

## ナトリウムとスズを含むリン酸ガラス系透明導電膜の 作製と特性評価

中部大学 ○熊崎 悠介, 花井 東, 丸山 翼, 田橋 正浩, 後藤 英雄

Preparation and characterization of Sn and Na co-containing phosphate glass transparent conductive film

Chubu Univ. ○Yusuke Kumazaki, Tsukasa Hanai, Tsubasa Maruyama, Masahiro Tahashi, and Hideo Goto

E-mail: ee09042-4559@sti.chubu.ac.jp

### 1. まえがき

近年、フラットパネルディスプレイや携帯電話の普及、また太陽電池の需要の増加により透明導電膜の需要が急増している。しかし透明導電膜には ITO : 酸化インジウムスズ (Indium Tin Oxide) が主に使用されているが、この ITO に使用されている In (インジウム) は近年には枯渇することが懸念されている。その代替材料として ZnO、SnO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、IGZO 等があるが、本研究ではスズを含むリン酸化合物を用いたリン酸塩ガラスが導電性を示し、かつ透明で多様な光学特性を示すことから、新たな透明導電膜として注目した。現状ではその抵抗率は 10 [Ω cm] であるため更なる抵抗率の低減のために Na 原料であるメタケイ酸 Na とメタケイ酸 Na 九水和物を添加し、これらの Na 原料が可視光透過性と電気伝導性の経時変化に及ぼす影響について調べた。

### 2. 試料の作製および測定

原料にはリン酸水溶液 (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 含有量 85%)、一酸化スズ (SnO, 有量 99.9%)、ケイ酸エチル ((C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>, 有率 95%)、メタケイ酸 Na (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, 有率 97%) 及びメタケイ酸 Na 九水和物を用いた。これらを mol 比 P:Sn:Si:Na=1:0.19:0.047:0.035 となるよう混合し、直ちにガラス基板にマスクを用いて 10×10 [mm] の正方形に塗布した。これを真空中において焼成温度 400°C、焼成時間を 0.5h~3h の条件で焼成した。得られた試料の電気特性を測定するため Au を試料表面に電極間隔 7mm の条件で真空蒸着し空气中、室温において V-I 特性、および電位分布の測定をおこなった。電位分布の測定では 30 μA 一定の電流を Au 電極間に流し、試料表面において電圧計の端子間距離を 1mm 毎に伸ばしながら各点での電位を測定、その後基準点を変更しながら同様に電位を測定した。この測定により得られた電界と膜厚から試料の抵抗率を算出した。

### 3. 結果及び検討

Fig.1 に焼成前後の試料表面写真を示す。焼成前には黒色不透明であったが、焼成後には膜厚 50~150 μm の透明なガラス質の膜となった。Fig.2 に抵抗率の焼成時間依存性を示す。メタケイ酸 Na、メタケイ酸 Na 九水和物それぞれを加えた試料の抵抗率に大きな差は無かった。また

抵抗率の焼成時間依存性を調べたところ  $3.5 \times 10^{-2} \sim 18 \times 10^{-2}$  [Ω cm] の抵抗率を示す透明な膜が得られた。また透明度の経時変化については、メタケイ酸 Na 九水和物を添加した試料では、2, 3 日経過すると薄膜が白濁化していたが、メタケイ酸 Na を添加した試料では一週間経過後も明らかな白濁化は見られなかった。

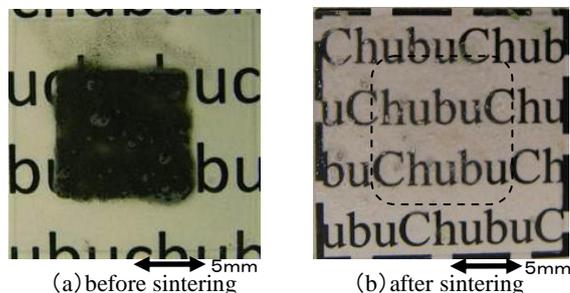


Fig. 1 Photographs of samples before and after sintering.

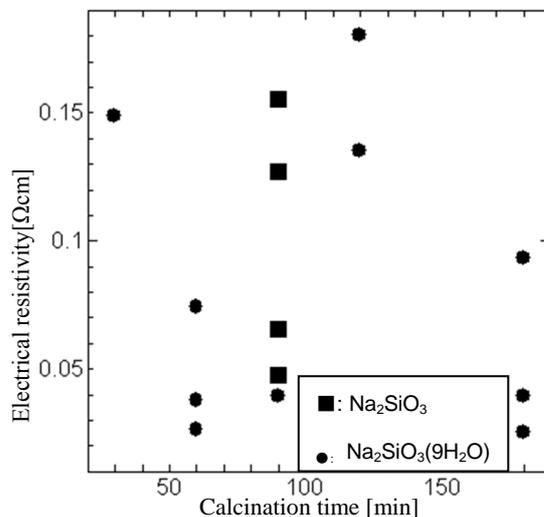


Fig.2 Calculation time dependence of electrical resistivity.

### 4. まとめ

Na 原料にメタケイ酸 Na とメタケイ酸 Na 九水和物を用いナトリウムとスズを含むリン酸ガラス系透明導電膜を作製した。Na 原料を加えることで抵抗率は小さくなり、最小で  $3.5 \times 10^{-2}$  [Ω cm] の抵抗率を有する材料が得られた。しかし耐久性については Na の添加材料による違いが顕著に現れた。メタケイ酸 Na 九水和物では時間経過による白濁化が見られたのに対し、メタケイ酸 Na を添加した試料は時間経過後も明らかな白濁化は発生せず安定した透明導電膜となった。