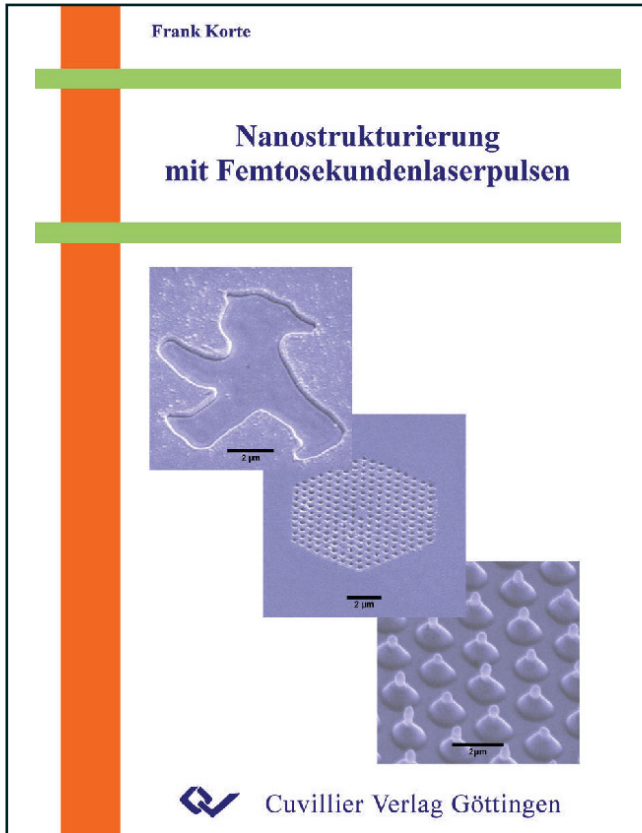




Frank Korte (Autor)

Nanostrukturierung mit Femtosekundenlaserpulsen



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/3150>

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	Mikromaterialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen	5
2.2	Absorption ultrakurzer Laserpulse	8
2.3	Ablationsprozess	13
2.4	Theoretische Beschreibung	15
2.5	Numerische Beschreibung des Zwei-Temperatur-Modells	19
2.6	Deformations- und Ablationsschwelle	23
2.7	Auflösungsvermögen und minimale Strukturgröße	24
3	Experimentelle Grundlagen	29
3.1	Ultrakurze Laserpulse	29
3.1.1	Die Generierung ultrakurzer Laserpulse	29
3.1.2	Die Verstärkung ultrakurzer Laserpulse	34
3.1.3	Regenerativer Verstärker und Multipass-Verstärker	35
3.2	Lasersysteme	38
3.2.1	Das Oszillatorsystem	38

3.2.2	Das Verstärkersystem	39
3.3	Charakterisierung der Laserpulse	42
3.3.1	Messung der Laserpulsdauer	43
3.3.2	Pulsfrontverkipfung	45
3.3.3	Astigmatismus	48
3.4	Strahlformung ultrakurzer Laserpulse	49
3.4.1	Fokussierung mit refraktiven Optiken	50
3.4.2	Fokussierung mit reflektiven Optiken	51
3.4.3	Geometrische Abbildung	54
3.5	Experimentelle Methoden	56
3.5.1	Charakterisierung des Laserfokus	56
3.5.2	Messung der Pulsenergie und Laserfluenz	57
3.5.3	Probenpräparation	57
3.5.4	Debris	58
3.5.5	Probeninspektion	59
4	Experimentelle Untersuchungen zur Nanostrukturierung	61
4.1	Sub-Mikrometerstrukturierung von Metallschichten	61
4.1.1	Defektakkumulation in dünnen Metallschichten	62
4.1.2	Charakterisierung der Strukturgrößen	68
4.1.3	Verringerung der Strukturgröße durch Airy-Verteilung	70
4.1.4	Maskenabbildung	73
4.1.5	Zusammenfassung	76
4.2	Energieakkumulation in dünnen Metallschichten	77

4.2.1	Schwellenfluenz von Gold	79
4.2.2	Vergleich zwischen der Mikro- und Nanostrukturierung	82
4.2.3	Numerische Berechnung zu dünnen Schichten	85
4.2.4	Numerische Berechnung zur Akkumulation	88
4.2.5	Zusammenfassung	90
4.3	Verflüssigen von Nanovolumen in Metallen	90
4.3.1	Typisierung der Metalle	91
4.3.2	Nanoschmelze und Nanospitzen	94
4.3.3	Modell zur Schmelzedynamik	97
4.3.4	Zusammenfassung	99
4.4	Ablation von transparenten Materialien	100
4.4.1	Minimale Strukturgröße	100
4.4.2	Abtragsschwellen	104
4.4.3	Materialabhängigkeit	106
4.4.4	Zusammenfassung	109
5	Anwendungen	111
5.1	Maskenherstellung	111
5.2	Optische Antennen	113
5.3	Photonische Nanostrukturen	115
5.4	Messsysteme	118
5.5	Integrierte Optik	120
5.6	Zusammenfassung	121
6	Zusammenfassung und Ausblick	123

Literaturverzeichnis	127
A Thermophysikalische Parameter ausgewählter Metalle	137
B Programmcode Zwei-Temperatur-Modell	139
B.1 Einfacher Code für Volumenmaterial	139
B.2 Erweiterter Code für dünne Metallschichten	142
Liste eigener Publikationen	145