

平成 15 年 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	株式会社 長津製作所	代表者名	牧野俊清	所在地	〒211-0012 神奈川県川崎市中原区中丸子 57 Tel : 044-433-8371
-------------	---------------	------	------	-----	---

管理番号 15K-10
技術分野 金型分野
技術区分 超微細・精密・複雑構造部品成形加工金型技術 / 金型加工技術
技術開発課題 自由曲面レンズ・プリズム、回折格子、光学素子、電子機器部
品等の超精密・複雑構造部品の成形加工を可能とする金型技術及び金型加工技術
テーマ名 非軸対称非球面形状光学部品用の超精密金型の加工・計測技術に関する研究開発
研究開発期間 平成 15 年 9 月 3 日 ~ 平成 16 年 2 月 5 日

1. 委託事業実施の背景と委託事業の概要

近年の情報機器、ストレージデバイス、ディスプレイデバイス等の高性能化に伴いこれらの技術を支える基幹部品である超精密非球面光学素子、フロントサイド導光板、光ディスク用ピックアップ光学系、マイクロ機構部品等に対する要求は、複雑化、高精度化の一途をたどっている。

いくつかの例をあげれば、白色 LED による均一照明を可能とする複雑曲線溝を持つバックライト、光学系の部品点数の大幅な削減と高性能化を同時に実現する光ディスクピックアップ用のホログラム光学素子、レーザープリンター等でスキャン光学系を最小化するための非対称非球面光学素子などがある。また、光学素子等の材料も、プラスチックより優れた耐環境性、温度安定性、光学特性を持つ光学ガラスを使用することが強く求められている。

これまで日本が得意とした技術の 1 つが、非球面形状のレンズやミラーの超精密加工技術と精密計測技術であった。その結果、各種情報機器、表示デバイス、情報デバイスなどに用いられる非球面光学部品の 90% 以上が日本で独占製造されていた。しかし、近年の製造のグローバル化は本分野においても例外無く訪れ、単純な軸対称の非球面光学部品においてはプラスチック射出成形工程のみならず、光学部品の量産のキー技術である超精密型の精密加工と精密計測技術も海外移転し始めている。さらに海外の生産技術の向上もめざましく、日本の超精密加工技術力の低下が問題視されている。これらの危機を打破するには、情報機器の高度化進展の中で、高機能・高付加価値化が要求されている光学部品のための、様々な複雑形状を有し付加価値が最も高い、ナノレベルの超精密な非軸対称非球面形状(自由曲面)のガラス製光学部品の量産技術の開発、及び自由曲線溝形状切削 / 研削技術の開発が必要である。

また、金型製造業においても、量産製造拠点がグローバル化により海外シフトされ、韓国・中国・東南アジアの金型製造技術能力が、技術指導、CAD データのソリッド化や製造環境の技能レス化等により、その差が小さくなっており、日本における海外に負けない金型製造技術の再構築が必要とされている。そのために、中小企業を主体とする金型製造業者が、超精密複雑形状の光学部品のための金型製造を目的として、非軸対称非球面形状光学部品用の超精密金型の加工・計測技術を研究開発する。

2. 委託事業全体の内容と目標

(1) 技術の内容と新規性、独創性、改善性又は技術基盤強化性

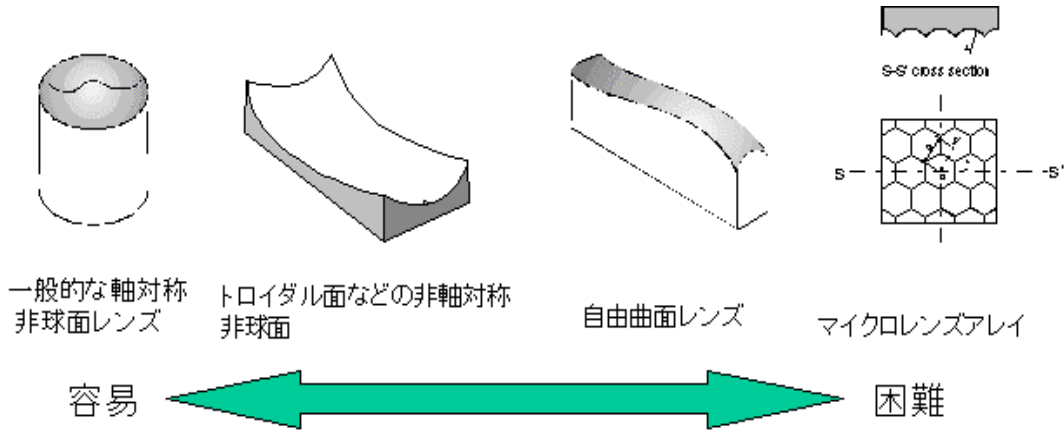
技術の内容

超高精度な複雑曲面等を持つ金型を加工する技術は、極めて重要な技術である。これらは、大きく分けて、複雑形状を超高精度に測定しその形状を解析・検証する計測・データ処理技術、複雑形状を超高精度に加工するために多自由度の超精密加工装置を制御し加工誤差を補正低減させる加工制御技術、多自由度の超精密加工を実現するためのナノメータ精度を持つ加工装置技術、さらに超高精度金型やガラスレンズ等の成形に用いられる超硬合金などの硬脆材料を加工する加工技術・加工工具技術に分類することができる。これらの技術はいずれも従来の金型加工技術とは一線を画する困難なものであるが、いままでのメンバーの技術的蓄積を活用しつつ実用可能なレベルまでの開発を推進する。

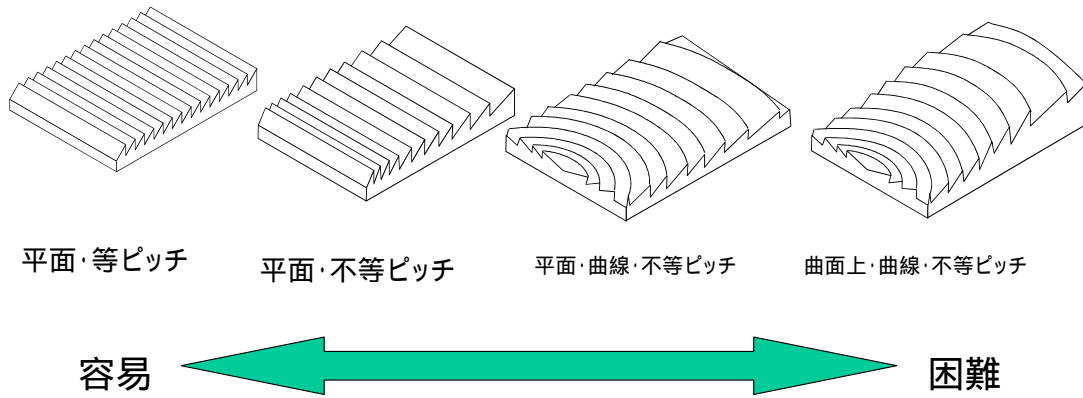
技術の新規性、独創性、改善性又は技術基盤強化性

ナノメータレベルの精度を持ち金型として実用可能な複雑形状を加工可能な 6 軸 (X Y Z C A Z ') の超精密加工装置及び、その加工技術を開発して

ア. 単純な球面や軸対称非球面ではなく、トロイダル面や自由曲面などの非軸対称複雑非球面形状



イ. 従来の直線状の溝形状ではなく、曲線あるいは曲面上の微細溝形状



を、中小企業である金型メ - カ - が超高精度に開発できる技術・体制を整備する。
 6軸の制御系では、曲面上に曲がった溝も加工できるが、4軸の制御系では平面上に曲がった溝は加工できるが、曲面上に曲がった溝は困難である。
 6軸の制御系を超高精度に駆使するには、単なる標準化されたIT技術導入ですまされるわけではなく、加工技術の蓄積をもとにした高度な数値制御システムの生成が必要となる。
 海外に負けない金型技術が構築され、情報技術の進展により、超高精度複雑形状の高度化が要求されている光学素子を供給できる。

(2) 技術目標値

- ア. 複雑形状に対応するため6軸制御の超精密加工機を開発する。目標仕様は、リニア駆動・圧電素子駆動による超高精度高速化、制御分解能1nm、真直度100nm以下、回転軸の回転精度50nm以下、また、オンマシン計測ヘッドの測定再現性は50nm以下とする。
- イ. 複雑非軸対称非球面金型の精度は200nm以下、比較的小さく(<10mm)わずかな非軸対称成分を持つ金型の精度は100nm以下を目標とし、Niメッキ等の軟質金属のみならず超硬合金等の硬質材料も加工可能な技術を開発する。
- ウ. 微細溝形状を持つ超精密金型の微細溝のピッチ精度は100nm以下とする。

3. 委託事業全体における技術目標値を達成するための課題と解決方法

● 超高精度形状評価の課題と解決方法

超高精度な複雑形状の評価を行うには、従来のレーザー干渉計や2次元触針式の測定装置では極めて困難である。これは、従来のレーザー干渉計は平面や球面といった単純な形状以外の評価は困難であり、また2次元触針式の測定装置は軸対称でない非球面形状の評価は極めて困難であるからである。これらを解決するために、原子間力プローブを搭載し、3次元的に複雑形状面を測定評価可能なシステムの構築を行う。あわせて、3次元的な形状を評価するデータ解析手法の構築も行うことで、課題を解決する。

● 複雑非球面形状の超高精度加工システムの課題と解決方法

複雑非球面形状の超高精度加工は、従来の旋盤型超精密加工装置等では不可能であり、複数の超精密軸を同期して駆動できるシステムが必要とされている。さらに、多自由度の制御を超高精度に行うためには、従来のCAMシステムでは精度、自由度とも不足している。このため、リニアモータ技術、圧電アクチュエータによる制御技術等を導入しかつ5軸以上の制御自由度を持つ超精密多軸加工システムを新たに構築し複雑非球面形状の超高精度加工を可能とすると共に、超精密多自由度制御に必要なデータ生成手法の構築も行う。これにより複雑非球面形状、微細溝形状の加工を可能とする。

● 複雑非球面形状を持つ高硬度硬脆材料の加工の課題と解決方法

実用的な超高精度金型の加工を実現するには、ガラス成形等にも対応可能な超硬合金やSiCなどからなる高硬度・硬脆材料の超精密加工を実現する必要がある。このために、超精密研削加工技術により高硬度材料を高精度に加工する技術を開発すると共に、加工工具の開発も行い、高硬度・硬脆材料の超高精度加工を可能とする。

4. 当該年度における技術目標値の達成の状況と意義（実績）

● 超高精度形状評価の課題と解決方法

超高精度な複雑形状の評価を行うために、原子間力プローブを搭載し、3次元的に複雑形状面を測定評価可能なシステム松下電器産業(株)製U A 3 P - 4、及び微細溝測定に威力を発揮する三鷹光器(株)製NH - 3 Nを導入した。あわせて、3次元的な形状を評価するデータ解析手法ソフトの構築も行なった。

次年度以降は、複雑形状の評価を深化させる。

● 複雑非球面形状の超高精度加工システムの課題と解決方法

リニアモータ技術、圧電アクチュエータによる制御技術等を導入しかつ5軸以上の制御自由度を持つ超精密多軸加工システムを新たに構築するため、装置を製作可能なメ - カ - 5社を調査した。また、6軸目のZ'軸の開発のため、文献調査、必要なデータ生成手法の検討を行った。

次年度以降は、XYZCAZ'6軸の超精密加工機を開発し、複雑非球面形状、微細溝形状の加工を可能とする。

● 複雑非球面形状を持つ高硬度硬脆材料の加工の課題と解決方法

ガラス成形等にも対応可能な高硬度・硬脆材料の超硬合金を用いて、超精密加工のための基礎的検討を行い、超精密研削加工技術を開発すると共に、加工工具の開発も行い、高硬度・硬脆材料の超高精度加工を可能とした。

次年度以降は、複雑非球面形状を持つ高硬度硬脆材料の超高精度加工を深化させる。

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

カメラ付き携帯電話は予想以上に画素数が増加しているが、そのため、レンズ用金型の高精度化が強く求められている。これに対して、本プロジェクトで開発する超精密加工装置及び、その加工技術は大きな役割を果たす。また、本年度導入した超精密測定機器により、事業化に不可欠である金型の精度評価に極めて有力な手段を得ることができた。