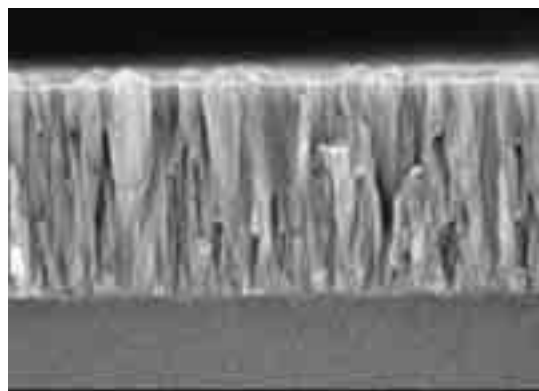


反応性ECRスパッタリング装置の開発 と光触媒性酸化チタン薄膜の作製

(概要はp10に掲載)



開発されたECRスパッタリング装置においてプラズマを生成している様子。設計通り、アーチ状の形状をしています。



得られた酸化チタン薄膜の断面図。緻密な柱状構造であり、結晶型はルチル型で、高い光触媒機能をもつことがわかりました。

指向性溶融プロセスを用いた積層造型 法における溶融特性

(概要はp11に掲載)



DPF法による積層造型の様子。プラズマアーク柱の熱で溶けた供給粉末が基材上に落下し溶融池を形成しています。



DPF法によって作成された試験片の外観。積層の間隔は約0.3mm。平滑な表面が得られており、組織も健全であることがわかりました。

目次

表紙	1
反応性ECRスパッタリング装置 指向性溶融プロセスを用いた積層造型法	
新規産業創出のために	2
谷野次長	
平成15年度の業務体系	4

新設設備の紹介	
中央研究所	5
生活工学研究所	7
機械電子研究所	8
学位取得者の紹介	10
お知らせ	12



新規産業創出のために

工業技術センター次長・中央研究所長 谷野 克巳

1. はじめに

最近の企業の寿命は二十年から三十年と言われている。富山県の製造業の実態は、大部分が部品加工業であり、エンドユーザーが直接使用する自社ブランドの製品を製造している企業は少ない。従って、景気の動向には極めて敏感であり、景気が悪くなるとユーザーから更なる品質の向上とコストダウンが求められることになる。

工業技術センターには中央研究所(所在地:高岡市)、生活工学研究所(所在地:福野町)及び機械電子研究所(所在地:富山市)の3研究所があり、企業からの依頼試験や技術相談、企業との共同研究等を通じて県内の製造業を技術的に支援していく役割を担っている。指導対象業種は産業中分類の22業種中約15業種に及び、1年間に400社余りの企業がセンターを利用している。

さて、富山県の工業を事業所数、従業者数及び製造品出荷額から見た場合(従業者が4人以上の事業所の統計)平成8年は4,556事業所、147,111人、3兆7,388億4千万円であったが、平成13年では3,938事業所、131,034人、3兆3,175億8千万円となっている。すなわち、最近5年間で事業所数は618減(減少率13.6%)、従業者数は16,077人減(減少率10.9%)及び製造品出荷額は4,212億6千万円減(減少率11.3%)となっている。

このような不況の拡大傾向は全国的のものであるが、富山県では新規産業創出による県内企業の活性化と雇用の創出等を最重要課題として、様々な施策を富山県民新世紀計画及び新富山県科学技術プランの中で述べており、21世紀に富山県が取り組んで行かなければならない重点的な研究開発分野として「IT(情報通信技術)」、「バイオテクノロジー」、「海洋・深層水」、「環境・エネルギー」、「健康福祉」及び「ものづくり技術」の6つを挙げている。

センターの3研究所は基本的には「ものづくり」研究所であり、県内外の企業との共同研究を積極的に進め、現在までに百数十件に及び特許を企業と共同出願し、実用化してきた製品、部品、材料はかなりある。そして、新規産業創出と雇用の確保、拡大のため、上記6つの分野の内、従来までは実施していなかった「バ

イオテクノロジー」の研究開発も積極的に推進し始めたところである。

2. 新たなる研究開発

(1) バイオテクノロジー関係

富山県が掲げる主要な産業振興施策の一つに「富山バイオバレー構想の推進」がある。バイオバレー構想は、新世紀の富山県の活力につなげるため、今後成長が期待されているバイオ産業の振興を推進することを目的としている。この一環として、文部科学省の知的クラスター創成事業「とやま医薬バイオクラスター(富山・高岡地域)」においては、富山医科薬科大学が持つ医・薬に関する研究シーズと、富山大学や富山県立大学、北陸先端科学技術大学院大学、工業技術センター等が持つマイクロエレクトロニクス等の研究シーズを組合せて、産学官が共同でバイオエレクトロニクス領域の研究開発を推進し、富山・高岡地域の医薬品産業やエレクトロニクス関連産業に新たな展開を図ろうとするものであり、このたび、試行地域から実施地域に指定されたところである。この中で、我々は医療等の分野においてバイオテクノロジーとエレクトロニクス技術の一体化を図り、アレルギーや生活習慣病等になりやすい体質の診断に関係した各種のバイオセンサーと測定装置の研究開発を県内企業、大学、県立研究機関と共同で推進することによって県内産業の活性化を試みている。なお、工業技術センターは非生物系の研究所であるため、前記のようにバイオ関連の研究実績はゼロであったが、新規産業創出のため平成13年をバイオ関連研究実施のスタート年として研究を進めてきた結果、実施地域の指定を受けるに至った。

さて、最近のヒトゲノム解析の飛躍的な進展の結果、人の遺伝子はすべてが同一ではなく、個人個人によって異なる部分があり、特に、DNA(アデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)及びシトシン(C)の4つの塩基と、糖の一種であるデオキシリボース、リン酸から構成される2重螺旋構造の物質であり、遺伝子の本体。4つの塩基配列の中に遺伝を支配する情報が含まれている)中のたった1塩基の違い(1塩基多型という)等によって様々な病気を引き起こす可能性があることが示唆されている。

本研究では、最近若年層でも問題となり、また、医療費保険等を圧迫する原因の一つとなっている生活習慣病に着目し、遺伝子で体質診断する生活習慣病として肥満、糖尿病、高血圧、高脂血症及び動脈硬化を取り上げ、遺伝子多型（ある部位の塩基配列の違いが人口の1%以上の頻度で存在するもの）の内、1塩基多型等遺伝子多型の中でもこれらの病気を発病する可能性のある異常型の一本鎖DNA（もしくは正常型の本鎖DNA）を微細加工された櫛形金電極上に植え付け、ヒト検体から抽出した一本鎖DNAを滴下してハイブリダイゼーション（同じ種類の本鎖DNA同士は43前後の温度で2重螺旋構造になるが、この現象をハイブリダイゼーションという。なお、異なる種類の本鎖DNA同士は原則として2重螺旋構造にはならない）を起こした時の電気的変化を短時間で測定するとともに、安価な測定装置も開発するものである。

すなわち、電極に植え付けた異常型の本鎖DNA（もしくは正常型DNA）と検体の本鎖DNAとがハイブリダイゼーションを起こしたかどうかを電気的に調べるわけであるが、ハイブリダイゼーションを起こした場合は電極界面のインピーダンスが変化するので、この時の電気的変化から生活習慣病になりやすい体質かどうかを診断するわけである。現在のところ、生活習慣病になりやすい体質を診断するDNAチップと測定装置の開発を進めている研究チームは全国で我々の研究チーム（センターのほか「若い研究者を育てる会」会員企業、富山医科薬科大学、北陸先端科学技術大学院大学、県衛生研究所及び西能病院が参加）だけであり、安価かつ高精度の診断システムが開発されれば、県内にバイオチップと測定装置製造関連の産業を新規に創出できるとともに、医療現場等からは生活習慣病体質診断の低価格、迅速化と医療費保険負担等の軽減につながるものとして期待されている。

また、例えば肥満や糖尿病になりやすい異常型遺伝子は1種類ではなく、一つの病気に対して数種類以上の異常型遺伝子が存在する。このため、3~4年後には生活習慣病に関連した異常型遺伝子全てを2cm角程度の大きさのワンチップ上に集積化したDNAチップを開発し、診断精度の飛躍的向上を図る予定である。なお、ヒト検体を取り扱う場合はインフォームドコンセントを得る必要がある。

(2) マイクロマシニング・IT（情報通信技術）関係

今日の産業の発展とエレクトロニクス技術の発展とは一体の関係にあり、加工技術の高度化のみならず、各種製品の高度化、高付加価値化とエレクトロニクス技術とは密接な関係にある。例えば、今日の自動車はエレクトロニクス制御技術で安全性などを確保していると言っても過言ではない。従って、我々は企業と共

同で新しい部品や製品を開発するという目的の一部を達成するため、平成10年度末からセンターにマイクロマシニング技術関連の設備の導入を図ってきた。これらの設備はICなど半導体を製造する超微細加工プロセスを応用して、小型で高機能な加速度センサーや各種ガスセンサー、マイクロポンプなどの機構部品を開発するためのものであるが、現在、我々はこれらの設備を利用して県内企業と共同で三次元の加速度センサーなどの研究開発を進め、一部のものは実用化に成功している。

また、我々は光ネットワークの分岐・中継点で使用する精密電子部品「光集積デバイス」の開発を県内企業と共同で実施している。ここでは、富山県立大学や東北大学の技術シーズを応用して独自の超精密加工装置を開発し、これを利用した超精密加工技術を確立して光集積デバイスを開発し、光通信の大容量・高速化に貢献しようというものである。

光ファイバーを使った光通信は超大容量・高速通信が可能である。しかし、従来の光通信網では分岐・中継点で電気信号に一度変換して中継処理を行っているためロスが大きく、大容量・高速通信を実現するための阻害要因となっていた。このため、光信号を光のまま処理する技術の開発が盛んに行われているが、光通信デバイス用として期待されているものの精密加工しにくい特殊な材料を1,000分の1mmオーダーの線幅で垂直かつ深く掘る技術が十分に確立されていないため、現状の光集積デバイスでは光の散乱や屈折率の変化の影響で光通信の超大容量・高速化を阻んでいる。

従って、本研究ではまずこの材料を1,000分の1mmオーダーの線幅で垂直かつ深掘りできる超精密加工装置を企業、大学と共同で開発し、この装置を県内企業から世界に製造、販売するとともに、この装置によって造り出される光集積デバイス等も県内企業から世界に製造、販売することを計画している。

以上、工業技術センターが企業と共同で研究し、実用化を目指しているもの、これから研究しようとしているもの一部について述べた。我々はこれらのほかにも数多くの開発研究を企業と共同で実施しているが、世の中が不景気であればあるほど研究開発は重要であり、不景気の時こそ画期的なものを開発するチャンスがあり、富山の地から世界へと飛躍できるビジネスチャンスは広がっていると言えるのではないだろうか。

我々一人一人は微力であるが、チームを組み、知恵を出し、労力を惜しまず、絶えず努力をしていくことによって、富山県の産業を技術的にしっかりと支えていきたいと思っている。

平成15年度の 業 務 体 系

技術支援	<ol style="list-style-type: none"> 1. 技術相談・指導 2. 依頼試験・計測・分析 3. 設備の開放 4. 技術者の育成（若手研究者育成支援事業、研修生・研究生の受入れ） 5. 研究会の開催 <ul style="list-style-type: none"> ・ポリマー材料研究会 ・スポーツ材料工学研究会 など10研究会 <ul style="list-style-type: none"> ・高密度エネルギー加工技術研究会 ・鉛フリーはんだ実装技術研究会 6. 技術講習会等の開催 7. 知的所有権センター運営事業（特許流通支援、特許電子図書館情報検索指導） 8. その他（技術審査等の支援、ISO14000認証取得支援 など）
研究開発	<ol style="list-style-type: none"> 1. 産学官共同研究開発プロジェクト <ol style="list-style-type: none"> 1) 知的クラスター創成事業（文部科学省） <ul style="list-style-type: none"> ・DNAチップ・細胞チップの実用化研究 2) 地域新生コンソーシアム研究開発事業（経済産業省） <ul style="list-style-type: none"> ・高速位相シフト法による微細形状検査装置の開発 ・複合プラズマ装置によるμリアクターシステム製造技術の研究開発 3) 中小企業技術開発産学官連携促進事業（経済産業省） <ul style="list-style-type: none"> ・厚膜圧電体を用いたマイクロアクチュエータの開発 4) 地域中小企業支援型研究開発（産業技術総合研究所） <ul style="list-style-type: none"> ・マグネシウム合金の高強度表面改質技術の開発 2. 企業との共同研究（ベンチャー創成等支援共同研究を含む） <ul style="list-style-type: none"> ・15～25件 3. 大学や他公設試等との共同研究 <ul style="list-style-type: none"> ・5～10件 4. 最先端技術調査研究 <ul style="list-style-type: none"> ・ナノ構造制御によるポリオレフィンの高性能化研究 ・知的ヒューマンインターフェースに関する研究 ・高効率エネルギー変換素子の開発 など5テーマ 5. 経常研究 <ul style="list-style-type: none"> ・パルス通電加圧焼結法による高速ニアネットシェイプ成形技術の開発 ・マイクロ接合部の高強度化技術の研究 ・個人適合型スポーツ用具の開発研究 ・軽量生体材料の高度加工技術の開発 ・マイクロ加工用金型材料と精密塑性加工技術の開発 ・高帯域透明電極薄膜の開発 ・高機能型商品（健康衣服）開発と支援研究 ・繊維および繊維強化複合材料のリサイクルに関する研究 ・電波伝播シミュレーションに関する研究 など15テーマ 6. 深層水関連研究 <ul style="list-style-type: none"> ・濃縮深層水と脱塩深層水の効率的製造 7. 技術研究者交流促進事業（科学技術特別研究員の受入れ 日本学術振興会） <ul style="list-style-type: none"> ・SiGe薄膜材料のマイクロセンサーへの応用
情報提供	<ol style="list-style-type: none"> 1. 富山・高岡・福野テクノフェスティバル（研究発表会）の開催 2. 研究報告書、業務報告書、技術情報誌の発行 3. 研究成果の国内外学会発表 4. ホームページによる情報の提供 5. 各種展示会等への出展 6. 施設見学の受け入れ
科学技術振興	<ol style="list-style-type: none"> 1. 県立大学との教育連携事業（連携大学院） 2. 夏休み子供科学研究室 3. きらめきエンジニア事業 4. インターンシップ受入れ

新設設備の紹介

平成14年度において、工業技術センターに新しく設置された設備を紹介します。これらの設備は、中小企業庁、資源エネルギー庁、日本自転車振興会の補助金等により購入されたものです。広く県内企業者にも開放しておりますので、ご利用下さい。

なお、詳細については、企画情報課又は各研究所にお問い合わせ下さい。

(電話番号) 企画情報課・中央研究所 0766-21-2121、生活工学研究所 0763-22-2141
機械電子研究所 076-433-5466

中央研究所

蛍光X線分析装置

(競輪の補助金)

スペクトリス(株)



[仕様]

本体：波長分散型分光器

測定元素範囲：Be～U

定量法：FP法、検量線法

[用途]

非破壊で固体、液体、粉体試料の構成元素の定性分析および定量分析をBe～Uの範囲で行うもの。

イオンクロマトグラフ

(地域産業集積活性化対策費補助金)

日本分光(株)



[仕様]

分析対象イオン：主として無機アニオン

(塩素、フッ素、硫酸、硝酸、燐酸 等)

分析サンプル量：1 cc程度

分析時間：30分 / 試料

[用途]

廃水中の陰イオンの濃度測定や腐食原因の調査等。

真円度測定機

(地域産業集積活性化対策費補助金)

テラーホブソン(株)



[仕様]

最大測定高さ：500mm

最大測定径：350mm

最大積載部品外形：450mm

最大積載重量：75kg 350×H375

3点支持方式自動センタリングレベリング

全自動測定

[用途]

円筒形状製品の外周面、内周面、平面の表面形状が、0.1 μ mの精度で自動測定ができ、幾何偏差(真円度、円筒度、平面度、真直度、振れ、平行度、直角度、同軸度)の解析評価が行えます。

ノイズ対策部品評価装置

(電力移出県等交付金)

アジレント・テクノロジー(株)



[仕様]

周波数範囲：40Hz～110MHz

周波数分解能：1mHz

測定インピーダンス：3m Ω ～500M Ω

測定パラメータ：Z、R-X、Ls-Rs、

Ls-Q、Cs-Rs、Cs-Q、

Cs-D、etc

[用途]

電子部品や、実装回路基板のインピーダンスの周波数特性をカラーグラフィックで表示し、同時に等価回路解析を行う。

マグネシウム用溶解炉

(電力移出県等交付金)

新潟ファーンズ(株)



[仕様]

炉内寸法：350×H375

使用温度：常温800 (最高1000)

温度精度：800において $\pm 1\%$ 以内

プログラムパターン数：19パターン

[用途]

マグネシウム合金の溶解。

大容量超純水製造装置

(電力移出県等交付金)

オルガノ(株)



[仕様]

採水水質

- 比抵抗値：18M \cdot cm以上、
- 全有機炭素濃度：100 μ g以下/L、
- 微粒子：粒径0.2 μ m以上のものが10個以下/mL、
- 生菌：20個以下/L、
- シリカ：10 μ g以下/L

微量イオン：1 μ g以下/L

採水量：300L/時 (5L/分) 以上

[用途]

クリーンルーム内のマイクロマシン等の製造過程で、ウェハーの洗浄や炉心管の洗浄に使用する半導体製造に供する超純水を水道水から製造し、超純水を循環式で供給し、全ての採水点で同時に常時超純水が得られる。

試料加熱ステージ

(電力移出県等交付金)

アルバック(株)

[仕様]

ランプヒータ加熱方式

最高加熱温度：500

加熱範囲：4インチ

[用途]

マグネトロンスパッタの成膜室に設置し、基板加熱を行いながら 1×10^{-3} torr以下の高真空中で種々の材料を成膜する。



生活工学研究所

液体クロマトグラフ質量分析装置

(競輪の補助金)

(株)島津製作所

[仕様]

1. 液体クロマトグラフ部

送液量：0.01~5mL/min

混合溶媒数：2種類

試料注入方式：オートサンプラー方式



2. 質量検出器

質量範囲：10～2000m/Z

検出器：四重極型

イオン化法：大気圧化学イオン化法、
エレクトロスプレーイオン化法

[用途]

有機化合物を分離して定性・定量分析を行う装置であり、化合物の質量数を測定できるため、定性能力が非常に高い。特に、熱に不安定な化合物、複雑な構造や大きな分子量を持つ難揮発性化合物に対して有効な分析手段であり、プラスチックの添加剤や環境ホルモン、抗菌剤、界面活性剤等の測定に使用する。

引張試験機

(地域産業集積活性化対策費補助金)

インストロン社



[仕様]

最大荷重容量：30KN

試験速度：0.001～500mm/min

恒温環境槽：-70～250

変位検出器：非接触方式（ビデオカメラ）

[用途]

プラスチックやFRPなどの複合材料等の引張り強さ、曲げ強さ、圧縮強さ、伸び等を測定し、材料性能を評価する。

繊維製品計測システム

(電力移出県等交付金)

カトーテック(株)



[仕様]

試料形態：布、紙、フィルム等のシート状

試料寸法：200mm×200mm

測定物性：引張せん断、純曲げ、圧縮、表面

[用途]

繊維製品等の微少な変形力に対する物理特性値を計測することにより、手触り感覚の評価を行う。

低温型恒温恒湿装置

(電力移出県等交付金)

(株)カトー



[仕様]

温湿度範囲：-70～150、20～98%RH

温度上昇時間：-70から150まで70分以内

温度降下時間：20から-70まで90分以内

内容量：800L (W1000×H1000×D800)

プログラム制御、データ処理装置付

[用途]

各種工業材料の耐寒、耐熱、耐湿度等の環境試験。

恒温恒湿環境試験装置

(競輪の補助金)

エスベック(株)



[仕様]

恒温恒湿槽：

大型 2 槽 [W600 × H600 × D600(mm)]

温湿度範囲 -50 ~ 120 、 20 ~ 98%RH

小型 2 槽 [W450 × H450 × D450(mm)]

温湿度範囲 -20 ~ 120 、 20 ~ 98%RH

高温槽：

小型 2 槽 [W450 × H450 × D450(mm)]

温度範囲 60 ~ 500

結露槽：

小型 1 槽 [W400 × H400 × D400(mm)]

高温湿度範囲 25 ~ 100 、 50 ~ 95%RH

低温湿度範囲 -30 ~ 50 、 40 ~ 85%RH

[用途]

電子部品や機器に対して、JISなどの規格に定められた温湿度環境下で試験を実施し、それらの信頼性評価を行う。

温湿度複合振動試験装置

(地域産業集積活性化対策費補助金)

I M V(株)

[仕様]

加振部：加振力 (正弦波) 12 kN、

振動数範囲 5 ~ 3000Hz、最大加速度95G、
最大変位 51mmp-p

温湿度サイクル部：温度範囲 -70 ~ 150

湿度範囲 20 ~ 98%RH

制御部：sin波試験 (一定、掃引)、ランダム波試験、
ショック波試験



[用途]

電子・機械部品および機器に対して、JIS、IEC、MILなどの規格に定められた温湿度サイクル負荷および振動負荷を複合させた環境での負荷試験を実施し、それらの信頼性評価を行う。

全自動核酸合成精製システム装置

(電力移出県等交付金)

P O L Y G E N 社



[仕様]

合成カラム数：4本

カップリング数：最大50mer D N A

合成スケール：最大 1 μmol

[用途]

オリゴD N Aの合成と精製を行う。

学位取得者の紹介

この度、工業技術センターの研究員が学位を取得しましたので、紹介します。



本 保 栄 治

中央研究所
材料技術課
主任研究員

- [学 位] 博士 (工学) 平成15年3月24日
富山県立大学
- [論文名] 「反応性ECRスパッタリング装置の開発と光触媒性酸化チタン薄膜の作製に関する研究」

[内 容]

真空プロセスにおいて、成膜、エッチングなどプラズマの利用が重要になっている。そこで、プラズマ生成において、高真空中で高密度、大面積に均一などの特性が要求されている。また、特に真空成膜においては、大面積への処理、高い成膜速度、低い基板温度で高性能薄膜の作製が必要である。

本研究では、新しく開発した真空チャンパー内でのブロック状の永久磁石とヘリカル・アンテナから放射したマイクロ波を利用して、電子サイクロトロン共鳴 (ECR) によりプラズマを生成する技術をスパッタリングに利用する装置を使用した。このECRスパッタリング装置の特徴は、次の通りである。

- ・高真空中において高密度のプラズマが生成される。
- ・ブロック状の永久磁石と金属棒に並べたヘリカル・アンテナを利用するため大型化が容易である。
- ・プラズマの生成部とスパッタリング部が独立しているためプラズマ状態を制御することにより薄膜の特性を変えることができる。

これは、プラズマ生成技術、及び真空成膜技術に求められている性能と整合する。そこで、この装置を高い結晶性と少ない欠陥が高い光触媒性につながる酸化チタン薄膜の作製に利用することは、有効であると考えられる。

以下に研究の内容を概観する。第1に、ECRスパッタリング装置をプラズマ生成系とスパッタ系に分け、各部について検討した。この装置は、ヘリカル・アンテナによるマイクロ波の放射とブロック状の永久磁石によって形成されるアーチ状の磁場による荷電粒子の反射を利用したECRプラズマの生成を特徴と

する。そこで、いくつかの磁石構成を検討し、各磁石配置における、プラズマ状態及び成膜速度の分布を測定し、装置の特性を研究した。そこでは、成膜速度は広い範囲で均一であるが、磁石両端の部分で磁石配置による成膜速度の不均一があること。また、マイクロ波放射のアンテナに近い側と遠い側では成膜速度に少し違いが見られることなどがわかった。

第2に、いくつかの磁石構成における、プラズマ状態、成膜速度、及び結晶性の分布を測定し、成膜条件と結晶性の関連について研究した。そこでは、結晶型の分布は成膜速度の分布とほぼ一致するが、スパッタ電圧、ターゲット電流に依存すること。また、全ガス圧が低い (0.05Pa) 条件ではルチル相が大きく、全ガス圧が高い (0.15Pa) ではアナターゼ相が大きかった。

第3に、ECRスパッタリング装置で得られる薄膜の光触媒特性の測定とキャラクタリゼーションを行った。光触媒特性の測定は、紫外線照射によるメチレンブルー溶液の分解、及び接触角の変化で評価した。また、キャラクタリゼーションは、X線回折法による結晶型の解析、SEMによる薄膜の断面と表面構造の観察、及びESCAによる組成の定量によって行った。そして成膜条件を変え、その時得られる薄膜の特徴と光触媒特性との関連について検討した。そこでは、全ガス圧は結晶型に大きな変化を起こすが、光触媒特性に大きな変化は見られない。これは、RFスパッタリングでの結果と大きく異なる。膜の構造は、全ガス圧が低い条件では緻密な柱状構造であり、表面も滑らかである。全ガス圧の高い条件では、多孔質状で表面には多数の粒が見られることなどがわかった。

これらの研究成果は、光触媒機能をもつ光学膜の作製や真空プロセスのためのプラズマ生成法として利用されることが望まれる。

学位取得者の紹介

この度、工業技術センターの研究員が学位を取得しましたので、紹介します。



林 千 歳

中央研究所
評価技術課
主任研究員

- [学 位] 博士 (工学) 平成15年 3月26日
名古屋大学
- [論文名] 「指向性溶融プロセスを用いた積層造
型法における溶融特性」
- [内 容]

最近、工業製品の開発段階において、試作品を迅速に製造する積層造形法が普及してきた。これは、粉体、樹脂などの薄層を積み重ね造形するもので、意匠、機構あるいは機能の検討用模型の制作のほか、金型や構造部品の製造、医療分野における補綴器具の製作に利用されるなど、年々用途が拡大している。

本論文は、金属材料から直接造形する積層造形法の普及を目的に提案した、プラズマ移行アークを熱源とした積層造形法 (DPF : Directed Plasma Fabrication 法) について、その実用化を図るため、溶融池形成などにかかる溶融特性について実験的解析を行ったもので、以下のことを明らかにした。

DPF法は、アーク力に起因する溶融池の波打ちや、スラグによる粘性の急激な変化などを避け、溶融池形状を安定に維持することにより、良好な外観の積層体を得ることができるほか、1層あたり約0.25mm間隔で積層体を製作可能であるなど、工業化の可能性が示唆された。また得られた造形体の顕微鏡組織は欠陥の無い健全なもので、積層基材との境界近傍から積層の終了点までデンドライトがエピタキシャル成長しており、巨視的には指向性溶融による造形プロセスであると言えるものである。

適正な積層条件を解析するため、オペレーティングパラメータを用いて積層条件と溶融池形状の関係について検討を行ったところ、熱伝導以外の要因による影響を受けるものの、一般のアーク溶接法と同様熱伝導論に基づく移動点熱源による溶融池形状に近似可能であると言える。

また、DPF法には、アーク長の変化により積層特性が大きく影響を受けるが、これは溶融池形状の積層方向による異方性を排除するため、積層粉末を内部で供給する機構のトーチを用いていることによるものであり、その機序はトーチ内で供給される材料粉末が熱媒体として機能し、アーク長が長くなると飛散粉末量が増え、電源からの入熱の増加に反して正味の入熱量が減少し、溶融効率が低下することであることが明らかとなった。そこで正味の入熱量を見積もるために、飛散粉末による入熱の減少を考慮した温度場を示す評価指標を提案し、その有効性を検証したところ、これを用いて熱伝導論により求める溶融池の大きさと、実測値の間には相関関係が認められ、単位時間当たりの積層量と相関関係がある溶融効率と併せて、積層条件から度溶融池や成形体の大きさを推定できることが示唆された。

一方、DPF法は、直下に積層の基材となるべき部分が無い形状の造形は不可能であることから、造形方案の工夫を要するが、約50度程度の傾斜した積層面の形成が可能で、トーチの移動に追従した造形が可能のほか、さらにはウィーピング手法を用いることにより、厚肉の積層体についても良好な外観の厚肉積層体が得られることなど、金型造形等を対象とした工業化への有用性が示唆された。

また、溶融堆積法であるDPF法は、ほとんどすべての金属材料に適用が可能で、鋳型や坩堝を用いない、所謂mold-freeの鋳造法である。型との反応が無いため、施工時の雰囲気を適切に管理すれば、高品位成形体の製造が可能であることが容易に想到されることから、本論文の研究が、チタン等の活性金属やモリブデン等の高融点金属の造形に新たな可能性を開いたものと言える。

富山・高岡・福野テクノフェスティバルのご案内

(平成15年度富山県工業技術センター研究発表会)

当センターでは「とやま科学技術週間」期間中の7月22日(火)～24日(木)の3日間に、平成14年度に行った研究の成果について富山・高岡・福野の3か所で発表会を開催いたします。研究発表のほか、研究成果の個別説明会、交流会や特別講演も行いますので、業務多忙の折りとは存じますが、多数ご聴講いただきますようご案内申し上げます。

中央研究所(高岡)

-
- 【日時】 平成15年 7月22日(火) 13:30から16:50まで
【場所】 富山県工業技術センター技術開発館(高岡市二上町150)
【内容】 13:30～15:50 研究発表(7件)
15:50～16:50 新設設備紹介、研究成果の個別説明(6件)

生活工学研究所(福野)

-
- 【日時】 平成15年 7月23日(水) 13:00から16:50まで
【場所】 富山県工業技術センター生活工学研究所(富山県東砺波郡福野町岩武新35-1)
【内容】 13:00～14:20 特別講演「新しい繊維技術・研究の動向について」(仮題)
日本女子大学 教授 多屋 淑子 氏
14:30～16:10 研究発表(5件)
16:20～16:50 研究者交流会

機械電子研究所(富山)

-
- 【日時】 平成15年 7月24日(木) 13:30から16:20まで
【場所】 富山技術交流センター 大研修室(富山市高田529:機械電子研究所隣)
【内容】 13:30～14:50 研究発表(4件)
15:00～16:20 特別講演「ホームロボット産業とビジネスチャンス-RT・ITの融合」(仮題)
富山大学経済学部 教授 清家 彰敏 氏

参加費 無 料(研究報告書を当日配布します。)

申込方法 申込期限 7月18日(金)
受講者名、企業名、所属・役職名、連絡先(住所、電話、FAX、電子メールアドレス)、
聴講日・会場を明記して、郵送、FAX又は電子メールで下記宛お送り下さい。
〒933-0981 富山県高岡市二上町 150
富山県工業技術センター 企画情報課
TEL 0766-21-2121 FAX 0766-21-2402
E-mail kikaku@itc.pref.toyama.jp

技術情報 No.94

2003年6月発行

編集発行 富山県工業技術センター企画情報課

<http://www.itc.pref.toyama.jp/>

富山県高岡市二上町150(〒933-0981)

TEL 0766-21-2121

FAX 0766-21-2402

E-mail kikaku@itc.pref.toyama.jp