



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108024115 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 20

(21) 申请号 201711006898.3
(22) 申请日 2017.10.25
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108024115 A
(43) 申请公布日 2018.05.11
(30) 优先权数据
 10-2016-0146948 2016.11.04 KR
(73) 专利权人 三星电子株式会社
 地址 韩国京畿道水原市
(72) 发明人 权纯敏 金浩荣 沈熙峻
(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
 专利代理师 刘灿强 尹淑梅

(51) Int.Cl.
 H04N 19/186 (2014.01)
 H04N 19/176 (2014.01)
 H04N 19/184 (2014.01)
 H04N 19/423 (2014.01)
 G06T 9/00 (2006.01)
 审查员 于典

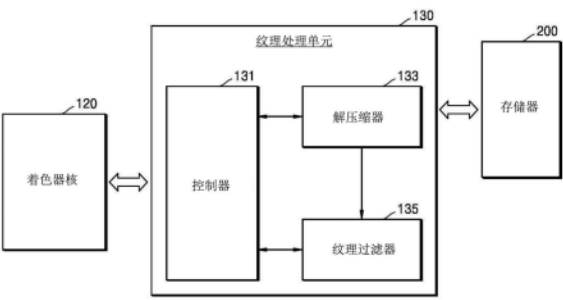
权利要求书4页 说明书15页 附图14页

(54) 发明名称

纹理压缩方法和设备以及纹理解压缩方法和设备

(57) 摘要

提供了一种纹理压缩方法和设备以及纹理解压缩方法和设备,所述纹理压缩方法和纹理压缩设备对纹理块的一些颜色信息进行压缩,将不能用已确定的压缩比特数实现包括在纹理块中的全部颜色的纹理块的一些颜色信息存储在所述纹理块的压缩数据比特中,这能够基于每个纹理块的颜色分布通过比已确定的压缩比特数更少的比特数来实现包括在纹理块中的全部颜色,所述纹理解压缩方法和所述纹理解压缩设备与纹理压缩方法和纹理压缩设备对应。



1. 一种纹理压缩方法,所述纹理压缩方法包括:

使用至少一个处理器,基于分布在多个纹理块中的每个纹理块中的颜色的总数来分析所述多个纹理块中的多个相邻纹理块之间的支持关系,所述多个纹理块中的每个纹理块包括多个纹理元素,并且所述多个纹理块形成纹理;

使用所述至少一个处理器,基于包括在所述多个相邻纹理块中的每个纹理块中的颜色的总数来确定指示所述多个相邻纹理块中的至少第一相邻纹理块和第二相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给所述多个纹理块中的每个纹理块的至少一种代表颜色对应的颜色信息;

使用所述至少一个处理器,基于作为第一压缩参数和第二压缩参数的确定的比特支持模式和确定的颜色信息对第一相邻纹理块进行压缩;以及

使用所述至少一个处理器,将压缩的第一相邻纹理块输出到存储器,所述压缩的第一相邻纹理块包括:分配给第一相邻纹理块的至少一种代表颜色、分配给在第一相邻纹理块中包括的每个纹理元素的索引、以及与确定的比特支持模式对应的支持信息,所述支持信息存储与在分配给第二相邻纹理块的至少一种代表颜色中的未分配给第一相邻纹理块的颜色对应的信息,存储的支持信息用于对与第二相邻纹理块对应的第二压缩纹理块进行解压缩。

2. 如权利要求1所述的纹理压缩方法,其中,

比特支持模式指示第一相邻纹理块向第二相邻纹理块提供所述支持信息,或者指示第一相邻纹理块从第二相邻纹理块接收所述支持信息。

3. 如权利要求2所述的纹理压缩方法,其中,响应于所述比特支持模式指示第一相邻纹理块提供所述支持信息:

确定的步骤还包括确定第二相邻纹理块的支持信息,确定的支持信息包括用于对第二压缩纹理块进行解压缩的索引和与未包括在第二压缩纹理块中的第二相邻纹理块的附加代表值对应的颜色信息;并且

压缩的步骤还包括对第一相邻纹理块进行压缩使得确定的支持信息用作第三压缩参数。

4. 如权利要求1所述的纹理压缩方法,其中,分析的步骤还包括基于所述多个相邻纹理块之间公共颜色的数量和与所述多个纹理块中的每个纹理块中包括的颜色的总数来分析所述多个相邻纹理块之间的支持关系。

5. 一种非暂时性计算机可读记录介质,所述非暂时性计算机可读记录介质具有记录在其上的计算机可读指令,当至少一个处理器执行所述指令时,所述指令执行如权利要求1所述的纹理压缩方法。

6. 一种纹理压缩设备,所述纹理压缩设备包括:

存储器,被配置为存储计算机可执行指令;以及

至少一个处理器,被配置为运行计算机可执行指令以执行以下操作:

基于分布在多个纹理块中的每个纹理块中的颜色的总数来分析所述多个纹理块中的多个相邻纹理块之间的支持关系,所述多个纹理块中的每个纹理块包括多个纹理元素,并且所述多个纹理块形成纹理,

基于包括在所述多个相邻纹理块中的每个纹理块中的颜色的总数来确定指示所述多

个相邻纹理块中的至少第一相邻纹理块和第二相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给所述多个纹理块中的每个纹理块的至少一种代表颜色对应的颜色信息，

基于作为第一压缩参数和第二压缩参数的确定的比特支持模式和确定的颜色信息对第一相邻纹理块进行压缩，以及

将压缩的第一相邻纹理块输出到帧存储器，所述压缩的第一相邻纹理块包括：分配给第一相邻纹理块的至少一种代表颜色，分配给在第一相邻纹理块中包括的每个纹理元素的索引，以及与确定的比特支持模式对应的支持信息，所述支持信息存储与在分配给第二相邻纹理块的至少一种代表颜色中的未分配给第一相邻纹理块的颜色对应的信息，存储的支持信息用于对与第二相邻纹理块对应的第二压缩纹理块进行解压缩。

7. 如权利要求6所述的纹理压缩设备，其中，

比特支持模式指示第一相邻纹理块向第二相邻纹理块提供所述支持信息，或者指示第一相邻纹理块从第二相邻纹理块接收所述支持信息。

8. 如权利要求7所述的纹理压缩设备，其中，响应于所述比特支持模式指示第一相邻纹理块提供所述支持信息，所述至少一个处理器还被配置为：

确定第二相邻纹理块的支持信息，确定的支持信息包括用于对第二压缩纹理块进行解压缩的索引和与未包括在第二压缩纹理块中的第二相邻纹理块的附加代表值对应的颜色信息；并且

对第一相邻纹理块进行压缩使得确定的支持信息用作第三压缩参数。

9. 如权利要求6所述的纹理压缩设备，其中，所述至少一个处理器还被配置为基于所述多个相邻纹理块之间公共颜色的数量和所述多个纹理块中的每个纹理块的颜色总数来分析所述多个相邻纹理块之间的支持关系。

10. 如权利要求6所述的纹理压缩设备，其中，与分配给所述多个纹理块中的每个纹理块的至少一种代表颜色有关的信息包括形成所述多个纹理块中的每个纹理块的纹理元素的代表值以及用于使用分配给与纹理元素对应的纹理块的至少一种代表颜色来获得与每个纹理元素对应的颜色值的索引或权重。

11. 一种纹理解压缩方法，所述纹理解压缩方法包括：

使用至少一个处理器，接收与第一纹理块对应的压缩的第一纹理块；

使用所述至少一个处理器，从压缩的第一纹理块获得指示多个相邻纹理块中的至少第一纹理块和第二纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给第一纹理块的代表颜色相关的颜色信息，其中，比特支持模式和所述颜色信息为第一压缩参数和第二压缩参数，

压缩的第一纹理块包括多个纹理元素、分配给在所述第一纹理块中包括的每个纹理元素的索引和支持信息，

所述支持信息存储与在分配给第二纹理块的代表颜色中的未分配给第一纹理块的颜色对应的信息；

使用所述至少一个处理器，基于压缩的第一纹理块的比特支持模式确定是否使用与分配给第二纹理块的代表颜色相关的颜色信息以对压缩的第一纹理块进行解压缩；以及

使用所述至少一个处理器，根据所述确定的步骤的结果基于与分配给第二纹理块的颜色相关的颜色信息产生形成原始的第一纹理块的纹理元素。

12. 如权利要求11所述的纹理解压缩方法, 其中,
比特支持模式指示第一纹理块接收支持信息或者第二纹理块提供支持信息; 并且
支持信息存储与所述多个相邻纹理块中的相邻纹理块所包括的颜色中未分配给所述
相邻纹理块的颜色相关的信息。

13. 如权利要求12所述的纹理解压缩方法, 其中, 当比特支持模式指示第一纹理块接收
支持信息时:

确定的步骤还包括确定使用与分配给所述多个相邻纹理块的颜色相关的颜色信息; 并
且

产生纹理元素的步骤还包括: 基于与分配给第一纹理块的颜色有关的颜色信息以及与
存储在支持信息中的与所述多个相邻纹理块中的所述相邻纹理块所包括的颜色中未分配
给所述相邻纹理块的颜色相关的颜色信息, 产生形成第一纹理块的纹理元素。

14. 如权利要求12所述的纹理解压缩方法, 其中, 产生纹理元素的步骤还包括:

对于形成纹理块的一些纹理元素, 基于存储在支持信息中的与所述相邻纹理块所包括
的颜色中未分配给所述相邻纹理块的颜色相关的颜色信息来产生形成纹理块的纹理元素。

15. 一种非暂时性计算机可读记录介质, 所述非暂时性计算机可读记录介质具有记录
在其上的计算机可读指令, 当至少一个处理器执行所述指令时, 所述指令执行如权利要求
11所述的纹理解压缩方法。

16. 一种纹理解压缩设备, 所述纹理解压缩设备包括:

存储器, 被配置为存储计算机可执行指令; 以及

至少一个处理器, 被配置为执行计算机可执行指令以执行以下操作:

接收与第一纹理块对应的压缩的第一纹理块,

从压缩的第一纹理块获得指示多个相邻纹理块中的至少第一纹理块和第二纹理块之
间的支持关系的比特支持模式以及与分配给第一纹理块的代表颜色相关的颜色信息, 其
中, 比特支持模式和所述颜色信息为第一压缩参数和第二压缩参数,

压缩的第一纹理块包括多个纹理元素、分配给在所述第一纹理块中包括的每个纹理元
素的索引和支持信息,

所述支持信息存储与在分配给第二纹理块的代表颜色中的未分配给第一纹理块的颜色
对应的信息,

基于所述比特支持模式确定是否使用与分配给第二纹理块的至少一种代表颜色相关
的颜色信息以对压缩的第一纹理块进行解压缩, 以及

根据所述确定的步骤的结果基于与分配给第二纹理块的颜色相关的颜色信息产生形
成原始的第一纹理块的纹理元素。

17. 如权利要求16所述的纹理解压缩设备, 其中,

比特支持模式指示第一纹理块接收支持信息或者第一纹理块提供支持信息。

18. 如权利要求17所述的纹理解压缩设备, 其中, 当比特支持模式指示第一纹理块接收
支持信息时, 所述至少一个处理器还被配置为:

确定使用与分配给所述多个相邻纹理块的颜色相关的颜色信息; 并且

基于与分配给所述多个相邻纹理块中的每个纹理块的颜色相关的颜色信息以及与存
储在支持信息中的与第一纹理块所包括的颜色中未分配给第一纹理块的颜色相关的颜色

信息来产生形成原始的第一纹理块的纹理元素。

19. 如权利要求17所述的纹理解压缩设备,其中,所述至少一个处理器还被配置为:

对于形成原始的第一纹理块的一些纹理元素,基于存储在支持信息中的与第一纹理块所包括的颜色中未分配给第一纹理块的颜色相关的颜色信息来产生形成原始纹理块的纹理元素。

20. 如权利要求16所述的纹理解压缩设备,其中,与分配给每个纹理块的颜色相关的颜色信息为形成每个纹理块的纹理元素的代表值以及用来获得与每个纹理元素对应的颜色值的索引或权重。

纹理压缩方法和设备以及纹理解压缩方法和设备

[0001] 本申请要求于2016年11月4日提交到韩国知识产权局的第10-2016-0146948号韩国专利申请的优先权权益,该韩国专利申请的公开通过引用完整地包含于此。

技术领域

[0002] 各种示例实施例涉及一种纹理压缩方法、系统、设备和/或非暂时性计算机可读介质。另外,各种示例实施例还涉及与所述纹理压缩方法和设备对应的一种纹理解压缩方法、系统、设备和/或非暂时性计算机可读介质。

背景技术

[0003] 用于图像处理的多个纹理块可以形成一个纹理,并且均可用相同比特数来压缩。当纹理块的尺寸为 4×4 时,一个纹理块总共包括16个纹理元素。在这种情况下,尽管纹理块具有1种至16种颜色,但是由于用相同比特数对全部纹理块进行压缩,所以对于压缩与包括在原始未压缩纹理块中的全部颜色相关的颜色信息而言,一些纹理块会具有过多或不足的比特数。结果,一些纹理块可能具有压缩的非必要的颜色或者可能不能实现包括在原始未压缩纹理块中的全部颜色。

发明内容

[0004] 提供了一种纹理压缩方法、系统、设备和/或非暂时性计算机可读介质,借此对纹理块的一些颜色信息进行压缩,将不能通过已确定的压缩比特数实现包括在纹理块中的全部颜色的纹理块的一些颜色信息存储在纹理块的压缩数据比特中,这能够基于每个纹理块的颜色分布通过比已确定的压缩比特数更少的比特数来实现包括在纹理块中的全部颜色,纹理解压缩方法和设备与纹理压缩方法和设备对应。

[0005] 另外的方面将在以下描述中部分地被阐述,部分将通过描述而清楚,或可通过所提出的至少一个示例实施例的实施被获知。

[0006] 根据至少一个示例实施例的方面,一种纹理压缩方法包括:使用至少一个处理器,基于形成纹理的多个纹理块的颜色分布来分析所述多个纹理块的多个相邻纹理块之间的支持关系;使用所述至少一个处理器,确定指示所述多个相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给所述多个纹理块中的每个纹理块的颜色有关的信息;使用所述至少一个处理器,基于作为第一压缩参数和第二压缩参数的确定的比特支持模式和确定的信息对所述多个纹理块中的至少一个纹理块进行压缩;使用至少一个处理器,将所述至少一个压缩纹理块输出到存储器。

[0007] 根据至少一个示例实施例的方面,非暂时性计算机可读记录介质具有记录在其上的计算机可读指令,当至少一个处理器执行所述指令时,执行纹理压缩方法。

[0008] 根据至少一个示例实施例的方面,一种纹理压缩装置包括:存储器,被配置为存储计算机可执行指令;至少一个处理器,被配置为执行计算机可执行指令以执行以下操作:基于形成纹理的多个纹理块的颜色分布来分析所述多个纹理块中的多个相邻纹理块之间的

支持关系;确定指示所述多个相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给所述多个纹理块中的每个纹理块的颜色有关的信息;基于作为第一压缩参数和第二压缩参数的确定的比特支持模式和确定的信息对所述多个纹理块中的至少一个纹理块进行压缩;将所述至少一个压缩纹理块输出到存储器。

[0009] 根据至少一个示例实施例的方面,一种纹理解压缩方法包括:使用至少一个处理器,从压缩纹理块获得指示多个相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给原始纹理块的颜色有关的信息,其中,所述比特支持模式和所述信息为第一压缩参数和第二压缩参数;使用所述至少一个处理器,基于比特支持模式确定是否使用与分配给所述多个相邻纹理块的颜色有关的信息;使用所述至少一个处理器,根据所述确定的步骤的结果,基于与分配给所述多个相邻纹理块中的每个纹理块的颜色有关的信息产生形成原始纹理块的纹理元素。

[0010] 根据至少一个示例实施例的方面,非暂时性计算机可读记录介质具有记录在其上的计算机可读指令,当至少一个处理器执行所述指令时,执行纹理解压缩方法。

[0011] 根据至少一个示例实施例的方面,一种纹理解压缩设备包括:存储器,被配置为存储计算机可执行指令;至少一个处理器,被配置为执行计算机可执行指令以执行以下操作:从压缩纹理块获得指示多个相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给原始纹理块的颜色有关的信息,其中,所述比特支持模式和所述信息为第一压缩参数和第二压缩参数;基于比特支持模式确定是否使用与分配给所述多个相邻纹理块中的每个纹理块的至少一种颜色有关的信息;根据确定的结果,基于与分配给所述多个相邻纹理块中的每个纹理块的所述至少一种颜色有关的信息产生形成原始纹理块的纹理元素。

[0012] 根据至少一个示例实施例的方面,一种使用图形处理单元的纹理压缩方法包括:使用至少一个处理器,计算包括在第一纹理块中的颜色的数量;使用所述至少一个处理器,基于计算的结果确定第一纹理块和至少一个相邻纹理块之间的支持关系;使用所述至少一个处理器,基于确定的结果设置比特支持模式;使用所述至少一个处理器,基于确定的比特支持模式对第一压缩块进行压缩;使用所述至少一个处理器,将压缩的第一纹理块输出到存储器。

附图说明

[0013] 通过如附图中示出的发明构思的非限制性示例实施例的更具体的描述,发明构思的前述及其它特征将是清楚的,在附图中,同样的附图标记在不同的视图中始终指代相同的部件。附图未必按比例绘制,而将重点放在示出发明构思的原理。在附图中:

[0014] 图1是根据至少一个示例实施例的图形处理设备的示意图;

[0015] 图2是用于描述通过根据至少一个示例实施例的图形处理设备来处理三维(3D)图形的过程的示意图;

[0016] 图3是根据至少一个示例实施例的用于描述对纹理块进行压缩和压缩纹理块的压缩数据格式的示意图;

[0017] 图4是根据至少一个示例实施例的纹理处理单元的结构框图;

[0018] 图5是用于描述根据至少一个示例实施例的压缩纹理块的压缩数据格式的示意图,所述压缩纹理块的压缩数据格式包括与指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式有关

的信息；

[0019] 图6是用于描述根据至少一个示例实施例的纹理处理单元的操作的示图；

[0020] 图7是用于描述根据至少一个示例实施例的解压缩器的解析器的操作的示图；

[0021] 图8是用于描述根据至少一个示例实施例的指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式的示例的示图；

[0022] 图9至图11是用于描述根据至少一个示例实施例的针对相邻纹理块根据比特支持模式将支持比特提供给相邻纹理块的示例的示图；

[0023] 图12是用于描述根据至少一个示例实施例的指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式的另一示例的图；

[0024] 图13是根据至少一个示例实施例的纹理压缩设备的结构的框图；

[0025] 图14是根据至少一个示例实施例的纹理解压缩设备的结构的框图；

[0026] 图15是根据至少一个示例实施例的纹理压缩方法的流程图；

[0027] 图16是根据至少一个示例实施例的纹理解压缩方法的流程图。

具体实施方式

[0028] 现在将详细参考各种示例实施例，其示例在附图中示出，其中，相同的参考标号始终指示相同的元件。在这方面，示例实施例可以具有不同的形式，并且不应被解释为限于这里阐述的描述。因此，以下仅通过参照附图来描述示例实施例以解释多个方面。

[0029] 还将理解的是，在此使用的术语“包括”或“包含”表明存在提到的特征或组件，但是不排除存在或添加一个或多个其它特征或组件。

[0030] 将要理解的是，尽管在这里可使用术语“第一”、“第二”等来描述不同的组件，但是这些组件不应受这些术语的限制。这些组件仅用于将一个组件与另一个组件区分开。

[0031] 在下文中描述的一个或更多个示例实施例涉及一种纹理压缩方法、系统、设备和/或非暂时性计算机可读介质以及与所述纹理压缩方法、系统、设备和/或非暂时性计算机可读介质对应的一种纹理解压缩方法、系统、设备和/或非暂时性计算机可读介质，并且可以不提供对本领域普通技术人员而言公知的细节。

[0032] 图1是根据至少一个示例实施例的图形处理设备100的示图。对于本领域普通技术人员显而易见的是，图形处理设备100可以包括除图1所示的组件以外的通用组件。

[0033] 参照图1，图形处理设备100可包括光栅器110、着色器核120、纹理处理单元130、像素处理单元140和图块缓冲器150等，但不限于此。图形处理设备100可以通过总线300与外部存储器200交换数据。

[0034] 图1所示的图形处理设备100是用于处理三维(3D)图形的设备，并且可以使用基于图块的渲染(TBR)方法。换句话说，为了产生与一帧(例如，单帧)对应的3D图形，图形处理设备100可以通过图形管线(graphics pipeline)(诸如包括光栅器110、着色器核120和像素处理单元140等的图形管线)来处理形成帧的具有均一尺寸的多个图块，图形处理设备100可以将处理结果存储在图块缓冲器150中。根据一些示例实施例，图形处理设备100可以通过使用多个通道来并行处理形成帧的所有图块，所述多个通道中的每个通道包括图形管线，并且每个图形管线包括光栅器110、着色器核120和像素处理单元140等。当与一帧对应的多个图块被处理时，图形处理设备100可以将存储在图块缓冲器150中的处理结果发送到

存储器200的帧缓冲器(未示出)。

[0035] 根据一些示例实施例,着色器核120可以包括像素着色器。着色器核120还可包括顶点着色器或者可以包括集成有顶点着色器和像素着色器的集成着色器。当着色器核120执行顶点着色器的功能时,着色器核120可以产生指示包括在图块中的对象的图元(primitive),并将图元发送到光栅器110。

[0036] 光栅器110可以通过几何变换处理对由顶点着色器产生的图元执行光栅化。

[0037] 着色器核120可以通过从光栅器110接收已光栅化的图元来执行像素着色。针对包括通过光栅化产生的图元的片元(fragments),着色器核120可通过确定形成图块的每个像素的颜色来执行像素着色。在像素着色期间,着色器核120可使用通过利用纹理产生的像素值以产生逼真的3D图形。

[0038] 当着色器核120请求纹理处理单元130发送与期望的像素对应的像素值时,纹理处理单元130可发送通过处理期望的和/或预先准备的纹理而产生的像素值。纹理可被存储在纹理处理单元130的内部或外部的特定的空间中,或被存储在图形处理设备100外部的存储器200中。当用于产生由着色器核120请求的像素值的纹理未被存储在纹理处理单元130内部的期望和/或特定空间中时,纹理处理单元130可以从所述期望的和/或特定的空间或者纹理处理单元130外部的存储器200获得纹理。

[0039] 像素处理单元140可以通过针对与一个图块中的相同位置对应的像素经诸如深度测试等的过程确定最终显示的像素值,确定与所述一个图块对应的所有像素值。

[0040] 图块缓冲器150可以存储从像素处理单元140接收的与一个图块对应的一些或全部像素值。当对形成一帧的一些或全部图块执行图形处理操作时,存储在图块缓冲器150中的处理结果可被发送到存储器200的帧缓冲器。

[0041] 图2是用于描述通过根据至少一个示例实施例的图形处理设备100来处理3D图形的过程的示意图。

[0042] 处理3D图形的过程可以大致分为三个操作:几何变换、光栅化和像素着色,现在将参照图2描述其细节。参照图2,可以通过操作11到操作18来执行处理3D图形的过程。

[0043] 在操作11中,产生与图像相关联的顶点。产生顶点以指示包括在图像的3D图形中的对象。

[0044] 在操作12中,将产生的顶点着色。顶点着色器可以通过分配在操作11中产生的顶点的位置(例如,3D位置或3D坐标)来对顶点执行着色。

[0045] 在操作13中,基于产生的顶点产生图元。图元可以是通过使用多个顶点中的至少一个顶点来形成的点、线或多边形。例如,图元可以是通过连接至少三个顶点形成的三角形。

[0046] 在操作14中,将图元光栅化。图元的光栅化可意味着图元被划分成片元。片元可以是用于对图元执行图形处理的基本单位。由于图元仅包括关于顶点的信息,因此在光栅化期间产生顶点之间的片元,以对3D图形执行图形处理。

[0047] 在操作15中,基于光栅化的结果(例如,产生的片元),对至少一个像素进行着色。由光栅化产生的形成图元的片元可以包括形成图块的一个或更多个像素。在相关领域中,术语“片元”在一些情况下可以与术语“像素”互换地使用。例如,像素着色器可被称为片元着色器。通常,形成图元的图形处理的基本单元可被称为片元,然后在像素着色期间图形处

理的基本单元可被称为像素。在像素着色期间,可以确定与像素相关的颜色。

[0048] 在操作16中,执行纹理化,以确定像素的颜色。纹理化是通过使用期望的和/或预先准备的图像(即,纹理)来确定像素的颜色的处理。由于当计算并确定每个像素的颜色以表现真实世界的各种颜色和图案时,图形处理所需的数据吞吐量和图形处理时间大大增加,因此通过使用期望的和/或预先准备的纹理来确定像素的颜色。例如,对象的表面颜色可被存储为纹理的单独的2D图像,并且可以根据屏幕上的对象的位置和尺寸通过放大或缩小所存储的纹理来确定像素的颜色,或者通过使用具有各种分辨率的纹理混合纹理元素值来确定像素的颜色。

[0049] 例如,为了在像素着色期间更快地进行3D图形处理,通过利用期望的和/或预先准备的纹理产生的像素值可被使用。根据至少一个示例实施例,为了适应性地应对3D对象的尺寸,可以预先准备并组合具有不同分辨率的多个纹理以产生像素值。具有不同分辨率的期望的和/或预先准备的纹理被称为细化贴图(mipmap)。例如,为了产生具有两个预先准备的细化贴图的中间分辨率的对象的像素值,可以从两个细化贴图中提取与该对象对应的位置处的纹理元素值,并对其进行过滤,从而产生形成对象的像素值。

[0050] 在操作17中,执行测试和混合。可以通过对与一个图块中相同位置对应的像素经诸如深度测试的处理确定要最终显示的像素值,确定与所述一个图块对应的像素值。可以混合像这样产生的多个图块以产生与一个帧对应的3D图形。

[0051] 在操作18中,通过操作11至17产生的帧被存储在帧缓冲器中,并且在显示装置上显示存储在帧缓冲器中的帧。

[0052] 返回参照图1,存储器200可以存储至少一个压缩纹理,或者可以在存储器200的帧缓冲器中存储由图形处理设备100产生的至少一个帧。存储器200可以将作为图形处理设备100的渲染结果产生的至少一个帧存储在存储器200的帧缓冲器中。存储器200可以根据纹理处理单元130的请求将至少一个纹理发送到纹理处理单元130。

[0053] 同时,物理上不可能在纹理处理单元130中存储分别与特定空间中的纹理对应的各种对象和细化贴图的所有纹理,或者换言之,纹理处理单元130可能不会包括足够的存储空间和/或存储器空间以存储与要显示的对象相关的所有纹理和/或细化贴图。为了减少存储纹理所需的存储空间量并有效地发送纹理,纹理通常被压缩以通过3D图形渲染进行存储和/或传输。一个纹理可以被分成具有相同尺寸的多个纹理块,并且可以用相同数量的比特(例如,比特数)对纹理块进行压缩。在下文中,将描述具有 4×4 尺寸的纹理块的压缩处理和解压缩处理,然而,示例实施例不限于此,纹理块可以具有任何尺寸。

[0054] 图3是根据至少一个示例实施例的用于描述压缩纹理块和压缩纹理块的压缩数据格式的示意图。

[0055] 通常,在3D图形处理操作期间将纹理压缩之后存储,以满足硬件资源和通信环境的要求。在期望的和/或预定的块单元(即,纹理块)中,对形成纹理的纹理元素执行一般的压缩方法。

[0056] 关于一般的纹理压缩标准,对于要压缩的纹理块(例如,被指定和/或选择的要压缩的纹理块),确定表示纹理块中的部分或全部纹理元素的代表值,并针对每个纹理元素确定指示代表值选择信息的索引或将被应用于代表值的权重,以便将所述代表值以及索引或权重存储为压缩数据。

[0057] 例如,当纹理块的尺寸为 4×4 (例如,4纹理元素 \times 4纹理元素)时,一个纹理块总共包括16个纹理元素。尽管一个纹理块具有例如1种至16种颜色,但是由于在压缩处理期间用相同数量的比特来压缩全部纹理块,因此可以确定表示包括在纹理块中的全部纹理元素的颜色值并用作代表值。例如,当16个纹理元素总共包括4种颜色时,可以将4种颜色值均确定为代表值,可以针对每个像素确定与选择4种颜色值之一有关的指示信息的索引。作为另一示例,当将16个纹理元素的颜色值按照大小顺序排列时,对应于端点值的最大值和最小值可以被确定为代表值,可以针对每个纹理元素确定将被应用于两个端点值的权重以表示每个纹理元素的值。

[0058] 参照图3,示出了压缩纹理块的形状和与具有 4×4 尺寸 (例如, 4×4 纹理元素尺寸)的纹理块相关的压缩数据的格式。如图3中示出的示例所示,压缩纹理块可以存储两个代表值以及每个纹理元素的索引或权重。通过将32比特分配给2个代表值并将2比特分配给与16个纹理元素中的每个纹理元素的索引或权重有关的信息,将一个纹理块压缩为总共64比特的压缩数据 (例如,64比特的总压缩大小)。然而,图3的压缩纹理块使用纹理压缩标准中的一种,示例实施例不限于此。

[0059] 同时,基于压缩方法的逆处理 (例如,解压缩方法),压缩纹理块可被解压缩以重构未压缩的和/或原始的纹理块。然而,如上所述,由于在压缩处理期间使用相同数量的比特压缩一些或全部的纹理块而不考虑不同的纹理块形成纹理且不同的纹理具有不同数量的颜色值,所以对于精确地压缩与包括在原始纹理块中的颜色相关的信息而言,一些纹理块可能具有不足或过多的数量的比特。结果,一些纹理块不能完美地实现包括在原始纹理块中的全部颜色,并且其它一些纹理块会压缩一个或更多个不必要的颜色。在下文中,将描述压缩和解压缩纹理块的一些颜色信息的方法,不能使用已确定的压缩比特数 (例如,在压缩处理中使用的比特数) 实现包括在纹理块中的全部颜色的纹理块的一些颜色信息被存储在纹理块的压缩数据比特的支持比特中,这能够基于每个纹理块的颜色分布用比已确定的压缩比特数更少的比特数来实现包括在纹理块中的全部颜色。

[0060] 图4是根据至少一个示例实施例的纹理处理单元130的结构框图。根据至少一个示例实施例,虽然图4中的纹理处理单元130的解压缩器133被示出为纹理处理单元的组件,但示例实施例不限于此,在其它示例实施例中,解压缩器133可以是纹理解压缩设备,其中,纹理解压缩设备可以被实现为位于纹理处理单元130的外部 (例如,在纹理处理单元130之外) 的独立模块和/或设备。

[0061] 参考图4,纹理处理单元130可以包括控制器131、解压缩器133和纹理过滤器135,但是示例实施例不限于此,纹理处理单元130可以包括更多或更少数量的构成元件。

[0062] 控制器131可以通过执行控制纹理处理单元130和/或控制解压缩器133和纹理过滤器135所需的操作来控制纹理处理单元130的一些或全部操作。

[0063] 当纹理处理单元130从可以位于纹理处理单元130外部的存储器200接收压缩纹理时,解压缩器133可以执行解压缩。在通常的纹理压缩标准中,纹理可以被压缩成纹理块,并因此解压缩器133可以接收压缩纹理块和/或压缩纹理。

[0064] 这里,压缩纹理块表示其中形成纹理的纹理元素以特定的块为单位被压缩的纹理块。另一方面,纹理块表示在被压缩之前形成纹理的纹理元素之中要被压缩的以特定的块为单位的纹理元素,或通过对压缩纹理块进行完全解压缩产生的纹理元素。同时,一个纹理

可以包括至少一个纹理块。一个压缩纹理可以包括至少一个压缩纹理块。换言之,纹理可以被压缩成至少一个压缩纹理块。

[0065] 解压缩器133可以通过对压缩纹理块进行解压缩来产生纹理块(例如,未压缩的纹理块、原始纹理块等)。解压缩器133可以执行从压缩纹理块提取在压缩处理期间使用的压缩参数的处理,然后执行从提取的压缩参数产生纹理元素值的处理。解压缩器133可以基于压缩参数搜索特定值,或者可以通过执行插值来获得该特定值以产生纹理元素值。

[0066] 例如,解压缩器133可以并且基于压缩纹理块来获得与形成纹理块的纹理元素的代表值、形成纹理块的纹理元素中的每个纹理元素的索引和/或权重以及指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式有关的信息。

[0067] 基于形成纹理块的纹理元素的值,代表值可被确定为任意值(例如,代表值可以位于形成纹理块(诸如,纹理块的第一比特等)的纹理元素中的期望位置中)。例如,代表值可以是形成纹理块的纹理元素的颜色值中具有最高频率的颜色值,或者当纹理元素以特定顺序排列时可以具有端点值。

[0068] 每个纹理元素的索引可以是与选择代表值有关的信息。例如,当存在两个代表值(即,第一代表值和第二代表值)时,当第一纹理元素的1比特的索引比特值为'0'时,第一代表值可以被选择为第一纹理元素的纹理元素值,当1比特的索引比特值为'1'时,第二代表值可被选择为第一纹理元素的纹理元素值。每个像素的权重可以是权重值、与对权重值进行编码有关的信息或权重的索引。例如,当将权重分配给纹理元素中的每个时,第一纹理元素的纹理元素值可以通过使用与第一纹理元素的权重和纹理块的代表值对应的值而获得的加权平均值。

[0069] 基于压缩纹理块获得的代表值以及索引或权重可以根据纹理压缩标准的类型而改变。换言之,代表值的数量或代表值的确定方法可以根据纹理压缩标准的类型而改变,因此可以使用索引或权重。

[0070] 指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式可以包括在压缩纹理块的压缩数据比特中。例如,分配给压缩数据比特中的比特支持模式的比特数可以是2或3比特长,但不限于此。

[0071] 图5是用于描述根据至少一个示例实施例的压缩纹理块的压缩数据格式的示图,所述压缩纹理块的压缩数据格式包括与指示纹理块之间支持关系的比特支持模式有关的信息。

[0072] 根据图5的压缩纹理块的压缩数据格式,将m比特分配给与比特支持模式有关的信息,将n比特分配给诸如端点颜色的代表值,将1比特分配给纹理元素中的每个的索引或权重,其中, $m+1+n$ 总共为64比特。

[0073] 返回参照图4,解压缩器133可以执行从压缩纹理块提取在压缩处理期间使用的压缩参数的过程。解压缩器133可以提取压缩参数,诸如,代表值、索引或权重以及指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式。当压缩纹理块为另一个纹理块提供支持比特时,可以进一步提取支持比特作为压缩参数。

[0074] 根据一些示例实施例,解压缩器133可以将提取的压缩参数存储在纹理高速缓存中以与当前压缩纹理块和/或未来压缩纹理块一起使用。

[0075] 解压缩器133可以基于代表值以及索引或权重来获得形成纹理块的纹理元素中的

每个纹理元素的颜色值。解压缩器133可以对多个压缩纹理块执行并行处理,以获得多个纹理元素值。

[0076] 纹理过滤器135可以通过使用由解压缩器133产生的纹理元素值来执行纹理过滤。对纹理元素值的过滤表示通过混合纹理元素值来获得对应于像素的颜色值。例如,纹理过滤器135可以通过在包括纹理元素地址的纹理空间获得在部分区域或整个区域中包括的纹理元素值的平均值来获得与像素对应的颜色值。由纹理过滤器135过滤的纹理元素值可以响应于着色器核120的请求被发送到着色器核120。由纹理过滤器135执行的纹理过滤可以是各种过滤方法中的任何一种,诸如,三线性过滤(tri-linear filtering)方法等。

[0077] 图6是用于描述根据至少一个示例实施例的纹理处理单元130的操作的示图。根据至少一个示例实施例,图6示出的纹理处理单元130的解压缩器133可以是独立的纹理解压缩模块和/或设备。

[0078] 参照图6,纹理处理单元130可以包括控制器131、解压缩器133和纹理过滤器135等,但不限于此。解压缩器133可以包括解析器133-1、纹理高速缓存133-2和纹理元素产生器133-3等,但不限于此。纹理高速缓存133-2可以包括在如图6示出的解压缩器133中,或者可以设置在解压缩器133的外部。

[0079] 解析器133-1可以基于压缩纹理块来获得形成纹理块的纹理元素的代表值、形成纹理块的纹理元素中的每个纹理元素的索引或权重、指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及支持比特。换言之,当将压缩纹理块输入到解压缩器133时,解析器133-1可以基于接收到的压缩纹理块获得代表值、索引或权重、以及关于比特支持模式的信息,当比特支持模式指示压缩纹理块将支持比特提供给相邻纹理块时,可以从压缩纹理块的压缩数据比特进一步获得支持比特。

[0080] 图7是用于描述根据至少一个示例实施例的解压缩器133的解析器133-1的操作的示图。

[0081] 解析器133-1可以从压缩纹理块的压缩数据比特获得与指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式有关的信息。解析器133-1可以从压缩纹理块的压缩数据比特获得形成纹理块的纹理元素的代表值和形成纹理块的纹理元素中的每个纹理元素的索引或权重。例如,纹理元素中的每个纹理元素的索引或权重可以与形成纹理块的纹理元素的数量相同。当比特支持模式指示压缩纹理块将支持比特提供给相邻纹理块时,解析器133-1还可以获得支持比特。支持比特可以包括可用于相邻纹理块的颜色值以及索引或权重。解析器133-1可以通过确定压缩数据比特的格式从解压缩器133所接收的压缩纹理块中获得比特支持模式、代表值、索引或权重、以及/或者存储在支持比特中的信息。

[0082] 为了便于描述,在图7中,通过压缩具有 4×4 尺寸的纹理块来获得压缩纹理块,但示例实施例不限于此。具有 4×4 尺寸的纹理块可以包括从纹理元素T0到纹理元素T15的总共16个纹理元素。

[0083] 图7的压缩纹理块的压缩数据比特包括指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式M、两个代表值RV0和RV1、与16个纹理元素有关的权重W0至W15以及支持比特SB。当解压缩器133接收到这样的压缩纹理块时,基于接收到的压缩纹理块获得比特支持模式、代表值、索引或权重、以及支持比特,并可以将它们存储在纹理高速缓存133-2和/或本地存储器。

[0084] 例如,如图7所示,解析器133-1可以对包括在压缩纹理块中的比特支持模式M、代

表值RV0和RV1、权重W0至W15以及/或者支持比特SB进行解析。解析器133-1可以对代表值RV0和RV1进行解析并将代表值RV0和RV1处理为形成纹理块的纹理元素的代表值。解析器133-1可以对权重W0至W15进行解析并将权重W0至W15处理为形成纹理块的纹理元素的权重。解析器133-1可以根据从压缩数据比特解析的比特支持模式M的值来确定是否进一步解析支持比特SB。

[0085] 返回参照图6,纹理高速缓存133-2可以存储由解析器133-1获得的比特支持模式、代表值、索引或权重、以及/或者支持比特。换言之,纹理高速缓存133-2可以存储与整个压缩纹理块对应的纹理元素的代表值、形成纹理块的纹理元素的每个纹理元素的索引或权重、以及/或者根据指示相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式的支持比特。从第一压缩纹理块解析的值可以存储在纹理高速缓存133-2中,然后用来对与第一压缩纹理块相邻的第二压缩纹理块进行解压缩。

[0086] 纹理元素产生器133-3可以基于代表值、索引或权重、以及/或者存储在支持比特中的信息来产生包括在纹理块中的纹理元素。例如,纹理元素产生器133-3可以通过使用存储在纹理高速缓存133-2中的代表值、索引或权重、以及/或者存储在支持比特中的信息来重构压缩纹理块的纹理元素。

[0087] 然而,如上所述,尽管形成纹理的纹理块中的每个纹理块可能具有不同数量的颜色值,但是使用相同数量的比特(例如,相同的比特数)来对纹理的全部纹理块进行压缩。结果,由于用于精确地压缩与包括在原始纹理块中的全部颜色有关的信息的压缩比特数不足,所以一些纹理块不能(完美地)实现包括在原始纹理块中的全部颜色。例如,具有 4×4 尺寸的纹理块可以具有最多16种颜色,如图7所示,当仅根据确定的压缩方法选择两个代表值而不考虑包括在纹理块中的实际颜色的数量时,包括各种颜色的数量的纹理块会在解压缩期间与原始纹理块不同。同时,具有 4×4 尺寸的纹理块可以具有最少1种颜色,在这种情况下,能够指示一种颜色值的压缩参数是足够的,或者换言之,如果实际包括在纹理块中的颜色的数量小于压缩比特数可能的最大颜色数(例如, 4×4 块中仅出现1种颜色值,但是存在最多16种颜色),那么压缩参数是足够的。然而,由于用与其它纹理块使用的压缩数据比特数相等的压缩数据比特数来压缩纹理块,所以该纹理块可以具有与在原始纹理块的压缩期间未使用的颜色有关的压缩信息。

[0088] 在下文中,将描述压缩纹理块的一些颜色信息的纹理压缩和解压缩方法,不能使用已确定的压缩比特数来实现包括在纹理块中的全部颜色的纹理块的一些颜色信息被存储在纹理块的压缩数据比特的支持比特中,这能够基于每个纹理块的颜色分布用比已确定的压缩比特数更少的比特数来实现包括在纹理块中的全部颜色。

[0089] 图8是用于描述根据至少一个示例实施例的指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式的示例的示图。参照图8,比特支持模式由2比特表示,总共可以是4种类型/值,即,'00'、'01'、'10'和'11'。

[0090] 例如,当第一纹理块的比特支持模式为第一值(例如,'00')且第一纹理块的相邻纹理块的比特支持模式不是第一值(例如,'00')时,可以将与存储在相邻纹理块的支持比特中的颜色有关的信息用作用来对第一纹理块进行解压缩的代表值或权重。换言之,当第一纹理块的比特支持模式为'00'时,第一纹理块可以从比特支持模式不是'00'的相邻纹理块接收用于解压缩第一纹理块的代表值以及索引或权重。

[0091] 当第一纹理块的比特支持模式为第二值(例如,'01')时,第一纹理块可以将用于对纹理块进行解压缩的代表值以及索引或权重提供给在第一方向上(例如,位于第一纹理块的右侧)的相邻纹理块。

[0092] 当第一纹理块的比特支持模式为第三值(例如,'10')时,第一纹理块可以将用于对纹理块进行解压缩的代表值以及索引或权重提供给在第一纹理块的第二方向(例如,位于第一纹理块的左侧)上的相邻纹理块。

[0093] 当第一纹理块的比特支持模式为第四值(例如,'11')时,第一纹理块可以将用于对两个方向(例如,位于第一纹理块的左侧和右侧)上的相邻块进行解压缩的代表值以及索引或权重提供给左纹理块和右纹理块。

[0094] 结果,根据至少一个示例实施例,当第一纹理块的比特支持模式为'00'时,只要相邻纹理块的比特支持模式不是'00',那么第一纹理块可以是受主纹理块。当第一纹理块的比特支持模式为'01'、'10'或'11'时,第一纹理块可以是施主纹理块。

[0095] 图9至图11是用于描述根据一些示例实施例的针对相邻的纹理块根据比特支持模式将支持比特提供给相邻纹理块的示例的示意图。

[0096] 现在将描述通过使用以上参照图8描述的2比特的比特支持模式和支持比特对形成纹理的任意相邻纹理块执行的压缩和解压缩方法。

[0097] 参照图9的纹理块A至纹理块C,纹理块A具有一种颜色,纹理块B具有6种颜色,纹理块C具有2种颜色。与相邻的纹理块相比,在纹理块B中可以分布各种颜色,且与纹理块A相同的颜色包括在纹理块B中。由于纹理块B不能基于给定的压缩数据比特(例如,将支持4种颜色的2比特)对分布在纹理块B中的全部颜色的信息进行压缩,并且由于纹理块A仅需要单个比特来表示包括在纹理块中的1种颜色从而能够提供支持比特,所以纹理块B可以从纹理块A接收支持比特(例如,用于颜色信息的附加比特)。

[0098] 参照图9,对纹理块A至纹理块C中的每个纹理块设置比特支持模式。纹理块A的比特支持模式为'01',纹理块B和纹理块C的比特支持模式为'00'。纹理块A可以提供支持比特,从而位于纹理块A右侧的纹理块可以使用支持比特。可以对与不能包括在纹理块B的压缩数据比特中的颜色有关的信息进行压缩以存储在纹理块A的支持比特中。另外,可以通过使用包括在纹理块B的压缩数据比特中的颜色信息以及存储在纹理块A的支持比特中的颜色信息来对纹理块B进行解压缩。存储在纹理块A的支持比特中的颜色信息可以存储在解压缩器133的纹理高速缓存133-2和/或本地存储器中。根据本示例,当存储在支持比特中的颜色信息未被存储在解压缩器133的纹理高速缓存133-2或本地存储器中时,可以仅使用纹理块B的压缩数据比特对纹理块B进行解压缩,或者通过从存储器200接收存储在纹理块A的支持比特中的颜色信息对纹理块B进行解压缩,然而示例实施例不限于此。

[0099] 在图9中,在对纹理块B进行解压缩的同时,2比特的索引被附加地分配给纹理块B的纹理元素中与纹理块A相邻的两列的纹理元素中的每个纹理元素(即,纹理块B的左侧区域中的8个纹理元素中的每个纹理元素)。索引的两比特中的一个比特确定是否使用存储在纹理块A的支持比特中的颜色信息,索引的两个比特中的另一个比特选择从纹理块A的代表值中导出两种颜色之一。同时,由于与纹理块C相邻的纹理块B的比特支持模式为'00',所以即使纹理块B和纹理块C具有相同的颜色,纹理块C也不能从纹理块B接收纹理块B的颜色信息。

[0100] 参照图10示出的纹理块A至纹理块C,纹理块A具有一种颜色,纹理块B具有8种颜色,纹理块C具有2种颜色。当与相邻纹理块相比时,纹理块B中分布有各种颜色,且纹理块B包括与纹理块A和纹理块C相同的颜色。由于不能使用给定数量的压缩数据比特来压缩与分布在纹理块B中的全部颜色有关的信息,且纹理块A和纹理块C能够提供支持比特,所以纹理块B可以从纹理块A和纹理块C接收支持比特。

[0101] 参照图10,为纹理块A至纹理块C中的每个纹理块设置比特支持模式。纹理块A的比特支持模式为'01',纹理块B的比特支持模式为'00',纹理块C的比特支持模式为'10'。纹理块A可以提供支持比特,使得纹理块A右侧的纹理块(例如,右纹理块)可以使用支持比特,纹理块C可以提供支持比特,使得纹理块C左侧的纹理块(例如,左纹理块)可以使用支持比特。当对纹理块B进行压缩时,可以对与不能包括在纹理块B的压缩数据比特中的颜色有关的信息进行压缩以存储在纹理块A和纹理块C的支持比特中。另外,可以通过使用包括在纹理块B的压缩数据比特中的颜色信息以及存储在纹理块A和纹理块C的支持比特中的颜色信息来对纹理块B进行解压缩。存储在纹理块A的支持比特中的颜色信息和存储在纹理块C的支持比特中的颜色信息可以存储在解压缩器133的纹理高速缓存133-2和/或本地存储器中。当存储在支持比特中的颜色信息未被存储在解压缩器133的纹理高速缓存133-2和/或本地存储器中时,可以仅使用纹理块B的压缩数据比特对纹理块B进行解压缩,或者通过从存储器200接收存储在纹理块A和纹理块C的支持比特中的颜色信息对纹理块B进行解压缩。

[0102] 在图10中,在对纹理块B进行解压缩的同时,2比特的索引被附加地分配给纹理块B的纹理元素中与纹理块A相邻的两列的纹理元素中的每个纹理元素(即,纹理块B的左侧区域中的8个纹理元素中的每个纹理元素)。另外,2比特的索引被附加地分配给纹理块B的纹理元素中与纹理块C相邻的两列的纹理元素中的每个纹理元素(即,纹理块B的右侧区域中的8个纹理元素中的每个纹理元素)。索引的两比特中的一个比特确定是否使用存储在纹理块A或纹理块C的支持比特中的颜色信息,索引的两个比特中的另一个比特选择从纹理块A或纹理块C的代表值中导出的两种颜色之一。

[0103] 参照图11示出的纹理块A至纹理块C,纹理块A具有8种颜色,纹理块B具有1种颜色,纹理块C具有8种颜色。当与相邻纹理块B相比时,纹理块A和纹理块C中分布有各种颜色,且纹理块B具有与纹理块A和纹理块C相同的颜色。由于不能用给定的压缩数据比特来压缩与分布在纹理块A和纹理块C中的所有颜色有关的信息,且纹理块B能够提供支持比特,所以纹理块B可以将比特支持提供给纹理块A和纹理块C。

[0104] 参照图11,为纹理块A至纹理块C中的每个设置比特支持模式。纹理块A的比特支持模式为'00',纹理块B的比特支持模式为'11',纹理块C的比特支持模式为'00'。纹理块B可以将支持比特提供给纹理块A和纹理块C,从而纹理块A和纹理块C可以使用支持比特。当对纹理块A和纹理块C各自进行压缩时,可以对不能包括在纹理块A的压缩数据比特中的颜色信息和不能包括在纹理块C的压缩数据比特中的颜色信息进行压缩以存储在纹理块B的支持比特中。另外,可以通过使用包括在纹理块A和纹理块C的压缩数据比特中的颜色信息以及存储在纹理块B的支持比特中的颜色信息来对纹理块A和纹理块C进行解压缩。存储在纹理块A的支持比特中的颜色信息和存储在纹理块C的支持比特中的颜色信息可以存储在解压缩器133的纹理高速缓存133-2和/或本地存储器中。当存储在支持比特中的颜色信息未被存储在解压缩器133的纹理高速缓存133-2或本地存储器中时,可以仅分别使用纹理块A

和纹理块C的压缩数据比特来对纹理块A和纹理块C进行解压缩,或者通过从存储器200接收存储在纹理块B的支持比特中的颜色信息来对纹理块A和纹理块C进行解压缩。

[0105] 在图11中,在对纹理块A和纹理块C进行解压缩的同时,2比特的索引被附加地分配给纹理块A的纹理元素中与纹理块B相邻的一列的纹理元素中的每个纹理元素(即,纹理块A的最右侧列处的4个纹理元素中的每个纹理元素)。另外,2比特的索引被附加地分配给纹理块C的纹理元素中与纹理块B相邻的一列的纹理元素中的每个纹理元素(即,纹理块C的最左侧列的4个纹理元素中的每个纹理元素)。索引的两比特中的一个比特确定是否使用存储在纹理块B的支持比特中的颜色信息,索引的两个比特中的另一个比特选择从纹理块B的代表值中导出的两种颜色之一。

[0106] 图12是用于描述根据至少一个示例实施例的指示纹理块之间的支持关系的比特支持模式的另一示例的图。

[0107] 参照图12,比特支持模式由3比特表示,总共为8种类型/值,即,'000'、'001'、'010'、'011'、'100'、'101'、'110'和'111'。

[0108] 例如,当第一纹理块的比特支持模式为第一值(例如,'000'),且相邻纹理块的支持比特模式不是第一值'000'时,可以将存储在相邻纹理块的支持比特中的颜色信息用作对第一纹理块进行解压缩的颜色信息。换言之,当第一纹理块的比特支持模式为'000'时,第一纹理块可以从比特支持模式不是'000'的相邻纹理块接收用于对第一纹理块进行解压缩的颜色信息。

[0109] 当第一纹理块的比特支持模式为第二值(例如,'001')时,第一纹理块可以将用于解压缩的颜色信息提供给第一纹理块的右纹理块。

[0110] 当第一纹理块的比特支持模式为第三值(例如,'010')时,第一纹理块可以将用于解压缩的颜色信息提供给第一纹理块的左纹理块。

[0111] 当第一纹理块的比特支持模式为第四值(例如,'011')时,第一纹理块可以将用于解压缩的颜色信息提供给第一纹理块的左纹理块和右纹理块。

[0112] 当第一纹理块的比特支持模式为第五值(例如,'100')时,第一纹理块可以将用于解压缩的颜色信息提供给第一纹理块的上纹理块、下纹理块、左纹理块和右纹理块。

[0113] 当第一纹理块的比特支持模式为第六值(例如,'101')时,第一纹理块可以将用于解压缩的颜色信息提供给第一纹理块的上纹理块。

[0114] 当第一纹理块的比特支持模式为第七值(例如,'110')时,第一纹理块可以将用于解压缩的颜色信息提供给第一纹理块的下纹理块。

[0115] 当第一纹理块的比特支持模式为第八值(例如,'111')时,第一纹理块可以将用于解压缩的颜色信息提供给第一纹理块的上纹理块和下纹理块。

[0116] 结果,当第一纹理块的比特支持模式为'000'时,只要相邻纹理块的比特支持模式不是'000',那么第一纹理块可以是受主纹理块。当第一纹理块的比特支持模式为'001'、'010'、'011'、'100'、'101'、'110'或'111'时,第一纹理块可以是施主纹理块。

[0117] 返回参照图6,当压缩纹理块的解压缩所需的颜色信息未被存储在纹理高速缓存133-2中时,控制器131可以向存储在纹理处理单元130外的存储器200请求存储在存储器200中的压缩纹理块。因此,解压缩器133可以从纹理处理单元130外的存储器200接收压缩纹理块。

[0118] 纹理过滤器135可以通过使用纹理元素产生器133-3产生的纹理元素来执行纹理过滤。当由纹理元素产生器133-3产生的纹理元素的数量是执行纹理过滤所需的最小数目时,纹理过滤器135可以执行纹理过滤。

[0119] 图13是根据至少一个示例实施例的纹理压缩设备400的结构的框图。纹理压缩设备400可以被实现为如图13示出的独立模块,或者可以被设置在包括图形处理设备100的用户终端或外部服务器中。

[0120] 参照图13,纹理压缩设备400可以包括存储器410和至少一个处理器420,但不限于此。

[0121] 存储器410可以存储至少一个计算机可执行指令。

[0122] 至少一个处理器420可以执行计算机可执行指令以基于形成纹理的纹理块的颜色分布来分析相邻纹理块之间的支持关系。至少一个处理器420可以基于相邻纹理块之间公共颜色的数量和相邻纹理块中的每个纹理块的颜色数量来分析相邻纹理块之间的支持关系。至少一个处理器420可以确定指示支持关系的比特支持模式以及与分配给每个纹理块的颜色有关的信息并输出压缩纹理块,在输出的压缩纹理块中,确定的比特支持模式和确定的信息为压缩参数。

[0123] 比特支持模式可以指示纹理块提供支持比特或另一纹理块接收支持比特,其中,支持比特存储与相邻纹理块所包括的颜色中未分配给所述相邻纹理块的颜色有关的信息。当比特支持模式指示纹理块提供支持比特时,处理器420可以进一步确定支持比特,并输出确定的支持比特还是压缩参数的压缩纹理块。与分配给每个纹理块的颜色有关的信息可以包括形成每个纹理块的纹理元素的代表值以及用来获得与每个纹理元素对应的颜色值的索引或权重。

[0124] 根据功能,至少一个处理器420可以是多个处理器或集成处理器的形式。例如,如图13所示,处理器420可以包括:分析器422,被配置为基于形成纹理的纹理块的颜色分布来分析相邻纹理块之间的支持关系;确定器424,被配置为指示支持关系和与分配给每个纹理块的颜色有关的信息的比特支持模式;以及输出器426,被配置为输出由确定器424确定的比特支持模式和信息为压缩参数的压缩纹理块。

[0125] 图14是根据至少一个示例实施例的纹理解压缩设备500的结构的框图。纹理解压缩设备500可被实施例如图6示出的纹理处理单元130中的解压缩器133,或者可被实现为如图14示出的独立模块。

[0126] 参照图14,纹理解压缩设备500可以包括存储器510和至少一个处理器520,但不限于此。

[0127] 存储器510可以存储至少一个计算机可执行指令。

[0128] 通过执行计算机可执行指令,至少一个处理器520可以从压缩纹理块获得指示相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给纹理块的颜色有关的信息,其中,所述比特支持模式和信息为压缩参数。至少一个处理器520可以基于比特支持模式来确定是否使用与分配给相邻纹理块的颜色有关的信息,并且基于确定的结果基于与分配给每个纹理块的颜色有关的信息来产生形成纹理块的纹理元素。

[0129] 比特支持模式可以指示纹理块接收支持比特或另一纹理块提供支持比特,其中,支持比特存储与相邻纹理块所包括的颜色中未分配给相邻纹理块的颜色有关的信息。当比

特支持模式指示纹理块接收支持比特时,至少一个处理器520可以确定与分配给相邻纹理块的颜色有关的信息被使用,并且基于与分配给所述纹理块的颜色有关的信息以及存储在支持比特中的与另一纹理块所包括的颜色中未分配给所述纹理块的颜色有关的信息,产生形成所述纹理块的纹理元素。至少一个处理器520可以仅针对形成纹理块的一些纹理元素使用存储在支持比特中的与相邻纹理块所包括的颜色中未分配给所述纹理块的颜色有关的信息。与分配给每个纹理块的颜色有关的信息可以包括形成每个纹理块的纹理元素的代表值以及用于获得与每个纹理对应的颜色值的索引或权重。

[0130] 根据功能,所述至少一个处理器520可以是多个处理器或集成处理器的形式。例如,如图14所示,至少一个处理器520可以包括:解析器522,被配置为从压缩纹理块获得指示相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给每个纹理块的颜色有关的信息,其中,比特支持模式和所述信息为压缩参数;纹理元素产生器524,被配置为基于比特支持模式来确定是否使用与分配给相邻纹理块的颜色有关的信息,并且基于确定的结果基于与分配给每个纹理块的颜色有关的信息来产生形成纹理块的纹理元素。

[0131] 图15是根据至少一个示例实施例的纹理压缩方法的流程图。

[0132] 在操作S1510中,纹理压缩设备400可以基于形成纹理的纹理块的颜色分布来分析相邻纹理块之间的支持关系。纹理压缩设备400可以基于相邻纹理块之间公共颜色的数量和相邻纹理块中的每个纹理块的颜色数量来分析相邻纹理块之间的支持关系。

[0133] 在操作S1520中,纹理压缩设备400可以确定指示相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式和与分配给每个纹理块的颜色有关的信息。比特支持模式可以指示纹理块提供支持比特或另一纹理块接收支持比特,其中,支持比特存储与相邻纹理块所包括的颜色中未分配给所述相邻纹理块的颜色有关的信息。当比特支持模式指示纹理块提供支持比特时,纹理压缩设备400可以进一步确定支持比特。与分配给每个纹理块的颜色有关的信息可以包括形成每个纹理块的纹理元素的代表值以及用于获得与每个纹理元素对应的颜色值的索引或权重。

[0134] 在操作S1530中,纹理压缩设备400可输出确定的比特支持模式和确定的信息为压缩参数的压缩纹理块。当比特支持模式指示纹理块提供支持比特时,纹理压缩设备400可以输出支持比特还是压缩参数的压缩纹理块。

[0135] 图16是根据至少一个示例实施例的纹理解压缩方法的流程图。

[0136] 在操作S1610中,纹理解压缩设备500可以从压缩纹理块获得指示相邻纹理块之间的支持关系的比特支持模式以及与分配给每个纹理块的颜色有关的信息,其中,比特支持模式和信息为压缩参数。比特支持模式可以指示纹理块接收支持比特或另一纹理块提供支持比特,其中,支持比特存储与相邻纹理块所包括的颜色中未分配给相邻纹理块的颜色有关的信息。

[0137] 在操作S1620中,纹理解压缩设备500可以基于比特支持模式来确定是否使用与分配给相邻纹理块的颜色有关的信息。当比特支持模式指示纹理块接收支持比特时,纹理解压缩设备500可以确定使用与分配给相邻纹理块的颜色有关的信息。

[0138] 在操作S1630中,根据确定的结果,纹理解压缩设备500可以基于与分配给每个纹理块的颜色有关的信息来产生形成纹理块的纹理元素。当比特支持模式指示纹理块接收支持比特时,纹理解压缩设备500可以基于与分配给纹理块的颜色有关的信息和存储在支持

比特中的与相邻纹理块所包括的颜色中未分配给所述纹理块的颜色有关的信息来产生形成纹理块的纹理元素。与分配给每个纹理块的颜色有关的信息可以包括形成每个纹理块的纹理元素的代表值以及用于获得与每个纹理元素对应的颜色值的索引或权重。同时,纹理解压缩设备500可以仅针对形成纹理块的一些纹理元素,使用存储在支持比特中的与相邻纹理块所包括的颜色中未分配给所述纹理块的颜色有关的信息。

[0139] 上述纹理压缩和/或解压缩方法可以被编写为包括计算机可读指令或计算机可执行指令的计算机程序,并且可以在使用非暂时计算机可读记录介质来执行所述程序的数字计算机中实现。非暂时性计算机可读记录介质的示例包括只读存储器 (ROM)、随机存取存储器 (RAM)、闪存、CD-ROM、CD-R、CD+R、CD-RW、CD+RW、DVD-ROM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW、DVD-RAM、BD-ROM、BD-R、BD-R LTH、BD-RE、磁带、软盘、磁光数据存储装置、光学数据存储装置、硬盘、固态盘 (SSD) 以及任何装置,所述任何装置能够存储命令或软件、相关数据、数据文件和数据结构,并向处理器或计算机提供命令或软件、相关数据、数据文件和数据结构,使得处理器或计算机可以执行命令。

[0140] 应该理解的是,这里描述的实施例应该仅以描述性的含义来考虑,而不是出于限制的目的。在每个示例实施例中的特征或方面的描述应通常被视为可适用于其它示例实施例中的其它相似的特征或方面。

[0141] 尽管已经参照附图描述了一个或更多个示例实施例,但是本领域普通技术人员将理解的是,在不脱离如权利要求所限定的精神和范围的情况下,可在其中做出形式上和细节上的各种变化。

[0142] 作为在本发明构思的领域中的传统,根据功能块、单元和/或模块在附图中描述和示出各种示例实施例。本领域技术人员将理解,这些块、单元和/或模块通过可使用基于半导体的制造技术或其它制造技术而形成的电子(或光学)电路(诸如,逻辑电路、分立组件、微处理器、硬线电路、存储器元件、线路连接等)被物理实现。在块、单元和/或模块为通过微处理器或类似的处理装置实现的情况下,可使用软件(例如,微代码)对它们进行编程以执行这里讨论的各种功能,并且可由固件和/或软件可选择地驱动它们,从而将微处理器或类似的处理装置转变为专用处理器。可选地,每个块、单元和/或模块可通过专用硬件来实现,或者可被实现为用于执行一些功能的专用硬件和用于执行其它功能的处理器(例如,一个或多个编程的微处理器和关联电路)的组合。另外,在不脱离本发明构思的范围的情况下,实施例的每个块、单元和/或模块可被物理分开为两个或更多个相互作用且分立的块、单元和/或模块。此外,在不脱离本发明构思的范围的情况下,实施例的块、单元和/或模块可被物理组合成更复杂的块、单元和/或模块。

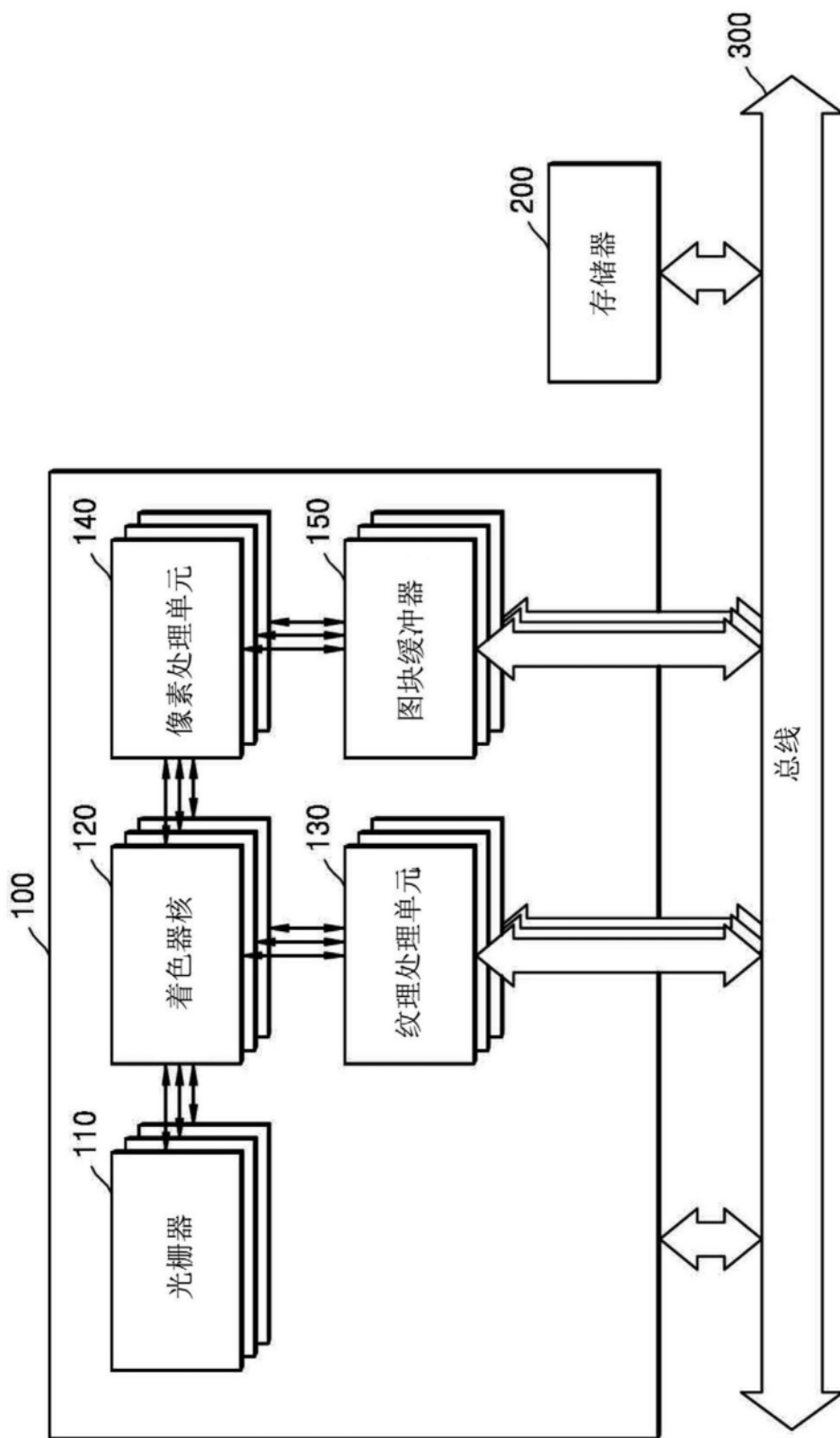


图1

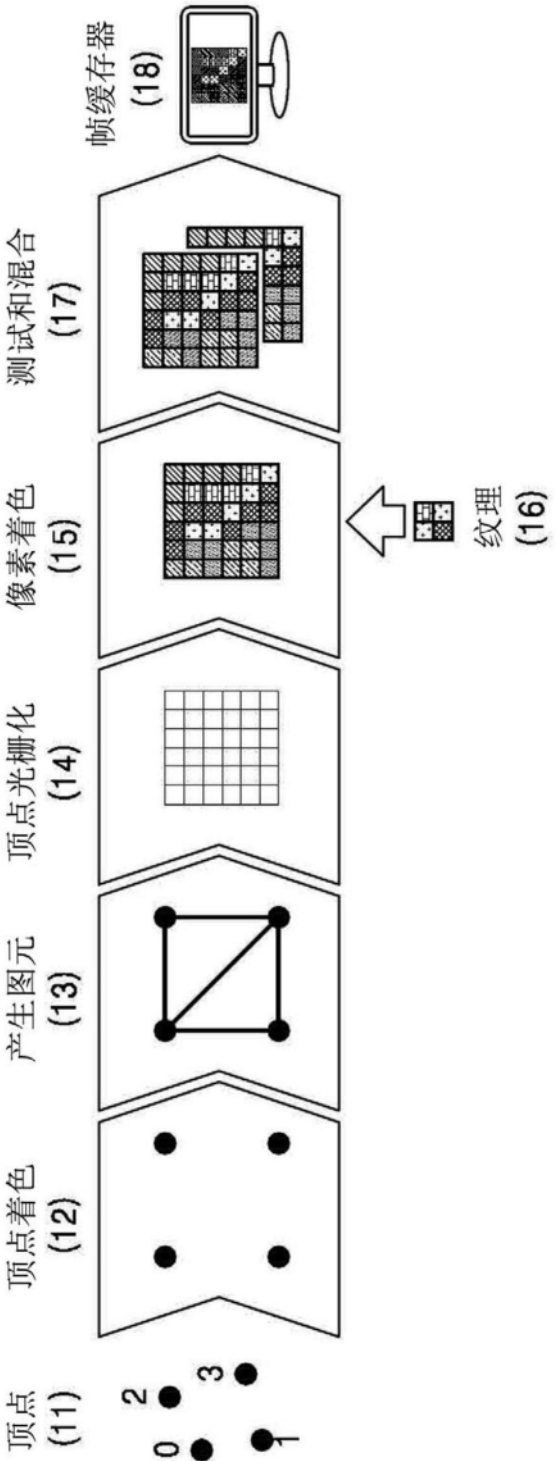


图2

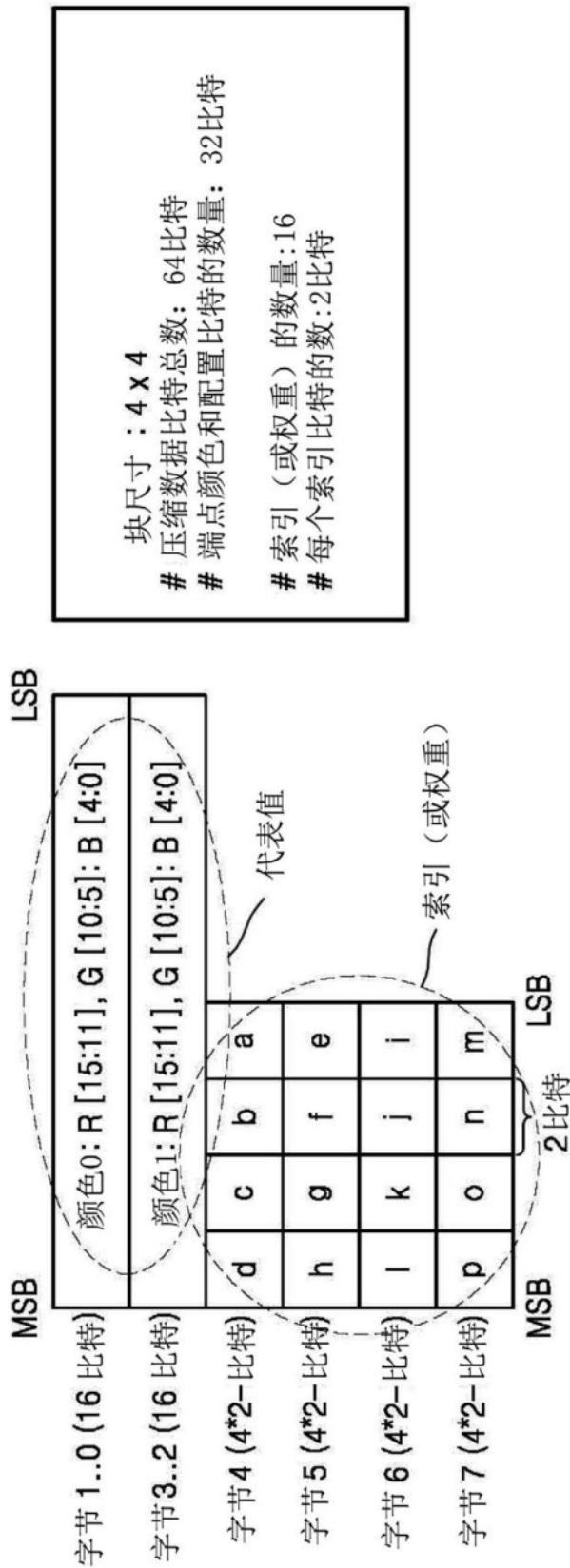


图3

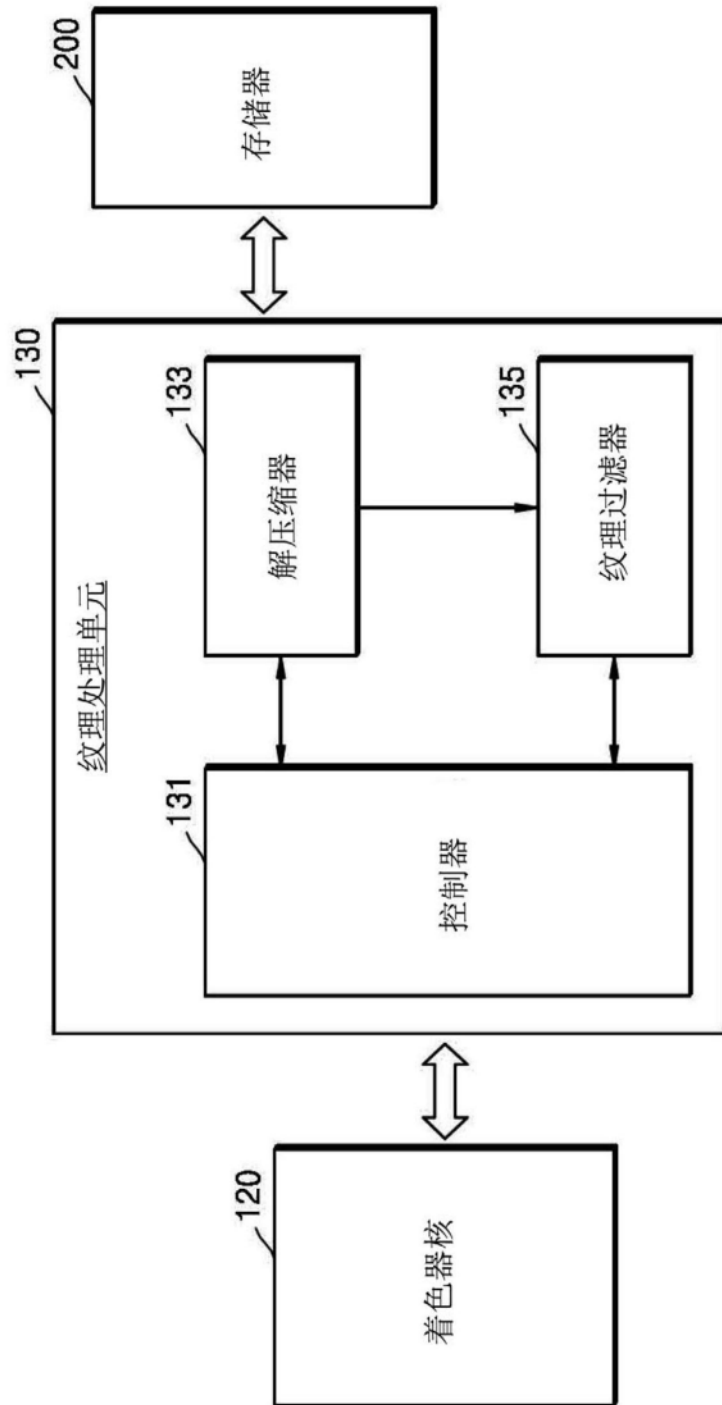


图4

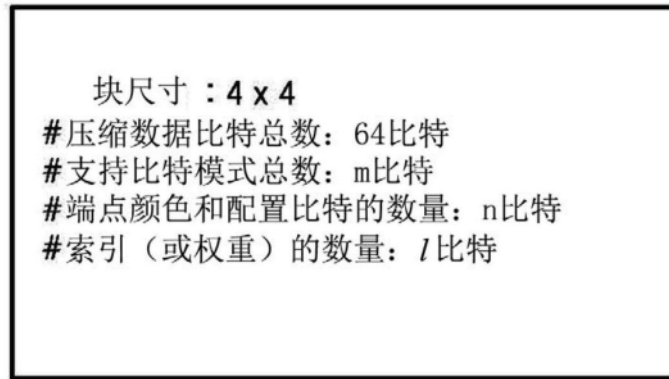


图5

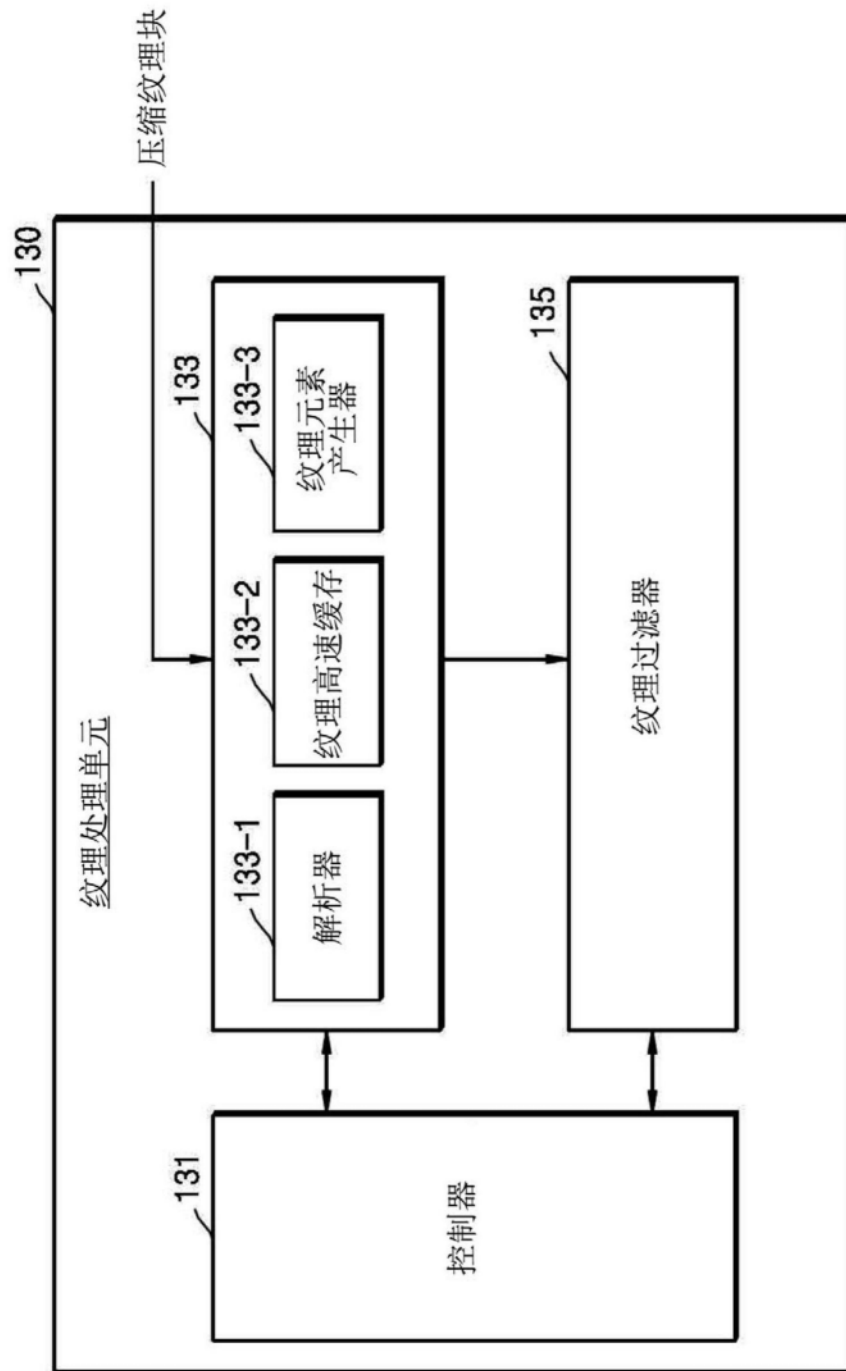


图6

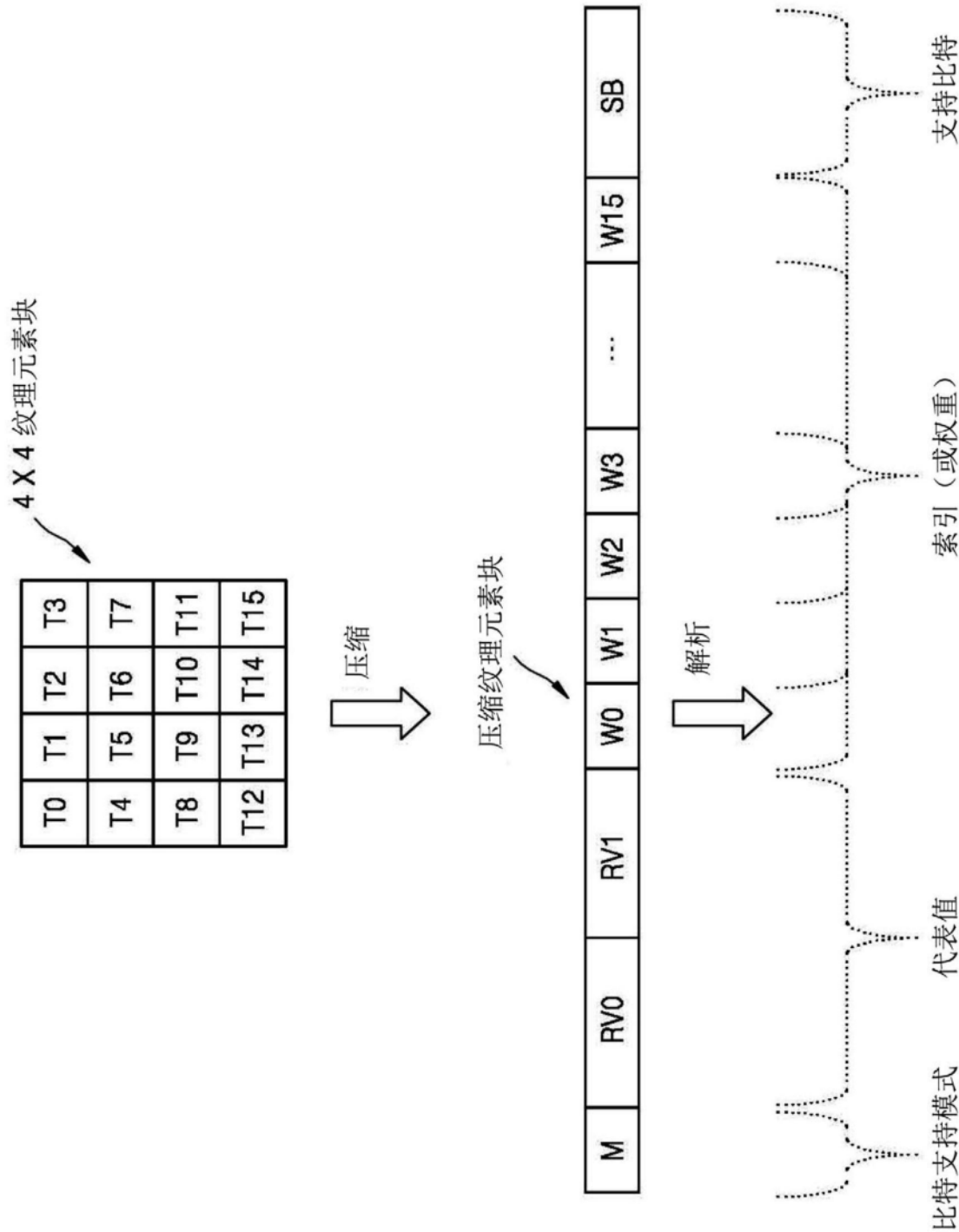


图7

比特支持模式 (2比特)	描述
00	当左侧纹理块或右侧纹理块的支持比特不为'00'时， 将支持比特数据用作额外的端点和索引
01	将支持比特共享到右侧
10	将支持比特共享到左侧
11	将支持比特共享到右侧和左侧

图8

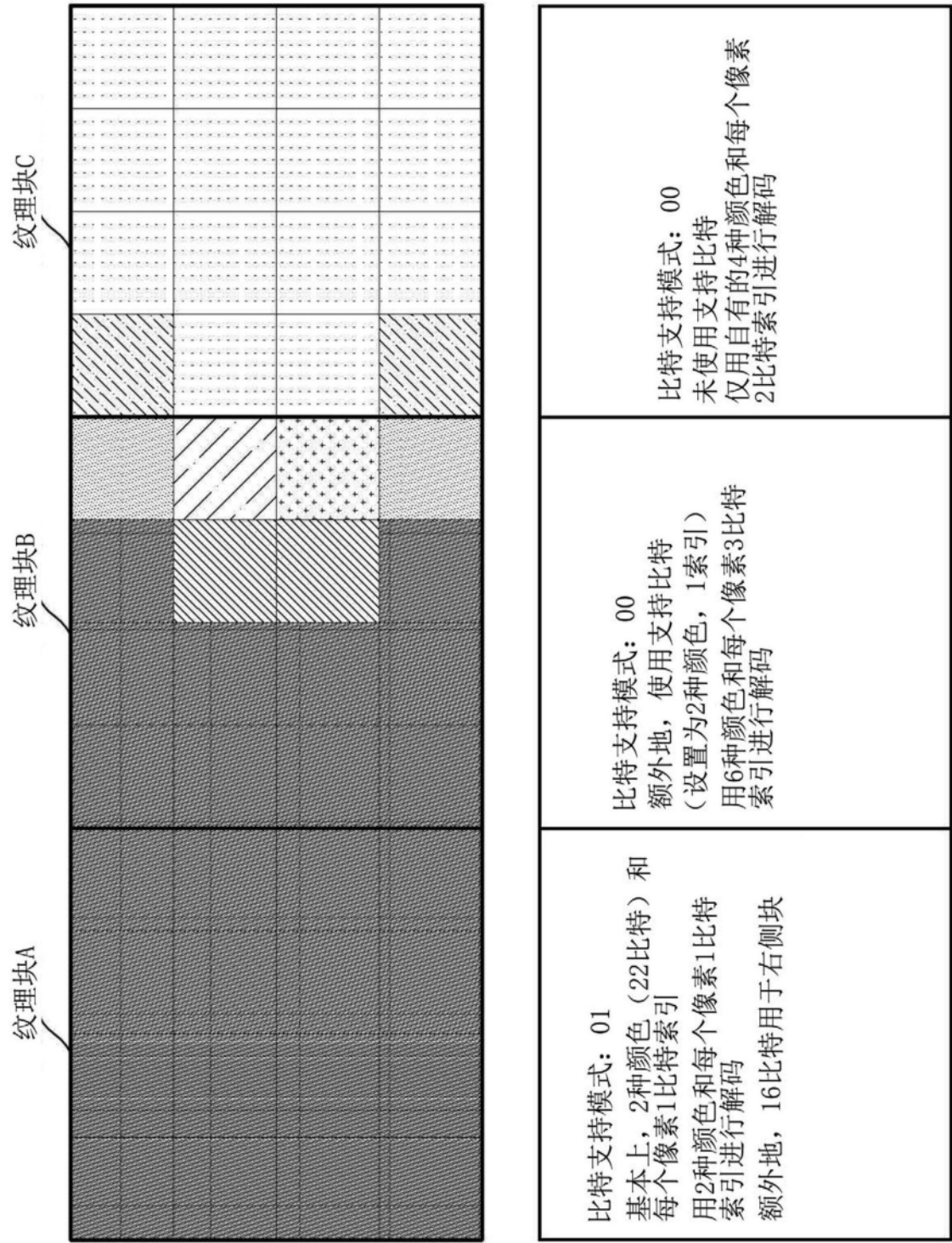


图9

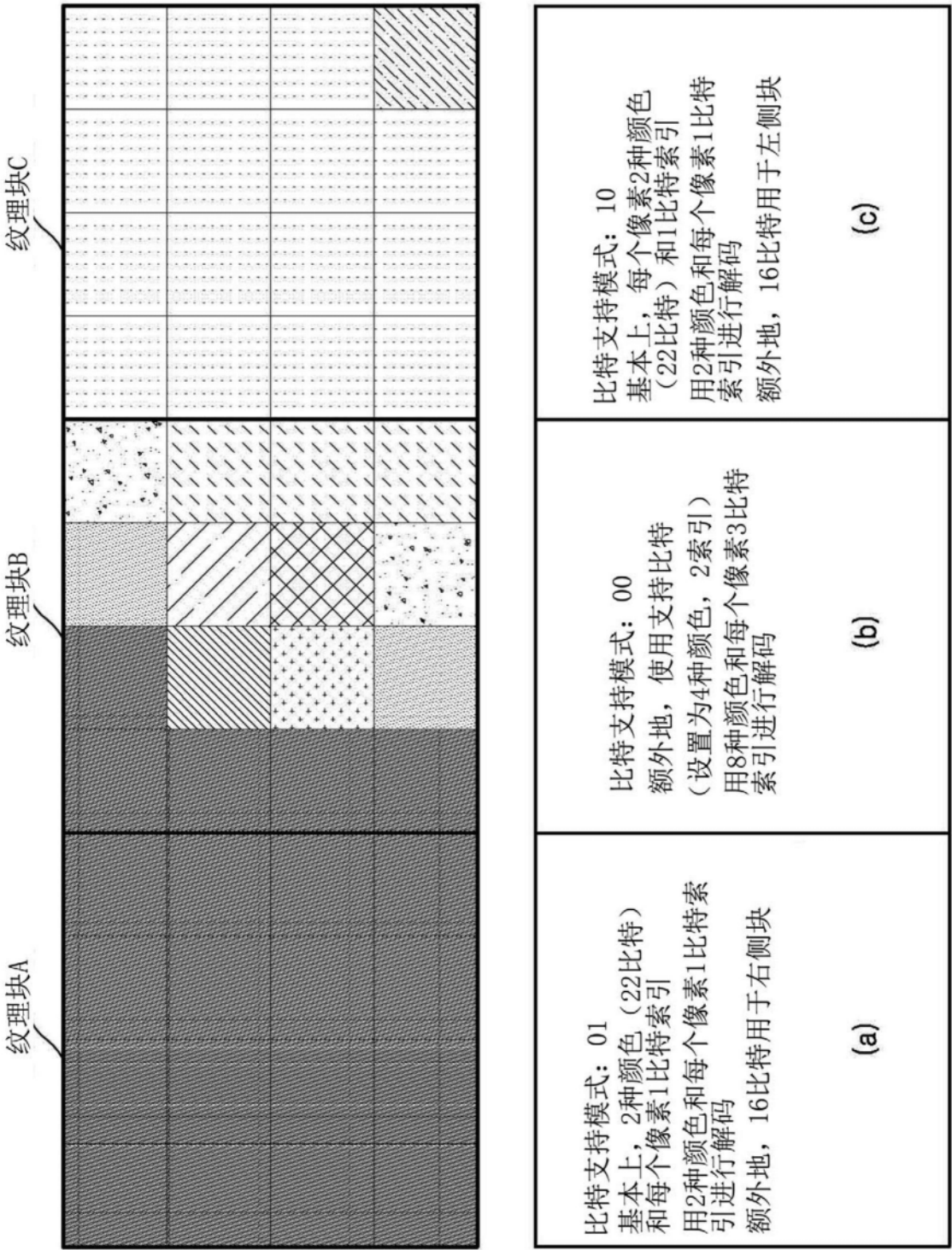


图10

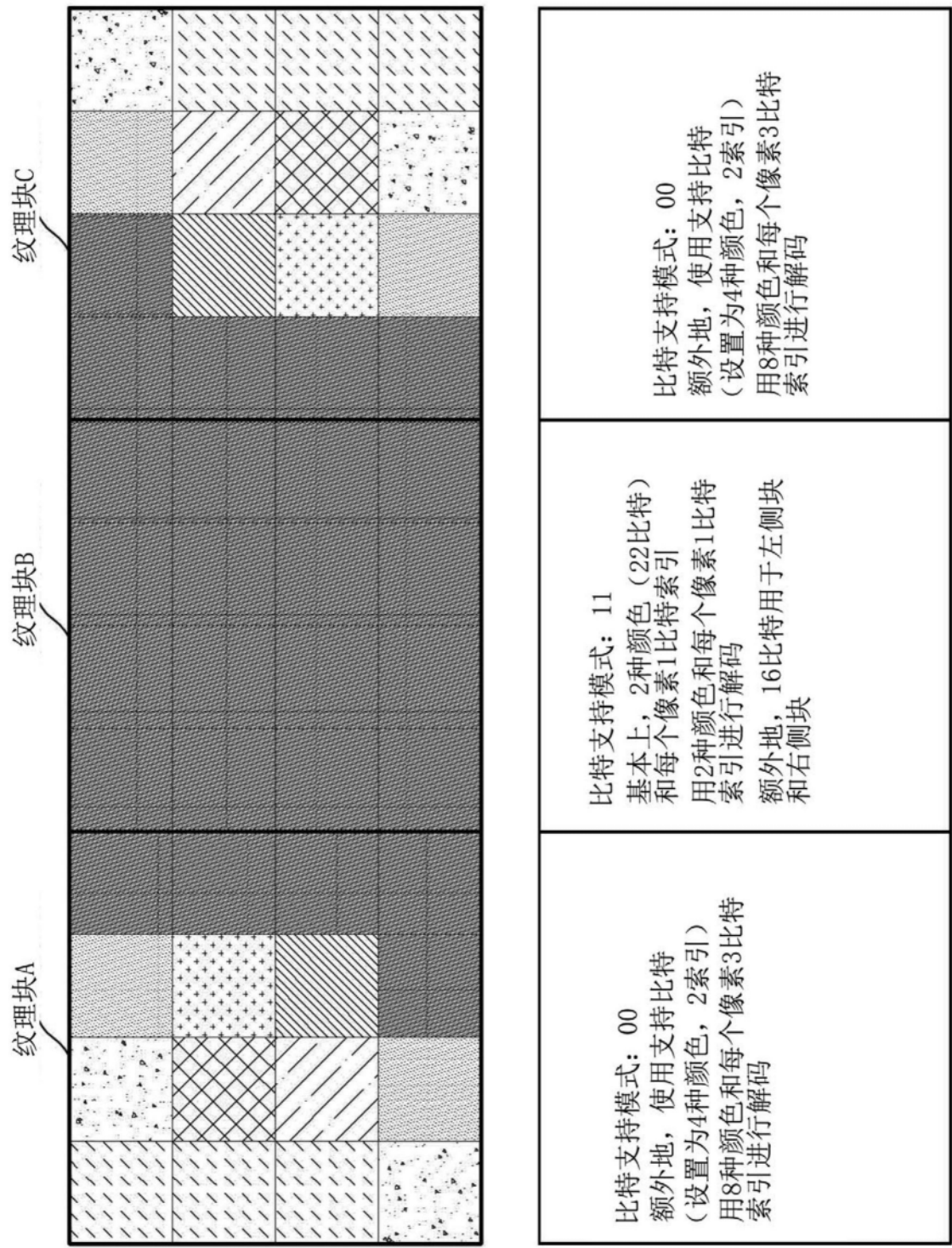


图11

比特支持模式 (3比特)	描述
000	当上侧纹理块、下侧纹理块、左侧纹理块或右侧纹理块的支持比特不为'000'时，将支持比特数据用作额外的端点和索引
001	将支持比特共享到右侧
010	将支持比特共享到左侧
011	将支持比特共享到右侧和左侧
100	将支持比特共享到上侧、下侧、左侧和右侧
101	将支持比特共享到上侧
110	将支持比特共享到下侧
111	将支持比特共享到下侧和上侧

图12

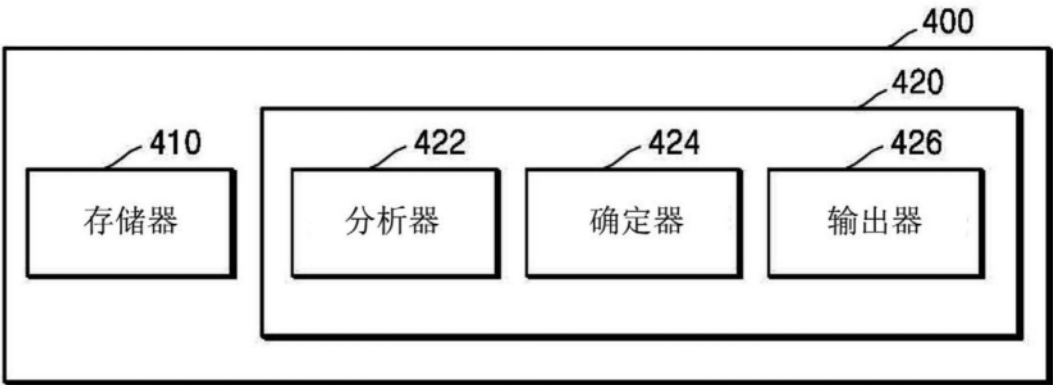


图13

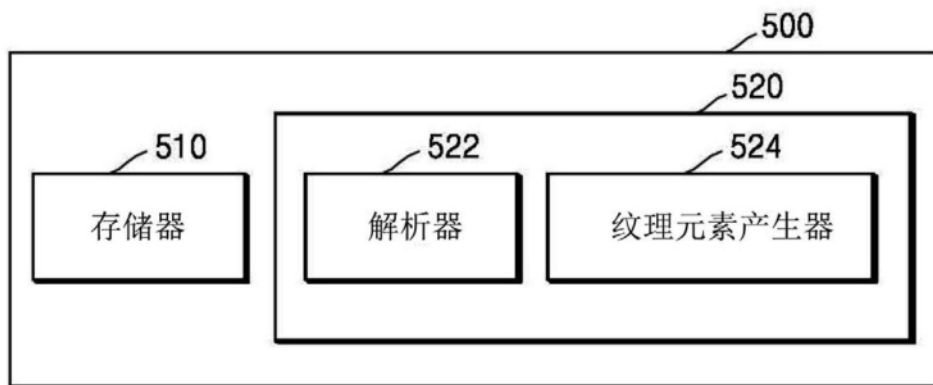


图14

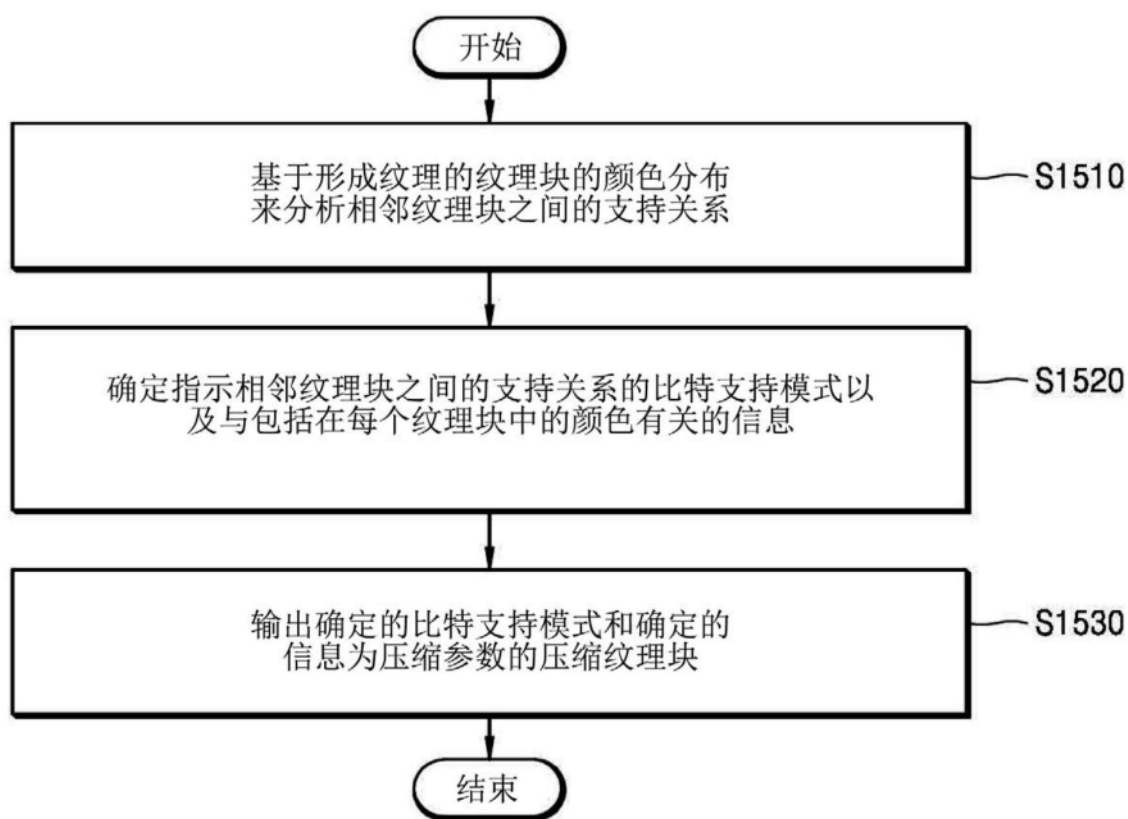


图15

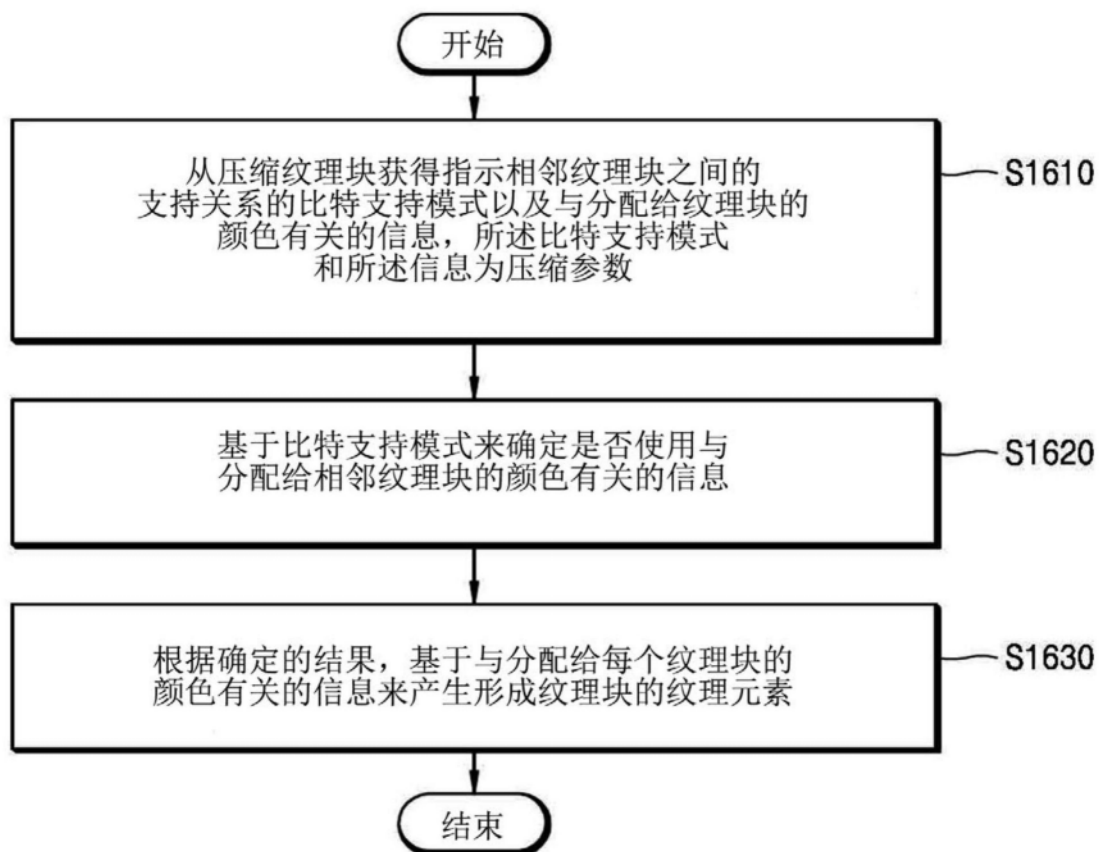


图16