

電子部品焼成用道具材 PLATECT（プラテクト）

Kiln Furniture Used in Firing Electronic Components: PLATECT

大庭 誠^{*}，末安航太郎^{**}

Makoto OOBA^{*} and Kotaro SUEYASU^{**}



Fig. 1 Various types of PLATECT.

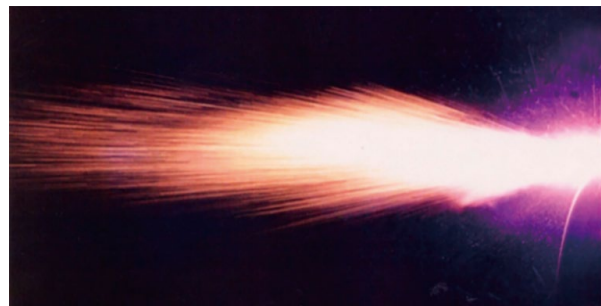


Fig. 2 Plasma flame spraying.

1 プラテクトとは

現在、情報化社会の発展とともに、パソコン・スマートフォンに代表される電子機器から自動車に至るまで、数多くの電子部品が実装され、その需要が増している。その代表格である積層セラミックコンデンサ・サーミスタ・バリスタ等のセラミックス電子部品の製造では焼成工程を必要とする。そこで用いられるセッターは、耐熱性・耐反応性に加え、SDGs(持続可能な開発目標)の観点より、焼成炉の省エネルギー化を目的として熱容量の低減が強く求められる。

当社の電子部品焼成用道具材プラテクトは、プラズマ溶射技術を応用し、アルミナ・シリカ系材質を代表とした各種基材の表面へジルコニア等のセラミックスをコーティングすることにより、低熱容量かつ耐反応性に優れた商品である。

2 基材材質

表1にプラテクトの代表的な基材材質例を示す。基材には、軽量かつ耐熱性・耐熱衝撃性に優れたアルミナ・シリカ系材質が選択されることが多く、幅広いラインナップを取り揃えている。

その他、金属網・カーボン・SiC 材質等を選択することも可能である。

1. PLATECT

In the ongoing development of our modern information society, many electronic parts have been produced for electronics from PCs and mobile phones to automobiles, and demand continues to increase. Production of ceramic electronic components including well known examples such as Multilayer Ceramic Capacitors, thermistors and varistors, requires a firing process. Setters that are used in this process must have heat resistance and reactivity resistance as well as be strong heat capacity reduction with the purpose of energy saving in the firing kiln from the perspective of achieving SDGs (Sustainable Development Goals).

Our company's PLATECT kiln furniture for firing electronic components is an application of plasma spraying technology and is a product with excellent low heat capacity and reactivity resistance manufactured through coating using ceramics including surface zirconia on alumina-silica based substrates.

2. Substrate materials

Table 1 indicates examples of common PLATECT substrate materials. Alumina-silica is often selected for substrates due to its outstanding lightness, heat resistance and heat-shock resistance and we have made a broad line up of these products available.

Additionally, it is possible to select wire mesh, carbon or SiC materials.

* セラミックス事業部 電材部 マネージャー Manager, Electronics Firing Ceramics Dept., Ceramics Div.

** セラミックス事業部 電材部 Electronics Firing Ceramics Dept., Ceramics Div.

Table 1 The material for substrate

Name of substrate		E5	F7	KD	KE	KH
Chemical composition / mass%	Al ₂ O ₃	86.2	90.9	86.2	90.0	75.0
	SiO ₂	13.4	8.9	13.3	9.3	24.5
Apparent porosity / %		28.5	18.6	20.0	17.8	26.2
Bulk density		2.43	2.94	2.74	2.95	2.37
Modulus of Rupture / MPa		10	12	12	13	50
Remarks		Lightweight	Thinner	Spalling resistance	Spalling resistance	High strength

3 溶射材質

表 2 にプラズマ溶射コート材質例を示す。当社のプラズマ溶射はフレイム温度が約 30,000℃に達すると言われており、高融点材料であるジルコニアなどのセラミックスを容易に溶かすことにより、基材との接着強度が強く高品質なセラミックコーティング被膜を形成することができる。図 3 にプラズマ溶射コート層の SEM 像を示す。当社プラズマ溶射により形成された被膜は非常に緻密であり、セラミックス電子部品の素地焼成時に被焼成物成分の浸透や基材成分の影響を受けにくく、電子部品の電気特性が安定することにより、部品積載量の増加と道具材の劣化を抑えることができる。また、被膜は特有の多層構造を呈しており、繰り返しの昇降温に対して優れた耐剥離性を有するため、長寿命化および部品歩留の向上が図れる。

3. Coating materials

Table 2 indicates examples of plasma spray coated materials. The plasma spray flame temperature is said to reach about 30,000℃ and is able to high quality form ceramic coating layers with strong adhesion to substrates since it easily fuses with ceramics with high fusion points such as zirconia. Fig. 3 shows SEM imagery of a plasma-sprayed coating layer. The layer formed by our company's plasma spraying technology is extremely accurate and is not easily impacted by permeation of the fired object contents or the substrate composition during base firing of ceramic electronic components, stabilizing the electrical characteristics of the electronic components and thereby enabling an increase in the component loading capacity and limitation of the aging of the kiln furniture. The coating layer exhibits a distinctive multi-layer structure with superb peeling resistance against repeated heating and cooling for improved service life and product yield.

Table 2 The material for plasma spray coating

Name of coat		Y	H	F	L2	J	A	M	SP
Chemical composition / mass%	ZrO ₂	91.0	95.0	94.5	78.8	99.4	-	-	-
	Y ₂ O ₃	8.0	4.0	-	-	-	-	-	-
	CaO	-	-	5.0	20.5	-	-	-	-
	Al ₂ O ₃	-	-	-	-	-	99.5	77.0	72.5
	SiO ₂	-	-	-	-	-	-	22.5	-
	MgO	-	-	-	-	-	-	-	26.5
Remarks		Fully stabilized zirconia	Partially stabilized zirconia	Fully stabilized zirconia	Calcium zirconate +others	Monoclinic zirconia	Alumina	Mullite	Spinel

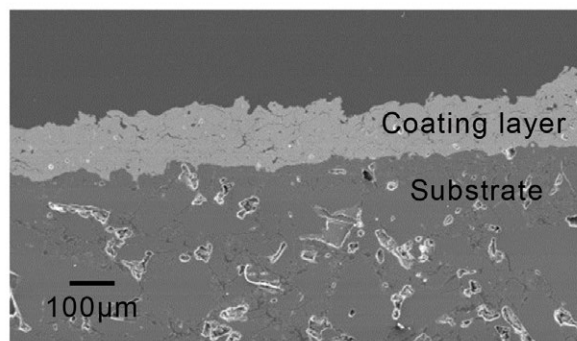


Fig. 3 SEM image of plasma spray coating.

4 道具材の反り抑制による耐久性向上

電子部品焼成用道具材は、被焼成物との反応防止を目的に、基材の表裏両面へ安定化ジルコニアのコーティング層を形成することが一般的である。使用（被焼成物載置）面においては、コーティング層と被焼成物との反応が徐々に進行し、安定化剤の脱固溶により生成される未安定ジルコニアに起因する残存膨張によって上反り（使用面側に凸となる反り）が発生する。使用回数の増加により反りが大きくなると、電子部品の載置が良好にできなくなる等の問題が生じ、道具材として使用不能となる。

道具材の反り抑制による耐久性向上を目的に、基材の裏面へコーティングするジルコニアの安定化率を低く設計し、熱処理後の変形量を評価した結果を報

4. Improving durability by limiting warpage in kiln furniture

Kiln furniture for firing electronic components is generally formed with a stable zirconia coating layer on both surfaces of the substrate with the purpose of preventing reactivity with the sintered object. On the working (sintered object placement) surface, reaction between the coating layer and sintered object gradually increases and bulging (convex warping on the working surface side) occurs from residual expansion caused by unstable zirconia formed from dissolution of stabilizing agent. As warpage increases through more use, the kiln furniture comes to fail to function due to issues including inability to have electronic components set well on the furniture.

We designed with low stabilization rate zirconia coating the reverse surface of the substrate with the purpose of improving durability by limiting kiln furniture warpage

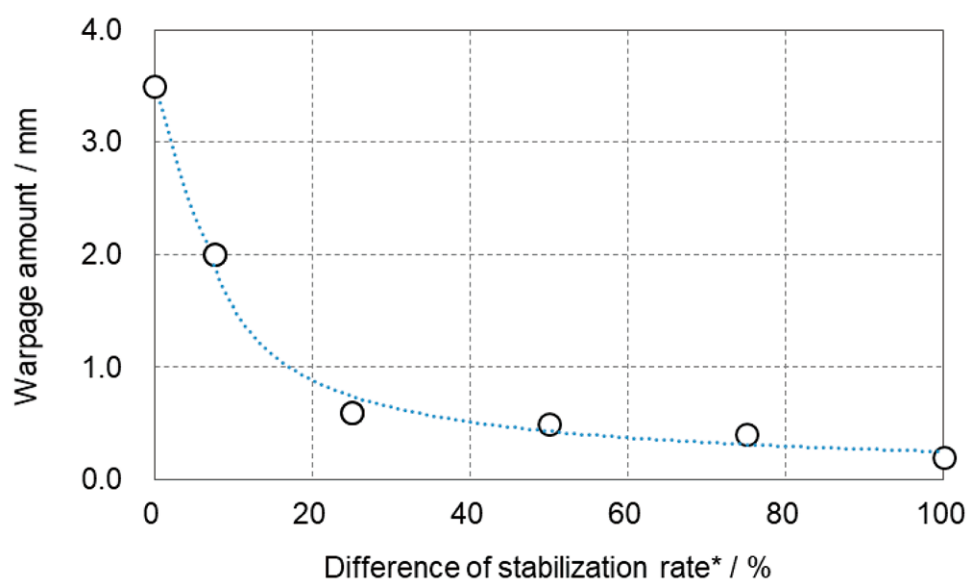


Fig. 4 Difference in stabilization of coating layer warpage amount.

*(Working surface stabilization rate) – (Reverse surface stabilization rate)

告する。基材（アルミナ-シリカ系材質，サンプルサイズ 150 × 150 × 4mm）にプラズマ溶射によってイットリア安定化ジルコニアコーティング層を形成し，試料とした。焼成試験は，道具材の使用面側にスラリー状にしたチタン酸バリウム粉末を塗布し，1380℃で4時間保持する熱処理工程を30回繰り返した。試験後，道具材中央部における変形量を測定した。図4に基材の表裏両面に形成したジルコニアコーティング層の安定化率の差と，焼成試験後の変形量測定結果を示す。基材両面でジルコニアの安定化率の差が大きいほど，変形量が小さくなる傾向が確認された。繰り返しの熱処理によって，使用面の安定化ジルコニアがチタン酸バリウムと反応し化合物が生成した場合や，脱固溶により未安定ジルコニアが生成され残存膨張が発生した場合でも，裏面にあらかじめ安定化率の低いジルコニアコーティング層を形成し，残存膨張性を持たせることで，変形が抑制されたと考えられる。

以上より，基材の表裏両面に形成するジルコニアコーティング層の安定化率を制御することで，繰り返し使用において反りが抑制され，道具材の耐久性向上が期待できる。

and herein report the results of evaluating deformation after heat treatment. The substrate (alumina-silica based material of sample size 150×150×4mm) was plasma sprayed to create an yttria-stabilized zirconia coating layer as a test material. The sintering test had heat treatment repeated thirty times, holding a temperature of 1380℃ for four hours after applying barium titanate powder in a slurry to the working side of the kiln furniture. The deformation was measured after testing at the center of the kiln furniture. The difference in the stabilization rate of the zirconia coating layer formed on the working and reverse surfaces of the substrate and the deformation measurement results after sintering test are shown in **Fig. 4**. Trends to reduce deformation were verified according to the size of the difference in stabilization rate of zirconia on both sides of the substrate. By repeatedly heat processing, when barium titanate reacted with stable zirconia on the working surface forming compounds or when residual expansion occurred from the formation of unstable zirconia from dissolution, the reverse surface formed a zirconia coating layer with low stabilization and was given residual expansion considered to be the cause of deformation limiting.

The above steps showed control of stabilization rate of the zirconia coating layer formed on both sides of the substrate, limiting warpage in repeated usage and expected to improve the durability of kiln furniture.