

研究タイトル：

環境・エネルギー分野に貢献するセラミックス



氏名： 茂野 交市 / SHIGENO Koichi E-mail: shigeno@ube-k.ac.jp

職名： 准教授 学位： 修士(工学), 技術士(化学)

所属学会・協会： 日本セラミックス協会, 日本技術士会

キーワード： 環境セラミックス, 電子セラミックス, セラミック粉体プロセス, 途上国に関する教育・技術開発

技術相談

提供可能技術：

- ・環境・エネルギー分野における新規セラミックス(触媒材料、熱電材料、誘電体材料)
- ・セラミックスの低温焼結化技術と電子デバイスへの応用
- ・セラミックスの粉体プロセス
- ・途上国に関する教育・技術開発

研究内容： セラミックスの低温焼結化と応用に関する研究

セラミックスの低温焼結化は省エネルギーに直接寄与するため、最近のエネルギー事情からも重要な基盤技術である。さらに、低温焼結化技術による様々な分野への応用が期待される。ここでは研究例としてアルミナ(Al_2O_3)の低温焼結化と電子デバイスへの応用について以下に紹介する。

アルミナは高熱伝導・高強度かつ良好な電気特性(誘電特性)を有しており、配線基板や IC パッケージ等の電子部品材料として広く使用されている。しかし、アルミナの焼結温度は約 $1500^{\circ}C$ と高いため、導体と同時に焼成する際に W や Mo など高融点・高抵抗の金属を使用する必要があった。一方で、Ag(融点 $961^{\circ}C$) や Cu(融点 $1083^{\circ}C$) などの低融点・低抵抗の金属と同時に焼成できるセラミック材料を LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramics: 低温同時焼成セラミックス) 材料と呼ぶ(図 1)。一般に、アルミナを低温焼結化するためには量のガラス(全量の約 50%)を添加する必要があった。そのため LTCC 材料のほとんどは低熱伝導・低強度であるという欠点があった。そこで我々は少量の添加でアルミナの低温焼結が可能な焼結助剤の開発を行い、CuO-TiO₂-Nb₂O₅-Ag₂O 系助剤を見出した。上記助剤をわずか 5% 添加することにより焼成温度 $900^{\circ}C$ 以下で緻密なアルミナが得られることがわかった。上記低温焼結アルミナの熱伝導率は $18W/mK$ であり、従来の LTCC 材料(約 $1\sim 6W/mK$)を超える世界最高値が得られた(表 1)。本低温焼結アルミナの焼結メカニズム解析と電子デバイスへの応用可能性の検討を行っている。

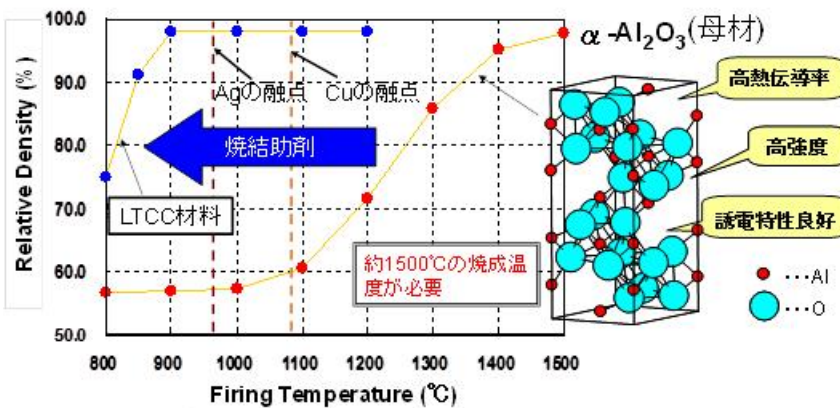


図 1 焼成温度と焼結体の相対密度の関係

Sample	'Conventional'	'This Work'
Composition	50%Al ₂ O ₃ +50%Glass	95%Al ₂ O ₃ +5%Additive
Firing Temperature	(°C)	900
Dielectric Constant	(-)	7.8
rQ Value	(GHz)	10000
Bending Strength	(MPa)	250
Thermal Conductivity	(W/mK)	~2
		18

表 1 従来 LTCC 材料と新材料の特性比較

提供可能な設備・機器：

名称・型番(メーカー)	
電気炉(モトヤマ製、 $1500^{\circ}C$ 以下)	
水蒸気改質装置(ノーブランド)	

Ceramic Material and Processing Contributing to Environmental and Energy Field



Name	Koichi SHIGENO	E-mail	shigeno@ube-k.ac.jp
-------------	----------------	---------------	---------------------

Status	Associate Professor, APEC Engineer(Chemical), Int. P.E.(Jp)		
---------------	---	--	--

Affiliations	The Ceramic Society of Japan, The institution of Professional Engineers, Japan		
---------------------	---	--	--

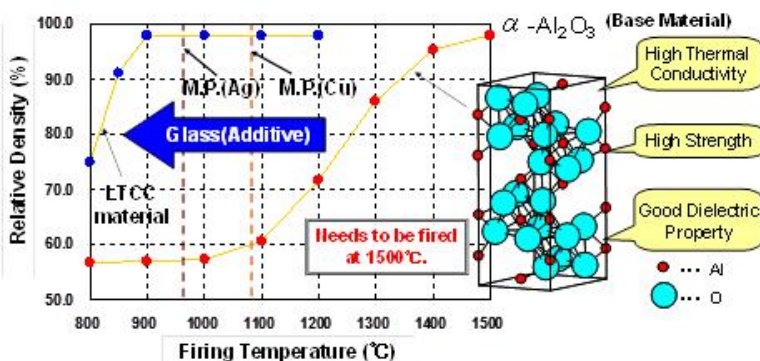
Keywords	Environmental Ceramics, Electro ceramics, Powder Processing, Developing Countries		
-----------------	---	--	--

Technical Support Skills	<ul style="list-style-type: none"> • Novel ceramic material and processing in environmental and energy field (catalyzer, thermoelectric material, dielectric material) • Low temperature sintering of ceramics and their application to electronic devices • Education and technology on developing countries 		
---------------------------------	--	--	--

Research Contents Low Temperature Sintering of Ceramics and their Application

Low temperature sintering of ceramics is an important key technology at the thought of current energy situation, because it directly contributes to energy conservation. Moreover, it is expected to be applied to various fields. Here, as an example of our research, we introduce you low temperature sintering of alumina (Al_2O_3) and its application to electronic devices in the followings.

Alumina has been widely used as electronic ceramics such as wired substrates and device packages because of its high thermal conductivity, high physical strength and good electrical characteristics. However, due to the high sintering temperature of approximately 1500°C , the co-fired conductor metal need to have a high melting point such as tungsten and molybdenum that have high electrical resistance. On the other hand, the ceramic materials, which can be co-fired with conductors that have low electrical resistance such as silver (melting point of 961°C) and copper (melting point of 1083°C), are called LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramics) (Fig.1). LTCC generally include large quantity (approximately 50% of the total weight) of glass for making the firing temperature lower. Therefore, most of such materials have low thermal conductivity, which were undesirable for the intended application. The recent studies by us have been intended to develop the sintering additives that could make alumina sintered at low temperature with a small quantity. When making use of $\text{CuO-TiO}_2\text{-Nb}_2\text{O}_5\text{-Ag}_2\text{O}$ type additives, high-density alumina were obtained by firing at 900°C or below, even though additive contents were at only 5mass%. The obtained material showed high thermal conductivity of 18W/mK , which was higher than that of conventional LTCC materials (Table1). Analysis of sintering mechanism of alumina and its feasibility study to electronic devices has being examined.



Sample	'Conventional'	'This Work'
Composition	50% Al_2O_3 + 50%Glass	95% Al_2O_3 + 5%Additive
Firing Temperature	($^\circ\text{C}$)	900
Dielectric Constant	(-)	7.8
fQ Value	(GHz)	10000
Bending Strength	(MPa)	250
Thermal Conductivity	(W/mK)	~2

Fig.1 Relationship between firing temp. and relative density. Table1 Properties of conventional and developing material.

Available Facilities and Equipment

Electric furnace (by Motoyama Co., within 1500 degrees C)	
Steam reformer (no brand)	