

1. まえがき

近年、落雷による障害を防ぐ方法として、レーザを用いてプラズマチャネルを形成し雷を安全な場所に誘導するというレーザー誘雷が注目を集めている。レーザー誘雷を実現するためには、レーザー生成プラズマの成長、進展過程が重要な鍵を握っている。そこで本研究では、レーザーによる放電誘導実験を行い、マッハツェンダー干渉計を用いてレーザー生成プラズマの電子密度分布及び中性粒子密度分布の時間変化を調べ、外部電界およびプラズマ生成に伴い発生する衝撃波がプラズマの成長、進展過程に及ぼす影響を調べることによりレーザー誘導放電機構の解明を目的としている。

2. 実験方法

誘雷塔と雷雲を模擬した棒対平板電極にパルス幅7nsのYAGレーザー(HOYA Continium)の基本波($\lambda=1064\text{nm}$)を用いてプラズマを生成する。そのときに発生する衝撃波による中性粒子密度分布の時間変化を図1に示したHe-Neレーザー($\lambda=632.8\text{nm}$)を用いたマッハツェンダー干渉計にて測定した。また同時に実験を模擬したシミュレーションを行い実験結果と比較した。

3. 実験結果

衝撃波の伝搬による中性粒子密度の変化を測定し、同時に行った流体コードを用いた衝撃波伝搬の数値計算と比較した。レーザーの焦点から平板電極側に8mm離れた点での中性粒子密度の時間変化の測定結果と数値計算結果を図2に示す。この結果は衝撃波による中性粒子密度の変化分のレーザー光路上での線積分結果を示している。レーザ照射後10ms後に衝撃波が到達し、その後20msの時に平板電極での反射の影響がでていることがわかる。さらに数値計算結果は測定結果とよく一致しており、衝撃波の伝搬をよく模擬していることが分かる。これより数値計算による解析が有効であることが示された。電圧を印加し放電を誘導させたときの棒電極上部1mmでの電子密度の時間変化を図4に示す。この結果で棒電極が負極性の時放電が誘導された時間は8msで、正極性の時は60msである。そして衝撃波がこの位

置に到達した時間は12msである。この結果から、棒電極負極性の時の方が電子の増加の割合が多く、衝撃波の影響が現れる前に放電が誘導されるために必要な電子密度になったと考えられる。棒電極正極性の時放電が誘導されるために必要な電子密度に達する前に衝撃波の影響が現れ、電子なだれの進展を妨げていると考えられる。

4. まとめ

レーザーによる放電誘導においては、プラズマ生成に伴って発生する衝撃波の影響が大きく関わっており、電子なだれが衝撃波による中性粒子の高密度領域をいかにして進展できるかが大きな鍵を握っているということが分かった。

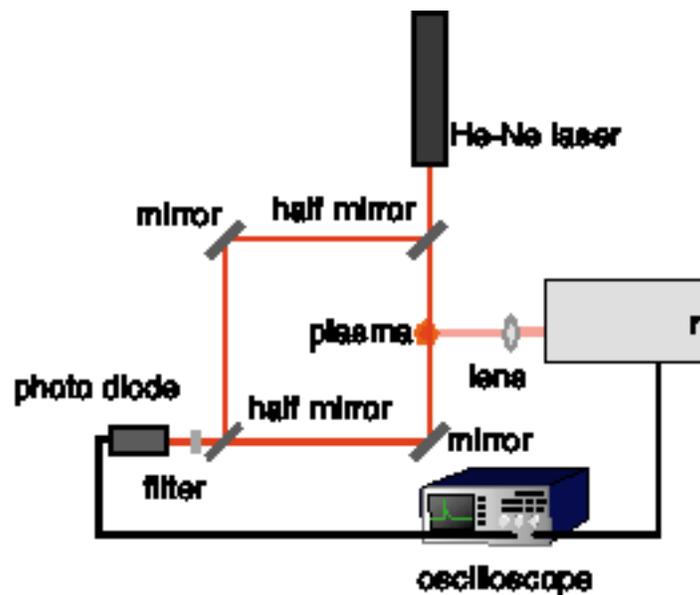


Fig.1 Experimental setup

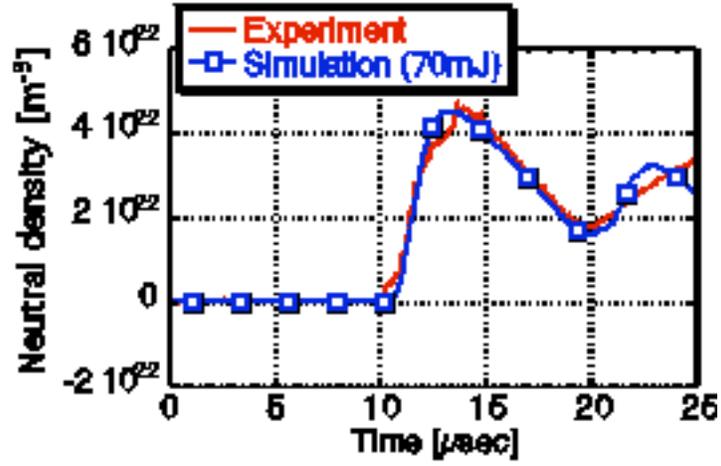


Fig. 2 Distribution of neutral density. (line integral value)

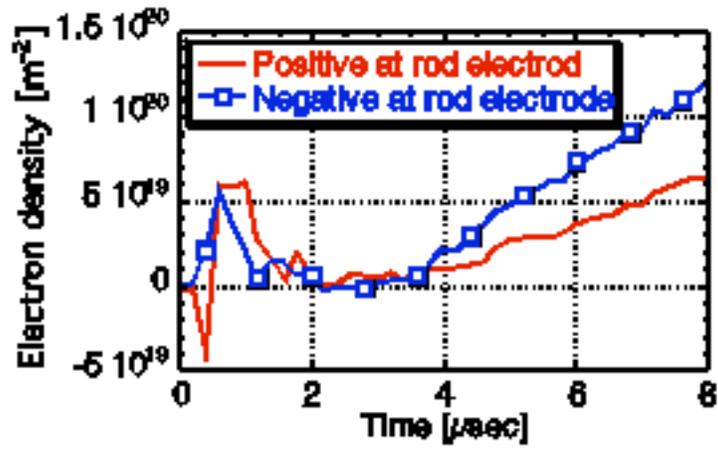


Fig. 3 Increase of electron density due to bias. (line integral value)