

機能性材料を被覆したシラスバルーンの開発

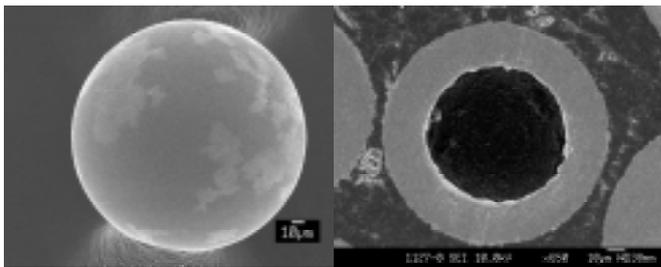
電子部 上 藺剛, 尾前宏
 素材開発部 袖山研一

1. はじめに

当センターでは、平成11年度からNASDA(宇宙開発事業団 現:JAXA 宇宙航空研究開発機構)と「三次元可視化法用トレーサの開発」のテーマで共同研究を行ってきた。この研究をとおして、シラスバルーンに金属を被覆した微小で、中空の、真球度の高い、表面の滑らかなMMB(マイクロ・メタル・バルーン)を開発し、県単独特許を2件出願した。本稿では開発したMMBに関して、膜厚の制御、芯材のシラスバルーン真球化、低温発泡について検討した。

2. MMBの概要

MMBは、シラスやシラスバルーンにめっき等の手法を用いて金属を被覆し、ある条件で加熱し真球状に発泡させた物である。その特徴は微小で、中空で、真球度が高く、表面が滑らかであることがあげられる。MMBの外観写真、断面写真を図1に、製造プロセスを図2に示す。



a)外観写真 b)断面写真

図1 MMBのSEM像

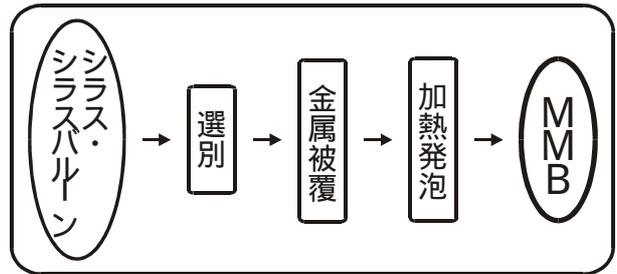


図2 製造プロセス

3. 膜厚の制御

直径約1mmのシラスバルーンを用いて、その投入量を2g、4g、8gと可変し、膜厚の変化を調べた。芯材投入量と回収率、析出効率の関係を図3に示す。いずれの実験においても、めっき液を構成する試薬の使用量を同じにしたため、金属の析出量はほぼ同じ値となった。また、実析出量と試薬の分子量、使用量、組成評価によるリン濃度(16wt%)をもとに計算した値を比較すると、析出効率はどれも90%程度と高い値を示した。また本実験で用いた芯材は、直径約1mmと大きいため、写真撮影による粒子個数の計数が可能であったことから、析出量より膜厚を計算した。析出量を個体数で割り単位析出量を求め、これを比重で割り単位析出体積を求め、直径が1mmの芯材の場合の膜厚を算出した。理論値と実測値の比較を図4に示す。いずれの実験においても、理論値とほぼ同等の結果が得られた。

以上より、投入シラスバルーンの量が変化しても、全体の析出

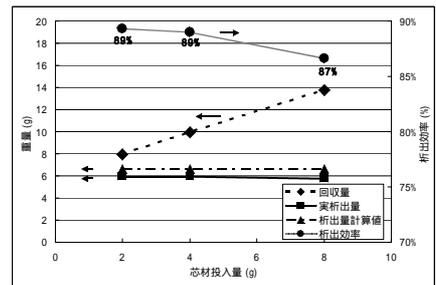


図3 回収率と析出効率

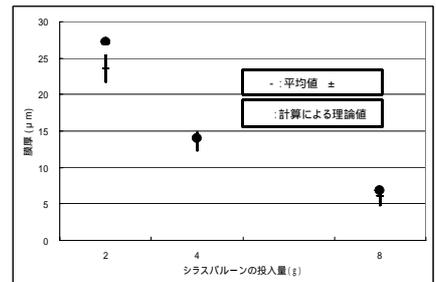


図4 膜厚の計算値と実測値

量はほとんど変わらず，試薬の使用量にのみ依存し，膜厚は1条件の実測値より計算によって制御することが可能であることがわかった。

4. シラスバルーンの真球化

加熱による形状の変化量はそれほど大きくないため，芯材となるシラスバルーンはできるだけ真球状であることが望ましい。シラスバルーンの実球化は，原料のシラスの水分調整が有効であることは様々な文献で述べられている。そこで，吉田シラスと加久藤シラスについて，200 30 分の予備加熱により水分調整を行い，媒体流動床炉で発泡試験を行った。

実験の結果，いずれの試料でも真球状シラスバルーンが多く含有していることを確認した。加久藤シラスを用いた実験結果を図5に示す。シラスバルーンの表面に観察時に使用したリング照明が写り込んでいる。この形が円形であるほど真球状であるといえる。通常は発泡源となる水分が，シラス全体に分散しているため多泡体の歪な形になるが，水分調整により表層の水分が揮発し発泡源が少なくなり，また発泡源が中心部に集中することで単泡体のきれいな球体になると考えられる。



a)水分未調整のシラスバルーン



b)水分調整したシラスバルーン

図5 水分調整による真球度の違い

5. 低温発泡

現在，真球化のための加熱装置は，図6に示す貫通型の縦型電気炉を用いている。めっきしたバルーンをこの中に投入し，加熱帯を通過させることで発泡させている。この方法では 設定温度が高い 空間が広く加熱帯に温度ムラがある 炉壁へ融着する等の理由で歩留まりが高くない。ここで，本来の発泡温度を，顕微鏡等でのリアルタイム観察が可能な小型ステージ加熱装置で評価した結果，600 ~ 800 で発泡することを確認した。サンプルはニッケルを被覆したシラスバルーンである。縦型電気炉を用いた場合は1000 以上の設定温度であったことを考えると非常に効率的である。またこの温度では金属の溶融を伴わないため，融着が起こらず，回収率が向上する。現在，低温発泡を可能とする連続投入可能な装置の検討を行っている。

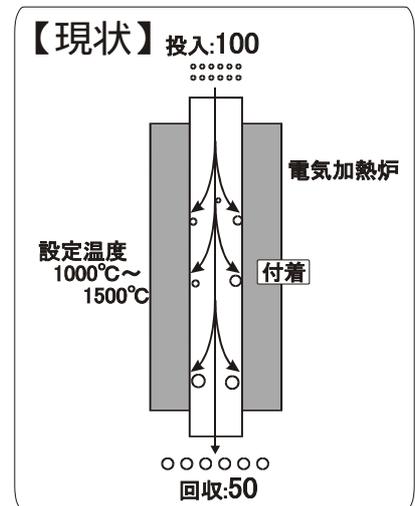


図6 従来の加熱工程

6. おわりに

膜厚制御，シラスバルーンの実球化，低温発泡による効率化などMMBを効率的に製造する手法を徐々に確立してきた。今後は，微小化，効率的な低温発泡，強度に関する研究を進め，MMBの特徴を生かした新たな用途についての検討を進める。