

課題名： シリコンインクを用いた低コスト量子ドット太陽電池の開発

氏名： 野崎智洋

機関名： 東京工業大学

1. 研究の背景

- シリコン量子ドット(10nm以下のシリコン単結晶)は、次世代の高効率太陽電池を実現する夢の材料として世界的に注目を集めている。目的の物性を持つシリコン量子ドットの合成と太陽電池のコストダウンを目指した研究が世界中で行われているが、いまだ目標達成の目処はついてない。我々はこれまでに、サイズが揃ったシリコン量子ドットを大量合成するためのインフライトプラズマCVD法を開発することに成功している。本提案では、この技術をさらに発展させ、シリコン量子ドットを溶媒に分散させたシリコンインクを開発する。そして、プリンティング技術によってサイズが異なる量子ドットを薄膜化し、太陽光スペクトルの広い範囲を効率よく吸収して発電する次世代太陽電池を開発する。太陽電池製造コストの大幅な低減とシリコン量子ドットによる発電効率向上を同時に実現することで、低コスト次世代高効率太陽電池の早期実現を目指した研究を推進する。

2. 研究の目標

- 高温・高真空を用いず、常温でシリコンインクを大量合成するための革新的プロセス技術を開発する。さらにプリンティング技術によってシリコン量子ドットを薄膜化して太陽電池を低コストで製造するための基盤技術を確立する。
- シリコン量子ドットを原子レベルで位置制御・構造化する技術を確立し、発電効率40%を実現する太陽電池のプロトタイプを開発する。

3. 研究の特色

- 結晶のサイズが揃った(2-15nm)シリコン量子ドットを大量合成するためのインフライトプラズマCVD法を開発している。
- さらに、量子ドットを溶媒に均一に分散させたシリコンインクを開発する。これによって、これまで不可能であった太陽電池の革新的な高効率化と大幅なコストダウンを同時に実現し、次世代太陽光発電の早期実現と大量普及を加速する。
- 安価で豊富な四塩化ケイ素(SiCl_4)を原料として用いており、シリコン資源の有効利用及び低コスト化に寄与する。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

- 低コスト・高効率太陽電池の早期実現により、 CO_2 排出量抑制、化石燃料消費量低減などグリーンイノベーションに直接的に貢献する。
- シリコンインクを用いることで、高真空ドライプロセスに頼らない材料開発、デバイス開発が可能になる。さらに、プリンティング技術を活用して、超軽量・薄型の半導体デバイスや自由に曲げることができるディスプレイ等を低コストで大量生産できる。
- シリコン量子ドットが有するユニークな光学的、電気的特性を活かし、従来技術では対応できない新しい機能(付加価値)を持ったエレクトロニクス製品を開発できる。
- シリコン量子ドットは赤外域で発光するため、例えば人体を侵襲しないで癌細胞を可視化して治療するなど、高度医療応用を実現できる。

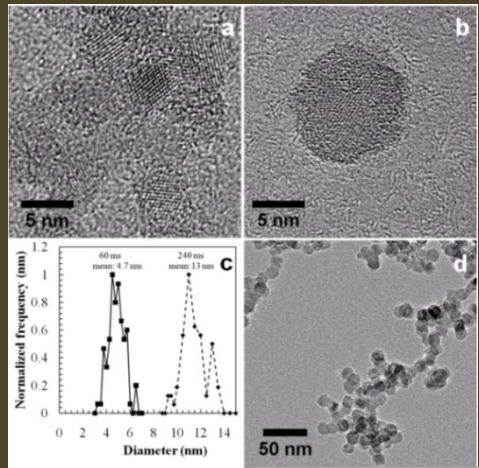
四塩化ケイ素
(SiCl_4)

- 安価で豊富なシリコン資源

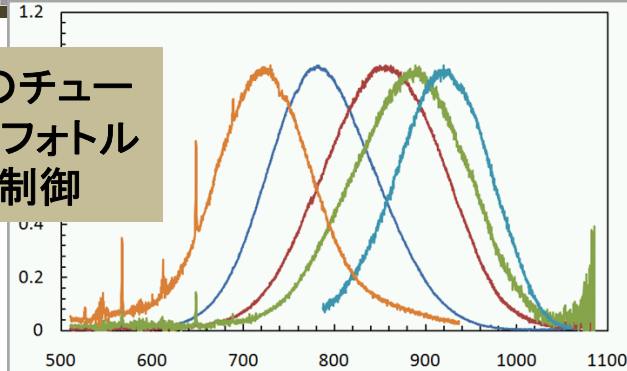
インフライト
プラズマCVD

- 連続処理・大量合成
- サイズチューナブル (2-15 nm)

シリコン量子ドット



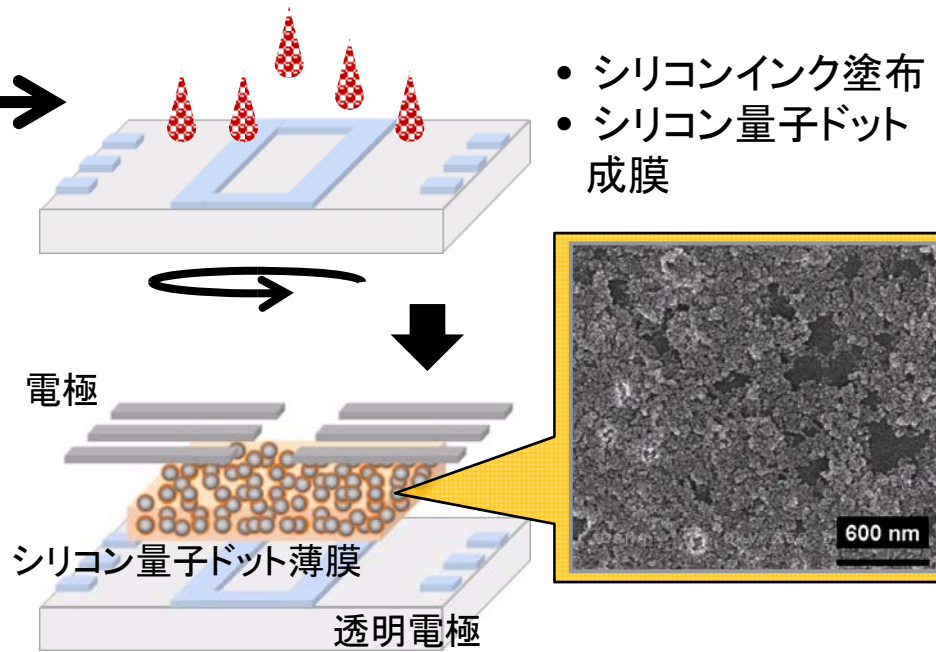
結晶サイズのチューニングによるフォトルミネセンスの制御



シリコンインク



表面修飾



- サイズが異なるシリコン量子ドットを用いて太陽電池を制作し、サイズに依存した発電特性のチューニングを実現する。
- 発電効率40%を実現する太陽電池のプロトタイプを開発する。

【将来展望】

- 低コスト、高効率太陽電池の実現により、 CO_2 排出量抑制、化石燃料消費量削減に寄与する。
- プリントドエレクトロニクスとの融合により、太陽電池、フレキシブルディスプレイ等の革新的な低コスト化と量産性向上を実現する。
- In vivo 細胞イメージングによるがん治療など高度医療応用を実現する。