The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	利用研究に向けた波長13.9nmニッケル様銀X線レーザーの空間コヒーレンスに関する研究
Author(s)	タン, ホアジン
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43461
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【67】

氏　　名	タン　　ホアジン（たん　ほあじん）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17040　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科電子情報エネルギー工学専攻
学　位　論　文　名	**利用研究に向けた波長13.9nm ニッケル様銀X線レーザーの空間コヒーレンスに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　三間　圀興 （副査） 教　授　田中　和夫　　助教授　児玉　了祐　　教　授　西川　雅弘 教　授　飯田　敏行　　教　授　堀池　　寛　　教　授　西原　功修 教　授　粟津　邦男　　教　授　朝日　　一

論文内容の要旨

本論文は著者が大阪大学大学院工学研究科博士課程後期課程において行った波長13.9nm ニッケル様銀X線レーザーに関する研究成果をまとめたものである。軟X線レーザーは、高い空間コヒーレンスを有する高輝度単色X線光源である。短パルス軟X線レーザーの高密度プラズマの時間分解密度分布測定、クラスター等不規則不均一系のダイナミックス測定への応用が期待されている。また、波長2.3～4.4nm のいわゆる“水の窓”X線レーザーは、水中の生体試料のホログラフ用光源としての実用化が期待されている。

X線レーザー応用のためには、そのビーム特性の評価が必要である。特にX線レーザーの空間コヒーレンスは、X線レーザー干渉計測の精度、品質を決める最大の要因であり、その実験的評価は重要である。以上の観点より、本論文では波長13.9nm ニッケル様銀X線レーザーの空間コヒーレンスに関する研究成果を中心にX線レーザー研究開発についてまとめた。

本論文は以下に示す章により構成されている。

第1章では、X線レーザー研究の背景、電子衝突励起X線レーザーの発振機構、X線レーザービーム特性および世界におけるX線レーザーの開発状況と、その利用研究について紹介した。

第2章では、X線レーザーの空間コヒーレンス測定の必要性と測定方法について述べた。波長13.9nm のニッケル様銀X線レーザーは、高反射率X線多層膜鏡が使える波長でありX線レーザーの短パルス性、短波長性を利用した魅力ある利用研究の展開が期待されている。

第3章では、大阪大学レーザー核融合研究センターの激光XII号レーザー（パルス幅100ps、エネルギー200J/ビーム）を用いたニッケル様銀X線レーザーのビーム特性について述べた。波長1053nm のレーザー光を線状に集光し、銀平板ターゲットに照射し、発生したX線レーザーの遠視野像を測定した。遠視野像中の単一ワイヤーからの回折縞により、X線レーザーから2m離れた位置におけるX線レーザー光の空間コヒーレンス長は0.5mm と測定された。

第4章では原研関西研において実施した、パルス幅1.5ピコ秒、エネルギー20J の Nd ガラスレーザー励起ニッケル様銀X線レーザーの空間コヒーレンス測定に関する研究結果について述べた。この実験は、過渡電子衝突励起方式X線レーザーにおける最初の定量的空間コヒーレンス測定であった。Ni 様銀X線レーザーの複素コヒーレンス因子が、多重スリットアレー回折パターンにより測定された。多重スリットアレーとX線レーザーの距離を1m に設定し測定を行った。励起レーザー入射方向とそれの垂直方向の空間コヒーレンス長は、それぞれ100μm および130μ

mと求まった。また複素コヒーレンス因子のプロファイルは、2層の準単色インコヒーレントディスク源モデルで説明されることを見出した。

第5章では、得られたニッケル様銀X線レーザーの空間コヒーレンス測定に関する結果を総合的に比較対比し、励起レーザーパラメーターに関する考察を行った。また実験結果に対し、空間コヒーレンスに関する光学理論に基づく解釈を試みた。

第6章はまとめであり、本研究で得られた結果の取りまとめを行った。

論文審査の結果の要旨

放射光等のX線利用研究が進展し、高い単色性及び空間コヒーレンスを有する高輝度X線光源の開発が求められている。その中で、本論文の研究対象であるレーザープラズマを媒質とする軟X線レーザーは高い空間・時間的コヒーレンスを有するX線源として期待されている。すなわち、軟X線レーザーでは、高密度プラズマの時間分解した密度分布の測定、クラスター等の不規則、不均一系のナノ構造のダイナミクス及び生体高分子の挙動解析等への応用が期待されている。本研究は、X線レーザー応用に不可欠なX線の空間及び時間コヒーレンスの実験的評価手法の開発に関し得られた研究結果をまとめたもので、その成果を要約すると次のとおりである。

(1)ニッケル様銀X線レーザーで飽和増幅に成功し、X線レーザービームの特性計測では、遠視野像中の単一ワイヤーからの回折縞により、X線レーザー光の空間コヒーレンスを計測することに成功している。

(2)超短パルスレーザー（パルス幅1.5ピコ秒、エネルギー20J）により過渡電子衝突励起方式のX線レーザーの発振を実現し、飽和増幅に成功している。

(3)過渡電子衝突励起方式のX線レーザーについて、はじめて定量的な空間コヒーレンスの測定に成功し、多重スリットアレーを用いて、励起レーザー光の入射方向とその垂直方向で空間コヒーレンスが異なることを見いだしている。

(4)得られたX線レーザーの空間コヒーレンス測定の結果を総合的に比較検討し、励起レーザーのパラメーターと空間コヒーレンスとの関係を明らかにするとともに、その結果を空間コヒーレンスに関する光学理論で説明することに成功している。

以上のように、本論文はX線レーザーに関する研究に貢献しており、レーザー工学及びプラズマ理工学の進歩に寄与している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。