

「ものづくり中小・大手メーカーとの マイクロテクスチュア技術教育」プロジェクト

代表者 相澤龍彦【教授】(デザイン工学部 デザイン工学科)

構成員 小野直樹(工学部 機械機能学科) /
山澤浩、安齋正博(デザイン工学部 デザイン工学科)

プロジェクトの概要

港区・TECDIA社とのPBL型共同研究では、2名の4年生が総合プロジェクトテーマ、「低温プラズマ窒化による光学素子成形型技術」・「マイクロノズルの内部窒化・表面特性制御法の開発」を推進してきた。大田区・丸隆工業、宮城精工社とのPBL型共同研究では、それぞれ「CFRP/CFRTP材からのテーラード部品課技術」「CFRP/CFRTP材加工用ダイヤモンドコーテッド工具の再生技術」として、2名の4年生が、工場での部品作製実験なども含め、研究開発を行った。大田区・LIPS-WORKsほか5社とは、表面超撥水化技術の進化、異形微細ポンチアレイの開発、高融点金属プラズマ窒化などのテーマで、4年生2名および修士1名が研究開発を推進した。

COC活動の成果

【教育】

4年生13名、修士4名がそれぞれの開発型中小企業とのPBL型産学連携研究を進める中で、これからのものづくり研究の重要アイテムを認識し、その具現化を進める経験を、それぞれの中小企業との連携の中で、積み重ねることを目標とした。特に、4年生6名は、港区・大田区との共同研究を進め、マイクロテクスチュアの設計・製作およびそのデザイン工学的意義について学んだ。その中で、MF-Tokyo(鍛圧工業会ほかが主催)では修士学生3名と4年生3名が参画し、ポスターセッションを通じて、多くの中小企業に活動成果を説明し、多様な質問に対して応答した。

【研究】

港区における開発型中小企業では、ニッチ市場における独占的技術を産学連携で進め、その技術アイテムの構築を、修士学生、4年生と進めた。大田区(一部文京区の企業との連携も含め)では、医療特区を背景として、微細異形パターンを転写したチタン・ステンレスシート材の創成、マイクロメス・マイクロ縫合針の生産システムなどへの展開を望める基盤技術の整備を、開発型中小企業で進めた。その上で、毎月開催するマイクロテクスチュア研究会の場で、その成果を示して、種々の角度からの技術検討を行い、多様性のある技術として開発速度を速めることができた。

【社会貢献】

2017年7月に開催されるMF-2017(鍛圧工業会ほかが主催)では、低温プラズマ窒化による型技術・ダイヤモンドコーテッド工具金型のポリッシングアッシング・フェムト秒レーザーによる型表面超撥水化技術を中心に、修士3名が参加した。相澤の招聘講演・研究室紹介講演に加え、ポスター展示で盛り上がった。10月に開催された諏訪メッセでは、選択プラズマプロセス技術「ダイヤモンド金型の表面ポリッシング技術」「マルチDLCポンチ設計と型技術」を中心に、4年生3名が参加し、ポスター展示に国内外のものづくり企業の見学者があった。



大田区企業訪問時のCEOとの記念写真



MF-Tokyo 2017におけるポスター展示会場

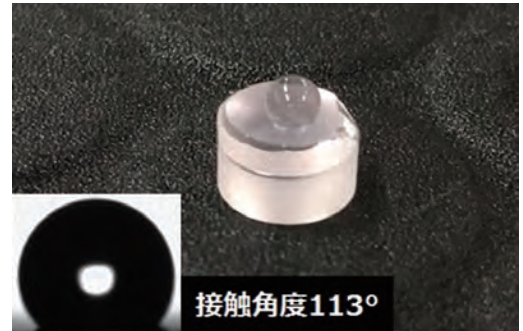


諏訪メッセにおけるポスター展示への参加者との議論の様子

主なトピックス

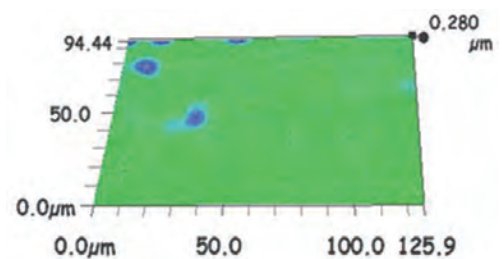
諏訪メッセポスター展示より

光学素子として利用される光学ガラス・光学プラスチックは、高い形状精度とともに、水などの付着が少ない撥水性も求められる。例えば、内視鏡用レンズでは、術中の体液ほかの付着により透過性が大きく損なわれる可能性がある。また自動車用監視レンズでも雨水などの付着で見にくくなる。これを解消するために、超撥水性を付与してモールド成型を利用した光学ガラス成形法の開発を、本研究室で行っている。純水への接触角度が約 170° のステンレス鋼製のモールド成型を開発し、CNC制御モールド装置にて低融点ガラス上にそれを高精度転写し、親水性の光学ガラス表面を接触角度を2倍となる撥水面とすることに成功した。



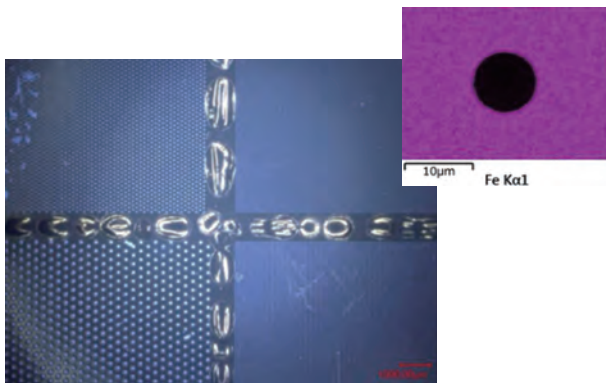
低融点光学ガラス基材に転写創製した撥水面

ダイヤモンドコーティングは、その高硬度・高耐摩耗性などの特性ゆえに、シリコンに代わる基材・MEMS基盤などの機能性用途あるいはドライ成型用コーティングとして期待されている。そのためには、大面積あるいは複雑曲面上に被膜したダイヤモンド膜の表面粗さを平坦化する必要がある。ここではCVDコーティングしたダイヤモンド膜を対象に、空間インピーダンス制御した高密度酸素プラズマを用い、数 μm の初期表面粗さをもつダイヤモンド膜の表面粗度を $0.5\mu\text{m}$ 以下にすることに成功した。特に、ダイヤモンドコーテッド成型に求められる大面積ポリッシングにも、曲面の表面性状制御にも応用することができる。

最大粗さが $0.28\mu\text{m}$ まで平滑化したダイヤモンド膜の一例

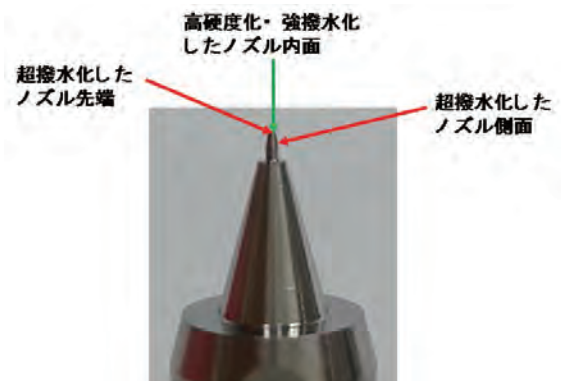
MF-Tokyo017ポスター展示より

マイクロ成形加工における技術課題の1つに、微細成型の作製がある。特に数万個から100万個の微細な孔加工・異形孔加工用のポンチ・コアダイを作製することは、最新の極短パルスレーザー加工をもってしてもなお、解決すべき問題が山積している。ここでは、港区・大田区のものづくり先進企業と連携して、プラズマプリンティングによるマイクロテクスチャ転写プレス成形用のマイクロポンチを創製した。このプロセスでは、マスクレスリソグラフィーで印字したパターンをマスクとし、非マスク部を均一に高濃度窒素過飽和処理を行って、マスク部を選択ケミカルエッチングする。これにより、 $10\mu\text{m}$ 系のマイクロポンチを多数配置した精密プレス用成型の創製に成功した。

直径 $10\mu\text{m}$ のポンチ(高濃度窒素過飽和処理した)が配列した成型の一例

港区企業との共同研究成果より

本COC事業と並行して実施してきた戦略的基盤技術高度化事業(サポイン事業)において、港区先進ものづくり企業と共同で研究開発してきた成果を報告する。これまでの鉛フリーはんだ、あるいは接着剤の塗布用の微小ノズルは、液滴径はノズル出口の外径で決まっていた。これは、ノズル先端が液滴によりぬれるためである。また過酷な使用環境でノズルの変形も問題となった。開発したノズルは、超撥水性を付与した、高強度化した微小ノズルであり、液滴径はノズル先端の内径で制御され、高硬度ゆえに厳しい使用条件下でも十分な耐久性を有している。2017年度後半より、市場への投入がはじまっている。



港区先進ものづくり企業と共同開発した内径基準・高強度微小ノズル