

## 干渉加工の為のフェムト秒高気圧 レーザプラズマの電子密度に関する研究

牧野佑紀, 土田晃輔, 津田紀生 (愛知工業大学工学部電気学科)

### 1. 研究背景

フェムト秒レーザは、短パルスで高出力なレーザである。焦点距離 40mm の集光レンズで集光すると、焦点における光強度は  $10^{14}$  W/cm<sup>2</sup> にも達し、様々な非線形現象が近年報告されている。しかしながら、フェムト秒レーザを用い、1atm 以上の高気圧下で生成したレーザプラズマに関する研究はほとんど行われておらず、そのプラズマの特性を知ることはフェムト秒レーザを利用したアブレーション加工や干渉加工等の研究で重要なデータとなる。

今回は、テラワットフェムト秒レーザで高気圧アルゴン (Ar) ガス中に生成したレーザプラズマの基礎データとして、レーザプラズマの電子密度を測定し、その特性を明らかにした。

### 2. 実験方法背景

電子密度測定装置の配置を図 1 に示す。実験で使用したレーザは、発振波長 780nm、パルス幅 100fs、最大出力 1TW のチタンサファイヤレーザ (THARES LASER 社 ALPHA10) である。アルゴンガスをチャンバー内に満たし、チャンバー内の圧力を 1atm~100atm まで変化させ実験を行った。焦点距離 40mm の集光レンズは、チャンバー内に設置した。集光レンズの焦点における光強度は、 $10^{13}$ W/cm<sup>2</sup> である。これは、レーザ光の直径よりチャンバーの窓の直径が小さい為、レーザ光のエネルギーが全てチャンバー内に入射しない為である。アルゴンイオンレーザによりマッハツェンダー干渉計を構成しフリンジの時間変化からフェムト秒レーザパルス終了時の電子密度を求めた。フリンジ像を図 2 に示す。集光レンズの焦点における電子密度は、理論計算も行い実験結果と比較した。

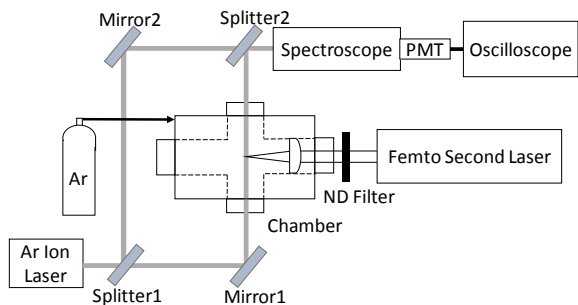


図 1 実験配置図

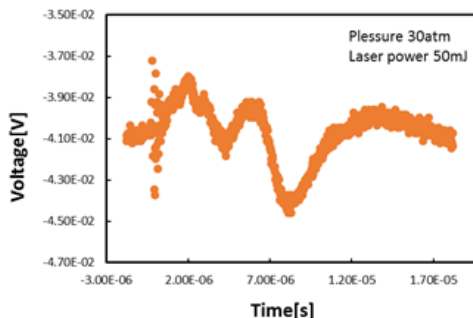


図 2 フリンジ像

### 3. 結果

電子密度の測定結果を図 3 に示す。図 3 より、フェムト秒レーザを用いて生成した集光レンズの焦点におけるプラズマの電子密度は  $10^{25}$  m<sup>-3</sup> に達した。図中の実線は初期原子密度を示す。電子密度の理論計算は、集光レンズの焦点において多光子電離で電離し、その後カスケード電離と 2 電子 3 体再結合で計算し、電子密度の最大値を求めた。図 4 の理論計算結果と比べても低圧側以外は定性的に一致した。しかし、10atm 以下の圧力では、あまり一致しなかった。これは、圧力が低い所では、カスケード電離でなく、多光子電離が支配的であるからと考えられる。今回の実験によりフェムト秒レーザを用いれば集光レンズの焦点において  $10^{25}$  m<sup>-3</sup> 程度の高密度なプラズマが生成出来ることが分かった。

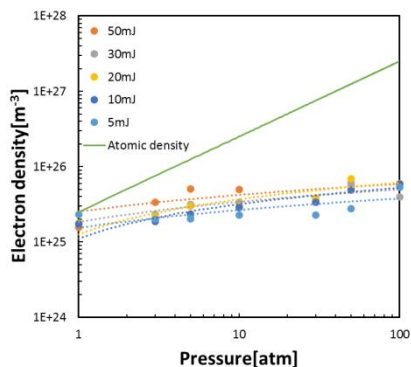


図 3 電子密度測定結果

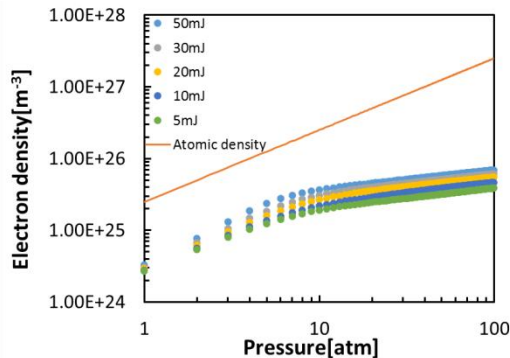


図 4 電子密度シミュレーション結果