

Scripts Precision and Microproduction Engineering — Band 3

Stephan F. Jahn

Möglichkeiten und Herausforderungen des Funktionsdrucks mittels Inkjettechnologie, gezeigt an zwei Anwendungsbeispielen



Impressum

Möglichkeiten und Herausforderungen des Funktionsdrucks mittels Inkjettechnologie, gezeigt an zwei Anwendungsbeispielen

Autor:

Stephan F. Jahn

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Schubert

Wichtiger Hinweis:

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2012

Professur Mikrofertigungstechnik
Technische Universität Chemnitz

Verlag Wissenschaftliche Scripten
www.verlag-wiss-scripten.de

ISBN: 978-3-942267-35-9

Bibliografische Beschreibung

Jahn, Stephan F.

Thema:

Möglichkeiten und Herausforderungen des Funktionsdrucks mittels Inkjettechnologie, gezeigt an zwei Anwendungsbeispielen

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Institut für Print- und Medientechnik, Chemnitz, 1. März 2012

Seitenzahl: 201

Anzahl der Abbildungen: 90

Anzahl der Tabellen: 22

Anzahl der Literaturzitate: 212

Referat:

Der Funktionsdruck mittels Inkjettechnologie bietet sich in vielen technischen Bereichen als alternatives Fertigungsverfahren funktionaler Strukturen an. In dieser Arbeit wurden Möglichkeiten und Herausforderungen des Funktionsdrucks anhand zweier Beispiele erörtert. Es wurde basierend auf der organometallischen Verbindung Silber(I)-2-[2-(2-methoxyethoxy)ethoxy]acetat eine wässrige Silbertinte dargestellt, charakterisiert, mittels Inkjettechnologie verdruckt und die erzeugten Silberschichten wurden charakterisiert. Weiterhin wurde eine alternative Fertigungstechnologie für Mikrosiebe entwickelt. Hierbei dienten inkjetgedruckte Tropfen einer wässrigen Lösung als Templattropfen für die Poren des Mikrosiebs. Die hergestellten Mikrosiebe wurden charakterisiert. Mittels FEM-Simulation wurden unterschiedliche Porenanordnungen bezüglich ihrer Wirkung auf die mechanische Festigkeit des Mikrosiebs untersucht.

Schlagworte:

Funktionsdruck, Inkjettechnologie, Inkjettinte, Metallisierung, Silber, organometallische Verbindung, Mikrosieb, FEM-Simulation

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Symbole	10
Begriffsverzeichnis	16
1 Einleitung	18
1.1 Motivation	18
1.2 Zielsetzung und Herangehensweise	22
2 Funktionsdruck mittels Inkjettechnologie	24
2.1 Inkjettechnologien im Überblick	24
2.1.1 Definition und Systematik	24
2.1.2 Continuous Inkjet	25
2.1.3 Thermischer Inkjet	26
2.1.4 Piezoinkjet	28
2.2 Herausforderungen des Funktionsdrucks mittels Inkjet	33
2.2.1 Begriffsklärung Funktionsdruck	33
2.2.2 Funktionsdrucker der Inkjettechnologie	34
2.3 Begriff „Verdruckbarkeit“	36
2.4 Strukturbildung im Inkjet	41
2.5 Formulierung von Inkjettinten	50
3 Herstellung von Silberschichten basierend auf MOD-Verbindungen	55
3.1 Herausforderungen bei der Erzeugung leitfähiger Strukturen mittels Inkjet- technologie	55
3.2 Anwendungsfelder inkjetgedruckter Silberstrukturen	56
3.3 Silbertinten für den Inkjet	58
3.3.1 Designkonzepte	58
3.3.2 Formulierung von MOD-Silbertinten	61
3.3.3 Sinterprozess	64
3.4 MOD-Silberpräkursoren und Tintenansatz	73
3.4.1 MOD-Silberpräkursoren	73
3.4.2 Herstellung und Eigenschaften des Tintenansatzes	76
3.5 Drucktechnische Erzeugung von Silberstrukturen	77
3.5.1 Substratauswahl und Präparation	77

3.5.2	Sintermethode Heißsintern	77
3.5.3	Verdruckbarkeit	77
3.6	Charakterisierung gedruckter und gesinterter Strukturen	80
3.6.1	Einzeltröpfchen	80
3.6.2	Leiterzüge	83
3.6.3	Vollflächige Strukturen	90
3.6.4	Untersuchung der Strukturtreue	95
3.6.5	Elektrische Leitfähigkeit	99
3.6.6	Haftfestigkeit gesinterter Schichten	100
3.7	Charakterisierung und Weiterentwicklung des Sinterprozesses	101
3.7.1	Charakterisierung des Sinterprozesses	101
3.7.2	Alternative Sinterverfahren	103
3.8	Weiterentwicklung der MOD-Silbertinte	112
3.8.1	Entwicklungsbedarf und Herangehensweise	112
3.8.2	Lösemittel- und Konzentrationsvariation	113
3.8.3	Optimierung der Tinte	116
4	Herstellung von polymeren Mikrosieben mittels Inkjettechnologie	120
4.1	Mikrosiebe: Begriffsklärung und Herstellungsverfahren	120
4.2	Fertigung von Mikrosieben mittels Inkjettechnologie	122
4.2.1	Grundprinzip und Modell zur Porenbildung	122
4.2.2	Substratauswahl und Substratpräparation	126
4.2.3	Auswahl der Porenflüssigkeit	127
4.2.4	Realisierung des Herstellungsprozesses	129
4.3	Charakterisierung der Mikrosiebe	132
4.3.1	Einzelporen	132
4.3.2	Einstellung des Porendurchmessers durch Variation des Tropfenvolumens	134
4.3.3	Einstellung des Porendurchmessers durch Variation der Mikrosiebdicke	136
4.3.4	Statistische Betrachtung des Porendurchmessers	137
4.3.5	Fehlereinflussanalyse	139
4.3.6	Korrektur des Modells zur Porenbildung	143
4.4	FEM-Simulation der mechanischen Festigkeit	149
4.4.1	Bedeutung der mechanischen Festigkeit von Mikrosieben	149

4.4.2	Herangehensweise	149
4.4.3	Untersuchte Porenmuster	151
4.4.4	Implementierung in COMSOL Multiphysics	152
4.4.5	Ergebnisse der Simulationen	154
5	Bewertung der Möglichkeiten und Herausforderungen des Funktionsdrucks mittels Inkjettechnologie	163
6	Zusammenfassung und Ausblick	167
	Literaturverzeichnis	172
	Abbildungsverzeichnis	187
	Tabellenverzeichnis	190
A	Anhang	191
A.1	Physikalische Charakterisierung der Inkjettintens	191
A.2	Verwendete Substrate und Lösemittel	191
A.3	Mikroskopische und spektroskopische Untersuchungen	191
A.4	Schichtprofile, -rauheiten und -dicken	192
A.5	Verwendete Waveforms	192
A.6	Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit nach van der Pauw	194
A.7	Experimentelle Details der Haftfestigkeitsuntersuchungen	195
A.8	Bestimmung des Tropfendurchmessers	198
A.9	Bestimmung der Positioniergenauigkeit	198
	Lebenslauf	200
	Danksagung	201