

ファインセラミックスとは

総合技術研究所 新素材技術G

IC基板や自動車用ターボチャージャー等への、ファインセラミックスの利用が聞かれるようになって久しい。ファインセラミックスは、金属材料やプラスチックでは得られなかった電子的機能や、高温材料特性等を有するため、急速に工業材料を始め家庭用機器類に普及している。そこでファインセラミックスの特性、現状技術および今後の研究開発の動向について述べる。

1 ファインセラミックスとは

セラミックスとは焼物のことで、広義には金属材料以外のすべての固体無機材料を示すが、狭義には原料粉体をいったん成形しそれを焼成した窯業製品を示す場合が多い。

従来の陶磁器のように、原料として粘土、珪石、長石などの天然の鉱物をそのまま焼成したものを伝統的セラミックスと呼ぶ。

これに対して使用目的に合った材料にするために、精製された高純度の原料を用いて、高度な品質管理のもとに焼成したものをファインセラミックスと呼ぶ。伝統的セラミックスと、ファインセラミックスとの相違について第1表に示す。

2 原料の高純度化による特性

陶磁器の原料は、骨格成分となる珪石(SiO₂)、成形性を与えるための粘土(SiO₂、Al₂O₃、H₂O)および高温になると粘性の液体となり、冷却すると結合して焼結作用をなす長石(Si₂O、Al₂O₃、K₂O)の3要素から構成されている。

珪石は、耐熱性、耐食性、耐摩耗性を有するが、長石のように高温で粘性を示すものは、再度高温にすると変形することになる。

長石等を含まない純度の高いアルミナ(Al₂O₃)の粉末を成形して焼結すると、硬い、高温に耐える、腐食されない、電気を通さない、熱をよく伝える、光を通す等の優れた特性をもたせることができる。

3 原料の微粒化による特性

ファインセラミックスがもっている特徴を工業

材料として生かすためには、脆性(もろさ)の克服が必要である。

セラミックスは多結晶体であり、結晶体の粒界に多くの気孔が存在する。気孔率の増加あるいは亀裂のサイズが大きくなると強度が低下する。

破壊強度と気孔率の関係は、次式で表される。

$$\sigma = \sigma_0 \exp(-bp)$$

σ : セラミックスの破壊強度

σ_0 : $p = 0$ のときの破壊強度

b : セラミックスの種類による定数

p : 気孔率

最近では原料の微粒化および均一粒径化、焼成法の向上により気孔率が少なくなった。そのため組織が均質化して応力集中が少なくなり、伝統的セラミックスに比べ強度が増加し、工業材料として注目されるようになっている。

第1表 セラミックスの比較

	伝統的セラミックス	ファインセラミックス
原料	天然 (粘土、珪砂、珪石、 長石等)	人口原料 合成原料 (アルミナ、ジルコニア炭化珪 素、窒化珪素等)
粒径	10数 μ m	1 μ m以下
成形	ロクロ成形 鋳込成形 機械成形	射出成形 静水圧成形 テープ成形 鋳込成形等
焼成	登り窯 焼成窯	電気炉 ¹⁾ ホットプレス 熱間静水圧プレス等
特性	・硬い ・耐熱性が高い ・耐食性に優れている	・硬く、耐摩耗性が大きい ・耐熱性が高い ・耐食性に優れている ・圧電性、酸素イオン導電性、 透光性等の特性をもつ
製品	碍子 陶磁器 レンガ 等	エンジン部品 機械部品 切削工具 生体材料 (人工歯根、関節等) 電子部品 (コンデンサ、センサ等) 光ファイバ等