

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Stand der Technik zum Löten mit Ni-Basisloten	3
2.1	Grundlagen zum Hartlöten	3
2.1.1	Einteilung der Lötverfahren	3
2.1.2	Benetzung und Kapillarfüllung beim Hartlöten	4
2.2	Ni-Basislotlegierungen	6
2.2.1	Einteilung der Ni-Basislote	7
2.2.2	Applikationsformen von Ni-Basisloten	10
2.2.3	Herstellung metallischer Gläser	11
2.3	Diffusion und Primärkristallisation in Lötprozessen	14
2.3.1	Grundlagen zur Diffusion	15
2.3.2	Grundlagen zur Primärkristallisation	17
2.3.3	Erstarrungsmodell zum Hartlöten mit Mehrstoffsystemen	20
2.3.4	Entstehung von Sprödphasen	22
2.4	Lösungswege zur Vermeidung von Sprödphasen	25
2.5	Ti-Impfen von Ni-Basisloten	27
3	Motivation, Zielsetzung und These	29
4	Beschreibung und Definition der Grund- und Lotwerkstoffe	32
4.1	Grundwerkstoffe	32
4.2	Lotlegierungen	33
4.3	Charakterisierung der Lotpulver	35
4.4	Definition der geimpften Lotlegierungen und Pulvermischungen	37
5	Einfluss der Ti-Impfung auf die Lotlegierungen	38
5.1	Analyse und Herstellung Ti-geimpfter Ni-basierter Lotlegierungen	38
5.1.1	Methodik zur thermischen Analyse der Lotlegierungen	38
5.1.2	Herstellung und Charakterisierung von Lot-Gussproben	40
5.1.3	Phasenbestimmung mittels röntgenographischer Phasenanalyse	40
5.1.4	Gefügecharakterisierung mittels Nanoindentation	41
5.2	Charakterisierung der Lotlegierungen	42
5.2.1	Untersuchungen an der geimpften Ni 620-Lotlegierung	43
5.2.2	Untersuchungen an der geimpften Ni 650-Lotlegierung	50
5.2.3	Untersuchungen an der geimpften Ni 660-Lotlegierung	56
5.3	Fazit zum Einfluss der Ti-Impfung auf die Ni-Lotlegierungen	61

6	Fügeverbindungen mit Ti-geimpften Ni-Lotpasten	65
6.1	Herstellung und Analyse von Lötverbindungen mit Ti-geimpfter Lotpaste	65
6.1.1	Probendefinition und Herstellung	66
6.1.2	Definition der Lötprozesse	68
6.1.3	Zerstörungsfreie Prüfung mittels Ultraschallanalyse	70
6.1.4	Metallgrafische Untersuchungen und Härteprüfung	71
6.1.5	Scherzugversuche	72
6.2	Einfluss der Ti-Impfung auf das Fließverhalten und Defekte	72
6.3	Mikrostruktur und die lokalen Eigenschaften	75
6.3.1	Einfluss der Lötprozesse auf die Grundwerkstoffe	75
6.3.2	Mikrostrukturanalyse am Ni 620/X37CrMoV5-1-Fügeverbund	76
6.3.3	Mikrostrukturanalyse am Ni 650/X5CrNi18-10-Fügeverbund	83
6.4	Scherzugversuche und Fraktografie	89
6.4.1	Scherzugfestigkeit der Ni620/X37CrMoV5-1-Lötverbindungen	89
6.4.2	Scherzugfestigkeit der Ni 650/ X5CrNi18-10-Lötverbindungen	92
6.5	Fazit zu den geimpften Lotpasten	95
7	Fügeverbindungen mit Ti-geimpften Ni-Lotfolien	98
7.1	Herstellung und Analyse von Ti-geimpften Lotfolien und Lötverbindungen	99
7.1.1	Herstellung geimpfter Ni-Lotfolien	99
7.1.2	Probendefinition und -analyse	101
7.2	Herstellung und chemische Zusammensetzung der Lotfolien	103
7.3	Einfluss der Ti-Impfung auf die Bildung von Defekten	104
7.4	Mikrostruktur und lokale Eigenschaften am Ni 620/X37CrMoV5-1-Verbund	107
7.5	Mikrostruktur und lokale Eigenschaften am Ni 660/X5CrNi18-10-Verbund	113
7.6	Scherzugversuche und Fraktografie	118
7.7	Fazit zu den Ti-geimpften Lotfolien	123
8	Einfluss der Ti-Impfung auf das Diffusionsverhalten im Fügeverbund	126
8.1	Charakterisierung des Diffusionsverhaltens mittels DSC-Analyse	126
8.2	Diffusionsverhalten im geimpften Ni 620/X37CrMoV5-1-Verbund	128
8.3	Diffusionsverhalten im geimpften Ni 650/X5CrNi18-10-Verbund	131
8.4	Fazit zum Einfluss der Ti-Impfung auf das Diffusionsverhalten der Metalloide	134
9	Modellbildung, Fazit und Ausblick	135
9.1	Zusammenfassende Modellbildung	135
9.2	Fazit und Ausblick	139
10	Literaturverzeichnis	141

11	Abkürzungsverzeichnis	A
12	Formelzeichen und Einheiten	B
13	Abbildungsverzeichnis	D
14	Tabellenverzeichnis	K
15	Anhang	L