

平成 16 年度戦略的基盤技術力強化事業

研究開発成果報告概要

事業管理法人名 (代表者氏名)	財団法人 金属系材料研究 開発センター (澤田 靖士)	所在地	〒105-0003 東京都港区西新橋 1 - 5 - 11 (Tel:03-3592-1284)		
技術分野	金型分野	技術区分	新素材を用いた 高機能金型技術 / 金型加工技術	研究開発課題	新素材を用いた 高機能金型技術 / 金型加工技術
テーマ名	難成形材のプレス加工用のマイクロ金型に関する 研究開発		研究開発期間	平成16年4月1日～ 平成17年2月28日	

1. 委託業務の概要

最近、IT関連機器に使用されるマイクロ金属部品のプレス成形用金型や、苛酷な600以上の高温下で使用するガラスレンズなどの光学素子成形用金型の需要が増加している。しかし、現状のダイス鋼や超合金製の金型では極めて寿命が短いこと、被加工材の寸法精度が悪いこと、被加工材の離型性が悪いことなどが問題になっている。

そのために、極めて高硬度で耐摩耗性に優れる焼結ダイヤモンド(SD)や、高温特性の優れる炭化珪素(SiC)セラミックスを用いた、高精度、長寿命のマイクロ部品やレンズ成形用の金型を研究開発する。

2. 技術目標値

SiCセラミックスに関しては、相対密度を99%以上とし、放電加工可能な導電性を持たせる。
 レーザ加工においては、SD、SiCの加工速度をそれぞれ3.5、5.5mm³/minとする。表面粗さは1.5～2.5μmRy。寸法精度は±7.5μm以内を達成する。
 SD、SiCの放電加工で幅500μmの場合、深さ及び幅の精度をそれぞれ±10、±5μmを達成する。
 DLCは5以下の細孔内部へのコーティングを可能にする。SiCコーティングは500μm程度の厚膜化を可能とし、成膜速度を約50μm/hに向上させる。
 平面度が±15μmのSD製の熱交換素子成形用のマイクロ金型を試作する。
 開発SiCセラミックスを用いてV溝ピッチ精度が±0.2μmのファイバアレイ用と形状精度(P-V)が0.5μmで表面粗さが0.03μmRaのマイクロレンズ用成形型を試作する。
 試作のSiC製型を用いたプレス成形テストにより、成形品の離型性や仕上がり精度を確認する。

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

マイクロ金型に適したSiCセラミックスの開発

各種の焼結助剤(B、Al、Yなど)を適量添加したSiC焼結体を種々の焼結条件で製作し、その機械的諸性質などを詳細に調査する。併せて導電性等の測定も行う。

レーザ加工技術の高速度高精度化の開発

チューニングノウハウを更に深化発展させる。マイクロ金型の加工の研究開発を実施する。

高精度高品位マイクロ放電加工技術の開発

放電電圧、電流、パルス幅などと電極の消耗量との関係などを詳細に検討する。

マイクロ金型用コーティング技術の開発

DLCコーティング

製品とプラズマ発生電極との間に電磁コイルなどを挿入し、微細部分への被覆を可能にする。

SiCコーティング

導入ガスの流量、圧力や温度分布の調整等により、マイクロ金型用SiCコーティング技術を開発する。

SD製のマイクロ金型の作製

高精度、高品位マイクロ放電加工機を導入して、熱交換素子成形用SD製マイクロ金型を作製する。

SiCセラミックス製のマイクロ金型の作製

ファイバアレイとマイクロガラスレンズのプレス成形が可能な、SiCセラミックス製型を作製する。

試作したSiCセラミックス製のファイバアレイ用金型とマイクロレンズ用金型の実用テスト

試作品の寸法精度、表面の平滑度、コーティング被膜の密着強度やつき回り性などを測定確認。次に、評価および実用テストにて従来品との寿命比較を行う。

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

マイクロ金型に適したSiCセラミックスの開発

TiCなどの各種遷移金属の炭化物の微量添加により、相対密度、抗折力がそれぞれ99%、500MPaで電気比抵抗が80・cm(放電加工が可能を確認)のマイクロ金型用SiCセラミックスを開発した。

レーザー加工技術の高速度高精度化の開発

レーザー加工機の改造により、SDとSiCセラミックスの加工速度はそれぞれ2.7、4.5mm³/min。表面粗さは0.9~2.1μmRy。寸法精度は±8~9μmを達成した。

高精度高品位マイクロ放電加工技術の開発

SD製の熱交換素子成形用型の加工が可能な放電加工機仕様を決定・導入し、SD型の試作に使用。SiCセラミックスに関しては、寸法精度で±5μmを達成。

マイクロ金型用コーティング技術の開発

DLCコーティング

DLCコーティング装置にソレノイドコイルを増設して、5mmの細孔内部にプラズマを導入できることを確認した。

SiCコーティング

SiCコーティング装置を改造して、膜厚500μm、成膜速度100μm/hを達成した。

SD製のマイクロ金型の作製

超硬合金製型を用いた予備テストの結果を踏まえて、SD製の熱交換素子成形用型を試作した。

SiCセラミックス製のマイクロ金型の作製

開発SiCセラミックスを用いて、V溝ピッチ精度の平均が-0.04μmのファイバアレイ成形用型と、形状精度(P-V)が0.08μmで表面粗さが0.003μmRaのマイクロレンズ成形用型を作成した。

試作したSiCセラミックス製のファイバアレイ用金型とマイクロレンズ用金型の実用テスト

試作したSiC製型を用いたプレス成形テストで、V溝ピッチ精度の平均が+1.16μmのファイバアレイの連続成形が可能であった。離型性に対するDLCコーティングの有効性が確認された。

5. 事業化の目標と当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化

平成16年度の研究により、SDおよびSiCセラミックスを素材とするマイクロ金型を実現するための基礎的な製造技術がほぼ確立された。引き続き、H17年度には試作マイクロ金型の精度や生産性の向上を検討することにより、コストパフォーマンスの向上を図る。その結果、プロジェクト終了時には、IT関連の各種使用の金属マイクロ部品やデジタルカメラに使用されるマイクロガラスレンズなどの光学素子のプレス成形が可能な試作金型を関連メーカーに評価用としてのサンプル提供が可能になる。

SDマイクロ型は、主に耐摩耗性の要求される高硬度金属部品のプレス成形用金型に適用する。被加工材は銅合金やステンレス等に幅広く応用が可能なので、電子機器用部品メーカーや自動車や各種機械のマイクロ部品メーカーに供給する。市場規模は約100億円/年程度。

SiCマイクロ型は、主に高温での耐酸化性や強度の要求されるガラスレンズ成形用金型に適用する。特に、最近になりデジタルカメラやカメラ機能付き携帯電話の普及増加と共に画像の高品質化(画素数の高密度化)の要望がより顕著になり、そのような高分解能のガラスレンズをプレス成形することが可能な高温硬度や耐酸化性に優れるSiCセラミックス製の高精密マイクロ金型は、需要増加が期待される。ガラスレンズ以外に、プリズムやその他各種の光学素子の成形にも需要が見込めるので、カメラメーカーや光通信メーカー等にも幅広く拡販が見込まれる。市場規模は約50億円/年程度。

いずれの場合も、プロジェクトメンバーを中心に、プロジェクト終了後1~2年以内に事業化を目指す。本プロジェクトで開発されるマイクロ金型は、比較的設備投資金額が少なく、生産に移行が容易と判断される。プロジェクト終了の3年後には、市場の20~30%、すなわち30~45億円/年の売上を見込む。