

Erzeugung von Kanalstrukturen mittels Laserstrahlung in Al₂O₃- Keramik für die Sensorherstellung auf Basis der Dickschicht- Hybridtechnik

Das Unternehmen „Ingenieurbüro Hegewald, Dickfilmtechnik / Schadstoffanalytik“ (ibh) wurde 1996 von zwei Wissenschaftlern aus dem Gebiet der Elektronikproduktion / Polymer-Dickschichtpastenentwicklung gegründet.

Dickschicht –Hybridtechnik (DHT) ist eine Schaltungsaufbau- und Verbindungstechnik zur Herstellung von Verdrahtungsträgern und Sensoren. deren Integrationsgrad zwischen der bekannten Leiterplattentechnik und der monolithischen Integration liegt. Hybridschaltungen sind Bindeglied zwischen Leiterplattentechnologie und integrierten Schaltungen. Bei der DHT werden leitende, widerstandsbehaftete und isolierende Schichten im Siebdruck auf keramische oder andere Träger aufgebracht. Jeder Druckprozess ist mit einem Trocken- und Einbrennprozess verbunden. Die elektrischen Eigenschaften der Schichten ergeben sich erst nach den Einbrennprozessen. Bei kleineren und mittleren Stückzahlen stellt diese Technologie eine kostengünstige Lösung dar. Neben hoher Zuverlässigkeit und Einsatzmöglichkeit in einem weiten Temperaturbereich bietet die DHT die Möglichkeit unterschiedlichste Bauelementarten miteinander zu kombinieren.(z. B gedruckte Widerstände, ungehäuste Halbleiterchips, SMD- Bauelemente, Steckverbinder u.a.)

Diese Firma entwickelt Sensoren und andere elektronische Bauelemente auf Basis der oben beschriebenen Dickschicht-Hybridtechnik die in der Automatisierungstechnik und dem elektronischen Gerätebau eingesetzt werden.

Für die Herstellung dieser Sensoren werden als Trägermaterial Keramikplättchen verwendet. Zum Einsatz kommt eine Aluminiumoxidkeramik mit guten elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften. Der wesentlichste Nachteil dieses Materials ist die schwierige formgebende Bearbeitbarkeit auf Grund der hohen Härte. Für den Sensoraufbau sind Kanäle mit unterschiedlichen Abmessungen in der Oberfläche der Keramik erforderlich.

In der technischen Dokumentation der Keramik wird angegeben, dass eine Bearbeitung nur mit Diamantwerkzeugen möglich ist,

Als Alternative zur Bearbeitung mit Diamantwerkzeugen bietet sich die Laserbearbeitung an. Bezüglich des Schneidens von Al₂O₃-Keramiksubstraten waren an der TU Dresden, Institut für Elektronik-Technologie bereits mehrjährige Erfahrungen vorhanden.

Beratung

Durch fachliche Kontakte mit Herrn Hegewald wurde an uns das Problem der Herstellung von Kanalstrukturen in Al₂O₃-Keramik herangetragen.

In einer Beratung beim Kunden vor Ort wurden die wesentlichsten Vorstellungen bezüglich des Aussehens und der geometrischen Dimensionen der einzubringenden Kanäle diskutiert. Ein wesentlicher Punkt der Diskussion war auch die effektivste und kostengünstigste Herstellungsvariante zu finden. Neben der Lasertechnologie sollten auch andere Technologien zur Herstellung in Betracht gezogen werden. Die hier erarbeiteten Ergebnisse sollten die Grundlage für eine perspektivische Auftragsvergabe an einen Lohnfertiger sein und die prinzipiellen Möglichkeiten als Ansatzpunkte zur Lösung zeigen.

Die Bearbeitung von Al₂O₃- Keramik ist mit verschiedenen Lasertypen möglich.

- | | |
|-------------------------|--|
| -CO ₂ -Laser | Schneiden von Keramiksubstraten
(Standardtechnologie) |
| -Excimerlaser | Abtragen von Keramik |

auf Grund hoher Kosten, Verfügbarkeit und geringer Abtragsleistung (Sondertechnologie)
 -cw-Q-switch-Nd:YAG- Laser Abtragen von Keramik (Sondertechnologie)
 -gepulster Nd-YAG-Laser Abtragen von Keramik (Sondertechnologie)
 Als weitere Bearbeitungsmethode kam das Trennschleifen zur Herstellung geradliniger Kanalstrukturen in Betracht.

Für sehr große Stückzahlen bieten Keramikhersteller strukturierte in einem Pressverfahren hergestellte gesinterte Keramikteile in fast beliebig ausführbarer Form an.

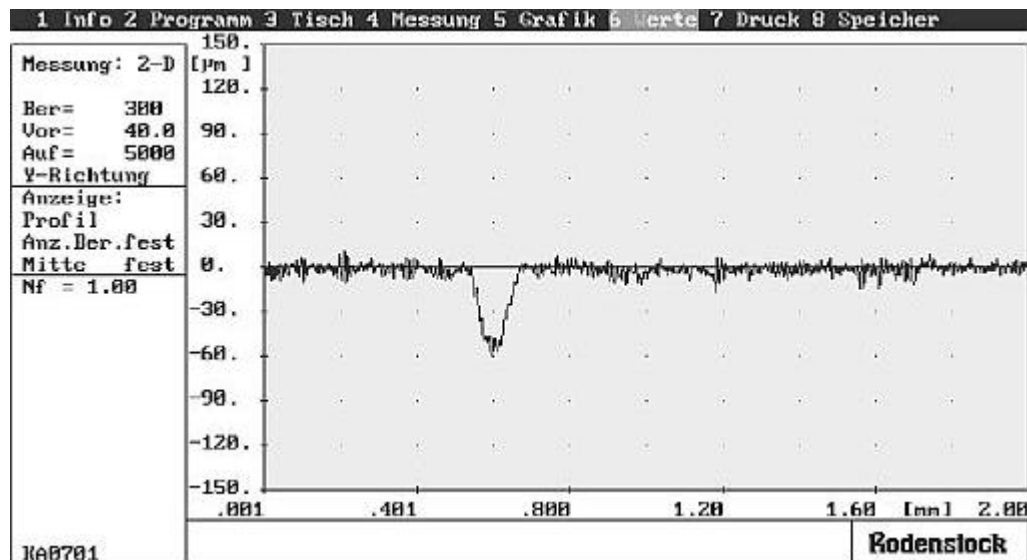
Erprobung

Für die Erprobung wurde ein cw-Q-Switch-Nd:YAG- Laser benutzt. Der Formabtrag wird durch Relativbewegungen von Laserstrahl und Werkstück zueinander erzeugt.

Das prinzipielle Ergebnis der Erprobung zeigte, dass Kanalstrukturen in Al_2O_3 -Keramik reproduzierbar mit Laser hergestellt werden können. Das Verfahren ist auf Grund des Aufwandes nach unserer Meinung für Prototypen und Kleinserien einsetzbar, erfordert aber eine spezielle Laserbearbeitungsmaschine die eine Kippung des Laserstrahls zulässt, sodass auch annähernd senkrechte Kanten erzeugt werden können. Zur Produktivitätserhöhung ist der Bearbeitungsprozess in Grob- und Feinbearbeitung zu unterteilen.

Laserabtrag

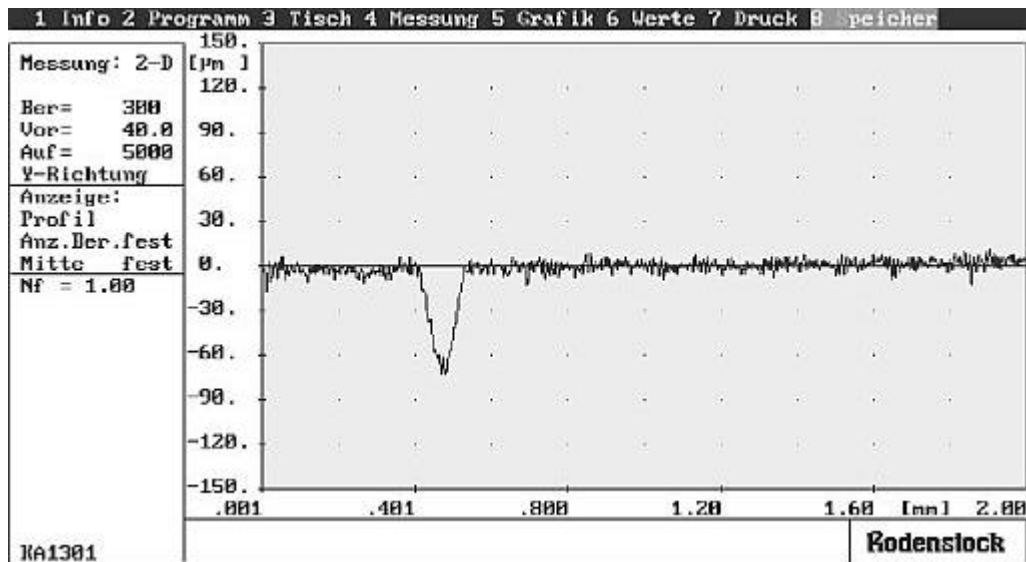
Einfachlinienbearbeitung mit verschiedenen Laserparametern



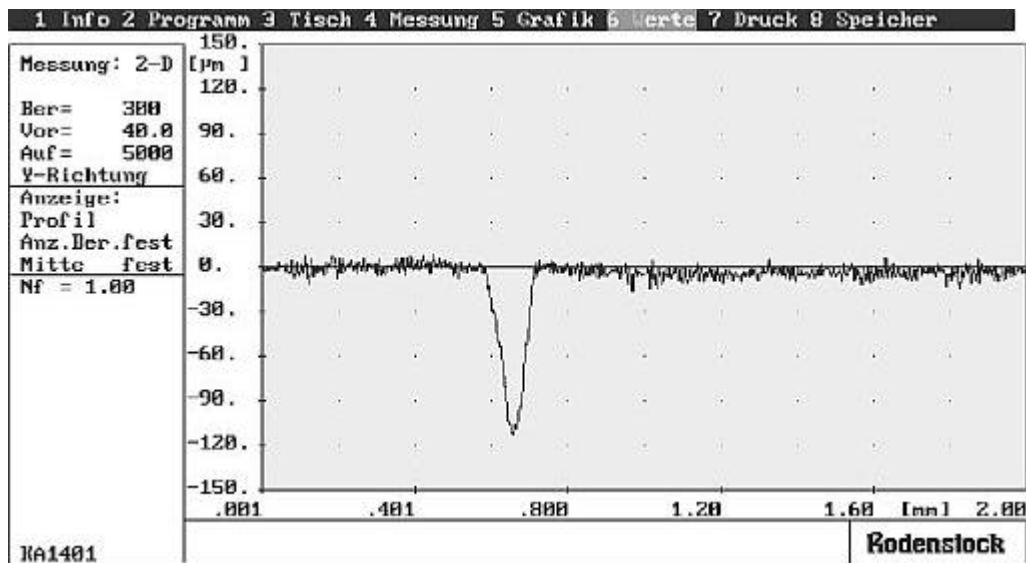
Kanalbreite= 0,129 mm

Tiefe= 0,0504mm

Flankenwinkel= 56 Grad

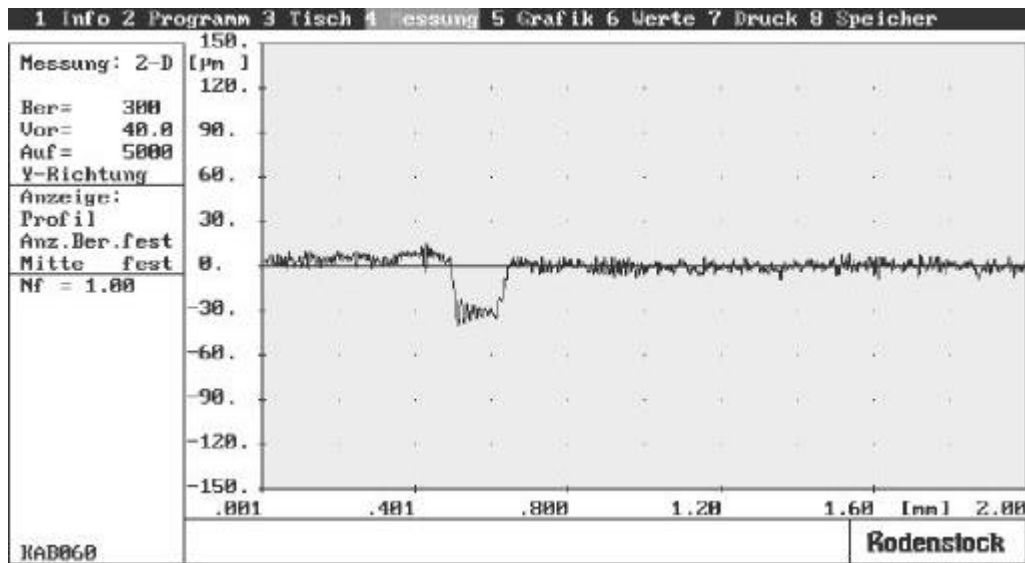


Kanalbreite= 0,1 mm
Tiefe= 0,06 mm
Flankenwinkel= 56 Grad

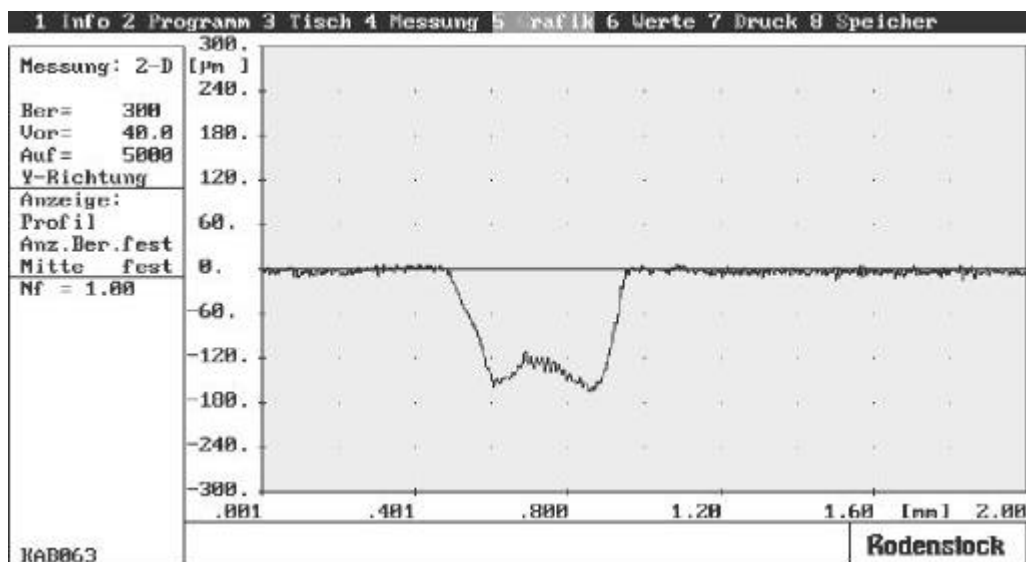


Kanalbreite= 0,146 mm
Tiefe= 0,107 mm
Flankenwinkel= 59,3 Grad

Doppellinienbearbeitung mit unterschiedlichen Laserparametern



Kanalbreite= 0,162 mm
Tiefe= 0,043 m

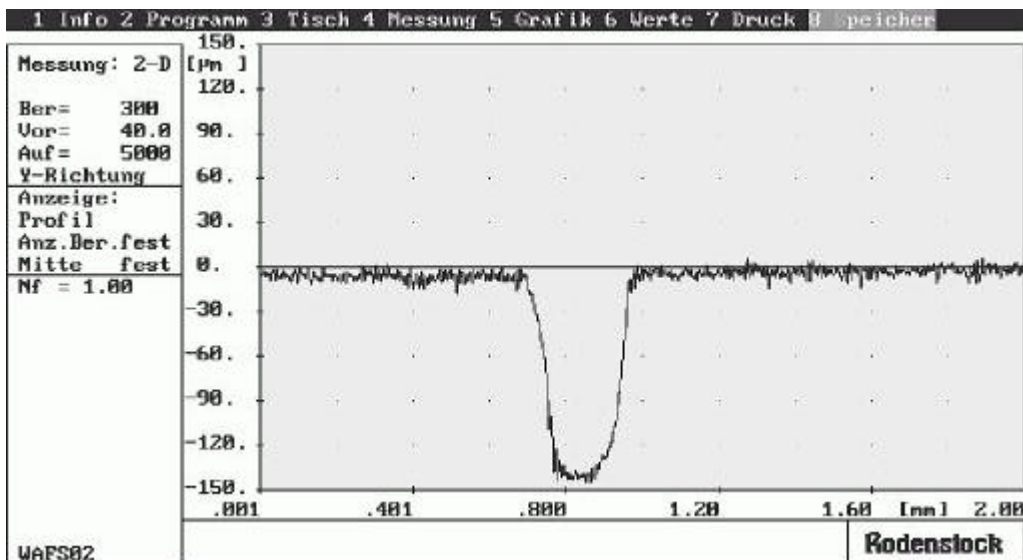
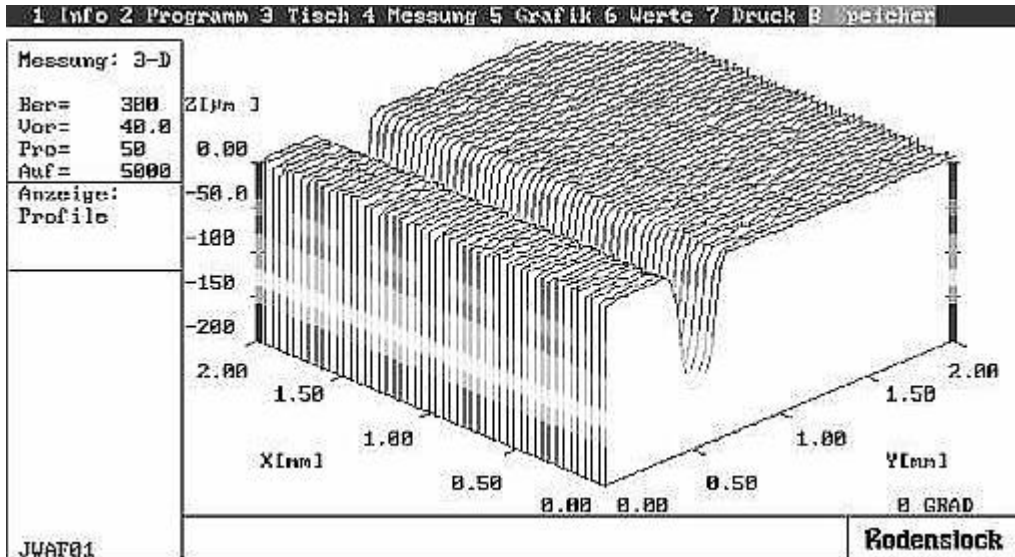


Kanalbreite= 0,475 mm
Tiefe= 0,143 mm

Die Erreichung optimaler Qualitätskriterien war nicht Aufgabe der Erprobung und hätte den zeitlichen Rahmen einer kostenlosen Erprobung wesentlich überschritten.

Trennschleifen

Als weitere Bearbeitungstechnologie wurde das Einbringen von geradlinigen Kanälen mit Hilfe des Trennschleifens untersucht.(Bild T1)



Kanalbreite= 0,279 mm
Tiefe=0,134 mm
Flankenwinkel ca. 70 Grad

Die Kanäle lassen sich maschinell mit geringem Aufwand einbringen. Es sind nur annähernd rechteckige Strukturen herstellbar, wobei man über die Höhenzustellung der Trennscheibe die Tiefe und über eine seitliche Verschiebung der Trennscheibe die Breite der Kanäle reproduzierbar variieren kann. Die erreichbare minimale Breite der Kanäle ist durch die Trennscheibe vorgegeben. Die Flankensteilheit und Rauigkeit der Oberflächen wird maßgeblich durch die verwendeten Trennscheiben bestimmt.

Zusammenfassung

Laserabtrag

- Vorteile:
 - sehr flexibel auch für zukünftige komplexere Formen.
 - berührungslos, daher keine Werkzeugkosten.
 - kein Vorrichtungsaufwand erforderlich.
 - Übertragung der Technologie auf andere Praxisanwendungen möglich
 - Änderungsfreundliches Verfahren
- Nachteile:
 - Kein eingeführtes Standardverfahren
 - nur für Prototypen und kleinere Stückzahlen, teuer

Trennschleifen

- Vorteile:
 - Trennschleifen ist ein eingeführtes Verfahren
 - preiswert
- Nachteile:
 - unflexible, geradlinige Kanalführung
 - nur ebene Verdrahtungsträger einsetzbar

Pulvergepresste, gesinterte Keramikteile

Für Großstückzahlen ist der Einsatz von gesinterten Keramikpressteilen in Betracht zu ziehen, da sich das Preis- Leistungsverhältnis in Abhängigkeit von der Stückzahl günstiger gestalten kann. Nähere Untersuchungen zu diesem Verfahren wurden nicht durchgeführt

Im Ergebnis der Erprobung wurde nachgewiesen, dass verschiedene Verfahren in Abhängigkeit von den betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten einsetzbar sind um Kanalstrukturen zu erzeugen.

Bei kleinen und mittleren Stückzahlen weist das Laserabtragen deutliche Vorteile auf Grund der großen Flexibilität gegenüber den anderen Verfahren auf.

Die weiteren Entscheidungen seitens des Kunden werden von der marktwirtschaftlichen Entwicklung abhängig gemacht.

EBZ-Partner

Sächsisches Kompetenzzentrum Laserbearbeitung
 Technische Universität Dresden
 Institut für Elektronik-Technologie
 Mommsenstr.13
 01069 Dresden

Tel: Dipl.-Ing. Günther Jahne
 0351 463 36426
 Fax: 0351 463 37035
 E-Mail: jahne@iet.et.tu-dresden.de

Dipl.-Ing. Marco Luniak
 0351 463 32086
luniak@iet.et.tu-dresden.de