

可視光透過率が70 %以上の調光ミラー

建物のガラスに用いることで年間の冷暖房負荷を低減



山田 保誠

やまだ やすせい
yasusei-yamada@aist.
go.jp

サステナブルマテリアル研究
部門
環境応答機能薄膜研究グループ
主任研究員
(中部センター)

鏡状態と透明状態間のスイッチングに対する高い繰り返し耐久性と透明状態における高い可視光透過率をもつ調光ミラー材料を開発し、この材料をオフィスビルや自動車に応用する際のさまざまな問題点を解決することで、我慢せず快適に過ごせる省エネルギー化を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

吉村 和記、田嶋 一樹 (産総研)

● 特許

特 開 2014-26262、
W02013191085 A1

● 用語説明

* 調光ミラー：水素や酸素の導入や電気化学的作用などにより、光学的な性質を透明状態、鏡状態、さらにそれらの中間状態に自由に制御できる材料。

● プレス発表

2014年5月12日「透明時の可視光透過率が70 %以上の調光ミラーを開発」

● この研究開発の一部は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の平成20年度産業技術研究助成事業「調光ミラー複層ガラスの省エネルギー効果の評価手法の開発、及び省エネルギー効果を最大にするように光学特性を最適化した調光ミラーの作製」の支援を受けて行いました。

調光ガラスへの期待と課題

建築物や自動車の窓ガラスは大きな熱の出入り口となっているため、外部から入ってくる光の透過率を調節できるガラス(調光ガラス)を用いれば大きな省エネルギー効果が期待されます。すでに、電気的に光の透過率を調節できる調光ガラスが市販されていますが、薄膜部分が濃い青に着色して光を吸収することで調光するため薄膜部分の温度が上昇し、薄膜から熱が室内に再放射されるため、冷房負荷低減効果が損なわれるという欠点がありました。一方、光を吸収するのではなく、鏡のように反射することで光の透過率を調節できれば、より効率的に日射の遮蔽ができます。

反射防止膜を用いて可視光透過率を向上

私たちはこれまで、透明な状態と鏡の状態をスイッチングできる調光ガラス(調光ミラー*)の開発に取り組み、10,000回以上の切り替え耐久性をもつマグネシウム・イットリウム系合金を用いた調光ミラーを開発しました。ところが、この調光ミラーの透明状態での可視光透過率は、最高で約55 %であり、南向きの窓に用いた場合、夏場の冷房負荷の低減量より、冬場の暖房負荷の増大量が多く、年間の冷暖房負荷が増加することがわかりました。

今回私たちは、反射防止膜を用いて透明状態

での可視光透過率の最大化を図りました。反射防止膜として最適な透明物質の屈折率と膜厚をシミュレーションによって見積もったところ、屈折率2.1、膜厚60 nmの場合に可視光透過率が74 %に達することがわかりました。そこで、屈折率2.1の材料として安価で汎用性のある酸化チタンを選択し、マグネシウム・イットリウム系合金を用いた調光ミラーの表面にコーティングしました。図1にこの調光ミラーの透明状態と鏡状態の透過率スペクトルを示します。スペクトルから透明状態での可視光透過率(T_{vis})と日射透過率(T_{sol})はそれぞれ71.3 %、60.9 %と見積もられ、シミュレーションの結果に近い70 %以上の可視光透過率を示しました。また、鏡状態での T_{vis} 、 T_{sol} はそれぞれ5.6 %、5.5 %と見積もられ、とても大きな調光幅をもっていました。今回開発した調光ミラーは70 %以上の可視光透過率を示すので、夏場の冷房だけでなく、冬場の暖房まで考慮した年間の冷暖房負荷を低減できます。

今後の予定

調光ミラーを窓ガラスとして利用する場合、太陽光に対する耐候性の評価は必須です。今後は暴露実験を行い、近い将来、調光ミラーガラス窓がオフィスビルや自動車の窓材に用いられることを目指し研究開発を進めていきます。

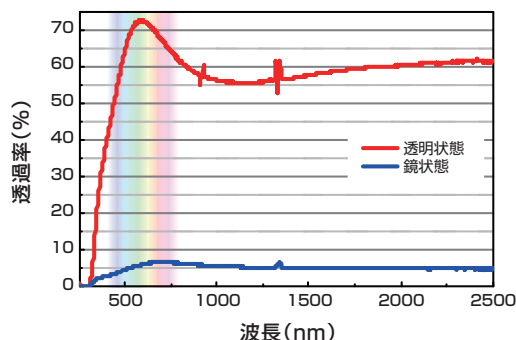


図1 開発した調光ミラーの透過率スペクトル

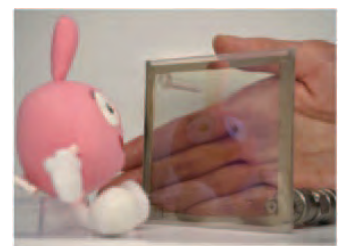


図2 開発した調光ミラー
上：鏡状態、下：透明状態