



東北大学



報道関係者 各位

平成 25 年 1 月 25 日
国立大学法人東北大学
国立大学法人岩手大学
ハード工業有限会社

世界初の高速燃焼炎を用いたアトマイズ装置の開発

【研究概要】

東北大学は、高速燃焼炎を用いたアトマイズ装置の開発をハード工業有限会社（青森県八戸市・社長山形琢一）と共同開発し、更に安定した燃焼と酸化の抑制を実現するため岩手大学の協力を得て鉄基のアモルファス粉末の製造に特化した世界初のアトマイズ法の開発に成功しました。共同開発した複数の技術について、東北大学、岩手大学そしてハード工業有限会社との共同出願で特許を申請しております。

【研究背景と経緯】

現在、合金粉末を作製する目的で使用されているアトマイズ方法としては、アトマイズの作動流体としてガスを用いるガスアトマイズ法と水を用いる水アトマイズ法に分類されます。アトマイズに必要な高速の作動流体を得るため前者は高圧ガスを用い、法的な安全規制が厳しく、後者は高圧水を用いるため高価な高圧水ポンプが必要となります。このように厳しい法規制や高額な設備投資を必要としない、安価な製造方法として、我々は高速燃焼炎を用いるアトマイズ法の開発を行って来ました。高速燃焼炎の基本構造は HVAF と称されるもので、燃料には安価な灯油を用いています。高速燃焼炎のスピードは秒速 1600m 程度、燃焼炎の温度は 1600℃程度と推察され、高温で効果的なアトマイズの実現が期待できます。

アトマイズ法の原理として、相対速度の極めて大きい作動流体による熔融金属の引延しと表面張力による切断の行程があります。これらの行程を効果的に起こすためには表面張力と粘性が小さいことが重要であり、熔融金属が高温である方が適しています。しかしながら、一般のガスアトマイズおよび水アトマイズ法では作動流体が高温ではないためアトマイズ温度の温度低下が問題となり十分な微粉化を促進す

ることが出来ませんでした。このため、従来方法では十分な微粉化を実現するために溶融金属の温度を過剰に上昇させるしかなく、耐火材の寿命や操作の安全面に問題がありました。高速燃焼炎を利用したアトマイズ法は、溶融金属を十分に高温で維持したままアトマイズが出来るため原理的に微粉末の作製に向いており、シングルミクロンの球状粉を安価に製造することが可能になるものと期待しております。

【研究内容と今後の展開】

今回開発した高速燃焼炎を用いたアトマイズ装置は、複数の燃焼器を用いたタイプと環状燃焼器を用いた 2 種類のタイプがありますが、燃焼炎を交差させてアトマイズすることからカウンターフレームジェットアトマイズ法(CFJA 法)と呼んでおります。図 1 に前者に相当する CFJA 法の模式図を記します。このように独自に開発した超小型の L 字型バーナーを 4 台用いてアトマイズを実現しております。本装置の燃焼風景を図 2 (a)に記します。この写真では、4 つの高速燃焼器(HVAF: High-Velocity Air-Fuel)を用いて頂角 50° の条件で交差させることでアトマイズしております。4 本の高速燃焼炎の燃焼条件はシーケンサを用いて自動制御しており、安定した燃焼炎速度のバランスを維持することに大きく貢献しております。図 2(a)に示すように 4 本の燃焼炎の交点(写真上端中央の輝点)と交差後の燃焼炎の流れは安定して曲がることなく真下に伸びており、交差後も燃焼炎内部にショックダイヤモンドの存在が見られることから十分な高速を維持していることが推察できます。図 2(b)に、この 4 本の燃焼炎の交点に溶融金属を連続的に供給してアトマイズしている写真を記します。溶融金属に起因する明るいオレンジ色の光に広がり確認出来ますが、輝度は位置が降下するに従い緩やかに低下しており、輝度の分布もやや横方向に広がっています。この、アトマイズ法に新たに開発した超急冷プロセスで、かつ乾燥状態での生産が可能な装置を用いて Fe-2.5Cr-6.7Si-2.5B-0.7C 合金のアモルファス粉末作成を試みました。図 3 に粉末の X 線回折図形を記します。結晶の存在を示唆する明瞭なブラッグピークはみられず、アモルファス相に特徴的なブロードなハローパターンのみが得られました。粉末の外観は図 4 に示します。分級が出来ていないため粒度にバラツキは見られますが比較的良好的な球状粉であることが分かり、良好的な流動性と焼結後の高緻密化が期待できます。

本開発プロセスは、安価に大量の鉄基アモルファス微粉末を製造することを目的に開発してきました。アモルファス粉末作成時には特殊な冷却装置により、超急冷却することも可能です。鉄基アモルファス微粉末の応用として軟磁性材料はもとより、精密鑄造プロセスの代替技術として注目されている MIM(Metal Injection Molding)法、溶射被膜等にも応用されつつあります。これらの分野の研究・開発をより力強く推進していくためにも、粉体製造における新しいプロセスの開発は必要不可欠であると考えております。

【参考図】

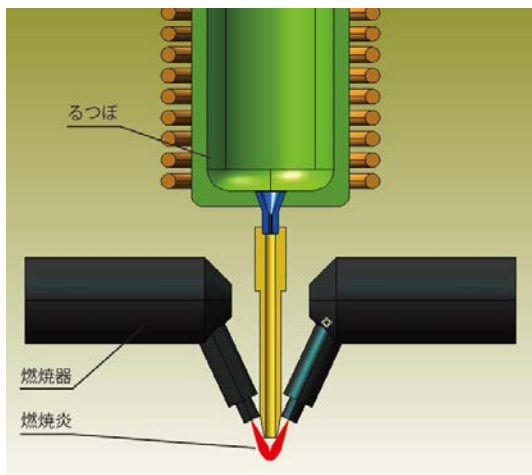


図 1 独自に開発した超小型 L 字型バーナーを用いた CFJA 法の模式図。

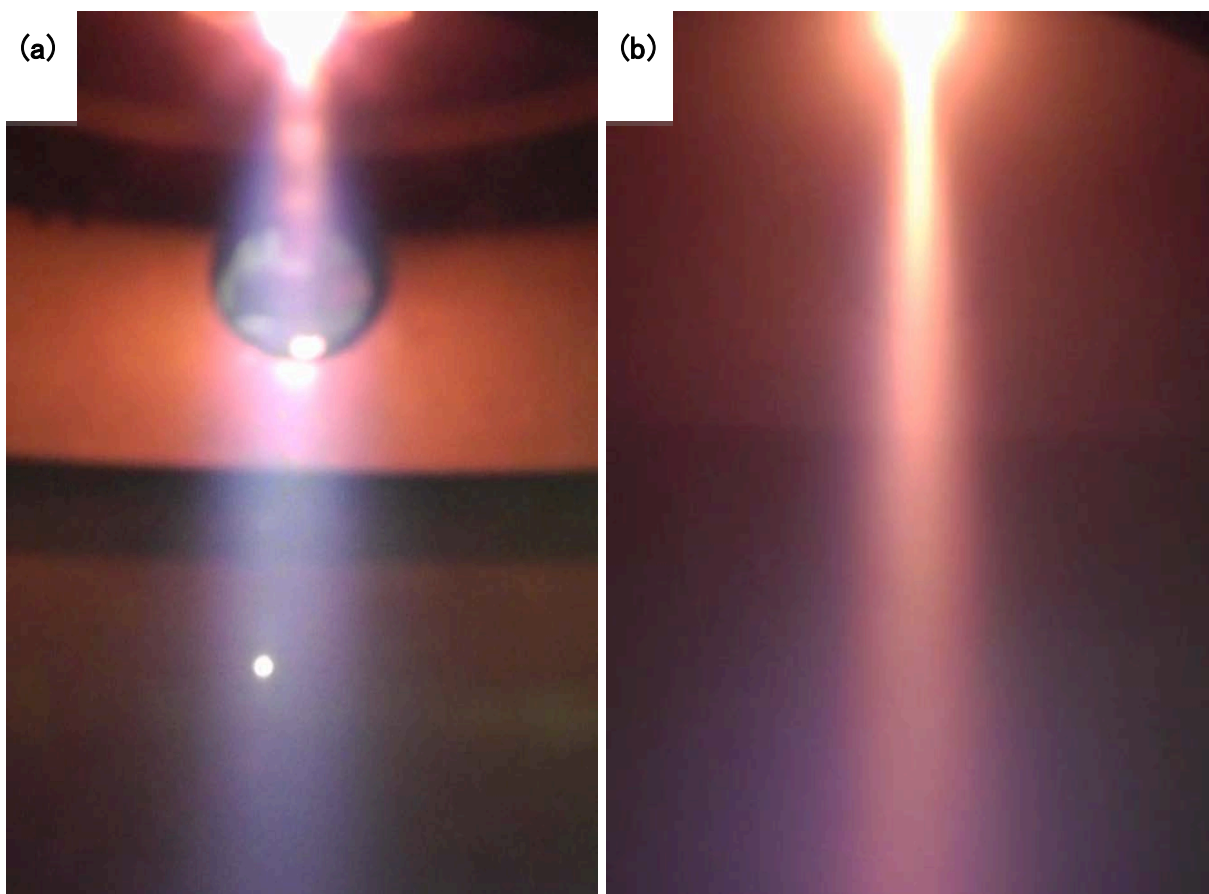


図 2 複数(4台)の燃焼器による交差後の高速燃焼炎(左)とこれを用いたアトマイズ風景(右)

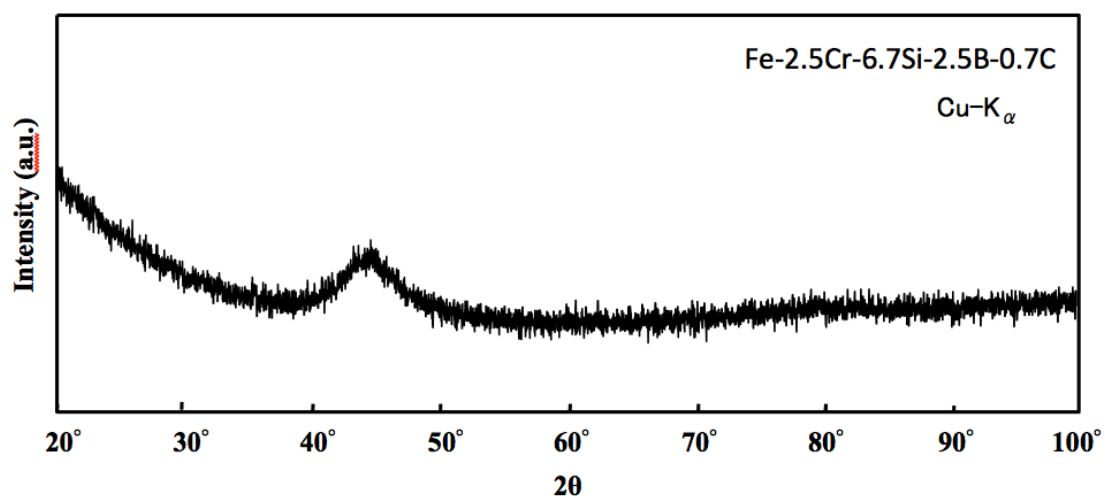


図3 本開発装置を用いて製造した Fe-2.5Cr-6.7Si-2.5B-0.7C 合金粉末の X 線回折図形。

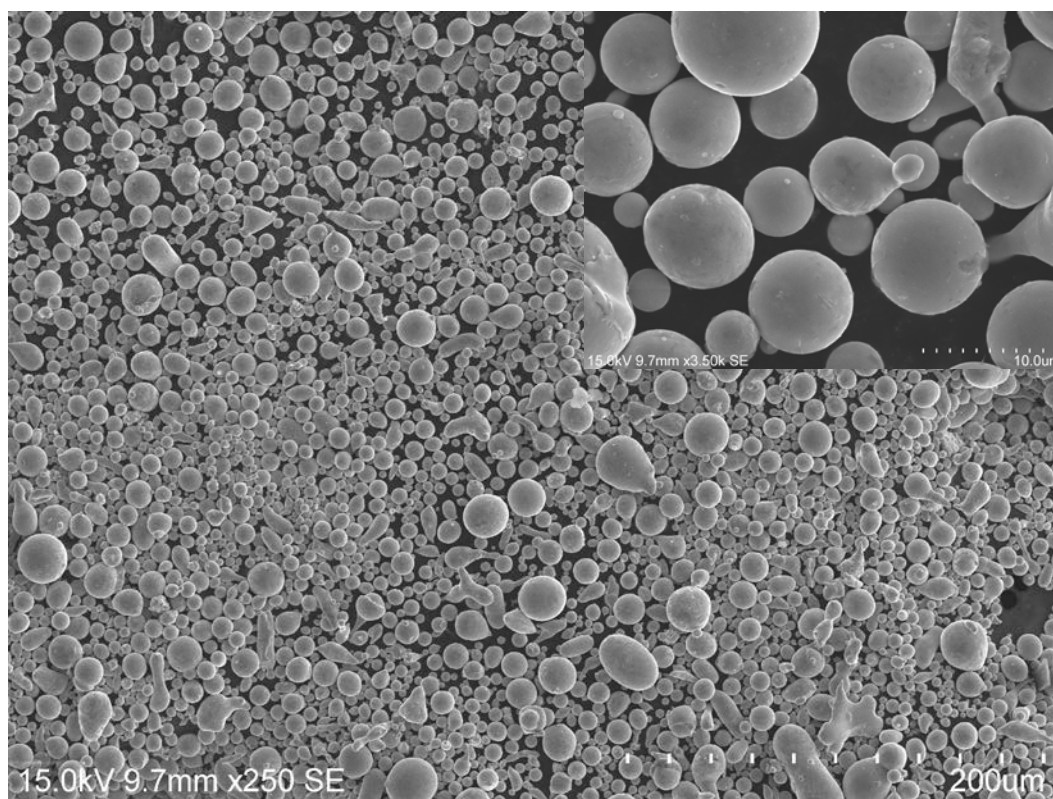


図4 本開発装置を用いて製造した Fe-2.5Cr-6.7Si-2.5B-0.7C 合金粉末の走査型電子顕微鏡像。挿入図は拡大像。

【参考サイト】

ハード工業株式会社 : <http://www.hard-industry.com/index.php>

東北テクノアーチ : http://www.t-technoarch.co.jp/content/licence_T12-119.html

【問い合わせ先】

横山 嘉彦 准教授

東北大学 金属材料研究所 金属ガラス総合研究センター

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (兼務)

Tel: 022-215-2199

E-mail: yy@imr.tohoku.ac.jp

末永 陽介 助教

岩手大学 工学部 機械システム工学科

Tel: 019-621-6428

E-mail: suenaga@iwate-u.ac.jp

山形虎雄

ハード工業株式会社 副社長

E-mail: torao@hard-industry.com