

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名: 界面ナノ制御による高効率な太陽光水分解システムの創製

2. 研究代表者名: 中戸 義禮 (大阪大学大学院基礎工学研究科 教授)

3. 研究概要

多結晶シリコン(Si)薄膜と可視光応答性の金属酸化物薄膜とからなる複合電極による高効率・低コストの太陽光水分解を目的に研究を進め、高性能な微結晶Si薄膜の製造およびSi表面のアルキル化とアルキル末端へのアニオン基の結合に成功し、世界最高効率のヨウ化水素の太陽光分解を達成するとともに、可視光応答性の高活性な新規金属酸化物を発見した。さらに、複合電極について新たな構造をいくつか考案し、それぞれ動作原理を実証して、太陽光水分解に成功した。

4. 中間評価結果

4 - 1. 研究の進捗状況と今後の見込み

本研究チームは、大阪大学(基礎工、産業科学研)、岐阜大学、奈良教育大学、兵庫県立大学、長岡技術科学大学、奈良先端科学大学院大学の化学、物理及びシミュレーション系の多くの研究者が機能別にグループを形成して系統的な研究を推進している。当初計画からみてシミュレーション系がやや遅れているほかは、ほぼ当初計画どおりの進捗である。チーム全体の最終目標は、多結晶シリコン薄膜/可視光応答性の金属酸化薄膜(Si/MOx)複合電極による太陽光水分解で効率 10%以上を目指すというチャレンジ度の高いものであるが、個々の要素技術の開発を達成し、太陽光水分解の可能性と目標達成の道筋を明らかにしており、今後の太陽光水分解の効率向上が期待できる。

4 - 2. 研究成果の現状と今後の見込み

要素研究として、Hot-wire CVD 法により微結晶Siや3C-SiC:H薄膜を製造し、これらの薄膜の高性能性を実証するとともに、表面メチル化・Pt ナノ粒子担持という独自の方法を開発して、高効率で安定なSi電極を実現し、HIのH₂とI₂への太陽光分解で世界最高の太陽エネルギーの化学エネルギーへの変換効率 7.4%を達成している。また活性アルキンを用いる新規の手法を開発して末端にアニオンを有するアルキル基のSi表面への導入に成功するとともに、新規のテクスチャー化法を開発して多結晶Siウエーハに均一な無反射処理を施すことに世界で初めて成功している。さらに世界最高の光触媒的酸素発生活性を有する可視光応答性の金属酸化物BiTiVO₆の開発にも成功している。一方、これらの要素技術を組み合わせた種々の複合電極で可視光水酸化分解を達成し、複合電極の原理(二段階励起機構)も実証している。以上の成果により、今後は、高効率化と安定性の向上に向けた研究の進展により、目標達成が期待される。

4 - 3 . 今後の研究に向けて

多結晶シリコン薄膜の高性能化など個々の要素技術の進展は認められるので、今後は研究テーマを絞り、共同研究チームとの連携を深めて、低コスト化を視野に入れながら、太陽光水分解の効率と耐久性の向上を図ることを期待する。さらには 10cm 角程度の大面積の複合電極による実証試験にできるだけ早期に着手することを期待する。

4 - 4 . 戦略目標に向けての展望

多結晶シリコン薄膜と可視光応答性の金属酸化薄膜からなる安価な複合電極による太陽光水分解で効率10%以上の達成は、非常にチャレンジ度の高いテーマであり、難度も高いが、これが実現すれば、水素を用いた燃料電池自動車の開発が活発に進められている現在において、実社会でのインパクトは非常に大きい。ソーラーハイドロジェンが叫ばれている昨今では、社会の注目度も高く、地球規模でのエネルギー・環境問題への大きな貢献が期待できる。

4 - 5 . 総合的評価

将来の水素エネルギー社会の実現に向けて、非常に重要なテーマである。現時点では、太陽光水分解のための基礎技術、狙いの要素技術や周辺技術はかなり押さえられているので、それらを整理した上で、選択と集中を考慮し、課題を焦点化して研究を進めることを期待したい。