

Inhaltsverzeichnis

Content

- 1 Einleitung1
- 2 Stand der Technik in Forschung und Industrie7
 - 2.1 Anwendungen und Fertigung flexibler Mehrlagensysteme8
 - 2.1.1 Anwendungsbereiche von Mehrlagensystemen8
 - 2.1.2 Verfahren zum Verbinden mehrerer Lagen10
 - 2.1.3 Schichtlaminieren12
 - 2.2 Herstellung und Funktionalisierung einzelner Lagen13
 - 2.2.1 Kontinuierliche Beschichtungsverfahren14
 - 2.2.2 Druckverfahren15
 - 2.2.3 Präge- und Strukturierungsverfahren18
 - 2.3 Methoden der Bahnlaufmanipulation in Rolle-zu-Rolle Prozessen20
 - 2.3.1 Grundlegende physikalische Zusammenhänge für die Bahnmanipulation21
 - 2.3.2 Methoden für die Regelung der Bahnzugkraft23
 - 2.3.3 Methoden für die Regelung der lateralen Bahnposition27
 - 2.3.4 Methoden zur Erfassung der Bahnposition32
 - 2.4 Fazit38
- 3 Zielsetzung, Aufgabenstellung und Vorgehensweise41
- 4 Konzeption eines Systems zur kontinuierlichen funktionalen Schichtlaminierung45
 - 4.1 Anforderungsprofil45
 - 4.1.1 Prozessbeschreibung45
 - 4.1.2 Korrekturingriffe zur Bahnmanipulation46
 - 4.1.3 Prozessseitige Anforderungen47
 - 4.1.4 Anforderungsliste49
 - 4.2 Überführung der Anforderungen in ein Prüfstandskonzept50
 - 4.2.1 Bahnlaufführung50
 - 4.2.2 Erfassung der Bahnposition52
 - 4.2.3 Erfassung der Bahnspannungsverteilung58
 - 4.2.4 Auslegung der Antriebskomponenten62
 - 4.3 Fazit64
- 5 Modellierung des Bahnlaufverhaltens67
 - 5.1 Modellierungssystematik für das Bahnlaufverhalten67
 - 5.2 Modellierung des Bahnlaufverhaltens für die obere Lage des funktionalen Schicht-Laminierprozesses68
 - 5.2.1 Modell der longitudinalen Verschiebung72
 - 5.2.2 Modell der lateralen Verschiebung76

5.2.3	Modell der lateralen Bahnspannungsverteilung	81
5.3	Beschreibung der Solltrajektorie	87
5.3.1	Ermittlung der longitudinalen Soll-Position	87
5.3.2	Ermittlung der lateralen Soll-Position	89
5.3.3	Ermittlung der Soll-Bahnspannungsverteilung	90
5.4	Fazit	91
6	Validierung des entwickelten Konzeptes für die funktionale Schichtlaminierung	93
6.1	Versuchsaufbau und -vorbereitung	93
6.1.1	Modulares Rolle-zu-Rolle System und Prüfstandsmodul	93
6.1.2	Steuerungsarchitektur	96
6.1.3	Fertigung der Teststrukturen	99
6.1.4	Bewertung der Bildverarbeitung	103
6.2	Analyse des Bahnlaufverhaltens bei Manipulation	106
6.2.1	Systematik der Versuchsdurchführung	106
6.2.2	Variation von α	107
6.2.3	Variation von β	113
6.3	Verhalten der Bahn über dem Luftfilm	119
6.4	Fazit	122
7	Regelungskonzept für den kontinuierlichen Schicht-Laminierprozess	125
7.1	Auswahl einer geeigneten Regelungsstrategie	125
7.1.1	Kaskadierter Regler für die Folgeregelung der oberen Lage	126
7.1.2	Entkopplung durch Störgrößenaufschaltung für die Momenten-Regelung	127
7.1.3	Upstream-Regelung der Bahnzugkraft in beiden Lagen	128
7.1.4	Störgrößenaufschaltung zur Kompensation des Lagenversatzes	130
7.2	Vorbereitung der funktionalen Schicht-Laminier-Versuche	132
7.2.1	Implementierung des Regelungskonzeptes	132
7.2.2	Versuchsaufbau für die funktionalen Schicht-Laminier-Versuche	133
7.3	Charakterisierung des Regelungsverhaltens	133
7.3.1	Analyse des Kopplungsverhaltens der Stellgrößen	133
7.3.2	Analyse des Regelverhaltens	137
7.3.3	Einfluss der Materialeigenschaften	140
7.3.4	Betrachtung der Prozessgrenzen	142
7.3.5	Bewertung des Einflusses der Systemparameter	143
7.4	Abschließende Bewertung des Regelungskonzeptes und Fazit	144
8	Zusammenfassung und Ausblick	147
8.1	Zusammenfassung	147
8.2	Ausblick	149
9	Literaturverzeichnis	155