液相レーザーアブレーション誘起キャビテーション気泡－針電極間放電における針電極からの気泡の形成

Formation of a bubble from the needle electrode in electrical discharge between laser ablation-induced cabitation bubble and a needle electrode

○ 佐々木 浩一，高橋 裕太 (北大工)
○Koichi Sasaki, Yuta Takahashi (Hokkaido Univ)
E-mail: sasaki@qe.eng.hokudai.ac.jp

[はじめに]　液相レーザーアブレーションで誘起したキャビテーション気泡の近傍に針電極を設置し，アブレーションターゲットと針電極間に高電圧を印加したとき，キャビテーション気泡に突起状の変形が生じ，それが針電極に向かって伸張して，針電極とターゲットが気泡で連結された瞬間に放電が生じることを前回報告した。一方，実験条件によっては，針電極先端に気泡が生じて，それがキャビテーション気泡に向かって伸張し，針電極とターゲットが気泡で連結された瞬間に放電が生じることもあった。今回は後者の放電現象について報告する。

[実験]　蒸留水の中にターゲット (チタンまたはアルミナ) を設置し，それに垂直な方向から波長 1.06 μm の Nd:YAG レーザーパルスを集光照射した。誘起されるキャビテーション気泡の位置およびサイズの時間変化は，高速度カメラを用いたシャドウグラフ法により可視化した。ターゲットホルダーを電気的に接地し，ターゲットからある距離離れた位置に高電圧電源に接続した金属針電極を置いて，ターゲットと針電極の間で生じる放電現象を観察した。

[実験結果および考察]　ターゲット上のレーザー照射点を中心としたキャビテーション気泡が形成され，膨張･収縮･圧壊のダイナミクスを示すことが観測された。針電極に-3 kV の直流電圧を印加すると，図 1 に示すように，針電極の先端に気泡が形成され，それがキャビテーション気泡に向かって伸張する様子が観察された。針電極から生じた気泡がレーザー誘起のキャビテーション気泡に達すると，針電極とターゲットの間で放電が生じ，針電極から生じた気泡は別のキャビテーション気泡となった。一般に，水中に設置した電極に高電圧を印加すると，電源に立ち上がり時間が 10 ns 程度のパルスパワー電源を用いる場合を除き，まず電極付近で気泡が生じ，次に気泡内で放電が生じる。このときの気泡の発生メカニズムは，電極付近に流れる電流がジュール加熱により水を温めることであると一般に理解されていると考えられる。ところが，図 1 に示した気泡の発生および放電現象では，ターゲットにチタンを用いた場合とアルミナを用いた場合とで違いが無かった。放電が生じる前に針電極に流れる電流はターゲットがアルミナの場合とチタンの場合とで著しく異なっており，ジュール加熱が気泡の発生メカニズムとは考えられない。

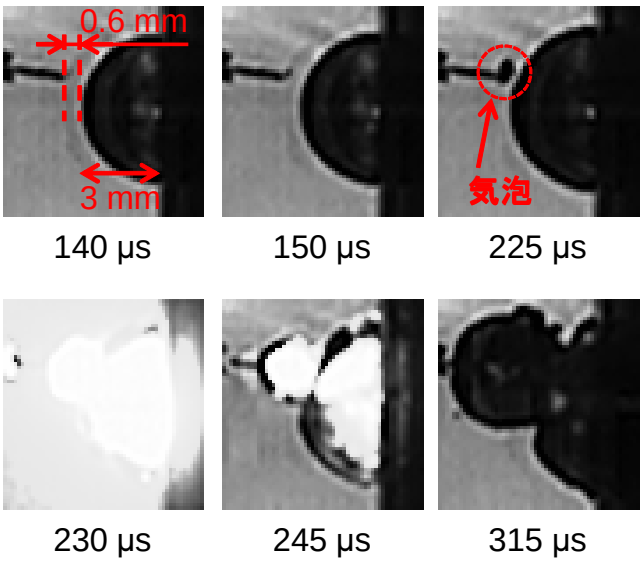

図 1: ターゲットにチタン (接地電位) を用い，針電極に-3 kV の直流高電圧を印加した場合に観察された放電現象

© 2016年 応用物理学会