

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Einleitung</b>                                                              | <b>1</b>  |
| <b>1 Stromstandard</b>                                                         | <b>3</b>  |
| 1.1 Einleitung . . . . .                                                       | 3         |
| 1.2 Coulomb-Blockade . . . . .                                                 | 5         |
| 1.2.1 Theorie der Coulomb-Blockade . . . . .                                   | 6         |
| 1.2.2 Einzelelektronenpumpe . . . . .                                          | 15        |
| 1.3 Mechanisch beweglicher SET . . . . .                                       | 16        |
| 1.3.1 Coulomb-Blockade eines Metallteilchens zwischen zwei Molekülen . . . . . | 17        |
| 1.3.2 Die Genauigkeit des Einzelelektronenpendels . . . . .                    | 22        |
| <b>2 Präparation</b>                                                           | <b>27</b> |
| 2.1 Ausgangsmaterial . . . . .                                                 | 27        |
| 2.1.1 SIMOX . . . . .                                                          | 28        |
| 2.1.2 Smart Cut . . . . .                                                      | 28        |
| 2.2 Optische Lithographie . . . . .                                            | 28        |
| 2.3 Elektronenstrahl-Lithographie . . . . .                                    | 31        |
| 2.3.1 PMMA . . . . .                                                           | 31        |
| 2.3.2 Feldemissions-REM . . . . .                                              | 31        |
| 2.3.3 Strukturen . . . . .                                                     | 32        |
| 2.4 Anisotropes Trockenätzen . . . . .                                         | 33        |
| 2.4.1 Reaktives Ionen Ätzen . . . . .                                          | 33        |
| 2.4.2 Ionenstrahlätzen . . . . .                                               | 34        |

|          |                                                                    |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5      | Isotropes Flüssigätzen . . . . .                                   | 36        |
| 2.6      | Kritisch-Punkt-Trocknen . . . . .                                  | 37        |
| <b>3</b> | <b>Meßtechnik</b>                                                  | <b>39</b> |
| 3.1      | Meßaufbau zur Charakterisierung der Drähte . . . . .               | 39        |
| 3.2      | Aufbau zur Messung des Schalters und der Quantenklingsel . . . . . | 42        |
| <b>4</b> | <b>Elastizität</b>                                                 | <b>45</b> |
| 4.1      | Einführung . . . . .                                               | 45        |
| 4.2      | Stark gebogener Stab . . . . .                                     | 46        |
| 4.2.1    | Hauptbiegungsebenen . . . . .                                      | 46        |
| 4.2.2    | Allgemeine Gleichgewichtsbedingungen für den gebogenen Stab        | 47        |
| 4.2.3    | Punktkraft am Ende des Stabes . . . . .                            | 48        |
| 4.3      | Der schwingende Stab . . . . .                                     | 50        |
| 4.4      | Die schwingende Saite . . . . .                                    | 53        |
| 4.5      | Oszillatorgleichungen . . . . .                                    | 54        |
| 4.5.1    | Lösung der harmonischen Näherung . . . . .                         | 55        |
| 4.5.2    | Nichtlinearitäten . . . . .                                        | 56        |
| 4.6      | Nichtlineares Mischen . . . . .                                    | 61        |
| <b>5</b> | <b>Drähte</b>                                                      | <b>65</b> |
| 5.1      | Linear getriebene Resonatoren . . . . .                            | 67        |
| 5.2      | Nichtlinear getriebene Resonatoren . . . . .                       | 68        |
| 5.3      | Nichtlineares Mischen . . . . .                                    | 72        |
| 5.4      | Eigenschaften der Seitenelektrode . . . . .                        | 75        |
| <b>6</b> | <b>Nanomechanischer Schalter</b>                                   | <b>81</b> |
| 6.1      | Gleichspannung . . . . .                                           | 81        |
| 6.2      | Wechselspannungen . . . . .                                        | 86        |
| 6.3      | Wirkungsweise des Schalters . . . . .                              | 94        |

|                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>7 Die Quantenklingel</b>                                      | <b>95</b>  |
| 7.1 Messungen bei Raumtemperatur . . . . .                       | 96         |
| 7.2 Theoretische Erklärung der Raumtemperaturmessungen . . . . . | 101        |
| 7.2.1 Treiberspannung . . . . .                                  | 101        |
| 7.2.2 Kraftwirkung auf den Klöppel . . . . .                     | 103        |
| 7.3 Resonanzkurvenform in den Raumtemperaturmessungen . . . . .  | 105        |
| 7.4 Messungen bei 77 K . . . . .                                 | 106        |
| 7.5 Messungen bei 12 K . . . . .                                 | 108        |
| 7.6 Messungen bei 4.2 K . . . . .                                | 110        |
| 7.7 Coulomb-Blockade . . . . .                                   | 112        |
| <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>                              | <b>116</b> |
| <b>A Finite-Elemente-Berechnungen</b>                            | <b>121</b> |
| A.1 Solvia . . . . .                                             | 121        |
| A.2 MAFIA . . . . .                                              | 126        |