

DLC/ポリプロピレンの酸素バリア性向上： エポキシ系有機シラン中間層の導入

Enhancement of the gas barrier property of DLC/polypropylene by introducing an epoxy-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) は耐熱性や柔軟性に優れ、食品包装に用いられている。一方で、PP は酸素を透過しやすく、内容物の酸化劣化を招くため、その酸素バリア性の向上が求められている。これまで、高い酸素バリア性のダイヤモンドライクカーボン (DLC) を PP 上に成膜してきたが、クラックが発生し酸素バリア性は大幅に向上しなかった。そこで、クラック抑制のために、有機シランの一種である 2-(3, 4-エポキシシクロヘキシル) エチルトリメトキシシラン (EETMS) を中間層として導入した。この材料はエポキシ基を有しており、接着性の向上が見込まれる。図 1 に EETMS の構造式と反応機構を示した。EETMS 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。よって本研究では、EETMS を中間層に導入し、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

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、EETMS とエタノール水溶液で、5% に希釈した EETMS 溶液をそれぞれ準備し、PP 上にスピコートした。各 EETMS 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/EETMS/PP、DLC/EETMS5/PP)。作製した各試料について酸素透過率を測定した。また、XPS を用いて各 EETMS 薄膜表面の微細構造解析を実施し、構成元素の組成比を算出した。

3. 結果と考察

各試料の酸素透過率を図 2 に示した。PP、DLC/PP、DLC/EETMS/PP の酸素透過率はそれぞれ 887.2、301.4、96.8 cm³/m²/24 h/atm であっ

た。希釈を施した DLC/EETMS5/PP の酸素透過率は 4.3 cm³/m²/24 h/atm まで酸素バリア性が向上した。DLC/EETMS5/PP の酸素バリア性は希釈なしの場合と比べ約 23 倍、PP と比較すると約 206 倍にまで向上した。また、XPS を用いて構成元素組成比を算出すると、Si : C : O の組成比について、EETMS は 1 : 21 : 3 であったのに対し、EETMS5 は反応が完全に進行した場合の理想比である 1 : 8 : 3 にほぼ一致した。したがって、希釈により EETMS どちらの反応が進行し、架橋構造の形成が促進されたことで、酸素バリア性が大幅に向上したと考えられる。

4. 結言

希釈した EETMS を DLC/PP の中間層に導入することで、酸素バリア性が PP と比較して約 206 倍にまで向上した。

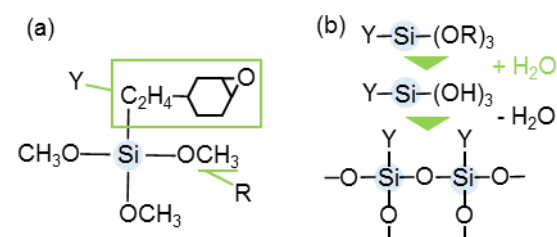


Fig. 1 EETMS: (a) chemical structures and (b) chemical reactions.

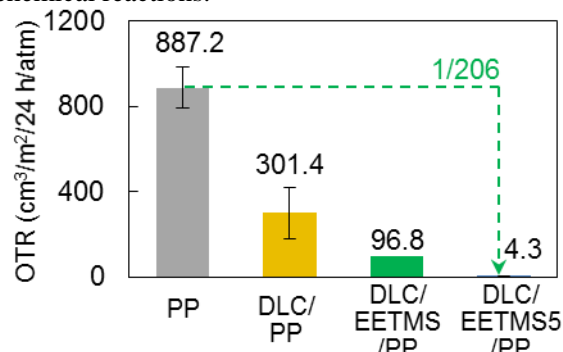


Fig. 2 Oxygen transmission rates (OTR) of PP, DLC/PP, DLC/EETMS/PP, and DLC/EETMS5/PP.