

氏 名	陳 杰 璐
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 乙 第 74 号
学位授与の日付	平成 11 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	低温プラズマ処理及びグラフト重合法による繊維・高分子材料の表面改質
審 査 委 員	(主査) 教 授 林 良 之 教 授 川 端 成 彬 教 授 上 田 充 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、低温プラズマ処理及びグラフト共重合法による繊維・高分子材料の表面改質とその機構について基礎から応用までの研究である。論文は全七編から構成されている。

第 1 編においては、まず、低温プラズマ処理及びグラフト共重合法による繊維・高分子表面改質の現状における問題点をより深く検討し、解決するための新たなアイデアについて論じている。

第 2 編においては、ESR を用いて、プラズマ処理により、繊維基質中に生成するラジカルとプラズマ放電条件及び繊維・高分子微細構造との相関関係を検討した。生成したラジカルの安定性、寿命を熱処理試験及び経時変化試験により明らかにした。更に、ラジカル生成挙動に対する低温プラズマから発光する紫外線の役割を詳細に検討した。

第 3 編においては、Zisman らの提案した臨界表面張力の理論と Fowkes 式による固体表面張力の評価方法に基づいて、界面における分子間相互作用という基礎的な観点から低温プラズマ処理による繊維・高分子材料表面濡れ特性を解析し、ESCA 分析から得られた極表面層の元素組成及び官能基の化学情報を関連づけることにより、高分子表面濡れ特性と表面化学構造との相関関係及び変動因子を詳しく検討した。この中で酸素低温プラズマに関する新しい特異な挙動を発見した。実用面からは有用な大気圧でのコロナ放電による低温プラズマ処理した PVC 表面特性と表面化学構造との関係も検討した。

第 4 編は、繊維製品の高付加価値化を目指して、繊維・高分子内部基質と表面との二つの性能を如何に共存させるか、という問題を中心とする研究である。

第 5 編においては、前編の基礎研究に基づいて、応用の立場から、自ら設計製作した低温プラズマ処理装置を用いて、低温プラズマ表面処理法及び低温プラズマ開始グラフト重合法で、新合繊の染色性改質、難染性苧麻の深色加工、絹精錬法の簡便化等の試みを行った。プラズマ処理条件と繊維表面熱力学電位、濡れ特性、減量率、結晶化度などの因子間の相関性及び経時変化について系統的に検討した。また、低クロム省エネルギー低汚染羊毛染色プロセスの開発についても試みた。

第 6 編は、吸着機能性繊維の開発を目指し、レドックス系を利用し、窒素雰囲気を用いずに、ホモポリマーを極力生じさせない簡単なグラフト共重合方法を探求する研究である。機能性繊維合成過程において、開始剤の選択、製作条件及び生成したグラフト繊維の力学性能、化学構造、反応機構、吸着性能など基礎から応用にわたり詳細に検討した。活性炭に匹敵する染色排水脱色、または重金属回収に有効な吸着機能性繊維が合成できた。

第 7 編においては、以上の研究結果を総括した上に、現在の問題点と将来性を議論した。

論文審査の結果の要旨

本論文では、低温プラズマ処理及びグラフト重合の二つの技術を中心に、繊維・高分子材料表面の改質について、基礎から応用までの研究を行うことにより、プラズマ反応の挙動とその影響因子、表面濡れ特性と表面化学組成の相関性及び変動因子についての規則性を解明した。その結果、印刷適性、接着性、撥水性、防汚性、染色性能、吸着性能等の機能性付与の諸条件を解明した。特に、酸素プラズマ処理の特異挙動及び経時変化の新規な結果はこの分野の研究に重要な意義を与えた。本論文の内容は以下に示す17編の論文〔内4編は国際学術雑誌(*)、9編は中国自然科学先端誌(**)]として掲載(印刷中を含む)されている(1編国際学術誌に投稿中)。

1. ***Chen Jie-rong**, Wang Xue-yan, Tomiji Wakida, Wettability of Poly (ethylene Terephthalate) Film Treated with Low Temperature Plasma and Theirs Surface Analysis by ESCA, Journal of Applied Polymer Science (1998, in press)
2. ***Chen Jie-rong**, T. Wakida, Studies on the Surface Free Energy and Surface Structure of PTFE Film Treated with Low Temperature Plasma, Journal of Applied Polymer Science, **63**: 1733-1739 (1997)
3. ***Chen Jie-rong**, Study on Free Radicals of Cotton and Wool Fibers Treated with Low Temperature Plasma, Journal of Applied Polymer Science, **62**: 1325-1329 (1996)
4. ***Chen Jie-rong**, Free Radicals of Fibers Treated with Low Temperature Plasma, Journal of Applied Polymer Science, **42**: 2035-2037 (1991)
5. ****Chen Jie-rong**, Studies on the Surface Wettability and Surface Structure of Polyester Treated with Low Temperature Plasma, Chemical Journal of Chinese Universities, **18**(3): 461-471 (1997) (Chinese)
6. ****Chen Jie-rong**, Graft Copolymerization of Acrylamide onto Cotton Fiber Initiated by Ceric Salt, Journal of Shaanxi Normal University, **25**(1): 73-75 (1997) (Chinese)
7. ****Chen Jie-rong**, Preparation of Fibrous Anion Exchange Cotton Containing Weak Base and its Application in the Color Removal from Waste Water in the Dyeing Process, Journal of Shaanxi Normal University, **27**(3) (1999, 3, in press)
8. ****Wang Xue-yan, Chen Jie-rong, Wei Zheng, Li Min**, Application of Low Temperature oxygen Plasma to Wool Dyeing, Dyeing and Finishing, **24**(7): 13-14, 35 (1998) (Chinese)
9. ****Wang Xue-yan, Chen Jie-rong, Han Hai-yan**, Study on Dyeing Kinetics of Plasma Treated Spun Silk, Dyeing and Finishing, **24**(4): 11-13, (1998) (Chinese)
10. ****Wang Xue-yan, Chen Jie-rong, Li Zun-Chao, Zhao Peng-hui**, An Application of Plasma Technique to Ramie Fabric Pretreatment, Dyeing and Finishing, **23**(4): 5-9, (1997) (Chinese)
11. ****Wang Xue-yan, Chen Jie-rong, Xie Guang-qiang**, An Application of Low Temperature Plasma Grafting Technique to Polyester Modification, Dyeing and Finishing, **23**(3): 5-8, (1997) (Chinese)
12. ****Wang Xue-yan, Chen Jie-rong, Wei Zheng, Li Min**, Application of Low Temperature Plasma to Wool Dyeing of Acid Mordant Dye, Wool Textile Journal, **(3)**: 47-49, (1998) (Chinese)
13. ****He Yao, Chen Jie-rong**, A Study of Wool treated Low Temperature oxygen Plasma, Wool Textile Journal, **(2)**: 32-37, (1997) (Chinese)
14. Wang Xue-yan, **Chen Jie-rong**, Liu Xiao-hua, The Deep and Brilliant Dying Process under Ordinary Pressure of Polyester Treated Low Temperature Plasma, Textile Technology Overseas, **(3)**: 21-23, (1998) (Chinese)
15. Wang Xue-yan, **Chen Jie-rong**, Che Jiang-ni, Mao Qin-chuan, A study on Spun Silk Scouring by Low Temperature Plasma, Shaanxi Textile, **(3)**: 16-18, (1997) (Chinese)

16. **Chen Jie-rong**, Qiu Wu-guang, ESR Study on Natural fibers Treated with Low Temperature Plasma, Chemical Research and Application, **3**(2): 94-97 (1991) (Chinese)
17. Tomiji Wakida, Keiji Takeda, **Chen Jie-rong**, Itsuo Tanaka, and Toru Takagishi, Free Radicals in Aramid Fiber Treated with Ultraviolet Radiation and Low Temperature Plasma, Chemistry Express, **3**(4): 203-206 (1998)
18. **Chen Jie-rong**, Tomiji Wakida, The Effect of Low Temperature Plasma of Glow Discharge under Atmospheric Depression and of Corona Discharge under Atmospheric Pressure on Surface of Polyvinylchloride Film, Journal of Applied Polymer Science, (1998) (Contributing Paper)