

Schlussbericht

der Forschungsstelle(n)

1, Institut für Oberflächentechnik der RWTH Aachen

zu dem über die



im Rahmen des Programms zur
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben **IGF-16751 N**

Konturgetreue CrAIN-Beschichtung komplexer Geometrien mittels HPPMS

(Bewilligungszeitraum: 01.11.2010 - 31.10.2012)

der AiF-Forschungsvereinigung

Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e.V.

Aachen, 25.02.2013

Ort, Datum

Prof. Dr.-Ing. Kirsten Bobzin

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Lehrstuhl für Oberflächentechnik

Prof. Dr.-Ing. K. Bobzin

Rhein-Westf. Techn. Hochschule Aachen

D-52056 Aachen

Germany

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Konturgetreue CrAlN-Beschichtung komplexer Geometrien mittels HPPMS

Zusammenfassung:

Gestiegene Leistungsanforderungen an Werkzeugmaschinen und Fertigungsprozesse spiegeln sich unter anderem in der Forderung nach höheren Drehzahlen, kürzeren Verfahrzeiten usw. wieder. Um diese Anforderungen realisieren zu können, müssen die verwendeten Maschinenelemente entsprechend ausgelegt werden. Teilweise können die Anforderungen nur noch durch einen Wechsel der Werkstoffe zu Hochleistungswerkstoffen bewältigt werden, die noch höhere Rohstoffkosten aufweisen. Daher wird versucht, alternative Lösungen zu entwickeln. Eine Alternative können hier neuartige Werkstoffverbunde, wie sie z.B. durch die PVD-Beschichtung (Physical Vapor Deposition) von Komponenten entstehen, darstellen. Durch die Applikation von Verschleißschuttschichten auf die Grundwerkstoffe können leistungsfähige Werkstoffverbunde entwickelt werden, die den gestiegenen Anforderungsprofilen gerecht werden. Das Ziel des Vorhabens bestand in der Erforschung und Entwicklung hafter und konturgetreuer HPPMS-PVD-Beschichtungen für komplexe Geometrien, wie sie an Maschinenelementen und Werkzeugen auftreten. Hierbei wurde eine neuartige PVD-Technologie genutzt werden, die vielversprechende Ansätze für eine konturgetreue Niedertemperatur-Beschichtung bietet. Hierbei handelt sich um die High Power Pulse Magnetron Sputter (HPPMS) Technologie. Zunächst wurde die Auswirkung unterschiedlicher in-situ Plasmareinigungstechnologien auf die Haftfestigkeit zwischen Grundwerkstoff und Beschichtung untersucht. Darüber hinaus wurden Parametervariationen für den eigentlichen Niedertemperatur-Beschichtungsprozess durchgeführt. Die behandelten Oberflächen und abgeschiedenen Beschichtungen wurden analysiert. Die Ergebnisse der Analyse wurden in den Entwicklungsprozess rückgekoppelt, um geeignete Prozessfenster zu bestimmen. Dabei wurden zusätzlich plasmaanalytische Messungen im Beschichtungsprozess durchgeführt, um die ermittelten Plasmaparameter zu evaluieren. Aufgrund des Einsatzes des Hartstoffsystems (Cr,Al)N als Verschleißschuttschicht wurden die tribologischen Kennwerte der Beschichtungen in grundlegenden Tribometer-Untersuchungen ermittelt, um Aussagen zum Reib- und Verschleißverhalten der (Cr,Al)N Niedertemperatur-Beschichtungen zu treffen. Die Untersuchung der Gleichmäßigkeit der Beschichtung hat gezeigt, dass der entwickelten DC-MSIP/HPPMS Prozess zu einer Verbesserung der Schichtdickenverteilung auf komplexer Geometrie im Vergleich zu dem konventionellen MF-Prozess führt. In den tribologischen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass es mit (Cr,Al)N Niedertemperatur-Beschichtungen möglich ist, den Verschleiß des beschichteten Körpers deutlich zu senken. Somit kann festgehalten werden, dass es durch die Durchführung der grundlegenden Arbeiten in diesem Projekt gelungen ist, Erkenntnisse zur Herstellung hafter (Cr,Al)N Verschleißschuttschichten für die Anwendung auf komplexen Bauteilen und Werkzeugen zu generieren.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Zielsetzung	4
3	Lösungsansatz	5
4	Untersuchungsmethoden und Vorgehensweise	5
4.1	Vorgehensweise	5
4.1.1	Auswahl der Grundwerkstoffe	5
4.1.2	Auswahl des PVD-Verfahrens	6
4.1.3	Substratvorbehandlung	7
4.2	Parameter der Beschichtungsprozesse	7
4.2.1	HPPMS CrAlN	7
4.2.2	DC-MSIP/HPPMS CrAlN	8
4.2.3	MF-CrAlN	9
4.3	Untersuchungsmethoden	10
4.3.1	Verbundanalyse	15
4.3.2	Systemanalyse	17
5	Ergebnisse	20
5.1	Plasmavorbehandlung	20
5.2	Schichteigenschaften	22
5.2.1	HPPMS CrAlN	22
5.2.2	DC-MSIP/HPPMS CrAlN	24
5.2.3	MF CrAlN	37
5.3	Verbundeigenschaften	38
5.3.1	HPPMS CrAlN	38
5.3.2	DC-MSIP/HPPMS CrAlN	39
5.4	Systemeigenschaften	40
5.4.1	Tribologische Untersuchung mittels Schwing-Verschleiß-Tribometer	40
5.4.2	Abrasionsprüfung mittels Pin-on-Disk Tribometer	45
5.4.3	Tribologische Untersuchung mittels Impact-Tester	48
5.4.4	Untersuchung der thermischen Stabilität	52
5.5	Prozess- und Plasmadiagnostik	53
6	Zusammenfassung	55
7	Nutzen der erzielten Ergebnisse für KMU	56
8	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	57

9	Einsatz von wissenschaftlich-technischem Personal, Geräten und Leistungen Dritter	57
10	Zusammenstellung aller Arbeiten, die im Zusammenhang mit dem Vorhaben veröffentlicht wurden oder in Kürze veröffentlicht werden	58
11	Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft	59
12	Förderhinweis	60