

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Zeichen und Einheiten .....	VII
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen und Stand der Technik .....</b>	<b>5</b>
2.1 Physikalische Gasphasenabscheidung.....	5
2.1.1 Kathodenerstäubung (Sputtern) .....	6
2.1.2 Gleichstrom-Magnetron-Sputtern .....	9
2.1.3 Mittelfrequenz-Magnetron-Sputtern.....	10
2.1.4 Hochleistungsimpuls-Magnetron-Sputtern .....	10
2.2 Beschichtungswerkstoffe für Sputterprozesse.....	11
2.3 Pulvermetallurgie.....	14
2.3.1 Mechanisches Legieren.....	14
2.3.2 Sintern.....	17
2.3.3 Pulvermetallurgie von Cr(W, Ta, Si)-Systemen .....	21
2.4 Sputtern von Mehrkomponentenmaterialien .....	29
2.5 Bildung und Struktur von Dünnschichten .....	37
2.6 Chrombasierte Nitride .....	42
2.6.1 Ternäre Nitride.....	43
2.6.2 Quaternäre Nitride .....	53
2.6.3 Quinäre Nitride am Beispiel von CrAlSiWN .....	59
<b>3 Motivation und wissenschaftliche Frage- bzw. Zielstellung .....</b>	<b>67</b>
<b>4 Experimentelles.....</b>	<b>71</b>
4.1 Werkstoffanalytik .....	71
4.1.1 Kristallstrukturanalyse .....	71
4.1.2 Rasterelektronenmikroskopie .....	73
4.1.3 Transmissionselektronenmikroskopie .....	73
4.2 Synthese der Beschichtungswerkstoffe bzw. Targets.....	74
4.2.1 Pulverwerkstoffe und -vorbereitung .....	74
4.2.2 Heißpressen.....	77
4.3 Target-Fertigung und Berechnung der chemischen Zusammensetzung.....	79
4.4 Substratmaterial und Präparation.....	82

4.5	Sputter-Prozess .....	84
4.6	Mechanische und tribologische Schichteigenschaften .....	86
<b>5</b>	<b>Target-Schicht-Korrelationen bei der AlCrN-Synthese .....</b>	<b>89</b>
5.1	Zusammensetzung und Kristallographie von AlCr-Targets .....	89
5.2	Einfluss des Targets auf die chemischen, kristallographischen und strukturellen Eigenschaften von AlCrN.....	92
5.3	Mechanische Eigenschaften und Reibverhalten von AlCrN in Abhängigkeit des AlCr-Targets .....	99
5.4	Fazit zur Target-Schicht-Korrelation für AlCrN-Systeme .....	101
<b>6</b>	<b>Integration von W und Ta in AlCr-Targets zur Abscheidung von AlCr(W, Ta)N .....</b>	<b>105</b>
6.1	Pulvermetallurgie von Cr(W, Ta)-Target-Segmenten und Al(Cr, W, Ta)-Target-Fertigung.....	106
6.2	Korrelation der Zusammensetzung von Target und von metallischen AlCr(W, Ta)-Schichten .....	112
6.3	DC-, MF- und HiPIMS-Abscheidung von AlCr(W, Ta)N .....	116
6.3.1	Chemische Zusammensetzung.....	117
6.3.2	Kristallographische Struktur .....	119
6.3.3	Mikrostrukturelle Eigenschaften.....	124
6.3.4	Mechanische Eigenschaften und Schichthaftung.....	126
6.3.5	Reibung und Verschleiß.....	129
6.4	Fazit zur Integration von W und Ta in AlCrN.....	132
<b>7</b>	<b>Einfluss von Sputter-Parametern auf die Schicht und das Target bei der AlCrWSiN-Synthese.....</b>	<b>135</b>
7.1	Einfluss von Beschichtungstemperatur, Kathodenleistung, und Bias-Spannung auf die Zusammensetzung und Struktur von AlCrWSiN .....	136
7.2	Einfluss der Substrattischrotation auf die Schichtstruktur.....	141
7.3	Sputtern einer mehrphasigen Target-Oberfläche.....	146
7.4	Fazit zum Einfluss von Sputter-Parametern auf die Schicht und das Target bei der AlCrWSiN-Synthese .....	151

---

<b>8</b>	<b>Anpassung der Target-Zusammensetzung zur Variation der metallischen Elemente in AlCrWSiN .....</b>	<b>155</b>
8.1	Prognose der Target-Zusammensetzung zur Einstellung definierter Schichtzusammensetzungen .....	157
8.2	Pulvermetallurgie von CrWSi-Systemen und Al(CrWSi)-Target-Fertigung .....	160
8.3	DC-, MF- und HiPIMS-Abscheidung von Targets angepasster Zusammensetzung..	165
8.3.1	Chemische Zusammensetzung, Kristallographie und Struktur der Schichten	166
8.3.2	Mechanische Schichteigenschaften und Schichthaftung .....	172
8.3.3	Tribologie .....	175
8.4	Beschichtungstemperaturvariation bei der AlCrWSi <sub>9,0</sub> N-Synthese .....	180
8.4.1	Chemische Zusammensetzung, Kristallographie und Struktur.....	181
8.4.2	Mechanische und tribologische Schichteigenschaften.....	187
8.5	Fazit zur Anpassung der Target-Zusammensetzung zur Variation der metallischen Elemente in AlCrWSiN .....	193
<b>9</b>	<b>Einfluss der Target-Sinterrate auf die AlCr(W, Ta)SiN-Schichteigenschaften..</b>	<b>197</b>
9.1	Temperaturvariation beim Heißpressen von 70Cr7Si23(W, Ta).....	199
9.1.1	Kristallographie von CrSi(W, Ta) in Abhängigkeit von T <sub>Sm</sub> .....	200
9.1.2	Mikrostruktur und Porosität von CrSi(W, Ta) in Abhängigkeit von T <sub>Sm</sub> .....	204
9.2	Sputter-bedingte Phasenumwandlung im Target-Segment .....	206
9.3	Chemische Zusammensetzung, Kristallographie und Struktur von AlCr(W, Ta)SiN	209
9.4	Mechanische Eigenschaften von AlCr(W, Ta)SiN.....	219
9.5	Fazit zum Einfluss der Target-Sinterrate auf die AlCr(W, Ta)SiN-Schichteigenschaften .....	221
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>225</b>
<b>11</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>231</b>
<b>12</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>237</b>