

未来の低炭素社会につながる 発電・蓄電用ナノ粒子

発電・蓄電性能を向上させるナノ多孔/金平糖粒子

佐藤 慶介 (東京電機大学 工学部 電気電子工学科 教授)

研究目的・背景

未来の低炭素社会において、創エネである太陽電池と畜エネであるリチウムイオン蓄電池の高性能化は必須である。本研究では、次世代につなげるための環境エネルギー問題解決に向けて鍵となる高性能・高機能な発電・蓄電を可能にする新規材料開発を行っています。本研究で開発されたナノ多孔/金平糖粒子は高い比表面積の所有により発電・蓄電以外にあらゆる用途に利用できます。

技術の概要

ナノ粒子表面へのナノデザイン加工（微細孔や微細突起）は比表面積を拡張できるため、エネルギー・電気化学分野等における発電・蓄電用電池の性能向上に直結する極めて重要な技術となっています。本技術で開発したナノ多孔/金平糖粒子は微細孔と微細突起のサイズ、密度を制御することにより、比表面積を自在にコントロールすることができます。また、それらの製造方法は溶液プロセスの採用により従来のナノ加工技術と比べて劇的にコスト削減することができます。

低炭素社会に必要な太陽電池と蓄電池



【創エネの課題】

住宅・商業施設：シリコン太陽電池が利用されており、**発電効率が理論限界に到達**

自動車：高価・高効率の多接合太陽電池が利用されており、**コストが高騰**

【畜エネの課題】

負極材料：高容量化が可能なシリコンを使用した場合、リチウムイオンの挿入による**体積膨張の発生**により**充放電サイクル寿命が短い**

【ナノ多孔/金平糖粒子の特長】

創エネ：安価な創製技術により**約1/6にコスト削減**、比表面積の拡大によるpn界面領域の大幅な拡張により**発電効率が向上**

畜エネ：多孔・金平糖形態によるリチウムイオンの挿入箇所の確保により**体積膨張率の低減**に伴う**充放電サイクルが長寿命化**

想定される用途

- ◆自動車・ウィンドウ等に設置可能なフレキシブル太陽電池の**発電材料**
- ◆リチウムイオン蓄電池の**負極材料**
- ◆治療・診断のための**抗原抗体反応用材料**

企業への期待

- ◆ナノ多孔/金平糖粒子を用いた太陽電池、蓄電池の共同開発
- ◆悪性腫瘍等に特異的にリリースできる薬剤の共同開発

従来技術より優れている点

- ◆50-100nmのナノ粒子表面に25-50nmの**微細孔や微細突起の加工**
- ◆ナノ粒子表面への**ナノデザイン設計**

特許情報

- ◆出願名称：微細突起を有するシリコン微粒子の製造方法、及びシリコン微粒子
特許番号：特願2018-192860、特許第7224593号
- ◆出願名称：表面孔を有するシリコン微粒子の製造方法、及びシリコン微粒子
特許番号：特願2018-192870、特許第7224594号

技術1：ナノ粒子表面への微細孔と微細突起の形成技術

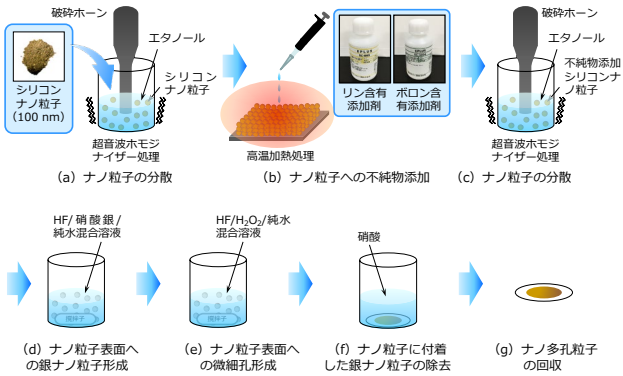


図1 n型/p型Siナノ多孔粒子の製造プロセス

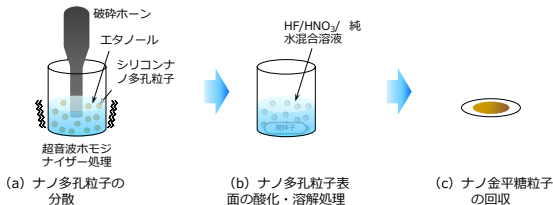


図3 n型/p型Siナノ金平糖粒子の製造プロセス

リン添加時の加熱温度		
900℃	1000℃	1100℃
比表面積：22.8 m ² /g 細孔サイズ：25.4 nm	比表面積：16.7 m ² /g 細孔サイズ：27.3 nm	比表面積：35.6 m ² /g 細孔サイズ：23.7 nm

ボロン添加時の加熱温度		
900℃	1000℃	1100℃
比表面積：40.3 m ² /g 細孔サイズ：49.9 nm	比表面積：34.3 m ² /g 細孔サイズ：38.5 nm	比表面積：33.9 m ² /g 細孔サイズ：35.7 nm

図2 Siナノ多孔粒子のSEM像

リン添加	未添加	ボロン添加

図4 Siナノ金平糖粒子のSEM像

技術2：ナノ多孔粒子の太陽電池性能

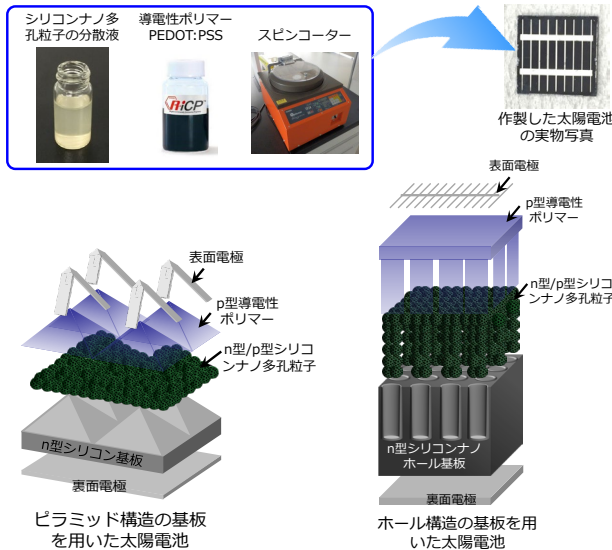
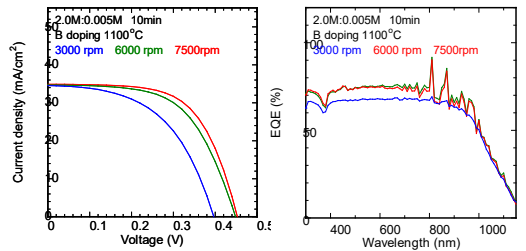


図5 太陽電池の構造図

ピラミッド構造基板を用いた太陽電池



ホール構造基板を用いた太陽電池

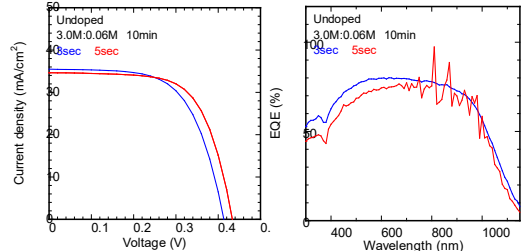


図6 各種太陽電池のJ-V特性と量子効率

表1 各種太陽電池の性能

下地基板	回転数 (rpm)	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	PCE (%)
ピラミッド	3000	34.5	0.40	0.51	7.04
	6000	34.7	0.45	0.58	9.10
	7500	34.9	0.45	0.62	9.74

下地基板	化学研磨処理時間 (秒)	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF	PCE (%)
ホール	3	35.5	0.41	0.62	9.11
	5	34.6	0.43	0.66	9.84