

Title	超精密ミラーの製作とその形状測定に関する研究
Author(s)	本郷, 俊夫
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36708">https://hdl.handle.net/11094/36708</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	ほん 本	ごう 郷	とし 俊	お 夫
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8484	号	
学位授与の日付	平成元年	3月	2日	
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	超精密ミラーの製作とその形状測定に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 森 勇藏			
	教授 井川 直哉	教授 花崎 伸作	教授 梅野 正隆	

## 論文内容の要旨

本論文は、シンクロトン放射光用超精密ミラーの製作に必要な加工および計測技術の開発を目的として行った研究をまとめたもので、次の5章から成っている。

第1章は序論であり、本研究を行うに至った学術的背景ならびに本研究の目的意義について述べている。

第2章では、紫外線用ミラーの製作および軟X線用ミラーの前加工面の製作技術について述べている。加工法としては、ダイヤモンド工具による切削加工を採用し、さらに非球面切削のためのピエゾ素子による工具位置制御装置を開発した結果、 $0.02\ \mu\text{m Rmax}$ 以下の表面粗さで所定形状の加工が可能であることを示し、紫外線領域の放射光用ミラーとして必要な精度が得られることを明らかにしている。

第3章では、表面粗さのより小さい表面を必要とする軟X線用ミラーの製作について述べている。加工法として、第2章におけるダイヤモンド切削では、必要とする表面粗さを得ることは不可能であり、これを前加工面として、さらにEEM (Elastic Emission Machining) 加工を行うことを検討している。EEMにより各種材料を加工し、その加工面を検討した結果、被加工材料の結晶粒の大きさと加工表面粗さには相関があり、結晶粒が小さい場合の方が、より優れた加工表面を得られることを明らかにしている。このことから、実際に放射光用ミラーの製作を行う場合、ダイヤモンド切削によって得られた表面をEEMによって加工し、その上に蒸着あるいはCVDによって比較的非晶質に近い金属膜を形成し、さらにEEM加工を行うという工程を提案している。これにより、表面粗さ数 $\text{\AA}$ 程度の仕上げ面が得られたことを示している。さらに加工面の評価として、軟X線領域の反射率を測定した結果、放射光用の光学素子として有効に機能し得るミラーであることを明らかにしている。

第4章では、放射光用超精密ミラーの形状を $0.01\ \mu\text{m}/100\text{mm}$ の精度で評価することを目的に、測

定装置の開発を行った結果について述べている。製作した測定装置は、光学的手法により、非接触に法線ベクトルを測定し、これから形状を求めるもので、各要素の精度および法線ベクトルから形状を得るまでの数値処理の際に発生する誤差を検討した結果、目的とする性能が得られていることを確認している。

第5章では、各章で得られた結論を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

SOR (Synchrotron Orbital Radiation) のいろいろの分野への利用が進むにつれて、種々の高精度なミラーの製作が不可欠となってきた。本論文は、高輝度のシンクロトン放射光のうち、紫外線から軟X線に用いられる超精密ミラーの製作とその形状測定法を開発する目的で行われた研究の結果をまとめたもので、その成果を要約すると、次の通りである。

- (1) 紫外線用ミラーの製作および軟X線用ミラーの前加工面の製作にダイヤモンド工具による切削加工を採用し、加工装置の各要素の性能と加工精度の関係を明かにするとともに、高精度なスイングアームとピエゾ素子による超精密工具位置決め装置を用いた切削装置を開発することにより、紫外線領域に供しうる非球面ミラーの製作に成功している。
- (2) さらに高精度を必要とする軟X線用ミラーの製作には、前加工面としてダイヤモンド切削面を用い、これをNC EEM (Numerically Controlled Elastic Emission Machining) によって仕上げる方法をとっている。この場合、ダイヤモンド加工面を直接EEM加工したのち、その面に必要な薄膜を形成し、さらにもう一度EEM加工を行うことによって、表面粗さ数Åの仕上げ面が得られ、反射率の測定からも、軟X線用ミラーとして有効であることを明らかにしている。
- (3) 製作した超精密ミラーの形状を高精度で測定できる測定装置の開発を行っている。原理的には、ミラーの各座標点の法線ベクトルを高精度で測定し、数値処理により形状を得る方法であるが、高精度な光学素子とゴニオメータを用いることにより、法線ベクトルを $1 \times 10^{-7}$  radの精度で測定できるようにし、形状測定精度 $0.01 \mu\text{m}$ を達成している。

以上のように、本論文は超精密ミラーの製作とその形状測定法に多くの知見を与えており、精密加工学および精密測定学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。