

# 複数の励起光源を用いたラマン分光法による微結晶シリコンの評価

宮崎大学 工学部 電気電子工学科

准教授 前田 幸治

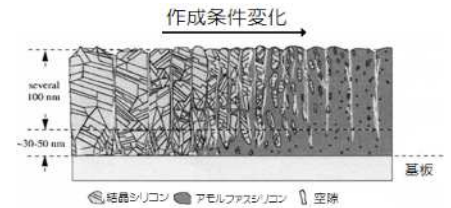
## はじめに

薄膜の内部の様子を非破壊で知ることが容易ではない。  
ここでは太陽電池の高効率化に重要であるシリコン薄膜の構造評価について紹介する。  
この方法は他の種々の薄膜にも応用可能である

## 評価材料

### 微結晶シリコン $\mu\text{c-Si}$

- ・薄膜化により省シリコンが可能な低コストな太陽電池材料。
- ・膜方向に微結晶とアモルファスのシリコンが混在した複雑な構造をしており、この構造が効率などに大きく影響するので、その評価が重要。



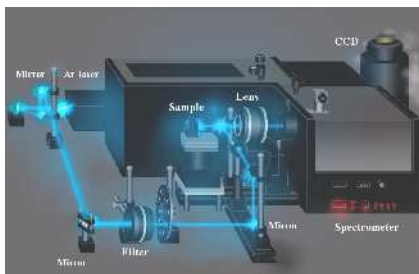
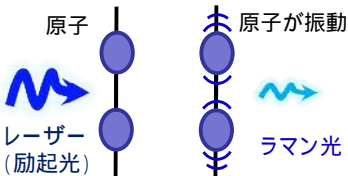
微結晶シリコンの構造と成長

## 評価方法・研究内容

### ラマン散乱測定

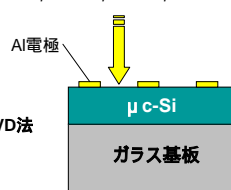
原子の結合に関する情報などが非破壊で得られる

光の非弾性散乱を利用



ラマン散乱測定装置

レーザー光  
458, 488, 532, 632 nm



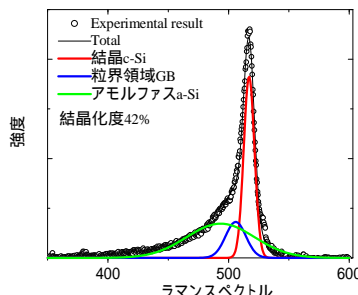
作製法：プラズマCVD法  
基板：ガラス

薄膜シリコンサンプル構造

### 結果と解析

#### 結晶化度決定

$$\text{結晶化度} = \frac{(c-Si + GB)\text{ピーク面積}}{(c-Si + GB + a-Si)\text{ピーク面積}}$$



$\mu\text{c-Si}$ のラマンスペクトルの解析

・3成分のピーク分離により結晶化度が求まる

#### シミュレーションによる膜内の構造の推定

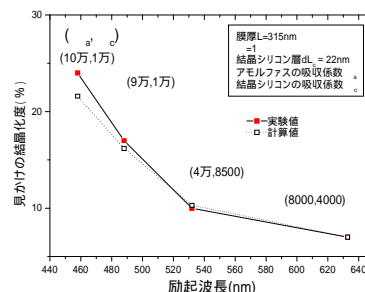
$$dR_n \sim I_n, \quad I_{n+1} = \exp(-\alpha_n dL_n) I_n$$

$dL_n$ : 厚さ方向の微小部分  $dR_n$ : ラマン散乱強度  $I_n$ : ラマン散乱断面積  
 $I_0$ : 入射強度  $\alpha_n$ : 吸収係数  $L$ : サンプル膜厚  $I_{n+1}$ :  $dL_n$ 通過後の強度

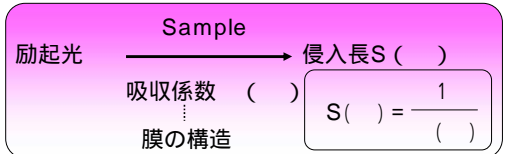
#### 薄膜のモデル化により

- ・各波長での吸収係数の推定
- ・結晶化度の推定

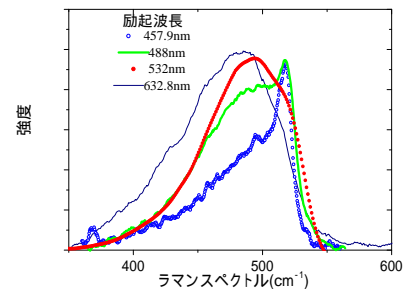
などが行える。



#### 定性的評価



励起光の波長に依存して決まる侵入長に対応する厚さの膜からのラマンスペクトルが得られる



複数波長での $\mu\text{c-Si}$ のラマンスペクトル

・表面積結晶化度が高いことがわかる

## まとめ

複数波長でのラマンスペクトル測定と、ピーク分離により膜内の結晶シリコンとアモルファスシリコンの分布状態を評価できる。