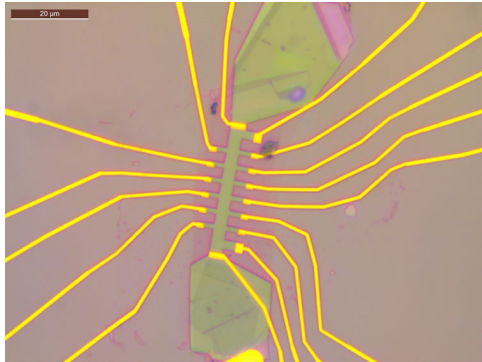


2022

Masterarbeit:

Moiré Engineering mit zweidimensionalen magnetischen Materialien



Motivation: Verdreht man zwei Lagen eines zweidimensionalen Materials mit einer fixen Gitterstruktur, so entsteht ein übergeordnetes Moiré-Gitter. Der Moiré-Effekt beeinflusst auf einzigartige Weise die elektrischen Eigenschaften solcher Systeme und führt z.B. im Fall von gegeneinander verdrehtem 2-Lagen-Graphen zum Auftreten einer unkonventionellen Art der Supraleitung. Seit 2018 wird auf diesem „Twistronics“ genannten Feld intensiv geforscht und es stellt sich zunehmend heraus, dass getwistete Systeme als Simulator für komplexe und exotische quantenmechanische Systeme genutzt werden können. Die heutige Technologie ermöglicht es Nanostrukturen in solchen Systemen zu

realisieren, die es ermöglichen fundamentale physikalische Fragen über die Natur der beobachtbaren Effekte zu beantworten.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Arbeit ist die Charakterisierung von Heterostrukturen, in denen eine Schicht aus gegeneinander verdrehtem Graphen in Kontakt mit einem zweidimensionalen magnetischen Material gebracht wird. Im Rahmen dieser Arbeit werden Sie in einem ersten Schritt die Fabrikation geeigneter Nanostrukturen erlernen, die die Charakterisierung solcher Systeme ermöglicht. In einem zweiten Schritt werden die Proben in einem unserer Kryostaten bei Temperaturen um 20 mK auf ihre Transporteigenschaften untersucht werden.

Ihre Aufgabe: Ihre Aufgabe umfasst die Herstellung von Proben und deren Charakterisierung. In der ersten Phase der Arbeit werden Sie sich insbesondere mit der Isolation der zweidimensionalen magnetischen Materialien befassen. Parallel dazu wird Ihnen die Fabrikation der getwisteten Heterostrukturen beigebracht, die nach einem etablierten Prozess stattfindet. In der zweiten Phase der Arbeit werden Sie in die weitere Nanofabrikation der Heterostrukturen eingebunden, die schließlich in der dritten Arbeitsphase mit der Charakterisierung der hergestellten Proben in einem unserer Verdünnungskryostaten gipfelt. Insgesamt werden Sie ihr Wissen in Folgenden Bereichen vertiefen:

- Arbeiten mit modernsten Halbleiterfertigungstechnologien in Reinraumforschungseinrichtungen
- Charakterisierung von getwisteten Heterostrukturen (Raman-Spektroskopie und Rasterkraftmikroskopie)
- Betrieb und Verständnis von Tieftemperatur-Messaufbauten
- Vertiefung des Verständnisses der grundlegenden Quantenphysik von elektronischen Bandstrukturen, 2D Materialien und Quantenbauteilen

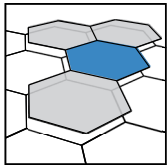
Darüber hinaus nehmen Sie an Gruppenseminaren und Journal-Clubs teil, um aktuelle Entwicklungen in diesem Forschungsgebiet zu diskutieren. Dieses Projekt wird außerdem die Interaktion mit den Kollegen aus der theoretischen Festkörperphysik beinhalten.

Kontakt: Für weitere Informationen und Interesse am Projekt kontaktieren Sie bitte Alexander Rothstein (alexander.rothstein@rwth-aachen.de) oder Christoph Stampfer (stampfer@physik.rwth-aachen.de). Mehr Information zu unserer Arbeit können Sie auch unter www.stampferlab.org und www.graphene.ac finden.

Literatur:

Cao et al. Unconventional superconductivity in magic-angle graphene superlattices, Nature **556**, 43-50 (2018).

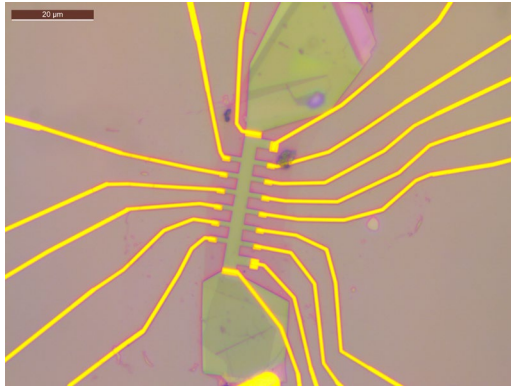
Tenasini et al. Band gap opening in bilayer graphene-CrCl₃/CrBr₃/CrI₃ van der Waals interfaces arXiv:2207.02175



2022

Master Thesis:

Moiré Engineering with two-dimensional magnetic materials



Motivation: If two layers of a two-dimensional material with a fixed lattice structure are twisted, a superordinate moiré lattice is formed. This moiré effect uniquely affects the electrical properties of such systems and leads, for example, in the case of twisted 2-layer graphene, to the appearance of unconventional superconductivity. Since 2018, intensive research has been conducted in this field, called "twistronics," and it is becoming increasingly apparent that such twisted systems can be used as simulators for complex and exotic quantum mechanical systems.

Today's technology makes it possible to realize nanostructures in such systems, which allows to answer fundamental physical questions about the nature of novel superconducting and magnetic phenomena.

Aim of this thesis: The aim of this work is to characterize systems consisting of twisted bilayer graphene in proximity of a two-dimensional magnetic material. As part of this work, you will learn in a first step the fabrication of suitable nanostructures. In a second step, the samples will be investigated for their transport properties in one of our cryostats at temperatures around 20 mK.

Your task: Your task includes the fabrication of samples and their characterization. The initial phase of the thesis will focus on the isolation of two-dimensional magnetic materials. Parallel to this, you will be trained on the state-of-the-art fabrication process of twisted heterostructures. The second phase of the thesis you will be included in the further nanofabrication of the devices as well as in the final characterization by transport experiments in one of our dilution refrigerator. Overall, you will deepen your knowledge in the following areas:

- Working with state-of-the-art semiconductor fabrication technologies in clean room research facilities.
- Characterization of twisted heterostructures (Raman spectroscopy and atomic force microscopy)
- Operating and understanding of cryogenic measurement setups
- Deepen understanding of fundamental quantum physics of electronic band structures, 2D materials, and quantum devices

Furthermore, you take part in group seminars and journal clubs where you follow current developments in this field of research and discuss recent experiments. This project will also involve interaction with colleagues in theoretical solid state physics

Contact us: For further information, please contact Alexander Rothstein (alexander.rothstein@rwth-aachen.de) or Christoph Stampfer (stampfer@physik.rwth-aachen.de). More information about our work you can find at www.stampferlab.org and www.graphene.ac.

References:

Cao et al. Unconventional superconductivity in magic-angle graphene superlattices, Nature **556**, 43-50 (2018).

Tenasini et al. Band gap opening in bilayer graphene-CrCl₃/CrBr₃/CrI₃ van der Waals interfaces arXiv:2207.02175