

Title	EUV露光装置用複雑形状ミラーの精密創成に関する研究
Author(s)	瀧野, 日出雄
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45993">https://hdl.handle.net/11094/45993</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	たきののひでお 瀧野日出雄
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第19080号
学位授与年月日	平成16年12月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	EUV露光装置用複雑形状ミラーの精密創成に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 竹内 芳美  (副査) 教授 白井 良明 教授 三好 隆志 教授 遠藤 勝義

### 論文内容の要旨

本論文は、次世代の半導体製造装置である EUV 露光装置用として実現が望まれている複雑形状ミラー、すなわちフライアイミラーの創成方法を検討し、同ミラーを製作するための基盤技術となる精密創成法を提案したものである。本論文は、以下に示す全8章で構成されている。

第1章では、本研究の背景と目的について記した。また、フライアイミラーの創成方式について概念検討を行い、要素加工法、部分加工法および一体加工法を提案した。

第2章では、要素加工法によるフライアイミラー創成に関して検討した。要素加工法とは複数の要素ミラーを加工して、それらを配列するものである。ここでは、金属を素材とした要素ミラーの加工法を提案した。提案した加工法により、特殊な形状である要素ミラーを平滑で高精度に加工できることを示した。

第3章では、第2章よりも高精度の要素ミラーを効率良く加工する方法を検討した。このために、まず単結晶シリコン研磨面のワイヤ放電加工特性を明らかにした。得られた知見に基づき、単結晶シリコンを用いた要素ミラーの加工法を提案した。要素ミラーを試作した結果、提案した方法によって、目標を満たす平滑性と精度の要素ミラーが効率良く加工できることが基礎的に実証できた。

第4章では、要素加工法によるフライアイミラー創成のために、磁気を利用した要素ミラー高精度配列法を提案した。また、単結晶シリコン製要素ミラーを磁氣的に配列するために、要素ミラー裏面への金属層形成プロセスを含んだ要素ミラー加工法を提案した。要素ミラーの配列の基礎実験により、提案した加工法と配列法の有効性を明らかにした。

第5章では、第4章で提案した方法によってフライアイミラーを創成し、光学特性を評価した。光学特性を評価するために検査装置を試作した。その結果、創成したフライアイミラーの傾斜精度や平滑性は目標を満たすものであり、要素加工法にて所望のフライアイミラーが創成できることを実証した。

第6章では、フライアイミラーをさらに効率良く創成するために、部分加工法を検討した。部分加工法はブロックの一面に複数の要素ミラーを創成するものである。ここでは、超精密多軸切削加工による創成を検討し、新たな切削工具とその走査方法を提案した。加工実験によって、提案した工具がフライアイミラーの形状創成に有効であることを基礎的に実証した。

第7章では、第6章で提案した方法によってフライアイミラーを創成し、光学特性を明らかにした。その結果、要素加工法よりも高い傾斜精度でフライアイミラーが創成できることを実証すると共に、平滑性の向上が今後の重要課題

であることを指摘した。また、一体加工法の可能性について考察した。

第8章では、本研究の成果をまとめると共に、各章で述べた内容を要約した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、次世代の半導体製造装置である EUV 露光装置用の光学素子として実現が望まれている複雑形状ミラー、すなわちフライアイミラーの創成方法を検討し、同ミラーを製造するための基盤技術と成り得る精密創成法を2とおり提案している。

提案された第1の精密創成法は、フライアイミラーを構成する複数の要素ミラーを個々に加工し、それらを配列するものである。この精密創成法を構成する主要な要素技術として、特殊な形状を有する要素ミラーの高精度加工法と、要素ミラーの高精度配列法とを提案している。また、フライアイミラーの光学特性を評価するために検査装置の試作も行っている。同検査装置を用いて、試作されたフライアイミラーの光学特性を調べることにより、提案された精密創成法の有効性を実証している。

さらに第2の精密創成法として、高能率にフライアイミラーを創成することを目指して、超精密多軸切削を利用した方法を提案している。すなわち、フライアイミラーの反射面が加工可能な超精密多軸切削工具とその走査法を提案している。前記検査装置を用いて、試作されたフライアイミラーの光学特性を調べることにより、提案された精密創成法は反射面の形状創成に有効であることを実証すると共に、加工面の表面粗さの向上が今後の重要な研究課題であることを指摘している。

以上のように、本論文は、従来技術によっては実現が不可能とされてきた複雑形状ミラーを創成するための新たな精密創成法を確立したものであり、その工学的価値と独創性は特筆すべきものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。