

セラミックスに被覆した高効率赤外線放射体の高温特性

天野和男 浅井 徹 山田義和

High Temperature Behavior of Infrared Radiator with High Emissivity Rate
in Wide Wave Length Coated on Ceramics

Kazuo AMANO, Tohru ASAI and Yoshikazu YAMADA

プラズマ溶射法、無電解めっき法、およびゾル・ゲル法によりセラミックス基板に高効率赤外線放射体を被覆し、所定温度に加熱した。これらの赤外線分光放射率を間接測定法で測定し、スペクトルおよび全放射率の変化から高温特性を検討した。その結果、次のことが明らかになった。

- 1) Al_2O_3 - TiO_2 系、NiO系およびFeO系の溶射皮膜は、高効率赤外線放射体のスペクトルになった。これらを500°C加熱すると、 Al_2O_3 -40% TiO_2 を除いて全放射率が増加した。しかし、750°C加熱になるといずれも全放射率が低下し始め、1000°C加熱では遠赤外線放射体のスペクトルに近づいた。
- 2) 無電解Ni-Pめっき皮膜は、750°C加熱まで高効率赤外線放射体のスペクトルを維持し、全放射率も約82%を保った。しかし、1000°C加熱では溶射皮膜と同様にスペクトルが著しく変化した。
- 3) ゾル・ゲル法によりコーディエライトに被覆したITO皮膜は、750°C以上に加熱すると全放射率が90%前後の高効率赤外線放射体になった。一方、低温焼成した磁器では1000°C加熱を要した。
- 4) 溶射皮膜やめっき皮膜の全放射率が高温加熱で低下する原因は、X線回折から得られた組織変化の知見からは説明できなかつた。
- 5) 酸化物セラミックス材料の酸素欠損が、高効率赤外線放射体を形成する一つの要因であることが確かめられた。酸素欠損はプラズマ溶射やガス炉焼成で生じたが、電気炉の大気加熱により回復した。一方、アルゴン雰囲気での加熱では酸素欠損の状態が維持された。

1. 緒 言

熱は伝導、対流、放射によって伝播する。このうち、放射は赤外線波長域の振動数をもった電磁波として空間をエネルギー移動する現象であり、放射特性に優れたものは、加熱や乾燥の時間を速める、暖房効果を上げるなどの有効性が認められている。最近では、産業用の発熱体や炉壁の他に、繊維や家電製品にも取上げられるようになった。これらのことから分かるように、赤外線放射体は高温に曝される場合が多く、そのときでも優れた放射特性を維持していることが望まれる。

昨年¹⁾の研究において、アルミナ-チタニア系のプラズマ溶射皮膜は、アルミナにチタニアが2.3%含有しただけで灰黒色になり、赤外線分光放射率の測定を行った波数領域の全体にわたり、一様に高い放射率を維持する高効率赤外線放射体の様相を示した。このスペクトルから算出した500°Cの全放射率は、約78%が得られた。この状況はチタニア含有量を40%まで増しても同じであった。

試みにこれらの試料を1000°Cに加熱し、その後で赤外線分光放射率を測定した。その結果、全放射率の著しい低下が認められたので、赤外線放射体の加熱温度と放射率の関係の詳細に調べた。

2. 実験方法

2.1 高効率赤外線放射体の作製

昨年の成果^{1,2)}に基づいて、各種高効率赤外線放射体をセラミックス基板に被覆した。

2.1.1 プラズマ溶射皮膜

溶射皮膜の作製には、昨年と同じ Al_2O_3 -2.3% TiO_2 、 Al_2O_3 -13% TiO_2 、 Al_2O_3 -40% TiO_2 の3種類のアルミナ-チタニア(Al_2O_3 - TiO_2 系)溶射材料を用いた。しかし、 Al_2O_3 - TiO_2 系は複合材料であり、加熱によって分解や変態などが生じるため、高温における赤外線放射の挙動が複雑になると考えられた。そこで、単一組成の溶射材料として、新たにニッケル酸化物(NiO系)溶射材料(昭和電工³⁾製、ニッケルオキシド、K-130、NiO 98%、粒度45~10 μm)、および鉄酸化物(FeO系)溶射材料(昭和電工⁴⁾製、アイアンオキシド、K-20、 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 98%、粒度63~10 μm)を選定した。これらの原料粉末はいずれも黒褐色であった。

溶射は減圧プラズマ溶射装置で行った。FeO系は、皮膜形成が容易な Al_2O_3 -40% TiO_2 と同じ溶射条件で行うことができた。一方、NiO系は融点が高いため、溶射入熱が大きくなるように溶射条件を設定した。膜厚は約100 μm にした。

基板は、昨年と同じコーディエライトを用いた。溶射法では厚い皮膜が得られるので、基板の材質が赤外線放射率に影響を及ぼすことはない。しかし、皮膜作製の難易にセラミックス基板の材質が及ぼす影響を知るために、一部の基板には焼成温度を変えた磁器を用いた。その結果、コーディエライト基板は、高温で焼成しても多孔質になり、粒子の結合度が高いため、問題なく溶射できた。一方、高温で焼成して緻密になった磁器基板は、溶射条件によっては熱衝撃で割れることがあった。また、同じ磁器基板でも低温で焼成した多孔質のものは、溶射時の高速粒子がサンドブラストと同じ作用をして、溶射皮膜が形成されることなく侵食された。セラミックス基板の材質や焼成条件は、溶射条件とともに重要な因子となる。

2.1.2 無電解めっき皮膜

昨年の研究によれば、コーディエライト基板に施した無電解ニッケル-りん(Ni-P)めっき皮膜が、80%以上の全放射率をもつ高効率赤外線放射体の様相を示したので、無電解Ni-Pめっき皮膜についても高温特性を検討した。

試験片は昨年作製したものをそのまま用いた。このめっきは、一般にみられるめっきと異なり、金属光沢のない黒褐色をしており、基板の表面ではなく多孔質の内部に浸透して形成されていた。めっきのままの組織はX線回折により同定したところ非晶質であったが、色彩からみて酸化物(NiO)を形成した可能性が高い。

2.1.3 ゾル・ゲル皮膜

酸化インジウム-酸化すず(ITO)の薄膜は、赤外線反射膜、透明導電膜として知られている。発熱体などから放射された赤外線を壁面で反射、集中させることもエネルギーの効率良い利用になると考えて、皮膜の作製を試みた。ここでは、金属のアセチルアセトナートから薄膜を製造するゾル・ゲル法を採用した。

文献³⁾を参考に、インジウム化合物として熱分解しやすい硝酸インジウム $[\text{In}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$ を用い、これを有機配位子としてのアセチルアセトン $(\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3)$ に溶解し、インジウムニトリルアセチルアセトナートにした。すず化合物にはアセチルアセトンと硝酸との混合液に金属すずを溶解したものをを用いた。これらの化合物溶液を混合し、アセトンで希釈した。溶液中の固形分の濃度が5wt%になるように、アセトン100mlで希釈したときの配合量を示す。

インジウム化合物: $\text{In}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = 4.09\text{g}$
 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3 = 3.35\text{ml}$
 すず化合物 : $\text{Sn} = 0.065\text{g}$
 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3 = 0.67\text{ml}$
 $\text{HNO}_3 = 0.24\text{ml}$

基板をこの溶液に浸漬して、今回は皮膜の厚さを考慮しなかったので任意の引揚げ速度で取出した。その後、50℃で乾燥し、500℃～1000℃の所定温度で2hr加熱焼成した。この操作を3回繰返した。試験片は薄黄色に着色しており、X線回折の結果、 In_2O_3 の幅広のピークが確認された。

基板には、配合コーディエライトを排泥鑄込み法により

成形して1000℃で焼成したものを用いた。性状は白色の多孔質であり、X線回折により組織を調べたところ、コーディエライトになっていなかった。また、同様に作製した磁器も用いた。

2.1.4 チタン酸アルミ焼成体

プラズマ溶射法で用いた Al_2O_3 -40% TiO_2 は、ほぼチタン酸アルミ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$)組成であり、その皮膜が高効率赤外線放射体の様相を示したことから、チタン酸アルミの焼成体についても赤外線放射特性を調べた。

一つは、ブレード法で50×50×1mmに成形したものを、1300℃の電気炉で焼成した。これは白色であった。

他は、ガス炉を用いて1600℃で焼成した厚さ15mmの板状(鉄分を数%含む)のものを表面と平行に切断して、焼成面と切断面からなる50×50×4mmの試験片を作製した。焼成面は薄い灰色、切断面は濃い灰色であった。

2.2 試料の加熱

作製した各種試料を電気炉で加熱した。500℃、750℃、1000℃の各温度に1時間以上保持した後で取出した。これらの大気加熱の他に、一部の試料は、管状炉を用いてアルゴン雰囲気中で加熱した。

2.3 赤外線放射率の測定

赤外線放射率は、FT-IR装置に積分球反射光学系を取付ける方式で、室温における放射率測定データからキルヒホッフの法則に従って分光放射率を算出する「間接測定法」⁴⁾により求めた。実験結果に示す放射率スペクトルは、全て間接測定法による。

また、測定波長域にわたる500℃の黒体の放射スペクトルと、この黒体放射スペクトルに間接測定法で求めた放射率を掛けて得られる試料の放射スペクトルとの面積比を、500℃における全放射率とした。有効測定波長域は400～6000 cm^{-1} である。プランクの分布図によれば500℃では2500 cm^{-1} 付近に黒体放射のエネルギー密度のピークがあり、この付近の分光放射率が全放射率に大きく寄与する。

3. 実験結果および考察

3.1 高温における赤外線放射特性

3.1.1 アルミナ-チタニア系溶射皮膜

溶射のまま、および電気炉で所定温度に加熱した Al_2O_3 - TiO_2 系溶射皮膜について、赤外線分光放射率を測定した。図1に、代表例として Al_2O_3 -13% TiO_2 溶射皮膜のスペクトルを示す。図には全放射率も記した。

500℃加熱した溶射皮膜は、溶射のままと同様の高効率赤外線放射体のスペクトルを維持し、全放射率が少し増加した。しかし、750℃加熱になると、高波数側でスペクトルの低下がみられ、全放射率も減少した。1000℃加熱ではこの現象が顕著になり、アルミナ溶射皮膜やコーディエライト基板、その他一般のセラミックスにみられる遠赤外線放射体のスペクトルに近づいた。

他の Al_2O_3 - TiO_2 系溶射材料の場合も、加熱によるスペクトルの変化は同様の傾向を示した⁴⁾。それらの加熱温度と全放射率の関係を図2に示す。予想に反して、チタニア

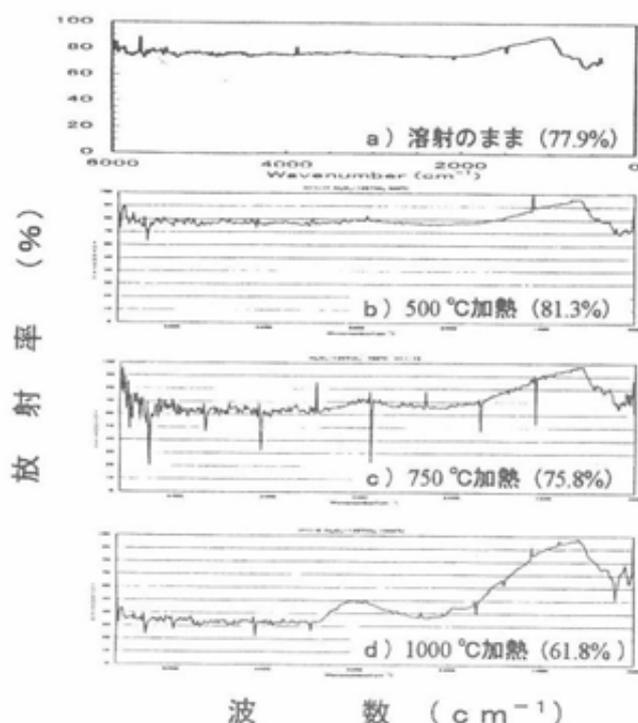


図1 Al_2O_3 -13% TiO_2 溶射皮膜の赤外線分光放射率の加熱変化

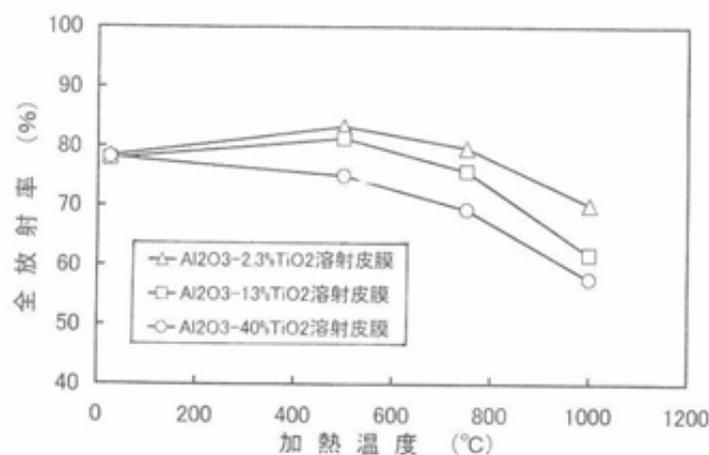


図2 Al_2O_3 - TiO_2 系溶射皮膜の全放射率に及ぼす加熱温度の影響

含有量が多くなるほど、温度変化が著しくなった。特に Al_2O_3 -40% TiO_2 溶射皮膜は、他の皮膜の全放射率が500°C加熱で一度増加しその後減少するのに対して、加熱温度の上昇とともに減少した。

昨年の測定結果では、チタニア含有量がゼロのアルミナ単体の溶射皮膜は全放射率が低かったことから、チタニア添加が赤外線放射特性に及ぼす影響は、添加量に比例するような単純な現象でないことが分かる。

溶射皮膜の色彩は、いずれも加熱温度の上昇にともない黒灰色から灰色になり、1000°C加熱ではチタニア含有量が多くなると黄土色になった。このとき皮膜は細かい亀裂が入り、部分的な剥離を生じた。このため実用的には750°C加熱が限界であった。

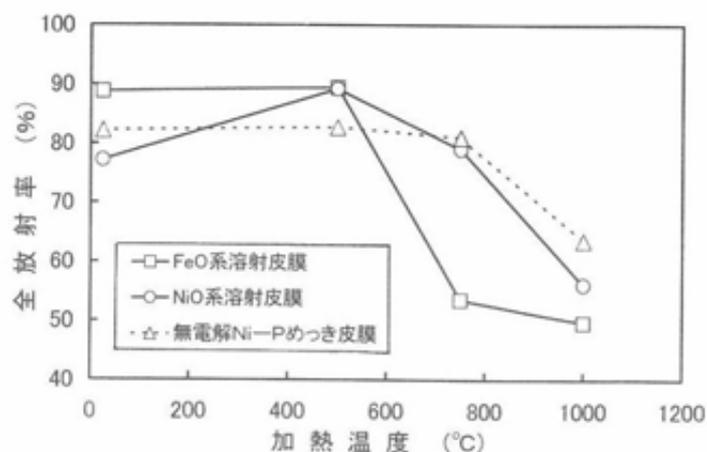


図3 各種皮膜の全放射率に及ぼす加熱温度の影響

3.1.2 ニッケル酸化物系および鉄酸化物系溶射皮膜

NiO 系および FeO 系溶射皮膜についても同様に赤外線分光放射率を測定した。図3に、両者の全放射率と加熱温度の関係を示す。

NiO 系溶射皮膜の場合、溶射のままは、測定範囲の低波数側でスペクトルになだらかな低下がみられたが、高効率赤外線放射体の様相を示し、全放射率が約77%であった。これを500°C加熱すると、ほぼ全波数領域にわたり放射率が90%前後の一定の値になった。しかし、750°C加熱になると、スペクトルが高波数側で低下するようになり、さらに1000°C加熱すると、遠赤外線放射体と変わらないスペクトルになった。

FeO 系溶射皮膜のスペクトルは、溶射のままおよび500°C加熱ともに、測定範囲の全域で90%前後の放射率になり、優れた高効率赤外線放射体の様相を示した。しかし、それ以上の加熱温度では NiO 系よりも著しく放射率が低下した。

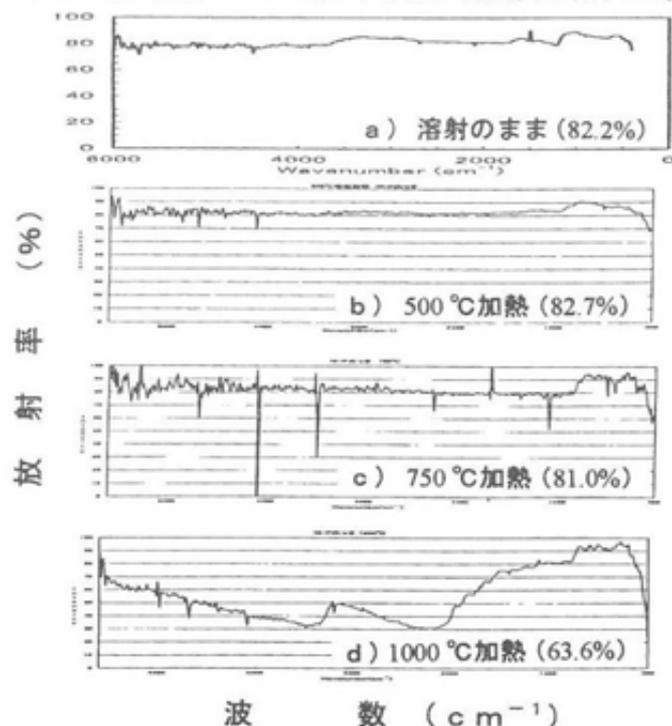


図4 無電解Ni-Pめっき皮膜の赤外線分光放射率の加熱変化

図2の $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 系と比較すると、NiO系とFeO系のいずれも 500°C 加熱で高い全放射率が得られるが、 1000°C 加熱では減少の著しいことが分かる。溶射皮膜の色彩は、NiO系、FeO系ともに原料粉末とあまり変わらない黒褐色であり、 1000°C に加熱してもそれほど変化がなかった。

3.1.3 無電解ニッケル-りんめっき皮膜

無電解Ni-Pめっき皮膜についても、加熱による赤外線分光放射率の変化を調べた。図4に測定結果を示す。

無電解Ni-Pめっき皮膜の場合は、 750°C 加熱まで高効率赤外線放射体のスペクトルを示し、80%以上の全放射率が保たれている。しかし、 1000°C 加熱では溶射皮膜と同程度に、高波数側で放射率が低下した。図3に全放射率と加熱温度の関係を併記した。

黒褐色のめっき皮膜は、 750°C 加熱までその色彩に変化がなかったが、 1000°C 加熱では濃灰緑色に著しく変色した。これはニッケル酸化物(NiO)の色彩である。

3.1.4 ゾル・ゲル法によるITO皮膜

コーディエライト基材に被覆したITO皮膜について、加熱温度による赤外線分光放射率スペクトルの変化を図5に示す。

当初、ITO皮膜は赤外線反射体としての機能を考えていた。事実、市販のガラスに被覆したITO皮膜を同様に測定したところ、スペクトルは測定範囲の全波数領域を低い放射率のなだらかな曲線で推移し、全放射率は20.4%が得られた。これは良好な赤外線反射体である。

これに対して、図5をみると、被覆のままは単に溶液に浸漬しただけなので、基板とほとんど変わらない、 3500 cm^{-1} 付近に盛上がりのあるスペクトルである。しかし、 500°C 加熱ではゾル・ゲル反応が進行し、そのためスペク

トルの変化が始まっている。 3500 cm^{-1} 付近の盛上がりが少なくなって全放射率は低下するが、高波数側の分光放射率が高くなる傾向がみられる。そして、 750°C 加熱になると、スペクトルはなだらかな曲線を描き、高効率赤外線放射体の様相を示すようになり、全放射率が90%を越えた。 1000°C 加熱でもこの傾向は保たれている。これらの皮膜は、いずれの加熱温度でも被覆のままと同じ薄黄色であった。

図6に加熱温度と全放射率の関係を示す。図には磁器基板についての測定結果も記した。ここで用いた磁器基板も

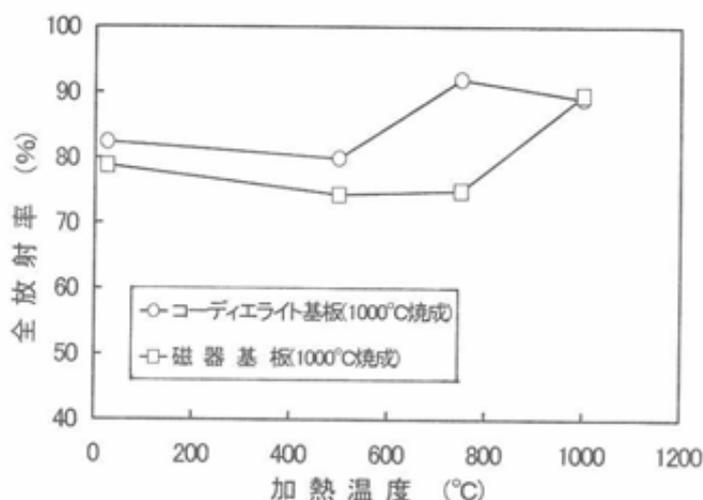


図6 ITOゾル・ゲル皮膜の全放射率に及ぼす加熱温度の影響

焼成温度が 1000°C のため多孔質であったが、全放射率が90%を越えたのは 1000°C 加熱のときであった。基板によってより高温に加熱しないと高効率赤外線放射体にならない原因は不明であるが、ITO皮膜は一度高温焼成すれば高温環境で使用しても良好な放射率を保つことが分かる。

3.2 高効率赤外線放射体を形成する要因

3.2.1 皮膜組織との関係

加熱による赤外線放射率の変化が皮膜組織と関係あるか、X線回折により調べた。

図7に、溶射のまま、 500°C 加熱、および 1000°C 加熱における $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-13}\%\text{TiO}_2$ 溶射皮膜のX線回折チャートを示す。 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 系の原料粉末は、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ とチタン酸アルミ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$)から成る。溶射のまま(図7a)は、溶射粒子が熔融状態から急冷されるため、多量の $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ が残留する。また結晶ひずみが大きくなり各ピーク強度が低い。ただし、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-2.3}\%\text{TiO}_2$ はチタニア含有量が少ないので、 $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$ のピークはほとんど現れず、一方、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40}\%\text{TiO}_2$ はほぼ $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$ 組織であった。 500°C 加熱(図7b)までは回折ピークにほとんど変化が認められなかった。しかし、 1000°C 加熱(図7c)では、 $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiO}_2$ の一部が分解して TiO_2 を生成し、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ は消失し、結晶粒が成長したためか各ピーク強度は強くなった。この傾向は、いずれの $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 系試料でも同じであった。

NiO系、FeO系溶射皮膜および無電解Ni-Pめっき皮膜に

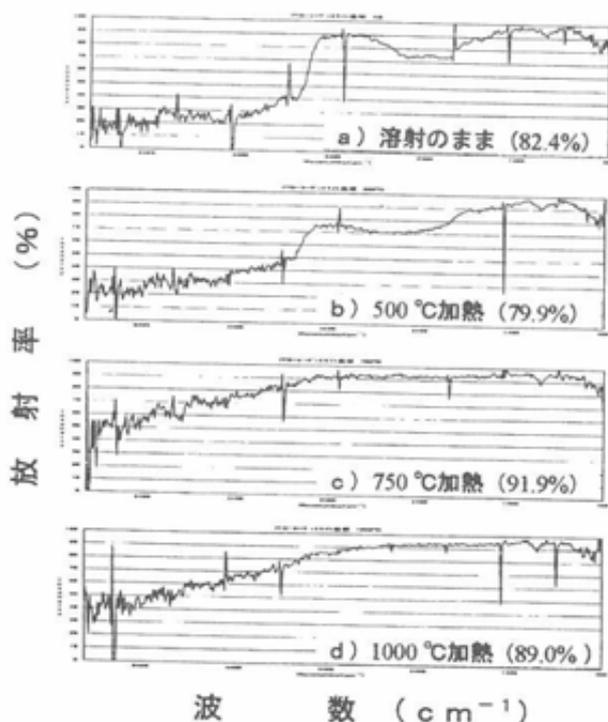


図5 ITOゾル・ゲル皮膜の赤外線分光放射率の加熱変化(コーディエライト基板)

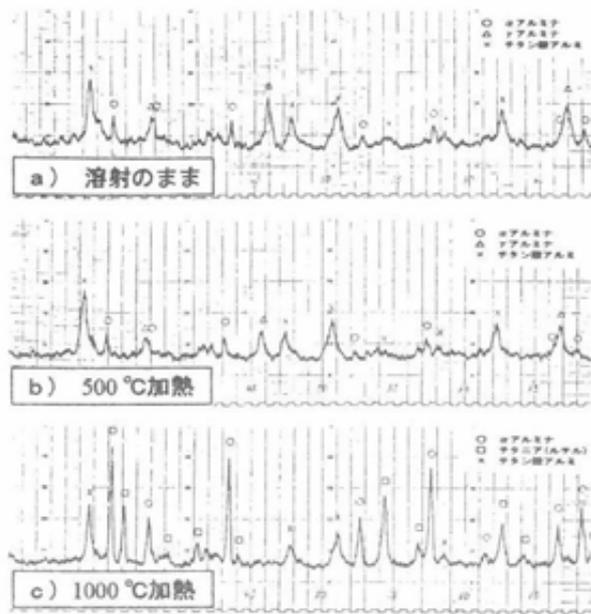


図7 Al_2O_3 -13% TiO_2 放射皮膜のX線回折の加熱変化

についても検討した。

NiO 系溶射皮膜の原料粉末は NiO 単独であったが、溶射のままの皮膜には NiO の他に不明のピークもみられた。500°C加熱は溶射のままとほとんど同じであったが、1000°C加熱では NiO のみになり、そのピーク強度は著しく大きくなった。

FeO 系溶射皮膜の原料粉末は FeO (Wuestite)と Fe_2O_3 (Maghemite: $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$)の混合体であったが、溶射のままの皮膜は Fe_2O_3 (Maghemite)のみになった。これが500°C加熱で Fe_2O_3 (Maghemite)と Fe_3O_4 (Hematite)が混在する組織になり、1000°C加熱ではすべて Fe_3O_4 (Hematite)に変化した。 FeO 系溶射皮膜は加熱によって組織が変化した。

無電解 Ni-P めっき皮膜の場合、めっきのままではコーディエライト基板のピークのみがみられ、皮膜はアモルファスであった。500°C加熱により結晶化が起こり、 NiO と Ni_3P のピークが現れた。1000°C加熱になると、 Ni_3P が消失して、新たに組織不明のピークが現れた。また、結晶化の進行あるいは大気による高温酸化により NiO のピーク強度は鮮明に大きくなった。

このように、溶射皮膜の組織は、皮膜の種類によりそれぞれ異なった加熱変化をした。また、めっき皮膜は、結晶構造がアモルファスから結晶に変化した。しかし、図2や図3にみられたように加熱による全放射率の変化は同じような挙動で推移しており、組織の変化からは説明できない。

3.2.2 酸素欠損との関係

3.2.2.1 加熱雰囲気の影響

チタニアは高温の還元性雰囲気には保持すると、 TiO_{2-x} で示される酸素欠損の状態が容易に生じ、導電性を帯び、色彩が変化することが知られている。一方、チタン酸アルミでも同様の現象がみられた。

1300°Cの電気炉で焼成したチタン酸アルミは白色であっ

た。この赤外線分光放射率を測定すると、典型的な遠赤外線放射体のスペクトルを示し、全放射率は約50%が得られた。これに対して、1600°Cのガス炉で焼成したものは、焼成面は薄い灰色になり、切断面は著しく濃い灰色になった。ただし、両面のX線回折の測定結果に差異はなかった。この赤外線分光放射率はいずれも高波数側が高くなり、全放射率は約75%になった。炭化水素系の燃料による焼成は、バーナー部で大気の酸素を消費するので、炉内は無酸素状態になり、チタン酸アルミ組成に酸素欠損が生じたことが考えられる。

この1600°C焼成体を500°C、750°C、1000°Cの各温度に電気炉で大気加熱したときの全放射率の変化を図8に◇印で示す。加熱温度の上昇とともに全放射率が低下し、スペクトルも1300°C焼成体(△印)にみられた遠赤外線放射体の状態に近づいた。

つぎに、同じ焼成体をアルゴン雰囲気での電気炉で750°C加熱した。全放射率は、図8の◆印に示すように、加熱前の1600°C焼成体とほとんど変わらないことが分かる。そのときのスペクトルは、むしろなだらかな曲線になり高波数側の放射率が増加していた。

参考に、 Al_2O_3 -40% TiO_2 溶射皮膜を同様にアルゴン雰囲気中で500°C加熱した。測定結果を図8に●印で示す。その全放射率とスペクトルは、溶射のまま(○印、図2参照)より増加し、なだらかになった。

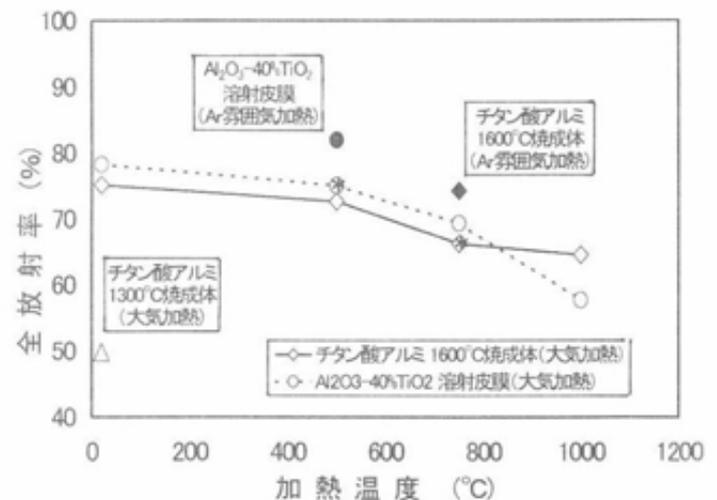


図8 チタン酸アルミ組成材料の全放射率に及ぼす加熱温度および雰囲気の影響

このように赤外線分光放射率は、加熱温度によって変化したのではなく、その温度における雰囲気の酸素分圧に応じて決まる材料の酸素欠損の状態に支配されると推定される。したがって、不活性なアルゴン雰囲気よりも強還元性の水素雰囲気中で加熱すれば、同じ加熱温度でも全放射率はさらに増加することが予想される。

3.2.2.2 プラズマ溶射の影響

ほぼチタン酸アルミ組成の Al_2O_3 -40% TiO_2 溶射材料は、実験に用いたものは黒色であり、このプラズマ溶射皮膜は前述のように全放射率約78%の高効率赤外線放射体の様相

を示した。プラズマ溶射は原料粉末をアルゴンプラズマジェットに投入して加熱する。この雰囲気は大気を遮断し、飛行粒子を活性化させて、容易に酸素欠損を誘導することが考えられる。

図9に、 Al_2O_3 -40% TiO_2 の原料粉末、溶射皮膜、および原料粉末を電気炉で1000℃加熱したものの溶射皮膜について、熱天びん試験を大気加熱で行ったときの測定結果を示す。なお、電気炉で1000℃加熱した原料粉末は黄土色になり、熱天びん試験の質量変化が認められなかったため、これを測定のパックグラウンドにした。

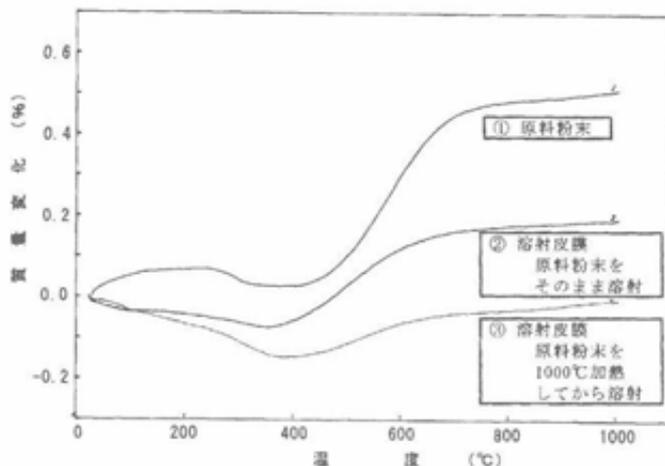


図9 Al_2O_3 -40% TiO_2 溶射材料の熱天びん試験結果

原料粉末①は400℃前後から質量の著しい増加がみられる。 Al_2O_3 - TiO_2 系は酸化物セラミックスであり、大気加熱しても酸化反応は生じないので、製造工程で酸素欠損の状態になり、そのため黒色になったと推定される。溶射皮膜②も、原料粉末ほどではないが、同様に酸素欠損の状態にあることが分かる。原料粉末を電気炉で1000℃加熱したものは酸素欠損を回復していたが、この粉末を用いた溶射皮膜③は、明らかに酸素欠損を生じている。

NiO 系溶射材料の場合、原料粉末には質量変化がみられなかったが、溶射皮膜は500℃を越えると質量の増加が認められたことから、溶射によりやはり酸素欠損の状態になったことが分かる。

FeO 系溶射材料は FeO と Fe_2O_3 が共存するので、原料粉末の熱天びん試験では FeO の酸化による質量増加が著しかった。一方、溶射皮膜は、加熱すると Fe_2O_3 組成の結晶構造が変化するためか、熱天びん試験の結果も複雑になり、単純に酸素欠損を比較することはできなかった。

セラミックスは、プラズマ溶射すると種類により酸素欠損を生ずることが明らかになった。その場合、溶射したままの皮膜は高効率赤外線放射体の様相を示し、大気加熱すると酸素欠損が解消して通常の遠赤外線放射体になった。このことから、セラミックスの酸素欠損は赤外線放射に影響を及ぼすといえる。ただし、図2にみられたように、チタニア含有量が少ないほど高温で安定であることとの関係は不明である。

4. まとめ

セラミックス基板に被覆した高効率赤外線放射体の高温特性を調べた。

プラズマ溶射法、無電解めっき法により作製した赤外線放射体は、概して黒褐色をしたものが高効率赤外線放射体になり、これらを電気炉で高温加熱すると色彩が変化し、一般的な遠赤外線放射体に近づいた。

プラズマ溶射皮膜の場合、熱天びん試験やアルゴン雰囲気加熱試験の結果から、酸化物セラミックスの種類によって皮膜組織に酸素欠損が発生することが明らかになった。それが赤外線分光放射率の高波数側の放射率を増加させ、また、大気加熱して酸素欠損が解消すると、材料本来の遠赤外線放射体に戻ることが推定された。

無電解めっき皮膜の場合も、高温特性は溶射皮膜と同様の挙動をした。めっき析出物は、アモルファスのためX線回折では明らかにできなかったが、色彩を考慮すると酸化物であった可能性が高い。加熱の過程でアモルファスから結晶化、さらに結晶成長と変化して、明確な酸化物を形成したが、これらは赤外線放射特性の変化と関係がなかった。

ITOは、導電性透明膜、赤外線反射膜になると言われている。しかし、ゾル・ゲル法によりセラミックスに被覆したものは、高温に加熱すると、期せずして高効率赤外線放射体のスペクトルになり、90%前後の全放射率が得られた。予め高温加熱しておけば、高温環境でも安定した高効率赤外線放射体として使用できる。

高効率赤外線放射体は様々な作製方法で形成することが可能であり、それらは高温特性が異なるので、使用目的に応じて選択すれば、応用範囲も広がると考えられる。

付 記

本研究は、平成12年度先端技術共同研究推進事業として、(財)ファインセラミックスセンターとの共同研究で実施したものである。

文 献

- 1) 天野和男、丹羽智子、山田義和、愛知県瀬戸窯業技術センター報告、29、15-20(2000)
- 2) (財)ファインセラミックスセンター、愛知県瀬戸窯業技術センター、「愛知県平成11年度先端技術共同研究推進事業補助、平成11年度高効率赤外線放射体の開発、成果報告書」
- 3) 荻原 覚、衣川清重、窯業協会誌、90(4)、9-15(1982)
- 4) (財)ファインセラミックスセンター、愛知県瀬戸窯業技術センター、「愛知県平成12年度先端技術共同研究推進事業補助、平成12年度高効率赤外線放射体の開発、成果報告書」