



15. Deutsches Anwendertreffen

Untersuchungen gepulster Glimmentladung und Anwendung für die Analyse von Solarzellen

Varvara Efimova, Volker Hoffmann

Dresden 23. November 2011

GLIEDERUNG

Motivation

- elektrische Parameter der gepulsten Glimmentladung (GD)
- Sputterkraterform und Sputterrate der gepulsten GD
- Lichtemission der gepulsten GD
- Anwendungsbeispiele Solarzellenproben



Die optische Glimmentladungsspektroskopie



- + Gleichmäßiges und sanftes Sputtern
- + Dynamischer Bereich 1 µg/g 100%
- + Schnelle Analyse10 -100 nm/s
- + Stabile Lichtemission

MOTIVATION



Die Anwendung der gepulsten Glimmentladung bietet eine Reihe von Vorteilen im Vergleich zu einer kontinuierlichen Entladung:

Die **Sputterrate** und die **Erwärmung der Probe** können durch zusätzliche Pulsparameter besser kontrolliert werden

Wie bestimmt man die optimalen Pulsparameter?

Welchen Einfluss haben die Pulsparameter auf:

- elektrische Parameter
- Sputterkraterform und Sputterrate
- Lichtemission



Motivation

elektrische Parameter der gepulsten Glimmentladung (GD)

- Sputterkraterform und Sputterrate der gepulsten GD
- ► Lichtemission der gepulsten GD
- Anwendungsbeispiele Solarzellenproben

Elektrische Parameter der gepulsten GD



6

Elektrische Parameter der gepulsten GD

20 µs





Motivation

elektrische Parameter der gepulsten Glimmentladung (GD)

Sputterkraterform und Sputterrate der gepulsten GD

Lichtemission der gepulsten GD

Anwendungsbeispiele - Solarzellenproben

Die Sputterkraterform

Für die Tiefenprofilierung es ist wichtig, dass der gesputterte Krater möglichst flach bleibt



Die Sputterkraterform vs Tastverh. und Pulsdauer

Cu Si



Das Tastverhältniss hat keinen großen Einfluss auf die Sputterkraterform Die Form des Sputterkraters korreliert stark mit der Pulsdauer Optimale Pulsdauer – **200 µs**

Tiefenprofile von CrNi/Cu (9x100nm/8x100nm)



Einfluss der Pulsdauer



Tiefenprofile von CIGSe Solarzellenproben

Einfluss des Tastverhältnis



<u>Gesputterte Oberfläche einer CIGSe Solarzelle</u> -Einfluss des Tastverhältnis





Motivation

elektrische Parameter der gepulsten Glimmentladung (GD)

Sputterkraterform und Sputterrate der gepulsten GD

Lichtemission der gepulsten GD

Anwendungsbeispiele - Solarzellenproben

<u>Lichtemission - gepulste GD</u> Einfluss des **Tastverhältnis**

700 V 4 hPa 200 μs



Die Lichtemission ist proportional zum Tastverhältnis

Lichtemission - gepulste GD Einfluss der Pulsdauer ist unterschiedlich für Atom- und Ionenlinien

700 V, 4 hPa, Tastverhältnis 20 %





Motivation

- elektrische Parameter der gepulsten Glimmentladung (GD)
- Sputterkraterform und Sputterrate der gepulsten GD
- ► Lichtemission der gepulsten GD

Anwendungsbeispiele - Solarzellenproben

Anwendung des Pulsbetriebes bevorzugt bei:



Solarzellen-Probe

<u>Untersuchung der Zn-Diffusion in CulnS₂</u> <u>Solarzell-Absorberschichten</u>



Der Diffusionskoeffizient von Zn in CulnS₂ Schichten wurde zum ersten Mal bestimmt

<u>The role of the spray pyrolysed Al₂O₃ barrier layer in achieving</u> <u>high efficiency solar cells on flexible steel substrates</u>



Das Al₂O₃ wirkt nicht nur als Barriereschicht für Fe (SIMS), sondern führt auch zur Anreicherung von Na!

Sophie E. Gledhill, Anton Zykov, Thorsten Rissom, Raquel Caballero, Christian A. Kaufmann, Christian-Herbert Fischer, Martha Lux-Steiner, Varvara Efimova, Volker Hoffmann, Steffen Oswald, Applied Physics A: Materials Science & Processing, DOI: 10.1007/s00339-010-6176-0.

GD OES Tiefenprofile von Solarzellenproben im Vergleich mit anderen Tiefenprofil-Methoden



16

Elemental Distribution Profiling of Thin Films for Solar Cells

Volker Hoffmann, Denis Klemm, Varvara Efimova, Cornel Venzago, Angus A. Rockett, Thomas Wirth, Tim Nunney, Christian A. Kaufmann, and Raquel Caballero

GD OES vs **SNMS** GD MS SIMS **TOF-SIMS** AFS TFM-FDX SFM-FDX SEM-WDX...

DANKSAGUNG







swerea **KIMAB**





Imperial College

London

Prof. Dr. Jürgen Eckert, Dr. Volker Hoffmann, Dr. Denis Klemm, Dr. Maxim Voronov, Dr. Petr Šmíd, Ingrid Wetzig, Romy Keller, Günther Pietzsch, Matthias Uhlemann, Ekaterina Kleisz, Steffi Kaschube, Prof. Dr. Edward B. M. Steers, Dr. Tamara Gusarova, Prof. Dr. Arne Bengtson, Simone Weyler, Dr. Daniel Abou-Ras, Dr. Raquel Caballero, Dr. Thorsten Rissom, Dr. Sophie Gledhill, Mario Spindler, Dr. Siegfried Menzel, Dr. Thomas Gemming, Jürgen Gluch, Dr. Zoltan Donkó, Aranka Derzsi, Michael Analytis, Rüdiger Meihsner, Rüdiger Brünner, Michael Köster, Thomas Asam, Zdeněk Weiss, Dr. Steffen Oswald, Dr. Thomas Wirth....