

1 *Detailansicht einer umgeformten und ungebrannten Kreisstruktur (Ø 2,5 mm) mit Au-Leiterbahnen.*

2 *Detailansicht einer umgeformten und gebrannten Kreisstruktur mit Au-Leiterbahnen.*

3 *Umgeformte funktionalisierte LTCC-Substrate (Schnittansicht).*

4 *Titerplatte mit integrierten Heizelementen durch Umformen der relevanten Bereiche.*

## FUNKTIONALISIERTE 3D-KERAMIKSTRUKTUREN

Die Mehrlagenkeramik-Technologie (MLC) bringt unübertroffene Vorteile für den Aufbau von Elektronikpackages, Hochfrequenz-Verdrahtungsträgern und sensorischen, fluidischen und aktorischen Mikrosystemen, besonders auch bei extremen Umweltbedingungen. Die herausragende Eigenschaft dieser Technologie ist die hohe Funktionalisierbarkeit der einzelnen Folien im Grünzustand der Keramik durch geometrisches Strukturieren und durch Abscheidung funktionaler Schichten. Dem gegenüber stehen technologiebedingte Nachteile: Durch den lagenbasierten Aufbau sind die drei Raumrichtungen nicht gleichberechtigt. Während in der planaren Ebene (x, y) keine Einschränkungen hinsichtlich der Größe und der Form existieren, ist die z-Richtung (Stapelrichtung) hinsichtlich der Dimension (max. 50 Lagen) und den realisierbaren Formen (Diskretisierung von Kurven) stark limitiert. Die Integration von funktionellen Strukturen (z. B. Antennen, Heizer, Sensoren und Spulen) in dreidimen-

sionalen Strukturen und Oberflächen ist damit eingeschränkt.

Um diese Nachteile zu überwinden, wurde im Rahmen einer wissenschaftlichen Untersuchung die Integration eines Verformungsschrittes in die klassische Prozessroute keramischer LTCC-Mehrlagensubstrate für die Erzeugung neuartiger dreidimensionaler Keramikkomponenten im Mehrfachnutzen erprobt. Die Projektergebnisse zeigen ein hohes Potenzial für neuartige funktionale Strukturen. Während das Verhältnis Foliendicke zu finaler Geometrie bei der MLC-Technologie bislang auf 1:1 beschränkt ist, können mit dem neuen Verfahren achtmal höhere Bauteile realisiert werden. Die qualitative Charakterisierung umgeformter Siebdruckschichten zeigte, dass diese sowohl an der Oberfläche als auch vergraben im Material ihre volle Funktionalität behalten.

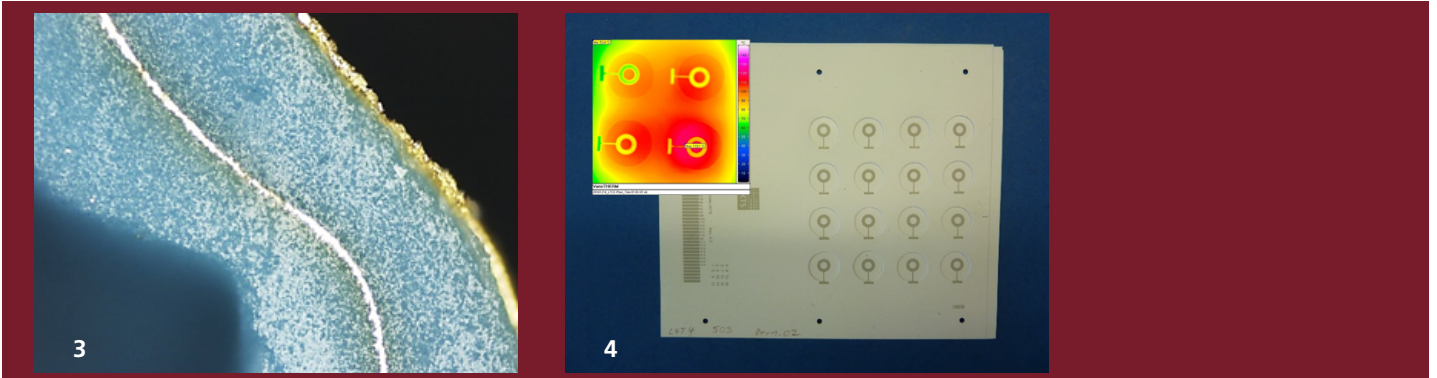
### Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Steffen Ziesche  
Telefon 0351 2553-7875  
steffen.ziesche@ikts.fraunhofer.de

[www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de)



- 1 Deformed circle structure ( $\varnothing$  2.5 mm) with Au conductors in the green state.
- 2 Deformed and sintered circle structure with Au conductor.
- 3 Deformed and functionalized LTCC substrates (cross section).
- 4 Titer plate with integrated heaters by deforming the relevant areas.

## FUNCTIONALIZED 3D STRUCTURES IN CERAMICS

The multilayer ceramics technology (MLC) provides unrivaled advantages for the fabrication of electronics packages, high-frequency printed circuit boards as well as microsystems for sensors, fluidic devices and actuators, especially for applications in harsh environments. On the one hand, this technology is equipped with the excellent property of functionalizing the individual layers in the green state of the ceramics by geometrical structuring and depositing functional layers. On the other hand, the three dimensions are not equal due to the layer-based manufacturing. Whereas the x- and y-directions are unrestricted in size and form, the z-direction is limited in its dimension (max. 50 layers) and in the realizable forms (discretization of curves). Thus, the integration of functional components (e.g. antennas, heaters, sensors and coils) in 3D structures or surfaces is restricted.

multilayer substrates for the fabrication of novel ceramic 3D components in multiple panels was developed within a scientific investigation. The results demonstrate a high potential of this approach regarding novel functional structures. Whereas the ratio between layer thickness and final geometry was so far restricted to 1:1 in MLC technology, the new approach achieves an aspect ratio of 8. The qualitative characterization of the deformed screen printed layer showed that these layers retained their functionality both at the surface as well as buried in the material.

### Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS

Winterbergstrasse 28  
01277 Dresden, Germany

#### Contact

Dr.-Ing. Steffen Ziesche  
Phone +49 351 2553-7875  
steffen.ziesche@ikts.fraunhofer.de

[www.ikts.fraunhofer.de](http://www.ikts.fraunhofer.de)

In order to eliminate these disadvantages, the integration of a forming step into the classical process route of ceramic LTCC