

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ シーズ育成タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: X線結晶レンズを用いた高分解能・高速蛍光X線分析モジュールの開発
プロジェクトリーダー	: 株式会社 リガク
所属機関	: 株式会社 リガク
研究責任者	: 中嶋一雄(京都大学)

1. 研究開発の目的

波長分散方式蛍光X線分析器用の分光素子として回転楕円や回転らせん形状等の3次元曲面の結晶レンズを採用することにより、従来の分光器の性能を向上させ、また同結晶レンズの特性を生かした小型・低コストの分光器を実現することができる。本開発は、そのような結晶レンズを製作するための熱塑性変形用の高温加圧加工装置および成形用治具を開発すること、その装置・治具を用いて正確な形状制御ができ、かつ再現性の良い結晶レンズが得られるような製作条件を確立すること、さらに製作スループットや成形用治具の寿命などコスト面の評価もおこなうことにより、蛍光X線分析装置用3次元曲面結晶レンズの実用化を図ることを目的とする。

2. 研究開発の概要

①成果

目標:シーズ技術である熱塑性変形による単結晶3次元形状結晶レンズの実用的な製作条件を確立するとともに蛍光X線分析装置への搭載を図る。

実施内容:結晶レンズの製作を繰り返し、都度形状測定、X線反射特性測定を実施し作成再現性を評価した。大型結晶の製作も可能な高温加圧加工炉を設計・製作し、結晶レンズを製作して形状測定、X線特性を評価した。

達成度:再現性の良い結晶性・形状制御性が得られる加工条件を確立した。結晶レンズが、従来型の分光結晶に対して所期のX線強度増が得られることおよび型寿命の評価結果によってコスト的にも十分実用化に耐えることが確認でき、小型・高感度(高速)測定が可能な蛍光X線分析装置用のX線光学系への採用を決定できた。

研究開発目標	達成度
①型を用いた結晶レンズ製造方法の特性把握	①熱変形後の結晶格子方位の面内ばらつきは所期の目標精度を満足した。型の形状誤差およびX線反射特性のばらつきについて所期の範囲に押さえる製造方法を確立した。さらに熱変形後の表面粗度の結果から、多層膜人工格子結晶レンズが構成できる結果が得られた。
②小型サイズ結晶レンズ保持方法と実使用上の問題点の把握	②熱変形加工した結晶レンズを同形状の貼り付け板に保持して従来型の単湾曲分光X線とX線分光特性を比較したところ、反射強度およびエネルギー分解能とも所期の特性が得られた。

<p>③大形結晶レンズ製造用熱塑性変形装置の製作と性能把握及び改良</p>	<p>③大型結晶レンズの製作に対応可能な装置を設計し実現した。試作結果に基づき成形用型の改良点を見出し形状変更して形状精度を改良した。実用化を前提とした装置のスループット目標も達成した。</p>
<p>④蛍光 X 線分析モジュール設計及びモジュール試作による検証</p>	<p>④蛍光 X 線分析モジュール用大型結晶レンズを設計し、Ge、Si 結晶の複数種の結晶レンズを試作した。蛍光 X 線源と 2 次元位置分解 X 線検出器を結晶レンズの周りに配置した分析モジュール原理確認装置により X 線像を測定し、分光特性を確認した。</p>

②今後の展開

開発した結晶レンズの搭載を前提にした次世代蛍光 X 線分析装置の開発に着手し製品化を行う。また当初計画になかったが人工多層膜型結晶レンズへの適用も行い軟 X 線へ分光対象を拡張していく。さらに、導入した熱塑性変形装置を用いてヨハンソン型またはヨハン型単結晶レンズを製作し、現在複雑なプロセスを経て作られている人工多層膜ミラー型の集光素子に対して性能面、コスト面で置き換わり得る光学素子への展開もはかる。

3. 総合所見

目標以上の成果が得られ、イノベーション創出が大いに期待される。

製造コストの低減と X 線強度の向上が実現でき、競争力のある装置の実用化ができた。国際競争力の強化にも繋がると期待できる。

また、大学の基礎研究と企業の実用化がうまく分担でき産学連携の効果があつたと評価できる。