

Bibliografische Beschreibung

Schulz, Bertram

Hochgenaue Lagezuordnung von Mikrobauteilen
durch greiferintegrierte Winkelfeinstellung

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau
der Technischen Universität Chemnitz,
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse,
Chemnitz, 14.11.2007

219 Seiten, 116 Abbildungen, 13 Tabellen, 11 Anlagen, 91 Literaturquellen

Referat

Für die hochgenaue Lagezuordnung von Mikrobauteilen in Mikromontageprozessen fehlen bislang Lösungen für eine greifernahe oder greiferintegrierte Winkelfeinstellung. In der vorliegenden Arbeit werden Einflussfaktoren und Auswirkungen lokaler Restfehler auf die Lagezuordnung im Mikromontageprozess diskutiert und Strategien für eine Lagekorrektur am Mikrobauteil unmittelbar im Montageprozess abgeleitet. Im Mittelpunkt steht die Herleitung und Erforschung eines kinematischen Grundprinzips für eine greiferintegrierte Winkelfeinstellung. Eine durch Simulation des Verformungsverhaltens optimierte räumliche Biegegelenkstruktur gestattet das spielfreie Einstellen und Halten kleinster Winkellagen im Winkelsekundenbereich um einen auf dem gegriffenen Bauteil liegenden Drehpunkt. Das Funktionsprinzip dieses Übertragungsgliedes bildet die Grundlage für einen neuartigen modular aufgebauten Präzisionsgreifertyp. Die Wirksamkeit der greiferintegrierten Winkelfeinstellung wird an einem Anlagendemonstrator zur hochgenauen Bestückung optischer Leiterplatten mit elektrisch-optischen Sende- und Empfangsmodulen nachgewiesen. Mithilfe des neu entwickelten modularen Präzisionsgreifers lassen sich Mikromontagestrategien mit prozessintegrierter bauteilindividueller Lagekorrektur umsetzen. Montagegenauigkeiten unter 5 µm können damit besser anlagentechnisch beherrscht werden, ohne dass ein zusätzliches manuelles Feinausrichten notwendig ist.

Schlagworte

Mikromontage, Mikrohandling, Winkeljustierung, greiferintegrierte Winkelfeinstellung, Präzisionsgreifer

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	X
Verzeichnis der Formelzeichen und Indizes	XIII
1 Einleitung	1
2 Zielstellung der Arbeit	3
3 Einflüsse auf die Genauigkeit in der Mikromontage	7
3.1 Begriffsdefinitionen	7
3.2 Besonderheiten der Mikromontage	10
3.3 Mikromontagemethoden und Genauigkeitsgrenzen	12
3.3.1 <i>Grundlegende Mikromontage- und Anlagenkonzepte</i>	12
3.3.2 <i>Typische Mikromontagemethoden</i>	17
3.3.3 <i>Greifer für die Mikromontage</i>	20
3.3.4 <i>Genauigkeit von Achskinematiken zur Greiferführung</i>	24
3.4 Methoden und Komponenten zur Bauteilausrichtung	26
3.4.1 <i>Greiferbasierte Bauteilorientierung</i>	26
3.4.2 <i>Fügemechanismen als Montagehilfe</i>	29
3.4.3 <i>Alternative Methoden zur Bauteilausrichtung</i>	31
3.4.4 <i>Komponenten zur Winkelfeinstellung</i>	31
3.5 Messverfahren zur Winkellagebestimmung	34
3.6 Schlussfolgerungen aus dem Erkenntnisstand	37
4 Lokale Restfehler und Lagekorrekturstrategien	39
4.1 Einflussfaktoren und Auswirkungen lokaler Restfehler	39
4.1.1 <i>Zusammenhang zwischen Positionierung und Winkellage</i>	39
4.1.2 <i>Toleranzkette bei der Lagezuordnung</i>	43

4.2	Auswirkungen von Winkelfehlern	47
4.3	Strategien für eine Lagekorrektur am Mikrobauteil	52
4.3.1	<i>Bauteilindividuelle Lagekorrektur durch Justierung</i>	52
4.3.2	<i>Methoden zur Vermeidung von Justierungen</i>	55
4.4	Strategien zur Winkellagekorrektur	60
5	Kinematische Lösung für eine greiferintegrierte Winkelfeinstellung	67
5.1	Ableitung eines Anforderungsbildes.....	67
5.1.1	<i>Charakterisierung der Mikromontageaufgabe</i>	67
5.1.2	<i>Funktionsstruktur und spezifische Anforderungen</i>	69
5.1.3	<i>Bauraumaufteilung und Festlegung von Startwerten</i>	71
5.2	Kinematisches Prinzip für Übertragungsglied	77
5.2.1	<i>Kinematische Vorgaben für Übertragungsglied</i>	77
5.2.2	<i>Konventionelle Lagerungen</i>	79
5.2.3	<i>Getriebetechnische Anordnungen</i>	80
5.2.4	<i>Festkörpergelenke</i>	83
5.2.5	<i>Auswahl eines geeigneten Lösungsprinzips</i>	85
5.3	Räumliche Biegegelenkstruktur zur Winkelfeinstellung.....	89
5.3.1	<i>Anordnung der Biegegelenke</i>	89
5.3.2	<i>Gelenkausführung</i>	91
5.3.3	<i>Bewegungseinleitung in die Gelenkstruktur</i>	94
5.3.4	<i>Berechnungen am vereinfachten Modell</i>	97
5.3.5	<i>Dimensionierung der Biegegelenkstruktur mittels FEM-Analyse</i> . 104	
5.3.6	<i>Konstruktive Ausführung</i>	110
5.4	Experimentelle Analyse des Bewegungsverhaltens.....	113
6	Integration der Winkelfeinstellung in ein Präzisionsgreifmodul	121
6.1	Funktionsstruktur und Schnittstellen des Präzisionsgreifers	121
6.2	Auswahl von Greiferwirkprinzipien	124
6.3	Funktionsintegration von Greifen und Winkelfeinstellung	129
6.3.1	<i>Konstruktive Ausführung</i>	129

6.3.2	<i>Manuelle Winkelfeinstellung</i>	132
6.3.3	<i>Automatisierte Ansteuerung der Winkelfeinstellung</i>	134
6.4	Greiferschnittstelle zum Positioniersystem	137
6.5	Ausführungsvarianten des Greifmoduls	140
7	Experimentelle Erprobung an der Montageaufgabe	143
7.1	Demonstrator Mikromontagesystem	143
7.1.1	<i>Montageaufgabe und Randbedingungen</i>	143
7.1.2	<i>Montagestrategie</i>	148
7.1.3	<i>Systemkonzept</i>	149
7.2	Erprobung der greiferintegrierten Winkelfeinstellung	151
7.2.1	<i>Versuchsbedingungen</i>	151
7.2.2	<i>Funktionserprobung der Winkelfeinstellung</i>	152
7.2.3	<i>Erprobung im Montageablauf</i>	156
7.3	Beurteilung der Wirksamkeit und Ausblick	159
8	Zusammenfassung	163
9	Literaturverzeichnis	167
10	Anhang	175
10.1	Abbildungsverzeichnis	175
10.2	Tabellenverzeichnis	180
10.3	Anlagenverzeichnis	181