

Quanteneffekte in Nanostrukturen

Thomas Berer

Institut für Halbleiter- und Festkörperphysik/ Abteilung für Halbleiterphysik

Die Miniaturisierung bei Halbleiterbauelementen kann mittels des Moore'schen Gesetzes beschrieben werden: alle drei Jahre wird die Speicherkapazität vervierfacht. Diese Entwicklung, welche zu immer kleineren Bauelementen führt, wird wahrscheinlich noch einige Jahre andauern. Schließlich wird man aber an physikalische Grenzen stoßen, spätestens wenn eine Speicherzelle kleiner als ein einzelnes Atom werden müßte. Allerdings werden andere Grenzen bereits viel früher erreicht.

Wenn durch die fortschreitende Miniaturisierung in einem Bauelement nur mehr wenige Elektronen vorhanden sind, besteht die Gefahr, daß die eingestellten Zustände des Systems nicht mehr stabil sind. Eine weitere Begrenzung ergibt sich durch die Welleneigenschaften der Elektronen. Wenn die Größe der Bauelemente in etwa die Wellenlänge der Elektronen erreicht treten Interferenz- und Quanteneffekte auf, welche die Funktionsweise der Bauelemente stark beeinflussen. So ändert sich zum Beispiel der Widerstand einer dünnen "drahtähnlichen" Struktur in Abhängigkeit dessen Breite stufenweise und nicht kontinuierlich, wie ohne Berücksichtigung der Wellennatur der Elektronen zu erwarten wäre.

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden verschiedene Strukturen, deren Abmessungen mit der Elektronenwellenlänge vergleichbar sind, sogenannte "Nanostrukturen", hergestellt. Im Herstellungsprozeß kamen verschiedene Verfahren wie: optische Belichtung, naßchemisches Ätzen, Aufdampfen von Metallen, reaktives Ionenätzen und Elektronenstrahlolithographie zur Anwendung.

Elektrische Messungen bei tiefen Temperaturen an den fertigen Strukturen ergaben, daß sich der Widerstand in Abhängigkeit der Strukturbreite - wie in der Theorie vorhergesagt - stufenweise ändert.