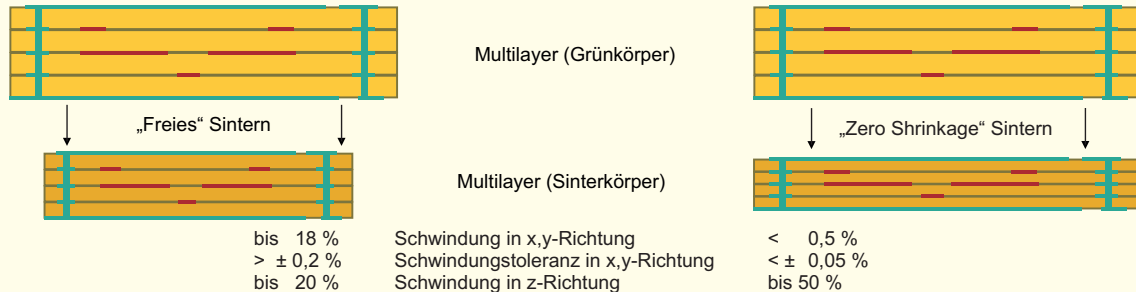


„Zero Shrinkage“ Sintertechnologien für keramische Multilayer

Torsten Rabe, Marion Gemeinert, Wolfgang A. Schiller
 Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

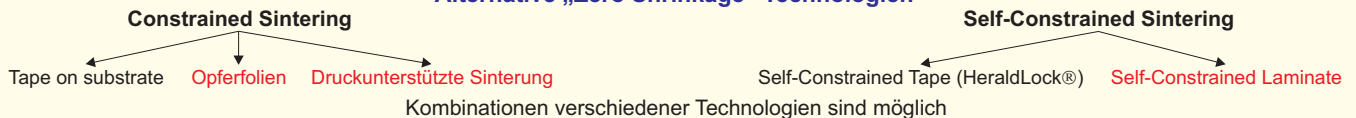
Prinzip: „Zero Shrinkage“ verhindert die laterale Schwindung und minimiert die Schwindungstoleranz



Potenziale für die Multilayer-Fertigung durch „Zero Shrinkage“ Technologien

- Fertigung komplexer Module ohne Sinterverzug, d. h. hohe Zuverlässigkeit auch bei erhöhter Komponentendichte und erweiterter Funktionalität (Integration von passiven elektrischen Elementen, Kavitäten, photonischen Komponenten und Fluidik-Strukturen)
- Automatisierung und Miniaturisierung der Verbindungstechnik durch verbesserte Positioniergenauigkeit der Bondpads
- Fertigung im großformatigen Nutzen ermöglicht Kostenreduzierung

Alternative „Zero Shrinkage“ Technologien

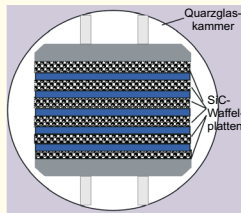


„Zero Shrinkage“ Technologien an der BAM

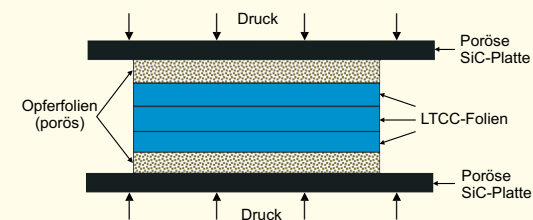
Constrained Sintering



BAM-Sinterpresse für Substrate und Multilayer mit einer Fläche bis 8" × 8"
 Maximalkraft: 50 kN
 Druck: bis 1,2 MPa bei 8" × 8"
 Sintertemperatur: bis 1000 °C



Probenanordnung in der Sinterpresse:
 Spezielle Brennhilfsmittel (poröse SiC-Platten) ermöglichen Entbindern und Sintern ohne Aggregatwechsel



Durch Kombination von Drucksinterung und Opferfolien wurden großformatige, dünnfilmprozessierbare Substrate und LTCC-Module entwickelt:

- laterale Schwindung < 0,2 %
- geringe Rauheit, Ra bis 0,2 µm (as-fired)
- hohe Ebenheit

Self-Constrained Sintering

Entwicklung von LTCC-Werkstoffen für innere und äußere Folien

Innen: 55 Vol.-% Ca-La-B-Glas + 45 Vol.-% Aluminiumoxid

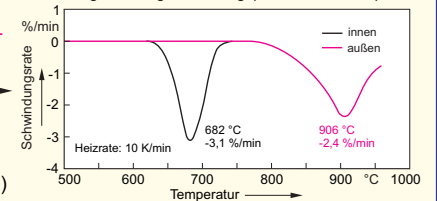
Außen: 75 Vol.-% Erdalkali-Al-B-Si-Glas + 25 Vol.-% Aluminiumoxid

- Abgestufte Sinterintervalle
- Kristallisation der Glasphase der inneren Folie oberhalb 720 °C
- Angepasste Ausdehnungskoeffizienten (Sinterung 875 °C/20 min; α : 30-400 °C)

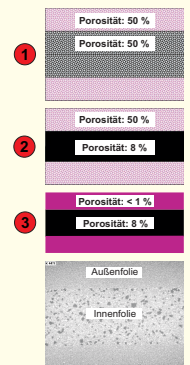
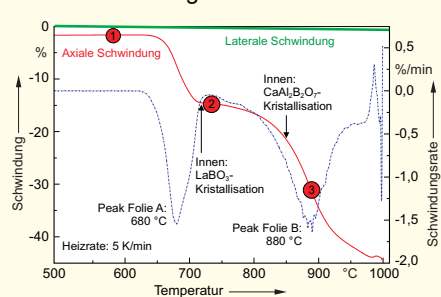
Innen $\alpha = 5,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Außen $\alpha = 5,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Schwindungsmessung an trockengepressten Werkstoffproben



4-fach Laminate aus maßgeschneiderten Innen- und Außenfolien



Multilayer-Gefüge nach Sinterung bei 875 °C / 20 min

Aus „maßgeschneiderten“ LTCC-Folien wurden Self-Constrained Laminates entwickelt:

- laterale Schwindung < 0,5 %
- keine Risse und Delaminationen innerhalb des Multilayers
- kontrollierte Phasengrenzreaktionen beim Co-firing
- spezifische dielektrische Eigenschaften der Außen- und Innenschichten