

# 先端セラミック材料の展開

古賀 和憲\*



企業レポート

## Development of Advanced Ceramics

Key Words : ceramics, Kyocera, Gas Turbine, Package, Capacitor

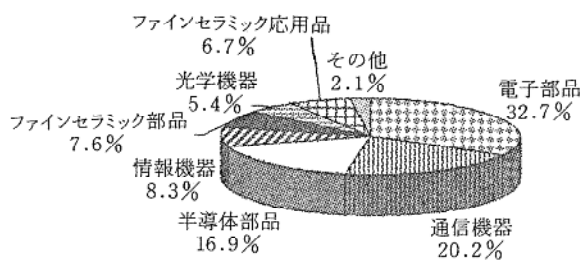
### 1. 会社概要 (1999年3月31日現在)

社名(英文名) : 京セラ株式会社  
(KYOCERA CORPORATION)

設立 : 1959年4月1日  
代表者名 : 代表取締役社長 西口 泰夫  
資本金 : 1,157億300万円  
従業員数 : 13,759名  
売り上げと構成(第45期)図1参照  
: 453,595百万円

### 2. はじめに

京セラは創立から今年で40周年を迎えることができた。創立以来、従来の窯業という産業の域を脱し、ファインセラミックスと呼ばれる工業製品として、アルミナ製半導体パッケージや自動車部品などを世に出してきた。この15年間は、情報通信分野へ参入を図り当社の主要な事業となっている。経営の基本は、図2に示すような、材料、部品・デバイスから完成品、さらには、情報・通信ネットワークまでの垂直統合を、自社及び関連会社内で完結できると言う強みを生かした展開を取っている。この経営戦略に呼応して、研究開発組織も、ファインセラミック材料から部品までを開発する鹿児島県国分工場内に設置された総合研究所、部品・デバイスの開発を担当する京阪奈学研都市に位置する中央研究所、そし



第44期 (97.4-98.3)

図1 当社の売り上げ構成比率(第45期)

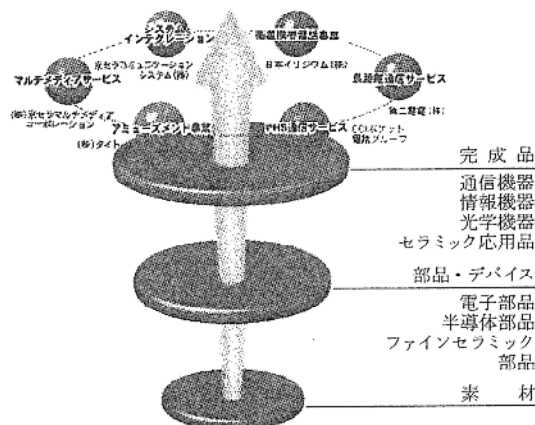


図2 当社の経営戦略

て通信機器の開発からマイクロ波や光を用いた通信技術の開発を分担している横浜R&Dセンターから構成される。

ここでは、総合研究所が担当している先端セラミック材料と部品の開発を主に紹介する。

### 3. 先端セラミック材料が用いられる分野

ファインセラミックスとは、精選された原料粉体を厳密に制御された組成で調合し成形焼成加工された工業製品である。その特性は、熱機械的特性に優れ高温における強度や耐腐食性に優れる。また、ダイヤモンドに次ぐ硬度を有し高い耐摩耗製を生かした工具やベアリングなどに用いられている。一方電



\* Kazunori KOGA  
1947年8月6日生  
1976年九州大学工学研究科応用化学  
専攻博士課程修了  
現在、京セラ(株)総合研究所、所長、  
工学博士、セラミック材料  
TEL 0995-45-5200  
FAX 0995-45-0822  
E-Mail kazunori\_koga@rdg.  
kyocera.co.jp

磁気的特性に関しても、高い誘電率や透磁率・圧電常数を有し近年の機器の小型化に大きく貢献している。

3.1 環境に優しいセラミック構造部品

①耐熱性セラミックスの高温熱機関への適用

セラミックスの中で、共有結合からなる窒化珪素材料は高い強度と靱性、さらには熱膨張係数が小さいことから、セラミックスの中では熱衝撃抵抗が大きな材料としてエンジン部品として採用されてきた。総合研究所では、設立以来窒化珪素をエンジン部品として用い、高温作動することでエネルギー効率の向上を目指してきた。その開発は材料特性の向上と、複雑形状部品の成形技術にある。図3にはガスタービンや自動車部品に用いられる窒化珪素材料の特性改善の経緯を示す。これらの特性改善は、組織の均質化と耐熱性に富む焼結助剤の開発によるものである。

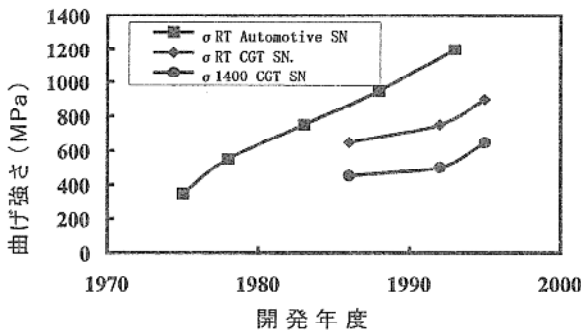


図3 高温エンジン用窒化珪素材料の開発経緯

本年3月に終了したNEDOの委託研究「セラミックがスタービンの研究開発-CGT302」にて、プロジェクトの最終目標であるTIT(タービン入り口温度)1350度Cで熱効率42%と1200度C1000時間の運転を達成し完了することができた。図4には本プロジェクトにて製作した部品をしめす。

高温の燃焼器部分から高圧タービンパワータービンに至る高温ガスの接する部分を、すべて耐熱性の窒化珪素部品で構成することにより初期の目標を達成することができた。

これらの成果は、今年より新たに開始される8MWクラスのコージェネレーションガスタービンの静止部品を、セラミックスに置き換えることによる効率向上を目的とした「産業用コージェネレーションガスタービンの研究開発」プログラムへと引き継がれている。

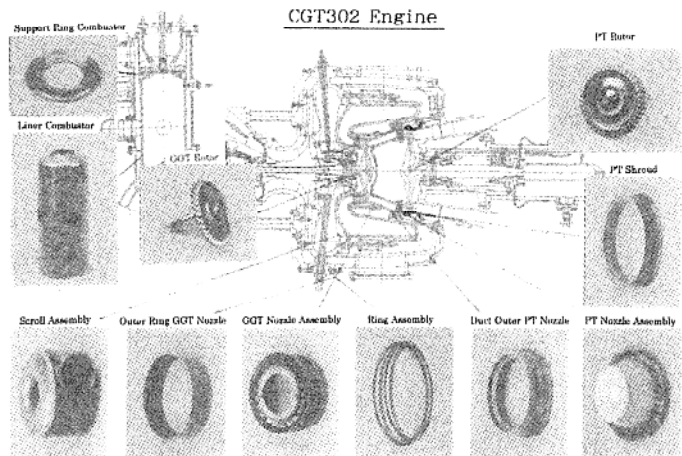


図4 セラミックガスタービンエンジン用窒化珪素部品 (CGT302)

②セラミックガスフィルター

セラミックスの耐熱性を生かし、NEDOよりの委託研究「二酸化炭素高温分離回収技術開発」プロジェクトに参画しガスフィルターへの適用を実施している。この中では、支持体のアルミナ多孔質体の上に、γアルミナをコートしその上を分子サイズの細孔を有するシリカジルコニア系の薄膜にて構成される分離体の開発を担当している。

特にガス分子の分離特性向上のために、2つの手法を採用した。一つは、テンプレート法(鋳型法)と称される分子サイズの細孔をあらかじめ分離膜中に形成する方法である。そのプロセスを、図5に示す。

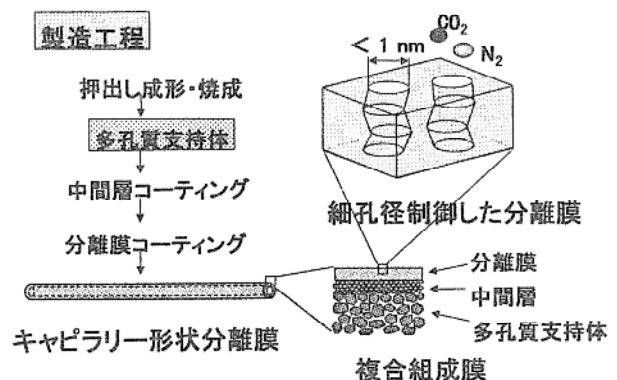


図5 ガス分離膜の製造プロセス

焼成によりセラミックス化するゾル体の中に、一定の目標の大きさを有する有機化合物をあらかじめ添加混合して製膜する。この膜を焼成することで有機

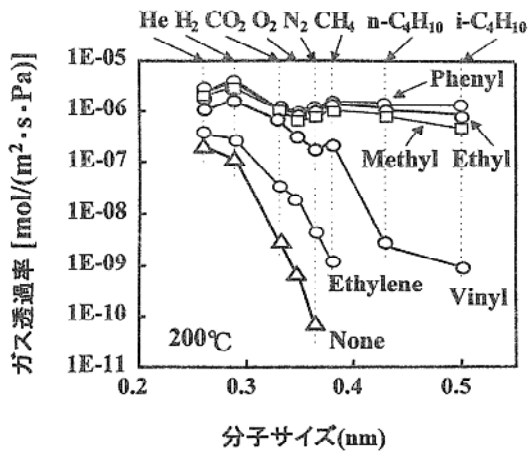


図6 テンプレート法による細孔サイズ制御とそのガス透過係数

分子が分解脱離して、その後分子サイズの細孔を残す。

このようにして製作されたガス分離膜の透過性能を図6に示している。これらから明らかに、テンプレートとして用いた分子のサイズを境にして、ガスの透過係数が大きく変化していることが分かる。この結果から、テンプレート法によるガスの分離膜形成は、今後のガスの選択透過性脳付与に有用であることを示している。

これらの手法は、二酸化炭素の分離のみならず種々のガスの分離へ適用される。

### 3.2 小型高機能セラミックス電子部品

近年の電子機器の小型軽量化へ向けての開発競争は、凄まじいものである。数年前の自動車用電話は、数kgもありお世辞にも携帯とはいえるものではなかった。しかしながら、昨今の携帯電話はすでに100gを下回り、胸のポケットに入るほどの大きさ

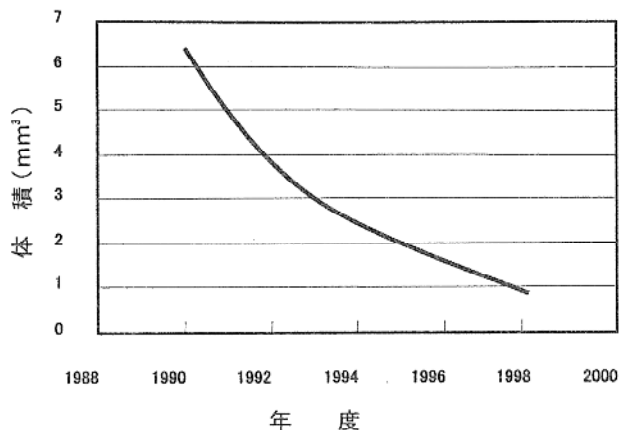


図7 セラミックチップコンデンサの体積変化(1マイクロファラッド容量)

になった。これらの小型軽量化を支えているのがセラミック電子部品である。図7に示すようにチップコンデンサと呼ばれるセラミックコンデンサの寸法は、この数年間に数10分の1という小型化を成し遂げている。従来は、パラジウムを含んでいた電極材料も安価なニッケルへと代替されつつあり、寸法は1mm×0.5mmという小ささでこの中に、厚み2-3ミクロンの誘電体と1ミクロンの電極が交互に100層以上積層されて構成されている。

同様の傾向は、コンピュータやその周辺機器のクロック回路に必須な発信回路を構成するセラミックスレゾネータにも見られる。主な材料はPZTと呼ばれる、チタン酸ジルコン酸鉛系の強誘電体材料が用いられている。

### 3.3 高密度実装半導体用セラミックパッケージ

近年の半導体パッケージの高密度実装化と作動周波数の高速化に対応し、パッケージに求められる特性が変化している。その大きな流れは、高周波化するクロック信号を誤り無く伝えるために、導体抵抗が小さい銅導体を採用する方向である。この目的のために、従来のセラミック(アルミナ)パッケージに代わり、銅導体と有機材料を基板に用いたパッケージの採用が進められた。

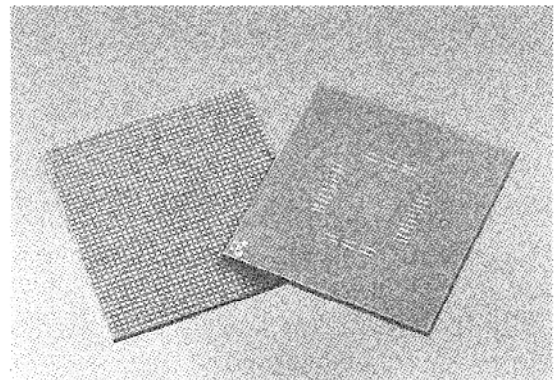


図8 高密度実装用高熱膨張ガラスセラミックパッケージ

このような動きに対して、セラミック材料の熱的・機械的信頼性の高さに加えて、低抵抗な銅導体を配線材料とする事を可能にする開発を進めてきた。融点が低い銅導体と同時焼成するために、焼結温度が低いガラスをベースに、基板に要求される誘電率や誘電損失、機械的強度や熱膨張率・熱伝導率などを調整するための添加物を工夫することで、多種多様な要求にも応えることができる材料が可能となった。そしてその応用分野は、低コストなパソコン用半導

体パッケージから高信頼性を求められる衛星通信用パッケージまで幅広く拡大している。(図8)

熱膨張係数を制御することで、セラミックパッケージの2次実装(セラミックパッケージのプリント基板上への実装)信頼性を向上した、従来のアルミナパッケージよりプリント基板の熱膨張係数(15-16 ppm)に近いガラスセラミック材料の開発を行った。この材料は、従来のアルミナ材料(同9 ppm)と比較してプリント基板と近い熱膨張係数を有するために、基板の温度変化に伴う2次実装部分の熱疲労による断線等の問題は大きく低減され高い信頼性を付与することができた。(図9)

また特に最近では、通信市場の拡大に伴い、ガラスセラミックは通信端末に用いられるガリウム砒素パワーアンプのパッケージとして市場拡大がなされている。これと並行して従来のアルミナ材料を用いたパッケージも、SAWフィルター用CSP(チップ・サイズ・パッケージ)などへの展開へ広がってきた。

今後のパッケージの分野では、有機パッケージとセラミックパッケージが、その特性を生かしつつ棲み分けをしていくとともに、セラミック分野でも、用途に応じた特性を持たせたアルミナやガラスセラミックスがパッケージのすそ野を広げていくと考える。

#### 4. おわりに

最近のセラミック材料の開発動向について解説。21世紀を目前にして、開発スピードが非常に速い情報通信分野や、地球環境という全世界的な問題の解決に、セラミック材料が大きく関わっている。代替でない新規な特性を有する材料のみが市民権を得るという過酷な競争の時代である。材料開発も時代の要求を先取りしなければならない。

セラミックガスタービンと分離膜の研究開発はNEDOからの委託研究の成果である。

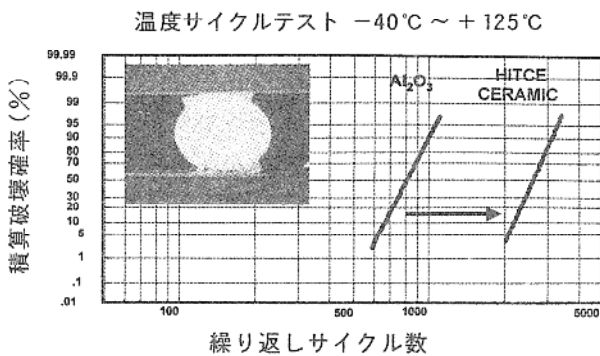


図9 温度サイクルテストによる故障率の変化

