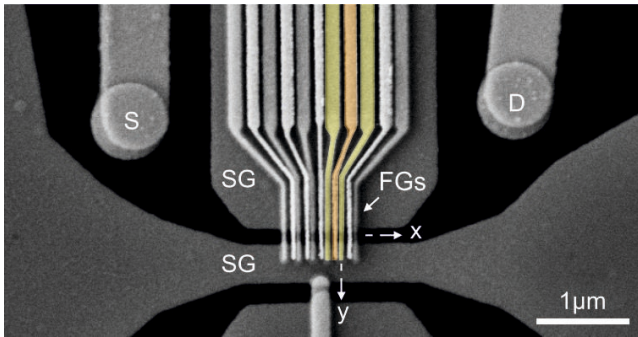


März 2021

Masterarbeit:

Fabrikation und Charakterisierung von Gate-definierten Nanostrukturen in verdrehtem zweilagigem Graphen



Motivation: Die Erforschung von zweidimensionalen (2D) Materialien, wie z.B. Graphen oder hexagonalem Bornitrid (hBN) zählt zurzeit sicherlich zu den spannendsten und sich am schnellsten entwickelnden Gebieten der modernen Festkörperphysik. Insbesondere das Interesse an zweilagigen Graphen (*bilayer graphene* (BLG)) hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Verdreht (twisted) man zwei einzelne Lagen Graphen gegeneinander, so entsteht ein stark korreliertes fermionisches System, welches durch entsprechende Gatterstrukturen elektrostatisch

manipuliert werden kann. Unter anderem die Entdeckung einer unkonventionellen Art der Supraleitung, die bei bestimmten, sogenannten magischen Winkeln (*magic angle*) zwischen den beiden Graphenlagen auftritt, macht das Studium dieser Systeme interessant. Die Fortschritte in der Nanotechnologie erlauben es, diverse Effekte in solchen Systemen zu untersuchen. Hierzu zählt z.B. die Realisierung eines Anderson-Josephson Quantenpunktes: Ladungsträger werden hierbei auf einem begrenzten räumlichen Areal innerhalb des zweidimensionalen Elektronengases eingeschlossen (Quantenpunkt) und sind via Tunnelbarrieren zu supraleitenden Kontakten (*leads*) gekoppelt.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Masterarbeit ist die Entwicklung und Fabrikation von Nanostrukturen in twisted BLG sowie deren Charakterisierung. Die Proben basieren auf der bestehenden Technologie, die in unserer Gruppe zur Realisierung von Quantenpunkten in BLG verwendet wird und werden für die Anforderungen an „getwistete“ Systeme modifiziert. Die Proben werden mittels Raman-Spektroskopie, Rasterkraftmikroskopie und elektrischen Transportmessungen in einem Mischkryostaten bei tiefen Temperaturen (< 20 mK) charakterisiert.

Ihre Aufgabe: Ihre Aufgabe umfasst die Herstellung von Proben und deren Charakterisierung. Ein Schwerpunkt liegt auf der Fabrikation und der Prozessentwicklung. In diesem Projekt können Sie unter anderem Ihr Wissen über diese Themen erweitern:

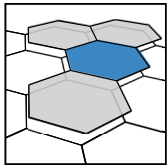
- Arbeiten mit modernsten Halbleiterfertigungstechnologien in Reinraumforschungseinrichtungen
- Manipulation und Auslesen von Quantenpunktzuständen
- Betrieb und Verständnis von Tieftemperatur-Messaufbauten
- Vertiefung des Verständnisses der grundlegenden Quantenphysik von elektronischen Bandstrukturen, 2D Materialien und Quantenbauteilen

Darüber hinaus nehmen Sie an Gruppenseminaren und Journal-Clubs teil, um aktuelle Entwicklungen in diesem Forschungsgebiet zu diskutieren.

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.

Relevante Publikationen:

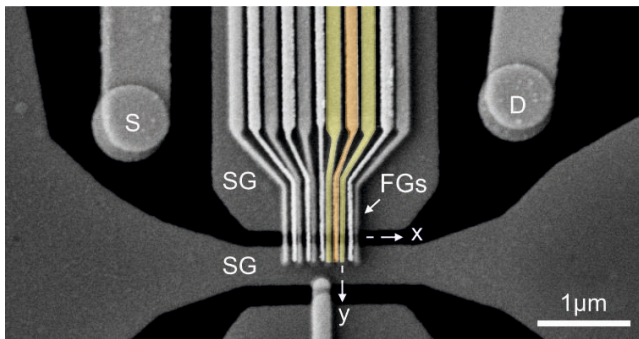
1. Cao et al., *Nature* **556**. 43-50 (2018)
2. Rodan-Legrain et al., arXiv:2011.02500v1



March 2021

Master Thesis:

Fabrication and characterization of gate-defined nanostructures in twisted bilayer graphene



Motivation: Research in the field of two-dimensional (2D) materials such as graphene and hexagonal boron nitride (hBN) is among the most exciting and fastest growing fields in modern solid-state physics. Bilayer graphene (BLG) is especially attractive. Twisting two single layers of graphene against each other results in a strongly correlated fermionic system, which can be electrostatically manipulated by appropriate gate structures. In particular, the discovery of an unconventional type of superconductivity that occurs at a certain so-called magic angle between the two

graphene layers makes the study of these systems interesting. Advances in nanotechnology make it possible to study diverse effects in such systems. These include, for example, the realization of an Anderson-Josephson quantum dot, where charge carriers are confined in a limited spatial area of the two-dimensional electron gas and are tunnel-coupled to superconducting leads.

Aim of this thesis: This project focuses on the development and fabrication of advanced nanostructures for twisted bilayer graphene devices and their characterization. The technology is based on our current fabrication technique which is used in our group to realize quantum dots in BLG and which is modified to be suitable for the requirements of twisted systems. The devices will be characterized by Raman spectroscopy, atomic force microscopy and electrical transport measurements in a dilution refrigerator at temperatures below 20 mK.

Your task: Your task includes the fabrication of quantum devices and their characterization. The focus is on fabrication and process development. In this project, you can broaden your knowledge in:

- Work with modern semiconductor fabrication technology
- Manipulation and readout of quantum devices
- Low temperature experimental setups
- Deeper understanding of basic quantum physics, 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.

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.

Relevant publications:

1. Cao et al., *Nature* **556**. 43-50 (2018)
2. Rodan-Legrain et al., arXiv:2011.02500v1