

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
2. Grundlagen	7
2.1 Mikrohärtmessung	7
2.2 Zugscherfestigkeitsmessung an Klebeverbunden	9
2.3 Linear-elastische Bruchmechanik	11
2.3.1 Energiebetrachtungen	11
2.3.2 Spannungsbetrachtungen	13
2.4 Eigenschaften des Übergangsbereichs zwischen Schicht und Substrat	15
2.5 Einfluß des Übergangsbereichs auf die Haftfestigkeit	18
3. Apparatur und Versuchsdurchführung	19
3.1 Beschichtungsapparatur	19
3.1.1 Aufbau	19
3.1.2 Magnetronsputterkanone und Target	21
3.1.3 Prozeßgasversorgung und Druckmessung	21
3.2 Substratvorbehandlung	22
3.3 Kerbaufbringung	23
3.4 Sputterreinigung und Schichtherstellung	24
3.4.1 Sputterreinigung	24
3.4.2 Schichtherstellung	24
3.5 Schichtcharakterisierung	27
3.5.1 Schichtdickenmessungen	27
3.5.2 Schichtmorphologie	27
3.5.3 Chemische Zusammensetzung	27
3.6 Mikrohärtmessungen	29

3.7	Haftfestigkeitsmessungen	31
3.7.1	Ritztest	31
3.7.2	Zugscherversuch	33
3.7.3	Dreipunktbiegeversuch	35
4.	Experimentelle Ergebnisse	37
4.1	Leistungsfähigkeit der Meßverfahren	37
4.1.1	Mikrohärtemessungen	37
4.1.1.1	Einfluß des Substrats auf die Härte von Schichten	37
4.1.1.2	Einfluß der elastischen Tiefenrückfederung auf die Härtemessung.....	41
4.1.1.3	Einfluß der Randwulstausbildung auf die Härtebestimmung ..	43
4.1.2	Messung der kritischen Last im Ritztest	46
4.1.2.1	TiN-Schichten	46
4.1.2.2	Aluminiumschichten	47
4.1.3	Zugscherfestigkeit von TiN-Schichten	55
4.1.3.1	Auswahl von Zwischenschichten als Kerbe	55
4.1.3.2	Konventioneller- und modifizierter Zugscherversuch	55
4.1.4	Bruchzähigkeit im Dreipunktbiegeversuch	59
4.1.4.1	Anpassung der Kupferschichten	59
4.1.4.2	Grenzen der Haftfestigkeitsmessung beim Klebeverbunden	59
4.1.5	Chemische Zusammensetzung und Struktur der TiN-Schichten	64
4.2	Einfluß von Prozeßparametern auf die Schichteigenschaften	70
4.2.1	TiN-Schicht auf HSS-Substrat	70
4.2.1.1	Einfluß der Sputterreinigung auf die Haftung	70
4.2.1.2	Einfluß der Sauerstoffkontamination auf die Schichteigenschaften	71
4.2.1.3	Einfluß der Biasspannung und der Schichtdicke auf die Schichteigenschaften	72

4.2.2	Aluminiumschicht auf HSS-Substrat	81
4.2.2.1	Einfluß der Sputterreinigungsdauer auf die Haftfestigkeit	81
4.2.2.2	Einfluß der Biasspannung auf die Härte und die Bruchzähigkeit	81
4.2.2.3	Einfluß der Auslagerungsdauer auf die Bruchzähigkeit	82
5.	Diskussion	86
5.1	Bestimmung der mechanischen Eigenschaften	86
5.1.1	Mikrohärte	86
5.1.1.1	Korrigierter Härtewert	87
5.1.1.2	Geometrie der Diamantspitze	92
5.1.1.3	Randwulstausbildung	92
5.1.1.4	Elastische Tiefenrückfederung	93
5.1.1.5	Substrateinfluß	94
5.1.2	Kritische Last im Ritztest	96
5.1.3	Zugscherfestigkeit im Zugscherversuch	98
5.1.3.1	Konventionelle Zugscherprobe	99
5.1.3.2	Modifizierte Zugscherprobe	100
5.1.4	Bruchzähigkeit im Dreipunktbiegeversuch	104
5.2	Abhängigkeit der mechanischen Eigenschaften von den Prozeßparametern	108
5.2.1	TiN-Schichten	108
5.2.2	Aluminiumschichten	113
5.3	Schlußfolgerungen für weitere Untersuchungen	114
6.	Zusammenfassung	116
7.	Literatur	120