應義塾大学教授	Dr. sc. nat.	チッテリオ ダニエル
		慶應義塾大学教授	工学博士	今井 宏明
		慶應義塾大学教授	工学博士	朝倉 浩一
(論文審査の要旨)				
<p>学士(工学), 修士(工学) 天神林瑞樹君提出の学位請求論文は「Development of Biomimetic Functional Materials by Wettability Control」(バイオミメティクスによる材料の濡れ性制御と高機能化に関する研究)と題し, 6章から構成されている。</p> <p>近年の分子科学・ナノサイエンスの急速な発展に伴い, 自然界の優れた機能から着想を得る「バイオミメティクス」による材料・システム設計が注目を集めている。特に蓮の葉の撥水性に代表される生体機能から着想を得た濡れ性制御技術は, その汎用的な特性から工業・医療材料を初めとした幅広い分野への応用展開が期待されている。つまり本技術の課題は, 生体機能を再現する手法の新規提案, および耐摩耗性や透明性などの実用化に向けた機能性の付与である。</p> <p>そこで本研究では, バイオミメティクスに基づく濡れ性制御技術を用いることで, 生体機能を再現した材料の設計手法を新規提案している。さらに機能材料の濡れ特性を活かして防汚コーティング材, 油水分離材, バイオセンサ, マイクロ流体デバイスの高機能化に着手している。</p> <p>第1章では, バイオミメティクスによる機能性材料の背景を概説している。</p> <p>第2章では, 蓮の葉の表面構造の模倣による撥水性薄膜材料の設計手法を検討している。まず, 工業的な用途に向けて撥水表面の課題である耐摩耗性の改善手法を, 撥水性ナノ粒子・接着樹脂による複合構造を用いて検討している。その結果, ナノ粒子と樹脂層による階層構造が, 50 kPaの圧力下での摩耗に対して撥水性を維持することを見出している。次に, 医療用途に向けた撥水性センサ材料の設計手法を考案している。</p> <p>第3章では, 水と油に対して選択的な濡れ性を有する撥水・親油性コーティング材料の設計手法を検討している。本技術は支持体の表面化学修飾による油水分離技術への応用が期待されているが, 支持体の選択性や大面積製造に課題が存在する。そこでタイリクウズグモの巣が帯電する特性から着想を得ることで, 様々な支持体に対して化学修飾に依存することなく, 貼り付け可能な撥水親油性自立シートを設計している。</p> <p>第4章では, 新規防汚表面として撥水液体保持平坦表面(SPLASH: Surface with π interaction liquid adsorption, smoothness, and hydrophobicity)を開発している。SPLASHはウツボカズラの捕食器から着想を得た防汚表面技術を更に発展させたものである。ウツボカズラは内壁に潤滑液を分泌させることで餌を消化器に滑落させる特性があり, 撥水性液体を表面に導入することで, 水滴が滑落するコーティング材料の開発が可能である。従来は, 多孔質表面を作製することで毛管力を利用して液膜保持を行っていたが, SPLASHは平坦表面に対してπ電子相互作用によって液膜を保持することができる。SPLASHは滑落性能・機械耐久性に関して従来技術への優位性を示している。</p> <p>第5章では, サボテンのとげの異方的な濡れ特性から着想を得た液体輸送表面の設計方法を検討している。サボテンのとげ上では, 水滴はとげの先端から表皮に向かって一方向の移動を示す。そこで液体の付着力の異なる撥水パターンニング表面を設計することにより, 液体が設計した方向に輸送されるコーティング材を開発している。さらに本技術を用いて液体が付着残りを示すことなく輸送可能なマイクロ流体デバイスを構築している。</p> <p>第6章では, 本研究の成果を総括しバイオミメティクス機能材料の展望について述べている。</p> <p>以上要するに, 本論文は自然界が持つ様々な機能特性を模倣し, 材料の濡れ性制御及び機能付与を行うことで, 高機能性材料への応用を提案している。これらの技術と知見は, 機能性材料の技術革新に繋がり, さらに本論文で見出した濡れ性制御技術による機能性材料は, 工業分野の発展に大きく貢献するものである。したがって, 本論文は材料科学分野において工学上, 工業上寄与するところが少なくない。よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>				

学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（マテリアルデザイン科学専修）科目担当者と試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。
--------	---