

Industrielle AP-CVD von TCO-Schichten für a-Si Module

Saint Gobain Glass untersucht die industrielle Realisierbarkeit der Abscheidung von fluordotiertem Zinnoxid ($\text{SnO}_2\text{:F}$) auf Glas und die Eignung der Schichten als transparente Elektrodenschichten für Solarmodule aus amorphen Silizium. Dabei wurden Schichten im Labor, in einer Pilotanlage (auf $0,6 \text{ m}^2$) und auf einer industriellen Linie (auf 19 m^2) hergestellt. Der Einfluss verschiedener Abscheideparameter wie Substrattemperatur, Precursorkonzentration, Dotierstoffkonzentration und Gaseinlassgeschwindigkeit auf folgende Eigenschaften wurde untersucht:

- 1) Lichttransmission
- 2) Leitfähigkeit, Beweglichkeit und Dotierung
- 3) Lichtstreuung (Haze)

Abb. 1 zeigt eine Elektronenrasteraufnahme vom Querschnitt der Schichten, die bei unterschiedlichen Substrattemperaturen abgeschieden wurden. Die Schicht in *Abb. 1a* wurde bei $570 \text{ }^\circ\text{C}$ und die Schicht in der *Abb. 1b* bei $608 \text{ }^\circ\text{C}$ abgeschieden. Bei höherer Temperatur entstehen größere Kristalle, eine größere Oberflächenrauigkeit und erwartungsgemäß eine größere Lichtstreuung.

Als Glassubstrat für die $\text{SnO}_2\text{:F}$ dienten unterschiedliche Substrate:

- 1) Normales Weißglas mit und ohne SiOC-Barriere
- 2) Extra-weißes Glas
- 3) Satiniertes (geätztes) Glas, siehe *Abb. 2a und 2b*.

U. Blieske¹⁾, M. Neander¹⁾,
A. Durandea²⁾,
J. Bartonicek³⁾, J. Müller⁴⁾

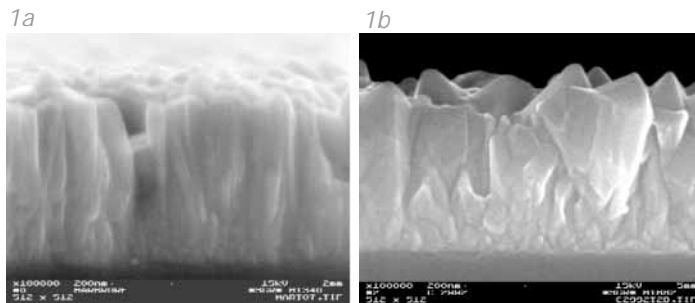
¹⁾ Saint Gobain Glass
Deutschland, Glasstr. 1,
52134 Herzogenrath
Ulf.blieske@
saint-gobain.com

²⁾ Saint Gobain Recherche,
39, Quai Lucien Lefranc,
F-93303 Aubervilliers Cedex

³⁾ Centre de Développement
Industrielle, Saint Gobain
Vitrage, B.P. 31,
F- 60150 Thourotte

⁴⁾ Forschungszentrum Jülich,
(IPV)

*Abbildung 1a
SnO₂:F-Schicht auf
Glas, die bei 570 °C
gewachsen wurde.*

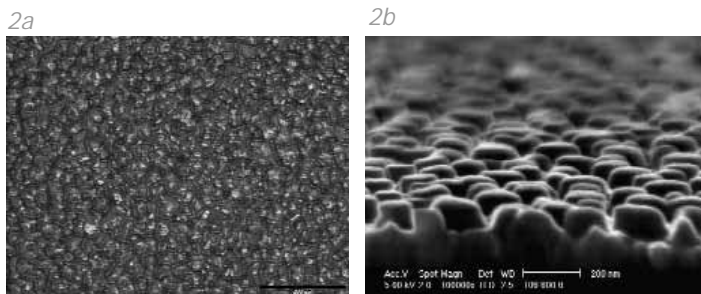


*Abbildung 1b
SnO₂:F-Schicht auf
Glas, die bei 608 °C
gewachsen wurde*

Am Forschungszentrum Jülich, Institut für Photovoltaik, wurde auf diesen Substraten der Schichtaufbau einer einfachen n/i/p-amorphen Siliziumzelle abgeschieden.

Die Zellen, die auf Schichten auf extra-weißen Gläsern in der Pilotanlage abgeschieden wurden, erreichten Wirkungsgrade bis 9,1 %. Dieser Wert liegt über den Werten, die auf kommerziell erhältlichen TCO-Schichten erzielt wurden (8,9 %). Die Wirkungsgrade auf SnO₂-Schichten von der industriellen Linie auf normalem Weißglas mit SiOC-Barierschicht liegen bislang bei nur 7,8 %. Die elektrischen Eigenschaften dieser Schicht sind mehr als ausreichend. Der spezifische Widerstand dieser Schichten liegt bei $5 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ und die Beweglichkeit bei $30 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$.

*Abbildung 2a
Geätztes Glas Satinovo,
das eine hohe Lichtstreuung
erlaubt, allerdings
ist die Struktur zu
grob.*



*Abbildung 2b
Geätztes Glas, das
eine ausreichend
kleine Struktur für
Lichtfallen in TCO-
Schichten besitzt.*

Dagegen müssen die optischen Eigenschaften (Lichttransmission und Lichtstreuung) noch verbessert werden. Dies soll durch eine gezielte Untersuchung der strukturellen Eigenschaften der Schichten von Labor- und Pilotanlage erreicht werden.

