



INNOVATIVE TRANSPARENTE LEITFÄHIGE BESCHICHTUNGEN AUF FLACHEN UND FLEXIBLEN SUBSTRATEN

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronen- strahl- und Plasmatechnik FEP

Winterbergstr. 28
01277 Dresden

Ansprechpartner

Beschichtung von flexiblen Substraten
Dr. Matthias Fahland
Telefon +49 351 2586-135
matthias.fahland@fep.fraunhofer.de

Beschichtung von flachen Substraten
Dr. Manuela Junghänel
Telefon +49 351 2586-128
manuela.junghaehnel@fep.fraunhofer.de

www.fep.fraunhofer.de

Transparente leitende Oxide (TCO) sind wesentliche Materialien für optoelektronische Bauelemente, wie z. B. Flachbildschirme oder organische Leuchtdioden.

TCOs werden auch als transparente Elektroden in verschiedenen Arten von Solarzellen benötigt.

Es gibt zwei Voraussetzungen für TCOs:

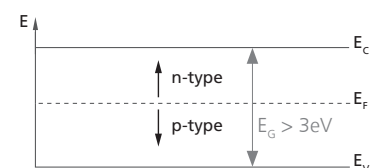
- die Bandlücke muss für die Transparenz im sichtbaren Spektralbereich größer als 3 eV sein
- Hochleistungs-TCOs müssen eine freie Ladungsträgerkonzentration zwischen $10^{19} \dots 10^{21} \text{ cm}^{-3}$ und eine freie Ladungsträgerbeweglichkeit zwischen 5 ... 40 cm^2/Vs aufweisen.

Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen zwei verschiedenen Arten von TCOs; dem n-Typ und dem p-Typ TCO.

Die Art der TCO hängt von der Lage des Fermi-Niveaus E_F ab.

Das Fraunhofer FEP ist besonders spezialisiert auf die Abscheidung verschiedener n-Typ TCO-Schichten mit spezifischen Eigenschaften. Zudem wurde mit der Entwicklung von p-Typ TCOs begonnen.

Die Lage der E_F bestimmt den Leitungstyp



E_C – Leitungsbandenergie
 E_F – Fermi-Niveau
 E_V – Valenzbandenergie
 E_G – Bandlücke



Management
System
ISO 9001:2015
ISO 50001:2018
www.tuv.com
ID 9105050079

Wir setzen
auf Qualität

und die ISO 9001.



Das Fraunhofer FEP verfügt über das technologische Know-how und die Ausrüstung (Pilot- und Laboranlagen), um verschiedene TCO-Materialien sowohl auf flache als auch auf flexible Substrate zu sputtern.

Sputtern auf flachen Substraten (beheizt / unbeheizt)

- TCOs auf Indiumbasis:
 - Indium-Zinn-Oxid (ITO)
 - Indium-Zink-Oxid (IZO)
- TCOs auf Zinkbasis:
 - aluminiumdotiertes Zinkoxid (ZnO:Al)
 - galliumdotiertes Zinkoxid (ZnO:Ga)
 - Zinkoxid (ZnO)
- weitere TCOs:
 - Zinn-Antimon-Oxid (TAO)
 - Zinn-Zink-Oxid (TZO)
 - Niob-dotiertes Titanoxid (TiO₂:Nb)

Sputtern auf flexiblen Substraten (unbeheizt)

- Indium-Zinn-Oxid (ITO)
- aluminiumdotiertes Zinkoxid (ZnO:Al)

Eigenschaften einiger TCOs

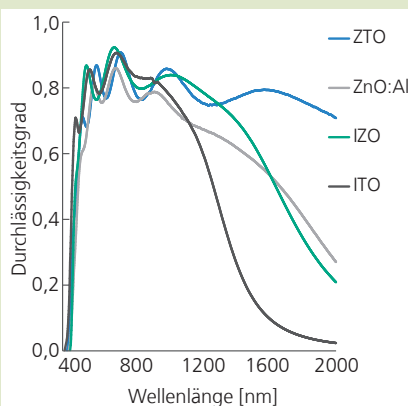
	ρ [Ω^*cm]	N [cm^{-3}]	μ [cm^2/Vs]	k @ 550 nm	n @ 550 nm
ITO	$1,5 \times 10^{-4}$	$8,5 \times 10^{20}$	45	$1,4 \times 10^{-3}$	1,93 – 2,11
IZO	$3,1 \times 10^{-4}$	$9,3 \times 10^{20}$	44	$2,0 \times 10^{-3}$	1,93 – 2,10
ZnO:Al	$4,0 \times 10^{-4}$	$5,6 \times 10^{20}$	32	$1,9 \times 10^{-3}$	1,79 – 2,10
ZnO:Ga	$2,9 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{20}$	43	$1,5 \times 10^{-3}$	1,80 – 1,88
TZO	$2,5 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{20}$	26	$3,4 \times 10^{-3}$	1,95 – 2,08
TAO	$6,7 \times 10^{-2}$	$2,3 \times 10^{19}$	2	$1,5 \times 10^{-2}$	2,06 – 2,20
TiO ₂ :Nb	$7,2 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{21}$	7	$7,5 \times 10^{-3}$	2,40 – 2,70

spezifischer Widerstand (ρ), Ladungsträgerkonzentration (N), Ladungsträgerbeweglichkeit (μ), Extinktionskoeffizient (k), Brechungsindex (n)

Unser Angebot

- verschiedene Sputtermodi:
 - DC und gepulster DC
 - HF-überlagerte DC
- Sputtern von keramischen Targets (planar, rotierend)
- reaktives Sputtern (ITO, ZnO:Al)
- thermische Vorbehandlung und Nachtempern bis zu 450 °C
- Methoden für schädigungsarme Beschichtungen auf empfindlichen organischen Materialien
- Substratgröße:
 - flache Substrate: max. 1200 x 500 x 10 mm³
 - flexible Substrate: Rolle-zu-Rolle 600 mm breit
- Charakterisierung von Schichteigenschaften:
 - optisch (Spektrometer, Ellipsometer)
 - elektrisch (van der Pauw, Hall-Messung)
 - Struktur: AFM, REM

Transmission für 500 nm dicke TCO-Schichten



Anwendungen

