

# Inhaltsverzeichnis

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>Danksagung</b>                                       | <b>vii</b> |
| <b>1 Einleitung und Motivation</b>                      | <b>1</b>   |
| <b>2 Aufbau der Arbeit</b>                              | <b>3</b>   |
| <b>3 Grundlagen</b>                                     | <b>5</b>   |
| 3.1 Laser . . . . .                                     | 5          |
| 3.1.1 Pumpprozess . . . . .                             | 6          |
| 3.1.2 Verstärkungsmedium . . . . .                      | 7          |
| 3.1.3 Resonator . . . . .                               | 8          |
| 3.2 Diodenlaser . . . . .                               | 10         |
| 3.3 Ultrakurze Lichtpulse . . . . .                     | 13         |
| 3.4 Modengekoppelte Diodenlaser . . . . .               | 15         |
| 3.5 Spektral Selektives Feedback . . . . .              | 16         |
| <b>4 Y-Diodenlaser für cw-THz Spektroskopie</b>         | <b>19</b>  |
| 4.1 Kooperationen, Vorarbeiten und Veröffentlichungen . | 20         |
| 4.2 Problemstellung . . . . .                           | 20         |
| 4.3 Grundlagen kontinuierliche Terahertzspektroskopie . | 23         |
| 4.3.1 Photoleitende Antennen . . . . .                  | 23         |
| 4.3.2 cw THz Erzeugung . . . . .                        | 28         |
| 4.3.3 cw THz Detektion . . . . .                        | 30         |
| 4.4 Experimenteller Aufbau . . . . .                    | 32         |
| 4.4.1 Laserquelle . . . . .                             | 32         |
| 4.4.2 Terahertz Spektrometer . . . . .                  | 35         |

|          |                                                         |           |
|----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5      | Methoden . . . . .                                      | 36        |
| 4.5.1    | Optische Charakterisierung . . . . .                    | 36        |
| 4.5.2    | Terahertz-Charakterisierung . . . . .                   | 39        |
| 4.5.3    | Anwendung: Wafercharakterisierung . . . . .             | 40        |
| 4.6      | Ergebnisse . . . . .                                    | 43        |
| 4.6.1    | Optische Charakterisierung . . . . .                    | 44        |
| 4.6.2    | Terahertz Charakterisierung . . . . .                   | 52        |
| 4.6.3    | Anwendung Wafercharakterisierung . . . . .              | 55        |
| 4.7      | Zusammenfassung . . . . .                               | 59        |
| 4.7.1    | Optische Charakterisierung . . . . .                    | 59        |
| 4.7.2    | Terahertz-Charakterisierung . . . . .                   | 60        |
| 4.7.3    | Anwendung Wafercharakterisierung . . . . .              | 60        |
| 4.8      | Diskussion . . . . .                                    | 61        |
| <b>5</b> | <b>Diodenlaserbasierte Zwei-Photonen Polymerisation</b> | <b>65</b> |
| 5.1      | Kooperationen, Vorarbeiten und Veröffentlichungen .     | 66        |
| 5.2      | Problemstellung . . . . .                               | 67        |
| 5.3      | Grundlagen der 2PP . . . . .                            | 68        |
| 5.3.1    | Zwei-Photonen Polymerisation . . . . .                  | 70        |
| 5.4      | Experimenteller Aufbau . . . . .                        | 71        |
| 5.4.1    | Lasersystem . . . . .                                   | 72        |
| 5.4.2    | Laseranalyse . . . . .                                  | 77        |
| 5.4.3    | Aufbau zur 2PP . . . . .                                | 77        |
| 5.5      | Methoden . . . . .                                      | 79        |
| 5.5.1    | Lasercharakterisierung . . . . .                        | 79        |
| 5.5.2    | 2PP-Prozess . . . . .                                   | 80        |
| 5.6      | Ergebnisse . . . . .                                    | 84        |
| 5.6.1    | Laserparameter . . . . .                                | 85        |
| 5.6.2    | 2PP-Prozess . . . . .                                   | 87        |
| 5.7      | Zusammenfassung . . . . .                               | 92        |
| 5.8      | Diskussion . . . . .                                    | 94        |
| <b>6</b> | <b>Gepulste Terahertzspektroskopie</b>                  | <b>97</b> |
| 6.1      | Kooperationen, Vorarbeiten und Veröffentlichungen .     | 98        |
| 6.2      | Motivation . . . . .                                    | 98        |
| 6.3      | Grundlagen . . . . .                                    | 100       |
| 6.3.1    | Erzeugung von Terahertzpulsen . . . . .                 | 100       |
| 6.3.2    | Asynchrone optische Abtastung . . . . .                 | 101       |

|          |                                               |            |
|----------|-----------------------------------------------|------------|
| 6.3.3    | Spannungskontrollierte Phasenschieber . . . . | 103        |
| 6.4      | Experimenteller Aufbau . . . . .              | 104        |
| 6.4.1    | Terahertzspektrometer . . . . .               | 104        |
| 6.4.2    | Laser . . . . .                               | 105        |
| 6.5      | Methoden . . . . .                            | 107        |
| 6.6      | Ergebnisse . . . . .                          | 109        |
| 6.6.1    | Diodenlaser mit externem Resonator . . . . .  | 110        |
| 6.6.2    | Hybride Modenkopplung monolithischer Laser    | 114        |
| 6.7      | Zusammenfassung . . . . .                     | 117        |
| 6.8      | Diskussion . . . . .                          | 118        |
| <b>7</b> | <b>Zusammenfassung und Gesamtfazit</b>        | <b>119</b> |
|          | <b>Abbildungsverzeichnis</b>                  | <b>123</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b>                   | <b>131</b> |
|          | <b>Publikationsliste</b>                      | <b>147</b> |