

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
I	Grundlagen	15
2	Material und Bauelemente	17
2.1	Kristall- und Bandstruktur	17
2.2	Herstellungsverfahren	18
2.3	Stöchiometrieabweichungen bei CuGaSe ₂	21
2.3.1	Fremdphasen	21
2.3.2	Stöchiometriebedingte Defekte	22
2.4	Modellsysteme und die Realität	24
2.4.1	Solarzellen – das fertige Bauteil	24
2.4.2	Einzelsschichten	25
2.4.2.1	Kristalline Qualität	26
2.4.2.2	Chemische Zusammensetzung	27
2.4.2.3	Epitaxie	28
2.4.2.4	Polykristallines Material	29
2.4.3	Heterostrukturen	30
3	Stromtransport – Methoden und Theorie	33
3.1	Leitfähigkeit und Beweglichkeit	33
3.2	Ladungsträgerkonzentration	34
3.2.1	Der Hall-Effekt	34
3.2.1.1	Messung der Hall-Spannung	35
3.2.1.2	Nach Van der Pauw	36
3.2.1.3	Meßplatz	36
3.2.2	Temperaturabhängigkeit	36
3.2.2.1	Hall-Koeffizient und Ladungsträgerdichten	38
3.2.3	Mehrere Dotanden	38
3.2.3.1	Kompensation	39
3.2.3.2	Zwei Akzeptoren	41
3.2.3.3	Mehrere Akzeptoren und Kompensation	41

3.2.4	Beweglichkeit und Streumechanismen	43
3.2.5	Störbandleitung	43
3.3	Die Kapazität von Verarmungszonen	45
3.3.1	Meßaufbau	45
3.3.2	Meßablauf	46
3.3.3	Kapazität	47
3.3.4	Schottky-Kontakt	49
3.3.5	p-n-Übergang	50
3.3.6	Serienwiderstand	51
3.4	Verlustmechanismen	55
3.4.1	Störstellen in der Raumladungszone	55
3.4.1.1	Diskrete Störstellen	56
3.4.1.2	Kontinuierliche Störstellen	57
3.4.2	Störstellen an den Grenzflächen	58
II	Struktur	63
4	Grenzflächen – AES-Spektroskopie	65
4.1	Methoden zur Grenzflächenanalyse	65
4.2	Oberflächenphase	68
4.3	Heterogrenzflächen	69
4.3.1	Pufferschicht	70
4.3.2	Interdiffusion	72
4.3.2.1	Kupfer und Zink	72
4.3.2.2	Kupfer im GaAs-Substrat	73
4.4	Kontakte	75
4.4.1	Molybdän	75
4.4.2	Gold	75
4.5	Zusammenfassung	77
III	Elektrische Eigenschaften	79
5	Elektrisch wirksame Defekte – Admittanzspektroskopie	81
5.1	Kapazitäts- und Leitfähigkeitsspektren	82
5.2	Umrechnung in Störstellenspektren – eine kritische Bewertung	83
5.2.1	Thermische Aktivierung	83
5.2.2	Störstellendichte	85
5.2.3	Einfluß des Emissionsparameters auf die Skalierung	86
5.2.4	Die Meyer-Neldel Regel	88
5.3	Qualitative Aussagen der Admittanzspektroskopie	91
5.3.1	Epitaktische Solarzellen	91

5.3.1.1	Absorberdicke	91
5.3.1.2	Dauer der Pufferabscheidung	92
5.3.1.3	Kupfer-zu-Gallium Verhältnis	93
5.3.2	Polykristalline Solarzellen	96
5.3.2.1	CuGaSe ₂ aus der PVD	96
5.3.2.2	Alternative Pufferschichten	98
5.3.2.3	Oberflächenbehandlung an CuInS ₂	100
5.3.2.4	Beleuchtungsinduzierte Defekte in CuInS ₂	102
5.4	Zusammenfassung	103
6	Dotierung – Magnetotransport und Leitfähigkeit	105
6.1	Epitaktische Filme	105
6.1.1	Oberflächenphasen	106
6.1.2	Komposition und elektrische Eigenschaften bei Raumtemperatur	110
6.1.3	Temperaturverhalten von Proben mit Kupferüberschuß	112
6.1.3.1	Leitfähigkeit bei tiefen Temperaturen	112
6.1.3.2	Löcherkonzentration	113
6.1.3.3	Akzeptor-Donator-Modell	115
6.1.3.4	Streumechanismen	120
6.2	Einschränkungen bei polykristallinem Material	121
6.2.1	Dünne polykristalline CuGaSe ₂ -Schichten	122
6.2.2	Vergleich mit epitaktischen Schichten	123
6.2.3	Einfluß des Kupferanteils	125
6.3	Zusammenfassung	126
7	Zusammenfassung	131
A	Abkürzungen und Formelzeichen	133
B	Proben	139
	Literatur	139
	Veröffentlichungen	151