

1. はじめに

Ti₃Alは高比強度耐熱材料として現在実用域に達している材料である。しかし、800 以上になると酸化するため、耐酸化性に問題がある。TiAl₃のようにAlを多く含む化合物は、Ti₃Alより優れた耐酸化性を有しているが室温では非常に脆いという欠点があり、現在実用段階には至ってはいない。そこで、Ti₃AlにTiAl₃皮膜を形成すれば、Ti₃Alの耐酸化性を向上することができると考えられる。昨年の研究で、気体輸送法を500h行い、Ti₃Al基材表面にTiAl₃皮膜を形成させることに成功し、酸化試験においてもTiの酸化が抑えられ、耐酸化性を向上することができた。しかし、皮膜の厚さも不均一で試料の重量増加は60%にもなり、Tiの高比強度という特徴が損なわれてしまうため緻密で薄い皮膜の形成が必要である。

本研究では気体輸送法によりTiAl₃皮膜の形成される条件および皮膜の制御および耐酸化性について詳細に検討することを目的とした。

2. 実験方法

本研究の気体輸送法は、AlとNH₄Clを加熱することによりAlCl₃ガスを発生させ、Ti₃Al基材の表面からAlを内部に拡散浸透させる方法である。

基材には純度 99.5% のスポンジTi、純度 99.9999% のAl線材を原料に用いてTi₃Alの組成で30gになるよう秤量し、アーク溶解を行い、インゴットを作製した。インゴットを精密切断機で厚さ1mmで1cm角程度に切断し、回転研磨機で表面を研磨した後、超音波洗浄したものをを用いた。切断後の試料をX線回折した結果、試料がTi₃Alであると認められた。蒸発源には長さ3.4cmのアルミナポートに、純Al小片を数gとNH₄Clを数10mg混合し、アルミ箔で包んだものを用いて、基材を蒸発源のポートの端から両側に3cm間隔で2つずつ設置した。基材の間隔を固定するためにTiワイヤーでつないだものを用意した。一方が閉端の内径1.6cm、長さ1mのアルミナ管にTiワイヤーで固定した蒸発源と基材を入れ、高真空用ワックスと石英管を用いて10⁻³Paで真空封入したものをを用意した。電気炉を用いて800 前後で蒸発源と基材に数～数10 の温度差をつけて168h、240h、310hそれぞれ投入し、気体輸送法を行った後、900 、1000 で酸化試験を行った。酸化試験は1h、4h、25h、100h毎ごとに電気炉から取り出し重量の測定を行った。100h後の試料については表面および断面のX線回折を行った。

3. 実験結果および考察

気体輸送法を168h行った結果、皮膜を形成することはできたが薄く重量増加はほとんど見られなかった。X線回折で表面を調べた結果、耐酸化性に優れているTiAl₃の組成は認められず、TiAlの皮膜であった。240h行った結果、蒸発源に近い2つの基材は20%の重量増加()で、両端の基材は0.5%()と3%の増加であった。X線回折の結果、20%重量増加した試料で、TiAl₃の組成が認められた。310h行った結果、蒸発源に近いほうから順に35%と8%の増加の皮膜が形成されていた。X線回折の結果、すべてTiAl₃の組成が認められた。いずれの皮膜も均一な厚さであった。

900 および1000 で100hまでの酸化試験における時間と重量変化率の関係を図1に示す。Al被覆168hと240hの試料は皮膜の形成が薄く、重量が著しく増加した。Al被覆310hと240hの試料はそれぞれ2.5%と1.7%の重量増加に留まった。X線回折をしたところ表面にはTiO₂とAl₂O₃が認められたが、内部はTiAl₃とTi₃Alであり、酸化物は確認されなかった。これらのことから、Al被覆により重量増加が20%以上であると耐酸化性が向上すると考えられる。

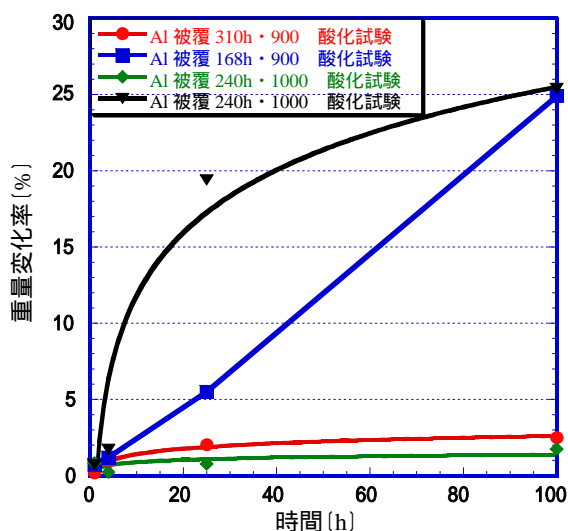


図1 900 および1000 酸化試験における重量

4. おわりに

気体輸送法によってTi₃Al表面に耐酸化性皮膜を形成させ、被覆時間によって皮膜の厚さを制御することができた。TiAl₃の形成に必要な試料の重量増加は、昨年度の60%から20%まで抑えられ、厚さが均一で外観も良い皮膜を形成でき、耐酸化性も同等の性能を示した。