VMag

Vector Magnetic Force Microscopy

Programm / Ausschreibung	KS 24/26, Bridge 2024, Bridge Ausschreibung 2024/01	**Status**	laufend
Projektstart	01.10.2024	**Projektende**	30.09.2027
Zeitraum	2024 - 2027	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	magnetic force microscopy, 3D MFM, FEBID, micromagnetics		

Projektbeschreibung

Im Rahmen des Projekts VMag soll eine neuartige Cantilever Plattform für Magnetkraftmikroskope (MFM) entwickelt werden. Diese soll es erstmalig erlauben gleichzeitig alle drei Komponenten des magnetischen Feldvektors mit einigen Nanometern an örtlicher Auflösung und mit hoher Feldauflösung zu messen. Herzstück dieser Anwendung sind maßgeschneiderte, ultrascharfe magnetische Spitzen, welche an der Unterseite des Cantilevers mit Focused Electron Beam Deposition (FEBID) Verfahren abgeschieden wurden. Sowohl die Spitzenform als auch die Spitzenausrichtung wird im Vorfeld mittels mikromagnetischer Simulationen derart optimiert, dass die abgeschiedenen Spitzen wohldefinierte Magnetisierungskomponenten in x-, y-, und z-Richtung bezogen auf die Cantileveroberfläche besitzen. Der Cantilever ist am tragenden Siliziumchip durch drei Federstrukturen elastisch möglichst weich aufgehängt. Interagiert nun das magnetische Streufeld der zu vermessenden Probe mit dieser FEBID Spitze, so ergeben sich Kraftkomponenten in allen drei Koordinatenrichtungen. Die Cantileverschwingung wechselwirkt dadurch nicht nur mit der vertikalen magnetischen Feldkomponente (in z-Richtung), wie beim klassischen MFM, sondern auch mit jenen in x- und y-Richtung. Mit Hilfe von Vibration Tailoring wird die schwingende Struktur im Vorfeld derart optimiert, dass zu jeder Feldrichtung ein dominanter Cantileverschwingungsmodus existiert. Über piezoresistive Dünnschichtsensoren an den drei Federaufhängungen wird diese überlagerte Cantileverschwingung elektrisch ausgelesen und aus deren Frequenzgang auf die drei zu vermessenden magnetischen Streufeldanteile zurückgerechnet.

Abstract

The project VMag is dedicated to the development of a novel magnetic force microscopy (MFM) cantilever platform. This platform will for the first time enable the simultaneous measurement of all three components of the magnetic field vector with a spatial resolution of a few nanometers and high field resolution. The core parts of this platform are customized magnetic tips with a high aspect ratio which are deposited on the underside of the cantilever using focused electron beam deposition (FEBID). Both the tip shape and the tip orientation are optimized in advance using micromagnetic simulations so that the deposited tip has well-defined magnetization components in the x-, y- and z-direction in relation to the cantilever surface. The cantilever itself is elastically suspended as softly as possible on the supporting silicon chip by three micromachined spring structures. If the magnetic stray field of the sample to be measured interacts with the FEBID tip, force components are generated in all three coordinate directions. The cantilever vibration thus interacts not only with the vertical

magnetic field component (in the z-direction) as in classical MFM, but also with the other two in the x- and y-directions. By means of vibration tailoring, the vibrating structure is optimized in advance in such a way that a dominant cantilever vibration mode exists for each field direction. Piezoresistive sensors on the three spring suspensions are used to convert this superimposed cantilever oscillation into a frequency-coded electric signal. The known resonance characteristics of the device allows for discrimination and separate calculation of the three stray magnetic field components.

Projektkoordinator

- Universität für Weiterbildung Krems Department für Integrierte Sensorsysteme

Projektpartner

- c-sense GmbH
- Technische Universität Wien Institut für Angewandte Physik
- Universität Wien Physik Funktioneller Materialien