

低频外电极气体放电特性的观测*

凌 一 鸣
(南京工学院)

1. 引言 要使由绝缘器壁构成的密闭容器内的气体产生放电, 可以用高频电磁场来激励, 这就是众所周知的高频无极放电. 在同样条件下, 用低频电源代替上述高频电源也能产生放电, 但这是另一种放电, 这里称它为低频外电极放电. 本文介绍了对低频外电极放电现象的观测, 给出了这种放电的宏观特性, 并展望了这种放电的可能应用.

2. 低频外电极放电现象的实验观测 低频外电极放电现象的观测是比较方便的. 实验装置如图1所示. 在长为4.5cm、半径为2.5cm的圆柱形密闭玻璃容器内充以一定气压的某种气体; 然后把它放在一对平行板电极之间; 一个电极通过电阻 r 与50Hz可调交流高压电源相联; 并用示波器观测电阻 r 上的波形. 实验中观测到, 随着极间电场的增强, 将先后出现一系列脉冲. 图2给出了氩在不同气压、不同极间电场强度下的外电极放电脉冲, 图2(e)是一系列脉冲中的一个脉冲, 在提高了扫描速度后呈现的波形. 该波形是容器内的气体在外电场作用下放电的电流波形. 通过实验了解到这种放电具有以下特性:

(1) 放电呈脉冲, 几乎没有稳定持续阶段.

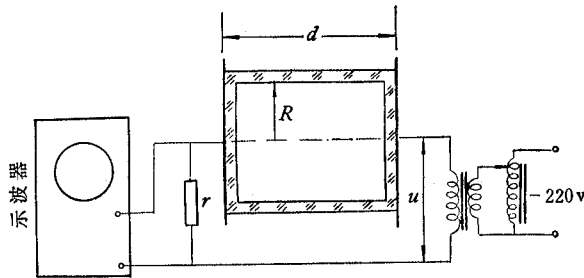


图1 观测低频外电极放电的实验装置图

(2) 只有当极间电场达到某一阈值时, 才出现第一对放电脉冲; 这时的电场强度称为着火电场强度. 实验测出了氦、氖、氩的着火电场强度与气压的关系, 如图3所示. 由图可见, 着火电场强度在某一气压下有最低值.

(3) 第一对放电脉冲出现后, 降低电源电压(30到50V)放电脉冲仍能维持; 但降低到某一阈值后, 放电脉冲就消失. 第二、三、... 对放电脉冲的出现和消失所需的极间电场强度相差不多.

(4) 放电脉冲的幅度几乎与外电场的强度无关, 而与着火电场的强弱明显相关, 即随

* 1984年7月27日收到, 1985年11月9日修改定稿.

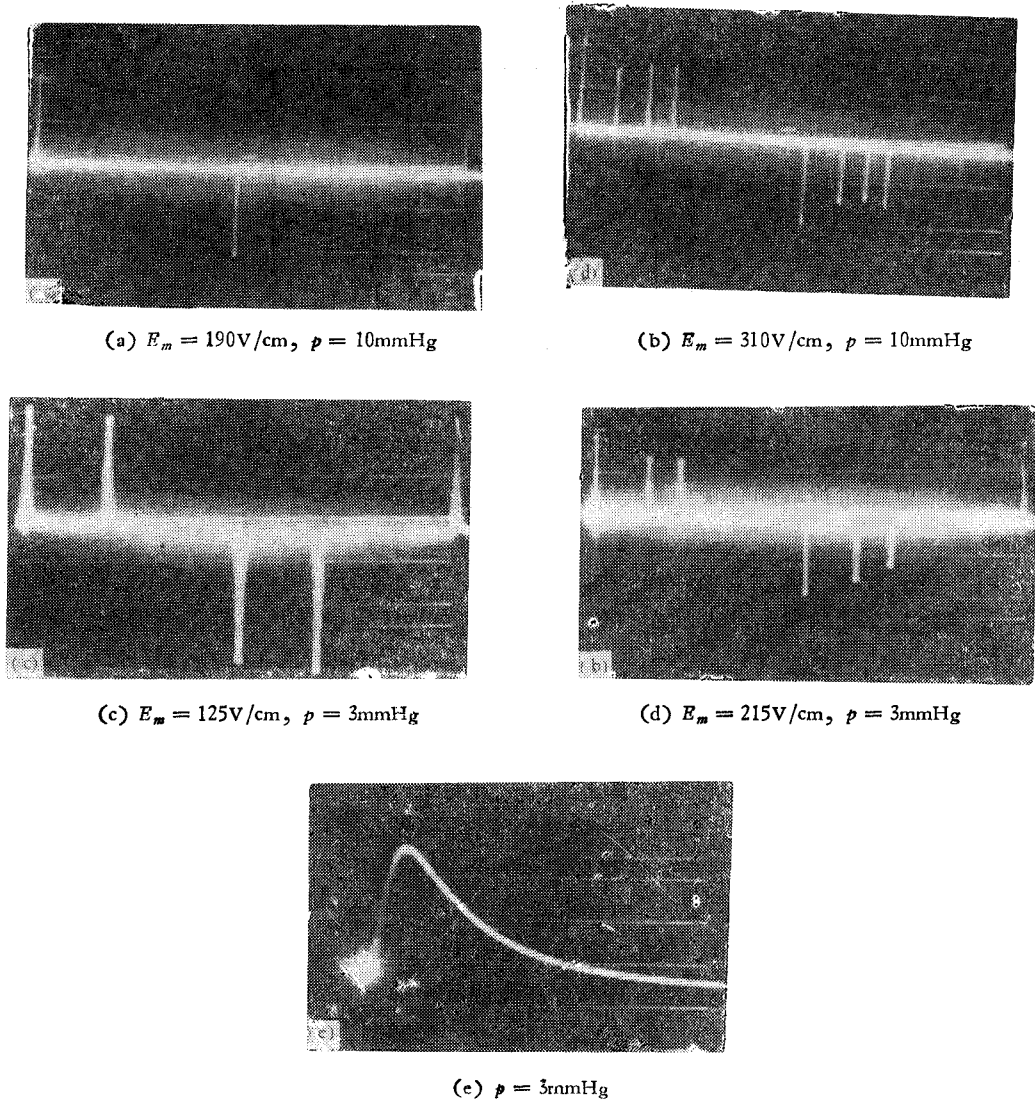


图 2 氩在不同气压、不同极间电场强度下的低频外电极放电脉冲
图中 E_m 为正弦交流电场强度的幅值；
 p 为所充气体的压强；

图 2(a)、(b)、(c)、(d) 的时标为 2ms/格 ；(e) 的时标为 $20\mu\text{s/格}$

着火电场强度的增强而增大。

(5) 相邻两脉冲的间隔一般随外电场的增强而减小。

(6) 放电很微弱，几乎看不到发光，只有当放电很强烈，背景又很暗时，才勉强能看到放电光晕。

上述特性对于不同气体种类和成份有明显差异。若极间电场不均匀或把一个电极置于容器之内，都能观测到上述特性，只是放电脉冲波形更为复杂。若用直流供电，则观测不到上述特性。

这种放电的交变脉冲列可以认为是由带电粒子在电场作用下的电子繁流作用和它所

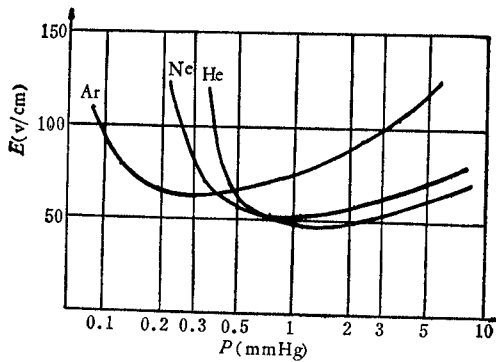


图3 氩、氖、氦的低频外电极放电着火电场强度与气压的关系。

引起的管壁电荷对放电的猝灭作用所形成的。据此就不难解释上述的放电特性。

3. 应用展望 低频外电极放电在许多方面将得到越来越广泛的应用。

(1) 用于检测气体放电器件内气体的状态 从上述分析可知，低频外电极放电的脉冲波形含有容器内气体状态的大量信息，包括气体的压强、成份、纯度以及管壁状况等，这些因素是影响器件性能和寿命的主要因素，或者是潜在因素，用一般测试手段往往难以判断，而利用这种放电则可以方便地逐一予以检测，例如，在日光灯生产线中就有利用这种放电来进行成品质量检验，其最大优点在于简便而且对器件无损。

(2) 作为气体放电器件的触发手段 众所周知，脉冲氙灯的点燃是用氙灯外的一根金属丝来触发的，即在金属丝上加一脉冲电压，使原先在两电极上已有足够高电压的氙灯形成大电流脉冲放电的，这是外电极放电的一种具体应用。所以说，这种放电可以用作气体放电器件(尤其是高压器件)的触发手段。

(3) 可用于诊断和调制气体放电器件的放电参量 既然外电极的低频电场可以使极间容器内的气体激发电离和消失，显然，这种放电对放电等离子体的参量会有一些影响，因此有可能用于某些放电等离子体参量的诊断和调制。

INVESTIGATION OF THE CHARACTER OF LOW FREQUENCY GAS DISCHARGE WITH EXTERNAL ELECTRODES

Ling Yiming

(Nanjing Institute of Technology)

In this paper, the characters of gas discharge with low frequency external electrodes are investigated. Some possible applications of this kind of gas discharge are suggested.