

Zwischenergebnisse 2017

DIAS: Strukturierte CVD-Diamant-Mikroschleifstifte (19664 N)

Problembeschreibung

Mikroschleifstifte werden in vielen Branchen zur Herstellung von Mikro- und Präzisionsbauteilen benötigt. Es gibt zahlreiche Anwendungen im Bereich der Automobiltechnik, der Medizin-, Sensor- und Messtechnik sowie Optik, bei denen Mikrostrukturen preisgünstig und prozesssicher gefertigt werden müssen. Diese Branchen stehen unter dem Druck kontinuierlicher Produktverbesserung und Produktinnovation. Miniaturisierung und Leistungssteigerung sowie die damit verbundenen steigenden Qualitätsanforderungen sind dabei treibende Kräfte und erfordern die Herstellung und Bearbeitung von Strukturen mit immer kleineren Abmessungen.

Daraus resultiert der Bedarf an immer kleiner werdenden Werkzeugen, um diese Strukturen herstellen zu können. Die zunehmende Bearbeitung von sprödharten Werkstoffen erfordert den Einsatz von Diamant-Mikroschleifstiften. Beispiele sind hochwertige Uhrengehäuse aus Zirkonoxid oder Heißprägewerkzeuge aus Hartmetall, um damit wiederum kleine Glaslinsen im Großserienmaßstab herstellen zu können.

Bei Werkzeugdurchmessern kleiner als 0,2 mm werden üblicherweise Schleifstifte eingesetzt, bei denen Werkzeuggrundkörper galvanisch mit Diamantkörnern belegt sind. Mit diesen Werkzeugen sind allerdings die erreichbaren Oberflächenqualitäten am Werkstück limitiert.

Eine sinnvolle Alternative können hierfür CVD beschichtete Diamantschleifstifte sein. Durch den CVD Beschichtungsprozess entstehen viele Diamantkristallite auf dem Werkzeuggrundkörper, die eine geschlossene, scharfkantig-raue und damit schnittfreundige Schicht bilden. Aufgrund des geringen Kristallitspitzenüberstands ist die Produktivität jedoch begrenzt, da der Spanraum im Vergleich zu galvanisch belegten Schleifstiften geringer ist.

Zielstellung

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung von CVD beschichtete Diamantschleifstiften mit Durchmessern zwischen 0,1 mm und 3 mm für eine leistungsstarke Schleifbearbeitung mit sehr hoher Oberflächengüte. Die Neuheit des hier zu untersuchenden Werkzeugsystems besteht zum einen in der Nutzung von neuartigen Schleifstiften, die vollständig mit einer CVD-Diamantschicht als Schneidstoff bedeckt sind und zusätzlich eingebrachte Spannungen aufweisen, um Zusetzungen zu vermeiden, eine verbesserte Kühlschmierstoffversorgung sicherzustellen und so die Leistungsfähigkeit zu steigern. Als weiteren neuen Ansatz wird eine geeignete Prozessüberwachung entwickelt, so dass der erfolgreiche Einsatz dieser genutzten Schleifstifte sichergestellt ist.

Ergebnisse

AP 1 Vorbereitung der Anlagen und Versuchseinrichtungen

AP 1.1: Vorbereitung der Maschinen- und Werkzeugtechnik sowie der Prozessüberwachung am IWF

Am IWF wurde die Fertigungstechnik zur Herstellung der strukturierten Schleifstifte konzipiert. Der Schleifprozess wird auf einer 5-Achs Präzisionswerkzeugmaschine der Firma Kugler durchgeführt.

Sowohl für die Strukturierung als auch für die anschließenden Labortests muss die Spindelrotationsachse senkrecht zur Werkstückaufspannfläche in X-Y-Richtung ausgerichtet sein. Hierfür wurden an der Spindelhalterung oben und unten Pendelaufgaben vorgesehen, die verstellt werden können, um die Neigung der Spindel einzustellen.

Für die Strukturierung der Hartmetallgrundkörper in AP 2.1 wird eine Werkzeugspindel der Firma Primacon eingesetzt. Diese ist in der Lage über die HSK32E-Schnittstelle einen am IWF entwickelten Werkzeughalter einzuspannen, welcher zur Aufnahme von Schleifscheiben dient

Für die anschließenden Labortests in AP 3 wird eine Hochgeschwindigkeitsspindel eingesetzt, die von der Firma GMN (Mitglied im PA) bereitgestellt wird. Diese Spindel besitzt, wie auch die Primacon Werkzeugspindel, einen Außendurchmesser von 80 mm, so dass die gleiche Spindelhaltevorrückung verwendet werden kann.

Für die Aufnahme der Hartmetallgrundkörper zur Strukturierung wird ein Spannzangenhalter verwendet, der auf der Kraftmessplattform in der Werkzeugmaschine fixiert wird. Der Spannzangenhalter ist so ausgerichtet, dass seine Rotationsachse mit der Rotationsachse des Maschinenrundtisches übereinstimmt.

Im Anschluss an die Montage und Ausrichtung dieser Vorrichtungen werden sowohl die Rundlaufgenauigkeiten der Arbeitsspindeln als auch der Hartmetallgrundkörper auf dem Maschinenrundtisch gemessen. Diese Genauigkeiten sind ausschlaggebend sowohl für die Strukturierung der Hartmetallgrundkörper als auch für die experimentellen Labortests der hergestellten Werkzeuge.

AP 1.2: Vorbereitung der Anlagentechnik für die Beschichtungen und die Laserstrukturierungen am Fraunhofer IST

Zur Vorbereitung der Diamantbeschichtung wurde nach der Abstimmung der Grundkörpergeometrie mit dem IWF die passenden Substrathalter konstruiert, bei Zulieferern angefragt und bestellt.

Für die Arbeiten zur Laserstrukturierung wurden im Fraunhofer IST in einem ersten Schritt die vorhandene Anlagentechnik hinsichtlich der Probenhalterung der Schleifstifte untersucht. Zur Strukturierung rotationssymmetrischer Substrate verfügt das Nd:YAG-Festkörperlasersystem des Herstellers LS Lasersystems über eine CNC-gestützte Rotationseinheit, welches eine Positioniergenauigkeit von $0,01^\circ$ besitzt. Die Substrathalterung erfolgt in einem Dreibackenspannfutter, welches Proben mit einem Durchmesser von bis zu 100 mm aufnehmen kann.

Die Messauswertung zeigt eine gute zentrische Einspannung des Schleifstiftes im Dreibackenspannfutter mit einer für die Laserstrukturierung ausreichenden Rundlaufabweichung.

AP 2 Entwicklung strukturierter und beschichteter Schleifstifte

AP 2.1 Entwicklung der Strukturierung der Hartmetallgrundkörper durch Schleifen

In einem ersten Schritt haben beide Forschungsstellen die geometrischen Abmessungen der Hartmetallgrundkörper bestimmt. Hierbei wurden die beim ersten Projekttreffen genannten Anwendungsfälle der Teilnehmer aus dem projektbegleitenden Ausschuss berücksichtigt. Für die ersten Untersuchungen wurden vier Durchmesservariationen (\varnothing 1,5 mm, \varnothing 1,0 mm, \varnothing 0,5 mm, \varnothing 0,2 mm) mit einem Verhältnis der Schleifbelaglänge T zum Schleifdurchmesser D von $T/D = 2$ gewählt.

Für die zerspanende Strukturierung der Hartmetallgrundkörper am IWF werden in einer ersten Versuchsreihe V-Profileschleifscheiben eingesetzt. Für die Realisierung der Spiralnuten auf dem Umfang des Hartmetallstifts werden die beiden Maschinenachsen Z und C der Werkzeugmaschine synchron zueinander bewegt.

AP 2.2 Entwicklung der Strukturierung der Hartmetallgrundkörper durch Laserabtragen

Es wurden im Fraunhofer IST Versuchsreihen auf unbeschichteten WC-Co-Flachsubstraten durchgeführt, um für die Laserstrukturierung geeignete Laserparameter (Diodenstrom, Vorschubgeschwindigkeit und Anzahl der Strukturierungsvorgänge) zu finden. Es wurden Quadrate mit einer Kantenlänge von 100 μm gewählt.

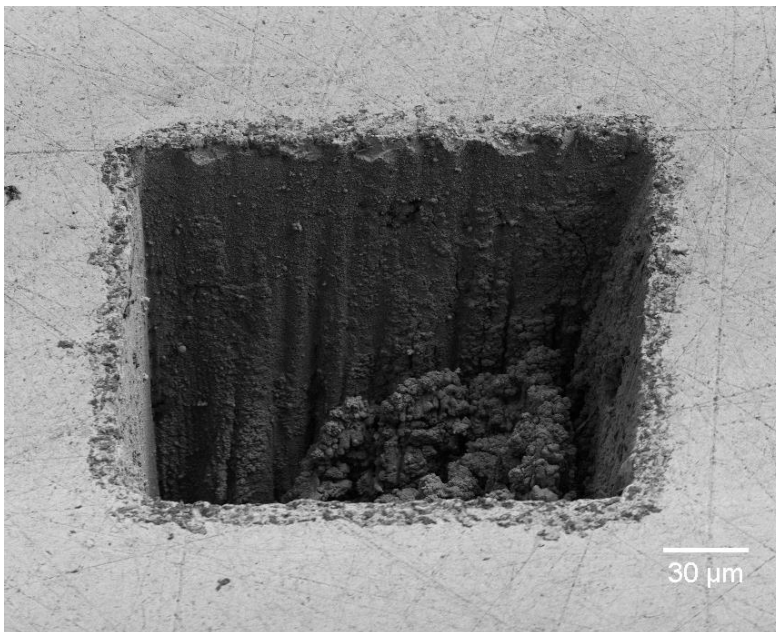


Abbildung 1: Durch Laserabtragen gefertigte Grube mit quadratischem Querschnitt.