

氏 名	とき の せい じ 解 野 誠 司
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 92 号
学位授与の日付	平成 7 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科・専 攻	工芸科学研究科材料科学専攻
学 位 論 文 題 目	大気圧低温プラズマ処理による繊維、高分子材料の表面改質に関する研究
審 査 委 員	(主査) 教 授 脇田登美司 教 授 梶原莞爾 教 授 松尾達樹

論 文 内 容 の 要 旨

繊維、高分子材料の表面特性は、濡れ、接着、はっ水はっ油、摩擦、光の反射などに関連して、機能的、感覚的性能に重要な役割を果たしている。低圧グロー放電による低温プラズマ処理は表面処理技術として注目されているが、設備費や生産効率の立場から工業的な応用に対して障害となっている。本研究では、He / Ar、アセトン / Ar 大気圧低温プラズマによる表面処理および繊維加工への応用について検討したもので、4 章からなっている。

第 1 章は緒論で大気圧低温プラズマによる表面処理に関する研究、技術の動向および研究の目的、背景について述べている。

第 2 章では大気圧低温プラズマ処理した繊維、高分子材料の表面特性について考察している。He 雰囲気中で大気圧低温プラズマの発生することはすでに知られているが、He は高価であるため、本研究では Ar を希釈ガスとして用いる系について検討し、Ar を主体に同量程度の He の添加、および Ar をアセトンの蒸気中に通すことによって安定なプラズマの発生する事を見出し、均一な低温プラズマ状態が得られた。羊毛、ポリエステルを He / Ar、アセトン / Ar 系で大気圧低温プラズマ処理を行い、その表面特性を繊維物については水浸透性を、フィルムについては水接触角、臨界表面張力、SEM、ESCA 分析をもとにして検討した。大気圧低温プラズマ処理によって PET フィルムの水接触角が低下し、臨界表面張力が増大した。また ESCA 分析では O_{1s} 強度が増大した。酸素成分の取り込みが著しく増大し、含酸素官能基として $-C-OH$ 、 $-COOH$ が生成することを確認した。またポリフェニレンスルフィド (PSS) フィルムの大気圧低温プラズマ処理でも酸素成分が増大した。 C_{1s} および S_{2p} スペクトルの波形分離から、PPS の大気圧低温プラズマ処理ではベンゼン環の炭素に対する酸素の導入だけでなく、主鎖のスルフィドの硫黄の酸化によってスルフォン $-S(=O)_2-$ が著しく生成する事を認めた。また 6 種類のエンジニアリングプラスチックフィルムを大気圧低温プラズマ処理後熱処理した試料について、表面張力が非極性力と極性力よりなると考えた Wu の式をもとにして非極性表面張力成分と極性表面張力成分の変化を求めた。大気圧低温プラズマ処理によって得られた親水性が、熱処理によって低下した。また ESCA 測定から熱処理による化学組成の変化が比較的小さいことから、ESCA 測定の検出深さよりも浅い表面近傍での官能基の挙動が濡れ性に大きく関係していると推測できる。

第 3 章では大気圧低温プラズマ処理の繊維加工への応用について検討した。He / Ar 大気圧低温プラズマ処理した羊毛は酸性染料の染色速度の増大ばかりでなく、リミング型酸性染料については飽和染着量も増大した。また羊毛織物の大気圧低温プラズマ処理によって、洗濯収縮を防ぐことが出来た。低圧低温プ

ラズマ、スパッタエッチング等の放電加工が高分子材料の接着性改良に有効である事が指摘されているが、エンジニアリングプラスチックフィルムや織物の He / Ar 大気圧低温プラズマ処理によって接着性増大の効果が認められた。SEM 観察から粗面化は認められないので、大気圧低温プラズマ処理による接着性向上は極性基の導入による表面張力増大の寄与が大きいと考えられる。

第4章は繊維、高分子材料の大気圧低温プラズマ処理に関する研究を総括したもので、真空系を必要としないことは経済性、生産性に有利で、今後の研究の必要性について述べている。

論文審査の結果の要旨

低圧グロー放電の低温プラズマによる表面改質についてはすでに多くの研究が行われている。乾式系による処理として公害問題も少なく、基質固有の特性を保持しながら表面性質だけを変える加工として興味をもたれているが、真空系による設備費の増大、バッチ式による生産性の低下などの点で問題が残されている。大気圧低温プラズマ処理は設備が非常に簡単で、連続加工ができるために実用的にも興味深い。本研究では He より安価な Ar を用いる系について検討し、Ar にアセトン蒸気度を添加する方法と Ar に He を同量程度混合する方法によって低温プラズマの発生することを見出した。このような混合系による大気圧低温プラズマ処理によって処理した繊維、高分子材料の表面特性の考察から、低圧グロー放電による低温プラズマ処理と同程度に表面改質効果が得られることを明らかにしている。これらの応用可能性に関連して、大気圧低温プラズマ処理が羊毛の染色性向上および羊毛織物の防縮性に有効であり、織物やフィルムの接着性向上にも有利であることを明らかにした。

これらの結果から、大気圧低温プラズマ処理は実際の加工法としてもグロー放電低温プラズマ処理に比適する表面処理効果が認められた。真空系を必要としないことは経済性、生産性に有利な事柄であるので、応用範囲の広い有効な表面改質技術であると考えられる。大気圧低温プラズマの応用研究は緒についたばかりで、今後の技術的な可能性について検討するためにさらに繊維、高分子加工の基礎的および応用の観点から研究事例を蓄積することが望ましい。

本論文作成にあたって発表および発表予定の論文は次の通りである。

- 1) Surface Characteristics of Wool and Poly(ethylene Terephthalate) Fabrics and Film Treated with Low-Temperature Plasma Under Atmospheric Pressure.

Tomiji Wakida, Seiji Tokino, Shouhua Niu, Haruo Kawamura, Yukihiro Sato, Muncheul Lee, Hiroshi Uchiyama and Hideo Inagaki
Text. Res. J., 63, 433 (1993)

- 2) Surface Characteristics of Polyshenylene Sulfide(PPS) Film Treated by Discharge Plasmas.

Yukihiro Sato, Seiji Tokino, Tomiji Wakida, Tetsuya Sato, Hiroshi Uchiyama, and Chizuko Doi
Sen-i Gakkaishi, 50, 195 (1994)

- 3) Dyeing Properties of Wool Treated with Low-Temperature Plasma Under Atmospheric Pressure.

Tomiji Wakida, Seiji Tokino, Shouhua Niu, Muncheul Lee, Hiroshi Uchiyama and Masami Kaneko
Text. Res. J., 63, 438 (1993)

- 4) Laundering shrinkage of wool fabrics treated with low-temperature plasma under atmospheric pressure.

Seiji Tokino, Tomiji Wakida, Hiroshi Uchiyama and Muncheul Lee
J. Soc. Dyers Colourist, 109, 334 (1993)

- 5) 大気圧低温プラズマ処理フィルムおよび織物の接着性に及ぼす表面特性の効果

解野誠司、脇田登美司、佐藤幸弘、紀村健、内山宏
繊維学会誌 投稿中

6) 大気圧低温プラズマ処理した各種フィルム表面の熱処理に対する耐久性

解野誠司、脇田登美司、佐藤幸弘、紀村健、内山宏

繊維学会誌 投稿中