

図8 種々のキュリー点をもつ多孔質チタバリ半導体に見られるPTC特性。矢印はキュリー点を示す

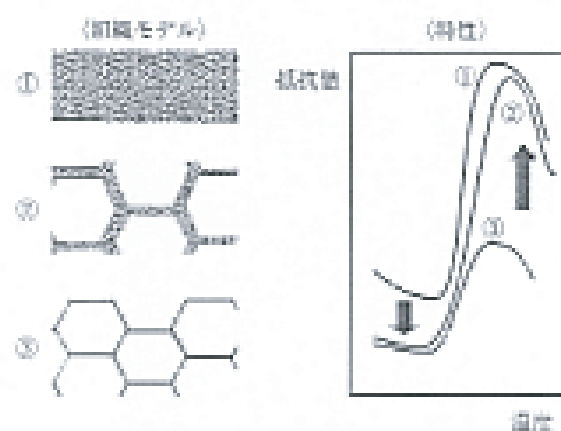


図9 PTC材料の組織と抵抗温度特性の関係

において焼成温度700～800℃。不焼成温度1300～1400℃程度である。

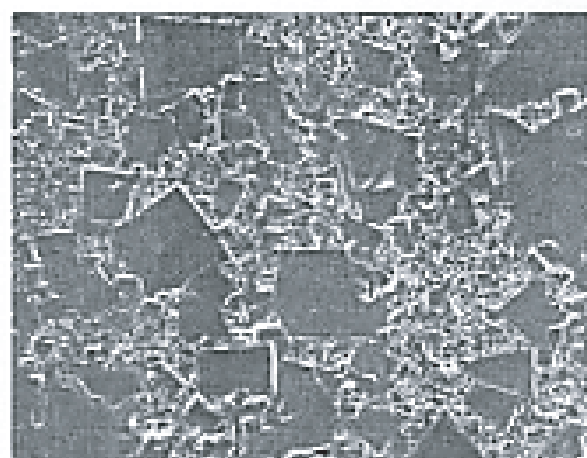


写真1 PTCセラミックスの典型組織写真(L2-5)

新しい材料改善の方法としては図9および写真1に示すようにコアシェル構造にすることで、PTC特性の室温抵抗値を下げて、ジャンプ幅を大きくする方法が提示されている¹⁹⁾。BaTiO₃は粒界での特性発現機構であるが、先に金属導電性酸化物②の項で紹介したように、V₂O₅にCr₂O₃を少量添加したものは、100℃付近で、図10のようなMott転移による低抵抗のPTC特性を示す²⁰⁾。また、図11のように(La_{1-x}M_x)MnO₃および(Nd_{1-x}M_x)MnO₃

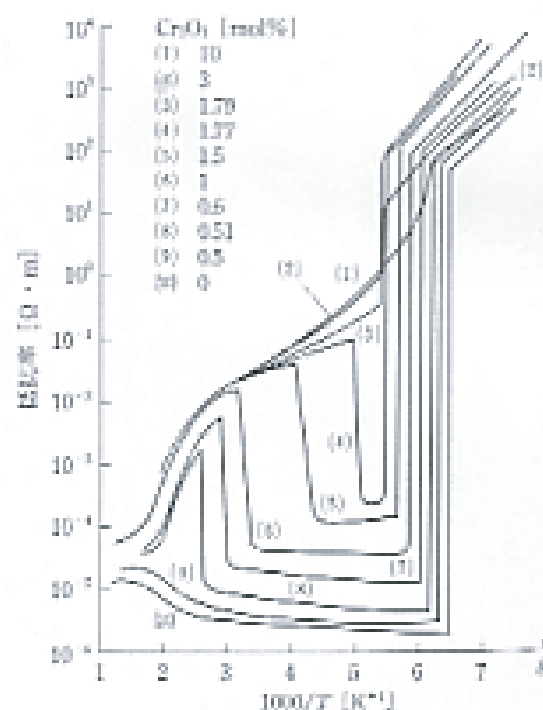


図10 (V_{1-x}Cr_x)₂O₅のc軸方向の電気抵抗の温度変化(測定は温度を下げながら行われた)

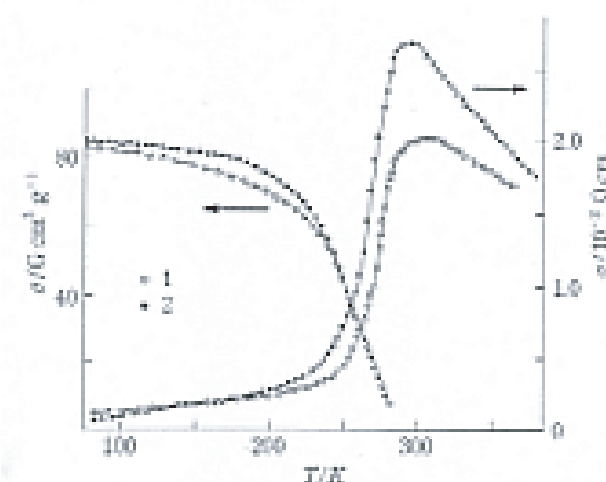


図11 (La_{1-x}M_x)MnO₃と(Nd_{1-x}M_x)MnO₃組成系におけるキュリー温度(T_c)と抵抗率(ρ)の温度依存性

表5 PTCヒーターの特徴

特徴	内容
安全性	ある温度以上絶対に開路しないので、サーモスタットなど使用しなくともきわめて安全
昇温速度	突入電流により10秒以内の昇温も可能
電圧適用	国内/海外適用できる
ノイズレス	無接点動作のため、ノイズが発生しない
制御温度	300℃まで可能
小形化	制御装置がなく、コンパクトになる
寿命	無接点動作で材料も固定しており、長寿命
省エネルギー	周囲の温度に合わせて、出力制御するため、省エネルギーになる
点加熱	制御装置が不要で、局部加熱に適している
長寿命材料	100℃以下の高い温度でも制御できる
温度変化	ON-OFFしないので、温度上下動がない

(0.1 < x < 0.5, Mは2価のアルカリ土類金属)の新たなPTC材料の開発が行われており、BaTiO₃と比較して、比抵抗も共にため、昇温を利用した高性能デバイスでの利用方法が期待される^{19) 20)}。

PTCサーミスタを熱源として利用すると、キュリー点付近で自己温度制御を行い、温度保持でき、過昇温しないといった安全性のほか、表5に示すような特徴を有する²¹⁾。セラミックヒーターの場合には通常の電熱線のように直接回路に接続することはできないため、リード線を引き出し、信頼性の高い充電部をいかに構成するかが設計のポイントになる。写真2のヒーターユニット型から、用途に応じて、防水処理やケース材料の固定がなされる。このセラミックヒーターを利用した用途とし

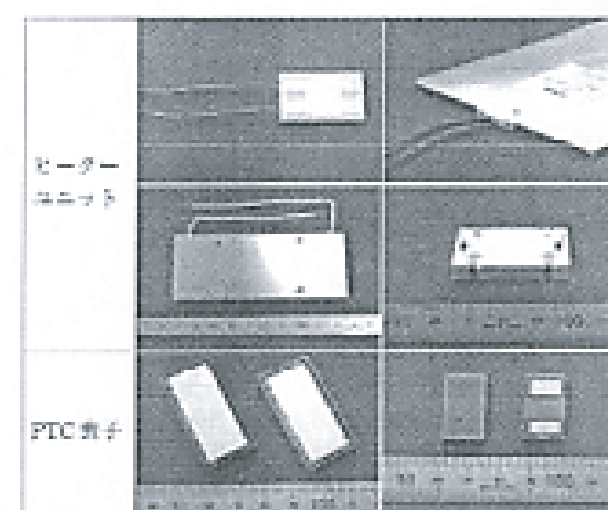


写真2 PTCセラミックヒーターの応用例

表7 電気式暖房の電磁波発生量

商品	ヒーター	電磁波の発生値
電気カーペット	電熱線	70～110mG
床暖房	有機シートヒーター	20～60mG
床暖房	金属箔ヒーター	20～40mG
床暖房	電熱線	5～30mG
床暖房	PTCセラミックス	0～4 mG

測定機器：オスム社 MODEL 804F-302

て床暖房への応用が商品化されている^{21) 22)}。床暖房用のパネルヒーターには熱源自身が自己温度制御機能を有しているため、サーモスタットや温度センサーがついていないが、熱がこもって熱くなることなく、低温やけどの心配が少ないため、小さな子供がいる家庭でも安心して利用できるシステム設計となっている。また、表7に示すように電磁波の発生がほとんどなく、最近の世界要求にも応じられるようになっている。

従来、このPTC特性を有する材料は、通電初期において突入電流が大きく、特に大出力の用途については設計上考慮する必要があったが、本編論では材料組成と電極構成によって改善がなされている²³⁾。

4. 導電性セラミックス複合材

導電性の分散材としての導電性セラミックス(炭化物、窒化物、ケイ化物)は元素の電気陰性度が低く、共有結合が支配的で電気的には金属の挙動を示す²⁴⁾。

絶縁性セラミックスに金属もしくは導電性セラミックスを添加、複合化して導電性をもたせるためには、通常30vol%以上の導電性付与材を添加することが必要とされる。この場合、表8に示すように金属もしくは導電性付