

Inhaltsangabe

Den Schwerpunkt dieser Arbeit bildet die Entwicklung, der Aufbau und der Test einer 300 mK-Ultrahochvakuum(UHV)-Rastertunnelmikroskopie(RTM)-Anlage, die es erlaubt, im UHV präparierte Elektronensysteme mit hoher Orts- und Energieauflösung zu untersuchen. Der Temperaturbereich des RTM reicht von 300 mK bis 100 K und es können Magnetfelder von bis zu 14 T senkrecht zur Probenoberfläche angelegt werden. Die Anlage umfasst ein umfangreiches UHV-System, in dem RTM-Proben und -Spitzen in situ mittels verschiedener Methoden präpariert und vorcharakterisiert werden können. Insbesondere wurde ein temperaturvariables System zur Bestimmung der makroskopischen magnetischen Eigenschaften kleiner magnetischer Teilchen mittels Magneto-Optischem Kerr-Effekt (MOKE) integriert. Nach einer Darstellung des Konzepts und einer detaillierten Beschreibung der Anlage werden Testmessungen bei Basistemperatur und im Magnetfeld präsentiert.

Einen zweiten Schwerpunkt der Arbeit bildet die Untersuchung eines zweidimensionalen Elektronensystems (2DES) in einem starken Unordnungspotential, das durch Co-Inseln an der InAs(110)-Oberfläche erzeugt wird. Die lokale elektronische Zustandsdichte (*LDOS*) des 2DES wurde mittels Rastertunnelspektroskopie (RTS) bei 6 K untersucht. Bei niedrigen Energien findet man vollständig lokalisierte Elektronenzustände mit s- und p-artiger Symmetrie in den Mulden der Potentiallandschaft. Mit wachsender Energie wird ein zunehmender Teil der Fläche mit *LDOS* „überflutet“. Dies deutet auf einen Perkulationsübergang hin. Die Perkulationsschwelle kann durch einen abrupten Abfall der *LDOS*-Korngation identifiziert werden und stimmt gut mit der klassischen Perkulationsschwelle überein, die aus der mittels winkelaufgelöster Photoemissionsspektroskopie bestimmten Subbandenergie des 2DES abgeschätzt wird. Die Ursache für das näherungsweise klassische Verhalten des Elektronensystems am Perkulationsübergang wird diskutiert.

In einem Magnetfeld von 6 T zeigt die *LDOS* des stark ungeordneten 2DES Anzeichen von lokalen Landauniveaus, die aufgrund des Unordnungspotentials im räumlichen Mittel verschwinden.

Schließlich wurden auf W(110) aufgewachsene dreidimensionale Co-Inseln mit RTS untersucht. Die gemessenen Spektren wurden mit Rechnungen mittels lokaler-Dichte-Näherung verglichen. Man findet zwei spektroskopisch unterschiedliche Inseloberflächen, die sich durch eine unterschiedliche Intensität der Vakuumzustandsdichte eines d_{zx}/d_{zy} -artigen Minoritätsspinzustands unterscheiden lassen. Der Vergleich der gerechneten mit den gemessenen Spektren weist darauf hin, dass es sich bei den beiden unterschiedlichen Inseloberflächen um fcc- und hcp-gestapelte Co-Bereiche handelt. Die Stapelfolge kann folglich mittels RTS identifiziert werden.

Abstract

The principal focus of this thesis is on the development, construction and testing of a 300 mK ultra high vacuum (UHV) scanning tunneling microscope (STM), with the purpose of investigating the properties of an electron system prepared in UHV with high spatial and energy resolution. The temperature range of the STM extends from 300 mK to 100 K. Magnetic fields up to 14 T can be applied perpendicular to the sample surface. The apparatus includes an extensive UHV system with different methods for in situ preparation and characterization of samples and tips. In particular, a variable temperature system to determine the macroscopic magnetic properties of ferromagnetic structures by the magneto-optical Kerr effect is implemented. After illustrating the concept of the complete system, the detailed implementation is discussed and test measurements at base temperature and in magnetic fields are presented.

A second aspect of the thesis is the investigation of a two-dimensional electron system (2DES) in a strong disorder potential, induced by cobalt islands on the InAs(110) surface. The local density of states (*LDOS*) of the 2DES is studied by scanning tunneling spectroscopy (STS) at 6 K. At low energy, completely confined states of s- and p-character are found in the valleys of the potential landscape. With increasing energy an increasing part of the surface becomes filled with *LDOS* indicating percolation. The percolation threshold identified by an abrupt decrease of the *LDOS* corrugation fits well with the classical percolation threshold as estimated from angle-resolved photoemission spectroscopy measurements. The reason for an almost classic behaviour of the electron system at the percolation threshold is discussed.

In a magnetic field of 6 T the *LDOS* of the strongly disordered 2DES shows evidence of local Landau levels, which disappear in the spatial average due to the large degree of disorder.

Finally, three-dimensional cobalt islands grown on the W(110) surface are investigated with STS. The measured spectra are compared with density functional calculations in local density approximation. Two spectroscopically different areas are found, which are distinguishable by the different vacuum density of states of a d_{zx}/d_{zy} minority spin state close to the Fermi energy. Comparison of the measured and the calculated spectra strongly suggests that the two different island surfaces are domains of fcc and hcp stacking. Consequently, the stacking sequence of Co at the island surface can be identified by STS.