

Oberflächen dichter keramischer Werkstücke für die Elektrotechnik

Messung der Rauheit

Beiblatt 2 zu
DIN 40 686

Surfaces of dense ceramic components for electrical engineering; determination of surface roughness
Surfaces de composants céramique denses pour l'électrotechnique; détermination de la rugosité

Dieses Beiblatt enthält Informationen zu den Normen der Reihe DIN 40 686,
jedoch keine zusätzlichen genormten Festlegungen.

1 Allgemeines

Zur Erleichterung der Anwendung der Normen der Reihe DIN 40 686 enthält dieses Beiblatt Erläuterungen und Beispiele für die Messung der Rauheit, da die Oberflächenbeschaffenheit keramischer Werkstoffe bei vielen Anwendungen eine besondere Rolle spielt.

Dieses Beiblatt darf nicht als Prüfunterlage angewendet werden, da hierfür die entsprechenden u. g. Normen zu beachten sind. Es dient nur als Hilfsmittel bei Anwendung der genannten Normen.

Die Oberflächenparameter beeinflussen in verschiedener Hinsicht die Eigenschaften von Oberflächenschichten auf keramischen Bauteilen sehr stark. So hängt die Haftfestigkeit von Metallisierungsschichten auch von der Korngröße in der Keramikoberfläche ab [1, 2]. Solche Schichten sind von Bedeutung beim Fügen von Keramik-Metall-Verbindungen und beim Kontaktieren von Elektrokeramik. Die Eigenschaften von Widerstands- und Leiterbahnen in elektronischen Schaltungen in Dickschicht- oder Dünnschichttechnik auf Keramiksubstraten werden ebenfalls von deren Oberflächengüte beeinflusst [3].

Die Charakterisierung der Oberfläche von keramischen Werkstoffen hat aus diesem Grunde eine große Bedeutung. Als häufigste Methode zur Oberflächencharakterisierung wird die Rauheitsmessung mit elektrischen Tastschnittgeräten nach DIN 4772 angewandt, bei welcher das Oberflächenprofil mit einer Tastspitze abgefahren wird. Die Anforderungen an die Beschaffenheit

keramischer Oberflächen sollte nach den vorliegenden Normen (z. B. DIN ISO 1302) in die Zeichnung eingetragen werden.

Darüber hinaus wird im allgemeinen zwischen Herstellern und Anwendern keramischer Erzeugnisse eine eindeutige Festlegung der einzelnen Prüfgrößen festgelegt.

Die Praxis hat gezeigt, daß die Rauheitsmeßwerte aus verschiedenen Prüflaboratorien bei keramischen Werkstoffen noch nicht ausreichend übereinstimmen. Folgende Problemkreise zeichnen sich ab:

- Es werden Meßgeräte verschiedener Hersteller benutzt, die mittels mitgelieferter Normale kalibriert werden. Es erscheint problematisch, daß keine keramischen Oberflächen als Normale benutzt werden und daß diese Normale nicht auf eine gemeinsame Bezugsfläche abgestimmt sind.
- Die Meßgeräte bieten die Möglichkeit, die makroskopische Oberflächenwelligkeit bei der Rauheitsbestimmung innerhalb einer bestimmten Meßstrecke vollständig oder zum Teil zu unterdrücken. Die gemessenen Rauheitswerte sind aber hiervon abhängig [4, 5, 6, 7]. Die Prüfbedingungen sollten deshalb zumindest für die einzelnen Werkstoffklassen vereinheitlicht werden.

Der DKG-Fachausschuß „Keramische Werkstoffe in der Technik“ hat zur Klärung dieser Fragen die Rauhtiefenbestimmung an Keramiksubstraten in Gemeinschaftsversuchen überprüft [8].

Fortsetzung Seite 2 bis 6

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)
Normenausschuß Länge und Gestalt (NLG)

2 Grundlagen

Dieses Beiblatt enthält Hinweise für die Messung und Beurteilung der Oberflächenrauheit auf Werkstücken aus dichten keramischen Werkstoffen nach DIN 40 685 Teil 1/VDE 0335 Teil 1. Dabei sind die Besonderheiten dieser Werkstoffe berücksichtigt. Es werden Einschränkungen gegenüber den allgemein geltenden Normen zur Messung der Oberflächenrauheit aufgezeigt.

Anmerkung 1: DIN 4768 Teil 1 wurde hauptsächlich für Erzeugnisse der Metallindustrie geschaffen. Die dort auftretenden Oberflächenstrukturen sind vorwiegend durch spanende Fertigungsverfahren entstanden und haben im allgemeinen ein annähernd gleichförmiges Rauheitsprofil. Im Gegensatz dazu liegt bei keramischen Oberflächen meistens ein unregelmäßiges Oberflächenprofil vor.

Anmerkung 2: Für dieses Beiblatt gelten die Begriffe nach DIN 4765 und DIN 4768 Teil 1.

3 Meßgerät

Zur Ermittlung vergleichbarer Rauheitsmeßwerte werden häufig elektrische Tastschnittgeräte nach DIN 4772 angewendet.

3.1 Tastsystem

Hierbei kann entweder ein Pendeltastsystem oder ein Einkufentastsystem nach DIN 4772 Verwendung finden. Laut DKG-Fachauschußbericht Nr 21 [8] und 22 [9] wird für die Tastspitze ein Spitzenradius von 2,5 bis 5,0 µm empfohlen, wobei auch die Anforderungen nach DIN 4772 zu beachten sind. Abweichungen sollten im Meßprotokoll angegeben werden.

3.2 Wellenfilter

Das Wellenfilter wird so eingestellt, daß sich eine Grenzwellenlänge $\lambda_c = 0,8$ bzw. 0,75 oder 0,25 mm ergibt. Für Mittenrauhwerte $R_a \leq 0,1$ µm, bzw. für gemittelte Rauhtiefen $R_z \leq 0,5$ µm ist nach DIN 4768 Teil 1 die Grenzwellenlänge $\lambda_c = 0,25$ mm zu verwenden.

3.3 Meßstrecken

Nach DIN 4768 Teil 1 sind den Grenzwellenlängen bestimmte Gesamtmeßstrecken l_m zugeordnet. Für die Grenzwellenlänge $\lambda_c = 0,8$ bzw. 0,75 mm beträgt die Meßstrecke $l_m = 4$ mm und für die Grenzwellenlänge $\lambda_c = 0,25$ mm beträgt $l_m = 1,25$ mm. Im DKG-Fachauschußbericht Nr 21 [8] und 22 [9] wird eine Meßstrecke von 4,0 bis 6,5 mm empfohlen.

Die Vorlaufstrecke l_v und die Nachlaufstrecke l_n sind durch die verwendeten Tastschnittgeräte gegeben und können nicht beeinflußt werden.

3.4 Darstellung der Ergebnisse

Wegen der üblichen Streuung der Oberflächengüte der Keramik empfiehlt es sich, neben den Mittelwerten auch die Meßwertstreuung S anzugeben. Hierfür werden 10 Einzelmessungen an verschiedenen Stellen der Keramikoberfläche vorgeschlagen, von denen 2 Gruppen zu je 5 Einzelmessungen in senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen gemessen werden sollen.

Für 10 Einzelmessungen ist bei 95% statistischer Sicherheit der Vertrauensbereich des Mittelwerts

$$\bar{R} \pm 0,715 S$$

4 Rauheitsmeßgrößen

Die Rauheitsmeßgrößen werden aus dem Rauheitsprofil ermittelt.

4.1 Mittenrauhwert R_a

Der Mittenrauhwert ist der arithmetische Mittelwert der absoluten Beträge der Abstände y des Rauheitsprofils von der mittleren Linie innerhalb der Meßstrecke. Dies ist gleichbedeutend mit der Höhe eines Rechtecks, dessen Länge gleich der Gesamtmeßstrecke l_m und das flächengleich mit der Summe der zwischen Rauheitsprofil und mittlerer Linie eingeschlossenen Flächen ist (siehe Bild 1).

4.2 Gemittelte Rauhtiefe R_z

Die gemittelte Rauhtiefe ist das arithmetische Mittel aus fünf Einzelrauhtiefen. Diese Einzelrauhtiefen werden vom Tastschnittgerät automatisch ermittelt, indem die Gesamtmeßstrecke in fünf Teilabschnitten bewertet wird. Die Einzelrauhtiefen werden nicht angezeigt und nicht getrennt bewertet.

4.3 Maximale Rauhtiefe R_{max}

Größte der auf der Gesamtmeßstrecke l_m vorkommenden Einzelrauhtiefen. Wegen des unregelmäßigen Rauheitsprofils und der statistischen Verteilung der Poren auf der Oberfläche ist bei keramischen Werkstücken die maximale Rauhtiefe nicht verwendbar. Die Meßstrecken erfassen im Verhältnis zur Oberfläche einen zu geringen Bereich, um einen reproduzierbaren Meßwert liefern zu können.

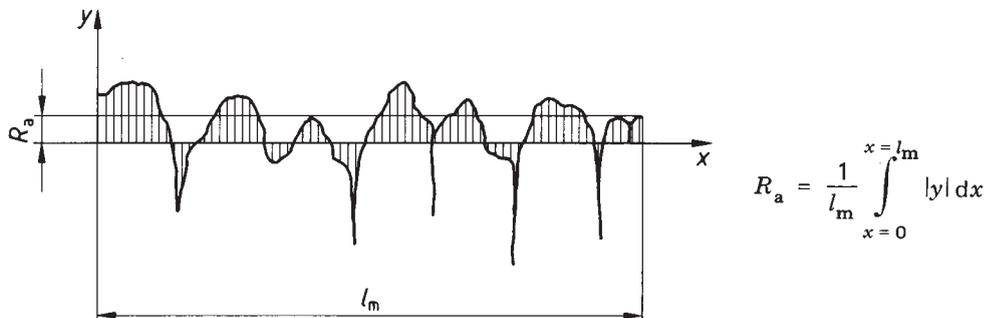


Bild 1. Mittenrauhwert R_a