

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102693700 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201210078582. 6

(22) 申请日 2012. 03. 22

(30) 优先权数据

062597/2011 2011. 03. 22 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 武藤幸太 山田裕介

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 刘蓉 陈海红

(51) Int. Cl.

G09G 3/34 (2006. 01)

G09F 9/37 (2006. 01)

G09B 5/02 (2006. 01)

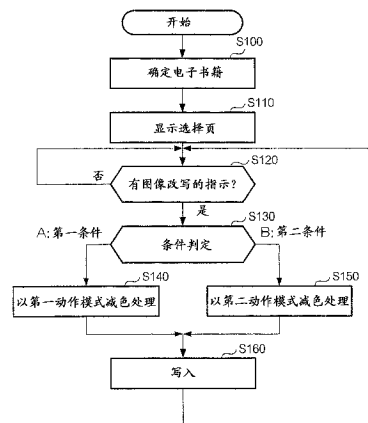
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 21 页

(54) 发明名称

控制装置、显示装置以及电子设备

(57) 摘要

控制装置,包含:输出单元,向电光装置输出用于控制所述电光装置的信号,所述电光装置包含:对应于多个扫描线以及多个数据线的交叉处而设置的多个像素;控制单元,控制所述输出单元,使得输出用于向所述多个数据线施加对应于存储于存储器中的数据的数据的信号,在满足第一条件时通过所述信号写入的图像,比满足第二条件时通过所述信号写入的图像,在所述数据线的延伸方向的灰度变化的空间频率高。



1. 一种控制装置,包含:

输出单元,向电光装置输出用于控制所述电光装置的信号,所述电光装置包含对应于多个扫描线以及多个数据线的交叉处而设置的多个像素;以及

控制单元,控制所述输出单元,使得输出用于向所述多个数据线施加对应于存储于存储器的数据的电压的信号,在满足第一条件时通过所述信号写入的图像,比满足第二条件时通过所述信号写入的图像,在所述数据线的延伸方向的灰度变化的空间频率高。

2. 如权利要求1所述的控制装置,其特征在于:包含:

减色处理单元,对于由存储于所述存储器的数据表示的、所述多个像素的每个的灰度值,进行减色处理,通过满足所述第一条件时的所述减色处理得到的图像,比通过满足所述第二条件时的所述减色处理得到的图像,所述空间频率高。

3. 如权利要求2所述的控制装置,其特征在于:

包含:存储第一抖动矩阵以及所述数据线的延伸方向的灰度变化的空间频率比所述第一抖动矩阵低的第二抖动矩阵的第一存储单元,

所述减色处理单元,在满足所述第一条件时使用所述第一抖动矩阵、在满足所述第二条件时使用所述第二抖动矩阵进行所述减色处理。

4. 如权利要求1到3中任一项所述的控制装置,其特征在于:

所述多个像素的灰度,通过向该像素多次施加电压的写入工作进行变更,

所述控制单元,使用从存储表示在所述电光装置新显示的图像的图像数据的第二存储单元读取的所述图像数据,和从存储表示通过进行中的所述写入工作在所述电光装置显示的预定图像的预定图像数据的第三存储单元读取的所述预定图像数据的比较结果,判断在所述多个像素中变更灰度的像素,

所述控制单元,在判断为变更所述灰度的像素的像素没有在所述写入工作中的情况下,控制所述输出单元,使得输出用于对该像素开始所述写入工作使得成为所述图像数据所确定的灰度的所述信号,在判断为变更所述灰度的像素的像素在所述写入工作中的情况下,控制所述输出单元,使得在完成进行中的所述写入工作之后,输出用于对该像素开始所述写入工作使得成为所述图像数据所确定的灰度的所述信号,

所述第二条件,是存在所述写入工作进行中的像素的条件。

5. 如权利要求4所述的控制装置,其特征在于:

所述第一条件,是成为不存在所述写入工作进行中的像素的条件。

6. 如权利要求5所述的控制装置,其特征在于:

在满足所述第一条件的情况下,所述控制单元,按照所述第一条件,重新写入按照所述第二条件写入的图像。

7. 如权利要求1到3中任一项所述的控制装置,其特征在于:

所述第二条件,是所述图像的更新频度在阈值以上的条件。

8. 如权利要求7所述的控制装置,其特征在于:

所述第一条件,是所述图像的更新频度小于阈值的条件。

9. 如权利要求8所述的控制装置,其特征在于:

所述第一条件,是完成了以所述阈值以上的频度进行的所述图像的更新的条件。

10. 如权利要求1到3中任一项所述的控制装置,其特征在于:

所述第二条件,是向所述控制装置供给电力的电池的剩余量小于阈值的条件。

11. 如权利要求 10 所述的控制装置,其特征在于:

所述第一条件,是所述电池的剩余量在阈值以上的条件。

12. 如权利要求 1 到 3 中任一项所述的控制装置,其特征在于:

所述第二条件,是所述图像为文字的图像的条件。

13. 如权利要求 12 所述的控制装置,其特征在于:

所述第一条件,是所述图像为图片的图像的条件。

14. 一种显示装置,包含:

如权利要求 1 到 13 中任一项所述的控制装置;和
所述电光装置。

15. 一种电子设备,包含:如权利要求 14 所记载的显示装置。

控制装置、显示装置以及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电光装置的驱动。

背景技术

[0002] 已知使用电光元件的显示装置。例如专利文献 1 公开了在使用电泳元件的电子纸中通过面积灰度进行多灰度显示的技术。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 【专利文献 1】特开 2006-243478 号公报

发明内容

[0006] 根据专利文献 1 的技术,通过面积灰度进行显示的情况下,存在消耗功率变多的时候。

[0007] 对此,本发明提供以更低消耗功率进行基于面积灰度实现的显示的技术。

[0008] 本发明提供一种控制装置,包含:输出单元,向电光装置输出用于控制所述电光装置的信号,所述电光装置包含:对应于多个扫描线以及多个数据线的交叉处而设置的多个像素;以及控制单元,控制所述输出单元,使得输出用于向所述多个数据线施加对应于存储于存储器中的数据的电压的信号,在满足第一条件时通过所述信号写入的图像,比满足第二条件时通过所述信号写入的图像,在所述数据线的延伸方向的灰度变化的空间频率高。

[0009] 根据此控制装置,与不使用第二条件的情况比较,能够以更低消耗功率进行基于面积灰度实现的显示。

[0010] 在优选的方式中,该控制装置,包含:减色处理单元,对于由存储于所述存储器的数据表示的、所述多个像素的每个的灰度值,进行减色处理,通过满足所述第一条件时的所述减色处理得到的图像,比通过满足所述第二条件时的所述减色处理得到的图像,所述空间频率高。

[0011] 根据该控制装置,与不使用第二条件的情况比较,能够以更低消耗功率显示通过减色处理进行面积灰度表现后的图像。

[0012] 在另外的优选方式中,该控制装置,也可以包含:存储第一抖动矩阵以及在所述数据线的延伸方向的灰度变化的空间频率比所述第一抖动矩阵低的第二抖动矩阵的第一存储单元;所述减色处理单元,在满足所述第一条件时使用所述第一抖动矩阵,在满足所述第二条件时使用所述第二抖动矩阵进行所述减色处理。

[0013] 根据该控制装置,与不使用第二条件的情况比较,能够以更低消耗功率显示通过使用了抖动矩阵的减色处理进行面积灰度表现后的图像。

[0014] 进而另外的方式中,也可以是所述多个像素的灰度,通过向该像素多次施加电压的写入工作进行变更,所述控制单元,使用从存储表示在所述电光装置新显示的图像的图像数据的第二存储单元读取的所述图像数据,和从存储表示通过进行中的所述写入工作在

所述电光装置显示的预定图像的预定图像数据的第三存储单元读取的所述预定图像数据的比较结果,判断在所述多个像素中变更灰度的像素,所述控制单元,在判断为变更所述灰度的像素的像素不在所述写入工作中的情况下,控制所述输出单元,使得输出用于对该像素开始所述写入工作使得成为所述图像数据所确定的灰度的所述信号,在判断为变更所述灰度的像素的像素在所述写入工作中的情况下,控制所述输出单元,使得在完成进行中的所述写入工作之后,输出用于对该像素开始所述写入工作使得成为所述图像数据所确定的灰度的所述信号,所述第二条件,是存在所述写入工作进行中的像素的条件。

[0015] 根据该控制装置,提高了体感上的改写速度,并且,与不使用第二条件的情况比较,能够以更低消耗功率显示通过面积灰度表现后的图像。

[0016] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第一条件,是成为不存在所述写入工作进行中的像素的条件。

[0017] 根据该控制装置,能够使得写入工作进行中的情况下的消耗功率比不是写入工作进行中的情况有所抑制。

[0018] 进而另外的优选方式中,也可以是:在满足所述第一条件的情况下,所述控制单元,按照所述第一条件,重写按照所述第二条件写入的图像。

[0019] 根据该控制装置,能够在写入工作完成之后,显示更高画质的图像。

[0020] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第二条件,是所述图像的更新频度在阈值以上的条件。

[0021] 根据该控制装置,能够抑制图像的更新频度高的情况下的消耗功率。

[0022] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第一条件,是所述图像的更新频度小于阈值的条件。

[0023] 根据该控制装置,与图像的更新频度低的情况相比较,能够抑制图像的更新频度高的情况下的消耗功率。

[0024] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第一条件,是完成了以所述阈值以上的频度进行的所述图像的更新的条件。

[0025] 根据该控制装置,在以低的更新频度更新图像的期间,能够抑制消耗功率。

[0026] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第二条件,是向所述控制装置供给电力的电池的剩余量小于阈值的条件。

[0027] 根据该控制装置,能够降低在电池的剩余量减少之后的消耗功率。

[0028] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第一条件,是所述电池的剩余量在阈值以上的条件。

[0029] 根据该控制装置,与电池剩余量多的情况相比较,能够降低电池的剩余量减少之后的消耗功率。

[0030] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第二条件,是所述图像为文字图像的条件。

[0031] 根据该控制装置,能够在写入文字图像的时候进行低消耗功率工作。

[0032] 进而另外的优选方式中,也可以是:所述第一条件,是所述图像为图片的图像的条件。

[0033] 根据该控制装置,与写入图片的图像相比较,能够进行写入文字图像时候的低消

耗功率工作。

[0034] 并且,本发明提供一种显示装置,包含:上述任一控制装置和所述电光装置。

[0035] 根据该显示装置,与不使用第二条件的情况比较,能够以低消耗功率进行基于面积灰度实现的显示。

[0036] 进一步的,本发明提供一种电子设备,包含:所述显示装置。

[0037] 根据该电子设备,与不使用第二条件的情况比较,能够以低消耗功率进行基于面积灰度实现的显示。

[0038] 进一步的,本发明提供电光装置的驱动方法,电光装置包含:对应于多个扫描线以及多个数据线的交叉处而设置的多个像素,电光装置的驱动方法的特征在于:包括控制所述输出单元,使得输出用于向所述多个数据线施加对应于存储于存储器中的数据的电压的信号的步骤,在满足第一条件时通过所述信号写入的图像,比满足第二条件时通过所述信号写入的图像,在所述数据线的延伸方向的灰度变化的空间频率高。

[0039] 根据该驱动方法,与不使用第二条件的情况比较,能够以更低消耗功率进行基于面积灰度实现的显示。

附图说明

[0040] 图 1 是表示一个实施方式所涉及的电子设备 1000 的外观的图。

[0041] 图 2 是表示电子设备 1000 的硬件结构的框图。

[0042] 图 3 是表示显示部 1 的剖面结构的示意图。

[0043] 图 4 是表示显示部 1 的电路结构的图。

[0044] 图 5 是表示像素 13 的等价电路的图。

[0045] 图 6 是表示控制器 2 的功能结构的图。

[0046] 图 7 是表示电子设备 1000 的工作的流程图。

[0047] 图 8 是说明图形抖动法的图。

[0048] 图 9 是例示低省功率型的抖动矩阵的图。

[0049] 图 10 是例示第一工作模式中写入的图像的图。

[0050] 图 11 是例示向扫描线 11 以及数据线 12 供给的信号的图。

[0051] 图 12 是例示第二工作模式中写入的图像的图。

[0052] 图 13 是例示向扫描线 11 以及数据线 12 供给的信号的图。

[0053] 图 14 是表示控制器 2 的功能结构的框图。

[0054] 图 15 是表示由控制器 2 进行的显示部 1 的驱动处理的流程图。

[0055] 图 16 是例示存储到存储器的数据的图。

[0056] 图 17 是例示进行了 2 值化数据存储区域 53 的改写的状态的图。

[0057] 图 18 是例示改写了存储区域 B11 的数据的状态的图。

[0058] 图 19 是例示改写了存储区域 B12 的数据的状态的图。

[0059] 图 20 是例示关于所有的像素改写了数据的状态的图。

[0060] 图 21 是例示从图 20 的状态开始进行 1 帧的电压施加后的状态的图。

[0061] 图 22 是例示完成了写入数据存储区域的数据的改写后的状态的图。

[0062] 图 23 是表示刚刚进行了第二次的步骤 S23 的处理之后的状态的图。

- [0063] 图 24 是例示进行 2 值化数据存储区域 53 的数据的改写后的状态的图。
- [0064] 图 25 是例示关于所有的像素完成了数据的改写后的状态的图。
- [0065] 图 26 是例示从图 25 的状态开始进行了步骤 S23 的处理后的状态的图。
- [0066] 图 27 是例示完成了预定次数的电压的施加的状态的图。
- [0067] 图 28 是例示关于所有的像素完成了数据的改写的状态的图。
- [0068] 图 29 是例示从图 28 的状态开始进行了像素的改写的状态的图。
- [0069] 图 30 是例示从图 29 的状态开始处理前进了 1 帧的状态的图。
- [0070] 图 31 是例示从图 30 的状态开始处理前进了的状态的图。
- [0071] 图 32 是例示变形例三所涉及的低消耗功率型抖动矩阵的图。
- [0072] 符号的说明

[0073] 1... 显示部, 2... 控制器, 3... 控制部, 4... VRAM, 5... RAM, 8... 存储部, 9... 操作部, 11... 扫描线, 12... 数据线, 13... 像素, 14... 显示区域, 15... 扫描线驱动电路, 16... 数据线驱动电路, 51... 写入数据存储区域, 52... 预定图像数据存储区域, 53... 2 值化数据存储区域, 100... 第一基板, 101... 基板, 102... 粘接层, 103... 电路层, 104... 像素电极, 110... 电泳层, 111... 微囊, 112... 粘合剂, 120... 第二基板, 121... 膜, 122... 透明电极, 134... 晶体管, 135... 保持电容, 201... 改写判断部, 202... 写入状态判断部, 203... 写入控制部, 204... 数据更新部, 205... 预定图像更新部, 1000... 电子设备。

具体实施方式

[0074] 1. 结构

[0075] 图 1 是表示一个实施方式所涉及的电子设备 1000 的外观的图。电子设备 1000 包含显示图像的显示装置。此例中, 电子设备 1000 是用于阅读电子书籍 (文本的一个例子) 的装置, 也就是电子图书阅读器。电子书籍是包含多个页面的图像的数据。电子设备 1000 以某一单位 (例如, 一页一页) 在显示部 1 显示电子书籍。电子书籍中包含的多个页面中, 作为显示对象的一页面称为“选择页面”。选择页面对应于使用者进行的按钮 9A ~ 9F 的操作而变更。也就是说, 使用者通过按钮 9A ~ 9F 的操作, 能够翻动电子书籍的页面 (翻过页面或者返回页面)。

[0076] 图 2 是表示电子设备 1000 的硬件结构的框图。电子设备 1000, 包含: 显示部 1、控制器 2、控制部 3、VRAM (Video Random Access Memory, 视频随机存取存储器) 4、RAM (Random Access Memory, 随机存取存储器) 5、存储部 8、操作部 9、总线 BUS。显示部 1 具有包含显示图像的显示元件的显示面板。此例中, 显示元件作为即使不通过电压的施加等给予能量也保持显示的存储性显示元件, 具有使用了电泳微粒的显示元件。通过此显示元件, 显示部 1 显示单色多灰度 (此例中白黑 2 灰度) 的像。控制器 2 控制显示部 1。控制部 3 是控制电子设备 1000 的各部分的装置, 例如是包含 CPU (Central Processing Unit, 中央处理单元)、ROM (Read Only Memory, 只读存储器)、以及 RAM 的微机。CPU 以 RAM 作为工作区, 执行 ROM 或者存储部 8 中存储的程序。VRAM 4 是存储表示使显示部 1 显示的图像的图像数据的存储器。RAM 5 是存储数据的存储器, 此例中, 特别包含: 存储写入数据的写入数据存储区域 51、存储预定图像数据的预定图像数据存储区域 52、以及存储 2 值化后的图像数据的 2 值化数据存储区域 53。写入数据以及预定图像数据的详情后述。存储部 8 是存储电子书籍的数据

(书籍数据)的非易失性的存储器。存储部 8 能够存储多个电子书籍的数据。操作部 9 是用于输入使用者的指示的输入装置,例如,包含:触摸屏、键盘、或者按钮。图 1 所示的按钮 9A ~ 9F 是操作部 9 的一个具体例子。总线 BUS 是在构成要素之间传送数据或者信号的传送路径。

[0077] 图 3 是表示显示部 1 的剖面结构的示意图。显示部 1 包含:第一基板 100、电泳层 110、第二基板 120。第一基板 100 以及第二基板 120 是用于夹持电泳层 110 的基板。

[0078] 第一基板 100 包含基板 101、粘接层 102、电路层 103。基板 101,由具有绝缘性以及可挠性的材料,例如由聚碳酸酯形成。基板 101,只要是具有轻量性、可挠性、弹性以及绝缘性的材料,可以是由聚碳酸酯之外的树脂材料形成。在另外的例子中,基板 101 也可以由不具有可挠性的玻璃形成。粘接层 102 是粘接基板 101 和电路层 103 的层。电路层 103 是具有用于驱动电泳层 110 的电路的层。电路层 103 包含像素电极 104。

[0079] 电泳层 110 包含:粘合剂 112 和微囊 111。微囊 111 通过粘合剂 112 固定。作为粘合剂 112,使用和微囊 111 的亲合性良好、和电极的紧密附着性良好并且具有绝缘性的材料。微囊 111 是在内部容纳分散介质以及电泳微粒的囊。微囊 111 使用具有柔性的材料,例如阿拉伯树胶、凝胶类的化合物或聚氨酯类的化合物等。并且,可以在微囊 111 和像素电极 104 之间设置由粘接剂形成的粘接层。

[0080] 分散介质是:水、醇类溶剂(甲醇、乙醇、异丙醇、丁醇、辛醇、甲基溶纤剂等)、酯类(醋酸乙酯、醋酸丁酯等)、酮类(丙酮、甲乙酮、甲基异丁基酮等)、脂肪族烃(戊烷、己烷、辛烷等)、脂环式烃(环己烷、甲基环己烷等)、芳香族烃(苯、甲苯、具有长链烷基的苯类(二甲苯、己基苯、丁基苯、辛基苯、壬基苯、癸基苯、十一烷基苯、十二烷基苯、十三烷基苯、十四烷基苯等))、卤代烃(二氯甲烷、氯仿、四氯化碳,1,2-二氯乙烷等)、或者羧酸盐。在另外的例子中,分散介质也可以是其他的油类。并且,分散介质也可以是混合了上述物质的物质。进而在另外的例子中,也可以在分散介质中配合界面活性剂等。

[0081] 电泳微粒是具有在分散介质中通过电场而移动的性质微粒(高分子或者胶体)。本实施方式中,在微囊 111 内容纳白的电泳微粒和黑的电泳微粒。黑的电泳微粒,例如是包含苯胺黑和/或炭黑等的黑色颜料的微粒,在本实施方式中带正电。白的电泳微粒,例如是包含二氧化钛和/或氧化铝等的白色颜料的微粒,在本实施方式中带负电。

[0082] 第二基板 120,包含:膜 121、和透明电极 122。膜 121 是进行电泳层 110 的密封以及保护的膜。膜 121 由透明且具有绝缘性的材料,例如聚对苯二甲酸乙二醇酯形成。透明电极 122 由透明且具有导电性的材料,例如由氧化铟锡(Indium Tin Oxide、ITO)形成。

[0083] 图 4 是表示显示部 1 的电路的结构图。显示部 1 包含:m 条扫描线 11、n 条数据线 12、 $m \times n$ 个像素 13、扫描线驱动电路 15、数据线驱动电路 16。通过 $m \times n$ 个像素 13,形成显示区域 14。扫描线驱动电路 15 以及数据线驱动电路 16,由控制器 2 控制。扫描线 11 沿着行方向(x 方向)配置,传达扫描信号。扫描信号是从 m 条扫描线 11 之中依次排他地选择一条扫描线 11 的信号。数据线 12 沿着列方向(y 方向)配置(延伸),传达数据信号。数据信号是对应于各像素的灰度的信号。扫描线 11 和数据线 12 是绝缘的。像素 13,对应于扫描线 11 以及数据线 12 的交叉处设置,示出对应于数据信号的灰度。并且,在需要将多条扫描线 11 之中的一条扫描线 11 和其他的相区别的时候,称为第 1 行、第 2 行、.....、第 m 行的扫描线 11。关于数据线 12 也是同样的。

[0084] 图 5 是表示像素 13 的等价电路的图。像素 13 包含：晶体管 134、保持电容 135、像素电极 104、电泳层 110、透明电极 122。晶体管 134 是控制向像素电极 104 数据的写入的开关元件，例如是 n 沟道的 TFT（薄膜晶体管，Thin Film Transistor）。晶体管 134 的栅、源、以及漏，分别连接到扫描线 11、数据线 12、以及像素电极 104。L(Low, 低) 电平的扫描信号（非选择信号）输入到栅的时候，晶体管 134 的源和漏绝缘。H(High, 高) 电平的扫描信号（选择信号）输入到栅的时候，晶体管 134 的源和漏导通，向像素电极 104 写入数据电压（数据信号表示的电压）。并且，在晶体管 134 的漏上还连接保持电容 135。保持电容 135，保持对应于数据电压的电荷。像素电极 104，一个一个设置于像素 13，与透明电极 122 相对。透明电极 122，对于所有的像素 13 是共用的，被施加电位 V_{com} 。在像素电极 104 和透明电极 122 之间夹持电泳层 110。向电泳层 110 施加相当于像素电极 104 和透明电极 122 的电位差的电压。微囊 111 中，电泳微粒对应于向电泳层 110 施加的电压而移动，进行灰度表现。在相对于透明电极 122 的电位 V_{com} 像素电极 104 的电位为正（例如 +15V）的情况下，带负电的白的电泳微粒向像素电极 104 侧移动，带正电的黑的电泳微粒向透明电极 122 侧移动。此时从第二基板 120 侧看显示部 1，像素显示为黑。在相对于透明电极 122 的电位 V_{com} 像素电极 104 的电位为负（例如 -15V）的情况下，带正电的黑的电泳微粒移动到像素电极 104 侧，带负电的白的电泳微粒移动到透明电极 122 侧。此时，像素显示为白。

[0085] 并且，在以下的说明中，扫描线驱动电路 15 从选择第 1 行的扫描线到完成第 m 行的扫描线的选择的期间称为“帧期间”或者简称“帧”。各扫描线 11 在 1 帧中被选择一次，在 1 帧中向各像素 13 供给一次数据信号。

[0086] 图 6 是表示控制器 2 的功能结构的图。控制器 2 包含：输出部 251、控制部 252、减色处理部 253、存储部 254。输出部 251 向显示部 1（更具体的，向扫描线驱动电路 15 以及数据线驱动电路 16）输出用于控制显示部 1（电光装置）的信号。控制部 252，控制输出部 251，使得输出用于向数据线 12 施加对应于 VRAM4 中存储的数据的电压的信号。此处，在满足第一条条件的时候通过此信号写入的图像，比满足第二条条件的时候通过此信号写入的图像，在数据线 12 的延伸方向上的灰度变化的空间频率高。减色处理部 253，对于由存储于 VRAM4 中的数据表示的、m 行 n 列的像素 13 的各个的灰度值进行减色处理。通过满足第一条条件的时候的减色处理得到的图像，比通过满足第二条条件的时候的减色处理得到的图像，在数据线 12 的延伸方向上的空间频率高。存储部 254，存储拜尔型抖动矩阵（第一抖动矩阵的一个例子）以及纵型抖动矩阵（第二抖动矩阵的一个例子）。减色处理部 253，在满足第一条条件时使用第一抖动矩阵、在满足第二条条件时使用第二抖动矩阵，进行减色处理。上面的功能，通过硬件实现。另外的例子中，也可以是控制器 2 包含处理器，通过执行程序实现上面的功能。

[0087] 2. 工作

[0088] 图 7 是表示电子设备 1000 的工作的流程图。图 7 的流程，例如以使用者向电子设备 1000 输入显示某一电子书籍的指示为契机开始。步骤 S100 中，控制部 3 确定显示的电子书籍。并且，控制部 3 从此电子书籍包含的多个页面中选择一个页面作为选择页面。显示的电子书籍以及选择页面，根据例如使用者的指示确定。

[0089] 步骤 S110 中，控制部 3 从作为对象的电子书籍的书籍数据中，取得选择页面的数据。控制部 3 根据取得的数据，生成表示 m 行 n 列的像素 13 的各个的灰度值的栅格数据。

控制部 3 向 VRAM4 写入生成的栅格数据。向 VRAM4 写入数据后,控制部 3 对于控制器 2 进行图像改写的指示。接受来自控制部 3 的指示后,控制器 2 进行图像改写。改写工作的详情后述。

[0090] 步骤 S120 中,控制器 2 判断是否有图像改写的指示。图像改写的指示从控制部 3 输出。控制部 3 对应于使用者的指示,例如,在使用者按下翻页的按钮 9,输入变更选择页面的指示的时候,在改写 VRAM4 之后,输出图像改写的指示。在存在图像改写的指示的情况下(步骤 S120:是),控制器 2 将处理转移到步骤 S130。在不存在图像改写的指示的情况下(步骤 S120:否),控制器 2 等待直到存在图像改写的指示。

[0091] 在步骤 S130 中,控制器 2 判断改写指示是否满足包含第一条件以及第二条件的多个条件中的哪个条件。此例中,作为第一条件,使用正在进行高速的翻页的条件,作为第二条件,使用正在进行通常的翻页的条件。“高速的翻页”,指输入改写指示,该改写指示是从输入最近的改写指示的时刻开始直到输入新的改写指示的时间在阈值以下的指示。“通常的翻页”指非高速的翻页的翻页,即,指输入改写指示,该改写指示是从输入最近的改写指示的时刻开始直到输入新的改写指示的时间比阈值长的指示。此情况下,控制器 2 在 RAM5 中存储最近的改写指示产生的时刻。在判断为满足第一条件的情况下(步骤 S130:A),控制器 2 将处理转移到步骤 140。在判断为满足第二条件的情况下(步骤 S130:B),控制器 2 将处理转移到步骤 S150。

[0092] 此例中,控制器 2 按照包含第一工作模式以及第二工作模式的多个工作模式中的任一个工作模式,进行减色处理。“减色处理”是将 p 灰度的数据变换为 q 灰度的数据的处理($p > q$)。此例中,控制器 2 作为减色处理的一个例子,进行使用抖动矩阵(也称为抖动图案或者抖动表)使得数据 2 值化的、使用图案抖动法的 2 值化处理。

[0093] 图 8 是说明图像抖动法的图。此处,说明将从 0 到 15 的 16 阶灰度的原始数据变换为从 0 到 1 的 2 阶灰度的数据的例子。为了简单,使用图像数据由 4 行 4 列的像素构成,抖动矩阵为 4 行 4 列的矩阵的例子。图 8(A) 是例示原始数据的图。此例中,在原始数据中,第 1 列~第 4 列的灰度值,分别是“0”、“5”、“10”、以及“15”。图 8(B) 是例示抖动矩阵的图。图 8(B) 表示所谓的拜尔(Bayer)型的抖动矩阵。在抖动矩阵中,基本上按照某规则配置相当于灰度值的数值(0~15 的 16 个数值。以下,称为“抖动值”)。并且,图 8(B) 的例子中,不使用抖动值“0”,使用 1~15 的 15 个数值。因此,相当于中间灰度的抖动值“8”在抖动矩阵中出现 2 次。

[0094] 如下所述的进行使用了抖动矩阵的 2 值化处理。首先,将原始数据的灰度值和抖动矩阵的抖动值相加。相加对于对应的像素以及单元进行。例如,将原始数据的第 i 行第 j 列的像素的灰度值和抖动矩阵中第 i 行第 j 列的单元的抖动值相加。图 8(C) 表示将两者相加了的状态。接着,对于此相加值,以阈值为基准进行 2 值化。作为阈值,使用对应于灰度值的数值,此例中使用“16”。也就是说,将相加值小于 16 的像素的灰度值变换为“0”,将相加值在 16 以上的像素的灰度值变换为“1”。图 8(D) 表示 2 值化后的状态。并且,关于在抖动矩阵中不使用抖动值“0”的理由是,为了使得灰度值“15”的像素的相加值必定在阈值以上。假设,若考虑对灰度值“15”的像素加上抖动值“0”的情况,则相加值是“15”没有在阈值以上,产生了将具有最大灰度值的像素的灰度变换为“0”的可能性。为了避免这样的事态,不使用抖动值“0”。

[0095] 图 8 中,为了简单的说明,使用了原始数据的像素数和抖动矩阵的单元数相同的例子进行说明。但是,两者不同也是可以的。例如,使用包含 16 行 16 列单元的抖动矩阵对包含 800 行 480 列像素的图像进行 2 值化的情况下,将原始数据的图像区分为 16 行 16 列的块,在各个块中进行上述处理。

[0096] 本实施方式中,控制器 2 将包含第一抖动矩阵以及第二抖动矩阵的多个抖动矩阵存储在内部存储器。控制器 2,在第一工作模式使用第一抖动矩阵进行 2 值化处理,在第二工作模式使用第二抖动矩阵进行 2 值化处理。此例中,使用拜尔型抖动矩阵作为第一抖动矩阵,使用纵型的抖动矩阵作为第二抖动矩阵。纵型的抖动矩阵是低消耗功率型的抖动矩阵的一个例子。此处,“低消耗功率型的抖动矩阵”,是指与第一抖动矩阵相比较,在相当于数据线 12 的延伸方向的方向(图中列方向也就是纵方向)的灰度值的变化空间频率低的抖动矩阵。

[0097] 图 9 是例示低省功率型的抖动矩阵的图。图 9(A) 表示拜尔型的抖动矩阵,图 9(B) 表示低消耗功率型的抖动矩阵。图 9(C) 表示使用图 9(A) 的抖动矩阵 2 值化处理全部的像素的灰度值为“8”(中间灰度值)的数据的处理后的图像,图 9(D) 表示使用图 9(B) 的抖动矩阵 2 值化处理相同数据的数据的处理后的图像。将图 9(C) 和图 9(D) 进行比较可以明确,使用低消耗功率型的抖动矩阵进行 2 值化处理的图像,列方向的灰度变化的空间频率低。也就是说,使用低消耗功率型的抖动矩阵进行 2 值化处理的图像,列方向上相同的灰度值连续出现的比例高。

[0098] 再次参照图 7。在步骤 S140 中,控制器 2 以第一工作模式进行 2 值化处理(减色处理)。控制器 2,向 RAM5 的 2 值化数据存储区域 53 写入 2 值化后的图像数据。在步骤 S160 中,控制器 2 进行对像素 13 的写入工作。

[0099] 图 10 是例示第一工作模式中写入的图像的图。图 10(A) 表示改写前的图像,图 10(B) 表示改写后的图像。为了简化说明,仅仅表示 5 行 4 列的像素。因为在第一工作模式中使用空间频率高的抖动矩阵进行 2 值化处理,所以在改写前后灰度值不同的情况下,注意某列的时候,存在灰度变化的频度变高的时候。图 10 表示了最容易理解的例子。此例中,变更 5 行 4 列的所有的像素的灰度,并且,变更后的灰度,在列方向上白和黑各 1 个像素地交替出现。

[0100] 图 11 是例示图 10 的例中向扫描线 11 以及数据线 12 供给的信号的图。在某一帧中,依次排他地选择从第 1 行到第 5 行的扫描线。因为在列方向(纵方向)邻接的像素的灰度按各 1 个像素地变化,所以,向数据线 12 供给的信号,是每 1 水平期间电压以 30V 的振幅变化的信号。因为数据线 12 具有寄生电容,所以这样电压以高频率变化的时候,与电压以低频率变化的情况相比,消耗更高功率。

[0101] 再次参照图 7。步骤 S150 中,控制器 2 以第二工作模式进行 2 值化处理(减色处理)。控制器 2 将 2 值化的图像数据写入 RAM5 的 2 值化数据存储区域 53。步骤 S160 中,控制器 2 进行对像素 13 的写入工作。

[0102] 图 12 是例示第二工作模式中写入的图像的图。图 12(A) 表示改写前的图像,图 12(B) 表示改写后的图像。因为在第二工作模式中使用比第一工作模式的空间频率低的抖动矩阵进行 2 值化处理,所以改写前后的灰度值不同的像素的比例比第一工作模式小。并且,在改写前后的灰度值不同的情况下,注意某列的时候的灰度变化的频度,比第一工作模

式低。

[0103] 图 13 是例示图 12 的例中向扫描线 11 以及数据线 12 供给的信号的图。例如,关于第一列的像素 13 进行观察,第 1 行、第 4 行以及第 5 行灰度不变更,第 2 行以及第 3 行,灰度从黑变白。此期间,向第 1 列的数据线 12 供给的信号的电压,仅仅变化了 2 次,振幅为 15V。与图 11 的第一工作模式的例子(向第 1 列的数据线 12 供给的信号的电压变化 6 次,其振幅为 30V)相比,能明确消耗功率低。

[0104] 接着,说明步骤 S110 以及 S160 等的图像的写入工作的详情。电子设备 1000 中,从白(低浓度或低灰度)到黑(高浓度或高灰度)或者从黑到白的像素的显示状态,通过遍及多帧的电压的施加(电荷的蓄积)变化。也就是说,在仅仅 1 帧的电压的施加中,像素不变成期望的显示状态。

[0105] 图 14 是表示控制器 2 的功能结构的框图。控制器 2,包含:改写判断部 201、写入状态判断部 202、写入控制部 203、数据更新部 204、预定图像更新部 205。上述功能通过硬件实现。另外的例子中,也可以是在控制器 2 设置处理器,该处理器通过执行程序实现各块。控制器 2 除了图 6 中说明的功能之外,还具有上述功能。

[0106] 改写判断部 201,比较存储到 2 值化数据存储区域 53 的图像数据、和存储到预定图像数据存储区域 52 的图像数据,判断两者是否不同。写入状态判断部 202,参照存储到写入数据存储区域 51 的数据,判断用于使像素从黑到白或者从白到黑变化的改写工作是否在进行中。写入数据存储区域 51 具有:存储关于各像素表示从黑到白变更显示状态的工作是否在进行中的数据(第 1 写入数据)的白写入数据存储区域 51A;和存储关于各像素表示从白到黑变更显示状态的工作是否在进行中的数据(第 2 写入数据)的黑写入数据存储区域 51B。

[0107] 写入控制部 203,控制扫描线驱动电路 15 和数据线驱动电路 16,使得对于期望的像素的像素电极 104 供给数据信号。数据更新部 204,向白写入数据存储区域 51A 和黑写入数据存储区域 51B 写入数据。预定图像更新部 205,用 2 值化数据存储区域 53 中存储的图像数据覆盖存储于预定图像数据存储区域 52 的图像数据。

[0108] 图 15 是表示由控制器 2 进行的显示部 1 的驱动处理的流程图。以下,将显示部 1 的第 i 行第 j 列的像素称为像素 P_{ij} 。在 2 值化数据存储区域 53 中,将存储表示像素 P_{ij} 的灰度的数据的区域称为存储区域 A_{ij} 。此例中,存储区域 A_{ij} 中存储的数据是 0(黑)或者 7(白)的 2 值。预定图像数据存储区域 52 中,将存储像素 P_{ij} 的预定图像数据的区域称为存储区域 B_{ij} 。预定图像数据是表示在进行中的写入处理完成了的时候的显示部 1 的状态的数据。此例中,存储区域 B_{ij} 中存储的数据是 0(黑)或者 7(白)的 2 值。写入数据存储区域 51 具有白写入数据存储区域 51A 和黑写入数据存储区域 51B。白写入数据存储区域 51A 作为第一写入数据存储灰度从黑改写到白的像素中的剩余电压施加次数。黑写入数据存储区域 51B,作为第二写入数据存储灰度从白改写到黑的像素中的剩余电压施加次数。白写入数据存储区域 51A 中,将存储表示像素 P_{ij} 的剩余电压施加次数的数据的区域称为存储区域 C_{ij} 。黑写入数据存储区域 51B 中,将存储表示像素 P_{ij} 的剩余电压施加次数的数据的区域称为存储区域 D_{ij} 。

[0109] 步骤 S11 以及 S12 中,写入状态判断部 202,初始化变量 i 以及 j 的值。此例中,变量 i 以及 j 初始化为 $i = 1$ 以及 $j = 1$ 。步骤 S13 中,写入状态判断部 202,选择由变量 i 以

及 j 确定的像素 P_{ij} 。例如,在变量 i 的值为 1,变量 j 的值为 1 的情况下,选择像素 P_{11} 。

[0110] 步骤 S14 中,写入状态判断部 202,判断存储于存储区域 C_{ij} 中的第一写入数据和存储于存储区域 D_{ij} 中的第二写入数据的两者是否为 0。也就是说,写入状态判断部 202,判断关于像素 P_{ij} 写入处理是否不在继续中。关于像素 P_{ij} ,第一写入数据和第二写入数据的两者为 0 的情况下(步骤 S14:是),写入状态判断部 202,将处理转移到步骤 S16。关于像素 P_{ij} ,第一写入数据和第二写入数据的一方不为 0 的情况下(步骤 S14:否),写入状态判断部 202,将处理转移到步骤 S15。

[0111] 步骤 S15 中,数据更新部 204,将第一写入数据以及第二写入数据中值为 0 以外的数据减去 1。并且,关于第一写入数据和第二写入数据中值为 0 的数据,数据更新部 204,不减去 1。步骤 S19 中,数据更新部 204,判断变量 j 的值是否和数据线的条数 n 相同。变量 j 的值不是 n 的情况下(步骤 S19:否),数据更新部 204,将变量 j 的值加 1(步骤 S20)。在将变量 j 的值加 1 后,数据更新部 204,将处理转移到步骤 S13。变量 j 的值是 n 的情况下(步骤 S19:是),数据更新部 204 将处理转移到步骤 S21。步骤 S21 中,数据更新部 204,判断变量 i 的值是否与扫描线的条数 m 相同。变量 i 的值不是 m 的情况下(步骤 S21:否),数据更新部 204,将变量 i 的值加 1(步骤 S22)。在将变量 i 的值加 1 后,数据更新部 204,将处理转移到步骤 S12。变量 i 的值是 m 的情况下(步骤 S21:是),数据更新部 204,将处理转移到步骤 S23。步骤 S23 中,写入控制部 203,控制扫描线驱动电路 15 和数据线驱动电路 16,驱动像素驱动电路。

[0112] 步骤 S16(判断步骤)中,改写判断部 201 判断存储于存储区域 A_{ij} 的数据和存储于存储区域 B_{ij} 的数据是否相同。上述数据不同的情况下(步骤 S16:否),改写判断部 201 将处理转移到步骤 S17。

[0113] 步骤 S17(数据更新步骤)中,数据更新部 204,将直到变更像素 P_{ij} 的灰度为存储区域 A_{ij} 的灰度为止必要的向像素的电压施加次数,写入写入数据存储区域 51。步骤 S18 中,预定图像更新部 205,以存储于存储区域 A_{ij} 的内容覆盖存储区域 B_{ij} 的内容。

[0114] 图 16 是例示存储到存储器的数据的图。此处,作为例子说明显示部 1 的一部分即 4 行 4 列的像素 $P_{11} \sim P_{44}$ 。此例中,像素的灰度由 0 ~ 7 的 8 等级表示。灰度 7 对应于白,灰度 0 对应于黑。虽然为了容易观看附图,在像素中记载了数值,但是并不是显示此数字之意。图 16 的例中,像素 P_{11} 、 P_{12} 、 P_{21} 、以及 P_{22} 是黑,之外的像素为白。没有写入进行中的像素,关于所有的像素都是写入完成了的状态。

[0115] 图 17 是例示进行了 2 值化数据存储区域 53 的改写的状态的图。此例中,像素 P_{33} 、 P_{34} 、 P_{43} 、以及 P_{44} 是黑,之外的像素为白。2 值化数据存储区域 53 的改写,也就是说,向 2 值化数据存储区域 53 的数据的写入(数据写入步骤),由控制部 3 进行。现在,以在图 17 的状态下、在步骤 S13 中选择了像素 P_{11} 的情况作为例子说明。此情况下,因为存储到存储区域 C_{11} 以及 D_{11} 的数据都是 0,所以步骤 S14 中判断结果为是。然后,因为存储区域 A_{11} 的数据和存储区域 B_{11} 的数据不同,所以在步骤 S16 中判断结果为否。在步骤 S17 中,将存储区域 B_{11} 的数据写入存储区域 C_{11} 。在步骤 S18 中,将存储区域 A_{11} 的数据写入存储区域 B_{11} 。

[0116] 图 18 是例示改写了存储区域 B_{11} 的数据的状态的图。然后,将作为对象的像素更新为像素 P_{12} 。因为存储区域 C_{12} 以及 D_{12} 中存储的数据都是 0,所以步骤 S14 中判断结果

为是。然后,因为存储区域 A12 的数据和存储区域 B12 的数据不同,所以在步骤 S16 中判断结果为否。在步骤 S17 中,将表示电压施加次数(此例中 7 次)的数据写入存储区域 C12。步骤 S18 中,将存储区域 A12 的数据写入存储区域 B12。

[0117] 图 19 是例示改写了存储区域 B12 的数据的状态的图。同样的,进行处理直到像素 P44,预定图像数据存储区域 52 中存储的数据与 2 值化数据存储区域 53 中存储的数据相同。

[0118] 图 20 是例示关于所有的像素改写了数据的状态的图。关于从黑到白改写灰度的像素,在存储区域 C_{ij} (C_{11} 、 C_{12} 、 C_{21} 、以及 C_{22}) 中存储的数据为“7”。关于从白到黑改写灰度的像素,在存储区域 D_{ij} (D_{33} 、 D_{34} 、 D_{43} 、以及 D_{44}) 中存储的数据为“7”。在存储区域 C_{ij} 以及 D_{ij} 中,关于之外的像素的数据为“0”。

[0119] 完成数据改写的时候,写入控制部 203 驱动显示部 1。选择了第 i 行的扫描线的时候,关于存储区域 C_{ij} 的数据为 0 以外的像素,写入控制部 203 进行如下控制:以透明电极 122 的电位 V_{com} 为基准,施加像素电极 104 的电位变低的电压。关于存储区域 D_{ij} 的数据为 0 以外的像素,写入控制部 203 进行如下控制:以透明电极 122 的电位 V_{com} 为基准,施加像素电极 104 的电位(以下,将以透明电极 122 的电位 V_{com} 为基准的、像素电极 104 和透明电极 122 的电位差简称为“像素的电压”)变高的电压。例如,关于像素 P11,存储于存储区域 C_{11} 的数据不是 0。因此,在选择第 1 行的扫描线的时候,向第 1 列的数据线施加使像素的电压为 $-15V$ 的电压。另外的例子中,关于像素 P33,存储于存储区域 D_{33} 的数据不是 0。因此,在选择第 3 行的扫描线的时候,向第 3 列的数据线施加使像素的电压为 $+15V$ 的电压。进一步的,对于存储区域 C_{ij} 的数据、存储区域 D_{ij} 的数据都是 0 的像素 P_{ij} ,向第 j 行的数据线施加使得像素电压为 $0V$ 的电压。

[0120] 图 21 是例示从图 20 的状态开始 1 帧的电压施加后的状态的图。显示部 1 的像素中,通过带电微粒移动使得灰度变化。此例中,像素 P11、P12、P21、以及 P22 成为从黑开始按 1 帧的电压施加量变明亮的灰度,像素 P33、P34、P43、以及 P44 成为从白开始按 1 帧的电压施加量变暗的灰度。

[0121] 在完成 1 帧的电压施加的时候,控制器 2 中的处理,再次从步骤 S11 反复。图 21 的状态下,步骤 S13 中选择像素 P11 的情况下,因为存储区域 C_{11} 中存储的数据不是 0,所以步骤 S14 中的判断结果为否。步骤 S15 中,从存储于存储区域 C_{11} 的数据(不是 0 的数据)减去 1,存储区域 C_{11} 的数据成为 6。同样地,关于所有的像素改写存储区域的数据。

[0122] 图 22 是例示关于所有像素完成了写入数据存储区域的数据的改写后的状态的图。与图 21 的状态比较,存储区域 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{21} 、以及 C_{22} 的数据以及存储区域 D_{33} 、 D_{34} 、 D_{43} 、以及 D_{44} 的数据为 6,在此点上不同。

[0123] 图 23 是表示刚刚从图 22 所示的状态开始进行了第二次的步骤 S23 的处理后的状态的图。与图 22 的状态比较,存储区域 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{21} 、以及 C_{22} 的数据以及存储区域 D_{33} 、 D_{34} 、 D_{43} 、以及 D_{44} 的数据为 5,在此点上不同。进一步的,显示部 1 中的像素 P11、P12、P21、以及 P22 的灰度为 3,像素 P33、P34、P43、以及 P44 的灰度为 4,在此点上与图 22 的状态不同。此处,考虑在图 23 的状态时(在刚刚进行了第 2 次的步骤 S23 的处理之后)改写了 2 值化数据存储区域 53 的数据的情况的工作。

[0124] 图 24 是例示改写了 2 值化数据存储区域 53 的数据的状态的图。此例中,第 1 行

以及第 4 行的像素全为白,第 2 行以及第 3 行的像素全为黑。此状态下,控制器 2 执行从步骤 S11 开始的处理。例如,在步骤 S13 选择了像素 P21 的情况下,步骤 S14 中的判断结果是否为。步骤 S15 中,存储区域 C21 的数据减去 1 成为 4。另外的例子中,在步骤 S13 中选择了像素 P23 的情况下,步骤 S14 的判断结果为是。进一步的,步骤 S16 中判断结果是否为。如此,进行处理到步骤 S17。步骤 S17 中,写入 7 作为存储区域 D23 的数据。步骤 S18 中,写入存储区域 A23 的数据作为存储区域 B23 的数据。如此,即使改写 2 值化数据存储区域 53 的数据,关于写入工作进行中的像素(图 24 的例子中,像素 P11、P12、P21、P22、P33、P34、P43、以及 P44),进行中的写入工作(基于改写前的 2 值化数据存储区域 53 的数据的像素的写入工作)原样进行。另一方面,关于写入工作不处于进行中的像素(像素 P13、P14、P23、P24、P31、P32、P41 以及 P42),进行基于改写了的 2 值化数据存储区域 53 的数据的像素的写入工作。

[0125] 图 25 是例示从图 24 的状态开始关于所有的像素完成了数据的改写的状态的图。与图 24 的状态比较,存储区域 B23、B24、B31、以及 B32 的数据改写为 0 这点不同。并且,存储区域 C11、C12、C21、C22、D33、D34、D43 以及 D44 的数据被改写为 4,在此点上不同。进一步的,存储区域 D23、D24、D31、以及 D32 的数据被改写为 7,此点不同。

[0126] 图 26 是例示从图 25 的状态开始进行了步骤 S23 的处理后的状态的图。关于从 2 值化数据存储区域 53 的数据的改写之前已经在写入工作进行中的像素(P11、P12、P21、P22、P33、P34、P43、以及 P44),不考虑改写后的 2 值化数据存储区域 53 的数据,继续之前的写入工作。关于在 2 值化数据存储区域 53 的数据的改写后需要改写的像素中的、在 2 值化数据存储区域 53 的数据的改写前没有进行写入工作的像素(像素 P13、P14、P31、以及 P32),开始基于改写后的 2 值化数据存储区域 53 的数据的像素的改写。

[0127] 图 27 是关于从图 26 进一步的进行写入工作,从 2 值化数据存储区域 53 的数据的改写前已经在写入工作进行中的像素(像素 P11、P12、P21、P22、P33、P34、P43、以及 P44),例示完成了预定次数的电压的施加的状态的图。此状态下,写入数据存储区域 51 中,存储区域 D23、D24、D31、以及 D32 的数据为 3,此外的存储区域的数据为 0。显示部 1 中,像素 P23、P24、P31 以及 P32 的灰度为 2。像素 P33、P34、P43 以及 P44 的灰度为 0。此外的像素的灰度为 7。此状态下,步骤 S13 中,将选择了像素 P21 的情况作为例子考虑。此情况下,步骤 S14 中判断结果为是。进一步的,步骤 S16 的判断结果是否为。步骤 S17 中,写入 7 作为存储区域 D21 的数据。步骤 S18 中,在存储区域 B21 中写入与存储区域 A21 的数据相同的 0 作为数据。

[0128] 图 28 是例示关于所有的像素完成了数据的改写的状态的图。与图 27 的状态比较,存储区域 B21 以及 B22 的值为 0,存储区域 B43 以及 B44 的数据为 7,此点不同。并且,存储区域 C43、C44、D21 以及 D22 的数据为 7,此点不同。进一步的,存储区域 D23、D24、D31、以及 D32 的数据为 2,此点不同。

[0129] 图 29 是例示从图 28 的状态开始进行了像素的改写的状态的图。与图 28 的状态比较,像素 P23、P24、P31、以及 P32 的灰度为 1,此点不同。并且,像素 P21 以及 P22 的灰度为 6,像素 P43 以及 P44 的灰度为 1,此点不同。

[0130] 图 30 是例示从图 29 的状态开始处理进行了 1 帧的状态的图。与图 29 的状态比较的话,像素 P23、P24、P31、以及 P32 的灰度为 0 这点不同。并且,像素 P21 以及 P22 的灰度

为 5, 像素 P43 以及 P44 的灰度为 2 这点不同。进一步的, 存储区域 C43、C44、D21 以及 D22 的数据为 6 这点不同。进一步的, 存储区域 D23、D24、D31 以及 D32 的数据为 1 这点不同。

[0131] 图 31 是例示从图 30 的状态开始进行了处理的状态的图。此状态下, 2 值化数据存储区域 53 的数据和显示部 1 的灰度一致。并且, 表示写入存储区域中存储的数据全部为 0, 关于所有的像素完成了写入处理。

[0132] 总之, 在显示写入工作中, 显示部 1 包含多个像素, 通过向像素多次施加电压的写入工作变更像素的灰度。此显示写入工作, 包含: 比较表示在显示部 1 新显示的图像的图像数据和表示通过进行中的写入工作在显示部 1 显示的预定的图像的预定图像数据, 判断在多个像素中变更灰度的像素的步骤 (步骤 S16); 以及在判断为变更灰度的像素的像素没有处于写入工作中的情况下, 对于此像素开始写入工作使得成为图像数据所确定的灰度, 在判断步骤中判断为变更灰度的像素的像素在写入工作中的情况下, 在完成进行中的写入工作之后, 对于此像素开始写入工作使得成为图像数据所确定的灰度的步骤 (步骤 S23)。

[0133] 根据本实施方式, 即使是在先开始改写的区域和新的进行改写的区域部分重合的情况下, 关于新开始改写的时候没有处于改写进行中的部分, 立即开始改写。因此, 使用者会更快感觉到显示速度。并且, 根据本实施方式, 在单个帧内, 施加正电压的像素和施加负电压的像素能够共存 (如此, 将能够在单个帧内选择正电压和负电压两者的驱动称为“两极驱动”)。

[0134] 如上所述, 根据本实施方式, 根据状况分开使用第一工作模式 (相对的高消耗功率) 和第二工作模式 (相对的低消耗功率)。与仅仅使用第一工作模式的单一的工作模式的情况比较, 能够以低消耗功率, 进行基于面积灰度实现的显示。

[0135] 3. 其他实施方式

[0136] 本发明不限定为上述实施方式, 可以以各种方式实施。以下, 说明几个变形例。以下的变形例中, 也可以组合 2 个以上来使用。

[0137] 3-1. 变形例一

[0138] 图像的写入工作不限定为图 15 的流程中说明的情况。变形例 1 中, RAM5 包含: 存储改写前的图像数据的存储区域和存储改写后的图像数据的存储区域。上述数据, 都是经过 2 值化处理后的数据。控制器 2, 按每个像素 13 对比上述数据, 控制数据线驱动电路 16, 使得: 向对应于从白到黑改写的像素 13 的数据线 12 施加 +15V 的电压, 向对应于从黑到白改写的像素 13 的数据线 12 施加 -15V 的电压。变形例一的写入工作, 与图 15 的流程不同, 在写入工作的途中改写了 VRAM4 的数据的情况 (例如, 图 24 的情况) 中, 直到 7 次的电压施加完成为止, 继续之前的写入工作。在之前的写入工作完全完成之后, 新开始基于改写后的 VRAM4 的数据的写入工作。根据此例, 因为写入数据存储区域 51 是不必要的, 与图 15 的流程比较, 减少了存储器的使用量以及向存储器的存取。但是, 与图 15 的流程相比较, 改写的时间变长。

[0139] 3-2. 变形例二

[0140] 第一条件以及第二条件不限定为实施方式中说明的情况。变形例二中, 在完成图 15 的流程的时候, 也就是说, 2 值化数据存储区域 53 与预定图像数据存储区域 52 中存储的数据成为对应的状态, 并且, 存储于写入数据存储区域 51 的电压施加次数全部成为 0 的时候, 按照 2 值化数据存储区域 53 中存储的数据, 再次重写图像。第一条件是, 最初的写入

工作在正在进行的条件,也就是说,写入数据存储区域 51 中存储 0 以外的电压施加次数的条件。第二条件是,完成了最初的写入工作的条件,也就是说,写入数据存储区域 51 中存储的电压施加次数全部成为 0 的条件。根据变形例 2,在按照图 15 的流程的写入工作进行中的时候,以第二工作模式进行 2 值化处理,在完成了图 15 的流程之后,以第一工作模式进行 2 值化处理。

[0141] 此例中,控制器 2,在完成按照图 15 的写入工作的时候,使用第一抖动矩阵 2 值化处理存储于 VRAM4 的数据(也就是说,以第一工作模式进行 2 值化处理)。若以第一工作模式进行 2 值化处理,则控制器 2 进行用于进行图像的写入的工作。此时的工作,不考虑图 15 的流程,如下进行。首先,控制器 2,进行刷新处理(复位处理)。刷新处理,包含将所有的像素 13 的灰度变更为黑的处理(黑刷新处理)和将所有的像素 13 的灰度变更为白的处理(白刷新处理)。在黑刷新处理中,在 7 帧的期间,向所有的数据线 12 施加使得像素 13 的电压为 +15V 的电压。在白刷新处理中,在 7 帧的期间,向所有的数据线 12 施加使得像素 13 的电压为 -15V 的电压。此例中,接着黑刷新处理,进行白刷新处理。若刷新处理完成,则控制器 2 进行用于对像素 13 写入对应于存储于 2 值化数据存储区域 53 的数据的电压的处理。对于对应于通过 2 值化数据存储区域 53 存储的数据表示灰度为黑的像素 13 的数据线 12,在 7 帧期间,施加使得像素 13 的电压为 +15V 的电压。

[0142] 根据此例,在变更选择页面、频繁的进行翻页等写入工作持续中的情况下,使用低消耗功率型的抖动矩阵进行 2 值化处理。基于图 15 的流程实现的写入工作,与变形例一的写入工作比较,能够进行高速的改写。进一步的,因为在写入工作继续中的时候以第二工作模式进行 2 值化处理,所以能够以低消耗功率进行高速的写入。在完成翻页之后,因为使用以第一工作模式进行 2 值化处理后的图像进行改写,所以能够显示更高画质的图像。

[0143] 并且,变形例二中,也可以省略刷新处理。另外的例子中,也可以是基于以第一工作模式 2 值化处理的图像进行的图像的改写,在从最近的改写指示输入的時刻开始经过了阈值以上的时间之后进行。此情况下,控制器 2,监视从输入最近的改写指示开始的经过时间。从输入最近的改写指示的時刻开始经过阈值以上的时间时,控制器 2,控制扫描线驱动电路 15 以及数据线驱动电路 16,使得进行基于以第一工作模式 2 值化处理后的图像进行的图像的重写。

[0144] 3-3. 变形例三

[0145] 图 32 是例示变形例三的低消耗功率型抖动矩阵的图。在第二工作模式使用的抖动矩阵不限定为实施方式中说明的情况。图 9(B) 中,例示了相同灰度的像素 13 在纵方向(列方向、数据线 12 的延伸方向)上容易连续的倾向的、所谓的纵型的抖动矩阵。代替纵型的抖动矩阵,可以使用图 32 所示的抖动矩阵。图 32(A)、(C) 以及 (E),表示所谓的漩涡型的抖动矩阵。图 32(B)、(D) 以及 (F),表示使用图 32(A)、(C) 以及 (E) 的抖动矩阵,2 值化处理所有的像素 13 的灰度为中间灰度的图像的例子。漩涡型的抖动矩阵,与拜尔型的抖动矩阵比较,具有白和黑(2 灰度的情况)的边界线变少的倾向。使用漩涡型的抖动矩阵进行了 2 值化处理的图像,与使用纵型的抖动矩阵进行了 2 值化处理的图像比较,具有白黑边界变少的倾向。因此,渗色引起的残像(中间灰度的偏差)和轮廓残像变少。例如在显示动态图像的时候,能够比使用纵型的抖动矩阵的情况提高辨识度。并且,漩涡型的抖动矩阵,比纵型的抖动矩阵在纵方向的空间频率高,比拜尔型的抖动矩阵纵方向的空间频率低。因

此,从消耗功率的观点,在比拜尔型抖动矩阵更有利这点上没有改变。并且,另外的例子中,也可以在第二工作模式中使用纵型或者漩涡型以外的抖动矩阵。只要是比第一工作模式中使用的抖动矩阵纵方向的空间频率低,使用怎样的抖动矩阵都可以。

[0146] 3-4. 变形例四

[0147] 可以使用正在显示动态图像的条件作为第一条件,使用正在显示静止图像的条件作为第二条件。按照实施方式中说明的那样,无论通过翻页的指示更新图像,还是通过动态图像显示以一定的周期更新图像,总之,可以使用图像的更新频度为阈值以上的条件,作为第二条件。此时,可以将图像的更新频度小于阈值的条件作为第一条件使用。变形例 2 的第一条件,可以说是以阈值以上的频度进行的图像的更新完成了的条件。

[0148] 3-5. 变形例五

[0149] 作为第二条件,也可以使用电池剩余量小于阈值的条件。此情况下,电子设备 1000,通过从电池供给的电力工作。控制器 2 监视电池剩余量,对应于改写指示输入时候的电池剩余量,决定以第一工作模式以及第二工作模式的哪一个进行 2 值化处理。此例中,在电池剩余量成为小于阈值的时候,以第二工作模式进行 2 值化处理。并且,此情况下,作为第一条件,使用改写指示被输入的时候的电池剩余量在阈值以上的条件。

[0150] 3-6. 变形例六

[0151] 也可以是使用正在显示图片的图像的条件作为第一条件,使用正在显示文字的图像的条件作为第二条件。或者相反的,使用正在显示文字的图像的条件作为第一条件,正在显示图片的图像的条件作为第二条件。

[0152] 3-7. 变形例七

[0153] 第一条件以及第二条件,也可以对应于显示的图像中使用的字体 (font) 确定。例如,也可以使用:使用了明朝体等文字细的字体这样的条件作为第一条件,使用哥特体等文字粗的字体这样的条件作为第二条件。

[0154] 3-8. 变形例八

[0155] 第一条件以及第二条件,也可以是对应于使用者进行的操作部 9 的操作确定。例如,也可以是在持续按压按钮 9 的期间,进行以第二工作模式实现的高速翻页,在使用者从按钮 9 拿开手指的时候(停止按钮 9 的按压的时候),以第一工作模式进行向更高画质图像的重写。

[0156] 3-9. 变形例九

[0157] 使用的条件数量不限定为 2 个。也可以是对应 3 个以上的条件切换 3 个以上的工作模式。例如,也可以按照从纵向的空间频率大的抖动矩阵开始依次分别使用第一抖动矩阵、第二抖动矩阵、第三抖动矩阵这 3 个抖动矩阵的第一工作模式、第二工作模式、第三工作模式进行 2 值化处理。此情况下,例如,对应于电池剩余量,设定 2 个阈值 $th1$ 以及 $th2$ ($th1 > th2$)。关于在改写指示输入的时候的电池剩余量 C ,第一条件是 $C > th1$ 的条件,第二条件是 $th1 > C > th2$ 的条件,第三条件是 $th2 > C$ 的条件。

[0158] 3-10. 变形例十

[0159] 操作部 9 的结构不限定为实施方式中说明的情况。操作部 9 也可以具有取得显示部 1 中用手写笔接触的位置的信息的位置输入装置。电子设备 1000,也可以根据此位置输入装置得到的位置信息,取得手写笔的位置和 / 或移动轨迹,对应于取得的位置和 / 或移动

轨迹,控制电子设备 1000 的各个部分。

[0160] 3-11. 其他的变形例

[0161] 电子设备 1000 不限定为电子图书阅读器。电子设备 1000,可以是个人电脑、PDA(Personal Digital Assistants:个人数字助理)、便携电话、智能电话、平板终端、或者便携游戏机。在上述的电子设备中,可以由控制部 3 执行程序实现图 6 所示的功能。此程序,可以是以存储到磁性记录介质(磁带、磁盘(HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)、FD(Flexible Disk:软盘))等)、光记录介质(光盘(CD(Compact Disc、紧致盘)、DVD(Digital Versatile Disk:数字多用光盘))等)、光磁记录介质、半导体存储器等的计算机可读的存储介质的状态提供。另外的例子中,此程序,也可以通过通信线下载到电子设备 1000。如此取得的程序,安装到电子设备 1000 后使用。并且,也可以控制部 3 具有实施方式中作为控制器 2 的功能说明的一部分或者全部。并且,另外的例子中,也可以提供组合显示部 1 和控制器 2 的装置作为显示装置。

[0162] 像素的等价电路不限定为实施方式中说明的情况。只要是能够向像素电极 104 和透明电极 122 之间施加被进行控制的电压,怎样组合开关元件以及电容元件都可以。并且,驱动此像素的方法不限定为实施方式中说明的两极驱动。也可以进行在单个帧中向像素施加单一极性的电压的单极驱动。

[0163] 像素的构造不限定为实施方式中说明的情况。例如,带电微粒的极性不限定为实施方式中说明的情况。可以是黑的电泳微粒带负电,白的电泳微粒带正电。此情况下,对像素施加的电压的极性与实施方式中说明的情况相反。而且,显示元件不限定为使用微囊的电泳方式的显示元件。也可以使用液晶元件或者有机 EL(Electro Luminescence:电致发光)元件等其他的显示元件。实施方式中,虽然显示部 1 具有单色 2 阶灰度显示的功能,但是也可以具有单色 3 阶灰度以上或者彩色显示的功能。另外的例子中,显示部 1 也可以是无源矩阵方式。

[0164] 也可以省略图 6 所示的电子设备 1000 功能的一部分,或者图 7 等的流程图中说明的处理的一部分。并且,减色处理不限定为图形抖动法。也可以采用误差扩散法等图形抖动法以外的处理。总之,只要是切换使用显示部 1 中写入的图像的、数据线 12 的延伸方向的空间频率不同的处理即可。

[0165] 显示部 1 中显示的图像不限定为电子书籍的图像。显示部 1 中显示的图像也可以是论文、报告书、资料、图表、图片、网站等。并且,虽然实施方式中,以时间数据对应于书籍数据存储于存储部 8 中为例进行了说明,但是,也可以将时间数据存储到与书籍数据不同的存储装置中。

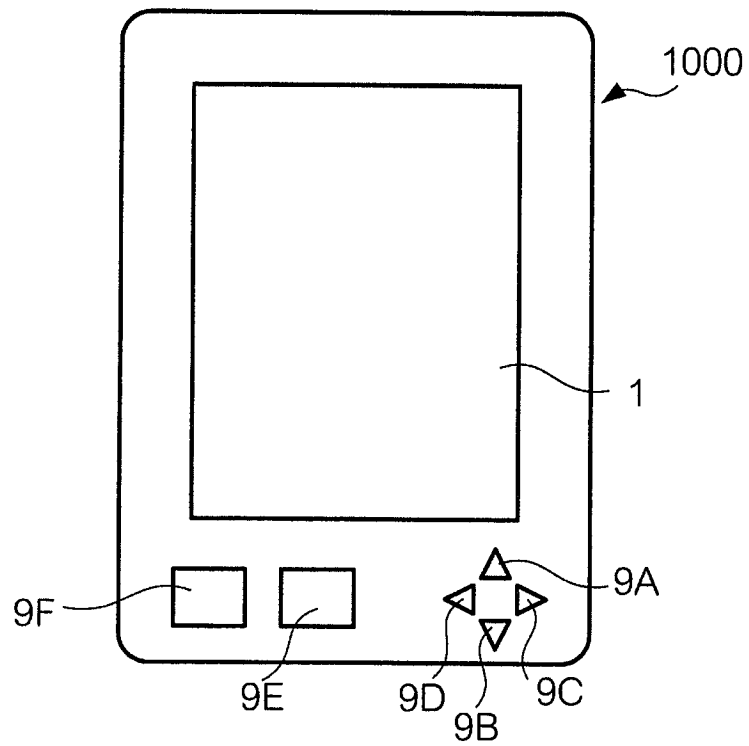


图 1

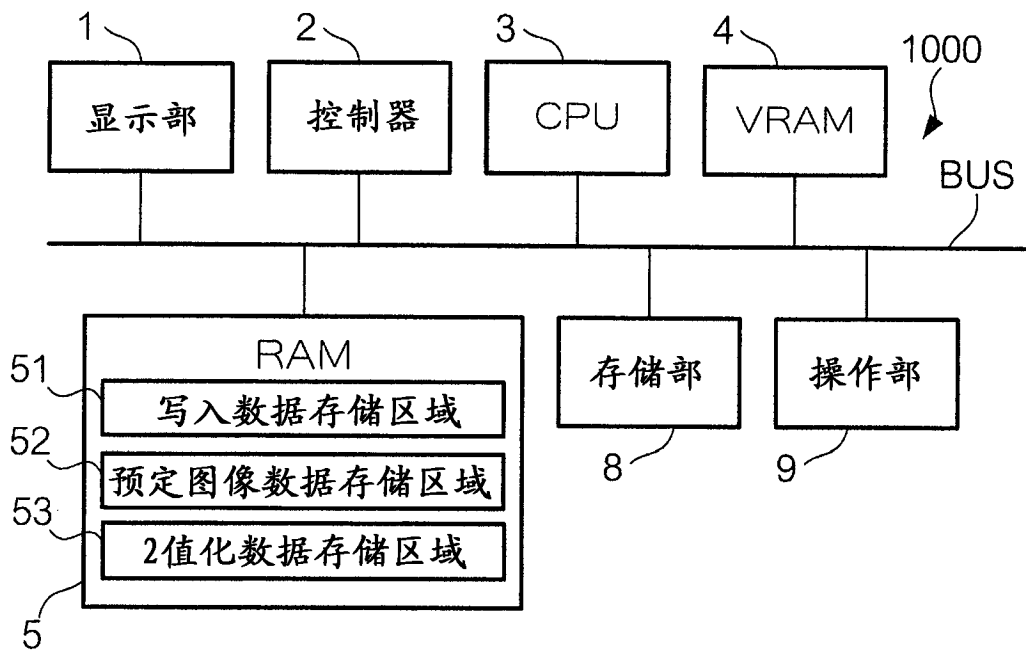


图 2

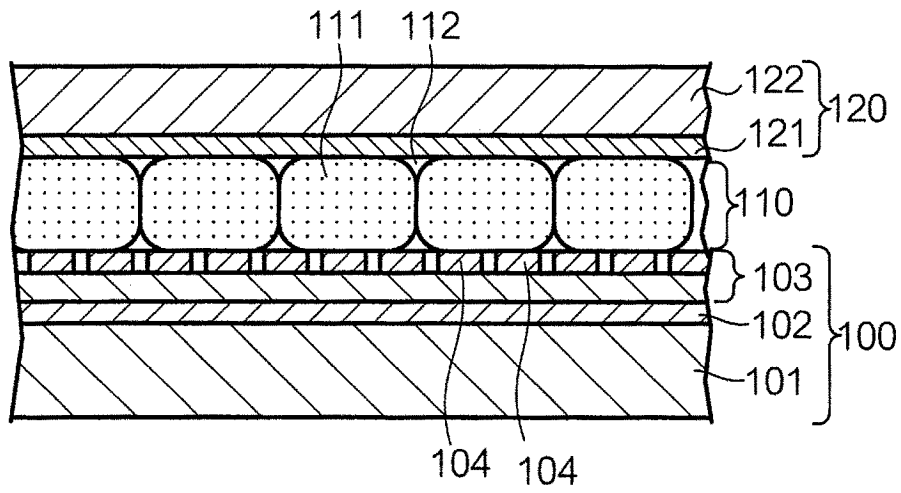


图 3

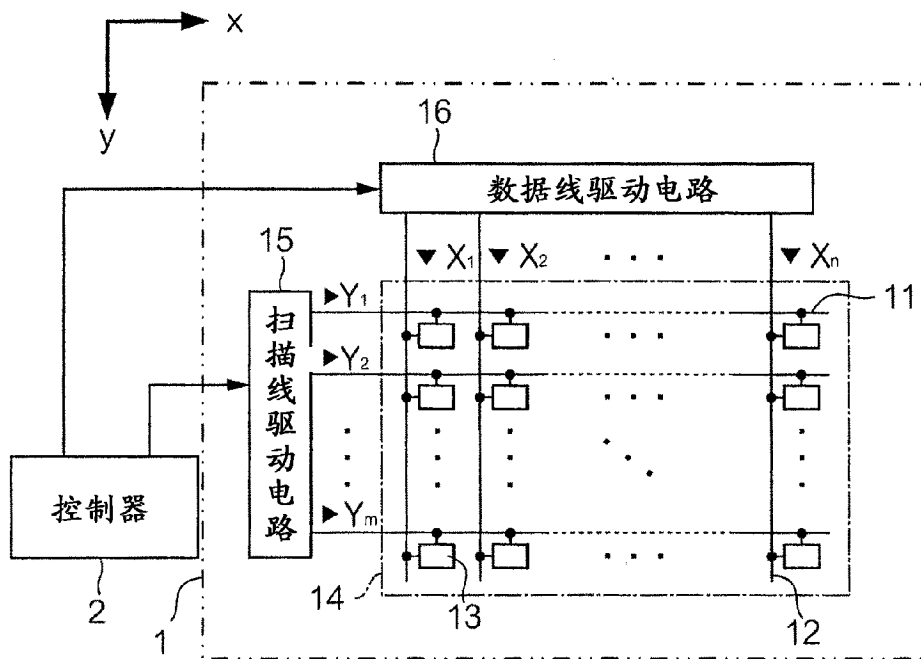


图 4

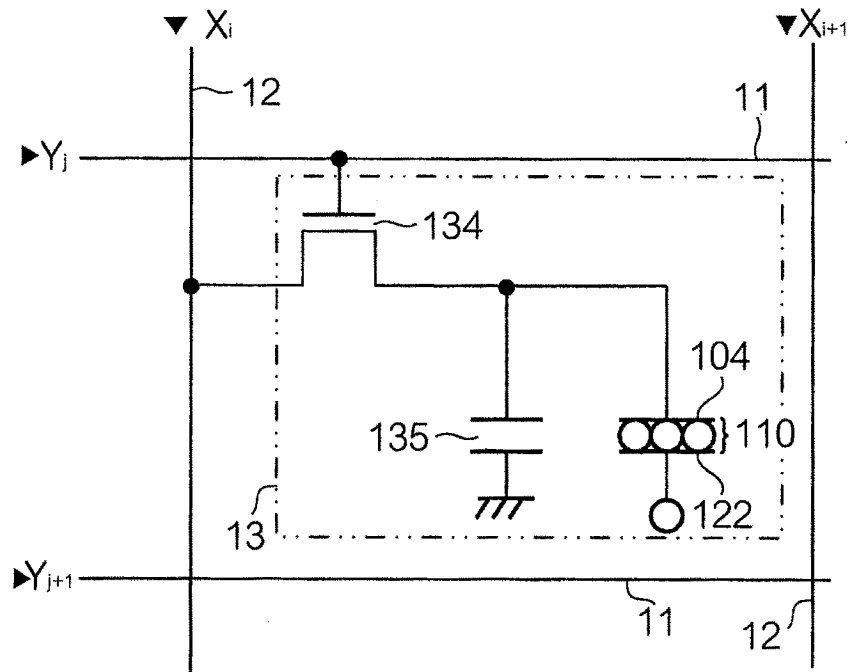


图 5

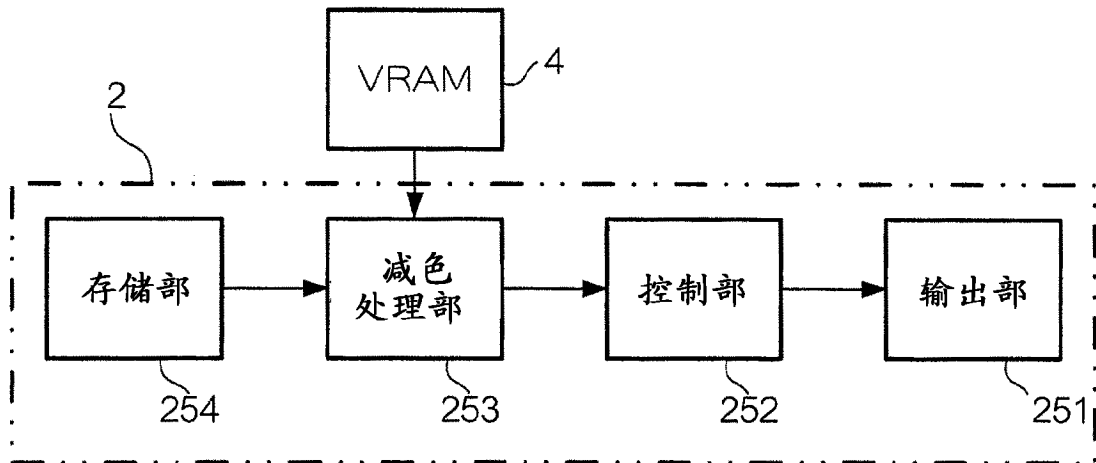


图 6

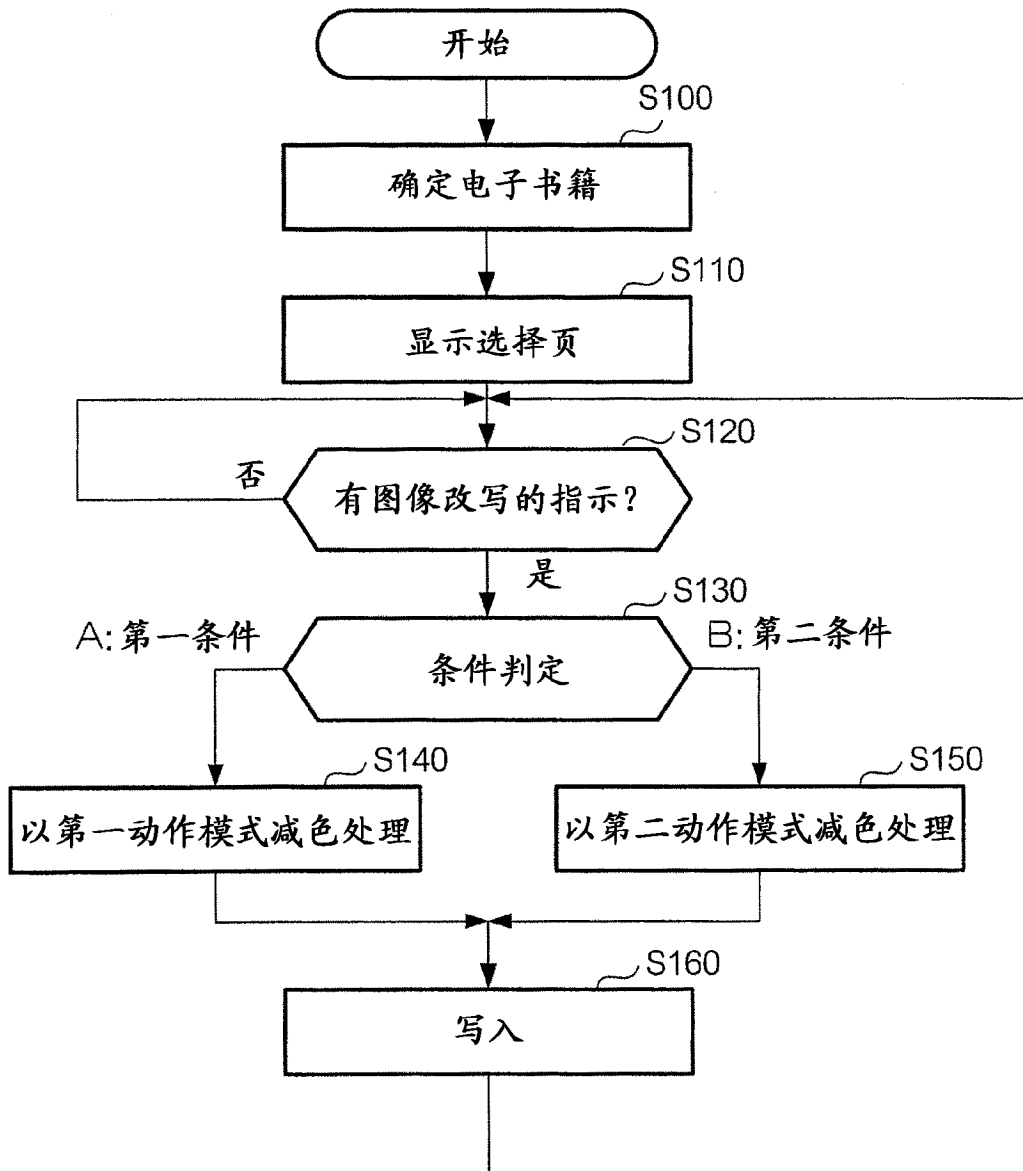


图 7

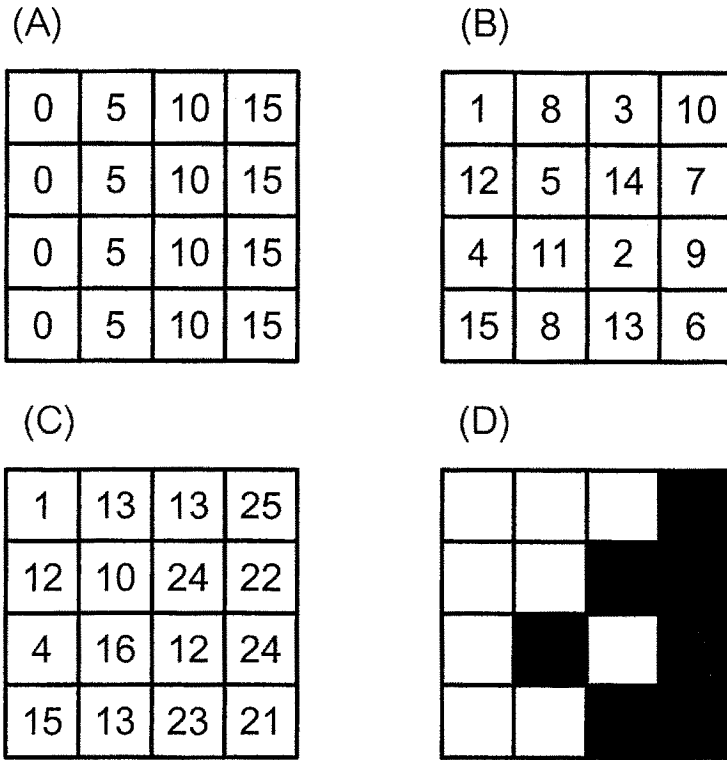


图 8

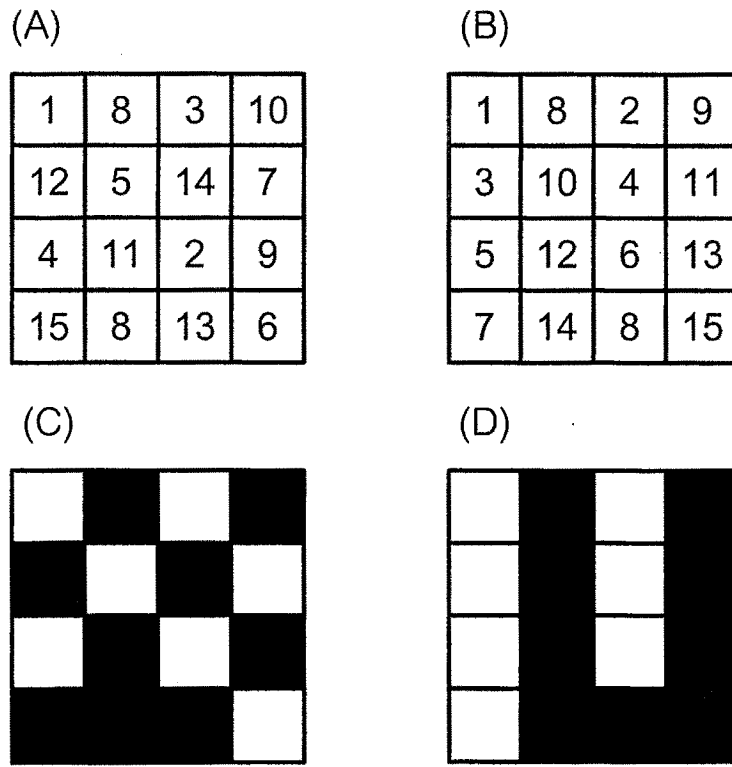


图 9

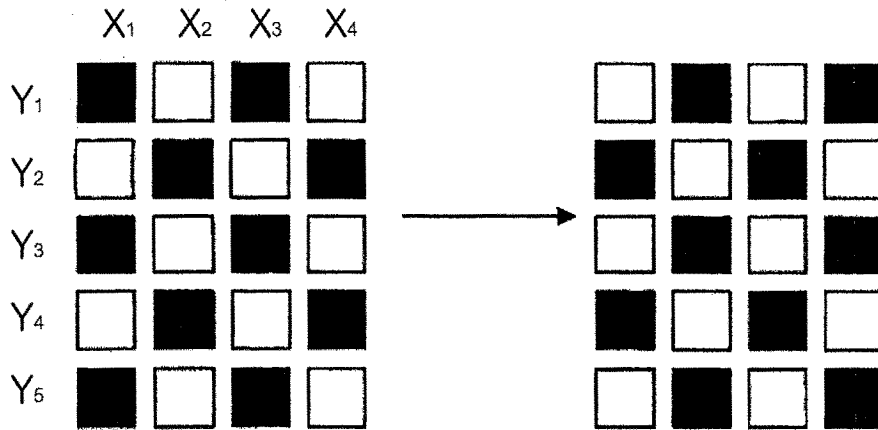


图 10

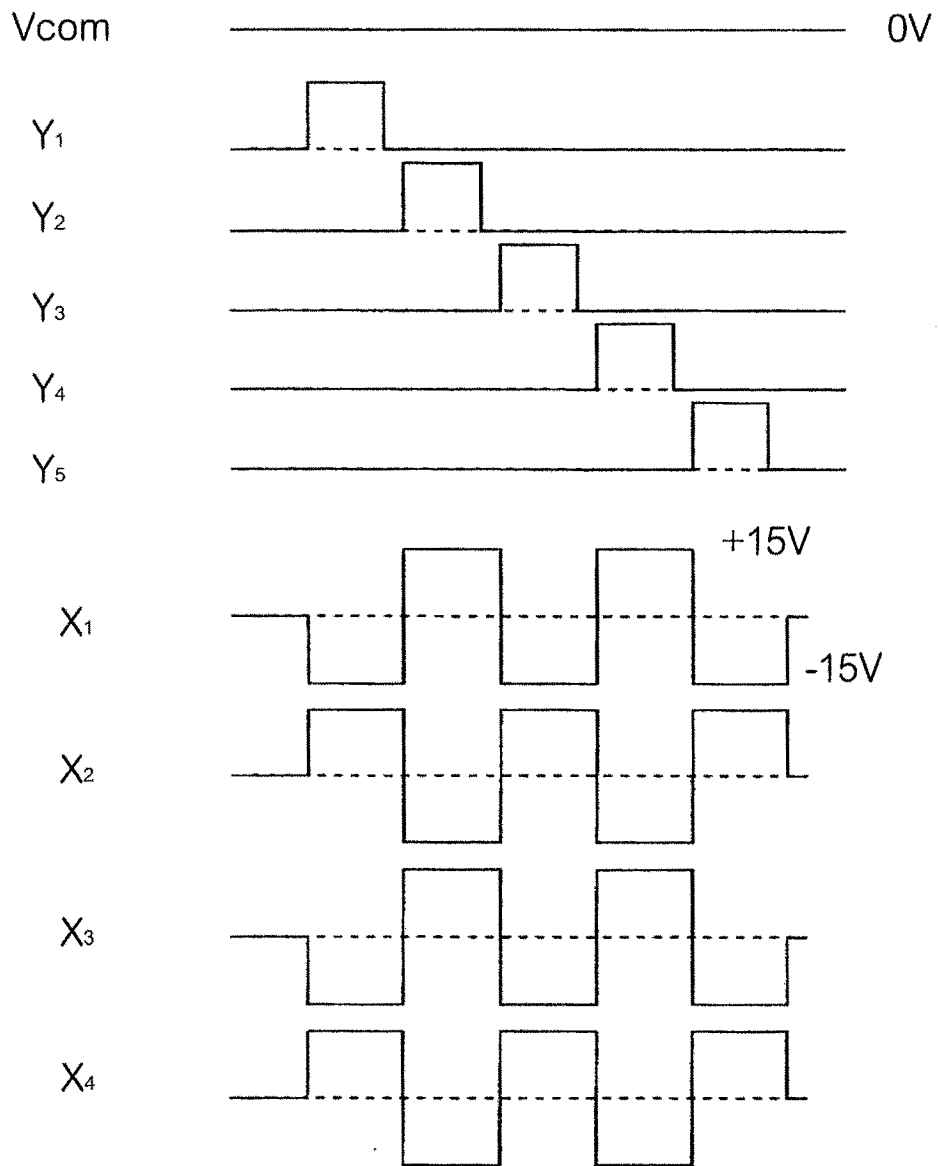


图 11

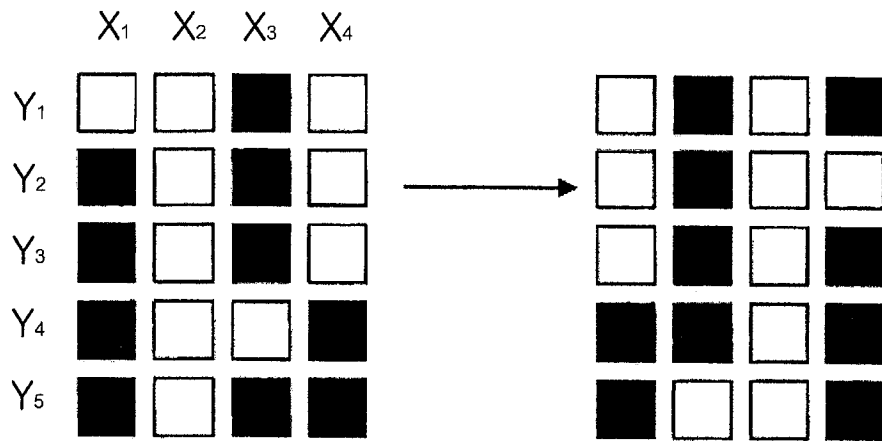


图 12

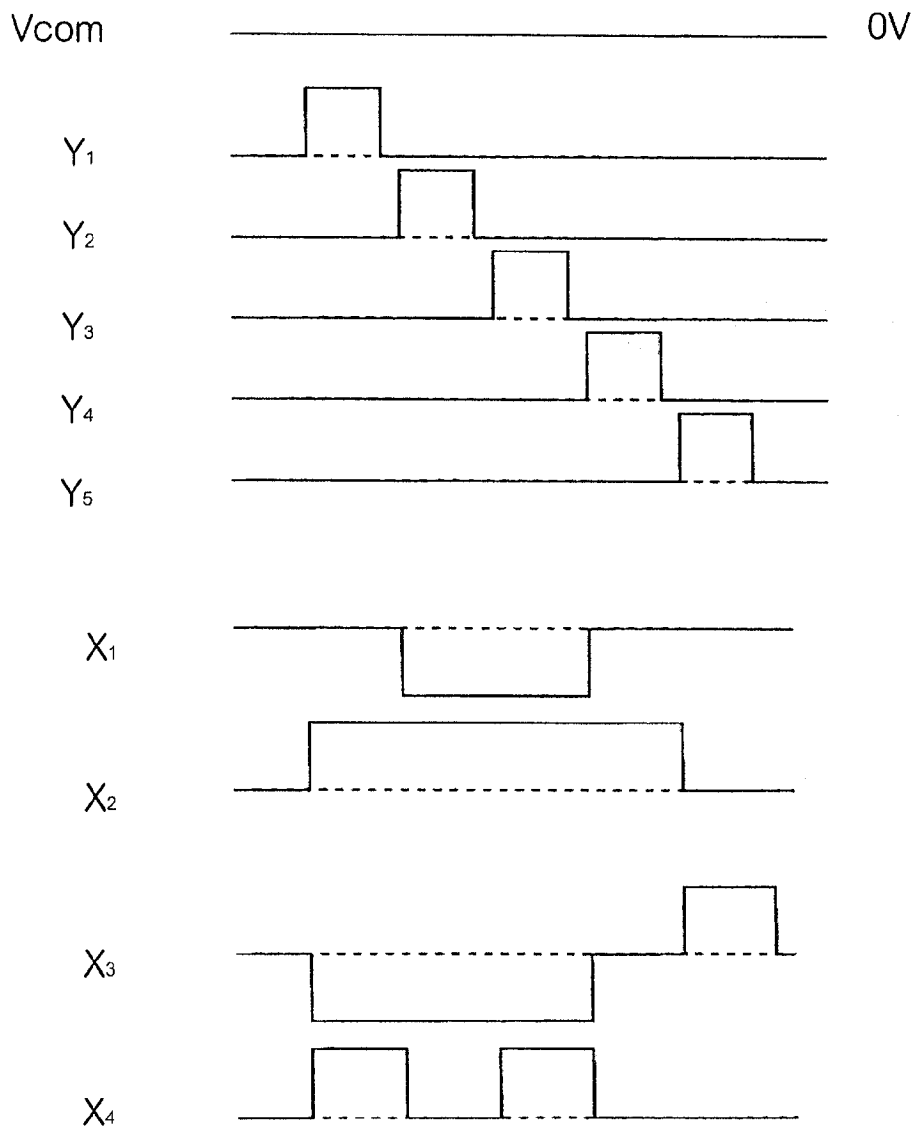


图 13

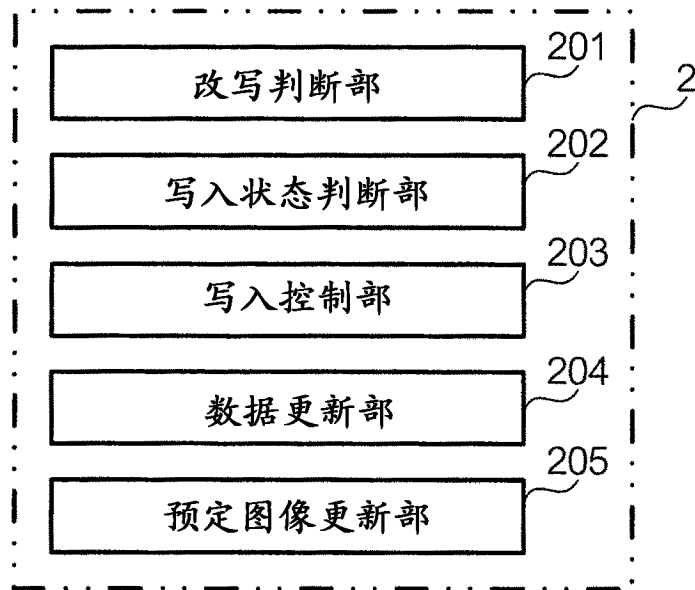


图 14

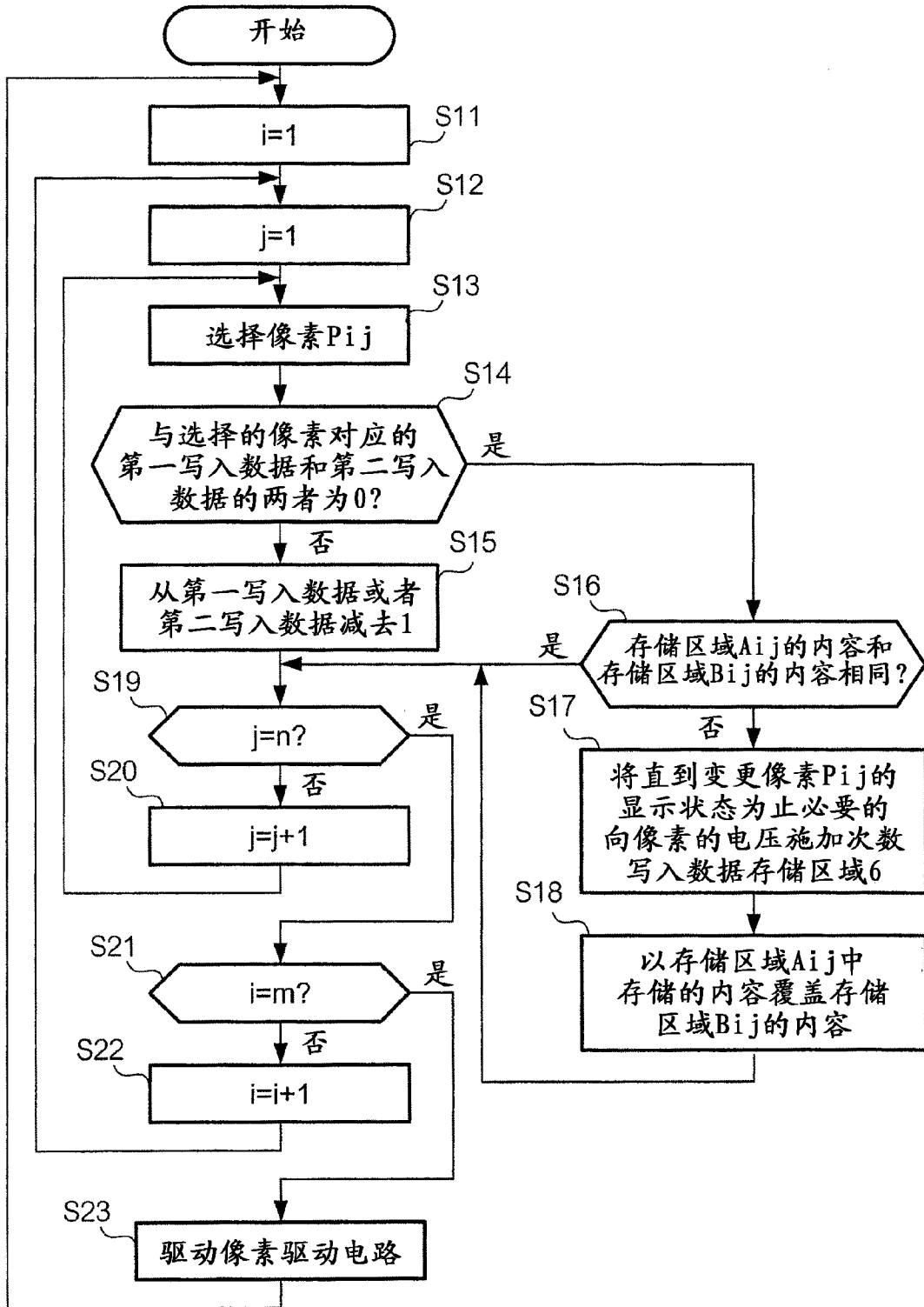


图 15

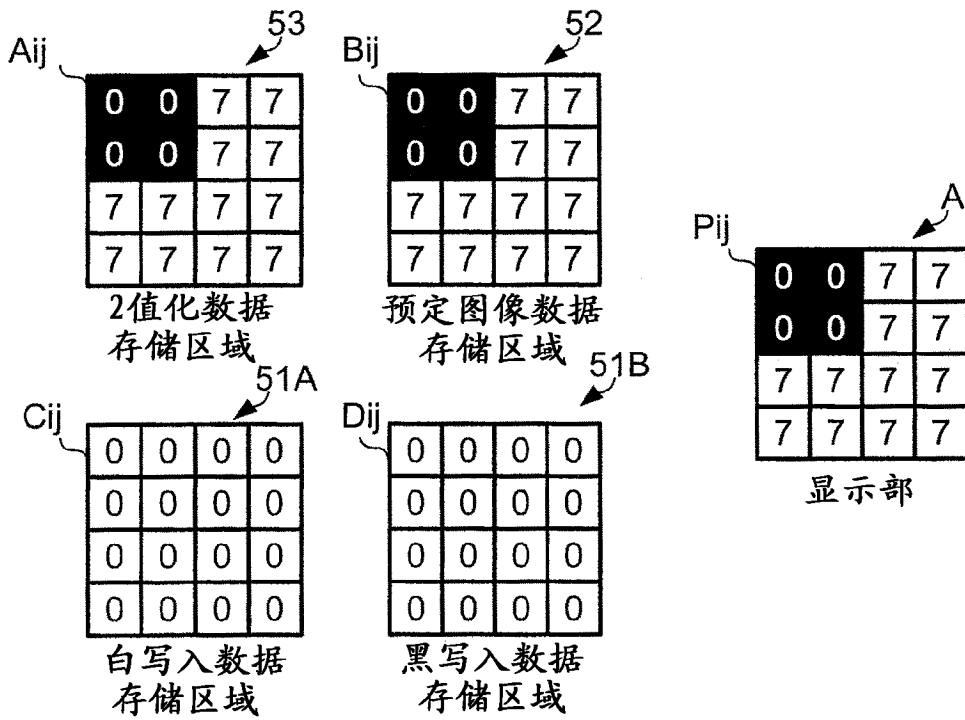


图 16

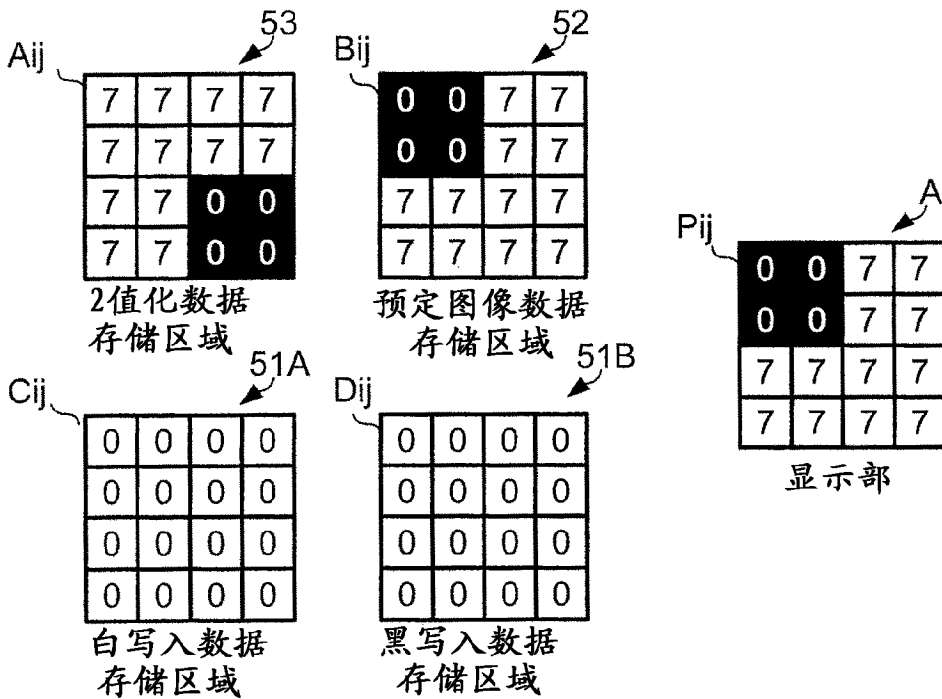


图 17

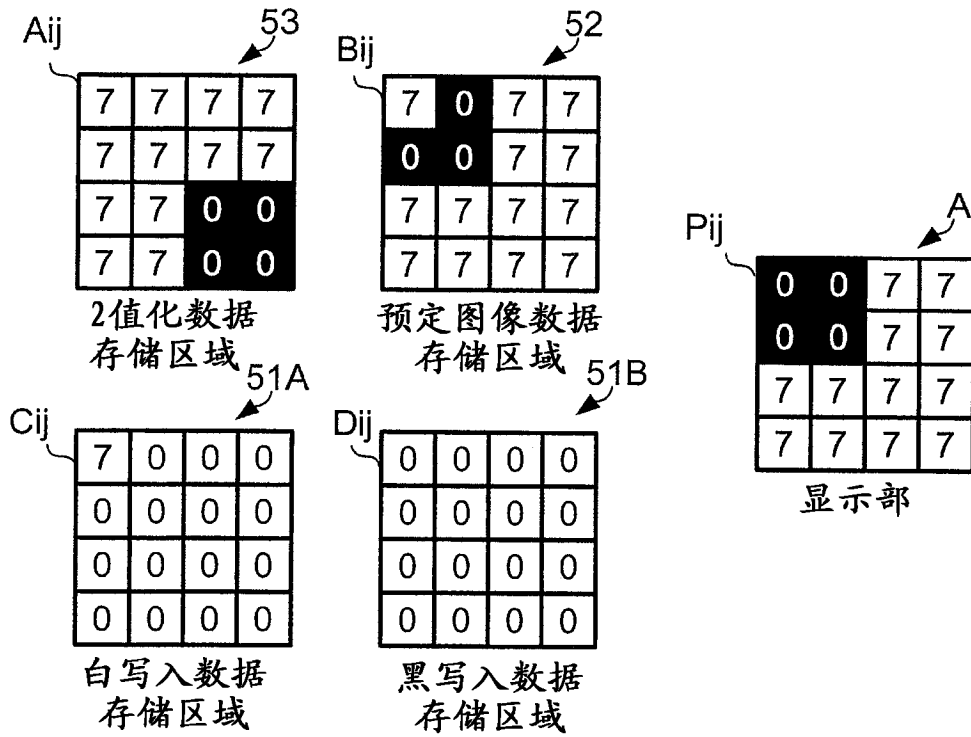


图 18

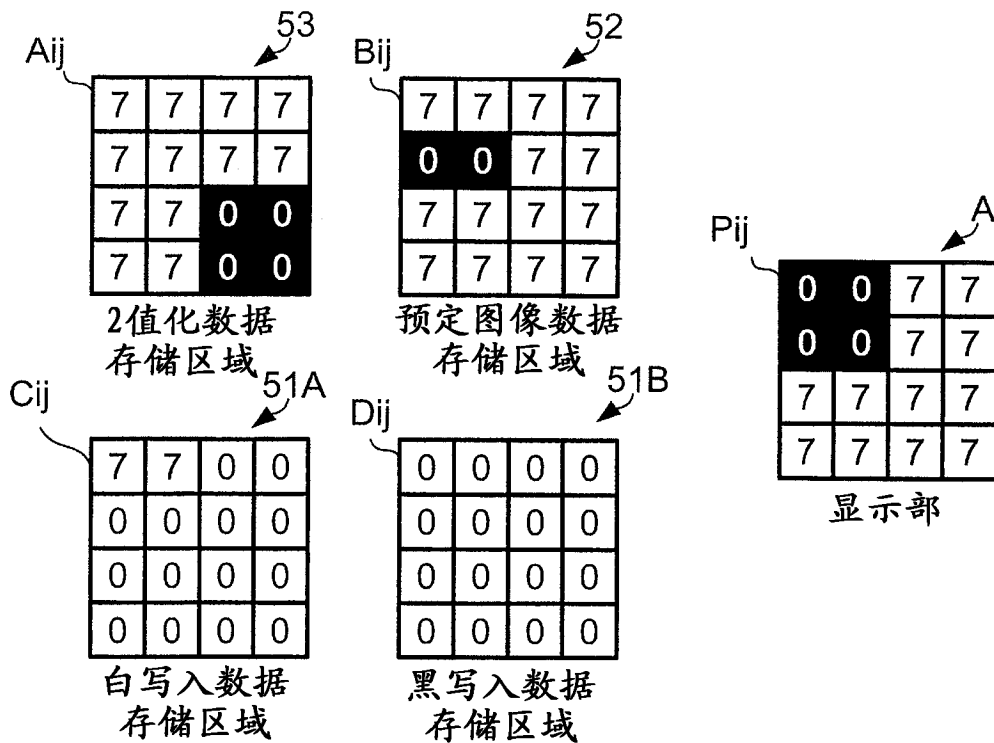


图 19

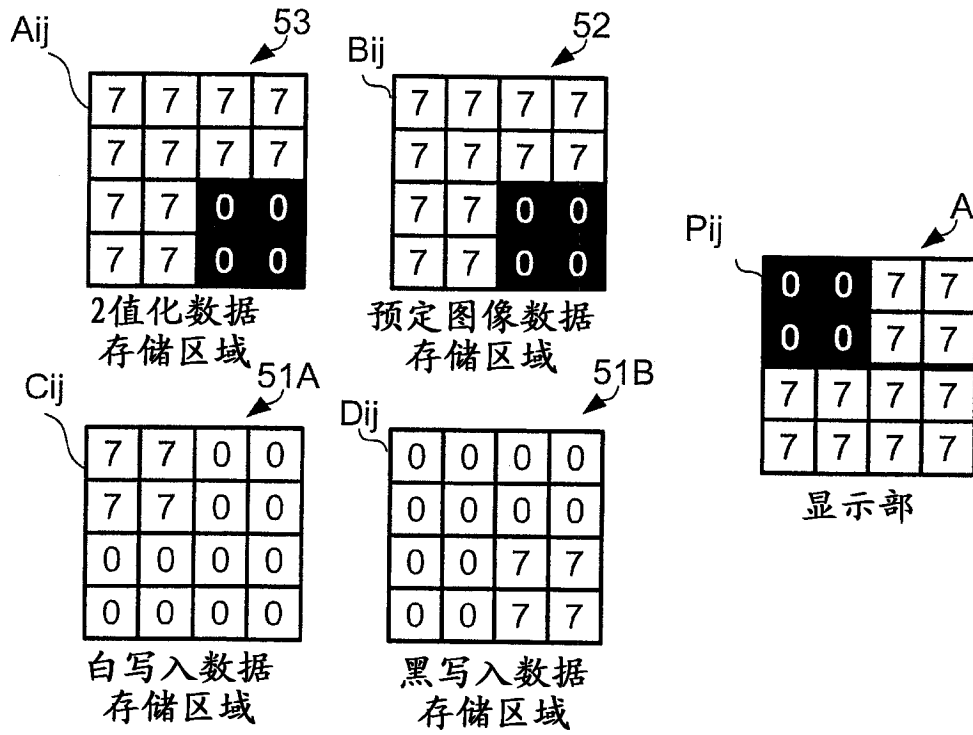


图 20

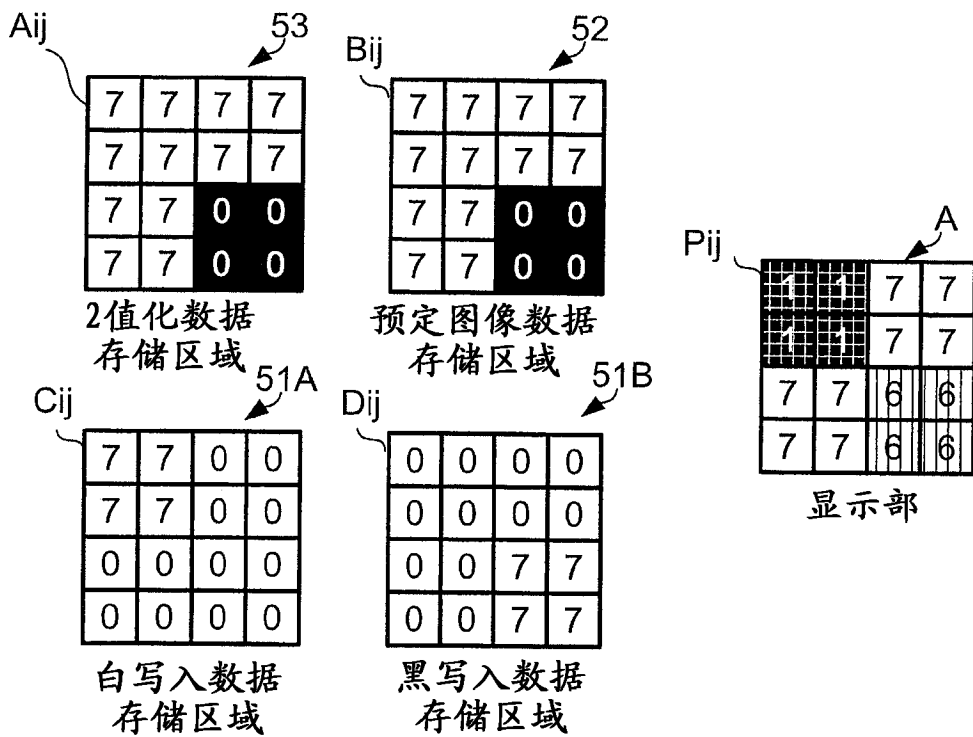


图 21

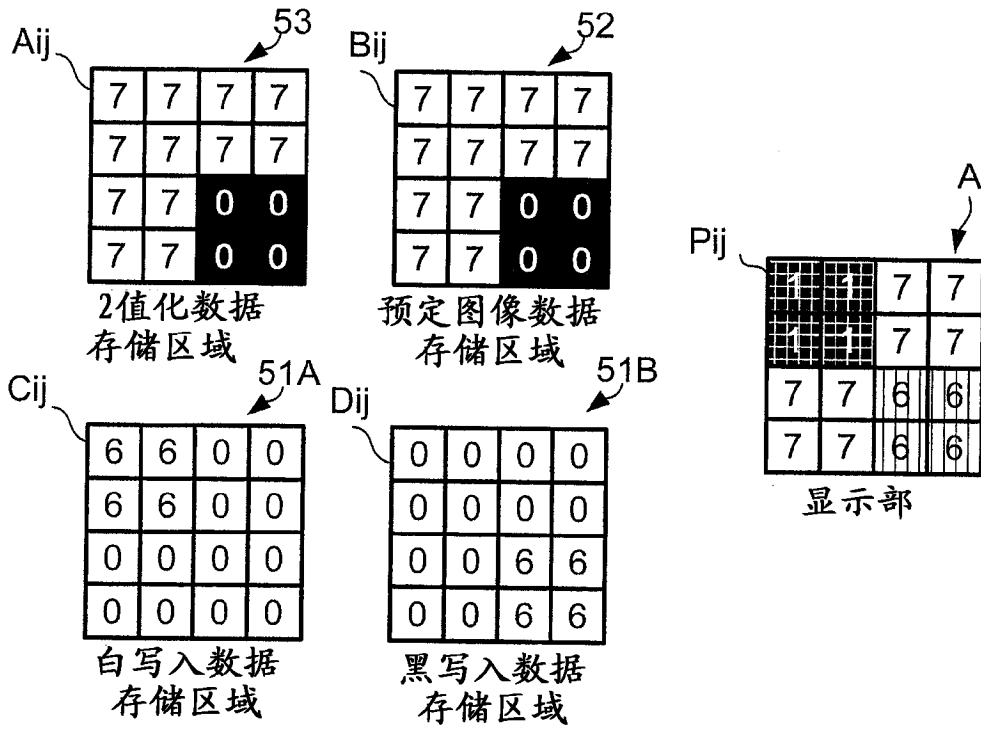


图 22

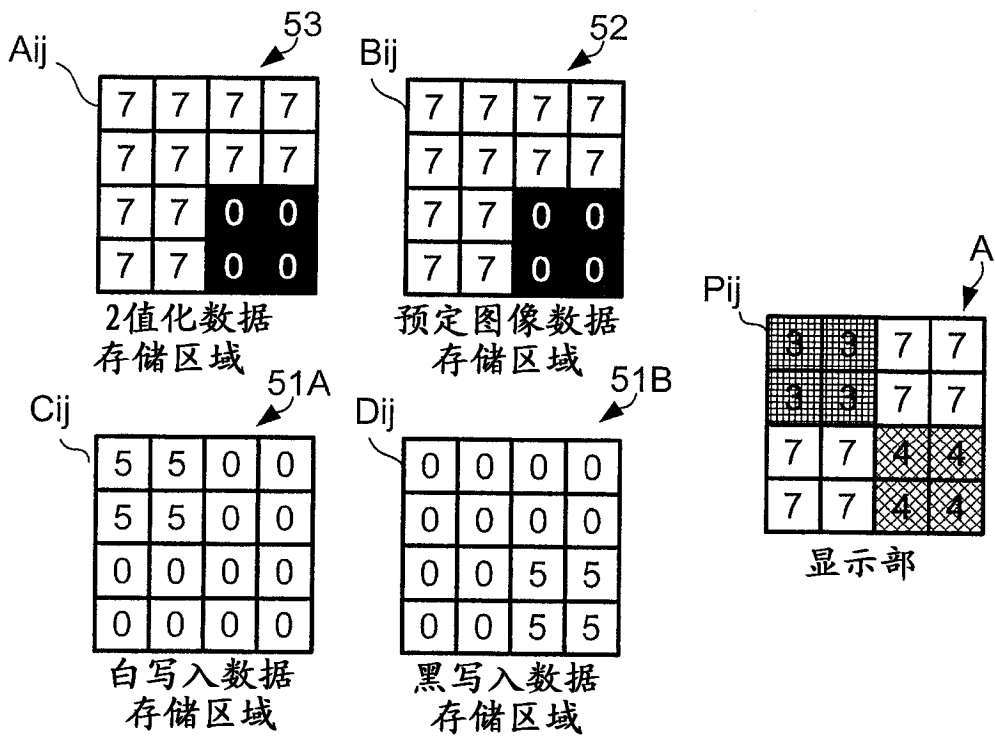


图 23

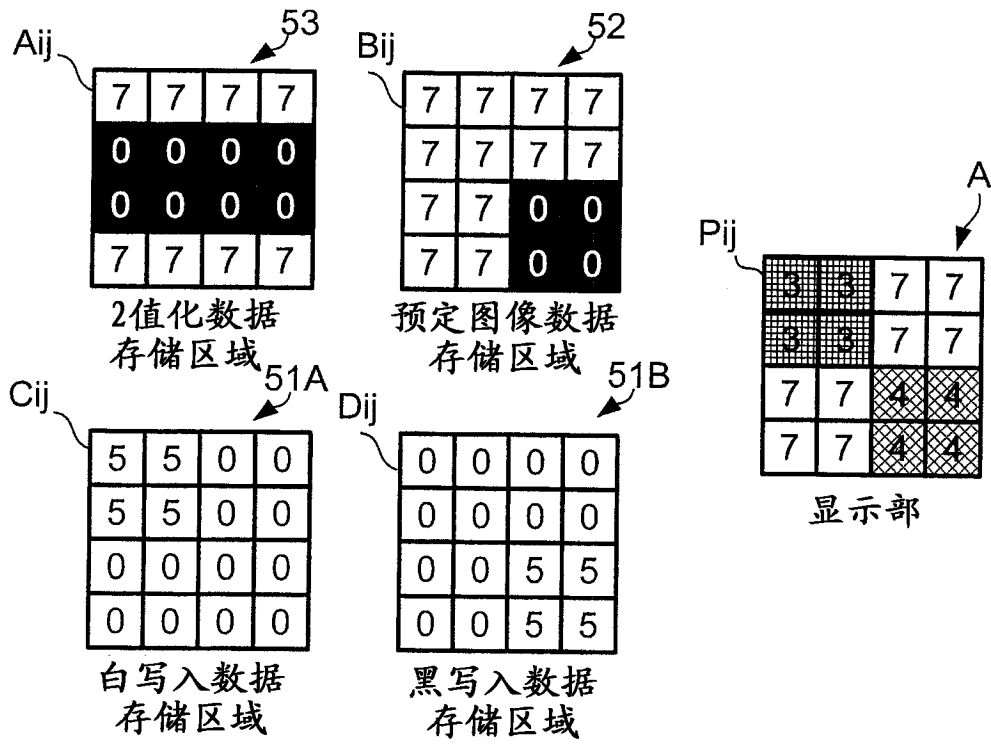


图 24

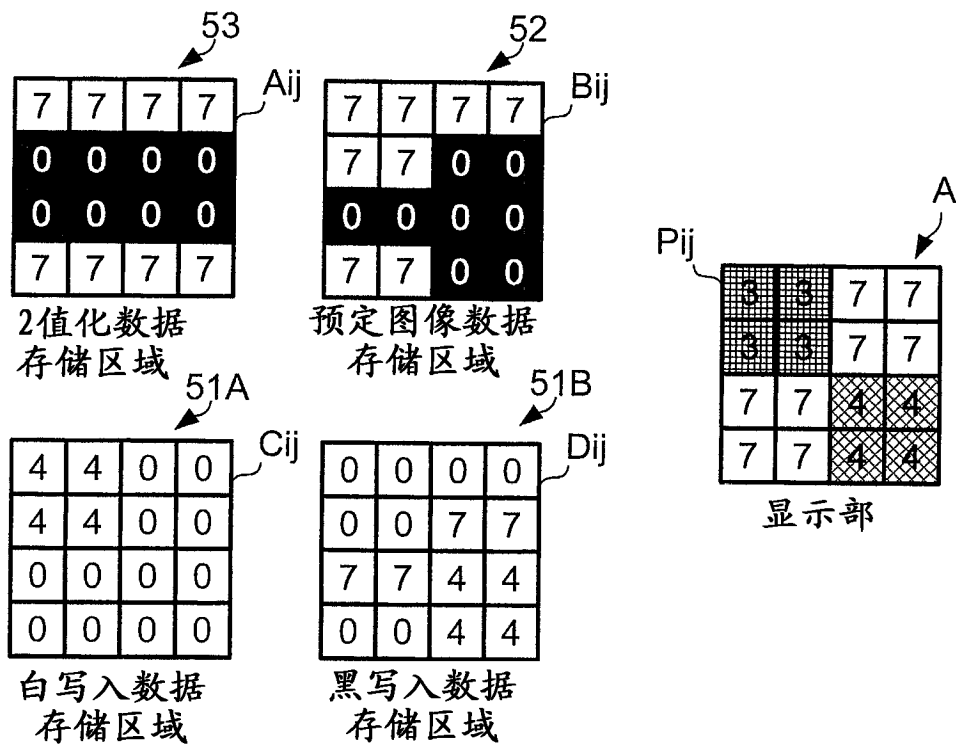


图 25

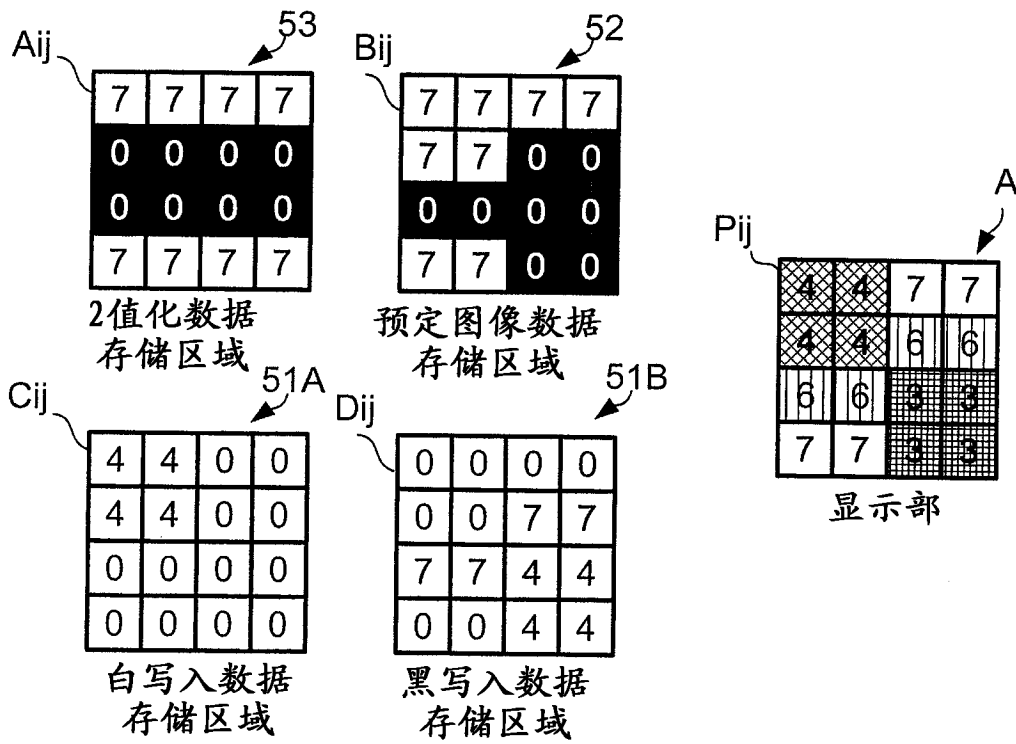


图 26

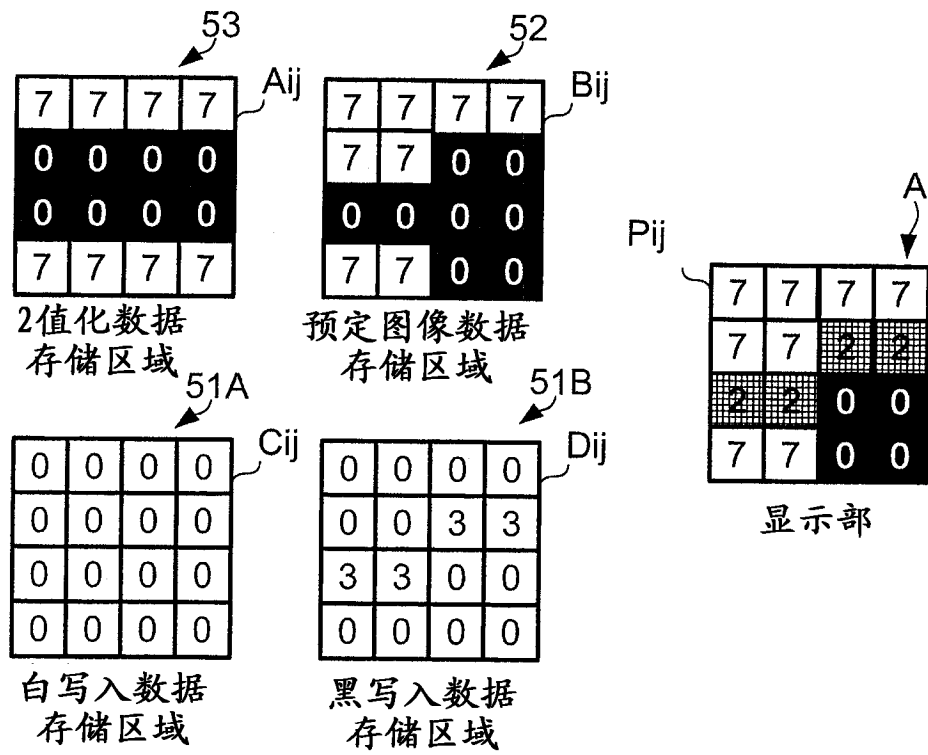


图 27

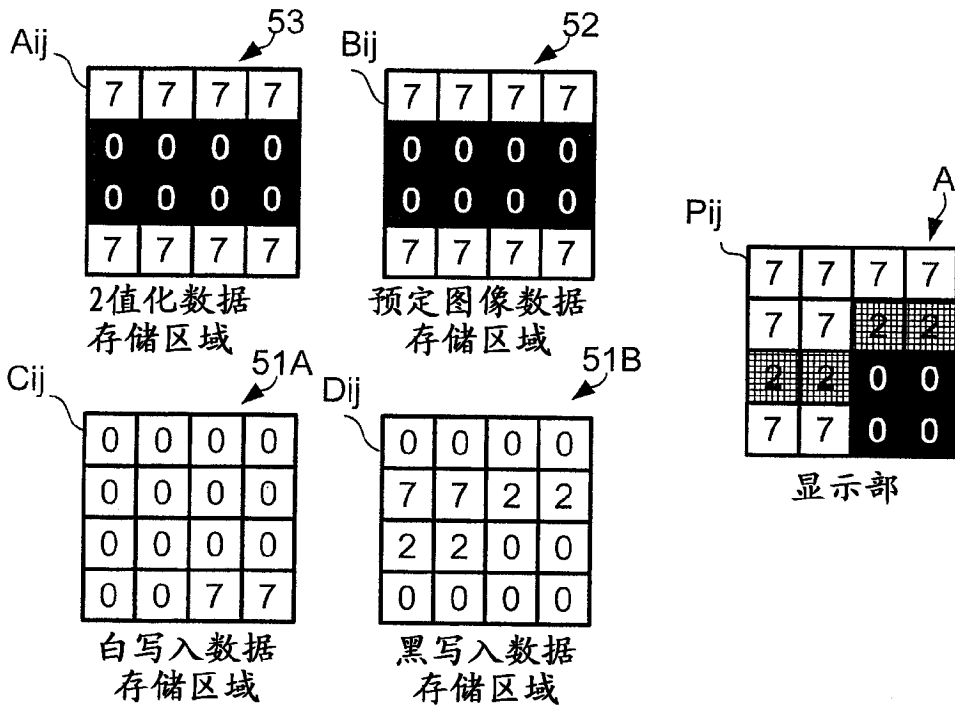


图 28

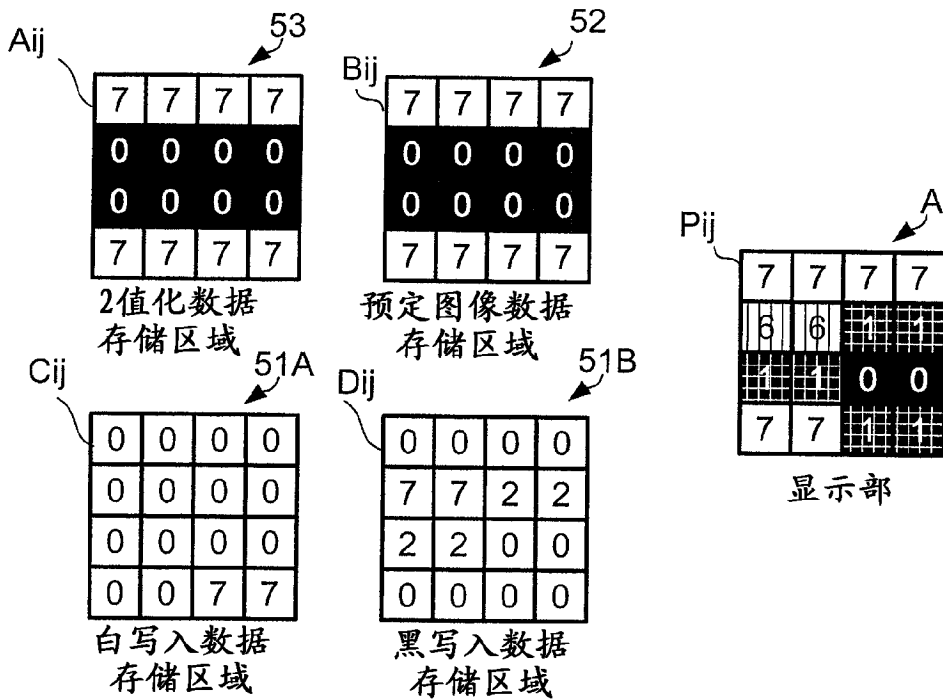


图 29

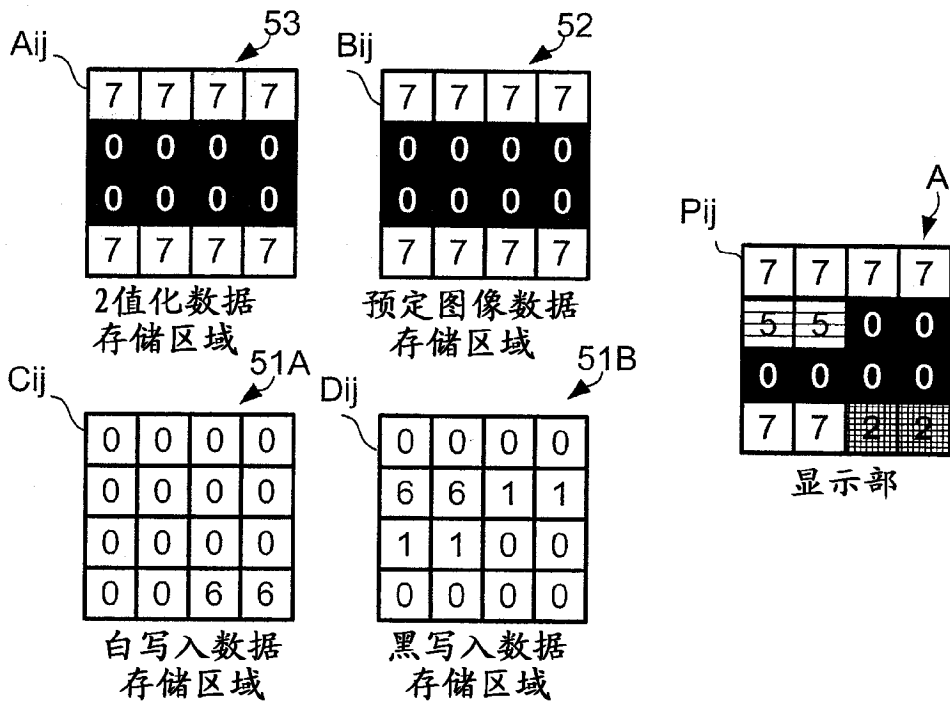


图 30

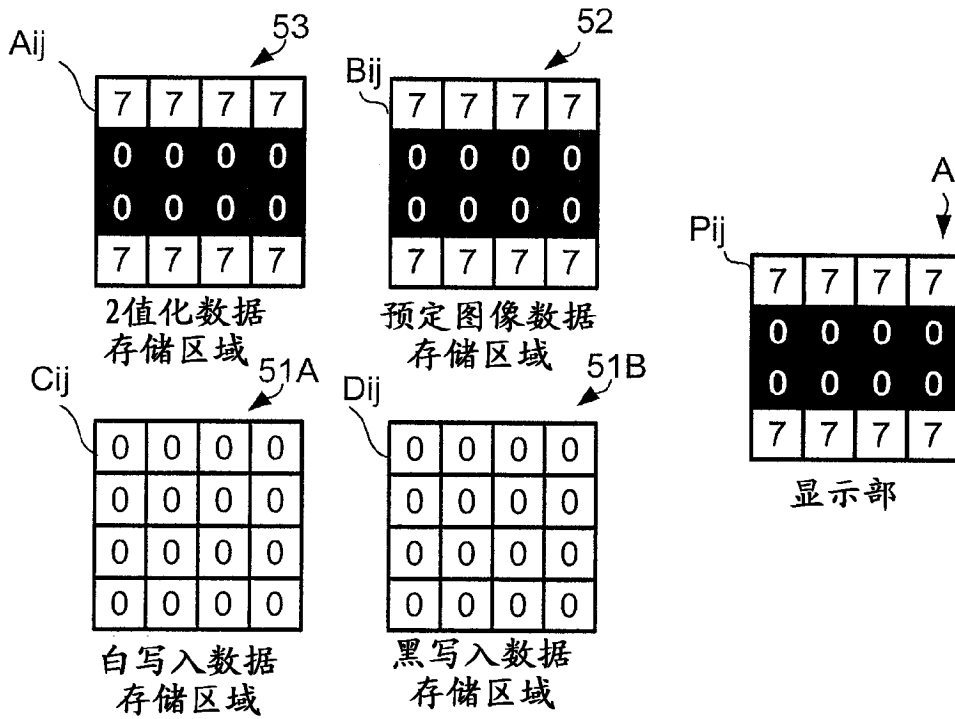


图 31

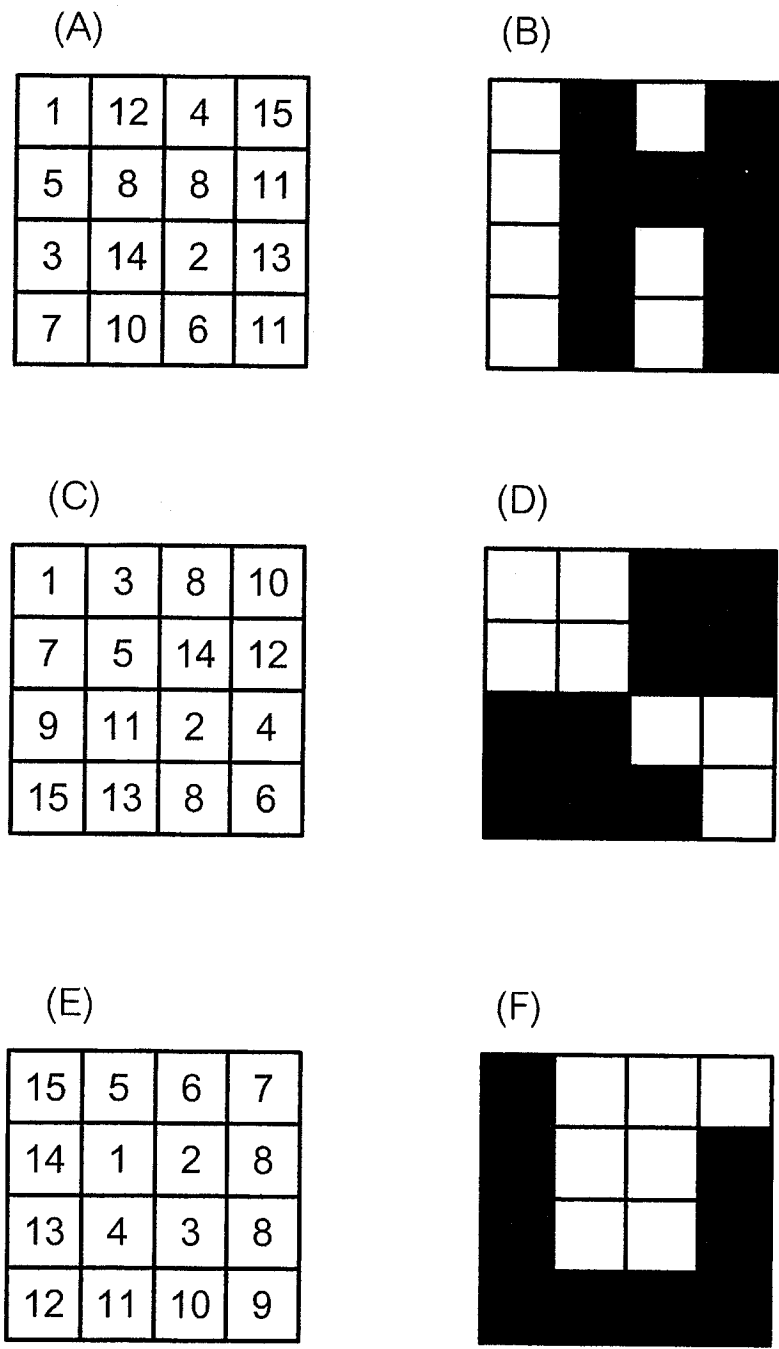


图 32