

6 Anhang

7 Symbolverzeichnis

α	Absorptionskoeffizient.	E_0	Energie des Elektronenstrahls
β	Energieverschiebung	E_A	Aktivierungsenergie
η	Wirkungsgrad	E_g	Bandlückenenergie
η	Verzerrung des Kristallgitters	F	Fluoreszenzüberhöhung
η	Mischungsfaktor des SPV-Profiles	f_α	Atomfaktor des Atoms α
ρ_α	Streudichte des Atoms α	$f_{(112)}$	Orientierungsfaktor
α	Polarisierbarkeit	ff	Füllfaktor
γ	freie Energie	F_{hkl}	Strukturfaktor
ϵ_0	elektrische Feldkonstante	I_0	eingestrahle Intensität
Δ_{cf}	Kristallfeldaufspaltung	I_{hkl}	Intensität des Beugungsreflexes (h,k,l)
Δ_{so}	Spin-Bahn-Aufspaltung	I_T	transmittierte Intensität
λ_{exec}	Anregungswellenlänge	J_0	Sperrsättigungsstromdichte
ΔG	Gibbsche Energie	J_a	Stromdichte am Arbeitspunkt
ΔG_V	freie Bildungsenergie	J_{ph}	photogenerierte Stromdichte
ΔH_f^0	Standardenthalpie	J_{sc}	Kurzschlußstromdichte
φ_n	Quasi-Fermienergie der Elektronen	k	Intensitätsverschiebung
φ_p	Quasi-Fermienergie der Löcher	k	Kopplungskonstante
ΔS	Entropie	k_i	Wellenvektor des Primärstrahls
ΔS^0	Standardentropie	k_s	Wellenvektor des Sekundärstrahls
$[Cu(g)]/[Ga(g)]$	Gasphasenzusammensetzung	L_{eff}	effektive Sammlungslänge
$[Cu]/[Ga]$	Schichtzusammensetzung	L_p	Diffusionslänge
μ	chemisches Potential	m	Steigungsfaktor
$\mu^0(T)$	standardisiertes chemisches Potential	m_e	effektive Masse der Elektronen
$\mu_{M, fest}$	chemisches Potential der Festphase	m_h	effektive Masse der Löcher
$\mu_{m, gas}$	chemisches Potential der Gasphase	n	Stoffmenge
μ_{sub}	chemisches Potential des Substrats	N	Störstellenkonzentration
a	Gitterkonstante	p	Druck
A	Atomgewicht	P	Peaküberhöhung
A	Extinktion	Q	Gasfluß
A	Diodenidealitätsfaktor	Q_{des}	Desorptionsenergie
c	Gitterkonstante	Q_λ	spektrale Quantenausbeute
C_p	spezifische Wärmekapazität	r	Abstand des DA-Paares
d	Schichtdicke	R_{A-C}	Abstand der Atome A und C
		R_{B-C}	Abstand der Atome B und C

R_e	Eindringtiefe der Elektronen	u	Verschiebung des Anions
R_p	Parallelwiderstand	U	Untergrund
R_s	Serienwiderstand	V_a	Spannung am Arbeitspunkt
t	Kontaktzeit	V_{oc}	offene Klemmenspannung
T	Temperatur	w_a	Weite der Raumladungszone
t_{dep}	Depositionszeit	x_c	mittlere Kristallitgröße
T_{quelle}	Quellentemperatur	z	maximale Erzeugungstiefe
T_{sub}	Substrattemperatur	Z	Ordnungszahl

8 Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atom-Absorptions-Spektroskopie
AES	Auger-Elektron-Spektroskopie
BX	gebundenes Exziton (engl.: bound exciton)
CSV	engl.: close-spaced vapour transport
CVD	chemischer Gasphasentransport (engl.: chemical vapour transport)
DA	Donator-Akzeptor-Paar
DAP	Donator-Akzeptor-Paarrekombination
EDX	Energiedispersive Röntgenemissionsspektroskopie (engl.: energy-dispersive X-ray spectroscopy)
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
FB	Band-Störstellen-Übergang (engl.: free-to-bound-transition)
FWHM	Halbwertsbreite (engl.: full width half maximum)
JCPDS	Joint Committee on powder Diffraction Standards
MOCVD	metallorganische Gasphasendeposition (engl.: metalorganic vapour-phase deposition)
OED	ortsempfindlicher Detektor
PBC	periodische Bindungskette (engl.: periodic bond chain)
PL	Photolumineszenz
PVD	physikalische Gasphasenabscheidung (engl.: physical vapour deposition)
QDA	Quasi-Donator-Akzeptor-Rekombination
QE	Quantenausbeute (engl.: quantum efficiency)
REM	Rasterelektronen-Mikroskopie
SPV	Split-Pseudo-Voigt Profil
XPS	Röntgenphotoemissions-Spektroskopie (engl.: X-ray photoemission spectroscopy)
XRD	Röntgendiffraktometrie (engl.: X-ray diffraction)

9 Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge

Teile der vorliegenden Arbeit sind zur Veröffentlichung angenommen:

D. Fischer, N. Meyer, M. Kuczmik, M. Beck, A. Jäger-Waldau und M. Ch. Lux-Steiner

CVD of CuGaSe₂ for Thin Film Solar Cells with Various Transport Agents

zur Veröffentlichung angenommen in Solar Energy Materials and Solar Cells (2000)

D. Fischer, T. Dylla, N. Meyer, M.E. Beck, A. Jäger-Waldau und M. Ch. Lux-Steiner

CVD of CuGaSe₂ for thin film solar cells employing two binary sources

zur Veröffentlichung angenommen in Thin Solid Films (2000)

D. Fischer, T. Dylla, A.M. Sembian, A. Jäger-Waldau und M. Ch. Lux-Steiner

Structural properties and growth mechanism of CuGaSe₂ thin films for solar cells grown by two source CVD

zur Veröffentlichung angenommen in Polycrystalline Semiconductors VI (2000)

Konferenzbeiträge:

N. Meyer, D. Fischer, A. Jäger-Waldau und M.-Ch. Lux-Steiner

Chemischer Gasphasentransport von CuGaSe₂ für Dünnschichtsolarzellen,

DPG Frühjahrstagung, Regensburg, 1998

N. Meyer, M. Birkholz, D. Fischer, T. Weiss, A. Jäger-Waldau, M. Saad, S. Bleyhl, M. Kunst und M. Ch. Lux-Steiner

Preparation of CuGaSe₂ absorber layers by chemical vapor transport of synthesized CuGaSe₂ bulk material

11th World Conference on Photovoltaic Solar energy Conversion, Wien, 1998

N. Meyer, T. Dylla, D. Fischer, W. Harneit, M. E. Beck, A. Jäger-Waldau und M. Ch. Lux-Steiner

Solar cells with CVD grown CuGaSe₂ absorbers exhibiting high open-circuit voltages

16th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Glasgow, 2000

10 Literaturverzeichnis

- [1] T. Moerschen, *Die Zeit* (23/99) (2000)
- [2] T.M. Burton, J.M Woodstock, K. Roy, B. Garrard, J. Alonso, J. Nijs, A. Räuber, A. Vallera, H. Schade und B. Dimmler, *Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger (Gemeinschaftstrategie und Aktionsplan)* (Europäische Kommission, 1998)
- [3] M. Contreras, B. Egaas, K. Ramanathan, J. Hiltner, F. Hasoon und R. Noufi, *Progress in Photovoltaics* **7** (1999) 311
- [4] J. Kessler, M. Bodegard, J. Hedstrom und L. Stolt, *Proceedings of the International PVSEC 11*, Sapporo, 1999, pp. 631
- [5] H.W. Schock und K. Bogus, *Proceedings of the 2nd WCPEC*, Salford, 1998,
- [6] N. Romeo, G. Sberveglieri und L. Tarricone, *Appl. Phys. Lett.* **30** (1977) 108
- [7] W. Arndt, H. Dittrich, F. Pfisterer und H.W. Schock, *Proceedings of the 6th EU Photovoltaic Solar Energy Conf.*, London, 1985, pp. 260
- [8] V. Nadenau, D. Hariskos und H.W. Schock, *Proceedings of the European Photovoltaic Sol. Energy Conf*, Bedford, 1997, pp. 1250
- [9] R. Klenk, *Polykristalline CuGaSe₂-Dünnschichten für die Photovoltaik - Herstellung und Charakterisierung von Absorbern und Heteroübergängen*, Dissertation, Universität Stuttgart, 1996
- [10] V. Nadenau, D. Hariskos und H.W. Schock, *CuGaSe₂ based thin film solar cells with improved performance* (Institut für Physikalische Elektronik, Stuttgart, 1997)
- [11] M.Ch. Lux-Steiner, *Synthese, optoelektronische Eigenschaften und Anwendungen neuer Halbleiterkristalle*, Habilitation, Universität Konstanz, 1991
- [12] M. Saad, H. Riazi, E. Bucher und M. Ch. Lux-Steiner, *Appl. Phys. A* **62** (1996) 181
- [13] G. Massé und K. Djessas, *Thin Solid Films* (226) (1993) 254
- [14] T. Matsumoto, Y. Miyaji, K. Kiuchi und T. Kato, *Jpn. J. App. Phys.* **1** **32** (32) (1993) 142
- [15] H. Hahn, G. Frank und W. Klinger, *Z. Anorg. Chem.* **271** (1953) 153
- [16] H.G. Grimm und A. Sommerfeld, *Zeitschr. f. Physik* **36** (1926) 36
- [17] J. Shay und H. Wernick, *Ternary chalcopyrite semiconductors: growth, electronic properties and applications* (Pergamon Press, Oxford, 1975)
- [18] I. Martil, J. Santamaria, G. Gonzalez Diaz und F. Sanchez Quesada, *J. App. Phys.* **68** (1) (1990) 189
- [19] E.J Jaffe und A. Zunger, *Phys. Rev. B* **28** (1983) 5822
- [20] D. Albin, R. Noufi und S. H. Risbud, *J. App. Phys.* **64** (10) (1988) 4903
- [21] J. Härtwig, G. Hölzer, J. Wolf und E. Förster, *J. Appl. Cryst.* **26** (1993) 539
- [22] R.W. Cheary und A.A. Coelho, *J. Appl. Cryst.* **31** (1998) 851
- [23] A. Kern, *Präzisionspulverdiffraktometrie: Ein Vergleich verschiedener Methoden*, Diplomarbeit, Universität Heidelberg, 1992
- [24] P. Scherrer, *Nachr. Göttinger Gesell.* **98** (1918)
- [25] B.E. Warren, *X-Ray Diffraction Spectroscopy* (Addison-Wesley Publishing, London, 1969)
- [26] R.W. Cheary und A. Coelho, *J. Appl. Cryst.* **25** (1992) 109
- [27] H.P Klug und L.E. Alexander, *X-ray diffraction procedures* (J. Wiley and Sons Inc., New York, 1974)
- [28] H. Kuzmany, *Festkörperspektroskopie* (Springer-Verlag, Berlin, 1989)
- [29] J. Camassel, L. Artus und J. Pascual, *Phys. Rev. B* **41** (9) (1990) 5717
- [30] C. Rincon und F.J. Ramirez, *J. App. Phys.* **72** (9) (1992) 4321
- [31] I.V. Bodnar, A.G. Karoza und G.F. Smirnova, *Phys. Stat. Sol.* **84** (1977) K65

-
- [32] I.V. Bodnar, L.V. Golubev, V.G. Plotnichenko und E.A. Smolyaninova, *Phys. Stat. Sol.* **105** (1981) 111
- [33] J.C. Mikkelsen, *J. of Electronic Materials* **10** (1981) 541
- [34] L.S. Palatnik und E.K. Belova, *Izvestiya Akademii Nauk SSSR Neorganicheskie Materialy* **3** (2194-2202) (1967)
- [35] H. Neumann, *Cryst. Res. Technol.* **18** (7) (1983) 901
- [36] G. Massé und N. Lahlou, *J. App. Phys.* **51** (9) (1980) 4981
- [37] J.H. Schön, O. Schenker, L.L. Kulyuk und E. Bucher, *Solar Energy Materials and Solar Cells* **51** (1998) 371
- [38] B. Tell, J.L. Shay und H.M. Kasper, *J Appl. Phys* **43** (5) (1972) 2469
- [39] J. H. Schön, J. Oestreich, O. Schenker, H. Riazzi-Nejad, M. Klenk und E. Bucher, *Appl. Phys. Lett.* **75** (19) (1999) 2969
- [40] A. Zunger, S.B. Zhang und S.H. Wei, *Proceedings of the 26th IEEE PV Specialists Conference, Anaheim, 1997*, pp. 313
- [41] V.E. Coslett und P. Duncumb, *Nature* **177** (1956) 1172
- [42] K. Kanaya und S. Okayama, *J. Phys. D* **5** (1972) 43
- [43] J.I. Goldstein, D. E. Newbury, P. Echlin, D.C. Joy, A.D. Romig Jr. und E. Lifshin, *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis* (Plenum Press, New York, 1992)
- [44] F. Landolt und B. Börnstein, *Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaft und Technik*, 17h, (Springer-Verlag, Berlin, 1985)
- [45] J.S.B. Reed, *Electron Microprobe Analysis* (Cambridge University Press, Cambridge, 1975)
- [46] D. Vaughan, *X-Ray Data Booklet* (Addison-Wesley, Berkeley, 1986)
- [47] *Bediener-Handbuch für Röntec-Tools* (Röntec GmbH, Berlin, 1995)
- [48] A. Walsh, M. Amos und P. Hannaford, *Spectrochimica Acta B* **54** (14) (1999) 1933
- [49] D. Bimberg, *Praktikum Methoden der angewandten Physik - Skript* (TU Berlin, Inst. f. Festkörperphysik, Berlin, 1999)
- [50] J.J. Hopfield, *J. Phys. Chem. Solids* **15** (1960) 97
- [51] S. Lai, B. Tseng und H. Hwang, *Ternary and Multinary Compounds* **152** (1998)
- [52] M.P. Vecchi, J. Ramos und W. Girit, *Sol. St. Elect.* **21** (1978) 1609
- [53] M. Susaki und T. Miyauchi, *Jpn. J. App. Phys.* **17** (9) (1978) 1555
- [54] J. H. Schön, F. P. Baumgartner, E. Arushanov und E. Bucher, *J. App. Phys.* **79** (9) (1996) 6961
- [55] J.I. Pankove, *Optical processes in semiconductors* (Dover Publications, New York, 1972)
- [56] R.S. Knox, *Theory of excitons* (Academic Press, New York, 1963)
- [57] N.N. Syrбу, M. Bogdanash, V.E. Tezlevan und I. Mushcutariu, *Physica B* **229** (1997) 199
- [58] R.R. Sharma und S. Rodriguez, *Physical Review* **153** (3) (1967) 823
- [59] D.M. Eagles, *J. Phys. Chem. Solids* **16** (1960) 76
- [60] D.G Thomas, J.J. Hopfield und W.M. Augustyniak, *Physical Review* **140** (1A) (1965) 202
- [61] T. Schmidt, K.Likscha und W. Zulehner, *Phys. Rev. B* **45** (16) (1992) 8989
- [62] S. Bleyhl, *Charakterisierung von Halbleiter-Dünnschichten mittels Photolumineszenz*, Diplomarbeit, Technische Universität Berlin, 1998
- [63] I. Kaiser, persönliche Mitteilung, 1999
- [64] H. Watanabe, *Halogen transport epitaxy*, in: D.T.J Hurle (Hrsg.), *Handbook of crystal growth* (Elsevier, Amsterdam, 1994), Vol. 3A
- [65] N. Meyer, *Phasenbildung im Raum Cu-Ga-Se und halogenunterstützte Gasphasenabscheidung von CuGaSe₂-Absorberschichten für Solarzellen*, Dissertation, Freie Universität Berlin, 2000
- [66] W. Richter, *Physics of Metal Organic Chemical Vapour Deposition*, in: P. Grosse (Hrsg.), *Festkörperprobleme* (Vieweg&Sohn, Braunschweig, 1986), Vol. 26

- [67] W. Fritsch und U. Wille, Proceedings of the Annual Meeting of the Fluid Dynamics Division of the APS, Philadelphia, 1998,
- [68] D. Fischer, N. Meyer, M. Beck, A. Jäger-Waldau und M. Ch. Lux-Steiner, Solar Energy Materials and Solar Cells (in press) (2000)
- [69] N. Meyer, *Gasphasentransport von CuGaSe₂ für Dünnschichtsolarzellen*, Diplomarbeit, TU Berlin, 1997
- [70] W.R. Smith, *Chemical reaction equilibrium analysis: theory and algorithms* (Wiley&Sons, New York, 1982)
- [71] O. Knacke, O. Kubaschewski und K. Hesselmann, *Thermochemical properties of inorganic substances* (Springer, New York, 1991)
- [72] A. Jäger-Waldau, persönliche Mitteilung, 1999
- [73] T. Weiss, *Cu_{1-x}Ag_xGaSe₂ als Absorbermaterial für Solarzellen*, Dissertation, TU Berlin, 1999
- [74] H. Frey und G. Kienel, *Dünnschichttechnologie* (VDI-Verlag, Düsseldorf, 1987)
- [75] R. Klenk, R. Mauch, R. Schöffler, D. Schmid und H.W. Schock, Proceedings of the 23rd IEEE Photovoltaic Specialists Conf., New York, 1991, pp. 1071
- [76] C.D. Lokhande und G. Hodes, Solar Cells **21** (1987) 215
- [77] D. Schmid, M. Ruckh und H.W. Schock, Appl. Surf. Sci. **103** (1996) 409
- [78] C. Pettenkofer, persönliche Mitteilung, 1999
- [79] V. Nadenau, *CuGaSe₂-basierte Heterostrukturen für Dünnschichtsolarzellen*, Universität Stuttgart, 1999
- [80] D.P. Woodruff und T. A. Delchar, *Modern technique of surface science* (Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1986)
- [81] H. Ibach, *Topics in current physics*, 4, (Springer-Verlag, Berlin, 1977)
- [82] B. Feuersbacher, B. Fitton und R.F. Willis, *Photoemission and the electronic properties of surfaces* (Wiley, Chichester, 1978)
- [83] M. Cardona und L. Ley, *Topics in applied physics*, 26, (Springer-Verlag, Berlin, 1978)
- [84] C.D. Wagner, W.M. Riggs, L.E. Davis und J.F. Moulder, *Handbook of X-ray electron spectroscopy* (Perkin-Elmer Corporation, Eden Prairie, 1979)
- [85] A. Jäger-Waldau, N. Meyer, T. Weiss, S. Fiechter, M.Ch. Lux-Steiner, K. Tempelhoff und W. Richter, Jpn. J. App. Phys. **1 37** (1998) 1617
- [86] B. Grzeta-Plenkovic, J. Appl. Crystallogr. **13** (1980) 311
- [87] I. Vanderlo, Can. J. Chem. **54** (1976) 841
- [88] S. Haram, K. Santhanam, M. Neumann-Spallart und C. Levy-Clement, Mater. Res. Bull. **27** (1992) 1185
- [89] F. Murray und G. Heyding, persönliche Mitteilung, 1974
- [90] D. Vanderkoff, J. Solid State Chem. **43** (1982) 339
- [91] V. Nadenau, H. W. Schock und H. Zogg, Proceedings of the POLYSE 98, Schwäbisch-Gmünd, 1998,
- [92] R.W.G Wyckoff, *Crystal structures* (Wiley & Sons, New York, 1963)
- [93] V.M. Garcia, P.K. Nair und M.T.S. Nair, J. Crystal Growth **203** (1999) 113
- [94] I. Tomm, persönliche Mitteilung, 2000
- [95] M. Kuczmiak, *Chemische Gasphasenabscheidung von CuGaSe₂ mit Halogenwasserstoffen aus binären Quellenmaterialien*, Diplomarbeit, Fachhochschule Jena, 1999
- [96] H. Dittrich, *Herstellung und Charakterisierung von selenisierten Chalkopyrit-Dünnschichten für photovoltaische Anwendungen*, Dissertation, Universität Konstanz, 1989
- [97] V. Nadenau, D. Braunger, D. Hariskos und H.W. Schock, Proceedings of the 11th Int. Conf. on Ternary and Multinary Compounds ICTMC-11, Salford, 1997,

- [98] R. Noufi, R. Powell und T. Coutts, *Solar Cells* **17** (1986) 303
- [99] J.W. Mullin, *Crystal growth* (Pergamon Press, Oxford, UK, 1980)
- [100] P. Hartmann, *Fortschr. Miner.* **57** (1979) 127
- [101] A.A. Chernov, *Kristallografiya* **7** (1962) 895
- [102] F.K. Lotgering, *J. Inorg. Nucl. Chem.* **9** (1954) 113
- [103] D. S. Albin und S. H. Risbud, *Thin Solid Films* **147** (1987) 203
- [104] W.J. Bartels, *J. Vac. Sci. Technol. B* **1** (2) (1983) 338
- [105] S. Fiechter, Y. Tomm, K. Diesner und T. Weiss, *Proceedings of the 12th International Conference on Ternary and Multinary Compounds*, Hsinchu, Taiwan, 1999,
- [106] M.E. Beck, T. Weiss, D. Fischer, S. Fiechter, A. Jäger-Waldau und M.Ch. Lux-Steiner, *Thin Solid Films* **361-362** (2000) 130
- [107] G. Powell, *J. Met. Geol.* **3** (1985) 231
- [108] L.S. Lerner, *J. Phys. Chem. Solids* **27** (1966) 1
- [109] G. Boyd, H. Kasper und F. Storz, *IEEE J. Quantum Electr.* **QE8** (900) (1972)
- [110] A.A. Chernov, *Modern crystallography III* (Springer-Verlag, Berlin, 1984)
- [111] D.T.J. Hurle, *Handbook of Crystal Growth*, (North-Holland, Amsterdam, 1993)
- [112] B.R. Pamplin, *Crystal growth*, (Pergamon Press, Oxford, 1980)
- [113] A. Chernov, *Modern Crystallography III, Crystal Growth*, 36, (Springer-Verlag, Berlin, 1984)
- [114] B. Minceva-Sukarova, M. Najdoski, I. Grozdanov und C.J. Chunnillall, *J. Mol. Structure* **410-411** (1997) 267
- [115] F. Hasoon, H. Althani, J. Alleman, M. Al-Jassim und R. Noufi, *Proceedings of the E-MRS Spring Meeting, Strasbourg, 2000*, pp. N2
- [116] S. Sadewasser und Th. Glatzel, persönliche Mitteilung, 2000
- [117] N. Meyer, *Jahresbericht 1998* (Hahn-Meitner-Institut, Berlin, 1998)
- [118] A. Bauknecht, *CuGaSe₂ für die Anwendung in der Photovoltaik*, Dissertation, Freie Universität Berlin, 2000
- [119] A. V. Mudryi, I. V. Bodnar und I. A. Shakin, *Solar Energy Materials and Solar Cells* **53** (1998) 247
- [120] S. Shirakata, S. Isomura und S. Chichibu, *Transactions of the Materials Research Society of Japan* **20** (1996) 782
- [121] A. Bauknecht, S. Siebentritt, J. Albert und M. Ch. Lux-Steiner, *J. App. Phys.* (submitted) (2000)
- [122] E.O. Kane, *Physical Review* **131** (1963) 79
- [123] T.N Morgan, *Physical Review* **139** (1965) A343
- [124] J. H. Schön, E. Arushanov, L. L. Kulyuk, A. Micu und E. Bucher, *J. App. Phys.* **84** (3) (1998) 1274
- [125] J. Krustok, J.H. Schön, H. Collan, M. Yakushev, J. Mädasson und E. Bucher, *J. App. Phys.* **86** (1) (1999) 364
- [126] J. Krustok, V. Valdna, K. Hjlet und H. Collan, *J. Appl. Phys.* **80** (1996) 1757
- [127] R. Marquez und C. Rincon, *Phys. Stat. Sol. B* **191** (1995) 115
- [128] J. Beckmann, *Messung des Schichtwiderstands mit Vier-Spitzen-Technik* (Hahn-Meitner-Institut, Berlin, 1999)
- [129] V. Nadenau, D. Hariskos und H. W. Schock, *J. App. Phys.* **85** (1) (1999) 534
- [130] T. Dylla, *Solarzellen auf der Basis von CuGaSe₂-Schichten hergestellt mit chemischer Gasphasenabscheidung*, Diplomarbeit, FU Berlin, 2000
- [131] H.J. Lewerenz und H. Jungblut, *Photovoltaik* (Springer Verlag, Berlin, 1995)
- [132] W. Shockley, *Bell Syst. Tech. J* **28** (435-489) (1949)

-
- [133] R. Klenk und H.W Schock, Proceedings of the 12th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Amsterdam, 1994,
- [134] D.S. Albin, *Fabrication and structural, optical and electrical characterisation of multisource evaporated CuGaSe₂ polycrystalline thin films*, Dissertation, University of Arizona, 1989
- [135] W.N. Shafarman, R. Klenk und B.E. McCandless, Proceedings of the 25th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Washington, 1996,
- [136] X.X. Liu und J.R. Sites, J. App. Phys. **75** (1994) 557

11 Lebenslauf

16. Mai 1972 Geboren in Berlin

Schulbesuch

1978 bis 1984 Besuch der Gottfried-Röhl-Grundschule in Berlin

1984 bis 1991 Besuch des Lessing-Gymnasiums in Berlin

Abschluß: Abitur

Studium und Promotion

1991 bis 1997 Studium der Physik an der TU Berlin

1996-1997 Diplomarbeit am Institut für Festkörperphysik, AG Prof. Richter

1997 Abschluß: Diplomprüfung

1997-2000 wissenschaftlicher Mitarbeiter zur Promotion am Hahn-Meitner-Institut
Berlin (AG Prof. Lux-Steiner) im Bereich Solarenergieforschung

12 Danksagung

Herzlichen Dank an alle, die an der Entstehung dieser Arbeit mitgewirkt haben:

Frau Prof. M. Ch. Lux-Steiner für die Möglichkeit, in ihrer Arbeitsgruppe die interessante Welt der Photovoltaik kennenzulernen und ihr großes und stetiges Interesse an den Ergebnissen und Interpretationen dieser Arbeit.

Herrn Prof. W. Richter für die Übernahme des Zweitgutachtens und seine unkomplizierte Unterstützung bei der Durchführung der AAS- und Raman-Messungen.

Arnulf Jäger-Waldau für die Betreuung der Arbeit und seine organisatorische Unterstützung.

Thorsten Dylla für die gemeinsame Zeit im Labor und die große Unterstützung bei der Durchführung der Abscheidungen.

Nikolaus Meyer für die gemeinsame „erste“ Zeit, viele angenehme Gespräche und die „Vorarbeit“.

Anne Rumberg für wissenschaftliche und große mentale Unterstützung (...und den „Tension Tamer“).

Markus Beck, Andreas Bauknecht, Thomas Matthes, Imke Hengel, Rainer Klenk, Axel Neisser, Thomas Riedle und Ivonne Tomm für hilfreiche Diskussionen und Anregungen.

Michael Kirsch, Carola Kelch, Jörg Beckmann, Tim Münchenberg und Jürgen Albert für unverzichtbare Unterstützung bei Messungen, Substratpräparationen und vielen kleingroßen Problemen.

Petra Marsiske für die AAS-Messungen.

Thomas Riedle für die Durchführung einiger Raman-Messungen.

Sven Kubala für die XPS-Messungen.

Andreas Gerhard für die AES-Messungen.

Ina Sieber für einige der REM-Aufnahmen.

Jörg Rappich bei der Unterstützung der Raman-Messungen.

Ulrich Fiedeler für Unterstützung bei den PL-Messungen und seinen Laptop.

Steffen Schuler für das angenehme „room-sharing“.

Bob, Stefan, Thomas, Matthias, Clemens, Frank, Suzanna, Viola, Suzuki, Annette – for the entertainment.

Meinen Eltern.....(never enough).