

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Konzept Polymerhausung für optoelektrische Baugruppen .....	3
2.1	Klassische Verkapselungsverfahren von elektronischen Baugruppen .....	4
2.1.1	Molding.....	5
2.1.2	Glob Topping .....	7
2.1.3	Potting – Verguss.....	8
2.1.4	Printing - Drucken.....	8
2.2	Einschätzung der herkömmlichen Verkapselungsverfahren für optoelektrische Baugruppen mit einer direkten Glasabdeckung.....	8
2.3	Ablauf der photostrukturierten Polymerhausung für optoelektrische Baugruppen .....	10
3	Stereolithographie und photostrukturiertes Hausen.....	12
3.1	Stereolithographieverfahren .....	12
3.2	Aufbau der eingesetzten Stereolithographieanlagen .....	14
3.3	Photostrukturiertes Hausen eines technologischen Demonstrators .....	16
4	Stereolithographische Materialien zur Hausung optoelektrischer Baugruppen .....	18
4.1	Vernetzung von Photoharzen .....	18
4.2	Anforderungen an das Hausungsmaterial und deren Bestandteile .....	19
4.3	Einschätzung kommerzieller Materialien für stereolithographisches Hausen von optoelektrischen Baugruppen .....	21
4.4	Photoinitiatoren .....	22
4.4.1	Arten der Photoinitiatoren und -polymerisation .....	22
4.4.2	Wahl des Photoinitiators .....	23
4.5	Monomere und Oligomere.....	26
4.5.1	Typisch eingesetzte stereolithographische Monomere und Oligomere .....	26
4.5.2	Wahl der Monomere und Oligomere .....	27
4.6	Füllstoffe.....	29
4.6.1	Einfluss der Füllstoffe bezogen auf die thermomechanischen Eigenschaften .....	29
4.6.2	Wahl der Füllstoffe .....	31
5	Entwickelte Herstellungsmethode der gefüllten Photoharze und der Versuchskörper .....	34
6	Untersuchung der Photoharze und -polymere .....	36
6.1	Bewertung der Monomere und Oligomere.....	36
6.1.1	Erste Untersuchung der Monomere und Oligomere .....	36
6.1.2	Zweite Untersuchung der Monomere und Oligomere.....	37
6.1.3	Vergleich der beiden Untersuchungen.....	41
6.2	Untersuchung des Einflusses weiterer Monomere und Oligomere auf H <sub>1</sub> 40H <sub>4</sub> 60 .....	42
6.3	Rheologische Eigenschaften .....	44
6.3.1	Fließeigenschaften .....	44
6.3.2	Untersuchung der Viskosität von Photoharzmischungen .....	45
6.4	Zusammenfassung Photoharze und -mischungen .....	46
7	Untersuchung an partikelgefüllten Photoharzen und -polymeren .....	48
7.1	Viskosität von partikelgefüllten Photoharzen .....	48
7.1.1	Untersuchung des Füllgehaltseinflusses .....	48
7.1.2	Untersuchung des Einflusses der Silanisierung auf die Homogenität und Viskosität gefüllter Pasten in Abhängigkeit der Partikelgröße .....	50
7.1.3	Untersuchung des Temperatureinflusses .....	52
7.1.4	Zusammenfassung Viskosität partikelgefüllter Photoharze zur Hausung von optoelektrischen Baugruppen .....	53
7.2	Untersuchung vom Einfluss des Füllgehalts und der Partikelgrößen.....	53
7.3	Thermomechanische Untersuchungen .....	56
7.3.1	Thermoiré - Untersuchungen .....	56
7.3.2	Reflow-Tests an Keramikverbundproben.....	59

7.3.3	CTE-Untersuchungen.....	64
7.4	Mechanische Untersuchungen.....	68
7.4.1	Schertest Untersuchungen.....	68
7.4.2	Dynamisch-Mechanische Analyse .....	71
7.4.3	Zugversuch Untersuchungen.....	72
7.4.4	Vergleich DMA und Zugversuch .....	73
7.4.5	Zugversuch von H <sub>4</sub> 90H <sub>9</sub> 10 in Abhängigkeit von Alterungsbelastungen.....	74
7.5	Zusammenfassung der Untersuchung an partikelgefüllten Photopolymeren.....	76
8	Demonstratoren .....	77
8.1	Simulation.....	77
8.1.1	Technologischer Keramikdemonstrator .....	78
8.1.2	Optoelektrische Baugruppe - Bildsensor.....	82
8.2	Demonstratoraufbau und Charakterisierung .....	85
8.2.1	Keramischer Technologiedemonstrator .....	85
8.2.2	Optoelektrischer dreizeiliger Photosensor.....	87
8.2.3	Optoelektrischer Bildsensor .....	89
9	Zusammenfassung und Ausblick .....	92
A 1	Einordnung der Stereolithographiematerialien innerhalb der Polymere .....	94
A 2	Photoinitiatoren und Photopolymerisation .....	95
A 2.1	Freie radikalische Photoinitiatoren .....	95
A 2.2	Radikalische Photopolymerisation .....	95
A 2.3	Kationische Photoinitiatoren.....	98
A 2.4	Kationische Photopolymerisation .....	99