

追跡評価報告書フォーム

番 号	23-追跡-004		報告年度	平成23年度		
研究課題名	ダイヤモンドコーティング工具の開発					
研究機関	西部工業技術センター(加工技術研究部)					
研究期間	平成17年度～19年度(3カ年)					
連携機関	農業技術センター, 広島大学, (株)川瀬工具店, 川瀬機工(株)					
研究経費	【研究費】		【人件費】		【合計】	
	6,990千円		22,950千円		29,940千円	
これまでの 評価結果		実施年度	県民ニーズ	技術的達成度	事業効果	総合点
	事前評価	H16	3.33	3.72	3.44	3.50
	中間評価	H18	3.7	3.2	3.7	継続 (意見付)
	事後評価	H20	3.7	3.5	4.0	3.7
研究概要	新規ダイヤモンドコーティング工具を開発することにより, 非鉄・非金属切削工具の分野で従来の焼結工具にない安価で長寿命な高性能工具を実現し, 機械加工, 木材加工, 農業用工具などの幅広い分野での利用を図る。					

1. 研究成果

本研究では, 工具の高性能化及び長寿命化を図るため, 抜群の耐摩耗性を持つダイヤモンドを工具にコーティングした。その際に必要となる以下のサブテーマについて研究を実施し, 次の成果を得た。

①ダイヤモンド膜の膜質制御技術の開発

ダイヤモンド膜を熱フィラメントCVD法により, メタンと水素の混合ガスから合成する実験を行った。その際に得られるダイヤモンド膜の膜質を制御する技術を開発した。

- メタン濃度を増加させるにつれて多結晶ダイヤモンドの粒径が小さくなり, 5%以上で膜の自形は崩れ平滑化した。自形は確認できないが, X線回折によるとダイヤモンドの微結晶の存在が認められた。
- 基板へのバイアス電圧印加をマイナスにした時, 膜の自形は崩れ, 平滑化した。
- 基板へのバイアス電圧印加をプラスにした時, 小さく明瞭な自形を示す膜が生成した。

②ダイヤモンド膜の放電加工技術およびダイヤモンドコーティング工具の開発

切削工具にコーティングしたダイヤモンド膜を放電加工により研磨し, 刃先を尖らせる技術を開発した。

- ホウ酸を溶解した有機溶媒を水素でバブリングして反応系に導入することにより, ボロンがドーピングされた導電性ダイヤモンドを合成することができた。
- 切削工具にコーティングした導電性ダイヤモンド膜を放電加工することにより, 表面を平滑にし, かつ先端を尖らせることができた。
- 高性能で耐摩耗性に優れたダイヤモンドコーティング工具を開発した。

③ダイヤモンド膜の量産技術の開発

効率的なダイヤモンド膜の量産技術として, 一度の合成で, たくさんの工具にコーティングできるよう大面積合成技術を開発した。3インチのシリコンウェハ全面に, 膜質, 膜厚ともほぼ一定の均質なダイヤモンド膜を合成することができた。

2. 開発技術の移転状況

(1) 研究開始当初の移転目標

① 技術移転先

- (木材加工メーカー) 木材切削加工工場及び各地域の製材所・・・木材加工用工具
- (木工用刃物メーカー) ㈱川瀬工具店・・・木工用刃物
- (非金属切断機メーカー) 川瀬機工㈱・・・非金属切断用刃物
- (プラスチック加工メーカー) プラスチック切削加工工場・・・プラスチック切削用刃物
- (機械加工メーカー) マツダ㈱及びマツダ関連1次・2次協力企業・・・アルミ合金切削用工具

② 移転方法

- 産業技術流動研究員制度や共同研究制度により当該メーカーの研究員、担当者に技術移転を行う。
- 研究会活動、学会等発表、西部工業技術センター成果普及発表会等により広く成果を広報し、技術移転する。
- 参加企業等とともに各種補助事業等への提案を進め、早期の実用化を図る。

③ スケジュール

平成17年度から技術移転できる部分(ダイヤモンドの合成技術)に関しては、先行して技術移転を行う。刃先加工技術を含めたトータルでの技術移転は平成19年度の後半から研究のとりまとめと平行して行う。

(2) 開発技術の移転方法と移転状況

表 技術移転先と移転方法及び開発課題

技術移転先	事業内容	移転方法	開発課題
①A社	木材加工	共同研究	ダイヤモンドコーティング工具の開発
②B社	木材加工	-----	未着手
③㈱川瀬工具店	木工用刃物の製造	共同研究, 技術指導	ダイヤモンドコーティング工具の開発
④C社	プラスチック加工品製造	-----	未着手
⑤D社	アルミ部品製造	共同研究	ダイヤモンドコーティング工具の開発
⑥農業技術センター	農業に関する試験研究	共同研究	不耕起播種機の開発
⑦国立環境研究所 E社	環境に関する試験研究 配線基盤検査装置の製造	受託研究	電子線透過ダイヤモンド窓の開発
⑧F社 (大阪)	金型製作	受託研究, 設備利用	ダイヤモンドコーティングパンチの開発
⑨G社	放電加工による金属加工	共同研究, 技術指導	導電性ダイヤモンドコーティングを付加した新しい放電加工システムの開発

① A社【ダイヤモンドコーティング工具の開発】

ダイヤモンドコーティング工具の試作及びラインへの適用を試みた。高速で原木を加工する工程が多く、非常に厳しい条件での切削となるため、剥離等が生じ、試験の継続が困難であった。

② B社

A社での試験が途中で終了したため、B社での試験には至らなかった。

③ ㈱川瀬工具店【ダイヤモンドコーティング工具の開発】

ダイヤモンド膜の平滑化技術を移転した。当センターの技術指導により製作したダイヤモンドコーティング装置により、自社製作の木工用切削工具に平滑ダイヤモンド膜を施し、「エターナルコート」という商品名で受注生産している。その他にも各種工具、治具について企業の依頼によりサンプル

的なコーティングを行っており、引き続き、商品化への努力を進めている。

また、射出成形樹脂のゲート切断用ダイヤモンドエアニッパを共同で開発中。H社、I社にて実証試験を実施した。企業ニーズを踏まえて実用化の時期を検討している。

(H17～ 共同研究, 技術指導)

④ C社

技術移転については、木材関連を中心に試験検討を行ったため、プラスチック加工関連の試験には至らなかった。

⑤ D社

アルミ鋳物の切削用にダイヤモンドコーティングドリルを検討し、共同で工具の試作条件、切削条件等の検討を行ったが、試験には至らなかった。

⑥ 広島県立総合技術研究所農業技術センター【不耕起播種機の開発】

畑を耕さずに、麦、大豆等の種子を播く、不耕起播種機を共同で開発した。農業技術センターの圃場で実証実験を行い、植物残渣が播種機にからみつくとトラブルを解決するため、植物残渣をダイヤモンドコーティング刃にて切断し、除去することを試みた。機構部分を含めて検討を進め、農業技術センターにおいて特許出願を行い、装置メーカーの川瀬機工(株)とともに実用化を進めている。(H17～H21 共同研究)

⑦ 国立環境研究所, E社【電子線透過ダイヤモンド窓の開発】

電子線を大気中に取り出すための窓を作製することを目的として、シリコン基板上に多結晶ダイヤモンドをコーティングし、マイクロマシーニング技術を用いてダイヤモンド窓を作製した。コーティング方法として、ダイヤモンド膜の量産技術(大面積合成技術)を利用している。

ダイヤモンド窓の性能向上、電子線透過特性の評価を行い、ダイヤモンド窓が一定程度利用できる見通しとなった。その後、さらに実用化開発を進めるために共同で国の先端計測機器開発に応募したが選に漏れ、現在は各機関で技術のブラッシュアップを図っている。

⑧ F社【ダイヤモンドコーティングパンチの開発】

プレス金型工具の超硬パンチパイロットピンの先端に、耐摩耗性等を向上させることを目的として、ダイヤモンドコーティングを行った。導電性ダイヤモンドをコーティングし、放電加工を行って、ピンを最終的な寸法に仕上げた。H20 年度に実証試験を行い、ダイヤモンドコーティングの効果を確認した。こうした成果をもとに同社では新たな研究テーマを構築し、サポイン事業で研究開発を実施している。(H19 受託研究, H20 以降も技術指導を実施中)

⑨ G社【導電性ダイヤモンドコーティングを付加した新しい放電加工システムの開発】

微細穴加工を放電加工で行うための消耗が少ない放電加工用電極、及びその電極製造装置を作成した。タングステン等市販金属電極表面に、放電加工機上で導電性ダイヤモンドをコーティングし、そのダイヤモンドコーティング電極を用いて微細穴放電加工を行う。さらに、同電極を使用して放電加工後の熱影響層の除去及び最終ラッピング仕上げを行う。

その後、電極製造装置の改良等を行ったが、企業側の事情もあり、ある程度技術が完成した状態で開発を終了している。(H17～ 共同研究, 技術指導)

(3) 移転目標の達成度

本研究開発により得られた技術は、(株)川瀬工具店、国立環境研究所、F社、G社などに移転しており、一部は製品化につながるとともに、引き続き製品化に向けた開発が進んでいる。そのため達成度Cに到達していると考えられる。

(4) 上記の状況となった理由

本研究開発の成果の技術移転が完全に行われていない原因としては、次の要因が考えられる。

①技術移転先企業の取り組み状況の変化

木工工具メーカを取り巻く環境の変化により、顧客が減少し、移転先企業においても研究開発の優先順位が変わり、当面の利益を確保するための生産現場に直結した技術開発が優先される状況となった。また研究開発担当者の昇格により、本研究の実用化のための開発力が低下したため、製品化と展開が遅れている。

②企業を取り巻く情勢の変化

ダイヤモンドコーティングのターゲットとしていた超硬製ルータービットなどの使用工場が海外に移転し、国内需要が望めなくなった。

(5) 今後の移転計画

ダイヤモンドコーティング工具の市場は、航空機産業向けのCFRP切削用工具を中心に、近年、着実に拡大しており、特に切削用ドリルにはダイヤモンドコーティングが必須の状況が生まれている。本研究によるダイヤモンドコーティング工具の技術を生かしていくためには、木材用途に限らず複合材料や炭素繊維材料の加工に用いることができるドリル形状の切削工具への適用を図る必要がある。技術移転先の企業においてもドリルにコーティングできれば用途はかなり広がる、との感触を得ており、ドリルへのコーティング技術の開発が急務である。既に単体での試作的コーティングは可能であるが、実用化のためには、量産最低規模でのコーティングが可能な装置の試作とコーティング技術の開発が必要となる。CFRP加工用途への展開を目指して、今後3年程度のうちに装置試作のための外部資金を調達し、開発を行っていきたい。また技術移転が中断、進んでいない企業に対しては、引き続き、実用化に向けて技術的な支援を行っていく。

3. 知的財産権等の状況

特になし。

4. 研究成果の波及効果

(1) 経済的波及効果又は県民生活上の波及効果(選択項目)

- 開発したダイヤモンドコーティング工具の製造技術は県内の工具メーカーJ社に技術移転している。同社ではダイヤモンドコーティング工具をサンプル出荷するとともに、技術的な優秀さを買われて、従来製品の販売も増加している。
- 本研究で開発したダイヤモンドコーティング技術を、自社工場内の装置(切断装置、粉碎装置等)の工具に適用することを、A社、H社、I社において当センターと共同で進めている。これにより、工具の長寿命化や高性能化が期待でき、工具の交換による作業の中断や工具の補修等を大幅に軽減できるようになる。
- 本研究で開発した導電性ダイヤモンドの放電加工技術は放電加工メーカーのG社に技術移転しており、同社の加工技術のラインナップの一つとして活用されている。
- 研究途中で開発したダイヤモンド薄膜の熱伝導率測定装置は、市販の熱伝導率測定装置では測定できない形状のものも測定可能なため、県内企業が行っている「放熱材料の開発」において利用され、製品開発に役立っている。
- 本研究で開発したダイヤモンドの大面积合成技術は各所から注目を集めており、K社、A大学、B大学、L社などから見学や共同研究の申し込みがある。
- 本研究で開発したコーティング技術を自社製品に適用し、新商品を開発することをM社、N社、O社において当センターと共同で進めている。開発ターゲットとしては、剪定鋸、ヤスリ、針など広島県内の地場産業品である。
- エジェクタポンプのスロット部やウォータージェットのノズルなど摩耗が激しい箇所の内面に、本研究で開発したダイヤモンドコーティング技術を適用することを、現在研究している。実現すればP社、Q社などで利用可能であり、自社製品の耐久性向上、信頼性向上に伴う売上増加という波及効果が期待できる。

(2) 技術の推進への波及効果

(本研究成果に基づく技術指導)

大面積合成技術, フィラメント成形技術, 真空チャンバー設計技術, 真空測定技術, 放電加工技術, CVD技術などに関して本研究成果・知見により技術指導を行った。

(他の研究の推進)

- ・ F E T 一体型高感度センサの開発 (単県)
- ・ 樹脂ガラスの超硬化・UVカット表面コーティング技術の開発 (単県)
- ・ 大気中観測電子顕微鏡における高解像画像化の研究 (シーズ発掘)
- ・ CNP (コピー数多型) に基づくがんの個別化予防のための癌感受性評価システムの研究開発 (地域イノベ)

の研究において大面積合成技術, 真空技術, CVD技術が活用され, 効率的な研究の推進と幅広い研究展開に役立っている。

個別評価(各センター記入欄)

1. 研究の達成度 ■A:成果は移転できるレベル □B:一部の成果は移転できるレベル □C:成果は移転できるレベルではない
2. 成果移転の目標達成度 □A:目標以上に達成 □B:ほぼ目標どおり達成 ■C:目標を下回っている □D:移転は進んでいない
3. 知的財産権の活用状況 □A:実施許諾し、事業化されている □B:実施許諾を行っている ■C:実施許諾は行っていない
4. 研究成果の波及効果 □A:波及効果は大きい ■B:波及効果は認められる □C:波及効果はほとんど認められない
備考:

総合評価(評価委員会記入欄)

□S:研究成果が十分に活用され、効果は当初見込みを上回っていると認められる。 □A:研究成果が活用され、効果は当初見込みをやや上回っていると認められる。 □B:研究成果が活用され、効果は当初見込みどおりであると認められる。 ■C:研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みをやや下回っていると認められる。 □D:研究成果の活用が不十分で、効果は当初見込みを下回ると認められる。
備考: