

反応性プラズマ蒸着法

低温・低下地層ダメージ・高速大面積成膜: $2 \text{ nm} \leq \text{膜厚} \leq \mu\text{m}$

高知工科大学総合研究所マテリアルズデザインセンターでは、日本発の独自技術（圧力勾配型高密度アークプラズマガンとプラズマビームコントローラ）を薄膜成膜技術として適応させた「反応性プラズマ蒸着法（RPD (Reactive Plasma Deposition with dc arc discharge):住友重機械工業株式会社製）」を基にした共同研究開発を実施しています。RPD法の成膜技術の特長としては基板加熱なし（室温）の条件から250℃程度の低温条件下で成膜速度が200nm/minとなる高速成膜が挙げられます。RPD法の成膜プロセスは基板搬送プロセス下図であり、「成膜サイズの制限は無し」です。かつ**超薄膜である膜厚が数nmの薄膜製膜をも高濃度ドーピングを維持しながら可能とする大きな利点**を有します。

異種材料接合の成功因子となる下地層へのダメージ低減制御には、飛来粒子のエネルギー自在設計が解決策となります。RPD法を用いる成膜技術はそれを可能にします。酸化物及び窒化物薄膜/ガラス基板及びポリマーフィルム（シート）基板なる異種材料接合技術の構築を通して、多様な応用に適合する機能顕在化のための研究開発を行っています。新規産業創出を目的とし、将来を俯瞰する研究開発にも取り組んでいます。例として**超薄膜（2.5次元）の潜在特性を顕在化/機能化させる研究**を挙げます。

ADCALを通して、我が国が先進コーティング技術の先駆者となり、カーボンニュートラルなどグローバルでもローカルでもある課題解決へ着実に貢献すべく、当方としての役割を推進して参ります。

高知工科大学総合研究所 マテリアルズデザインセンター センター長 山本哲也

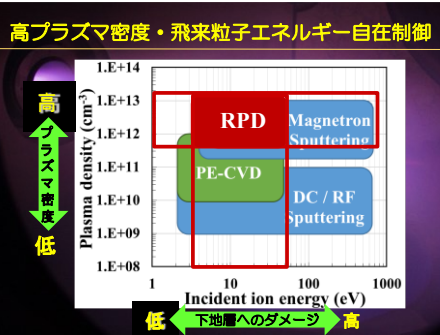
反応性プラズマ蒸着法

高密度アークプラズマ
高速(200nm/min)・
低温成膜(<250℃)

Plasma gun
LaB₆

2011 JST
Films/metal, glass, polymer substrates

beam control
target: ZnO, In₂O₃
AlN, Cu etc



飛来粒子エネルギー制御 導電性アモルファス薄膜

Amorphous IWO-film growth on substrates

Reactive Plasma (arc plasma) Deposition

Flying species:
Ar, Ar⁺, Ar²⁺,
O, O⁺, O₂, O₂⁺,
In, In⁺, D, D⁺

transport ~25 eV
surface diffusion: 5eV
bulk diffusion: 3 eV

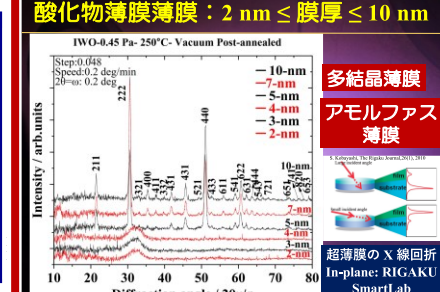
Low damage to substrates
amorphous glass substrates
Corning Eagle XG: polarity >90%

透明導電膜利用商品：電気的用途

電熱ガラス (防曇ガラス、融雪ガラスなど)
車用ガラス
冷凍ショーケース用ガラス窓
暖房用、調理用パネルヒータ

電気的用途
帯電防止・電磁遮蔽ガラス
計測用ガラス窓、CRT用パネルガラス
PDP保護パネル、インテリジェントビルガラス
電磁シールド窓顕微鏡窓

透明電極ガラス
表示用ガラス基板
LED、EL、FED など
タッチパネルガラス
太陽電池用 TCO 基板ガラス
a-Si, CIGS など



透明導電膜利用商品：光学的用途

光学的用途
光制御ガラス
飛線反射ガラス
各種飛線反射ガラス
飛線遮蔽ガラス
低放射ガラス(Low-Eガラス)
複層ガラス
紫外線遮断ガラス(照明)
紫外線カット化粧品
食品包装フィルム
(色素の変色、油の変質)

他：抗菌・防臭、消臭 → 繊維への応用

抗菌・耐放射線材料の創製

Plasma gun
LaB₆

喫緊課題の解決:抗菌材料(光不要)
近未来のビジネス:耐宇宙放射線

γ線照射
前後:
ZnO
透明導電膜

共同
National Institute for Physics
Nuclear Engineering
IRASMI
Multipurpose Irradiation Facility

酸素負イオン(O⁻)生成・照射技術

温度 ≤ 250℃, bias 40-270 V
酸化物薄膜

酸化
O⁻イオン

Plasma Gun
酸素 O₂: O + e⁻ → O⁻
1.46 eV
141 kJ/mol

無加熱条件で金属酸化を促進

2017年2月01日
2019年8月26日

日刊工業新聞

Oxygen Engineering:
O, O⁺, O⁻,
活性酸素
O₂, H₂O₂,
•OH, ¹O₂

Cu₂O粉末
Cu₂O
Cu