

Entwicklung eines gasbefeueten Wirbelschicht-Sinterofens für keramische Elektronikbauteile kleinster Abmessungen

Projekt: Entwicklung Wirbelschicht-Sinterofen

Laufzeit: 01.07.2014 bis 31.12.2015

Gesamtkosten: 40.000,00 €

Fördersumme: 40.000,00 €

Projektleiter:

Prof. Dr. Wolfgang Krcmar

Fakultät Werkstofftechnik

Technische Hochschule Nürnberg

Georg Simon Ohm

Elektrokeramische Komponenten werden aufgrund ihrer sehr guten dielektrischen und mechanischen Eigenschaften vielfach als temperaturbeständige Bauteile in der Elektrotechnik oder bei thermischen Prozessen eingesetzt. Typische keramische Produkte sind Sockelkörper für Leistungselektronik, Grundplatten, Reglergehäuse, Spulenträger oder Kondensatoren für Leiterplatten.

Bereits seit vielen Jahren ist bei der Produktion technischer Güter ein ständiger Drang hin zu immer kleineren Produkten zu verzeichnen. Eine Folge dieses Trends ist die Notwendigkeit der Miniaturisierung der eingesetzten Bauteile und Komponenten aus Elektrokeramik. Diese sollen sich neben der reduzierten Baugröße über herausragende technische Eigenschaften und eine hohe Produktqualität auszeichnen. Mit den heute am Markt verfügbaren Herstellungsverfahren kann den künftigen technischen Anforderungen jedoch nicht mehr nachgekommen werden. Gleichzeitig ist durch veraltete Fertigungsanlagen (Tunnelöfen) der Energiebedarf zur Herstellung elektrokeramischer Kleinteile in der geforderten Qualität stark angestiegen. Die Reduzierung des Einsatzes von Primärenergie ist jedoch eine Forderung, die in den nächsten Jahren die Hersteller und Betreiber von Thermoprozess-Anlagen vor enorme Schwierigkeiten stellen wird. Zum einen soll weniger Kohlenstoffdioxid ausgestoßen werden, zum anderen wird die Wettbewerbsfähigkeit erhöht, wenn zukünftige Anlagen weniger Strom verbrauchen. Gerade bei der Herstellung solch energieintensiver Produkte wird daher intensiv nach Möglichkeiten gesucht, neuartige Verfahren und Methoden zur Optimierung von Produktqualität und Energieverbrauch zu entwickeln.

Ziele

Ziel dieses Vorhabens war die Planung und der Aufbau eines neuartigen Sinterverfahrens für kleinteilige elektrokeramische Bauteile. Mit dem neuen Sinterverfahren sollen in einem Wirbelschicht-Reaktor keramische Mikrobauteile mit verbesserter Qualität sowie optimierten elektrischen und mechanischen Eigenschaften bei gleichzeitiger Reduzierung des Primärenergie-Einsatzes hergestellt werden. Um dies zu erreichen, werden die Bauteile kleinster Abmessungen, z.B. 2 mm x 2 mm x 4 mm im vertikalen Abgasstrom einer Erdgasflamme in einen Schwebezustand versetzt und dabei bei hohen Temperaturen gesintert.

Dazu besteht die Möglichkeit, innerhalb des Wirbelschicht-Reaktors höchste Temperaturen von beispielsweise 1.300 Grad Celsius innerhalb weniger Sekunden konstant einstellen zu können. Das Verfahren soll neben der Sinterung von Elektrokeramik auch die thermische

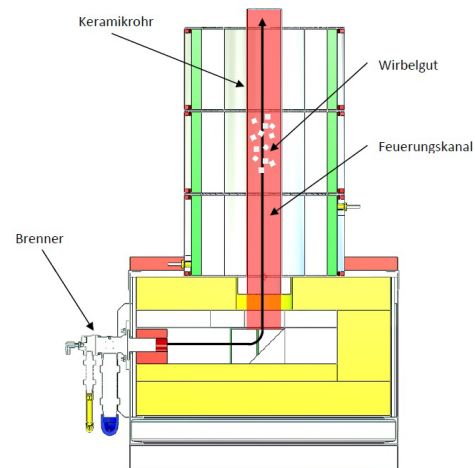


Abb.1: Querschnitt durch den Wirbelschicht-Sinterofen

Behandlung von Produkten anderer Werkstoffgruppen kleinster Produktdimensionen bei niedrigeren Temperaturen ermöglichen. Es soll unter anderem erprobt werden, ob neben den keramischen, auch metallische und organische Werkstoffe kleinster Abmessungen im Wirbelschicht-Reaktor bei definierten Temperaturen thermisch behandelt werden können. Durch den modularen Aufbau des Reaktors können durch Variation verschiedener Komponenten wie Befeuerung, Gebläse und elektrische Widerstandsheizung, Bereiche mit konstantem Temperaturprofil erzeugt werden, so dass Bauteile mit unterschiedlichen Abmessungen und in verschiedenen Ofenatmosphären thermisch behandelt werden können. Das Temperaturspektrum soll dabei vergleichsweise niedrigere Trocknungstemperaturen, höhere Entbinderungs-temperaturen und höchste Sintertemperaturen in derselben Wirbelschicht-Anlage ermöglichen.

Projektverlauf

Um den Reaktor leistungstechnisch auslegen zu können, wurden die unterschiedlichen Sedimentationsgeschwindig-

keiten der Probekörper berechnet. Aus diesen konnten anschließend der minimal und maximal benötigte Betriebsvolumenstrom sowie der Normalvolumenstrom ermittelt werden. Während des Sintervorgangs steigt die Dichte der Probekörper und damit die Sedimentationsgeschwindigkeit an. Um ein Absinken der Mikrobauteile im heißen Abgasstrom zu verhindern, muss die Verbrennungsreaktion von Erdgas entsprechend ausgelegt werden. Da sich durch das Regelungskonzept des gasbeheizten Reaktors mit zunehmender Reaktortemperatur die zugeführten Luftströme ebenfalls erhöhen, ist ein Ausgleich der Stoffströme über eine separate Luftzuführung notwendig. Dies erfolgt während der Versuchsdurchführung manuell. In einer späteren Ausbaustufe soll ein separater Regelkreis mit motorischer Stellklappe in den Prozess eingebunden werden.

Unter Berücksichtigung von Normvolumenstrom, Leistungsbedarf sowie der benötigten Betriebstemperatur wurden der Brenner und das Verbrennungsluftgebläse dimensioniert. Im nächsten Schritt erfolgte die Planung eines 3D-Modells des kompletten Reaktors mit allen Baugruppen. Aus diesem Modell konnten alle notwendigen Fertigungszeichnungen abgeleitet werden.



Abb.2: Wirbelschichtreaktor mit Gasregelstrecke und Luftgebläse

Projektleiter
Prof. Dr. Wolfgang Krcmar
Telefon: 0911/ 5880-1173
E-Mail: wolfgang.krcmar@th-nuernberg.de

Fakultät
Werkstofftechnik
Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

www.th-nuernberg.de

Ergebnisse

Der Wirbelschicht-Ofen wurde planmäßig aufgebaut. Alle Steuer- und Regeleinheiten wurden elektrisch verkabelt und können über einen Schaltschrank bedient werden. Der Aufbau wurde in einer Bilderserie dokumentiert. Der Wirbelschicht-Ofen erhielt ein Verbrennungsgebläse um die notwendige Luftmenge für den Gasbrenner zuzuführen. Um die Sicherheit zu gewährleisten, wurden die Regelstrecken nach DIN-Norm aufgebaut. Um bei einem Flammenausfall und unzulässig hohen Drücken Schaden zu vermeiden, werden die redundanten Magnetventile der Gaszuleitung automatisch geschlossen. Der Ofen wurde mit einer elektrischen Zusatzheizung ausgestattet.

Durch einen zeitlichen Verzug bei den Konstruktionsarbeiten konnte der Probetrieb innerhalb des Bearbeitungszeitraums nicht mehr stattfinden und soll zu einem späteren Zeitpunkt nachgeholt werden. Dafür soll der Wirbelschicht-Ofen zusätzlich mit einer Abgas-Abzugshaube ausgerüstet und an einen Kamin angeschlossen werden. Die Brenngasversorgung erfolgt zunächst über Flaschengas, bis sichergestellt ist, dass der Ofen sicher betrieben werden kann. Anschließend sollen im Rahmen von Abschlussarbeiten Sinterversuche im Schwebestadium des Brennguts durchgeführt werden.

Fördergeber



STAEDTLER
STIFTUNG