高周波誘導熱プラズマ技術を用いた粉末改質法

The powdered reforming method using the Radio-Frequency induction thermal plasmas technology.

日本電子株式会社　°小牧　久，横山　卓司，高島 徹
JEOL Ltd.　°Hisashi Komaki, Takashi Yokoyama, Tohru Takashima
E-mail: komaki@jeol.co.jp

【緒言】

高周波誘導熱プラズマ技術は、溶射法など 100 年以上の歴史のある直流プラズマと異なり、約 60 年程度と比較的歴史が浅く、メジャーとして生産に使用されているのが限定的であり、唯一弊社が販売したエンドユーザーの一部に限られている。

しかしながら近年、今まで通りの製法で利益を上げていた企業は、単純な製造法ほど敷地や人件費が桁違いに安価な海外メーカーに勝てず、数年後の存続に掛けて安堵になれない危機感を抱いている。

そこで、高周波誘導熱プラズマが保つメリット或いはデメリットを鑑みた上で他社ではできない創造的ノウハウを得ようと懸命に未来を切り開こうとしている。

本発表は、公開出来る範囲で本技術を用いた粉末改質結果について報告し、少しでも未来への新素材創生に役立てて頂けることを願う。

【高周波誘導熱プラズマ技術と特長】

Fig.1 に示すように高周波誘導熱プラズマは、絶縁管の回りに巻いたコイルに高周波電流を流すことで交番磁界及び誘電電界が発生、この電界により管内空間の電子が加速され気体分子に衝突し電離が生じる。

連続的な高周波エネルギーの供給により常に電子からガス粒子へエネルギーが交換され、熱プラズマが維持される。

管壁とプラズマ表面には境界層を保ち、小さな太陽のように空間に浮く。この熱プラズマは、局所的に約 1 万 K にも達し、体積が大きく流速が約十数 m/s もの低速な超高温化学反応場を形成する。酸化、還元、窒化、炭化等を目的として、熱プラズマの上部から原料を入れ込み、蒸発或いは溶融、化学反応を経て急冷中の過飽和により核生成が生じ、ナノ粒子や球状化粒子を得ることができる。

この特異的な超高温急冷過程によって、他手法では得られない高純度環境下での新素材創生が期待できる。

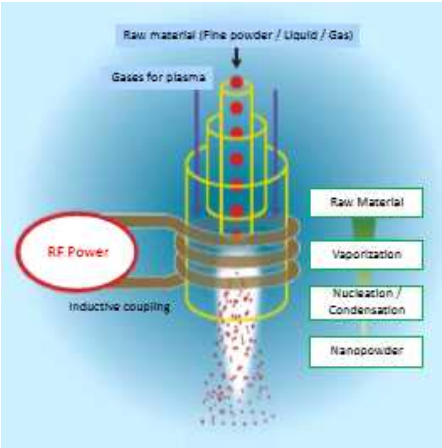

Fig.1 Powdered reforming procedure using the Radio-Frequency induction thermal plasmas.

【実施例】

Fig.2 に、コアとなる数 μm のニッケル(Ni)の回りに、炭化水素系ガスによるカーボン(C)をシェルさせた例を示す。ニッケルは電極材や磁性材、水素、貯蔵合金用途で知られているが、ナノ化すると自己発火する活性化の高い物質である。

この遷移金属であるニッケル粉末は、空気中の酸素や水分などによって不動態皮膜(酸化物)で覆われ、そのままでは磁性力低下など性能を著しく劣化をさせてしまう。

これを高純度環境が得られる熱プラズマによって、表面の酸化層を取り除き、その後カーボンで被覆してしまうことで、本来のニッケルとしての性質を堅持させることが期待できる。

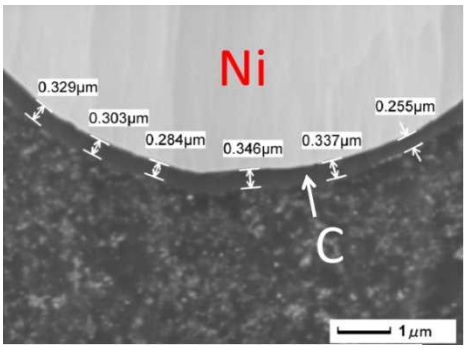

Fig.2 Nickel particle is covered with carbon.

© 2020年 応用物理学会