

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710003979.8

[51] Int. Cl.

G09G 3/28 (2006.01)
G09G 3/288 (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01)
H01J 17/49 (2006.01)
G09F 9/313 (2006.01)
H01L 27/06 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年7月1日

[11] 授权公告号 CN 100507991C

[51] Int. Cl. (续)

H01L 29/739 (2006.01)

[22] 申请日 2007.1.19

[21] 申请号 200710003979.8

[30] 优先权

[32] 2006.3.9 [33] JP [31] 2006-063665

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

共同专利权人 株式会社次世代 PDP 开发中心

[72] 发明人 森陆宏

[56] 参考文献

CN1551067A 2004.12.1

JP2000307116A 2000.11.2

US2003197696A1 2003.10.23

JP2000330514A 2000.11.30

JP9199712A 1997.7.31

CN1609934A 2005.4.27

审查员 吴娟

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 王以平

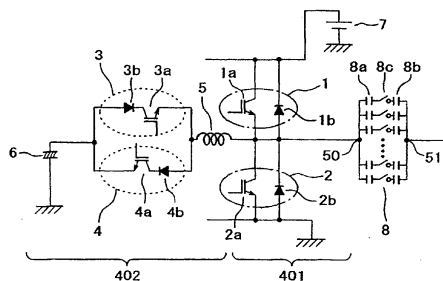
权利要求书 4 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称

等离子显示装置

[57] 摘要

一种等离子显示装置，在其驱动电路中，对于提供发光电流的驱动元件设置内置有反向导通二极管的 IGBT 和/或在回收电能并充电的驱动元件设置内置有具有反向截止功能的二极管的 IGBT。



1.一种等离子显示装置，其特征为，至少具有第1驱动元件和第2驱动元件中的任一个，

其中，上述第1驱动元件具有：第1 IGBT，该第1 IGBT的栅极可控制从形成在第1衬底的一个主表面上的第1主电极流向形成在与上述一个主表面相对的上述第1衬底的另一主表面上的第2主电极的电流；和第1二极管，该第1二极管集成在上述第1 IGBT中、可流过的与从上述第1主电极流向上述第2主电极的电流相反方向的电流，其中，该第1驱动元件对发光电流进行控制，

上述第2驱动元件具有：第2 IGBT，该第2 IGBT的栅极可控制从形成在与上述第1衬底不同的第2衬底的一个主表面上的第3主电极流向形成在与上述第2衬底的上述一个主表面相对的另一主表面上的第4主电极的电流；和第2二极管，该第2二极管集成在该第2 IGBT中、可阻止与从上述第3主电极流向上述第4主电极的电流相反方向的电流流过，其中，该第2驱动元件对电能回收以及充电电流进行控制。

2. 如权利要求1记载的等离子显示装置，其特征为，

对集成了上述第1二极管的上述第1 IGBT和集成了上述第2二极管的第2 IGBT的至少一方进行寿命控制。

3. 如权利要求1记载的等离子显示装置，其特征为，

上述第1二极管设置于形成有上述第1 IGBT的上述第1衬底的终止区域，

上述第1二极管的阳极电连接至上述第2主电极，

上述第1二极管的阴极电连接至上述第1主电极。

4. 如权利要求1记载的等离子显示装置，其特征为，

上述第2主电极、上述第1二极管的阳极和上述第1二极管的阴极中的任一个形成于上述第1衬底的上述另一主表面上，

上述第1二极管的阴极通过键合引线电连接至上述第1主电极。

5. 如权利要求 1 中记载的等离子显示装置, 其特征为具有:

低电阻地与上述第 1 IGBT 的第 1 主电极相接触的、具有第 1 导电类型的第 1 半导体层;

与该第 1 半导体层相接触且具有作为与上述第 1 导电类型相反的导电类型的第 2 导电类型的第 2 半导体层;

与该第 2 半导体层相接触且比该第 2 半导体层的杂质浓度低的、具有上述第 2 导电类型的第 3 半导体层;

低电阻地与上述第 1 IGBT 的第 2 主电极相接触并在上述第 3 半导体层上延伸的、比上述第 3 半导体层的杂质浓度高的具有第 1 导电类型的第 4 半导体层;

在该第 4 半导体层内延伸并低电阻地与上述第 2 主电极相接触的、比上述第 4 半导体层的杂质浓度高的、具有第 2 导电类型的第 5 半导体层; 和

分别与上述第 3 半导体层和上述第 4 半导体层以及上述第 5 半导体层相接触的 MIS 栅。

6. 如权利要求 5 记载的等离子显示装置, 其特征为,

上述第 2 二极管由低电阻地与上述第 2 IGBT 的第 3 主电极相接触的具有上述第 1 导电类型的第 6 半导体层、和与该第 6 半导体层相接触且比上述第 6 半导体层的杂质浓度低的具有上述第 2 导电类型的第 7 半导体层形成,

由该第 6 半导体层和第 7 半导体层形成的 pn 二极管的耐压由上述第 2 IGBT 的耐压决定。

7. 如权利要求 6 记载的等离子显示装置, 其特征为,

上述第 6 半导体层与从上述第 2 IGBT 的上述第 2 衬底的上述另一主表面伸出的具有上述第 1 导电类型的第 8 半导体层相接触,

在该第 8 半导体层和与形成在上述第 2 衬底的上述另一主表面上的第 4 主电极低电阻地相接触的具有上述第 1 导电类型的第 9 半导体层之间具有上述第 7 半导体层。

8. 如权利要求 7 记载的等离子显示装置, 其特征为,

具有位于上述第 8 半导体层和上述第 9 半导体层之间、从上述第 2 衬底的上述另一主表面伸向上述第 7 半导体层、且比上述第 7 半导体层杂质浓度高的具有上述第 2 导电类型的第 10 半导体层。

9. 如权利要求 1 记载的等离子显示装置, 其特征为,

上述第 1 IGBT 和上述第 2 IGBT 的至少一方的栅具有沟槽栅结构。

10. 如权利要求 1 记载的等离子显示装置, 其特征为,

上述第 1 IGBT 的集电极与发射极之间的耐压比上述第 2 IGBT 的集电极与发射极之间的耐压高。

11. 如权利要求 1 记载的等离子显示装置, 其特征为,

上述第 1 IGBT 和上述第 2 IGBT 的至少一方或者其沟槽栅间的电位是悬浮的、或者具有通过电阻与上述第 1 驱动元件的上述第 2 主电极或上述第 2 驱动元件的上述第 4 主电极相连接的、具有第 1 导电类型的第 11 半导体层。

12. 如权利要求 1 记载的等离子显示装置, 其特征为,

当在该等离子显示装置中把连接在电源和等离子面板装置之间的电路部分称为上臂、把连接在上述等离子面板装置一侧的上述上臂的一端和地电位之间的电路部分称为下臂时, 上述上臂包含上述第 1 IGBT, 上述下臂包含上述第 2 IGBT;

至少对于上述第 1 IGBT 使用上述第 1 驱动元件,

构成上述第 1 驱动元件的二极管的电流或电流容量比并联地设置在上述第 2 IGBT 上的二极管的电流或电流容量小。

13. 如权利要求 6 记载的等离子显示装置, 其特征为,

当上述第 2 驱动元件的上述第 6 半导体层和上述第 7 半导体层被反向偏置而向反向截止状态转变时, 上述 MIS 栅维持在开启状态。

14. 如权利要求 6 记载的等离子显示装置, 其特征为,

上述第 2 驱动元件的上述第 6 半导体层的厚度比上述第 1 驱动元件的上述第 3 半导体层的厚度薄。

15. 如权利要求 1 记载的等离子显示装置, 其特征为,

上述第 1 驱动元件和上述第 2 驱动元件的至少一方使用由 FZ 法形成的硅衬底。

等离子显示装置

技术领域

本发明涉及等离子显示装置的省电化和低成本化,尤其适合于可以降低驱动电路的损失和削减部件数量的等离子显示装置。

背景技术

近年来,与现有的阴极射线管(布劳恩管)相比,等离子显示装置因其画面较大并且形状较薄而得以迅速普及。但由于画面大而造成了消耗电流大、成本也高的问题。图8为等离子显示装置的像素结构及其动作的示意图。前面玻璃板10a和后面玻璃板10b由肋板10c间隔并封入了Xe等发光气体9。在前面玻璃板10a上形成了电极Y8a和电极X8b等,对电极Y8a和电极X8b施加电压,在与其相接触的前面玻璃板10a的相对表面上产生电荷,当该电荷的电位差超过放电电压时就会发光。即,对于电路而言,开关8c导通成放电状态。为了将其实现,采用了开关1x、2x、1y、2y作为外部电路。首先1x和2y导通,然后1y和2x导通,彼此交替反复导通。通过每次导通时发光,增加反复交互的次数可以增加等离子显示装置的亮度。

图9表示发光时的XY间的面板电压和面板电流的时间变化。若在期间a施加面板电压,则首先流过的是对前面玻璃板和XY布线等的电容进行充电的电流。面板电压如果比放电开始电压高,则在期间b流过急剧的发光电流。此时,因X和Y布线的电感,面板电压降低 ΔV 。接下来,解除面板电压,则在期间c中由前面玻璃板以及XY布线等电容存储的电荷放电。该期间短至约 $3\mu s$,以10KHz-数百KHz的高速反复进行。此时,流过开关1x、2x、1y、2y的充电电流、发光电流、放电电流引起的各开关的损失,成为等离子显示装置的电能消耗增加的原因。

图 10 为专利文献 1 (特开 2000-330514 号公报) 中公开的等离子显示装置的驱动电路的示意图。相对于图 8 的电路, 新增加了回收充电电流和放电电流的电能回收开关 12a 和 12b, 其特征为, 这些开关元件使用 IGBT (绝缘栅双极晶体管)。通过使用 IGBT, 与现有的功率 MOSFET 相比, 元件内产生传导率调制, 电阻变小, 可以降低电能损失。在上述专利文献 1 的装置中, 由于一般的 IGBT 中未内置二极管, 输出元件 11a、11b 以及电能回收开关 12a、12b 要另外设置二极管。因此, 其部件数多, 电路以及组装加工复杂, 成本较高。

图 11 并非等离子显示装置而是专利文献 2 (特开平 9-199712 号公报) 中公开的用于机动车点火装置的内置有二极管的 IGBT。当因点火线圈引起的电压振荡而向点火线圈施加反向电压时, 通过在 IGBT 芯片的周围设置的二极管来回避反向电压。二极管形成于 p 层 108 和 n 层 110 之间, 因其 pn 间流过电流产生的正向电压 V_F 作得比 p 层 120 和 n 层 121 间的反向耐压小。但是, 由于点火器的开关因与每分钟几千转的引擎转数相对应而比较慢, 其内置的二极管也动作较慢, 所以不能用于等离子显示装置。即, 开关时的损失较大, 不适于等离子显示装置的高速动作。

特开 2000-307116 号公报公开了一种沟槽绝缘栅型 IGBT 的例子。

发明内容

本发明之目的在于解决上述现有技术的问题点, 尤其是, 通过使用内置有二极管的 IGBT 实现等离子显示装置的省电化、低成本化, 尤其适合于可以降低驱动电路的损失和削减部件数量的等离子显示装置。

用于解决上述问题的本发明的等离子显示装置的特征在于至少具有第 1 驱动元件和第 2 驱动元件的任一个, 第 1 驱动元件包括具有一对主表面且可由栅极控制从一个主表面的第 1 主电极向另一主表面的第 2 主电极流过的电流的第 1 IGBT 和具有集成于该第 1 IGBT 中并

可流过与上述电流相反方向的电流的第 1 二极管，对发光电流进行控制；第 2 驱动元件包括具有一对主表面、且可由栅极控制从一个主表面的第 3 主电极向另一主表面的第 4 主电极流过的电流的第 2 IGBT 和具有集成于该第 2 IGBT 中可阻止与上述电流相反方向的电流流过的第 2 二极管，控制电能回收和充电电流。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，对集成了上述第 1 二极管的上述第 1 IGBT 和集成了上述第 2 二极管的第 2 IGBT 的至少一方进行寿命控制。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在具有上述第 1 IGBT 和第 2 IGBT 的上述等离子显示装置中，上述第 1 驱动元件的上述第 1 二极管设置于上述第 1 IGBT 的终止区域，上述第 1 二极管的阳极电连接至上述第 2 主电极，上述第 1 二极管的阴极电连接至上述第 1 主电极。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，上述第 2 主电极、上述第 1 二极管的阳极和上述第 1 二极管的阴极的任一个形成于上述另一主表面，上述第 1 二极管的阴极通过键合引线电连接至上述第 1 主电极。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中具有：低电阻地与上述第 1 IGBT 的第 1 主电极相接触的一种导电类型的第 1 半导体层；与该第 1 半导体层相接触的另一导电类型的第 2 半导体层；与该第 2 半导体层相接触且比该第 2 半导体层的杂质浓度低的另一种导电类型的第 3 半导体层；低电阻地与上述第 1 IGBT 的第 2 主电极相接触并在上述第 3 半导体层上延伸的、且比上述第 3 半导体层的杂质浓度高的一种导电类型的第 4 半导体层；在该第 4 半导体层内延伸并低电阻地与第 2 主电极相接触的、比上述第 4 半导体层的杂质浓度高的另一导电类型的第 5 半导体层；和与上述第 3 半导体层、上述第 4 半导体层以及上述第 5 半导体层相接触的绝缘栅。

本发明的其他的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装

置中，上述第 2 二极管由低电阻地与上述第 2 IGBT 的第 3 主电极相接触的一种导电类型的第 6 半导体层和与该第 6 半导体层相接触的另一导电类型的第 7 半导体层形成，由该第 6 半导体层和第 7 半导体层形成的 pn 二极管的耐压与上述第 2 IGBT 的耐压相同。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，上述第 6 半导体层与从上述第 2 IGBT 的另一主表面伸出的一种导电类型的第 8 半导体层相接触，在该第 8 半导体层和低电阻地与上述另一主表面的第 4 主电极相接触的一种导电类型的第 9 半导体层之间具有上述第 7 半导体层。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中具有位于上述第 8 半导体层和上述第 9 半导体层之间、从另一主表面延伸向上述第 7 半导体层、比上述第 7 半导体层浓度高的另一导电类型的第 10 半导体层。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，上述第 1 IGBT 和上述第 2 IGBT 的至少一方是由 FZ 的硅晶体制成。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，上述第 1 IGBT 和上述第 2 IGBT 的至少一方的绝缘栅具有沟槽栅结构。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，上述第 1 IGBT 比上述第 2 IGBT 的耐压高。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，上述第 1 IGBT 和上述第 2 IGBT 的至少一方或者其沟槽栅间的电位为悬浮、或者具有通过电阻与第 2 主电极或第 4 主电极连接的一种导电类型的第 11 半导体层。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，具有控制发光电流的串联连接的上臂 IGBT 和下臂 IGBT，至少上臂的 IGBT 具有第 1 驱动元件，上臂的第 1 驱动元件的二极管电流或电流容量比与下臂 IGBT 并联设置的二极管电流或电流容量小。

本发明的其它的等离子显示装置的特征为，在上述等离子显示装置中，当第2驱动元件的第6半导体层和第7半导体层被反向偏置而向反向截止状态转变时，上述绝缘栅维持在开启状态。

根据本发明，通过在提供发光电流的驱动元件中安装内置有反向导通二极管的IGBT、在回收电能并充电的驱动元件中安装内置有具有反向截止功能的二极管的IGBT，可以削减等离子显示装置的部件数量，并可以削减组装加工成本，通过安装适合于等离子显示装置的二极管并进行控制，可以降低损失，削减电能消耗。

附图说明

图1为本发明的等离子显示装置的实施例的示意图；

图2为本发明的内置有反向导通二极管的IGBT的实施例的示意图；

图3为本发明的内置有反向导通二极管的IGBT的其他实施例的示意图；

图4为本发明的内置有反向导通二极管的IGBT的又一实施例的示意图；

图5为本发明的内置有反向截止二极管的IGBT的实施例的示意图；

图6为本发明的内置有反向截止二极管的IGBT的其他实施例的示意图；

图7为本发明的内置有反向截止二极管的IGBT的又一实施例的示意图；

图8为AC型PDP的单元概要剖面图和其驱动的示意图；

图9为AC型PDP的驱动波形的示意图；

图10为现有的等离子显示装置的驱动电路的示意图；

图11为内置有反向导通二极管的IGBT的现有例的示意图。

具体实施方式

以下用实施例的图对本发明的内容进行说明。图1为本发明的等离子显示装置的一个实施例的示意图。符号8为等离子面板的等价电路示意图，内置有反向导通二极管的IGBT 1、2（以下简称反向导通IGBT）与电源7串联成图腾柱电路结构。2个反向导通IGBT的连接点（中点50）50连接至等价电路8，主要在发光时供给电能。即，如果反向IGBT导通，则向等价电路8施加正电位并发光。其后，通过使内置有反向截止二极管4b的IGBT 4（以下简称反向截止IGBT）导通，利用线圈5和电容8a、8b的共振电流将等离子面板的电容8a、8b中积蓄的电能回收至电容6。当反向导通IGBT的中点50通过共振而下降至接近地的低电位时，反向导通IGBT导通，将中点50固定于地电位。此时，通过将反向截止IGBT 4的栅电压保持在开启状态直至反向导通IGBT充分导通，可以将反向截止IGBT 4中的电荷高速释放，从而可以降低开关损失。接着，当向等离子面板8再度施加电压时，首先使反向截止IGBT 3导通，利用线圈5将存储在电容器6中的电能向等离子面板8供给。当上述中点50的电位通过共振上升至接近电源7的电位时，反向导通IGBT 1导通，等离子面板8的电位升高至电源7的电位，使之再度发光。当反向导通IGBT 1导通时，同样地通过将反向截止IGBT 3的栅保持开启状态直至反向导通IGBT 1充分导通可以将反向截止IGBT 3中的电荷高速释放，从而降低开关损失。在此，通过以上的动作原理，将包括电源7和反向导通IGBT 1、2的电路称为发光放电电路401，将包括线圈5、电容6、反向截止IGBT 3、4的电路称为电能回收电路402。发光放电电路401和电能回收电路402也设置于等离子面板8的相反一侧，并与中点51相连接，其动作相同。

另外，在下文中把在图1的等离子显示装置中连接在与电源7相连接的高电位一侧和与等离子面板相连接的中点50之间的电路部分称为上臂，把与连接在与接地电位相连接的低电位一侧和与等离子面板相连接的中点50之间的电路部分称为下臂。

在此，反向导通IGBT 1的二极管1b，在电容6和电容8a、8b

以及线圈 5 共振时, 保护中点 50 的电压不至达到电源 7 以上。中点 50 若成过电压, 就会向等离子面板 8 施加过电压, 在最坏情况下面板会被破坏。但是, 流过该二极管 1b 的电流小到为流过 IGBT 1a 的电流的 1/10 以下, 用小电流容量的二极管即可。因此, 通过集成到 IGBT 1a 的芯片外围, 可充分发挥作为等离子面板的二极管 1b 的作用, 这在后面有详细说明。但是, 由于等离子面板以数 10KHz~数 100KHz 的高速进行开关动作, 即使二极管 1b 的电流容量很小, 也必须是高速的, 优选利用电子束照射等降低少数载流子的寿命。此时, 其寿命最大也必须在 1 μ s 以下。

另一方面, 反向导通 IGBT 2 的二极管 2b 在连接至中点 51 一侧的反向截止 IGBT 4 导通时流过电流。这样, 二极管 2b 中流过与反向截止 IGBT 4 同等的数 10A 的大电流。因此, 即使反向导通 IGBT 1、2 是相同的, 它们也是所使用二极管的电流容量完全不同的反向导通 IGBT。因此, 当将二极管 2b 设置在 IGBT 芯片的外围时, 优选在芯片的外围整体地形成二极管, 这在后面有详细说明。此外, 由于等离子面板以数 10KHz~数 100KHz 的高速进行开关, 在反向导通 IGBT 1 导通之前, 有必要降低反向导通 IGBT 2 的二极管 2b 的少数载流子的寿命, 以削减反向导通 IGBT 2 的二极管 2b 内部的电荷。如果二极管 2b 残留有的寿命长的电荷, 当反向导通 IGBT 1 导通时, 来自电源 7 的电流贯通反向导通 IGBT 1、2 而导致流过短路电流, 产生极大的损失。

图 10 中所示的电能回收开关 12a、12b 与二极管简单地串联连接至 IGBT。因此, 当电流流过电能回收开关 12a、12b 时, 产生双重的电位, 即正向偏置二极管的 pn 结的约 1V 的扩散电位和正向偏置位于 IGBT 的集电极侧的 pn 结的约 1V 的扩散电位, 产生很大的电能损失, 出现电能回收效率低下的问题。本发明的反向截止 IGBT 3、4 共用了二极管 3b、4b 的 pn 结和 IGBT 3a、4a 的 pn 结。因此, 现有技术的二重 pn 结变成一个, 消除了约 1V 的电压降, 显著提高了电能回收效率。现有的 75% 的电能回收效率变成 85%。当电能回收效率提高时,

中点 50、51 的电位能够接近电源 7 的电位和地电位，从而使施加到二极管 3b、4b 的反向偏置变小，不易产生噪声。为了进一步降低噪声，优选也通过电子束照射等手段降低反向截止 IGBT3、4 的少数载流子的寿命。通过将寿命降至 $1\mu\text{s}$ 以下可以进一步提高电能回收效率。

如上所述，通过在等离子显示装置中使用反向导通 IGBT 1、2 以及反向截止 IGBT 3、4，与现有的 IGBT 和二极管分别使用的情形相比，部件数减半，组装加工也更为简单。另外，通过将二极管内置，可以降低损失，提高电能回收效率。另外，由于不需要二极管的专用供电，布线变短，因布线的电感而产生的噪声也变小，可以实现容易操作的驱动电路。再者，通过缩短反向导通 IGBT 1、2 以及反向截止 IGBT 3、4 的寿命(lifetime)，可以高频驱动，提高等离子显示装置的亮度，色阶也可以变得更加细致。

图 2 为适用于图 1 的反向导通 IGBT 1、2 的实施方式示意图。反向导通 IGBT 200 包括在与 p 层 210 相接触的 n-层 211 上扩散的 p 层 213、在 p 层 213 内形成的 n+层 214，集电极 252 低电阻地与 p 层 210 接触。p 层 210 可以通过在以 FZ 法形成的 n-衬底 211 上扩散 p 层 210 的方法形成，或者可以在 p+衬底 210 上结晶生长 n-层的外延层来形成。以与 n+层 214、p 层 213、n-层 211 相接触的方式，隔着绝缘栅 220 形成沟槽形状的栅电极 254。在反向导通 IGBT 200 的外围，在终止区域(termination region)上形成抑制耗尽层的延伸的沟道阻挡层 n+层 230，该 n+层 230 与阴极电极 251 低电阻地接触。在 n+层 230 和其附近的 p 层 213 之间，形成包括 p 层 215 的场限制环 FLR(Field Limiting Ring)，确保反向导通 IGBT 200 的耐压。通过将阴极电极 251 和集电极 252 用电连接布线 253 低电阻地连接，可以在 p 层 213 和 n+层 230 之间将反向导通的二极管内置在 IGBT 中。连接的方法有引线键合和焊接等方法。

在一般的 IGBT 中，除本实施方式中所示的沟槽型的栅结构外，还有在硅表面平坦地形成绝缘栅的平面栅结构，但研究结果表明，沟槽栅结构的 IGBT 的损失更低。

其理由为, 由于等离子显示装置的电容负载上流过急剧的电流, 因此优选饱和电流密度较大即相对于绝缘栅的单位面积较密集的 IGBT。其结果是, 优选沟槽型的绝缘栅 220、254 的间隔 A 较小, 其间形成的 p 层 213 变窄。另一方面, 反向导通的二极管需要流过电流, 因此最外围的 p 层 213 的宽度 B 需要变大, 为了使二极管的动作导致的电荷运动不影响绝缘栅的下方, 宽度 B 的大小至少要比 A 大。此外, 宽度 B 的大小即使在所需的以上, 二极管的正向电压也并不减小, 故宽度 B 在 n-层 211 的厚度的二倍以下就足够了。此外, n+层 230 的宽度 C 也和宽度 B 同样, 需要比 A 宽, 优选和宽度 B 同样的幅度。

为了使反向导通 IGBT 200 高速化, 可以采用电子束照射反向导通 IGBT 200 整体, 来缩短少数载流子的寿命。据此, 不仅 IGBT 区域, 二极管区域也同时得以高速化, 可以简便地实现耐高频动作的反向导通 IGBT 200。

图 3 中, 其特征为在 p 层 210 和 n-层 211 之间设置有 n 层 216。通过设置 n 层 216, 可以使得 n-层 211 比图 1 薄, 可以将从 n+层 230 注入的电子电流通过比 n-层 211 的电阻低的 n 层 216 导向 p 层 213, 反向导通 IGBT 201 的二极管的正向电压得以减小, 可以降低损失。n 层 216 的杂质浓度比 n-层 211 高 2 个数量级以上, 因此通过电子束缩短寿命的效果明显, 可以得到更加高速的反向导通 IGBT 201, 是更适于等离子显示装置的高亮度化、高色阶化的结构。在具有沟槽栅的 IGBT 区域, n-层 211 较薄, 因此快速引起传导率调制, 可以使发光电流低损失地流过, 且 n 层 216 的寿命较短, 可以高速截止。

图 4 为反向导通 IGBT 202 的其他实施方式。其特征为, 在沟槽栅间交替设置悬浮的 p 层 217。通过设置该悬浮 p 层 217, 可以进一步促进沟槽栅结构的 IGBT 的传导率调制, 本发明者从其他的发明专利文献 3 (特开 2000-307116 号公报) 中看出, 本结构对作为电容负载的等离子显示装置亦有效, 也可以将反向导通的二极管内置。此外, 对于形成二极管的 p 层 240, 形成比 p 层 213 深的 p 层 240。

为了降低 pn 二极管的正向电压, 缩短具有 FLR 215 的 p 层 240 和 n+层 230 间的距离是有效的。为此, 可以看出, 将 p 层 240 以及

FLR 215 的深度加深可以缓和电场，因而是有效的。此外通过加深 p 层 240，使杂质浓度的倾斜变缓，使得空穴的注入降低，横向 pn 二极管柔和地恢复，从而可降低噪声。

图 5 为电能回收电路 402 的反向截止 IGBT3、4 的一个实施方式示意图。反向截止 IGBT 300 包括与 p+衬底 218 相接触地形成的 p+层 210、位于 n-层 211 内并在芯片位外围延伸的 p 层 219、与 p 层 219 低电阻接触的阳极电极 256 以及低电阻地与 n+层 230 接触的阴极电极 255 等。在 IGBT 的区域内形成沟槽型栅绝缘膜 220 和栅电极 254。p 层 213 及 p 层 219 与 n+层 215 之间形成反向连接的 pn 二极管，也可以根据必要的耐压形成包括 p 层的 FLR 215。尽管在动作上不需阴极电极 255 和阳极电极 256，但通过将发射极 250、阴极电极 255、阳极电极 256 隔着绝缘膜 222 延伸到 n-层 211 上，可以容易地实现高耐压化。在该反向截止 IGBT 300 中，正向的耐压主要通过 p 层 213 和 n-层 211 之间达成。另一方面，反向的耐压主要由 p+层 210 及 p 层 219 与 n-层 211 之间确保。其结果是，无需图 10 所示的电能回收开关的二极管，从电能回收电路 402 减少了一个二极管的正向电压，可以实现电能回收电路 402 的低损失化和高效率化。

在此，说明反向截止 IGBT 300 的制作方法。首先，在 p+衬底 218 上形成具有相当于 210 层和 211 层合起来厚度的 n-外延层。接着通过从阳极电极 256 一侧利用离子注入来导入并通过扩散形成 p 层 219。此时，来自 p+衬底 210 的 p 型杂质同时扩散，形成 p 层 210 并与 p 层 219 接触。进而形成沟槽栅结构 220、254 以及 p 层 213、215 以及 n+层 214，并形成各种电极 252、250、255、256，从而完成。如在图 1 中曾经提到的，该反向截止 IGBT 300 也可以利用电子束照射等缩短少数载流子的寿命，可使等离子显示装置高亮度化，高色阶化。

相对于图 1 中所示反向导通 IGBT 1、2 一直施加与电源 7 的电压相当的电压，由于反向截止 IGBT 3、4 的线圈 5 和电容 6 保持电压，只对其施加了电源 7 约一半的电压。因此，反向截止 IGBT 3、4 的 n-层的厚度优选比反向导通 IGBT 1、2 的 n-层的厚度薄。

图6表示其他的反向截止IGBT的实施例。在反向截止IGBT 301中首先利用以FZ法形成的n-层211的硅晶体形成p层218。再形成沟槽栅结构220、254以及p层213、215、n+层214，形成电极250、255、256，在n-层211的硅晶体减薄至希望的厚度之后，形成p+层210，并形成集电极252。由此，可以不使用通过昂贵的外延而形成的n-层211地形成反向截止IGBT 301，可以降低等离子显示装置的成本。此外半导体层的总厚度减薄，热阻抗变小，具有冷却简便的优点。

图7为反向截止IGBT的其他的实施例。与图4同样，形成悬浮的p层217和深的p层215，与图4中所述相同，具有可以促进传导率调制、使反向截止IGBT 302低损失化的效果，以及可以通过短距离的终止区域形成高耐压从而使反向截止IGBT 302小型化、低成本化。

根据本发明，可以削减等离子显示装置的部件数，减少组装加工工序，降低等离子显示装置的驱动电路的损失，实现电流消耗小的低成本的等离子显示装置。

图3

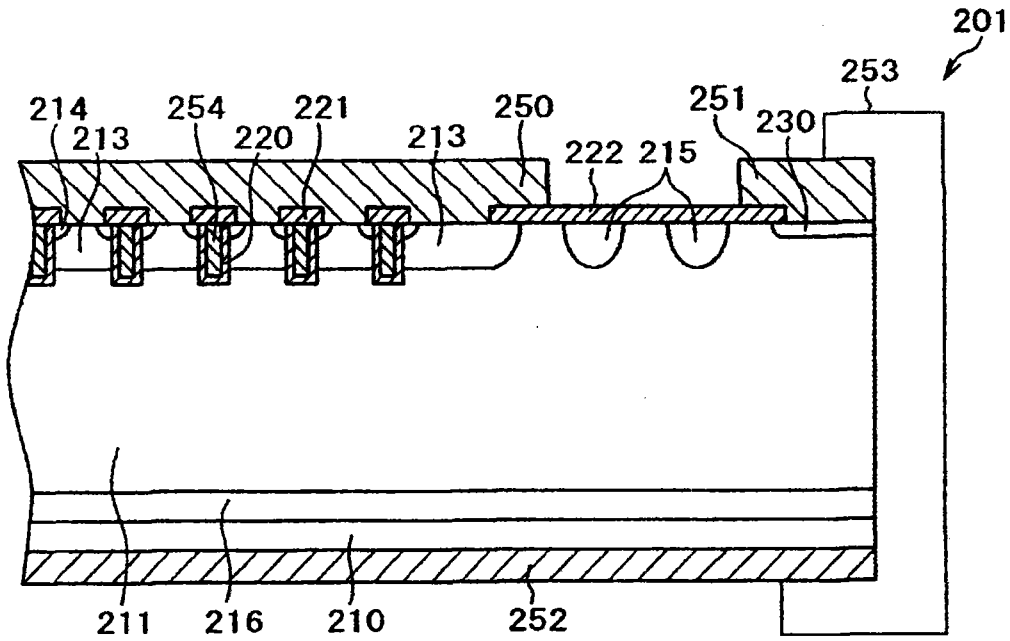


图4

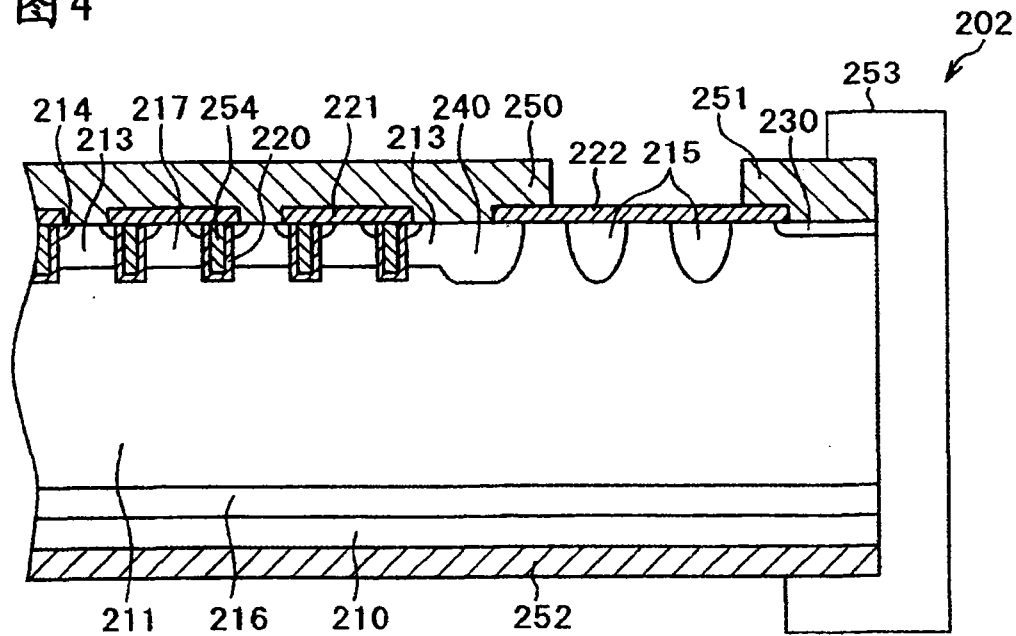


图5

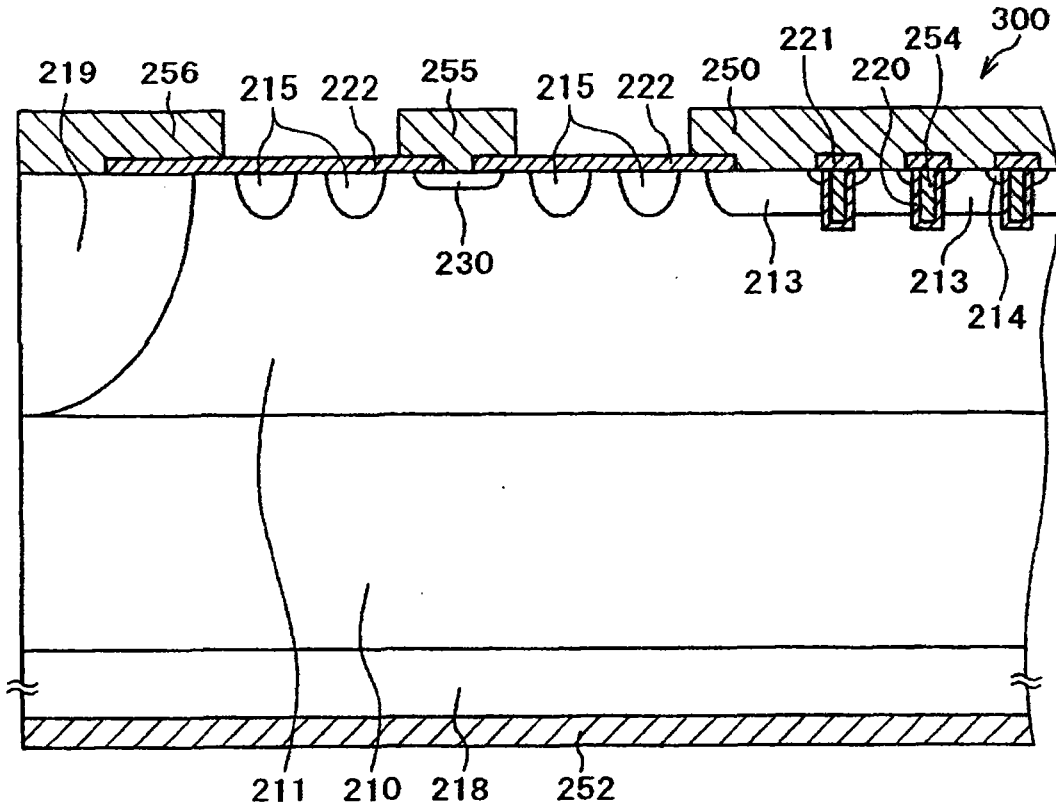


图6

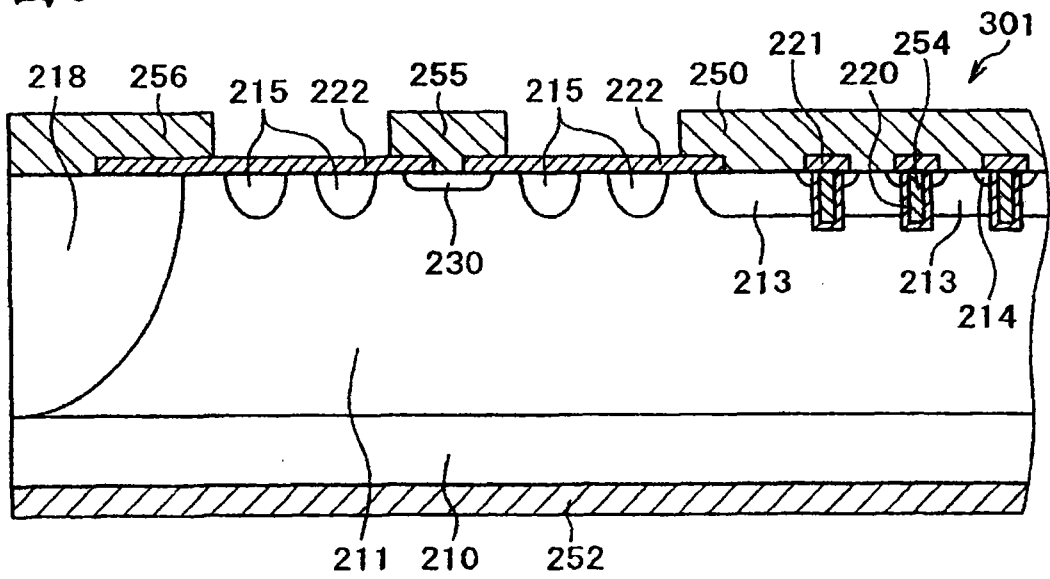


图7

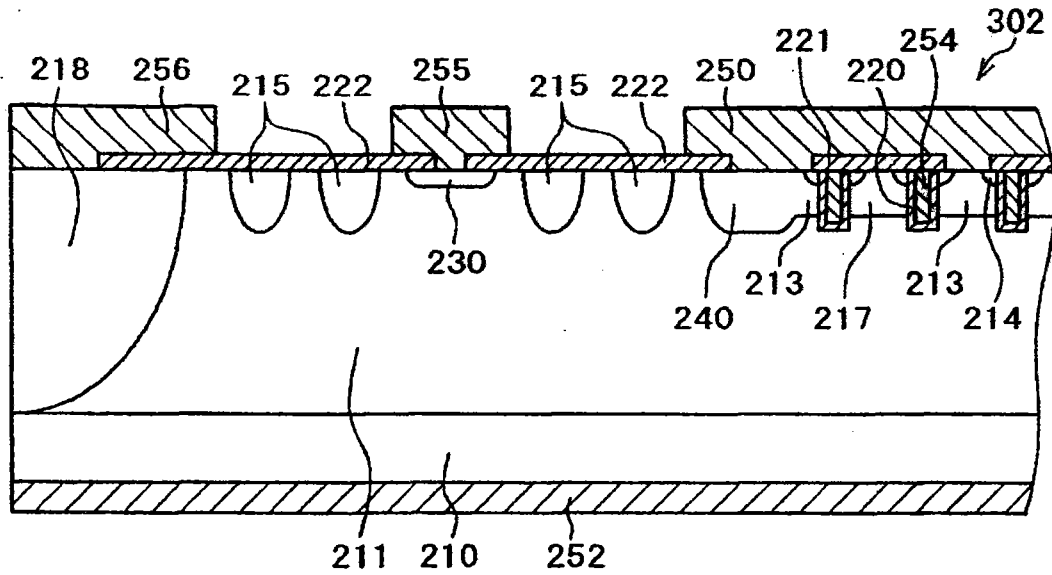


图8

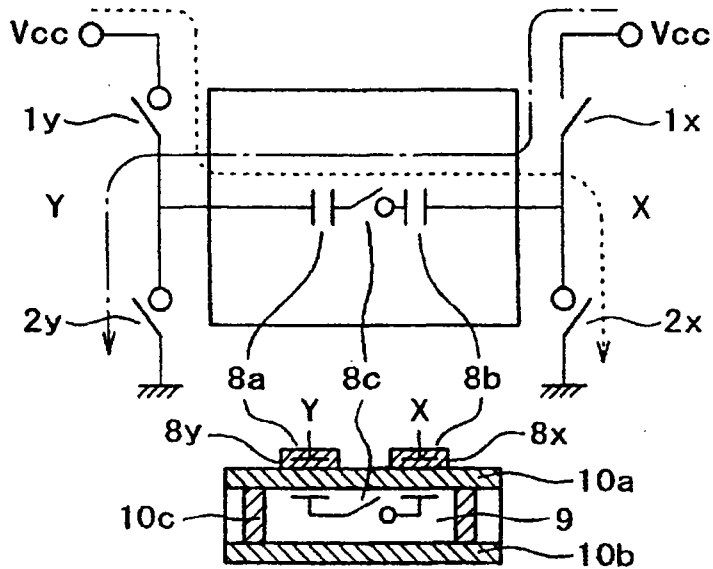


图9

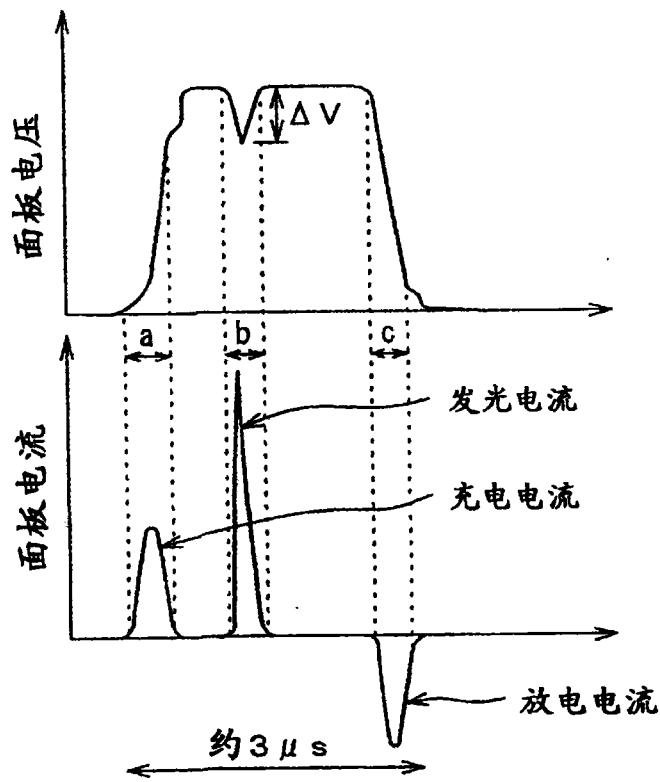


图10

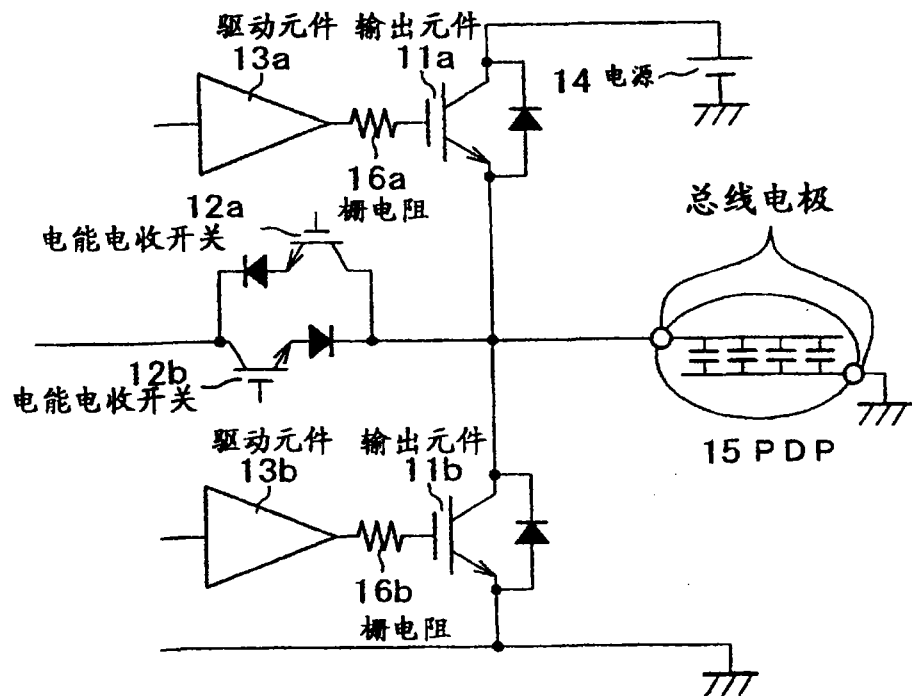


图11

