

交互積層法による赤外反射フィルムの作製

Fabrication of infrared reflection film via Layer by Layer

慶大理工¹, 慶大院理工², (株)SNT³

○(B)中村千晶¹, 松林毅², 真部研吾², 慶奎弘³, 白鳥世明^{1, 2},

Keio Univ. Faculty of Sci. & Tech.¹, Grad. Sch. Sci. Tech., Keio Univ.², SNT co.³

°Chiaki Nakamura, Takeshi Matsubayashi, Kengo Manabe, Kyu-Hong Kyung, Seimei Shiratori

E-mail: shiratori@appi.keio.ac.jp

地球温暖化に伴い、2100年には冷房のエネルギー消費は74%増加することが見込まれている^[1]。太陽光のエネルギーの多くは赤外領域に含まれており、赤外光を反射させることでエネルギーの大部分をカットできる。また高屈折率層と低屈折率層を重ねることにより特定の波長の光を反射することが可能である。よって本研究ではナノオーダーで膜厚を制御できる交互積層法により赤外反射フィルムを作製した。

交互積層法は、正と負に帯電した高分子電解質に交互に積層することで製膜する方法である。高屈折層のアニオンには Titanium(IV)-bis-(ammonium lactate) dihydroxide, カチオンには Poly(diallyl dimethyl ammonium chloride)を用いた。また低屈折層のアニオンには SiO₂微粒子分散溶液を、カチオンには Poly(diallyl dimethyl ammonium chloride)を用いた。アニオンとカチオンの浸漬時間は90秒、リンスは60秒を3回で行った。

Figure 1(a),(b)にbilayer数を変えたときの膜厚と屈折率の結果を示す。近赤外の900 nmの波長を反射するには理論上膜厚を $\lambda/4n$ ($\lambda=900$ nm, n : 屈折率)にすればよいことが知られている。そのため高屈折層は屈折率1.7, 膜厚132 nm, 低屈折層は屈折率1.3, 膜厚173 nmが理想的な理論値である。実験結果では低屈折率層では12bilayerのとき178 nm であり、理論値に最も近い値をとった。また高屈折率層では理論値が21bilayerと23bilayerの間に存在していた。したがって高屈折層のbilayer数を22bilayerに、低屈折層を12bilayerに設定した。

Figure 1(c)は光学シミュレーションと今回作製したフィルムの透過率の比較である。フィルムは高屈折率層が3層、低屈折率層が2層を交互に積層した。作製したフィルムは1200 nm付近で48%の透過率となっている。一方でシミュレーションの可視光透過率が90%を

超えているのに対し作製したフィルムは大きく透過率が下がっていることがわかる。また理論上900 nmで反射する光学設計であったが、作製したフィルムは1200 nmに反射ピークが出ていた。これは積層数の増加とともに膜の成長速度が変化したためだと考えられる。現在最適化を検討している。

交互積層法で赤外反射膜の作製を行った。1200 nmにおいて透過率が48%であり、顕著な赤外反射特性が確認された。

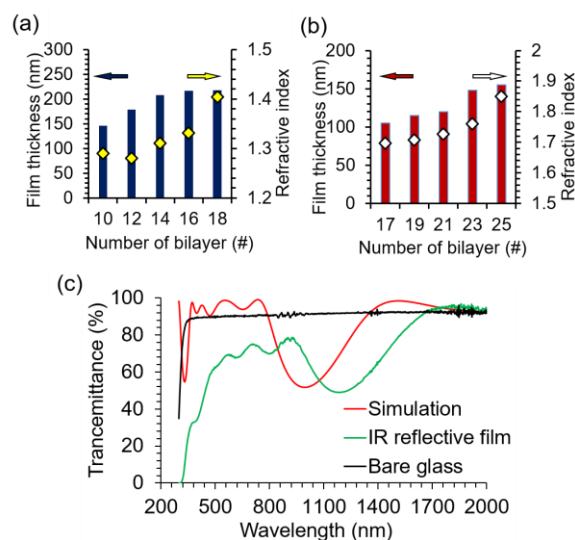


Figure 1. Film thickness and refractive index with different number of bilayer (a: High refractive index layer, b: Low refractive index layer). (c) Measured and calculated transmittance of the fabricated LBL film.

参考文献

- [1] Khandelwal, Hitesh, et al., *Journal of Materials Chemistry A* 2.35 (2014): 14622-14627.