

「技術分野(橋本分科会)」

平成23年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：角谷 正友]

[(独) 物質・材料研究機構 次世代太陽電池センター 主幹研究員]

[研究題目：III-V 族窒化物太陽電池の高効率化と集光型デバイスへの展開]

実施期間：平成23年4月1日～平成24年3月31日

## §1. 研究実施体制 (公開)

### (1) 研究開発代表

①研究代表者：角谷 正友 ((独) 物質・材料研究機構 次世代太陽電池センター 主幹研究員)

#### ② 研究項目

・ InGaN・セルの高度化

### (2) 支援グループ①

①主たる共同研究者：上殿 明良 (筑波大学数理物質科学研究科、教授)

#### ②研究項目

・ 物理・電氣的欠陥制御の高度化

### (3) 支援グループ②

①主たる共同研究者：中野由嵩 (中部大学総合工学研究所、准教授)

#### ②研究項目

・ 物理・電氣的欠陥制御の高度化

### (4) 支援グループ③

①主たる共同研究者：本田 徹 (工学院大学工学部情報通信工学科、教授)

#### ②研究項目

・ InGaN・セルの高度化

・ TCO の高度化

### (5) 支援グループ④

①主たる共同研究者：柿沼良輔 (Advanced Algorithm & Systems、代表取締役)

#### ②研究項目

・ 光マネジメントの高度化

・ 入射太陽光と半導体中のキャリア輸送を統一的に扱う新規太陽電池シミュレータの開発

## § 2. 研究実施内容 [\(公開\)](#)

本研究は InGaN による集光型太陽電池系で光マネジメントシミュレーションを確立し、複合系太陽電池全体での高効率化を行えるような設計指針を提案することを目標とする。

支援グループ④では光マネジメントの高度化、および入射太陽光と半導体中のキャリア輸送を統一的に扱う新規太陽電池シミュレータの開発を目標とする。具体的には太陽電池の光起電力を計算し、InGaN pin (p 型半導体/insulator/n 型半導体) 構造の各層の厚みなどの最適な構造を提案する。上期にはシミュレータの基礎方程式を導出し、解析への道筋を付けた。アイデアとしてはポアソン方程式とレート方程式を連立して解く。またキャリアの生成・消滅に寄与する各種のプロセスを調査した。本シミュレータはドリフト-拡散モデルおよびキャリアの生成・消滅プロセス(直接励起・再結合、光励起、深い欠陥準位による再結合、オージェ再結合)を扱う。

下期には太陽電池の I-V 曲線を求める方法を開発した。典型的な太陽電池の等価回路モデルをもとに電流・電圧の関係式を求め、具体的なパラメータを与えて I-V および P-V 曲線を計算した。

今後の展開としては、

(1)pn 接合を有する任意の太陽電池デバイス構造についての 2 次元シミュレーションを提供する。

(2)計算は、各半導体層の仕事関数、禁制帯幅、ドナー・アクセプター準位数、誘電率、自発分極量、圧電分極量、入射太陽光(AM の選択、光量の選択 (100sun 等))、デバイス構造パラメータ(膜厚、各層格子定数)から自己収束的に計算する。

(3)時間経過は問わず、光強度に対して、定常解としての電流・電圧特性を求める。

(4)境界要素法のような形でメッシュを切って半導体各層を表現する。

(5)より正確なシミュレーションを行うため従来の太陽電池解析とは異なる方法を扱う(本田教授のアイデア)。通常は Yee のアルゴリズムで光吸収分布を求め、それからレート方程式を解く。一方、我々はこれらをまとめて計算する。また光吸収によるキャリア生成が内部分極をスクリーニングする効果を導入し、この効果が収束するまでポアソン方程式を解く。この部分は他の太陽電池シミュレータでは扱われない、我々独自の手法である。

(6)I-V 特性の確認を等価回路により行いながら開発する。

以上のことを考慮に入れたシミュレータの設計・開発を進めていく。

光マネジメントとしては、光吸収分布をシミュレートし太陽電池のタンデム化についてその構造を提案することを視野に入れている。