

同時発表：
筑波研究学園都市記者会（資料配付）
文部科学記者会（資料配付）
科学記者会（資料配付）

二酸化チタン光触媒薄膜を無加熱で作製することに成功

- セルフクリーニング機能を持つ

窓ガラス・プラスチックの実現へ向けて -

平成16年 9月29日

独立行政法人物質・材料研究機構

概要：

- 1．独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：岸 輝雄）物質研究所（所長：渡辺 遵）の亀井 雅之主幹研究員は、建築用大面積ガラス表面等へ光触媒によるセルフクリーニング機能を付与する技術を開発した。
- 2．現状の光触媒は一般に活性の強い二酸化チタン薄膜が使われており、二酸化チタン薄膜の作製方法としてスパッタリング¹⁾装置にて高温（数百 程度）による結晶化促進という手法をとっているが、ビルなどに使われる大面積ガラスの場合にはスパッタリング装置内における熱割れ現象（コップに熱湯を注ぐと割れるという現象と類似）のため破壊されやすく極めて困難であった。
この問題を解決するためには「無加熱で結晶化し、光触媒活性の高い二酸化チタン薄膜を形成する」という技術の開発が必要であった。
- 3．今回新たに開発した技術により、ガラス等を加熱せず、また成膜後の熱処理やプラズマ処理も一切必要とせず、極めて光触媒活性が高い結晶構造を持つ二酸化チタン薄膜を形成することに成功した。
- 4．今回の成果を活用することにより、セルフクリーニング機能を持つ大型窓ガラスなどの実用化が可能になった。また開発した新技術は無加熱であるため、プラスチック等の材料に対しても光触媒作用を付与することが可能になるなど、様々な発展が期待され、今後実用化を目指して連携企業の募集を始める。
- 5．今回開発した技術は現在特許出願中である。

研究の背景

高層ビルの外壁にゴンドラを吊り下げ、気の遠くなるような高所での窓ガラス清掃作業に驚いた人は多いと思われるが、このような危険かつ高コストな清掃作業の解決策として、建築用大型窓ガラス表面への二酸化チタン薄膜コーティング技術による光触媒作用の付与が考えられており、この巨大市場の扉を開くため世界中で盛んに研究が行われている。

多々ある薄膜コーティングの手法の中でもスパッタリング法は薄膜の密着性、均一性、大面積コーティングの容易性において突出しており、建築用窓ガラス等の大面積均一かつ高密着性を要求される用途に関しては本命視されている。

しかし、一般に光触媒活性の強い二酸化チタン薄膜は高プロセス温度(数百程度)による結晶化促進によって得られるが、建築用窓ガラス等の巨大なガラス基板を真空装置であるスパッタリング装置内で過熱することは、ガラスが熱割れ現象(ガラスコップに熱湯を注ぐと割れる現象と類似)のため破壊されやすく極めて困難であった。このためスパッタリング法を用いた場合にプロセス温度を十分上げることができず、その結果大面積ガラス上に得られた二酸化チタン薄膜は十分結晶化しておらず光触媒活性も低いものであった。このためブレークスルーには「無加熱で結晶化し、光触媒活性の高い二酸化チタン薄膜を形成できる」スパッタリング法が不可欠であった。

今回の研究成果

物質・材料研究機構では、デュアルマグネトロンスパッタリング法²⁾と呼ばれるパルス波形の電力で駆動されるスパッタリング装置を用い、新たに開発した方法により二酸化チタン薄膜が結晶化に要するプロセス温度を著しく下げること成功した。この技術により無加熱のガラス基板上にアナターゼ構造³⁾に結晶化した二酸化チタン薄膜を直接形成することが可能となった。本技術を用いて作製した二酸化チタン薄膜は成膜と同時に結晶化が完了していることが特徴であり、成膜後の熱処理やプラズマ処理等を一切必要としない。図1に無加熱ガラス基板上に本技術を用いて作製した光触媒活性の高いアナターゼ構造二酸化チタン薄膜光触媒効果を利用して浮き上がらせた物質・材料研究機構のマークを示す。これは二酸化チタン薄膜を銀イオンを含む水溶液中において紫外線照射を実施し、光触媒効果により銀の薄膜を二酸化チタン表面に堆積させたものである。マークの部分には紫外線が照射されないようにしてあるため透明なままに保たれ、それ以外の部分には銀の薄膜が堆積されているので着色して観測される。これによって良好な光触媒活性を有していることが確認できる。また本技術は無加熱プロセスであるため、ガラス基板のみならずプラスチック等の加熱に耐えない基板上にも光触媒活性を有する二酸化チタン薄膜を形成す

ることが可能であることも特筆すべき特徴である。図2にPET樹脂フィルム⁴⁾上に形成した光触媒二酸化チタン薄膜を示す。スパッタリング成膜であるため密着性に優れ、PET樹脂フィルム上にも曲げても剥離せず摩擦に強い光触媒二酸化チタン薄膜を形成できた。

社会への波及効果と今後の展開

本技術をスケールアップし、実際の大面积ガラスコーティング用のスパッタリング装置へ展開することにより、セルフクリーニング機能を持った窓ガラスの実現が期待でき、クリーニング作業の危険回避やコストの大幅削減につながる。またプラスチック等の材料に対しても光触媒作用を付与することが可能になるため、セルフクリーニング機能を持ったプラスチック材料を作製することが可能になり、そこから派生する多様な用途の開拓も期待される。

今後の展開としては本技術のスケールアップ（実際に大面积基板へ形成し、同様の効果が得られるかどうかを見極める）が挙げられる。物質・材料研究機構では技術移転窓口である知的財産室を通じて、本技術のスケールアップによる実際の大面积ガラスコーティング用のスパッタリング装置への展開を連携して行う企業等を募集する。

（問い合わせ先）

〒305-0047 茨城県つくば市千現 1 - 2 - 1

独立行政法人物質・材料研究機構

広報室

TEL：029-859-2026 FAX：029-859-2017

（研究内容に関すること）

独立行政法人物質・材料研究機構

物質研究所 プラズマプロセスグループ

主幹研究員 亀井 雅之（かめい まさゆき）

TEL：029-860-4380 FAX：029-860-4701

用語解説

1) スパッタリング法

プラズマ中の正イオンを原料に衝突させて原料の蒸気を発生させ、これを基板上に堆積させて薄膜を形成する手法。

2) デュアルスパッタリング法

通常のスパッタリング（用いるマグネトロンは1基）とは違い、蒸発源であるマグネトロンを2基用いてスパッタリングを行う手法。

3) アナターゼ構造

二酸化チタン材料の結晶構造の1種であり、最も光触媒活性が高いとされる構造。

4) PET樹脂フィルム

ペットボトルの材料をフィルム状にしたもの。



図1 無加熱ガラス基板上に作製した二酸化チタン薄膜の光触媒効果を利用して浮き上がった物質・材料研究機構のロゴマーク

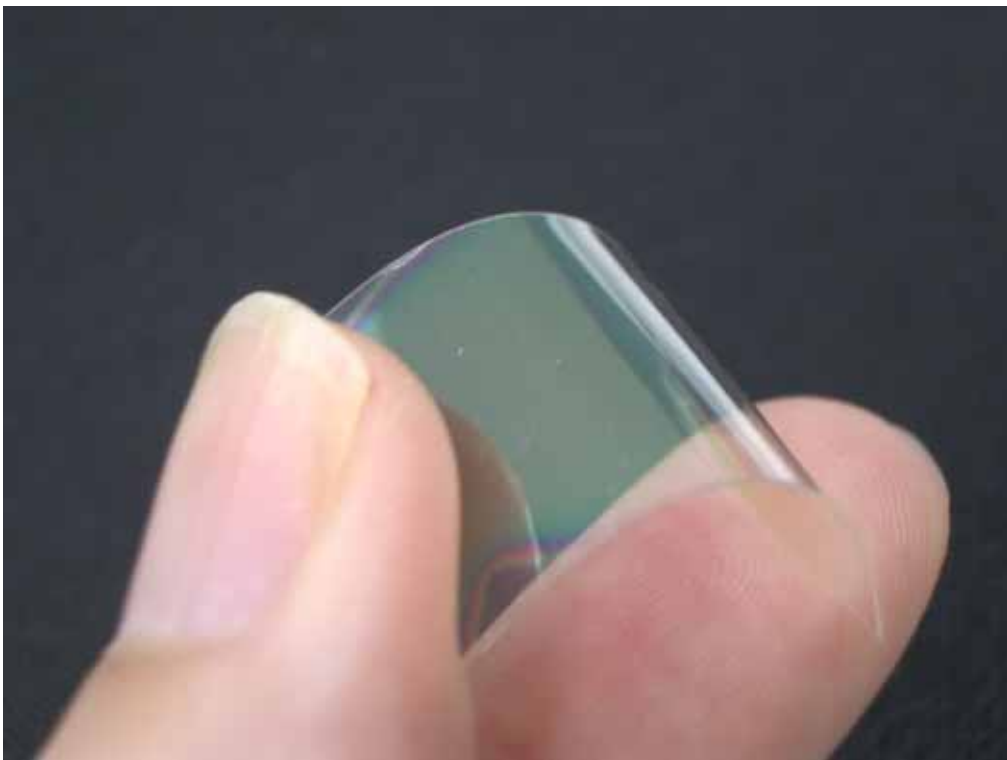


図2 PET樹脂フィルム上に無加熱で作製した光触媒二酸化チタン薄膜、曲げても全く支障はなく、摩擦によっても極めて剥離しにくい。