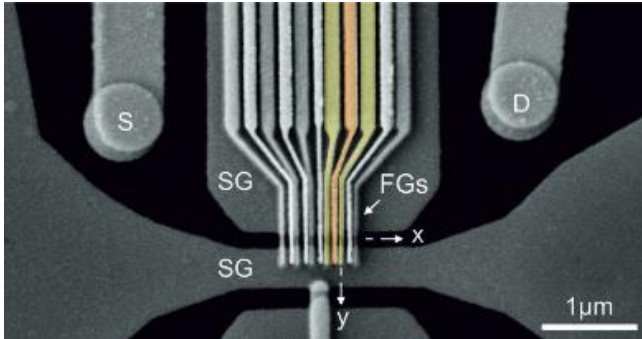


Juli 2023

Masterarbeit:

Supraleitende Quantenpunkte 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 man zwei einzelne Lagen Graphen gegeneinander, so entsteht ein stark korreliertes fermionisches System, welches durch entsprechende Gatestrukturen elektrostatisch

manipuliert werden kann. Insbesondere 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.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Masterarbeit ist die Charakterisierung von (supraleitenden) Quantenpunkten in verdrehtem zweilagigem Graphen. Die entsprechenden Proben werden hierfür mit einer bestehenden Technologie, die in unserer Gruppe zur Realisierung von Quantenpunkten in BLG verwendet wird für die Anforderungen an getwistete Systeme modifiziert. Die Experimente finden in einem unserer Mischkryostaten bei tiefen Temperature (<20 mK) statt.

Ihre Aufgabe: Ihre Aufgabe umfasst die Mitarbeit an der Fabrikation der entsprechenden Strukturen sowie an den Messungen und der Datenauswertung. In diesem Projekt können Sie unter anderem Ihr Wissen über diese Themen erweitern:

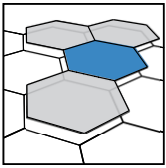
- Vertiefung des Verständnisses der grundlegenden Quantenphysik von elektronischen Bandstrukturen, 2D Materialien und Quantenbauteilen
- Manipulation und Auslesen von Quantenpunktzuständen
- Arbeiten mit modernsten Halbleiterfertigungstechnologien in Reinraumforschungseinrichtungen
- Betrieb und Verständnisses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

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:

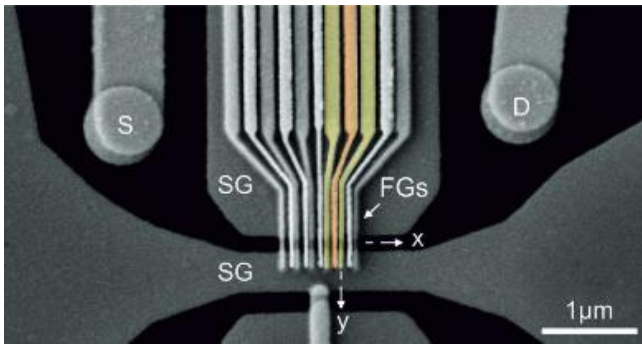
1. Cao et al., *Nature* **556**. 43-50 (2018)
2. Rodan-Legrain et al., arXiv:2011.02500v1
3. Pierce et al., arXiv:2101.04123



July 2023

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 certain so-called magic angles 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.

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:

- Deeper understanding of basic quantum physics, electronic band structures, 2D materials and quantum devices.
- Manipulation and readout of quantum devices
- Work with modern semiconductor fabrication technology
- Low temperature experimental setups

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
3. Pierce et al., arXiv:2101.04123v1