

有機シランを中間層に導入した DLC/ポリプロピレンの酸素バリア性 Gas barrier property of DLC/polypropylene with an organosilane interlayer

慶大理工¹, キリンホールディングス²

○(M1)川島 夢生¹, (M2)牧 良洋¹, 山崎 照之², 本村 考平², 堀田 篤¹

Keio Univ.¹, Kirin Holdings Co., Ltd.²,

○Mu Kawashima¹, Yoshihiro Maki¹, Teruyuki Yamasaki², Kohei Motomura², Atsushi Hotta¹

E-mail: hotta@mech.keio.ac.jp

1. 緒言

ポリプロピレン (PP) は柔軟性に優れ、飲料容器のキャップ部分に用いられている。しかし、PP は酸素を透過しやすく、容器内の飲料が酸化劣化するため、酸素バリア性の向上が求められている。これまで、硬質薄膜のダイヤモンドライクカーボン (DLC) を PP 上に成膜したが、DLC 薄膜にクラックが生じ、酸素バリア性は大幅に向上しなかった。そこで、クラックの発生を抑制するために、有機シランを DLC と PP の中間層として導入した。本研究では、有機シランの中でも、特に人体に無害である 3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン (MPTMS) に着目した。図 1 に MPTMS の構造式と反応機構を示した。MPTMS は図 1 (b) に示した加水分解反応が生じにくいいため、エタノール水溶液で希釈することで反応性の向上が期待される。そこで、MPTMS を中間層に導入することで PP の酸素バリア性向上を目指した。

2. 試料作製および実験方法

まず、PP ペレットを 180°C に加熱圧縮することで PP フィルムを作製した。次に、MPTMS とエタノール水溶液で 2% に希釈した MPTMS 溶液をそれぞれ準備し、PP 上にスピコートした。各 MPTMS 薄膜上に低圧プラズマ CVD 装置により膜厚 50 nm の DLC 薄膜を成膜した (DLC/MPTMS/PP、DLC/MPTMS2/PP)。作製した各試料について酸素透過率を測定した。また、レーザー顕微鏡を用いて各 DLC 薄膜の表面形状の解析を実施した。

3. 結果と考察

各試料の酸素透過率を図 2 に示す。PP、DLC/PP、DLC/MPTMS/PP の酸素透過率は各々 887.2、301.4、150.5 cm³/m²/24 h/atm であった。希釈を施した DLC/MPTMS2/PP の酸素透過率は 23.0 cm³/m²/24 h/atm であり、酸素バリア性

は、無希釈の場合と比べて約 6.5 倍、PP と比べて約 39 倍向上した。また、各 DLC 薄膜の表面形状を図 3 に示した。無希釈ではクラックが生じた。希釈した場合には、しわが生じるに留まった。したがって、希釈を施すことで、クラックの発生が抑制されたために、高い酸素バリア性を示したことが考えられる。

4. 結言

DLC/PP の中間層として MPTMS を希釈して成膜することでクラックが抑制され、PP と比較して酸素バリア性が約 39 倍に向上した。

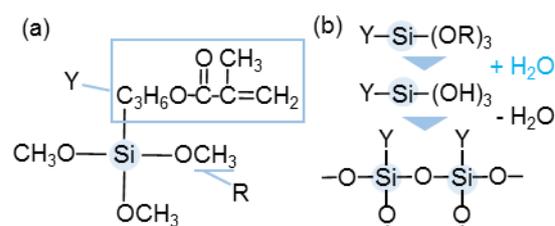


Fig. 1 MPTMS: (a) chemical structures and (b) chemical reactions.

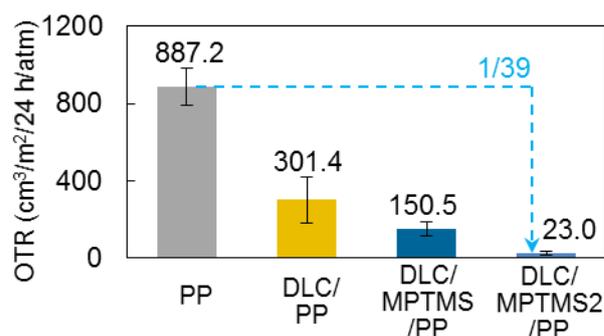


Fig. 2 Oxygen transmission rates (OTR): PP, DLC/PP, DLC/MPTMS/PP, DLC/MPTMS2/PP.

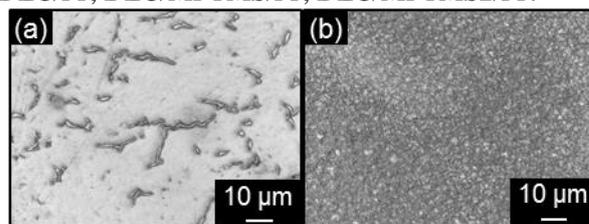


Fig. 3 Surface images of (a) DLC/MPTMS/PP and (b) DLC/MPTMS2/PP.