

Versuch Nr. 23

Ferromagnetische Resonanz (FMR)

Grundlegende Beschreibung Ferromagnetische Resonanz (FMR) ist eine weit verbreitete Methode zur Charakterisierung ferromagnetischer Proben. Die magnetischen Momente in der Probe werden durch ein kleines Magnetwechselfeld mit Frequenz im Mikrowellenbereich zur Präzession um ihre Gleichgewichtslage angeregt. Aus der Resonanzfrequenz können Rückschlüsse über die magnetischen Eigenschaften der Probe gezogen werden. Mit Hilfe der ferromagnetischen Resonanz können die Gleichgewichtslage der Magnetisierung, magnetische Anisotropien oder dynamische Eigenschaften, wie zum Beispiel das gyromagnetische Verhältnis oder die Dämpfung der Präzession der Magnetisierung untersucht werden. Die Methode der ferromagnetischen Resonanz ist dabei für ein breites Spektrum magnetischer Proben anwendbar von makroskopischen Proben bis hin zu ultradünnen Schichten mit Schichtdicken im Bereich von einzelnen Atomlagen oder auch für nanostrukturierte magnetische Bauelemente. Anwendung findet die ferromagnetische Resonanz zum Beispiel im Forschungsgebiet der Spintronik bei der Charakterisierung der jeweiligen Proben oder zur Erzeugung von Spinströmen zum Test von Spin-Effekten, wie zum Beispiel dem Spin-Hall-Effekt.

Physikalische Inhalte In diesem Experiment werden die Grundlagen des Ferromagnetismus erarbeitet und basierend auf einer Betrachtung der verschiedenen Energieterme eines ferromagnetischen Materials die Resonanzbedingung für ferromagnetische Resonanz hergeleitet. Im Experiment werden diese Erkenntnisse dann angewendet um zwei ferromagnetische Proben hinsichtlich ihrer effektiven Magnetisierung und Dämpfungsparameter zu charakterisieren. Zudem wird auch auf die Grundlagen der Mikrowellentechnik eingegangen insbesondere auf die Detektion von Mikrowellen und deren Führung durch Streifenleiterbahnen. Außerdem wird die Durchführung von Messungen mit Hilfe von Lock-In-Verstärkern detailliert eingeübt.

Messaufbau Der Messaufbau besteht aus einem Elektromagneten, in dessen Feld die zu untersuchende Probe auf einer Streifenleiterbahn platziert wird. Mittels eines Mikrowellengenerators wird ein Mikrowellenstrom durch die Streifenleiterbahn erzeugt, sodass am Ort der Probe ein kleines Mikrowellenmagnetfeld existiert. Die von der Probe absorbierte Leistung wird mit einem Schottkydetektor gemessen und von einem Datenerfassungssystem in Abhängigkeit des externen Magnetfelds aufgenommen.

Betreuer

Dr. Thomas Meier (thomas2.meier@tum.de), Lehrstuhl EFS, Raum 2027, Telefon 12403