

# ハライドペロブスカイト薄膜の 作製プロセス最適化について

SATテクノロジー・ショーケース2024

## ■ はじめに

ハライドペロブスカイト材料(化学式  $ABX_3$ , Aサイト:  $Cs^+$ ,  $NH_3CH_3^+$ , Bサイト:  $Pb^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ , Xサイト:  $Cl^-$ ,  $I^-$ ,  $Br^-$ 、図1に掲載)は、直接遷移半導体のため非常に高い光吸収係数を有するだけでなく、高い光電変換効率を示す材料として知られている。このため、太陽電池や光検出器、発光素子などデバイス応用に向け、盛んに研究が進められている材料群である。ハロゲンペロブスカイトの光特性を向上させるには、結晶欠陥の生成や不純物層の析出を抑制するプロセスを開発することが不可欠になっている。

これまで発表者は真空プロセスを用いてハライドペロブスカイト薄膜の合成に取り組んできた。この方法ではハライドペロブスカイト原料を真空中に設置し、赤外線レーザーで加熱することにより、高温に加熱された基板上に薄膜を堆積する方法である。このプロセスを取り入れることにより、ドライプロセスによって、高い結晶性のハライドペロブスカイト薄膜を作製することが可能になっている。

本研究では新たにウェットプロセスであるスピコート法にて、ハライドペロブスカイト薄膜を作製し、合成温度、薄膜の化学組成などの合成パラメータを最適化することにより、不純物相を低減し、優れた半導体特性を有するハライドペロブスカイト薄膜の作製を試みる。

## ■ 活動内容

### 1. スピコート法による薄膜合成

溶媒にハライドペロブスカイト粉末を溶解させ、スピコート法により溶液を基板上に塗布する。合成に用いる溶液の濃度やアニール条件、スピコートの回転数などの合成パラメータを最適化することにより、不純物相のないハライドペロブスカイト薄膜の合成を目指す。

### 2. ハライドペロブスカイト薄膜の構造評価

X線構造回折による結晶構造解析から、ハライドペロブスカイト薄膜の結晶相と不純物相の同定を行う。走査型電子線顕微鏡(SEM)と原子間力顕微鏡(AFM)による表面分析からハライドペロブスカイト薄膜の平坦性について調べる。さらに薄膜の厚さの評価は触針式膜厚計により行う。

### 3. ハライドペロブスカイト薄膜の光学特性評価

合成したハライドペロブスカイト薄膜の光吸収特性を紫外可視分光測定によって測定し、バンドギャップ及び光の吸収係数を算出する。さらに、フォトルミネッセンス(PL)測

定から発光特性の評価を行い、発光現象と光吸収特性との相関について評価する。

### 4. ハライドペロブスカイト太陽電池の作製

スピコート法により作製したハライドペロブスカイト薄膜の光学的特性を評価したデータをもとに、太陽電池デバイスの作製に取り組む。特性評価を行いながら、ハライドペロブスカイト薄膜を総合的に評価する。

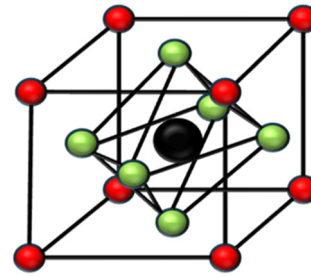


図1 ペロブスカイト構造( $ABX_3$ )  
赤: Aサイト  $Cs^+$ ,  $NH_3CH_3^+$ など  
黒: Bサイト  $Pb^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ など  
緑: Xサイト  $Cl^-$ ,  $I^-$ ,  $Br^-$ など



スピコート法

### 合成パラメータの最適化

- ✓ 溶液濃度
- ✓ 膜厚
- ✓ アニール温度

図2 スピコート法による実験の概要図  
合成条件パラメータの最適化をする。

## ■ 関連情報等(特許関係、施設)

- 日本大学工学部高橋研究室
- 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター 太陽光モジュールチーム

代表発表者 **鈴木 静華(すずき しずか)**  
所属 **日本大学  
工学部電気電子工学科高橋研究室**  
問合せ先 **〒963-8642  
TEL:024-956-8797  
福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地**

■キーワード: (1)ハライドペロブスカイト  
(2)スピコート法  
(3)薄膜  
■共同研究者: 棚橋 克人 (FREA)  
望月 敏光 (FREA)  
荒木 祥太 (FREA)  
高橋 竜太 (日本大学)