

チタニアゲルナノシート転写膜の 色素増感太陽電池電極への応用

(アート科学)○長谷川 良雄・佐藤 純

(茨城県工業技術センター)飯村 修志・児玉 弘人

(茨城大院)佐野 高浩・鈴木 琢・万徳 則恵・阿部 修実

1. 目的

流動界面ゾルーゲル法

前駆体の精密な分子設計とプロセスのケミカルデザインで、厚さが50～500nmで制御された酸化物セラミックスナノシートを連続的に大量合成する方法。



大面積ゲルナノシートの転写法

ゲルナノシートを大面積、無欠陥で基材に転写する方法で、必要によりゲルナノシートを積層し、大面積セラミックスナノシート(積層)膜の迅速な製造を実現。



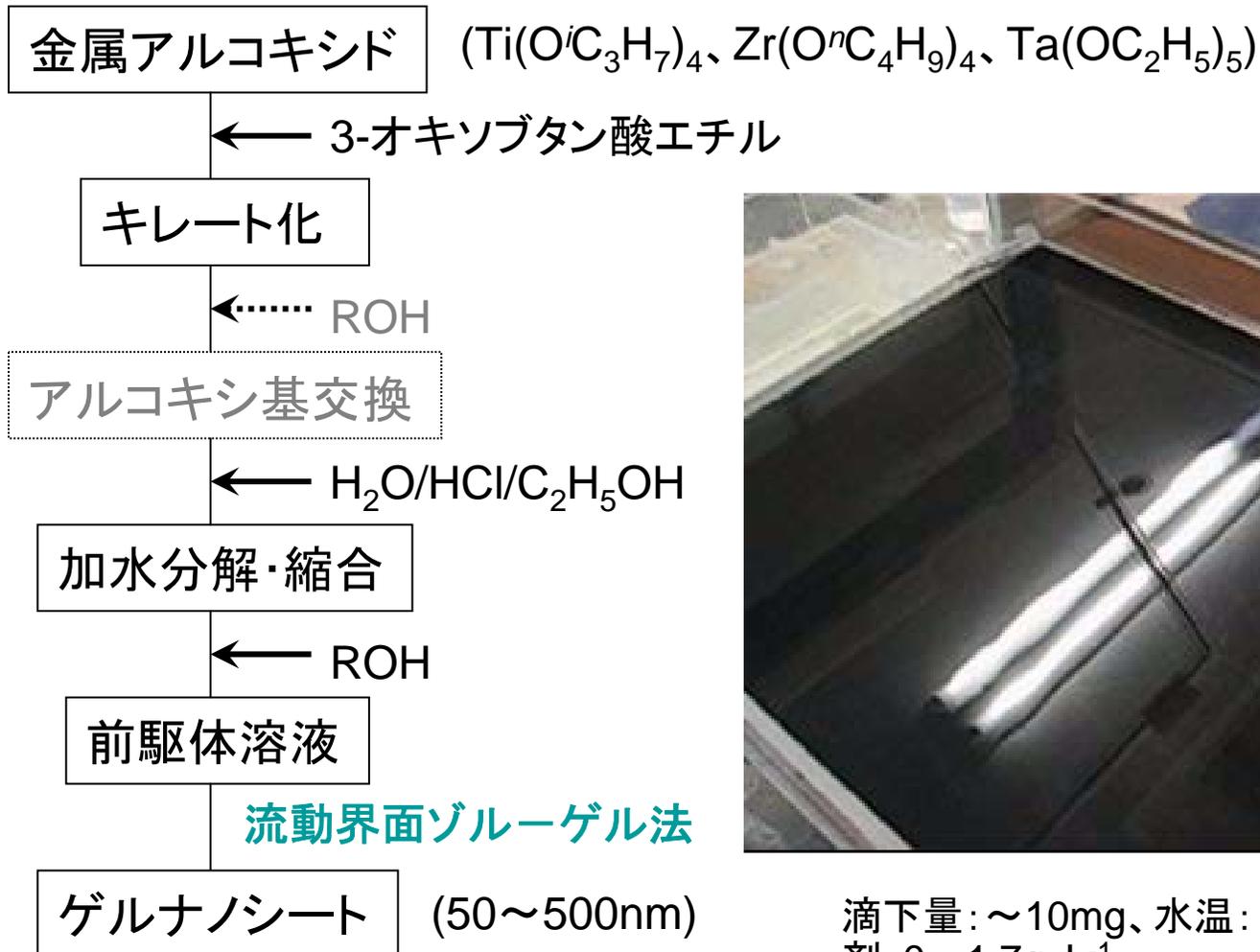
光触媒材料、電極材料 など新しい環境浄化デバイス、電子デバイス等への展開



色素増感太陽電池のハイブリッド電極による高効率化

2. 実験方法

酸化物セラミックスゲルナノシートの合成



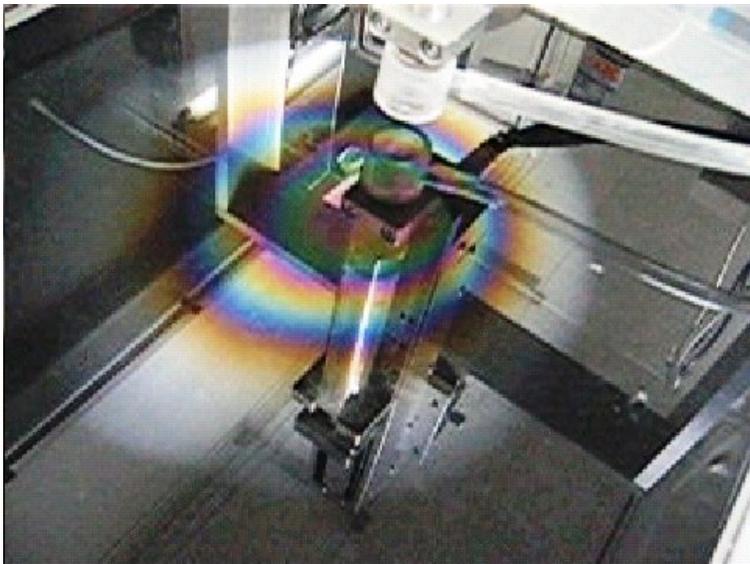
滴下量: ~10mg、水温: 5~45°C、界面活性剤: 0~1.7g·L⁻¹

ゲルナノシートの基材への転写

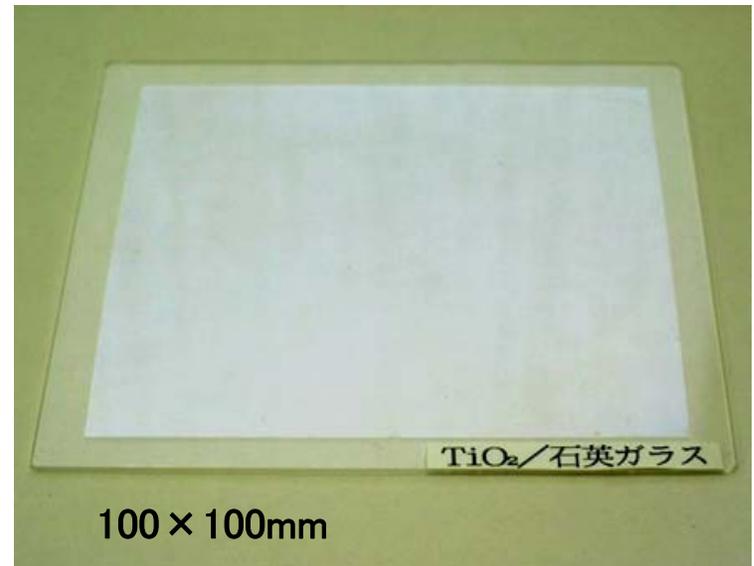
基材:石英ガラス板、FTOガラス

転写法:大気側から転写する方法

焼成:乾燥後、大気中、 450°C ($200^{\circ}\text{C}\cdot\text{hr}^{-1}$, 1hr 保持)で焼成



TiO₂ gel nanosheet

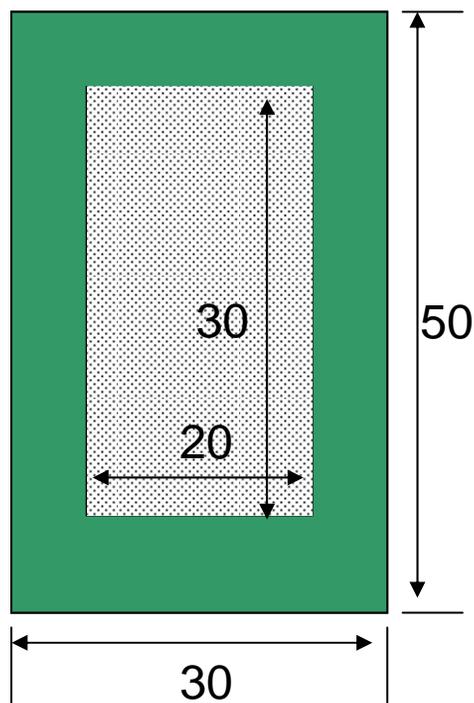


TiO₂ nanosheet on quartz glass plate

Large area nanosheets transcribed from atmospheric side

DSCセル化と評価

TiO₂転写膜の作製方法



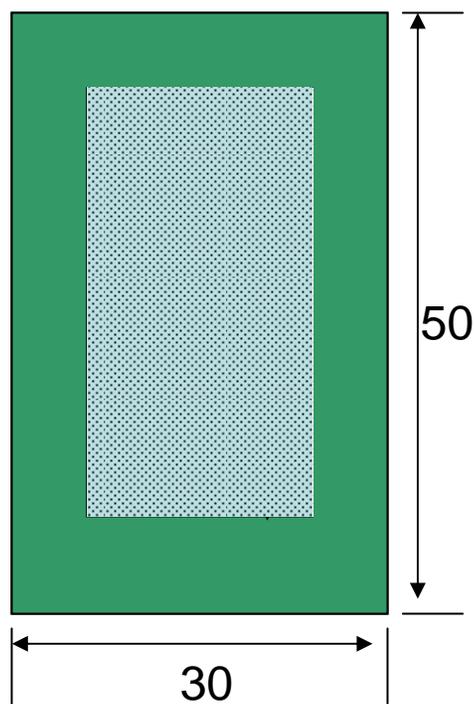
マスキング

転写

マスク除去

焼成

P-25およびTiO₂ナノシート粉末焼結膜の作製方法(スキージ法)



マスキング

スラリー塗布

ゾル含浸

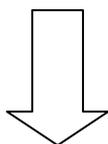
マスク除去

焼成

スキージ法のためのスラリー作製

P-25

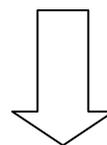
P-25	...	3.0 g
純水	...	5.0 mL
アセチルアセトン	...	0.1 mL
30% Triton-X100/水	...	0.2 mL



乳鉢で混合

TiO₂ Nanosheet

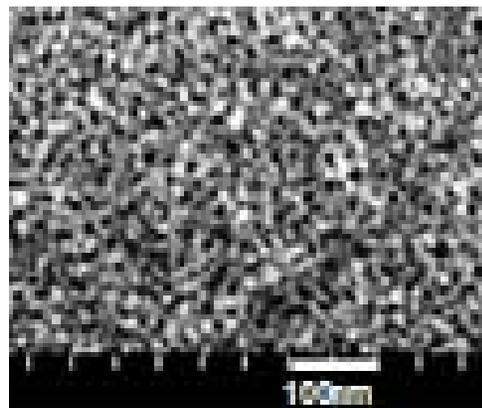
TiO ₂ Nanosheet	...	4.0 g
純水	...	15.0 mL
アセチルアセトン	...	0.13 mL
20% Triton-X100/水	...	0.27 mL



アルミナボール 42 g

転動ボールミルで混合

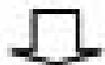
超多孔質ハイブリッドチタニア電極



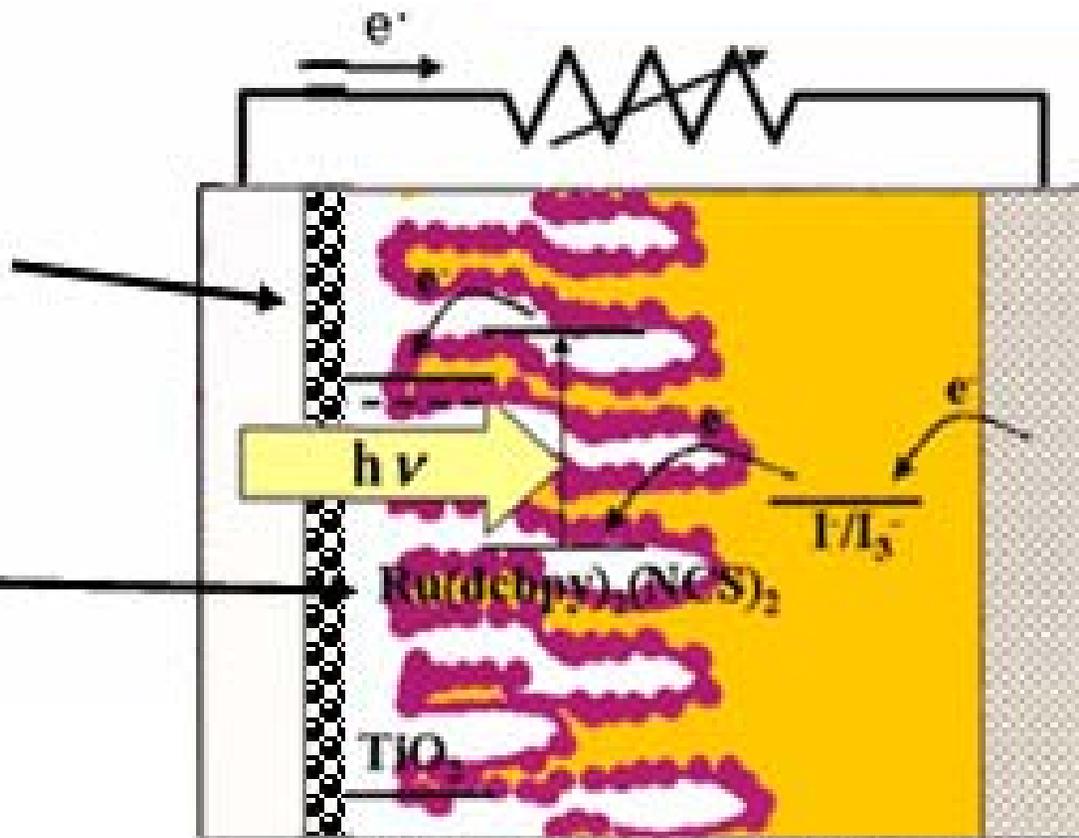
ナノシート転写膜(下地層)

+

チタニアナノ粒子膜



ハイブリッド電極

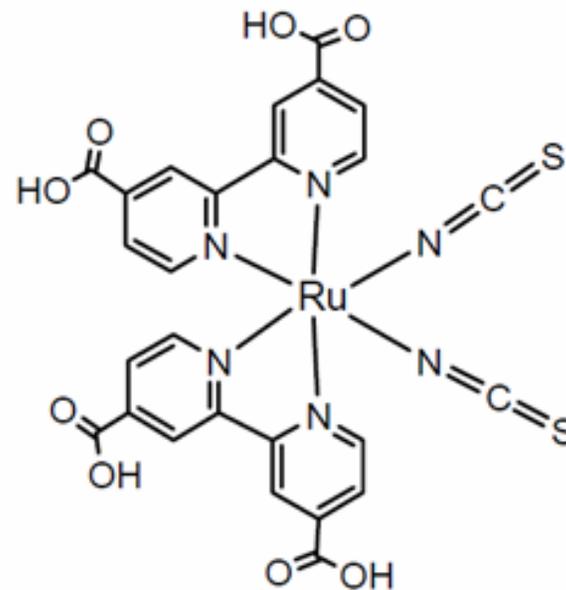


ハイブリッド多孔質チタニア電極 DSC

色素と電解液

色素

cis-ジ(チオシアナート)-N,N-ビス(2,2'-ジカルボン酸ビピリジル)-ルテニウム(II) (N3)

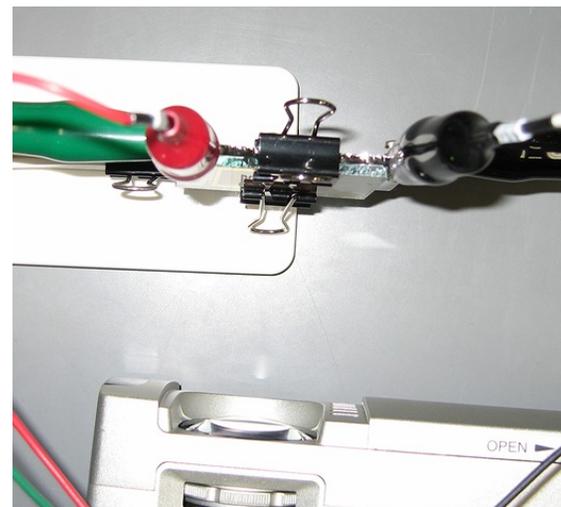
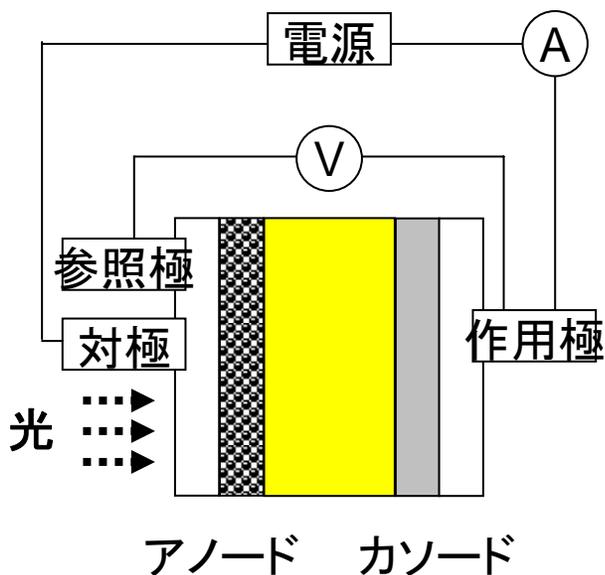
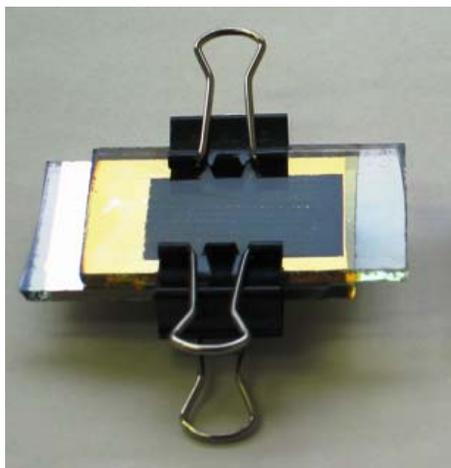


電解液

炭酸エチレン: アセトニトリル = 8:2
(vol比)

+
0.5M KI + 0,03M I₂

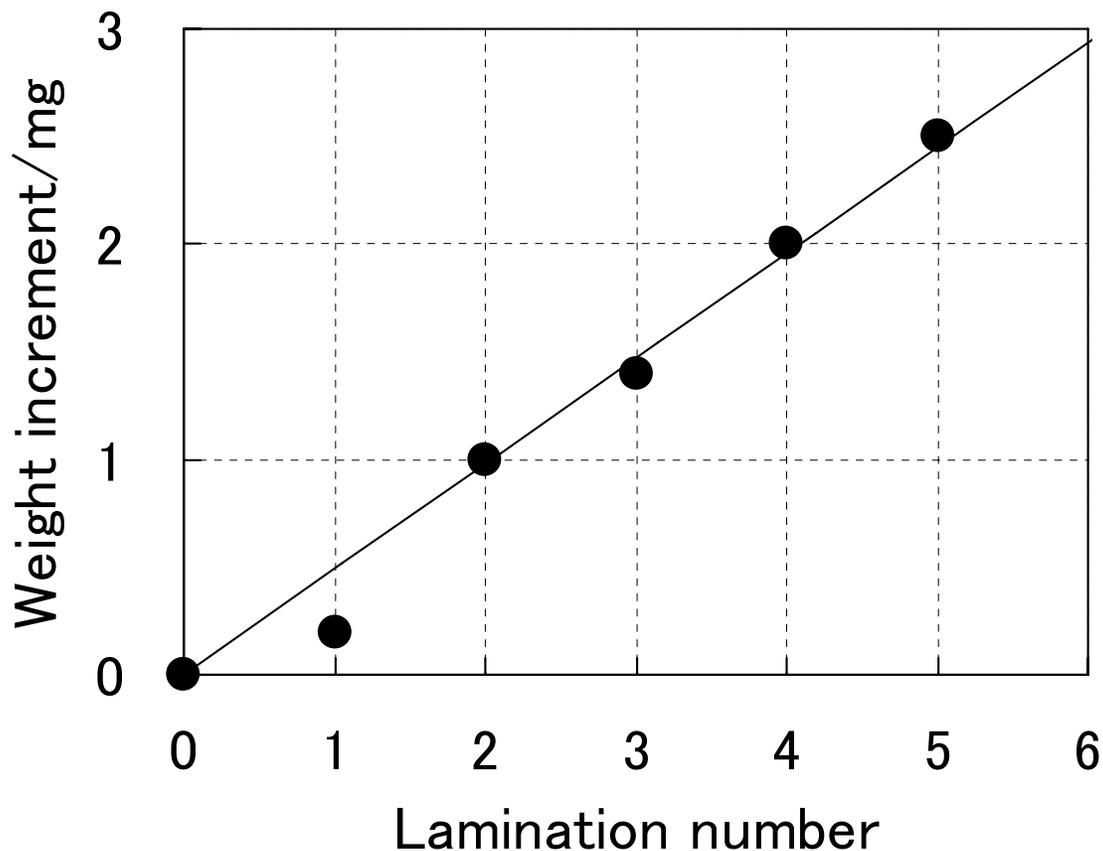
セル化



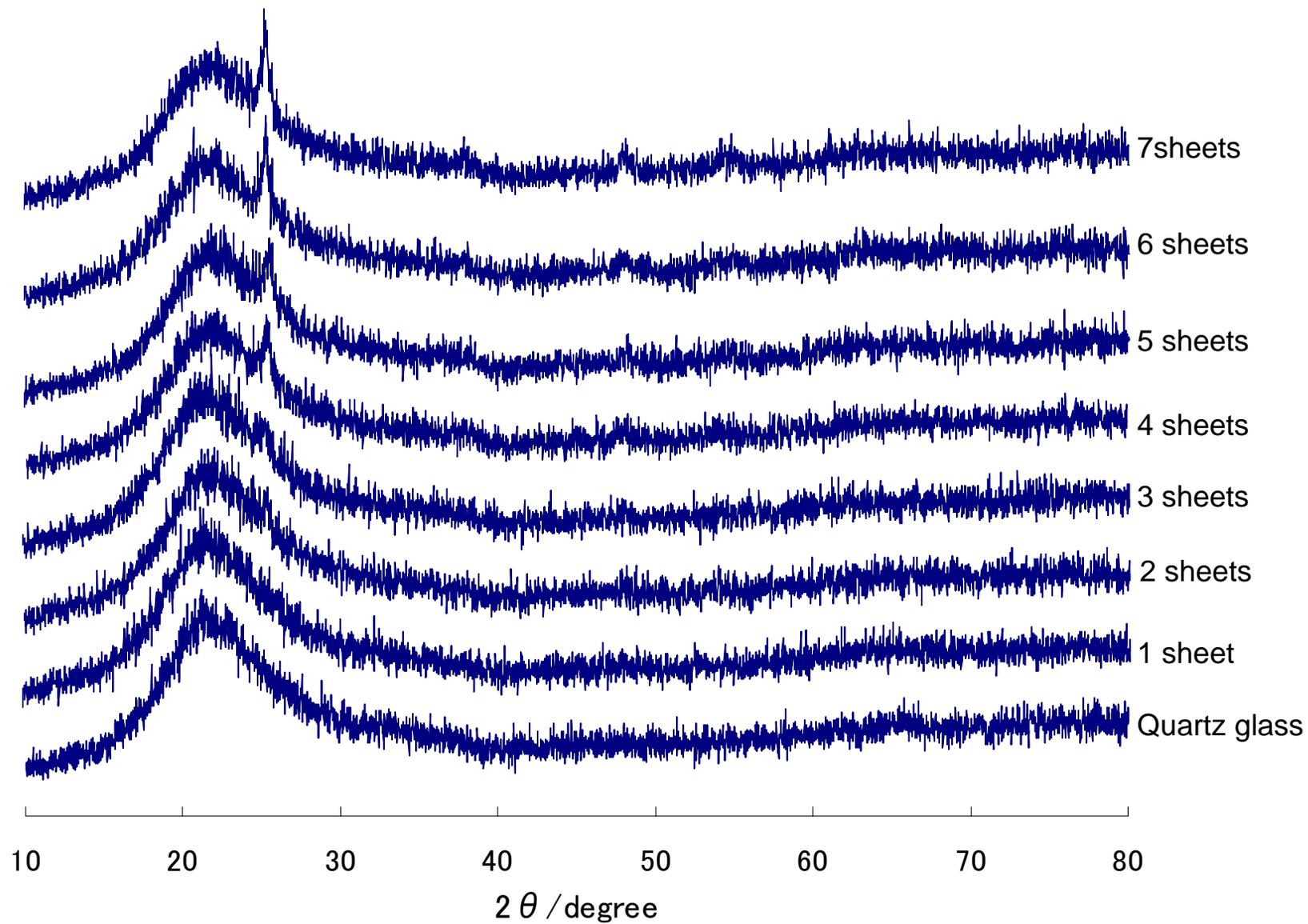
光源: 130 W 高圧水銀灯

3. 結果

転写法によるTiO₂積層膜の積層回数と重量増加

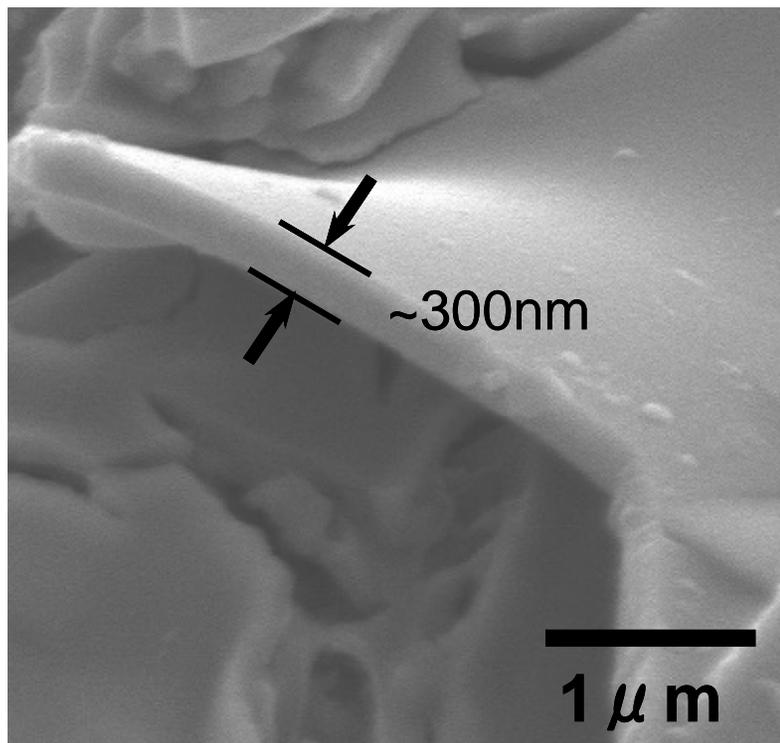


The relation between the weight of laminated nanosheets and lamination number on a quartz glass plate(50 × 50mm)

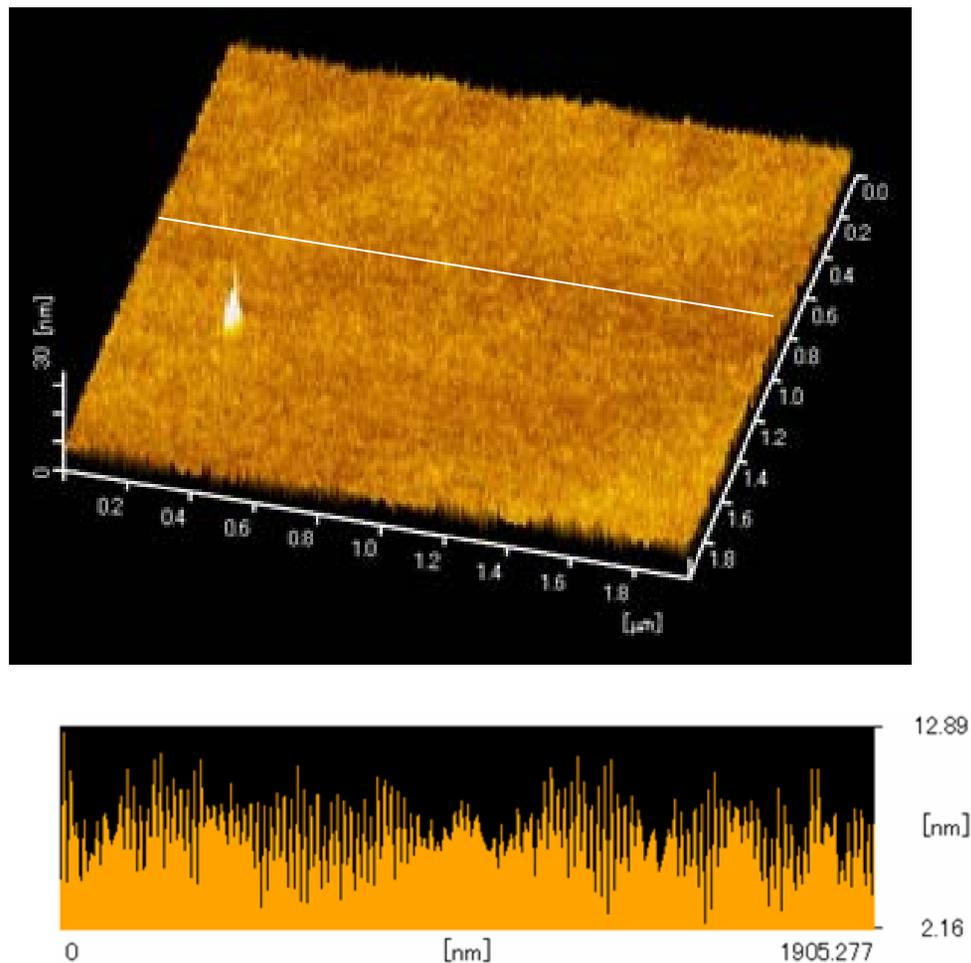


TiO₂ナノシートの厚さと表面のSPM観察

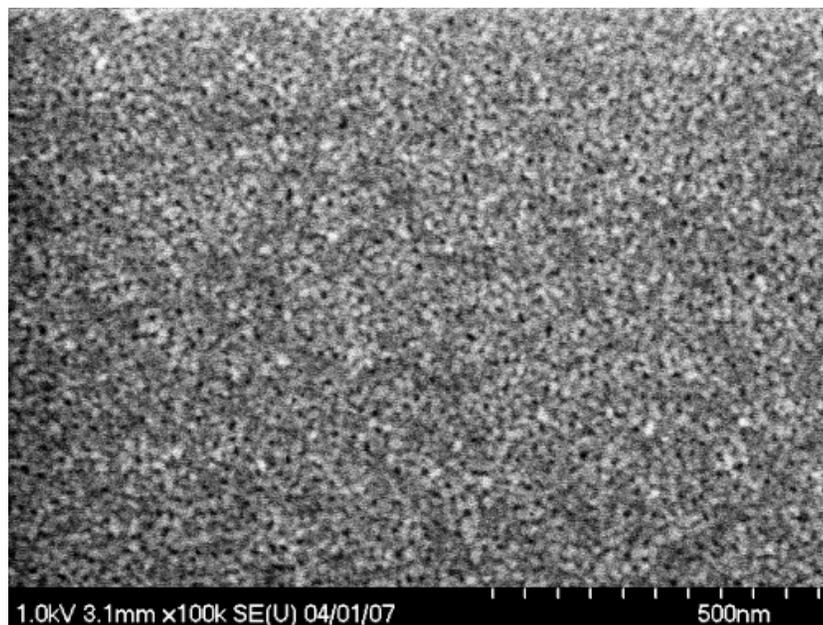
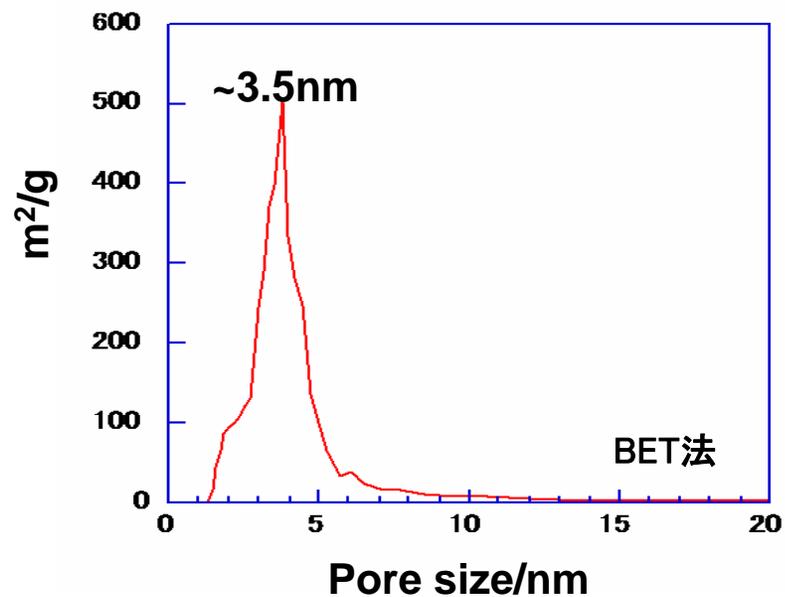
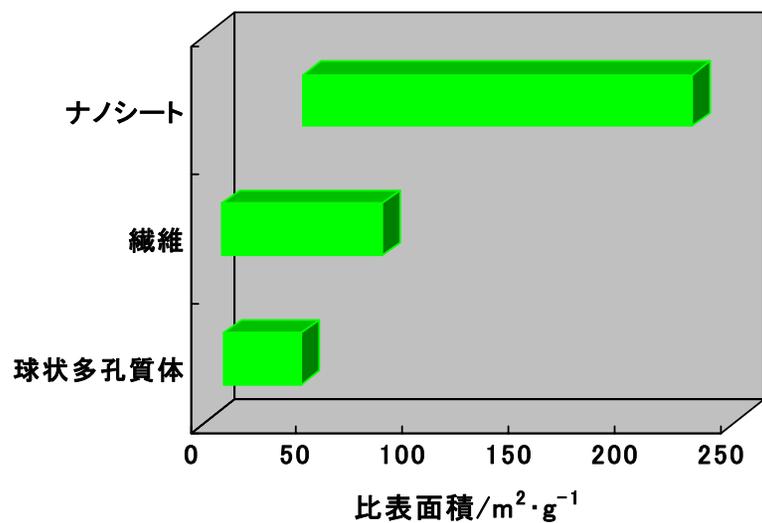
SEM



SPM



チタニアナノシートの比表面積



ナノシート焼結膜の特異性

スキージ法により450°Cで作製した厚膜でのP-25との比較

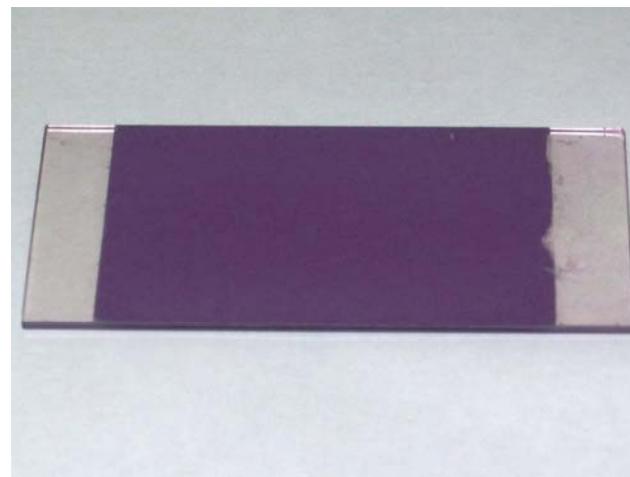
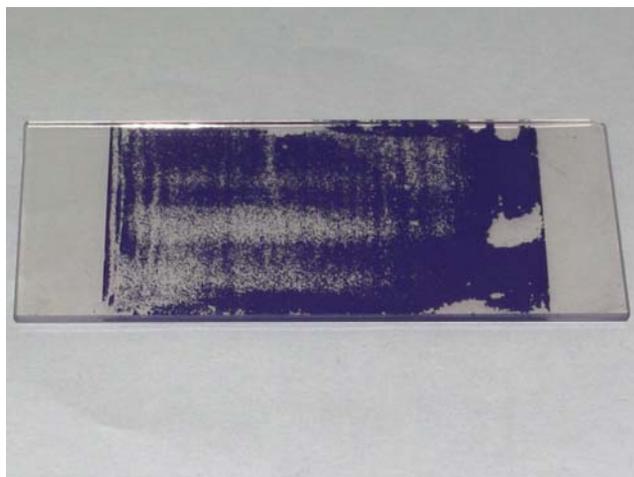
P-25

TiO₂ nanosheet

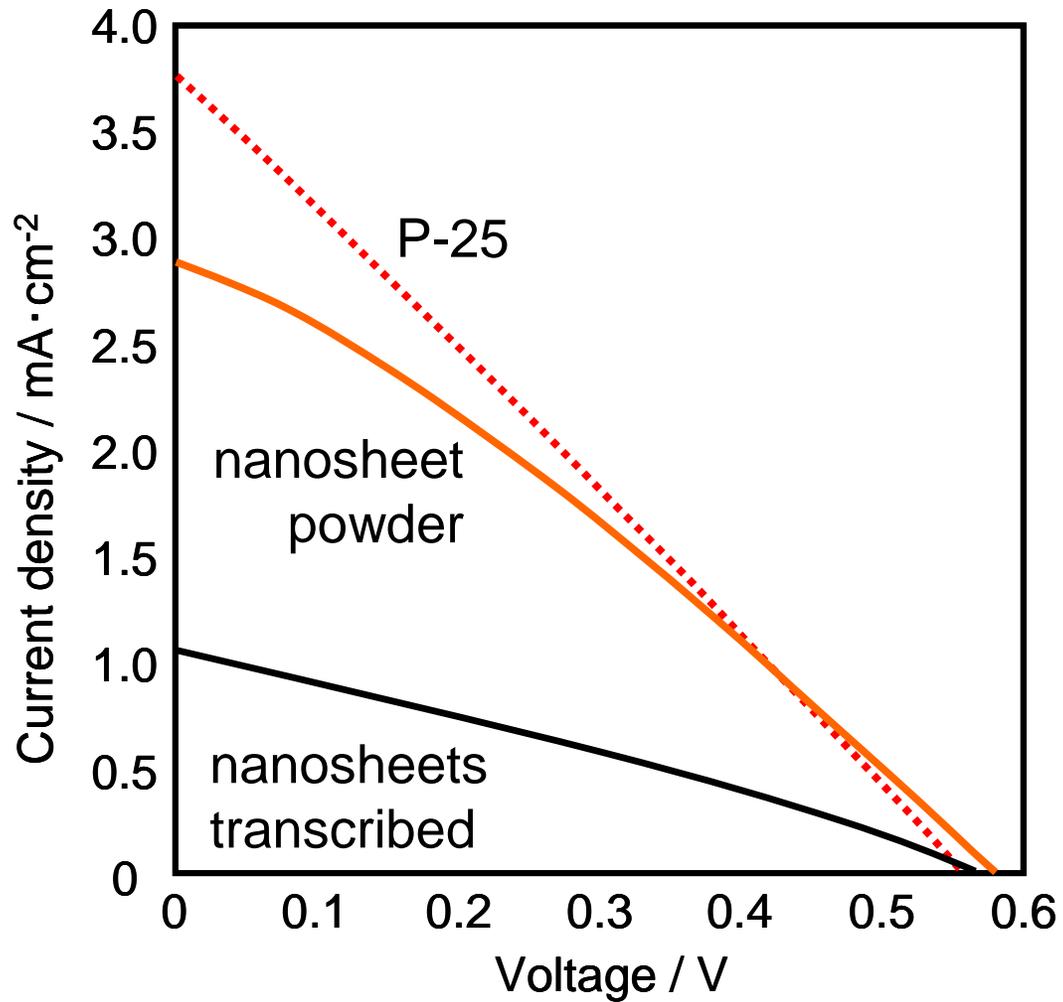
表面



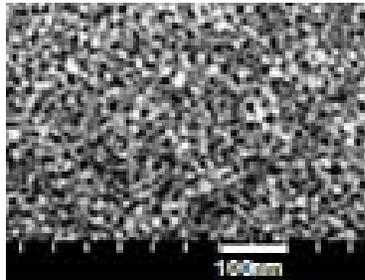
色素吸着後



I-V curves of DSCs.



ハイブリッドチタニア電極



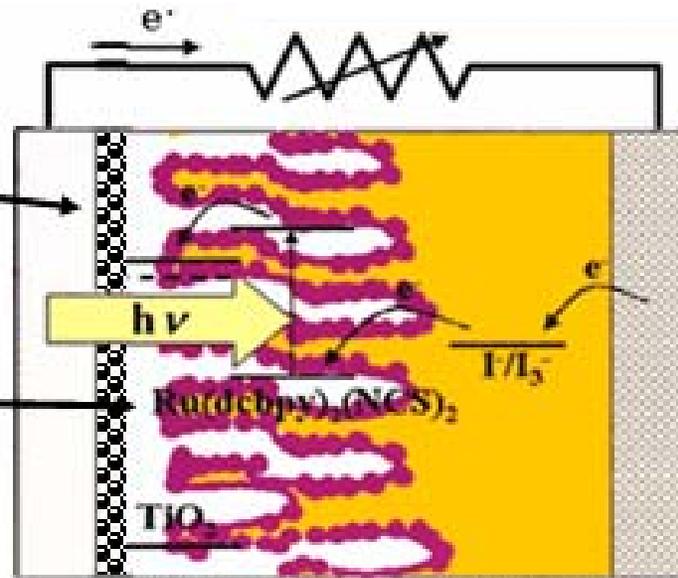
ナノシート転写膜(下地層)

+

チタニアナノ粒子膜



ハイブリッド電極



ハイブリッド多孔質チタニア電極 DSC

焼結膜	転写膜 (ハイブリッド化)	V_{oc}/mV	$I_{sc}/mA \cdot cm^{-2}$	備考
P-25	×	570	2.13	ボールミル
P-25	○	600	2.34	
P-25	○	552	2.03	乳鉢
Nanosheet powder	○	583	2.97	

4. まとめ

ハイブリッドチタニア電極の有用性が確認できた。



- FTOガラス上に転写したチタニアナノシートは、導電性膜と良好な密着性を有している。
- 従来の多孔性チタニア焼結膜をチタニアナノシート上にハイブリッド化することにより、短絡電流密度を上げることができた。



条件の最適化を行いながら、高効率化を目指す。