

Dipl.-Ing. Jens Christoph Mätzig,
Alzenau-Wasserlos

Ultrapräzisionsbearbeitung von Strukturkeramiken mittels Nanoschleifen

Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **466**

	Abkürzungen und Formelzeichen	VII-XI
1	Einleitung	1
2	Stand der Kenntnisse	3
2.1	Bearbeitungsverfahren zum Erzeugen ebener Flächen sprödharter Werkstoffe	3
2.1.1	Schleifen	4
2.1.2	Einseiten-Planläppen	8
2.1.3	Zweiseiten-Planläppen	12
2.1.4	Zweiseiten-Planschleifen mit Läppkinematik	13
2.1.5	Polieren	16
2.1.6	Float Polishing	17
2.1.7	Chemisch-Mechanisches Polieren (CMP)	19
2.1.8	Gegenüberstellung der Verfahren	21
2.2	Strukturkeramiken	21
2.3	Trennverhalten sprödharter Werkstoffe	25
3	Grundlegende Betrachtungen zum Nanoschleifen	32
4	Aufgabenstellung und Zielsetzung	35
5	Vorgehensweise und Versuchsplanung	36
6	Versuchstechnik	39
6.1	Versuchsmaschine	39
6.2	Arbeitsscheibe	42
6.3	Suspensionen und Trägerfluid	46
6.3.1	Konditionierstoff Bimsmehl	46
6.3.2	Schleifstoff Diamant	47
6.3.3	Trägermedium und Trägerfluid	52
6.3.4	Herstellung der Suspensionen	55
6.4	Härteprüfung	56
6.5	Fluidviskosität und Viskositätsmessung	57
6.6	Messen der Trennrate	60
6.7	Rasterelektronenmikroskopie und energiedispersive Spektroskopie	61
6.8	Lichtoptische Mikroskopie	62
6.9	Messen der Gestaltabweichung	62
6.9.1	Elektrisches Tastschnittgerät	62
6.9.2	Weißlichtinterferometer	64
6.9.3	Rastersondenmikroskop	68
6.9.4	Vergleichsmessungen am Werkstück	70
6.10	Versuchswerkstoffe und Probengeometrie	72
6.10.1	HP-Keramik $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$	73
6.10.2	HP-Keramik SiC	73
6.10.3	Probengeometrie	75

7	Modelluntersuchungen zum Nanoschleifen	76
7.1	Maschinenkinematik	76
7.2	Kenngößen im Wirkspalt	78
7.2.1	Kapillarkräfte im Wirkspalt	80
7.2.2	Strömungsmechanik im Wirkspalt	83
7.2.3	Berechnung der Wirkspalthöhe	85
7.3	Bestimmen der Einbettkräfte	87
7.3.1	Ableiten der Einbettkräfte aus Vickershärteprüfung	87
7.3.2	Ableiten der Einbettkräfte aus Mikrohärtemessung	88
7.3.3	Theoretischer Ansatz zur Berechnung der Einbettkräfte	89
7.3.4	Vergleich gemessener und berechneter Einbettkräfte	91
7.4	Spanungskenngrößen	93
8	Experimentelle Untersuchungen zum Nanoschleifen	98
8.1	Werkzeuggenerierung	98
8.1.1	Konditionieren der Arbeitsscheibe	98
8.1.2	Topographie der konditionierten Arbeitsscheibe	98
8.1.3	Materialanalyse der konditionierten Arbeitsscheibe	101
8.1.4	Einbinden der Diamanten in die Arbeitsscheibe	103
8.1.5	Topographie der einsatzbereiten Arbeitsscheibe	104
8.1.6	Materialanalyse der einsatzbereiten Arbeitsscheibe	107
8.2	Werkstückbearbeitung	108
8.2.1	Einfluß der Fluidviskosität auf die Trennraten	109
8.2.2	Einfluß des Werkzeugverschleißes auf die Trennraten	110
8.2.3	Werkstoffeinfluß auf die Trennraten	113
8.2.4	Spananalyse	114
8.2.5	Topographie der endbearbeiteten Werkstücke	116
8.2.6	Einfluß des Konditionierstoffes auf die Trennraten	122
8.2.7	Einfluß der Fluidviskosität auf die Werkstückrauheit	123
8.2.8	Einfluß des Werkzeugverschleißes auf die Werkstückrauheit	126
8.2.9	Werkstoffeinfluß auf die Werkstückrauheit	129
8.2.10	Einfluß des Konditionierstoffes auf die Werkstückrauheit	131
8.2.11	Änderung der Werkzeugtopographie während der Bearbeitung	132
9	Diskussion der Ergebnisse	136
9.1	Werkzeuggenerierung	136
9.2	Werkstückbearbeitung	140
9.3	Ausblick	143
10	Prozeßauslegung für die Praxis	144
11	Zusammenfassung	147
12	Literatur	151