

スマートウィンドウの基礎と応用

Fundamentals and Applications of Smart Windows

永井 順一 (ナノフィルム・ラボラトリ代表・工学博士) 著

- ▶ 注目されるスマートウィンドウに関して基礎から最新動向までを解説!
- ▶ 各種スマートウィンドウによる調光を解説!
- ▶ これまでの講義・講演・執筆してきたことを中心にしてまとめた!
- ▶ スマートウィンドウの実用化における課題を詳述!

<発行要項>

- 発行：2018年7月12日
- 定価：冊子版 66,000円(税込)
冊子+PDF 77,000円(税込)
- 体裁：A4判・並製・約100頁
- 編集・発行：(株)シーエムシー・リサーチ

= 刊行にあたって =

本書は、スマートウィンドウ (Smart Window) の基礎と応用について、筆者がこれまでに講義・講演・執筆してきたことを中心にしてまとめたものです。

スマートウィンドウは、電気・光・熱などの外部からの刺激に応じてその光学的特性が変化するクロモジェニック (Chromogenic) 材料を用いるもので、萌芽的研究は約40年前に始まりました。当時は、そうしたものを調光窓、あるいは調光ガラスとすることが多く、やがて総称してスマートウィンドウといわれるようになりました。著者はそうした先駆的研究開発に当初から携わり、内外の多くの研究者たちと交流し、研究成果について討議する機会に恵まれ、今日に至っています。

本書は、スマートウィンドウとは(1章)、予備知識：光学、電気化学(2章)、各種スマートウィンドウによる調光(3章)、スマートウィンドウの実用化における課題(4章)、まとめと今後の展望(第5章)、引用文献(6章)から構成されます。

この分野は学際的なので、物理・化学・数学などの多くの分野の基礎知識を要しますが、必ずしも読者の方々がそれらの専門家ではないことも鑑み、なるべく本書1冊で他の専門書を参照しなくてもストーリーを理解できるように配慮しました。また、本書で説明した重要な理論や実験結果については、できるだけ原論文・原典を参照し、巻末に文献を章ごとに掲載しました。

スマートウィンドウはいまなお成長している分野ですので、新たに生まれるバリエーションも多く、本書ですべてを紹介することはできませんが、なるべく最新の動向も紹介しました。本書ができるだけ多くの方にご活用いただき、皆様に少しでもお役に立てれば幸いです。

永井 順一

著者略歴

1977年東京工業大学院修士課程修了、工学博士(同学1988年)。旭硝子(株)中央研究所に25年間在籍しガラスへのコーティング技術開発に従事。スマートウィンドウ、有機EL(OLED)などの開発を行う。IEAの先進的省エネ窓のプロジェクトに参画し国際貢献。その後、東京都立大学大学院客員研究員、トッキ(株)R&Dセンター長などを歴任。OLED用バリア形成装置、電子ペーパー用有機半導体印刷装置、光配向膜製造装置、レーザーリペア装置等を海外メーカーと共同開発し、製品化。2012年に独立。2014年ナノフィルム・ラボラトリを設立し、同代表として現在に至る。

表1 スマートウィンドウ

外部からの刺激	生ずる現象(調光)	色変化	光耐久	発光
電気(電流, Redox)	エレクトロクロミック	✓	✓	
熱	ミラー電機(電熱)	✓		
触媒作用	ガソクロミックWO ₃ 金属水酸化物MnHx	✓	✓	
電場	液晶(PDLC) ゲストホスト液晶 分散粒子配向SPD	✓	✓	✓
光	電気光学効果(PLZT) フォトクロミズム 有機EL(OLED)・無機EL	✓	✓	✓
熱	サーモクロミック	✓		

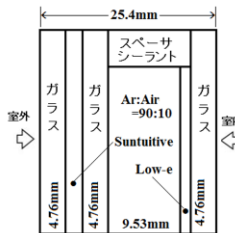


図72 Suntuitive™ の断面構造

表7 スマートウィンドウ性能

外部からの刺激	生ずる現象(調光)	応答性	大面積化	耐久性	低コスト化 (ITO)
電気	エレクトロクロミック	≧15min	○	○	(HfO ₂ /ZnO)
電気(電流, Redox)	ミラー電機(電熱)	?	△	△	(ITO/ZnO)
触媒作用	ガソクロミックWO ₃	~3min	○	△	ITO/ZnO
熱	金属水酸化物MnHx	?	○	△	ITO/ZnO
電場	液晶(PDLC)	<1sec	○	○	(~10 ¹⁰ Ω)
	ゲストホスト液晶	<1sec	○	○	(~10 ¹⁰ Ω)
	分散粒子配向SPD	<1sec	○	○	
	電気光学効果(PLZT)	<1sec	?	?	(~10 ¹⁰ Ω)
光	フォトクロミズム	10min	?	○	ITO/ZnO
熱	有機EL(OLED)・無機EL	<1sec	△	?	(ITO/ZnO)
	サーモクロミック	~30min	○	○	ITO/ZnO

表10 ECスマートウィンドウの性能

メーカー	可視光		太陽光		保鮮または 耐久性(年)
	消色T _v (%)	着色T _v (%)	消色T _e (%)	着色T _e (%)	
SAGE	68	1	38	0.4	5
View	59	3	37	1	5or10
Kinestral	68	3	46	8	10
書籍ら	59	0.1	39	8	
書籍ら	72.6	17.6	54.9	12.3	>5

注文書

メルマガ登録

登録済み

登録希望

品名	スマートウィンドウの基礎と応用	価格	冊子版 60,000円(税込66,000円) 冊子+CD 70,000円(税込77,000円) ※メルマガ会員は定価の10%OFF
会社名		TEL	
部課名		FAX	
お名前		E-mail	
住所	〒		

お申込み・お問合せ

編集発行：
(株)シーエムシー・リサーチ
101-0054
東京都千代田区神田錦町2-7
東和錦町ビル3F

TEL: 03 (3293) 7053
FAX: 03 (3291) 5789

URL: <https://cmcre.com>
E-mail: re@cmcre.com

構成および内容

第1章 スマートウィンドウとは

- 1.1 スマートウィンドウの役割
- 1.2 技術動向と社会情勢の変化
 - 1.2.1 1970年代
 - 1.2.2 1980年代
 - 1.2.3 1990年代
 - 1.2.4 2000年代
 - 1.2.5 2010年から今日まで

第2章 予備知識：光学、電気化学

- 2.1 光の透過・反射・吸収
- 2.2 制御対象の光の領域
- 2.3 電気化学

第3章 各種スマートウィンドウによる調光

- 3.1 電気化学的酸化還元で色を変える
 - 3.1.1 エレクトロクロミック (EC)
 - 3.1.2 ミラー状金属の電析
 - 3.1.3 EC スマートウィンドウの構造
- 3.2 触媒作用で色を変える
 - 3.2.1 金属水素化物のミラー調光
 - 3.2.2 水素スピルオーバーと WO_3 による
ガソクロミック
- 3.3 電場で光学特性を変える
 - 3.3.1 PDLC (Polymer Dispersed LC)
 - 3.3.2 ゲスト・ホスト (GH) 液晶
 - 3.3.3 サムスン・スマートウィンドウ
 - 3.3.4 SPD (Suspended Particle Device)
 - (1) NSG 社での取り組み
 - (2) RFI (Research Frontiers Inc.)での取
り組み
 - 3.3.5 電気光学的光シャッター-PLZT

- 3.3.6 光で色を変えるフォトクロミック (PC)
 - (1) フォトクロミックガラス
 - (2) 有機フォトクロミック材料
- 3.3.7 熱で色を変えるサーモクロミック (TC)
 - (1) VO_2 薄膜
 - (2) 配位子交換 (Ligand Exchange) 型: $CoCl_2$ の場合
 - (3) Pleotint 社のサーモクロミックウィンド
 - (4) NSG 社のサーモクロミック

第4章 スマートウィンドウの実用化 における課題

- 4.1 スマートウィンドウの実用性能
- 4.2 スマートウィンドウと省エネ性
- 4.3 大面積化 Scale up と応答性
 - 4.3.1 IR ドロップの問題
 - 4.3.2 IR ドロップの改善策—傾斜 ITO
- 4.4 耐久性
- 4.5 低コスト化
 - 4.5.1 透明導電膜
 - 4.5.2 メッシュ電極
 - 4.5.3 誘電体(D)/Ag/誘電体(D)
 - 4.5.4 金属ナノワイヤ Metal-NW (Nanowire)
 - 4.5.5 CNT、Graphene
 - 4.5.6 湿式成膜
 - 4.5.7 強磁性体ターゲットの非磁性化
 - 4.5.8 成膜プロセスの改良
- 4.6 フレキシブルかフラットか

第5章 まとめと今後の展望

第6章 引用文献