

## 7 Zusammenfassung

Die innere Photoemission an Metall/Halbleiter Heterostrukturen wird einerseits als Wirkprinzip bei Infrarotdetektoren angewendet [Ela82] und ist andererseits auch eine Meßmethode zur Bestimmung der Schottky - Barrierenhöhe  $E_B$ . Die übliche Auswertung der inneren Photoemission im Fowler plot, geht auf die Näherung des Fowler Modells zurück, in dem Streuprozesse heißer Ladungsträger vernachlässigt werden. In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß der Trägerstreuung im Metallfilm auf die innere Photoemission, systematisch an Au/Si und  $\text{CoSi}_2/\text{Si}$  Heterostrukturen untersucht.

Dazu wurden das Absorptionsvermögen im Metallfilm  $A$  und die innere Quantenausbeute  $Y$  simultan gemessen und quantitativ mit verschiedenen Modellrechnungen verglichen. Das Absorptionsvermögen  $A_{\text{Au}}(d)$  dünner Au - Filme steigt für Photonenenergien  $h\nu < 1$  eV mit abnehmender Schichtdicke ( $40 \text{ nm} < d < 5 \text{ nm}$ ) etwa um einen Faktor 7 an (siehe Abb. 4.8). In der Erhöhung von  $A_{\text{Au}}(d)$  gegenüber dicken Schichten, zeigt sich der zunehmende Einfluß einer diffusen Ladungsträgerstreuung an den Grenzflächen des Metallfilms (optical - size effect), der die Schichtdickenabhängigkeit der optischen Konstanten  $n(h\nu, d)$  und  $k(h\nu, d)$  bei  $d < 25 \text{ nm}$  bewirkt.

Die innere Quantenausbeute  $Y(d)$  steigt simultan ebenfalls mit abnehmender Schichtdicke um einen Faktor 4 - 5 an (siehe Abb. 5.3). Die Erhöhung von  $Y(d)$  bei dünnen Schichten wurde auf die isotropisierende Trägerstreuung im Metallfilm zurückgeführt. Dazu wurde der experimentelle Emissionskoeffizient  $C_0(d)$  im Fowler plot ermittelt und quantitativ mit verschiedenen Modellrechnungen (Fowler, Kane/Dalal, Monte - Carlo) verglichen, die nur auf bekannte Materialgrößen zurückgreifen (siehe Abb. 6.3). Während das Fowler Modell die gemessene Schichtdickenabhängigkeit von  $C_0(d)$  nicht erklärt, ergibt die Berücksichtigung der Trägerstreuung im Metall, sowohl nach Kane/Dalal als auch nach der Monte - Carlo Simulation, eine qualitative und quantitative Übereinstimmung mit dem Experiment innerhalb eines Faktors 2 - 3.

Die Fowlerbarriere  $E_{\text{FB}}$  liefert Werte, die in der Größenordnung von  $k_B T$  von der zu bestimmenden Schottky - Barrierenhöhe  $E_B$  abweicht. Diese Differenz  $\Delta E_{\text{FB}}(T)$  ist temperaturabhängig und wird durch die Fermi - Verteilung der Elektronen im Metall (siehe Gl.

2.8 b) verursacht. Unter Berücksichtigung von  $\Delta E_{FB}(T)$  nach der Monte - Carlo Simulation ( $\approx k_B \Delta T$ ) wurde gezeigt, daß bei Au/n-Si im Bereich  $295 \text{ K} > T > 95 \text{ K}$ , die Temperaturabhängigkeiten der Barrierenhöhe und der optisch bestimmten Bandlücke des Si Substrats im Rahmen der Meßgenauigkeit identisch sind  $\Delta E_G(T) - \Delta E_B(T) = \pm 5 \text{ meV}$ . Das Fermi Niveau  $E_F$  ist bei Au/n-Si an der Grenzfläche bezüglich dem Valenzband  $E_V$  fixiert  $E_G(T) - E_B(T) = E_n$  (siehe Abb. 6.5).

Mit der vorliegenden Arbeit wurde gezeigt, daß die innere Photoemission an dünnen Metall/Halbleiter Heterostrukturen von bekannten Materialgrößen ausgehend quantitativ beschrieben werden kann, wenn die Streuprozesse heißer Ladungsträger im Metallfilm berücksichtigt werden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer gezielten Effizienzverbesserung von Infrarotdetektoren, die auf innerer Photoemission basieren, sowie eine genauere Bestimmung von Schottky - Barrierenhöhen.