

平成15年度 産学共同研究事業成果報告書

研究事業名	パルス細線放電を用いたナノ粒子作製装置の研究開発事業		
事業者	パルスパワー応用研究会 代表 関 和夫 (長岡市鉄工町2-5-46 (有)長岡化工機)		
実施体制	産 有限会社長岡化工機	代表取締役	関 和夫
	有限会社東洋機械製作所	代表取締役	木村 重夫
	学 長岡技術科学大学	センター長・教授	八井 淨
	極限エネルギー密度工学研究センター		

目的

パルス細線放電によるナノ粒子作製法が長岡技術科学大学極限エネルギー密度工学センター(以下、長岡技術科学大学)の八井教授を中心としたスタッフにより開発され、遷移金属ナノ粒子に有機物を高速被膜する技術シーズを確立した。これにより、酸化しやすい金属ナノ粒子を大気中で取り扱えるうえに、電子部品、基板など、IT機器の大幅な小型化・高速度化に必要な基盤技術が構築された(特願2002-275947)。この研究は、これまで小規模な成膜チャンバーを用いて遂行されてきたため、ナノ粒子の収量が限られていた。パルス細線放電法によるナノ粒子作製の実用化のためには、連続放電機能を有した新たな大型チャンバーが必要であり、この設計・開発・製作およびこれを用いた予備実験を行うことを目的とした。

ナノ粒子作製法を研究室レベルから工業レベルにシフトする前段階としての細線の連続供給、連続放電可能とする装置の開発。また、絶対真空から加圧ガスを封入した雰囲気内に耐え得る容器(チャンバー)の設計・製作。細線放電により作製されたナノ粒子の回収容器等の設計・製作。そして、それらをユニット化し、実証実験による成果を導き出す。

1. 予備実験結果

加圧雰囲気による気密性保持の確認を行い、0.98Mpa(10気圧)で30分以上の保持に成功した。



2. 装置性能実験

6気圧までの圧力で、Cu超微粒子の作製を行った。実験条件は表1の通りである。

表1 実験条件

Wire	Cu: ϕ 0.25 mm \times 50 mm
Energy of evaporation	136 J
Capacitor	20 μ F
Charging voltage	6 kV
Charging energy	360 J
Ambient gas	N ₂
Ambient pressure	0.04, 0.1, 0.6 MPa

放電中の写真を図1に示す。細線にパルス通電され、放電が起こっていることが分かった。

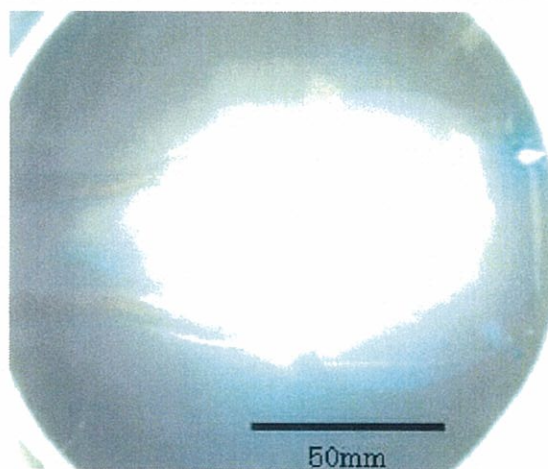


図1 放電中のCu細線の写真

内容

この走査型電子顕微鏡写真を図2に示す。Cu超微粒子の作製に成功した。よって本事業で開発したものは、我々の知る限り、1気圧より高い圧力下で超微粒子を作製できる世界初のパルス細線放電装置である。圧力をあげることにより、粒径が大きくなっていることが判明した。

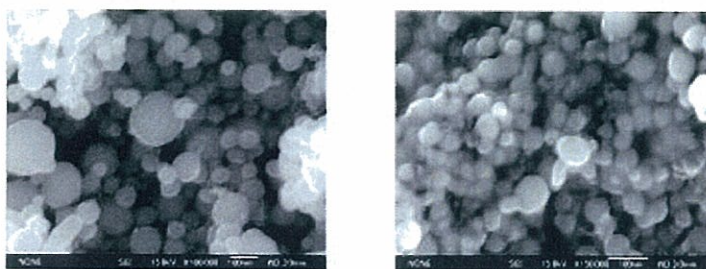


図2 Cu超微粒子の走査型電子顕微鏡写真
(左: 作製圧力6気圧、右: 作製圧力: 0.4気圧)

図3にCu超微粒子のX線回折図形を示す。全てのピーク位置はCuのそれと一致した。一方、酸化物のピークは見られなかった。以上より、6気圧で酸化していないCu超微粒子が作製できたことが判明した。

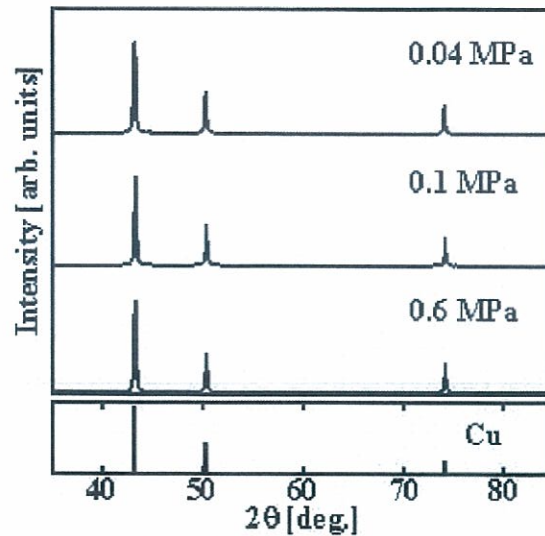


図3 Cu超微粒子のX線回折図形
(0.04MPa:0.4気圧、0.1MPa:1気圧、0.6MPa:6気圧)



《試作装置全景》

事業成果
(効果、今後の
課題等)

本事業の発足により金属ナノ粒子製造装置用試作装置が完成した。前述の如く、この装置を活用することにより、サブ μm サイズの微粒子の量産が可能であることを実証した。これにより、電子機器の小型化、高性能化のための材料製造技術革新の確立に成功した。

また、本装置試作途中にも係らず、県内企業からの装置購入の打診があり、本事業への注目度の高さを認識した。

今後、本試作機を用い実証実験を重ね、機能上の問題を明確にし、随時解決する予定であるが、現状においてはプラズマ発生電極部の構造の改造を長岡技術科学大学から求められている。

備考

本装置を用いたパルス細線放電によるナノ粒子作製法の実証論文は平成16年10月に韓国で開催される国際会議(International Symposium on Pulsed Power and Plasma Applications 2004)で発表される運びとなっている。