



Fraunhofer Institut
Werkstoffmechanik

Jahresbericht 2006

Simulation von keramischen Schaltungsträgern

Leistungsbereich
Pulvertechnologie

Dr. Torsten Kraft
Wöhlerstraße 11
79108 Freiburg
Telefon +49(0)761/5142-248
torsten.kraft@iw.fraunhofer.de



Simulation von keramischen Schaltungsträgern

Aufgabenstellung

Die Entwicklung in der Mikroelektronik verlangt nach immer dichter gepackten elektronischen Schaltungen mit immer mehr Komponenten. Mit der LTCC-Technologie (LTCC: Low Temperature Cofired Ceramics) lassen sich passive Bauelemente sowie Umkontaktierungen platzsparend unterbringen. Dabei werden mit verschiedenen Metallisierungspasten bedruckte Keramikfolien übereinander gestapelt und zusammengesintert. In Hochfrequenzanwendungen findet diese Technologie eine immer breitere Anwendung aufgrund der guten dielektrischen Eigenschaften der Keramik.

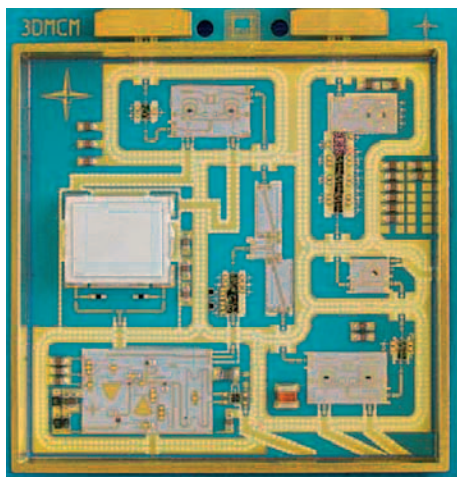


Abb. 1
LTCC-Bauelement (Kantenlänge 10 mm)
(Foto: Micro Systems Engineering GmbH & Co.KG, Design EADS)

Ein LTCC-Bauelement (Abb. 1) wird bei relativ niedrigen Temperaturen unter 900 °C gesintert; dabei schrumpft das Material und verdichtet sich. Problematisch sind die unterschiedlich starken Schrumpfungen der Pasten und Substrate, die Spannungen und Verzüge im Bauteil verursachen können.

Durch numerische Simulation des Sinterprozesses werden der Verzug und die kritische Spannung in einer solchen Schaltung vorhergesagt. Damit kann ein bestimmtes Schaltungslayout schnell auf mögliche Probleme beim Sintern untersucht werden, ohne die Herstellung einer Reihe von Prototypen. Ziel ist die Simulation von LTCCs mit ihren integrierten oder auf der Oberfläche befestigten elektrischen Schaltungselementen.

Vorgehensweise

Für die Simulation des Sinterns mit fester oder flüssiger Phase wurden mikromechanische Modelle, die das Verformungs- und Verdichtungsverhalten beschreiben, entwickelt und implementiert. In den bisherigen Arbeiten wurde ein Flüssigphasen-Sintermodell verwendet, das jeweils an das Schwindungsverhalten von Paste und Substrat angepasst wurde. Mit einer

Finite-Elemente-Simulation wurde dann das Verformungsverhalten bedruckter Einzelfolien simuliert, um die Modellanpassung weiter zu verbessern.

Ergebnisse

Abb. 2 zeigt die Aufwölbung beim Sintern, die durch den Schrumpfungsunterschied zwischen Paste und Substrat entsteht. Der Vergleich mit Experimenten zeigt eine gute Übereinstimmung. Die auf der Oberseite aufgedruckte Metallisierung beginnt früher zu schrumpfen als das Substrat. Dessen Seiten werden dadurch nach oben gekrümmt. Mit weiter steigender Temperatur wird das Substrat weicher und sinkt nach dem Ende der Schrumpfung der Paste nach unten. Währenddessen schrumpft das Substrat noch weiter und die Aufwölbung kehrt sich um.

Die Kenntnis des zeitlichen Verlaufes des Verzuges kann verwendet werden, um komplexe LTCC-Bauelemente zu simulieren. Entsprechende Arbeiten in direkten Industriesaufträgen laufen.

Kersten Korn
kersten.korn@iwmm.fraunhofer.de

Leistungsbereich Pulvertechnologie
Durch die Simulation pulvertechnologischer Prozessschritte soll der Entwicklungsprozess von Bauteilen effizienter gestaltet werden. Dazu werden neben Materialmodellen für Finite-Elemente-Programme Prozesssimulationen entwickelt sowie grundlegende theoretische Untersuchungen zu den Prozessen durchgeführt, um die verwendeten Modelle zu verbessern.

Ansprechpartner

Dr. Torsten Kraft
torsten.kraft@iwmm.fraunhofer.de

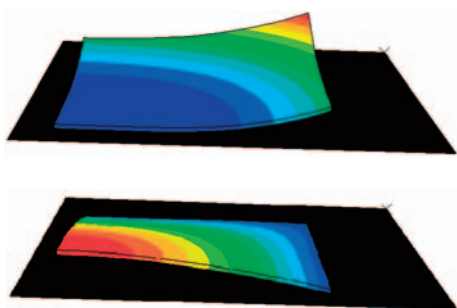


Abb. 2
Simulierte Aufwölbung einer mit Gold bedruckten quadratischen Einzelfolie während unterschiedlicher Zeitpunkte beim Sintern.

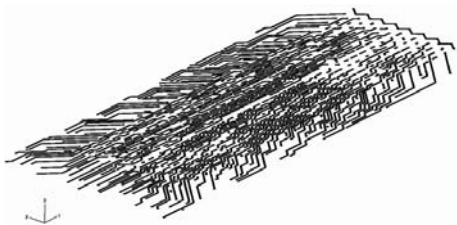


Abb. 3
Simulierter Leiterbahnlayer eines LTCC-Bauelementes.