

コロナ放電法を用いたガラス親水表面の形成

Fabrication of hydrophilic surface on a glass plate using corona discharge method

池田 弘、永松有紀、清水博史

九州歯科大学 口腔機能学講座 生体材料学分野

Hiroshi Ikeda, Yuki Nagamatsu, Hiroshi Shimizu

Division of Biomaterials, Department of Oral Functions, Kyushu Dental University

Abstract A soda-lime-silicate glass plate was treated by using a non-contacted corona discharge method in order to fabricate a hydrophilic layer on the glass surface. Protons were generated by the corona discharging and introduced into the glass surface. Sodium ions in the glass surface layer of 3 μm were exchanged with the introduced protons and discharged from the opposite surface of the glass plate. As a result, silanol groups were formed in the glass surface layer.

(いわゆる窓ガラス)を用いた。ガラス試料の形状は、厚さ 1 mm、20 mm×20 mm の板状とした。

1. はじめに

窓ガラスなどの一般的なガラスは、ナトリウムイオンやカリウムイオンなどを数十%程度含有している。これらアルカリイオンを多量に含むガラスは、空気中の水分や炭酸ガスと反応し、ガラス表面から徐々に溶出する。アルカリイオンの溶出したガラス表面は、空気中の水分から H^+ を取り込み、シラノール基などの水酸基が形成されることが知られている。

このような現象は、ガラスの化学的耐久性や機械的性質の劣化を招くため、種々の手法を用いたガラス表面の改質が試みられている¹⁾。

コロナ放電は、針状の電極に高電圧を印可することにより局所的な大気圧プラズマを発生させ、イオン化したガスを材料表面に照射することにより表面改質が可能である²⁾。本研究では、ガラス表面改質技術への応用を目的とし、コロナ放電によってガラス表面で起こる現象について検証した。

2. 手法

ガラス試料として市販のソーダライムシリケートガラス

コロナ放電処理は、図1に示す構成で行った³⁾。まず、ガラス試料をカーボン電極に乗せ、針状電極との距離を 5 mm とした。次に、電気炉内を 5% H_2 -95% N_2 雰囲気置換し、100°Cまで昇温した。炉内の温度が安定した後、針状電極とカーボン電極間に約 6kV の電圧を印加することでコロナ放電処理を行なった。コロナ放電処理を所定の時間行った後、印加電圧を取り除き、室温まで徐冷した。コロナ放電を行ったガラス試料は、マイクロカッターで切り出し、断面を光学顕微鏡にて観察した。ガラス中の組成分布は、エネルギー分散型 X 線分光分析 (EDX) を用いて行った。ガラス試料中のシラノール基は、フーリエ変換型赤外吸収スペクトル (FT-IR) にて分析した。

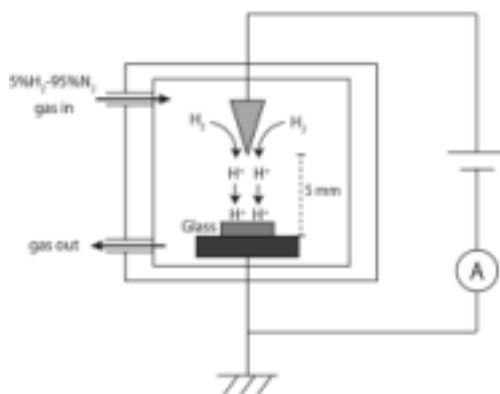


図 1 コロナ放電処理装置の概略図³

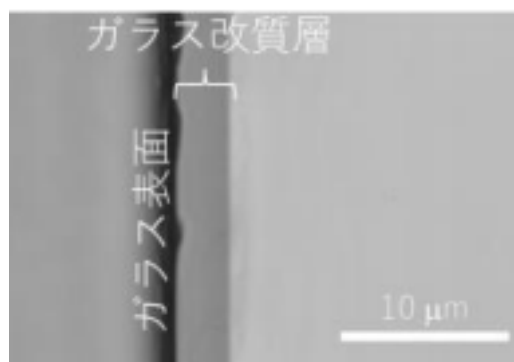


図 2 コロナ放電処理を行ったソーダ石灰シリケートガラスの断面の光学顕微鏡写真

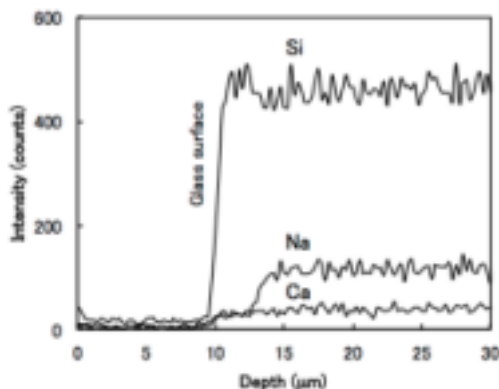


図3 EDX によって求めたコロナ放電処理を行ったソーダ石灰シリケートガラスの断面の組成分布

3. 実験結果

図 2 に、12 時間のコロナ放電処理を行ったガラス試料の断面(アノード側)の光学顕微鏡写真を示す。コロナ

放電を行ったガラス表面に約 $3\mu\text{m}$ の改質層が観察された。この改質層を明らかにするため、EDX にて組成分析を行った(図 3)。この結果から、ガラス表面に約 $3\mu\text{m}$ のナトリウム欠乏層が生じていることが観察された。一方、ガラスの裏面を分析したところ、炭酸ナトリウムの析出が見られた。これらの結果から、コロナ放電処理によってガラスの表面から裏面にナトリウムイオンが移動することがわかった。

さらに、FT-IR を用いてナトリウム欠乏層に含まれるシラノール基について調べた。その結果、コロナ放電処理したガラスにおいて、 3500cm^{-1} 付近にシラノール基に帰属される吸収ピークの増加が確認された。さらに、Two band 法⁴を用いてシラノール基の濃度を算出したところ、シラノール基の増加量とガラス表層から移動したナトリウムイオンの濃度が一致した。以上の結果から、コロナ放電によってソーダ石灰シリケートガラス表面にプロトンが導入され、ナトリウムイオンと置換することによりガラス表面にシラノール基が形成されることが明らかとなった。

4. おわりに

コロナ放電によってソーダ石灰シリケートガラス表面にプロトンが導入され、ガラス表層の $3\mu\text{m}$ にシラノール基が形成された。本研究から、コロナ放電はガラスやセラミックスなどの表面の親水化に有効な手段であることが示された。今後、コロナ放電の接着前処理などへの応用が期待される。

参考文献

1. H. An, S. Fleming, "Near-anode phase separation in thermally poled soda lime glass", Appl. Phys. Lett. 88, 181106 (2006)
2. J. A. Giacometti, O. N. Oliveira, "Corona Charging of Polymers", IEEE. T. Electr. Insul. 27, 924-943 (1992). 3.

H. Ikeda, D. Sakai, S. Funatsu, K. Yamamoto, T. Suzuki, K. Harada, J. Nishii, "Generation of alkali-free and high proton concentration layer in a soda lime glass using non contact corona discharge", J. Appl. Phys. 114, 063303 4.

H. Behrens, A. Stuke, "Quantification of H₂O contents in silicate glasses using IR spectroscopy - a calibration based on hydrous glasses analyzed by Karl-Fischer titration", Glass Sci. Technol. 76, 176-189 (2003)