

平成 25 年 11 月 29 日

東京大学光イノベーション基金奨学金

研究経過報告書

東京大学学生委員会委員長 殿

所属研究科・専攻	工学系 研究科 精密工学 専攻
学生証番号	37-126270
申請者氏名	(ふりがな) たけい よしのり 武井 良憲

下記のとおり研究経過を報告します。

研究テーマ	3次元ナノ精度加工・計測による次世代軟X線ミラーの開発
研究経過報告	<p>[背景] 波長2-4nmの軟X線には、炭素を透過せず水を透過するという性質があるため、生体細胞を生きのまま観察することが原理的に可能である。こうしたことから様々な軟X線光源が開発されている。これらの軟X線を利用して分析を行う際には、軟X線集光素子が不可欠である。その中でも色収差なくナノ集光可能という優れた性能を有する部分回転楕円ミラーや回転体ミラーの作製に我々は取り組んでいる。</p> <p>[作製プロセス] 回転楕円ミラーを用いれば、理論的には可干渉性の軟X線を半値幅8nmに集光可能である。短波長の光はわずかな表面凹凸であっても波面が乱れるため、ミラー内面には2nm(RMS)より優れた形状精度が求められる。しかし、内径数ミリのミラー内面をその精度に直接加工することは困難である。そのため我々は、まずマンドレルを作製しその後その表面を転写するという2段プロセスで、高精度なミラーの開発に取り組んでいる。[1]</p> <p>[マンドレル] 既存の作製技術を用いて、回転楕円形状のマンドレルを形状精度100nm程度に作製可能である。本研究では、必要精度を満たすために、超精密加工法を用いてその表面をより高精度に仕上げる。その仕上げ加工法として、超精密加工法の一つであるノズル型EEM(Elastic Emission Machining)を用いる。EEMは加工液中の微粒子と被加工物との間の化学反応に基づく加工法であり、深さ方向にナノメートル単位の加工が可能である。これまでに、回転楕円体形状のマンドレルを加工可能な装置の開発を行った。その後、その装置を用いて加工特性の評価を行った。加工レートは長期間安定しているため、被加工物表面上でのノズル滞在時間を制御することで、形状修正加工が可能である。加工痕とマンドレル表面の形状誤差から、ノズル滞在時間分布を求める数値制御加工用プログラムを開発した。そして、真円度測定機の評価結果に基づき、形状修正加工を行った。円柱ガラスの真円度を測定機の繰り返し再現性の20nmにまで仕上げることに成功した。</p> <p>[転写] マンドレル表面を高精度に転写するために、我々はNi電鍍法の高精度化に取り組んでいる。従来の電鍍法で用いられる剥離層をCr原子のバインダーで代替し、さらに、常温で内部応力の発生しない低電流密度での電析を行った。その結果、転写後のミラー表面粗さ0.2nm(RMS)、真円度230nmを達成した。</p> <p>[今後の課題] 今後、マンドレルの全面をナノメートルレベルで計測可能な手法の開発に取り組む。また、転写条件を改善した後、回転楕円ミラーを作製する。それらに並行して、これまでに開発した中周期の表面凹凸を除去可能な高分解能ノズルと任意の表面凹凸を加工可能な高効率ノズルを用いて部分回転楕円ミラーを作製する。</p> <p>[1] Y. Takei et, al., Proc.of SPIE, Vol. 8848, 88480C, 2013.</p>

上記の通り相違ありません。

指導教員:

三村 秀和



所属部局:

大学院工学系研究科