

# Inhaltsverzeichnis

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen und Symbole

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Aufbau der Viastrukturen</b> .....	<b>4</b>
2.1	Unterschiede zwischen den Viastrukturen .....	4
2.2	Ausfallmechanismen bei Viastrukturen .....	6
<b>3</b>	<b>Theoretische Betrachtungen</b> .....	<b>8</b>
3.1	Elektromigration und Thermomigration .....	8
3.2	Bestimmungsgleichung für das elektrische Potential .....	13
3.2.1	Temperaturunabhängiger Fall .....	13
3.2.2	Temperaturabhängige Materialeigenschaften .....	14
3.3	Vorgehensweise bei der Methode der finiten Elemente .....	16
<b>4</b>	<b>Beschreibung der Simulationsmodelle</b> .....	<b>18</b>
4.1	FEM-Grundmodell der Viastruktur .....	18
4.2	Netzfeinheit und Singularitäten .....	22
4.3	Parameter der verwendeten Materialien .....	27
4.3.1	Wärmeleitfähigkeiten und spezifische Widerstände .....	27
4.3.2	Wiedemann-Franz-Gesetz .....	29
<b>5</b>	<b>Verifikation des Simulationsmodells</b> .....	<b>34</b>
5.1	Beschreibung der gefertigten Vias .....	34
5.2	Temperaturunabhängige Untersuchung der Vias .....	35
5.2.1	Korrelation bei variierender Viagrundfläche .....	35
5.2.2	Einfluß der Überlappsumme .....	36
5.3	Temperaturabhängige Untersuchung der gefertigten Vias .....	37
5.3.1	Kritischer Strom der gefertigten Vias .....	38
5.3.2	Vergleich der mittleren Leitbahntemperaturen .....	40

<b>6</b>	<b>Stromdichteverteilung in der Viastruktur</b>	42
6.1	Untersuchung der Viadimensionierung	43
6.1.1	Einfluß der Viagrundfläche	43
6.1.2	Variation der Kantenbedeckung	45
6.1.3	Untersuchung des Aspect Ratio	49
6.1.4	Einfluß des Taperwinkels	50
6.1.5	Variation der Füllhöhe und des Füllmaterials	53
6.2	Einfluß der Leitbahndimensionierung	54
6.2.1	Variation des Überlapps	55
6.2.2	Untersuchung der Leitbahnhöhe	57
6.3	Einfluß von Barrierenschichten	60
6.3.1	Konventionelles Modell mit Barrieren	61
6.3.2	Gefülltes Modell mit Barrieren	65
6.4	Ergebnisse der temperaturunabhängigen Untersuchungen	66
<b>7</b>	<b>Temperaturverteilung in der Viastruktur</b>	68
7.1	Variation der Stromdichte	69
7.2	Kritischer Strom aus den Simulationen	73
7.3	Untersuchung der Dimensionierung und der Materialeinflüsse	74
7.3.1	Abstand zwischen den Viaketten	74
7.3.2	Feldoxiddicke und Passivierung	75
7.3.3	Variation der Leitbahnlänge und des Überlapps	76
7.3.4	Variation des Leitbahnmaterials	79
7.3.5	Aspect Ratio und Viafüllmaterial	80
7.4	Einfluß einer Barrierenschicht	83
7.5	Ergebnisse der temperaturabhängigen Untersuchungen	85
<b>8</b>	<b>Massenfluß und Massenflußdivergenzen</b>	87
8.1	Untersuchung des Massenflusses beim gefertigten Via	88
8.1.1	Fehlerort aus Simulation und REM-Analyse	88
8.1.2	Stromrichtungsabhängigkeit	91

8.2	Massenflußdivergenzen in den unterschiedlichen Viastrukturen . . . . .	93
8.2.1	Konventionelles Via . . . . .	93
8.2.2	Gefülltes Via . . . . .	96
8.2.3	Vergleich der Viastrukturen . . . . .	97
8.3	Massenfluß im Aluminium bei Barrieren . . . . .	99
8.4	Ergebnisse der Untersuchungen der Massenflüsse . . . . .	101
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung . . . . .</b>	<b>102</b>
<b>10</b>	<b>Schriftumsverzeichnis . . . . .</b>	<b>105</b>