

利用課題名 ベッセルモードのフェムト秒パルスによるフィラメント発生

英文利用課題名 Filamentation by femtosecond Bessel pulses

Yu Qin¹⁾, Z. Song^{1, 2)}, 中嶋 隆¹⁾, 板倉隆二³⁾, 横山啓一³⁾

Yu Qin Z. Song T. Nakajima R. Itakura K. Yokoyama

¹⁾京都大学 ²⁾天津工業大学 ³⁾原子力機構

(要約 2～3 行)

ベッセルモードのフェムト秒パルスによるフィラメント発生を試みた。しかし、ガウスモードからベッセルモードへのモード変換素子(市販品)に問題(製作不良)のあることがわかった。

キーワード: フィラメント, ベッセルモード

(1 行あける)

1. 目的

実験では通常、ガウスモード(TEM00)のレーザーパルスを用いることが多いが、異なる横モードを持つレーザーパルスであれば、その空間伝搬ダイナミクスは多かれ少なかれ違うはずである。本研究では特に、フェムト秒パルスのフィラメント発生について、ベッセルモードのパルス伝搬がガウスモードのパルス伝搬とどのように異なるかを実験的、理論的に調べる。

2. 方法

フェムト秒パルスをガウスモードからベッセルモードに変換した後、希ガスセルに入射する。希ガスセル側面からの蛍光観察によってパルスが伝搬する様子を観察する。また、ビーム径を伝搬距離の関数として測定し、理論計算と比較する。

3. 研究成果

本研究を行うには、まず、フェムト秒ベッセルパルスを生成することが必要である。このための最も簡便かつ確実な手段として、ガウスモードからベッセルモードへフェムト秒パルスのモード変換を試みた。モード変換には多くの場合、アキシコンと呼ばれる円錐形のレンズが用いられる。そこで本研究でも市販のアキシコンレンズを採用し、モード変換をすることとした。モード変換が正しく行われているかどうかを確かめるため、CCDタイプのビームプロファイラを用いてアキシコン透過後のフェムト秒パルスのビームプロファイルを測定した。入射フェムト秒パルスが理想的なガウスモードであり、かつ、アキシコンレンズが理想的な形状をしていれば、アキシコンレンズ透過後のプロファイルは同心円状のリングとなるはずであるが、像が同心円状ではなく歪んでいるのが分かった。歪んだビームプロファイルが得られる理由として、入射ビームのモードが悪いかもしれないということと、アキシコンレンズが加工精度の問題で理想的な形状をしていないかもしれないという2つの理由が考えられる。入射ビームのモードをするためにピンホールを使った空間フィルタリングを行った。これによって入射ビームのモードはよりガウシアンに近づいたが、アキシコン透過後のプロファイルの歪みはさほど改善しなかった。このことは、アキシコンレンズの形状自体に問題がある可能性が高い事を示唆している。そこで今度はHe-Neレーザーを用いたプロファイルのテストを行った。まず、He-Neレーザーのモードも確認したが、理想的なガウスモードにより近い形状であることが確認できた。しかし、アキシコンレンズ透過後のプロファイルに大きな改善は見られなかった。結果の例を図1に示

す。テストには異なる頂角を持つ2つのアキシコンレンズを用いたが、頂角 179 度のアキシコンレンズの方が若干像の形は良い。つまり、個体によって大きく当たりはずれのあることが分かる。さらに、アキシコンレンズを回転させると共に歪んだ像も回転した。これで、アキシコンレンズの形状自体に根本的な問題のあることが判明した。

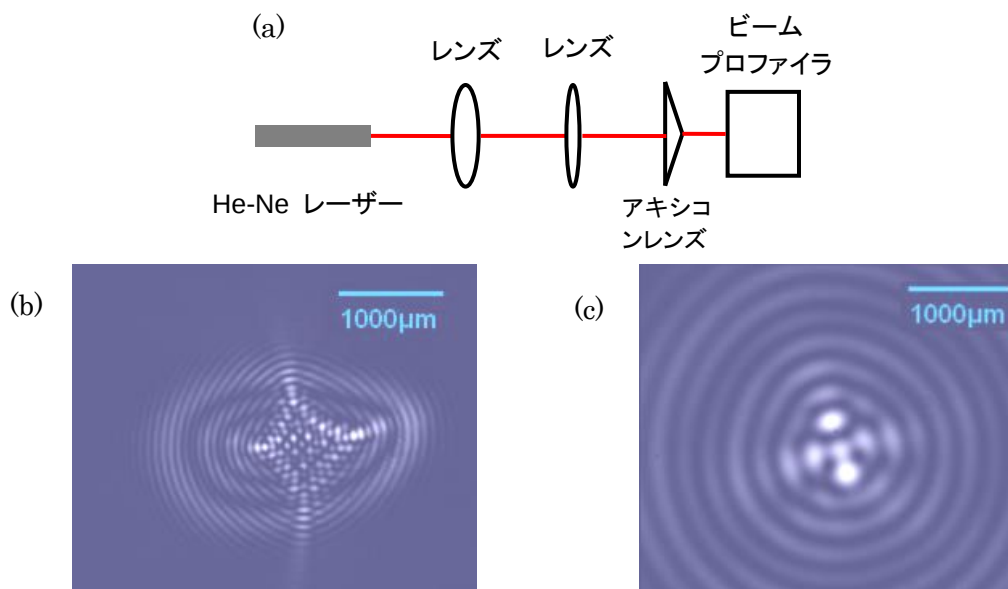


図 1. (a) アキシコンレンズのモード変換テストに用いたセットアップ。ビームプロファイルを計測した。(b) 頂角 175 度および (c) 頂角 179 度のアキシコンレンズについて得られたビームプロファイル。

4. 結論・考察

実験に用いたアキシコンレンズは市販品（海外製）であり、加工精度に大きな問題はないと考えていたが、実際には加工精度に根本的な問題のあることが判明した。購入商社を通じてメーカーに問い合わせたところ、出荷前にはスクラッチ&ディグのテストしかしないとのことで、これでは加工精度に問題があっても合格品として出荷されてしまうであろう。我々の入手したアキシコンレンズが実際そういう例であるが。メーカーには結像テストを行った後、そのデータをつけて出荷をして欲しい。ちなみに、特注をすれば国内メーカーでもアキシコンレンズを製作してくれるとのことであったが、価格は海外品の 4 倍～10 倍であった。精度の高いモード変換素子の入手が本課題では不可欠であるので、今後は国産品を試してみたい。

また、施設共用をさせてもらうのは今回が初めてであるが、特に本課題のような新規のテーマの場合、極めて限られた施設共用の時間内で成果を出し、さらにそれを論文発表までせよというのは要求としてかなり厳しい気がする。日本原子力機構としての宿命からやむを得ないのかもしれないが、申請手続きの煩雑さや報告書まで含め、施設共用の在り方について再検討があっても良いと思う。

5. 引用(参照)文献等

なし