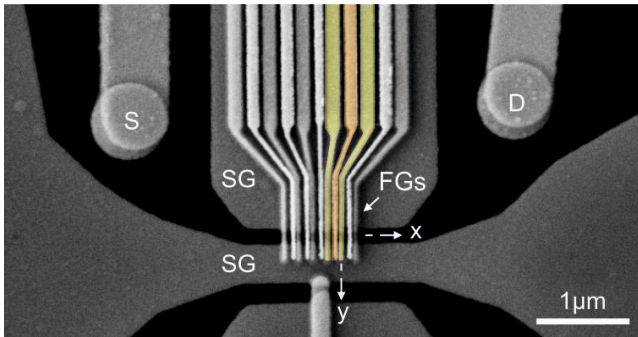


2022

Masterarbeit:

Fabrikation und Charakterisierung von Gate-definierten Nanostrukturen in verdrehtem Zweilagengraphen



Motivation: Werden zwei einzelne Lagen Graphen gegeneinander verdreht, so entsteht ein stark korreliertes fermionisches System, welches durch entsprechende Gatterstrukturen elektrostatisch manipuliert werden kann. Unter anderem durch die Entdeckung der Supraleitung, die bei bestimmten, sogenannten magischen Winkeln (*magic angle*) zwischen den beiden Graphen-Lagen auftritt, ist das Studium dieser Systeme von besonderem Interesse. Durch ausgereifte moderne Nanolithographiemethoden können zahlreiche anwendungsrelevante Effekte in

diesen Materialsystemen untersuchen werden. Hierzu zählt z.B. die Realisierung eines Anderson-Josephson Quantenpunktes: Elektronen bzw. supraleitende Cooper-Paare werden hierbei auf lateral begrenzte räumlichen Areale innerhalb des zweidimensionalen Elektronengases eingeschlossen (Quantenpunkte) und werden durch Tunnelbarrieren zu benachbarten supraleitenden oder normalleitenden Arealen gekoppelt.

Ziel der Arbeit: Ziel dieser Masterarbeit ist die Fabrikation von Gatter-definierten Nanostrukturen in verdrehtem Zweilagengraphen mit lateralen Josephson-Kontakten sowie die Charakterisierung der supraleitenden Eigenschaften durch elektrische Transportmessungen in einem Mischkryostaten (<20 mK). Dabei kann auf die bereits abgestimmte Technologie zur Herstellung der entsprechenden Nanostrukturen zurückgegriffen werden.

Ihre Aufgabe: Diese Arbeit umfasst sowohl die Herstellung der Proben als auch deren Charakterisierung. In diesem Projekt können Sie unter anderem Ihr Wissen über diese Themen erweitern:

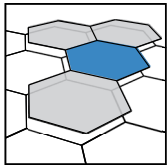
- Arbeiten mit modernster Halbleiterfertigungstechnologie in Reinräumen der RWTH Aachen sowie des Forschungszentrums Jülich
- Manipulation und Auslesung von Quantenbauteilen
- Betrieb und Verständnis von Tieftemperatur-Messaufbauten
- Vertiefung des Verständnisses der grundlegenden Quantenphysik sowie des Quantentransports in Quantenbauelementen aus 2D Materialien

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:

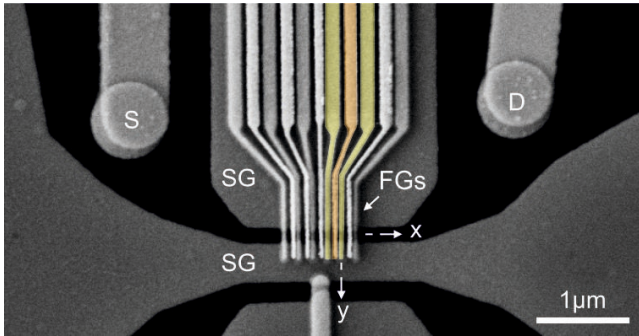
1. Cao et al., *Nature* **556**, 43-50 (2018)
2. Rodan-Legrain et al., *Nature Nanotechnology* **16**, 769-775 (2021)
3. Diez-Merida et al., arXiv:2110.01067v1



2022

Master Thesis:

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



Motivation: If two single layers of graphene are twisted against each other, a strongly correlated fermionic system is formed, which can be electrostatically manipulated by corresponding gate structures. Partly due to the discovery of superconductivity, which occurs at certain so-called magic angles between the two graphene layers, there is tremendous interest in the study of these systems. Sophisticated modern nanolithography methods allow the investigation of numerous application-relevant effects in these materials. These include, for example, the realization of

an Anderson-Josephson quantum dot: electrons or superconducting Cooper pairs are spatially confined within the two-dimensional electron gas (quantum dots) and are coupled by tunnel barriers to neighboring superconducting or normal conducting areas.

Aim of this thesis: Aim of the work: The aim of this master thesis is the fabrication of gate-defined nanostructures in twisted bilayer graphene with lateral Josephson junctions and the characterization of the superconducting properties by electrical transport measurements in a dilution refrigerator at temperatures < 20 mK. This can be done using the already established technology for the fabrication of the corresponding nanostructures.

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:

- Working with state-of-the-art semiconductor fabrication technology in clean rooms at RWTH Aachen University as well as the Forschungszentrum Jülich.
- Manipulation and readout of quantum devices
- Operating and understanding of cryogenic measurement setups
- Deepening the understanding of basic quantum physics as well as quantum transport in quantum devices made of 2D materials with modern semiconductor fabrication technology

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., *Nature Nanotechnology* **16**. 769-775 (2021)
3. Diez-Merida et al., arXiv:2110.01067v1