Inhaltsverzeichnis

Danksagung ..... **ix**

Kurzfassung ..... **x**

Abstract ..... **xi**

Inhaltsverzeichnis ..... **xiii**

1 Einleitung **1**

1.1 Stand der Technik 2

1.2 Motivation und Fragestellung 6

1.3 Zielsetzung und Gliederung der Arbeit 9

2 Grundlagen der Kontinuumsmechanik **11**

2.1 Kinematik 11

2.1.1 Bestimmung der Lage und Deformation eines Körpers 11

2.1.2 Ausgewählte kinematische Beziehungen 14

2.1.3 Singuläre Flächen und deren Kompatibilitätsbedingung 15

2.2 Materialgesetze 17

2.2.1 Verzerrungs- und Spannungstensoren 18

2.2.2 Lineare Elastizitätstheorie 20

2.2.3 Zeitunabhängige Plastizität 23

2.3 Fundamentale Bilanzgleichungen 27

2.3.1 Die allgemeine Bilanzgleichung 28

2.3.2 Transporttheoreme für Volumina und Flächen 29

2.3.3 Bilanzgleichungen für reguläre Punkte 31

2.3.4 Sprungbedingungen auf singulären Flächen 34

2.4 Theorie der materiellen Kräfte 35

2.4.1 ESHELBY Tensor 35

2.4.2 Phasenwachstum zwischen zwei singulären Flächen 39

2.5 Dissipation und thermomechanisch gekoppelte Wärmeleitungsgleichung 40

2.6 Freie Energie in einem elastisch-thermoplastischen Material mit linearer isotroper Verfestigung 44

3 Charakterisierung der verwendeten Materialien **53**

3.1 Geometrie und Schichtaufbau 53

3.2 Thermische Materialparameter 54

3.3 Mechanische Materialparameter 55

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

3.3.1 Prinzip der Nanoindentation 56
3.3.2 Versuchsdurchführung und Auswertemethodik 57
3.3.3 Ergebnisse und Literaturvergleich 59

4 Bonduntersuchungen 63

4.1 Zeitliche Verläufe der vertikalen Drahtdeformation 63
4.2 Vermessung der Wedgegeometrie 65
4.3 FIB- und TEM-Untersuchungen zur Vermessung der Dicke der intermetallischen Phase 65

5 FE-Simulation des Drahtbondprozesses 75

5.1 Vorgehensweise bei der Finiten-Elemente-Methode 75
5.2 Erstellung eines dreidimensionalen FE-Modells 78
5.2.1 Materialeigenschaften und Vernetzung 79
5.2.2 Rand- und Kontaktbedingungen 80
5.3 Durchführung und erste Ergebnisse der FE-Simulation des Bondprozesses 86
5.3.1 Herrschende Temperaturen am Interface 87
5.3.2 Verteilung der plastischen Energiedichte und der Normalspannung am Interface 89

6 Postprozessor zur Ermittlung der thermomechanischen Kraft am Interface 91

6.1 Beschreibung des Hauptprogramms 92
6.1.1 LAGRANGEsches Interpolationsverfahren 93
6.1.2 Bestimmung des Deformationsgradienten und des ESHELBY Tensors an den Integrationspunkten 95
6.1.3 Extrapolation der ESHELBY Werte an den Knoten 96
6.2 Unterprogramm zur Berechnung der Differenz des ESHELBY Tensors 97
6.3 Validierung des Postprozessors 101

7 Vergleich der FE-Simulationen mit den Bonduntersuchungen 105

7.1 Diskussion der thermomechanischen Kraft 106
7.2 Validierung des entwickelten Zusammenhangs 108
7.3 Untersuchung des Zeiteinflusses auf die berechnete effektive Diffusionskonstante 112
7.4 Entwicklung eines Wachstumsgesetzes für die Ausbildung der intermetallischen Phasen 116

8 Zusammenfassung und Ausblick 121

Abkürzungsverzeichnis 123

Symbolverzeichnis 124

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Abbildungsverzeichnis..... 130

Tabellenverzeichnis 133

Literaturverzeichnis 134

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.