

Veröffentlichungen

Bär, M., Lehmann, S., Rusu, M., Grimm, A., Kötschau, I., Lauermann, I., Pistor, P., Sokoll, S., Schedel-Niedrig, T., Lux-Steiner, M.-C. und Fischer, C.-H.: "*Cd²⁺/NH₃ treatment-induced formation of a CdSe surface layer on CuGaSe₂ thin-film solar cell absorbers*", Applied Physics Letters, 86 (2005) 2221071-2221073

Bär, M., Rusu, M., Lehmann, S., Sokoll, S., Grimm, A., Kötschau, I. M., Lauermann, I., Pistor, P., Winhardt, L., Fuchs, O., Heske, C., Jung, C., Gudat, W., Schedel-Niedrig, T., Lux-Steiner, M.-C. und Fischer, C. H.: "*Cd²⁺/NH₃ - Treatment of High-Gap CuGaSe₂ Thin Film Solar Cell Absorbers*", Proceedings of 31st IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Lake Buena Vista, Florida, USA (2005), 307-310

Bär, M., Ennaoui, A., Klaer, J., Kropp, T., Saez-Araoz, R., Lehmann, S., Grimm, A., Lauermann, I., Loreck, C., Sokoll, S., Schock, H.-W., Fischer, C.-H. und Lux-Steiner, M.-C.: "*Intermixing at the heterointerface between ZnS/Zn(S,O) bilayer buffer and CuInS₂ thin film solar cell absorber*", Journal of Applied Physics, 100 (2006) 0649111-0649119

Fuertes-Marrón, D., Lehmann, S., Schedel-Niedrig, T., Klaer, J., Klenk, R. und Lux-Steiner, M.-C.: "*Band gap and interface engineering of wide gap Cu-containing chalcopyrite absorbers by dry (In,Ga)-S surface treatments*", Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 865 F16.2 (2005)

Fuertes-Marrón, D., Lehmann, S., Doka, S., Schedel-Niedrig, T. und Lux-Steiner, M.-C.: "*Surface Treatments Of CuGaSe₂ By Means of (In,Ga)-S*", Proc. of 20th EPVSEC Barcelona (2005)

Lehmann, S., Bär, M., Fuertes-Marrón, D., Pistor, P., Wiesner, S., Rusu, M., Kötschau, I., Lauermann, I., Grimm, A., Sokoll, S., Fischer, C.-H., Th.Schedel-Niedrig, Lux-Steiner, M.-C. und Jung, C.: "*CuGaSe₂-CuGa₃Se₅ phase transition in CCSVT-grown thin films*", Thin Solid Films, 511-512 (2006) 623-627

Loreck, C., Lauermann, I., Grimm, A., Klenk, R., Bär, M., Lehmann, S., Sokoll, S., Lux-Steiner, M.-C., Erfurth, F., Weinhardt, L., Heske, C., Viesback, S., Niesen, T. P., Jung, C. und Fischer, C. H.: "*Interface chemistry between the sputter-Zn_{1-x}Mg_xO buffer and the Cu(In,Ga)(S,Se)₂ absorber*", Proceedings of the 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, Dresden, Germany (2006)

CCSVT	Chemical Close-Spaced Vapour Transport
CSVT	Chemischer Gasphasentransport über geringe Entfernungen
CVD	Chemische Gasphasendeposition
CVT	Chemischer Gasphasentransport
EDX	energiedispersive Röntgenanalyse
ERDA	Elastische Rückstreudetektionsanalyse
EXAFS	Röntgenabsorptions-Feinstrukturanalyse
ICDD-PDF	International Centre for Diffraction Data-Powder Diffraction File
ICSD	Inorganic Crystal Structure Database
JCPDS	Joint Committee of Powder Diffraction Standards
MBE	Molekularstrahlepitaxie
MOVPE	Metallorganische Gasphasenepitaxie
ODC	Geordnete Defektverbindung („Ordered Defect Compound“)
OVC	Geordnete Leerstellen-Verbindung („Ordered Vacancy Compound“)
PLD	Laserassistierte Deposition
PVD	Physikalische Gasphasendeposition (Ko-Verdampfung)
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
RTP	“Rapid Thermal Processing“
TEM	Transmissionselektronenmikroskopie
Q_{H_2} [ml/min]	Gasfluss (H ₂)
Q_{HCl} [ml/min]	Gasfluss (HCl)
2θ [°]	Beugungswinkel
a_0	Gitterparameter in [100]
b_{Cu} [10 ⁻¹⁴ m]	Kohärente Streulänge Kupfer
b_{Ga} [10 ⁻¹⁴ m]	Kohärente Streulänge Gallium
c_0	Gitterparameter in [001]
Cu_{Ga}	Kupfer auf Galliumposition
Cu_i	Kupfer-Zwischengitterposition
Cu_{Se}	Kupfer auf Selenposition
E_A, E_B, E_C [eV]	Energien der direkten Bandlückenübergänge der Chalkopyritstruktur
Ga_{Cu}	Gallium auf Kupferposition
Ga_i	Gallium-Zwischengitterposition
Ga_{Se}	Gallium auf Selenposition
$p_{Prozess}$ [mbar]	Prozessdruck
$R_{(Cu-Se-Ga-2a-4d)}$ [Å]	Bindungslängen
Se_{Cu}	Selen auf Kupferposition
Se_{Ga}	Selen auf Galliumposition
Se_i	Selen-Zwischengitterposition
t_1 [min]	Depositionszeit 1
t_2 [min]	Depositionszeit 2
T_Q [°C]	Quellmaterialtemperatur
T_S [°C]	Substrattemperatur
V_{Cu}	Kupfer-Leerstelle
V_{Ga}	Gallium-Leerstelle
V_{Se}	Selen-Leerstelle
x_{Se}, y_{Se}, z_{Se}	Koordinaten der Selen-Anionenposition
δ	tetragonale Verzerrung
λ [Å]	Wellenlänge
Δ_{CF} [meV]	Kristallfeldaufspaltung des Valenzbandes der Chalkopyritstruktur
Δ_{SO} [meV]	Spin-Bahn-Aufspaltung des Valenzbandes der Chalkopyritstruktur

"Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht."

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht verwendet und die den benutzten Quellen wörtliche oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit wurde weder in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt, noch veröffentlicht.

Sebastian Lehmann

Berlin, den 28. März 2007

Danke!

An erster Stelle möchte ich mich bei all denen bedanken, die direkt und indirekt zur Anfertigung der vorliegenden Arbeit beigetragen haben. Jeder auch scheinbar noch so kleine Anteil war unverzichtbar!

Prof. Dr. M. Ch. Lux-Steiner möchte ich für die Aufnahme in ihre Arbeitsgruppe am Hahn-Meitner-Institut danken und die damit verbundene Möglichkeit die vorliegende Arbeit durchzuführen. An dieser Stelle sollen insbesondere die inspirierenden Diskussionen in der Schlussphase der Fertigstellung dieser Arbeit hervorgehoben werden.

Für die freundliche Übernahme der Zweitbegutachtung und das Interesse an der vorgelegten Arbeit danke ich Prof. Dr. D. Brewer.

Einen nicht geringen Anteil in Form von Unterstützung, Antrieb und spanischer Überzeugung hat Dr. David Fuertes-Marrón zu dieser Arbeit beigetragen. Durch seine lenkenden Fragen und Diskussionsansätze, unter anderem zu den OVC's (der guten alten Zeit wegen wird diese Bezeichnung noch mal verwendet!), habe ich in dieser Zeit viel gelernt und vielleicht etwas weniger Fehler gemacht. Danke für die Hilfe und geteilte Bürozeit!

Der CCSVT-Arbeitsgruppe Gruppe um PD. Dr. Thomas Schedel-Niedrig, Dr. Marin Rusu, Sven Wiesner, Jasmin Hofstetter, Serge Doka-Yamigno gebührt ein großer Dank für die Zusammenarbeit und die Hilfestellungen bei kleineren oder größeren Problemen.

Der CISSY-Gruppe, meinem zweiten Zuhause am HMI mit den beiden Chefs Dr. Christian Herbert-Fischer und Dr. Iver Lauermann sowie Dr. Markcus Bär, Stefan Sokoll, Alex Grimm, Paul Pistor, Harry Mönig, Charlotte Loreck, Dr. Immo Kötschau möchte ich für die Integration in ihre Arbeitsgruppe danken, den vielen fruchtbaren Diskussionen (auch wenn davon in diesem Schriftstück leider nicht allzu viel zu finden ist) und den spannenden Messzeiten mit und um CISSY (eine Nachtschicht ist doch keine Tagschicht). Dem Dr. Bär sei an dieser Stelle gedankt für die Hilfestellung und Einarbeitung nicht nur in die CISSY.

Für die Unterstützung bei den Materialsynthesen möchte ich Dr. Sebastian Fiechter, Dr. Yvonne Tomm und Prof. Ernest Arushanov danken, wie auch der ERDA Gruppe um Dr. Wolfgang Bohne, Dr. Erik Strub, Dr. Jörg Röhrich für die Messungen und Peter Schubert-Bischoff sowie Ulrike Bloeck für die Präparation von TEM-Präparaten.

Dr. Gerald Wagner kann ich für seinen Wissensschatz zu Chalkopyriten im und um das TEM nicht danken, aber dafür, dass er ihn mit mir geteilt hat und die eigentlich nicht vorhandene Zeit für Messungen und Diskussionen irgendwie immer gefunden hat. Im Rahmen der Auswertung der TEM-Daten soll ein kleiner Dank auch an Dr. Daniel Abou-Ras und Dr. Nicholas Allsop gerichtet werden.

Dem Dr. Michael Tovar gebührt ein großer Dank, denn ohne sein E9 wären die Neutronenbeugungsmessungen nicht im Kasten und damit auch nicht das Kapitel 5(!), und weiterhin für die Hilfestellung bei der Auswertung mit Fullprof. In diesem Rahmen soll auch Dr. Susan Schorr gedankt sein, die immer ein offenes Ohr für „strukturelle Probleme“ hatte und die Durchführung der Hochtemperatur-Synchrotronmessungen sowie A. Franz für eine e-mail, die einige wenige Befehlszeilen enthielt, ohne die die Auswertung jeglicher Diffraktogramme unsäglich schwieriger geworden wäre.

Michael Kirsch und Carola Kelch, Jo Klaer und Norbert Blau sei gedankt für die Erfüllung der ausgefallensten Substratwünsche sowie unerreichten Quantitäten, und das häufig zu unmöglichen Zeiten.

An dieser Stelle möchte ich noch einen Dank an alle loswerden, die das Forschen am HMI so einzigartig machen, die ich eventuell vergessen haben sollte (^Tschuldigung) und natürlich die Läufer und Fußballspieler.

Da das Leben nicht nur aus Arbeit besteht und auch außerhalb des HMI ein nicht ganz unwesentlicher Teil der Unterstützung geleistet wurde, gilt ein besonderer Dank Stefan, Undine, Maria, Katja, Hilde und Christel sowie allen Freunden (letzteren auch dafür, dass man von hoch oben besser runterschauen kann!).