



車両等に装備するためのポリカーボネート窓の 表面改質に関する研究

新中 新二* 井上 成美** 大越 昌幸** 野尻 秀智**
植田 博臣*** 岩井 和史*** 中村 先男***

Study on Surface Reforming of Polycarbonate Windows for Vehicles

Shinji SHINNAKA* Narumi INOUE** Masayuki OKOSHI** Hidetoshi NOJIRI**
Hiroomi UEDA*** Kazufumi IWAI*** Sakio NAKAMURA***

1. プロジェクト研究の概要

近年、発達の目覚ましい電気自動車の分野では、エネルギー効率改善のための重量軽減の検討が必須である。車両を構成する部品の中で、窓ガラスの占める重量割合は大きい。これを、プラスチック（主としてポリカーボネート等）で置き換える事は、車体重量の軽量化、すなわち電気消費量の低減につながり、航続距離の増加をはかることができる。

ポリカーボネートは耐衝撃性において優れた特徴を有するが、引っ掻き傷等につきやすく、耐薬品性、耐候性においても問題があり、透明性が損なわれやすい。

我々はこれ迄、高分子材料であるシリコンゴムに真空紫外レーザーである 157 nm の F₂ レーザー光を照射するとシリコンゴムがガラスに改質される事を見い出し報告している^{1,2)}。

本プロジェクトではこの技術を応用して、ポリカーボネート表面に、プライマーを介し、液体シリコンを塗布して真空紫外光を照射することでその表面をガラス化することにより、ガラス並みの表面硬度を有する車両用軽量窓を開発する事を目的とする。

2. 実験方法

厚さ 3 mm のポリカーボネート板上に、厚さ 4 μm のアクリルプライマーをコーティングした後、シリコンハードコートを膜厚 5~8 μm の範囲にてコーティングした。その後、波長 172 nm の Xe エキシマランプを照射して、シリコンハードコート層の表面改質を行った。表面改質層の化学組成をフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) の ATR 法を用いて測定した。耐摩耗性は、テーバー摩耗試験 (ASTM D1044) により調べた。図 1 にテーバー摩耗試験機 (東洋精機製 TS) を示す。またテーバー摩耗試験の回転数は 1000 回転、荷重は 500g、摩耗輪は CS-10F typeIV を用いた。

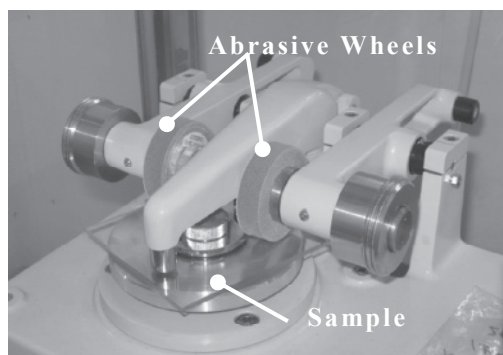


図 1 テーバー摩耗試験機

*教授 電気電子情報工学科
Professor, Dept. of Electrical and Electronic Information
Engineering
**客員教授 工学研究所
Guest Professor, Research Institute for Engineering
***客員研究員 工学研究所
Guest Researcher, Research Institute for Engineering

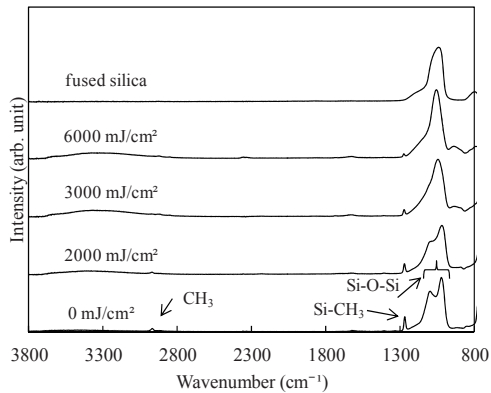
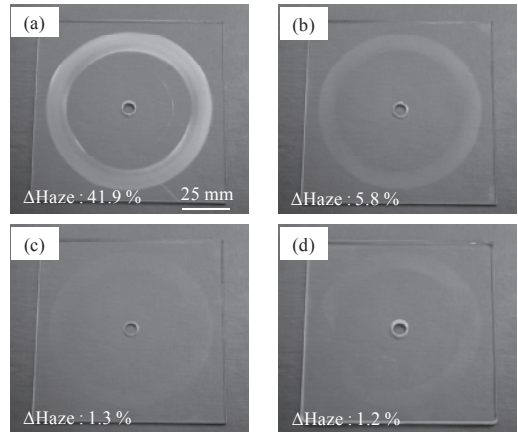


図2 赤外分光分析 (FT-IR) スペクトル

3. 表面改質層の化学組成

図2はXeエキシマランプをシリコンハードコートに照射したときの試料表面の赤外分光分析 (FT-IR) スペクトルを示している。Xeエキシマランプの照射量は2000, 3000, 6000 mJ/cm²とした。Xeエキシマランプ未照射の試料には、1270 cm⁻¹にSi-CH₃結合のピークが、2970 cm⁻¹にCH₃結合のピークが認められた。また、1025および1100 cm⁻¹にシロキサン結合を示す2つのSi-O-Si結合が見られた。一方、Xeエキシマランプを照射すると、Si-CH₃およびCH₃結合のピークは減少し、Si-O-Si結合のピーク形状が変化してくることがわかった。この時、照射量が多くなるに従って、Si-CH₃およびCH₃結合のピークが減少しているのはXeエキシマランプの照射により最表面から、その下層にSiO₂改質層が徐々に形成されることにより、SiO₂改質層の厚みが増しているためである。参照試料として測定した合成石英ガラス (SiO₂) 板と比べると照射量6000 mJ/cm²のシリコンハードコートとほぼ同じスペクトルが得られた。したがって、Xeエキシマランプ照射によって、ポリカーボネート上のシリコンハードコートをSiO₂に改質できることが明らかとなった。

次に、Xeエキシマランプで改質された試料の耐摩耗性を調べるために、テーバー摩耗試験を行った (図3)。テーバー摩耗試験の値は試料の摩耗試験前後のHaze (曇価) 値を測定し、その差分をΔHazeとして示している。すなわち、ΔHaze値が大きいかほどが摩耗による擦傷が多いことを示しており、耐摩耗性が良い試料のΔHaze値は低い値となる。



(a)ポリカーボネート, (b)シリコンハードコート

(c)Xeエキシマランプ照射シリコンハードコート, (d)ガラス

図3 テーバー摩耗試験後の試料

(a)ポリカーボネートのみの場合、摩耗輪の跡がはっきりと示されΔHazeの値は41.9%であった。一方、シリコンハードコートが施されたポリカーボネートでは、(b)のように、摩耗輪の跡が薄くなっていることがわかる。さらにXeエキシマランプを照射すると、摩耗輪の跡はさらに薄くなって、ΔHazeの値は1.3%まで低くなり、(d)のガラスと同等な値となった。このように、Xeエキシマランプを照射してシリコンハードコートの表面にSiO₂改質層を形成することにより、高い耐摩耗性を発現できることが分かった。

4. まとめ

シリコンハードコートがコーティングされたポリカーボネートに、Xeエキシマランプを照射することにより、表面にSiO₂改質層を形成することができ、その改質膜がテーバー摩耗試験において、ガラスに匹敵する耐摩耗性を示すことを明らかにした。

5. 参考文献

- (1) H. Takao, H. Miyagami, M. Okoshi, and N. inoue: "Microlenses fabrication on silicone rubber using F₂ laser", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.44, No.4A (2005) pp.1808-1811.
- (2) M. Okoshi, T. Kimura, H. Takao, N. inoue and T. Yamashita: "Photochemical modification of silicone films using F₂ laser for selective chemical etching", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.43, No.6A (2004) pp.3438-3442.