



1 Umgeformtes Blech mit Riss.

2 Eingebautes Tiefzieh-sensorwerkzeug.

3 Schematische Darstellung des multifunktionalen Schichtsystems.

4 Tiefziehwerkzeug mit vollständigem Sensoraufbau.

DÜNNSCHICHTSENSORSYSTEM FÜR DEN TIEFZIEHPROZESS

Die vierte industrielle Revolution – Industrie 4.0 – kann nur gelingen, wenn neben der Datenverarbeitung auch die für die Messdaten verantwortliche Sensorik weiterentwickelt wird. In den letzten Jahren wünscht sich die Industrie verstärkt eine Sensorik, die direkt auf Bauteiloberflächen in Kontakt mit dem Werkstück eingesetzt wird, um lokal Messdaten auch während des Prozesses erfassen zu können. Am Fraunhofer IST wird daher ein multifunktionales Dünnschichtsystem für die lokale Messung der Druck- und Temperaturverteilung auf die Oberfläche von Tiefziehwerkzeugen entwickelt. Dabei handelt es sich um ein Mehrschichtsystem, das neben einer lokalen Kraft- bzw. Druckmessung auf der komplex geformten Oberfläche auch lokale Temperaturmessung an unterschiedlichen Bereichen des Bauteils ermöglicht und darüber hinaus eine hohe Verschleißbeständigkeit aufweist.

Herstellungsverfahren

Das am Fraunhofer IST entwickelte multifunktionale Dünnschichtsystem besteht aus den folgenden Schichten, die nacheinander auf der Werkzeugoberfläche abgeschieden werden:

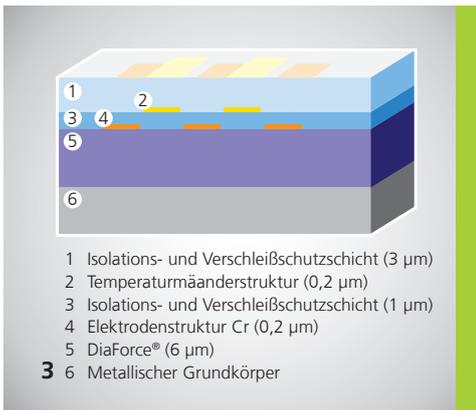
- eine 6 µm dicke piezoresistive Sensorschicht (DiaForce®)
- einzelne im Lift-Off-Prozess hergestellte Kraft-Messbereiche aus Chrom-Elektrodenstrukturen; d= 200 nm
- eine 1 µm dicke elektrische Isolations- und Verschleißschutz-Zwischenschicht aus SiCON®
- photolithographisch erzeugte Chrommänderstrukturen zur lokalen Temperaturmessung; d= 200 nm
- eine weitere abschließende elektrische Isolations- und Verschleißschicht aus SiCON® in einer Dicke von 3 µm

Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig

Kontakt

Dr. Saskia Biehl
Telefon +49 531 2155-604
saskia.biehl@ist.fraunhofer.de



Der schematische Aufbau des Schichtsystems ist in Abbildung 3, das Werkzeug mit vollständigem Dünnschichtsensorium in Abbildung 4 dargestellt. Die vierte Abbildung zeigt auch die Komplexität der Sensorstrukturierung: Die Kontakte sind auf der äußeren schrägen unbelasteten Fläche angeordnet, die Messstellen hingegen auf der Oberseite bzw. innerhalb der zweiten Krümmung des Werkzeugs.

Versuchsdurchführung

Die Leistungsfähigkeit des Sensorwerkzeugs mit dem multifunktionalen Dünnschichtsensorium wurde in einer Tiefziehanlage des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU untersucht. Ein exemplarisches Messergebnis des Umformprozesses ist im nebenstehenden Diagramm dargestellt. Während des Tiefziehprozesses erfolgt durch die Druckbelastung, die das umzuförmende Aluminiumblech auf die piezoresistive Dünnschichtsensorik ausübt, ein deutlicher Widerstandsabfall. Die lokale Oberflächenerwärmung liegt bei diesem Prozess nur bei 1 K. Die maximal erlaubte Belastung während des Blechtiefziehprozesses kann daher direkt aus der Vorcharakterisierung abgeleitet werden und liegt bei 430 MPa.

Vorteile der multifunktionalen Dünnschichtsensorik

Die am Fraunhofer IST entwickelten multifunktionalen Dünnschichtsensoren bieten gegenüber herkömmlichen Messsystemen eine Reihe von Vorteilen. Beispiele sind:

- Optimierung von Simulationen
- Optimierung und Überwachung von Produktionsprozessen
- Erhöhung des Verständnisses von Betriebszuständen
- Optimierung von Wartungsintervallen
- Reduzierung von Ausschuss

Das Projekt

Die beschriebenen Ergebnisse wurden innerhalb des Projekts SensoFut (Sensorized Future – Sensing of temperature and pressure in harsh environments) erzielt, an dem das Fraunhofer IST gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, und der belgischen Forschungsvereinigung Sirris arbeitete. SensoFut wird im 13. Cornet Call (Collective Research Networking) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert und hatte eine Laufzeit vom 1. Januar 2014 bis zum 30. Juni 2015.

