

一种新的五电极交流等离子体显示板触发驱动方法

何 锋, 刘纯亮, 李永东, 孙 鉴

(西安交通大学电子物理与器件教育部重点实验室, 710049, 西安)

摘要: 为了降低五电极交流等离子体显示板(AC PDP)的维持放电电压,提出了一种新的触发驱动方法.该方法利用 2 个辅助间隙内放电过程相互独立的特性,在触发期间采用单个辅助间隙进行触发放电以提高主维持间隙的壁电压.二维流体模拟结果表明,新的触发驱动方法可将五电极 AC PDP 主维持间隙的壁电压提高 30 V 左右,从而使其维持电压降低了 10~20 V,降低了对驱动电路的要求,同时真空紫外辐射效率比传统三电极 AC PDP 提高了 50% 以上.

关键词: 等离子体显示板;触发放电;维持电压;流体模拟

中图分类号: TN141.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253 987X(2005)10 1147 04

New Triggering Method for Five-Electrode Alternating Current Plasma Display Panel

He Feng, Liu Chunliang, Li Yongdong, Sun Jian

(Key Laboratory for Physical Electronics and Devices of the Ministry of Education, Xi an Jiaotong University, Xi an 710049, China)

Abstract: A new triggering method is proposed to lower the sustaining voltage of the five-electrode alternating current plasma display panel(AC PDP). In the method, a triggering discharge is adopted in one of the auxiliary gaps to increase the wall voltage across the sustaining gap. Two dimensional fluid simulation results show that the wall voltage across the sustaining gap is increased by 30 V, and the sustaining voltage can be lowered by 10 20 V with the new triggering method. The vacuum ultra-violet radiation efficiency is increased by more than 50% compared to the conventional three-electrode AC PDP.

Keywords: *plasma display panel; triggering discharge; sustaining voltage; fluid simulation*

提高等离子体显示板(Plasma Display Panel, PDP)的发光效率是目前 PDP 研究者所面临的重要问题之一^[1].提高 PDP 的发光效率可以降低功耗,降低对驱动电路的要求,从而降低 PDP 产品的价格.目前,研究者已从单元结构、气体成分、荧光粉材料等多方面来提高 PDP 的发光效率^[1-4].

传统三电极 PDP 的维持间隙大约在 100 μm 左右,单元内放电所形成的主要是阴极位降区和负辉区,在这部分区域中电子的能量获得效率和激发效率都较低,而在正柱区中则很高.因此,增大维持放电间隙,采用正柱区放电,可以有效地提高 PDP 的发光效率^[2,5].文献[6,7]提出了一种新的五电极结

构交流等离子体显示板(AC PDP)及其驱动方法.这一新结构主要有以下优点^[6].

(1)显示电极只包含金属电极,不需要制作氧化铟锡(ITO)透明电极,减少了制作过程,提高了成品率,有利于降低显示屏的成本.

(2)采用较大的主维持间隙有利于提高显示屏的发光效率和发光亮度.

随着主维持间隙的增大,五电极 AC PDP 存在维持电压较高的问题.本文利用五电极 AC PDP 结构存在辅助间隙的特点,提出了一种新的触发驱动方法,并对这一驱动方法进行了数值模拟分析,结果表明,新触发驱动方法使五电极 ACPDP 维持间隙

的壁电压提高了大约 30 V, 从而使维持工作电压降低了 10 ~ 20 V.

1 五电极 AC PDP 结构及原有的触发驱动方法

新型五电极 AC PDP 的电极结构如图 1 所示. 前基板上每个单元包含 2 条扫描/维持电极(Y 电极)和 2 条维持电极(X 电极), 这些电极仅由金属电极组成, 不需要制作 ITO 透明电极. 每个单元内的 4 条电极构成 2 个电极组, 如图 1 中的 Y11 X11 和 Y12 X12. 电极组内的共面间隙为辅助间隙 g , 宽度一般为 60 ~ 100 μm , 用于寻址、触发和擦除放电. 2 组电极之间是主维持间隙 G , 间隙宽度在 300 μm 以上, 以延长维持放电的路径提高辐射效率. 增大主维持间隙 G 有可能使相邻单元的非放电间隙 N_d 小于 G , 因此构成 N_d 的是一对驱动波形相同的电极, 如图 1 中电极 X12 和 X21, 使相邻两行单元最邻近的电极始终电位相等而防止串扰.

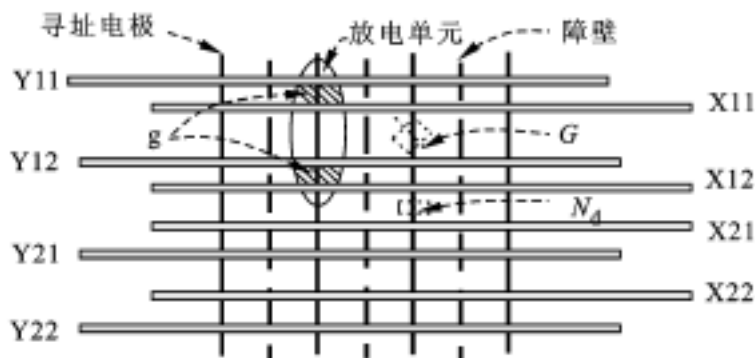


图 1 五电极 AC PDP 电极结构示意图

图 2 为五电极 AC PDP 驱动波形示意图^[7]. 在准备期, 通过在辅助间隙上施加高电压脉冲 V_w , 擦除壁电荷, 使所有放电单元都保证无壁电荷积累. 寻址期间, 选择需要显示的单元进行写放电, 使单元介质层上积累壁电荷, 处于“ON”状态. 进入维持期后, 首先在 Y11 和 Y12 电极上施加 1 个触发放电脉冲 V_T , 在 2 个辅助间隙 g 内产生放电. 此后, 奇、偶(电极序号之和分别为奇数和偶数) X-Y 电极组交替施加维持脉冲 V_s , 在主维持间隙 G 之间产生放电.

五电极结构 AC PDP 采用了大的主维持间隙, 因此需要较高的维持电压, 而在前基板介质层上所积累的壁电荷越多, 维持间隙 G 之间形成的壁电压就越高, 越有利于维持放电. 在图 2 给出的波形中, 寻址和触发期间电极组 Y11 X11 与 Y12 X12 的驱动波形相同, 两辅助间隙 g 内形成相同的放电过程, 使放电后电极组 Y11 X11 与 Y12 X12 所对应的介质层上的壁电荷分布一致. 因此, 在原有的驱动方

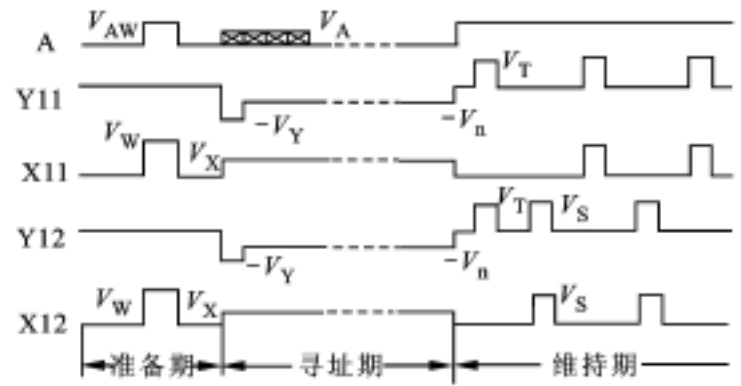


图 2 原有触发方法的驱动波形示意图

法下, 触发放电后维持间隙 G 的壁电压等于辅助间隙 g 内的壁电压, 要增加维持间隙的壁电压就必须提高触发电压.

2 新的触发驱动方法

在五电极 AC PDP 的寻址和触发期间, Y11 X11 和 Y12 X12 所构成的辅助间隙 g 内的放电过程相互独立, 可以采用不同的驱动波形来调整 2 个电极组的放电过程及壁电荷的积累状态, 以提高触发放电后维持间隙 G 的壁电压.

根据上述分析, 本文提出一种新的触发驱动方法, 通过在单个辅助间隙内进行触发放电来增加壁电压. 为了采用新的触发驱动方法, 对电极的排列方式进行了改变, Y 电极组被设置于单元内侧, 而 X 电极组处于单元外侧, 如图 3 所示.

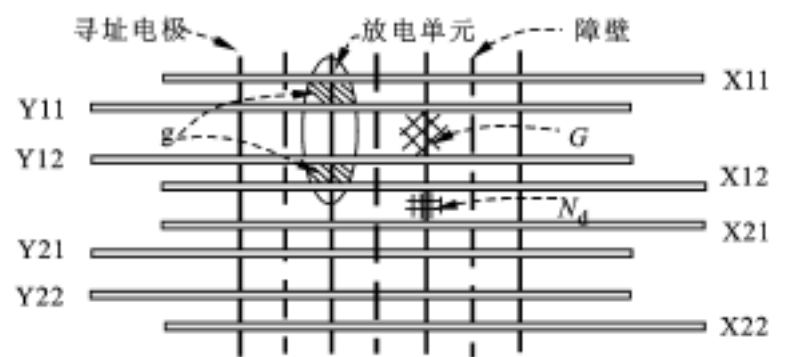


图 3 新触发驱动方法中的电极结构示意图

图 4 为新触发方法的驱动波形示意图. 其准备期、寻址期的波形与图 2 所给出的原有驱动方法相同. 触发期间只在 Y12 电极上施加触发脉冲 V_T , 放电在 Y12 X12 电极组内进行. 此后的维持驱动过程与原有驱动方法类似.

新的驱动方法具有如下优点.

(1) Y 电极位于单元内侧, X 电极位于单元外侧, 寻址放电被约束在单元中部, 有利于减小寻址过程中相邻单元的干扰.

(2) 触发放电过程只在一组电极内进行, 可以通过调整触发期间的驱动波形, 获得最佳壁电荷分布, 提高维持间隙的壁电压.

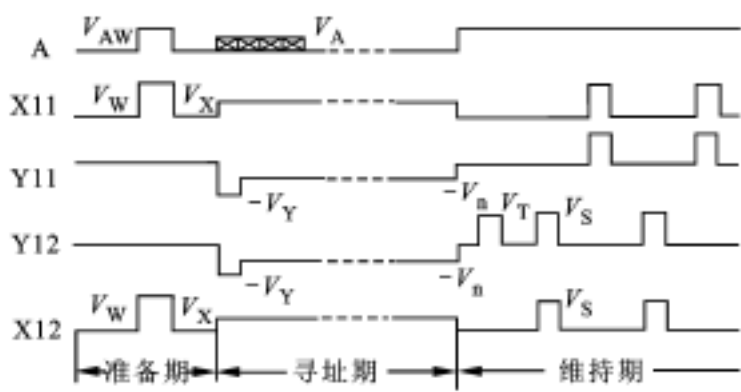


图 4 新触发驱动方法的驱动波形示意图

Y12 处于单元内侧,寻址放电被约束在单元中部(见图 5a、图 5b),从而减小了对相邻单元的影响.触发放电则只在 Y12 X12 电极之间进行,如图 5c、图 5d 所示.经过几个维持脉冲后,维持放电逐渐趋于稳定,放电路径将扩大到整个 X11/ Y11 和 Y12/ X12 电极之间的区域,如图 5e、图 5f 所示.

图 6 和图 7 给出了在相同的单元结构参数、工作电压等条件下,寻址和触发放电后原有触发方法和新触发方法形成的壁电荷积累及触发放电后的壁电压分布.图 6a、图 6b 表明,在原有的触发方法下,寻址和触发放电后电极组 Y11 X11 和 Y12 X12 所对应的介质层上形成了相同的壁电荷分布.图 7a、图 7b 表明,在新触发方法下,触发放电后电极组 Y12 X12 所对应的介质层前的壁电荷发生了转移,而 Y11 X11 电极组所对应的介质层上保持了寻址放电后的壁电荷分布.在原有的触发方法中,壁电荷在 X11 电极所对应的介质层上形成的最大电位为 120 V, Y12 电极所对应的介质层上最大电位为 -65 V,主维持间隙上的最大壁电压为 185 V(见图 6c).在新触发方法中,壁电荷在 Y11 电极所对应的介质层上形成的最大电位为 155 V, Y12 电极所对应的介质层上最大电位为 -67 V,主维持间隙的壁电压可以达到 220 V 以上(见图 7c),这不仅比原有触发方法在维持间隙上形成的壁电压提高了 30 V 左右,而且也大于触发放电电压(210 V).因此,新触发方法不仅可以显著提高触发放电后主维持间隙的壁电压,而且所形成的壁电压突破了外加电压的

3 数值模拟及结果分析

采用流体模型^[8]对新触发驱动方法进行了模拟计算.模拟所采用的单元节距为 1 080 μm ,单元的障壁高度为 120 μm ,前后基板上的介质层厚度均为 30 μm ,金属电极的宽度为 90 μm ,辅助间隙 g 为 80 μm ,维持间隙 G 为 300 μm .前后基板介质层的相对介电常数为 10.放电气体为 Ne-Xe 混合气体(其中 Xe 气的分压比为 5%),气压为 300 MPa.

模拟的过程包括寻址、触发和维持放电.寻址期间,电极 Y11/ Y12 上的电压为 -180 V, X11/ X12 和 A 电极上的电压为 80 V.在触发期间, Y12 电极上的电压为 210 V, X12 和 Y11 电极上的电压为 0 V, X11 和 A 电极上的电压为 80 V.维持期间在奇数和偶数组 X Y 电极上交替施加 210 V 电压脉冲.

图 5 是新触发驱动方法下放电过程中不同时刻的电子密度 n_e 和电位在空间的分布情况.从图中可以看出,由于调整了电极排列方式,电极 Y11 和

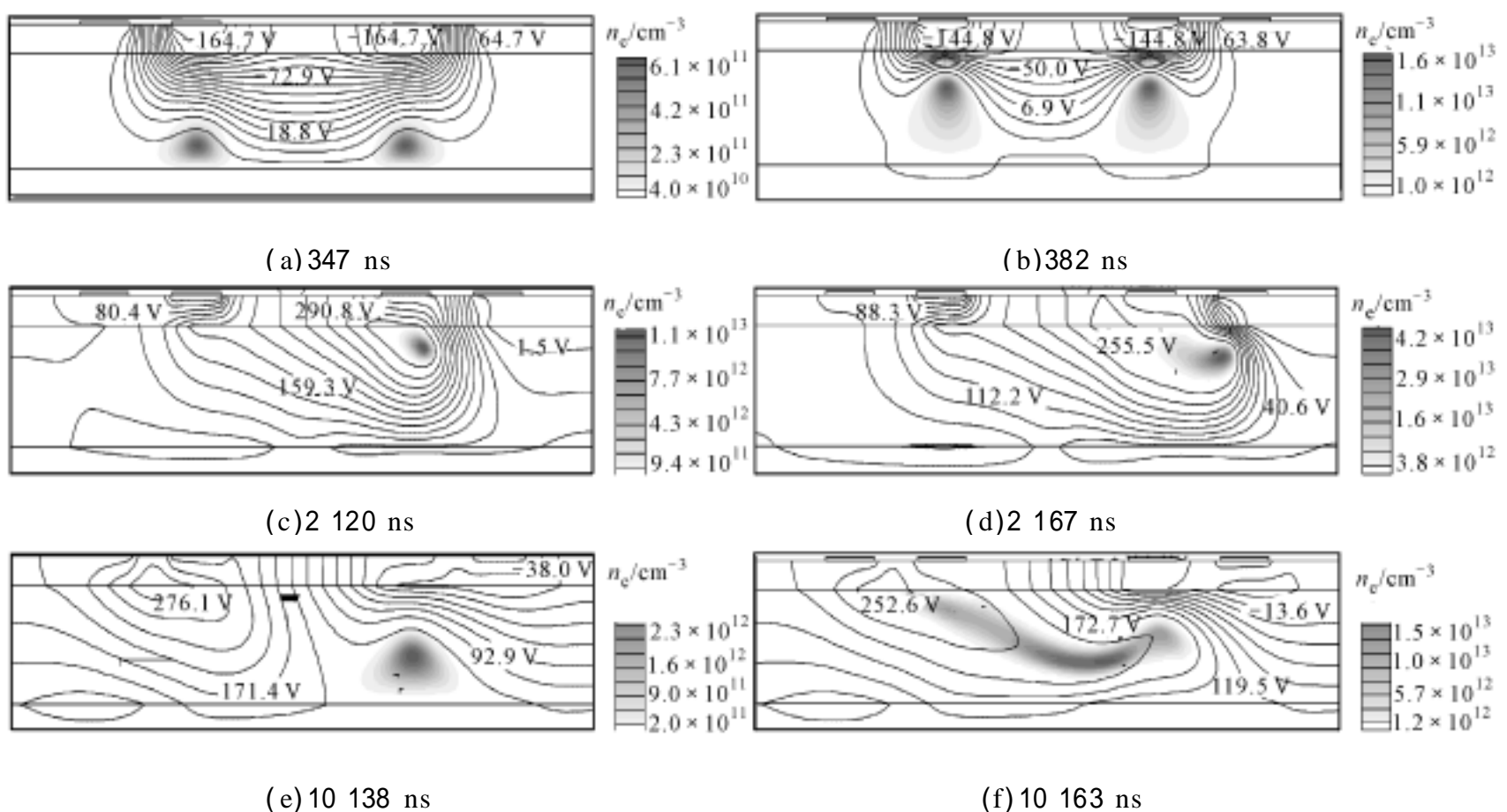
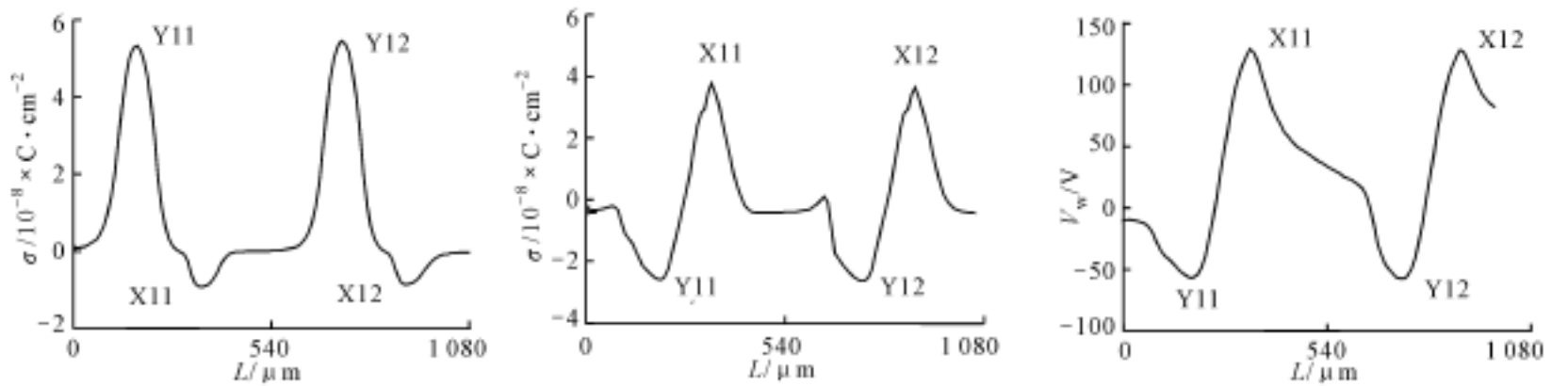


图 5 放电过程中电子密度及电位在空间的分布



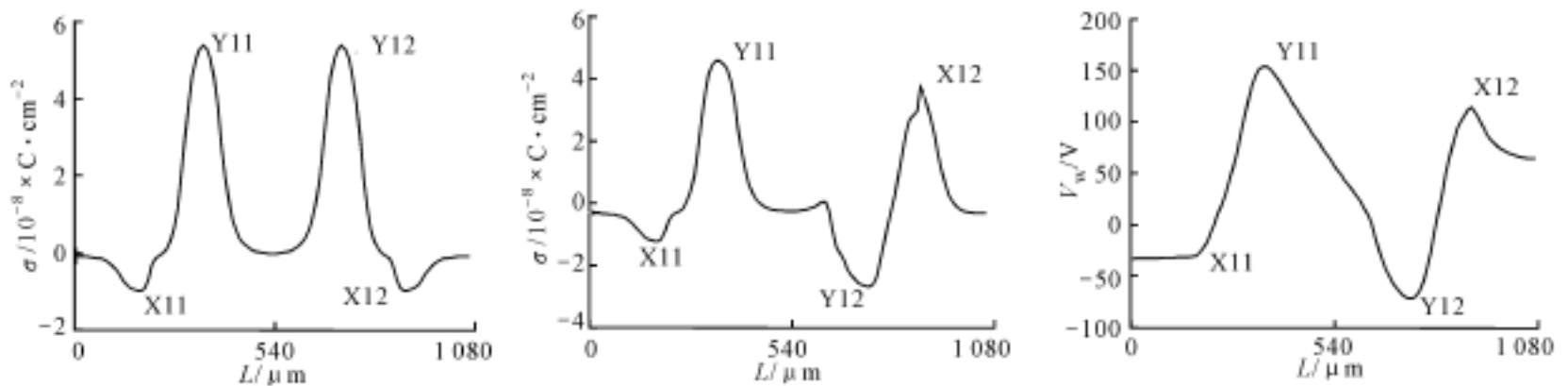
(a) 寻址放电后的壁电荷分布

(b) 触发放电后的壁电荷分布

(c) 触发放电后的壁电压分布

L 为单元中沿寻址电极方向的坐标; σ 为壁电荷密度; V_w 为壁电压

图 6 原有触发方法下的壁电荷积累及触发放电后的壁电压分布



(a) 寻址放电后的壁电荷分布

(b) 触发放电后的壁电荷分布

(c) 触发放电后的壁电压分布

L 为单元中沿寻址电极方向的坐标; σ 为壁电荷密度; V_w 为壁电压

图 7 新触发方法下的壁电荷积累及触发放电后的壁电压分布

限制. 在新触发驱动方法下, 应用 200 V 维持放电电压进行模拟, 同样能够获得稳定的维持放电, 而采用原有的触发驱动方法, 降低放电电压则无法形成稳定的维持放电. 通过模拟还获得了五电极 AC PDP 的真空紫外 (VUV) 辐射效率, 在新触发驱动方法下, 维持阶段每个脉冲平均的电场输入能量为 $1.53 \times 10^{12} \text{ eV} \cdot \text{cm}^{-1}$, 产生的平均 VUV 辐射能量为 $1.87 \times 10^{11} \text{ eV} \cdot \text{cm}^{-1}$, VUV 辐射效率可达到 12.2%, 而传统的三电极 AC PDP 在维持期间每个脉冲平均电场输入能量为 $1.83 \times 10^{12} \text{ eV} \cdot \text{cm}^{-1}$, VUV 辐射能量为 $1.42 \times 10^{11} \text{ eV} \cdot \text{cm}^{-1}$, VUV 辐射效率仅为 7.8%. 五电极 AC PDP 的 VUV 辐射效率比传统的三电极 AC PDP 大约提高了 56%. 因此, 采用新触发驱动方法可明显降低五电极 AC PDP 的维持电压, 降低了对驱动电路的要求, 同时又能获得高的真空紫外辐射效率.

4 结 论

通过对五电极交流等离子体显示板的瞬态放电特性进行分析, 提出了一种新的触发驱动方法, 该方法利用两个辅助间隙内放电过程相互独立的特性, 在触发期间采用单个辅助间隙进行触发放电. 二维

流体模拟结果表明, 新触发驱动方法在维持间隙上形成的壁电压比原有的触发驱动方法高 30 V 左右, 而且所形成的壁电压突破了外加电压的限制, 从而使五电极 AC PDP 的维持工作电压降低了 10 ~ 20 V, 降低了对驱动电路的要求. 在未来的工作中将对新触发波形进行分析和优化, 以进一步降低五电极 AC PDP 的维持电压, 以实现低成本、高亮度的大屏幕等离子体显示板.

参考文献:

- [1] eoef J P. Plasma display panels: physics, recent developments and key issues [J]. J Phys D: Appl Phys, 2003, 36(6): R53 R79.
- [2] Weber L F. Plasma panel exhibiting enhanced contrast [P]. US Patent, 5745086. 1998 04 28.
- [3] Hashimoto Y, Seo Y, Toyoda O. High-luminance and highly luminous-efficient AC-PDP with DelTA cell structure [A]. SID '01, San Jose, USA, 2001.
- [4] Lee I, Choi K Y. Simulations studies on influence of He concentration on discharge of alternating current plasma display panels in He-Ne-Xe mixture [J]. Journal of Applied Physics, 2004, 96(4): 1 829 1 834.

(下转第 1154 页)