

平成21年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「真空環境における高品質ものづくりに寄与する
計測ネットワーク監視システムの研究開発」

研究開発成果等報告書

平成22年3月

委託者 近畿経済産業局

委託先 財団法人 近畿高エネルギー加工技術研究所

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

「研究背景」

技術革新の激しいデバイスメーカーでは、(1)開発サイクルの短縮(2)短期間での歩留まり向上(3)不良品の早期発見など絶えず技術の高度化を必要としている。これらの分野でよく用いられる真空加工装置においては、適正な条件下に真空環境を制御・維持することが完成する製品・部品の品質および生産性の効率に大きく影響する。それらの要求に応えるべく薄膜装置メーカーは最先端装置の提供を行って来てはいるが、さらに(1)真空加工装置主要箇所の真空状態を監視し、記録すること(2)加工室内の圧力分布・温度分布を監視し、記録すること(3)過去の蓄積データから装置状況を判断すること(4)加工室内の状況を観察し記録することなど薄膜加工技術の高度化が求められている。

「研究の目的および目標」

本プロジェクトにおいては、申請者らが新たに開発した化学的に安定で高温耐性のある TaAl-N 薄膜材料をもとに、平成18年度戦略的基盤技術高度化支援事業による成果を活用して薄膜デバイスを作製する真空装置内の必要な狭小空間へも取付が可能な圧力・温度計測用薄膜マイクロセンサと、多チャンネルの圧力・温度を計測・記録するシステムを開発するとともに、真空環境下で作動し成膜工程を必要に応じて観察できる撮像装置を開発する。

これらから得られる数々の情報を有機的に活用し薄膜デバイス作製装置の総合的な管理ができる生産プロセス総合計測ネットワーク監視・制御システムの実現に取り組む。具体的な目標として、①薄膜を用いた圧力・温度計測用熱伝導型真空マイクロセンサの開発②真空環境下で作動する撮像装置の開発③インテリジェント計測制御システムの開発を行う。目標を達成するためのサブテーマとその目標値を表1に示す。

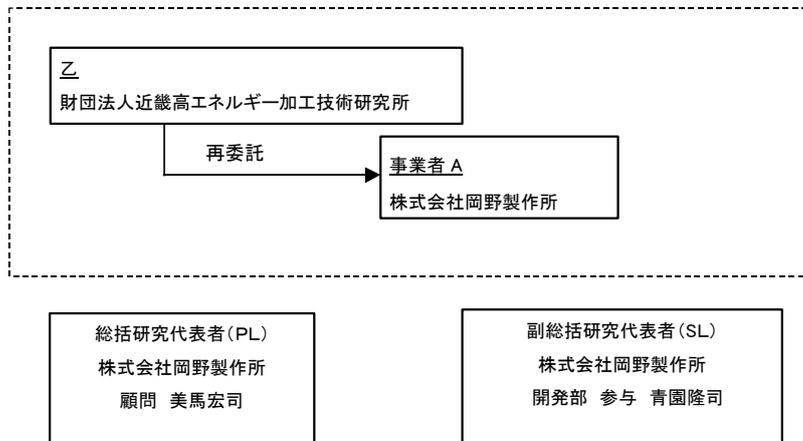
表1 目標を達成するためのサブテーマと目標値

サブテーマ	技術的目標値
1. 薄膜を用いた圧力・温度計測用熱伝導型真空マイクロセンサの開発	1-1 センササイズ：φ5mm×L10mm 1-2 センサ消費電力：100mW以下
2. 真空環境下で作動する撮像装置の開発	2-1 動作圧力：10 ⁻⁴ Pa以下
3. インテリジェント計測制御システムの開発	3-1 測定点：8点以上

1-2 研究体制

1. 研究組織及び管理体制

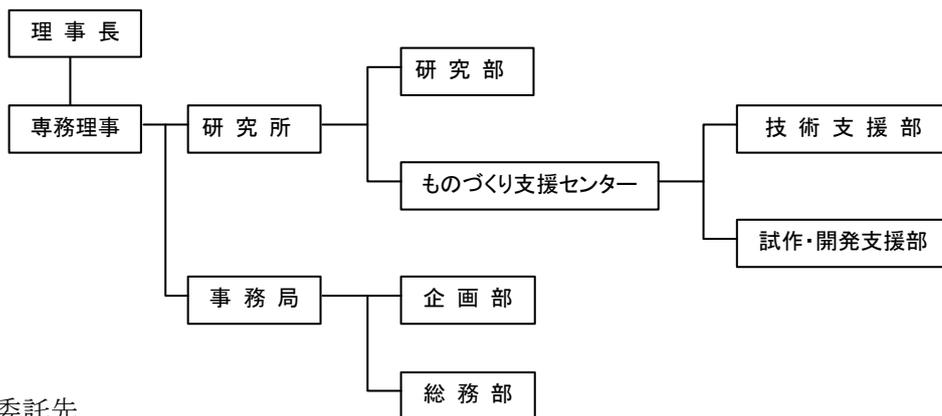
1) 研究組織（全体）



2) 管理体制

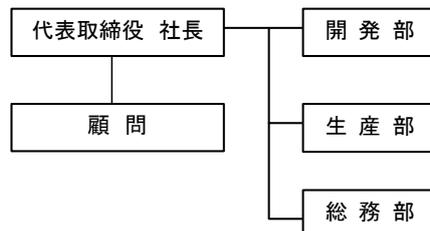
① 事業管理者

財団法人 近畿高エネルギー加工技術研究所



② 再委託先

株式会社岡野製作所



2. 管理員及び研究員（役職、実施内容別担当）

1) 事業管理者 財団法人近畿高エネルギー加工技術研究所

管理員（プロジェクト管理員）

氏名	所属・役職
殖粟 成夫	研究部長
田中 彰雄	企画部長
別所 博昭	総務部次長
高寄 ひろみ	総務部事務員

2)再委託先

株式会社岡野製作所

氏名	所属・役職
美馬 宏司	顧問
青園 隆司	開発部 参与
岡野 夕紀子	開発部 部長
田尻 修一	開発部
岡田 俊一	生産部 課長
佐々木綱之	生産部

1-3 成果概要

高いTCRを有するTaAl-N薄膜をセンサ感応部とし、基板材料には極薄耐熱性ポリイミドフィルム基板を用いた真空マイクロセンサを開発した(図1)。圧力センサ、温度センサを同一基板上に作成することで、真空加工装置の主要箇所での圧力と温度の多点リアルタイム計測が可能となった。真空装置内に撮像素子を導入して 10^{-4} Pa台で安定に動作することを確認し、プラズマ状態の観察が製膜に影響を与えないことを確認した(図2)。また、真空マイクロセンサが大気圧から 10^{-3} Paまでの圧力領域で良好な圧力依存性をもつことを確認し、このセンサを用いて最大16chまで計測・制御を行うためのセンサ駆動回路を完成させた(図3)。

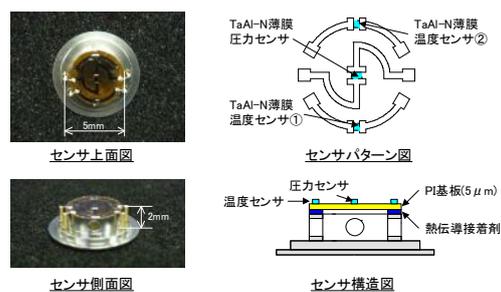


図1 本開発における熱伝導式真空マイクロセンサ構造および写真

Ar ガス導入口

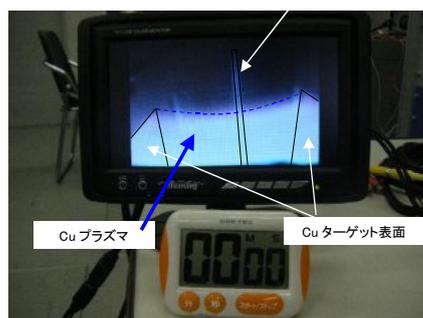


図2 プラズマ発生直後の撮影画像



図3 センサ駆動回路部写真

今後、真空装置内の必要箇所に設置した真空マイクロセンサおよび撮像素子から得られる諸データにより装置内の真空状態の時間的・位置的状态を的確に把握し、装置を常に最適状態に制御する方法で製品の高品質化をめざした「ものづくりの知能化」を進めたい。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

財団法人近畿高エネルギー加工技術研究所 研究部 部長 殖栗 成夫

連絡先 tel 06-6412-7800 fax 06-6412-7776

E-mail ueguri@ampi.or.jp

第2章 本論

2-1 研究内容及び成果

1. 薄膜を用いた圧力・温度計測用熱伝導型真空マイクロセンサの開発

- 1) 圧力・温度計測用熱伝導型真空マイクロセンサを設計した。温度補正用の周囲温度検出センサを圧力検出と同一基板上に設け、より高精度の温度補正が可能となった。
- 2) 真空マイクロセンサ評価装置内の圧力を 10^{-3} Pa～大気圧まで変化させ、出力電圧の圧力依存性を評価した。従来の白金細線を用いたピラニ真空計では検出が困難な 10^{-1} Pa以下および 10^4 Pa以上においても高精度の圧力検出が可能であることを確認した。
- 3) 新MHV (MHV : Magnetic Hollow cathodes sputtering V type) スパッタ装置を用いてNi薄膜およびTaAl-N薄膜を作製した。Ni薄膜においては基板温度上昇およびポリイミド基板の変形が抑制されていることを確認した。また、TaAl-N薄膜においては窒素流量比により 10^{-4} ～ 10^4 Ω cmの比抵抗が得られることがわかった。

2. 真空環境下で作動する撮像装置の開発

- 1) 新MHVスパッタ装置内に撮像素子を導入し、到達圧力を確認した。懸念していたカメラからのアウトガスの影響も見られずチャンバ内圧力 10^{-4} Pa以下において安定に動作することを確認した。
- 2) 撮像装置を用いて発生したプラズマを確認した。DC電源によるノイズは問題なく、鮮明な画像で観察できることがわかった。
- 3) ターゲット : Cu、印加電力 : DC500Wの条件にてプラズマを発生させ、撮像装置により、基板に薄膜が積層される様子を確認した。
- 4) ターゲット : Cu、印加電力 : DC500Wにおいて撮像素子部温度は 85°C 程度であった。

3. インテリジェント計測制御システムの開発

- 1) 最大16chによる圧力計測回路を完成させた。
- 2) 10^{-2} Pa～ 10^5 Paの圧力領域において、標準真空計との表示の誤差が10%以内となることを確認した。
- 3) 真空マイクロセンサ評価装置内にセンサを8点以上設置し、多点同時計測による装置内の圧力分布計測を実施した。

4. 導入機材について

実施計画書に基づき、真空マイクロセンサ評価装置およびセンサ駆動回路装置を導入した。

5. 外部発表について

本件について外部発表を行った。

日時 : 平成21年12月18日

主催 : 日本真空協会関西支部 第2回セミナー

於 : 島津製作所 関西支社ホール

第3章 全体総括

本プロジェクトは、認定番号 近畿0904034において技術認定を受けた法認定計画の一部である。本項においては、今後の展望と課題について述べる。

【今後の展望】

今年度に得られた成果を踏まえ、本テーマである「真空環境における高品質ものづくりに寄与する計測ネットワーク監視システム」の実現化・事業化に向け、以下の項目について引き続き研究開発を続け、当該監視システムの販売を目指す。

- 1) 真空加工装置内への真空マイクロセンサ固定方法および配線方法の開発
- 2) 真空加工装置内における多点圧力・温度分布計測および圧力・温度分布が製品に与える影響の評価
- 3) 真空加工装置内において使用する撮像装置のシャッター機構の開発
- 4) 真空加工装置内において、プロセス中の基板および薄膜の状態を撮像装置により観察し、製品の不具合をいち早くユーザにフィードバックするシステムの開発

【課題】

今年度の開発においては、実施計画書に対して全て100%の達成度となったが、研究推進委員会に出席いただいたアドバイザーからの指摘を含め、今後の課題を以下に示す。

- 1) 製品化に向けて、真空マイクロセンサにおける特性(抵抗値など)のスペックを詳細に規定し、バラつきを抑えること
- 2) 撮像素子での観察対象をより明確化し、圧力・温度の情報との組み合わせによるシステムとして完成させること
- 3) ユーザが使いやすい制御機構を持ったシステムを目指すため、種々の情報をデータベース化し、パラメータ設定などをユーザ側でも行えるようなソフトを開発すること

以上の貴重なアドバイスを元に、今後の開発へ精力的に取り組んでいく。

また、本プロジェクトおよび平成18年度戦略的基盤技術高度化支援事業に関連する特許(※)を活用しながら、新たな分野への展開を図る。

(※) 「サーミスタ用材料及びその製造方法」

特許第4436064号