(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105556240 A
(43)申请公布日 2016.05.04

(21)申请号 201480043078.X

(22)申请日 2014.07.30

(30)优先权数据
13/957,326 2013.08.01 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.01.29

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2014/001456 2014.07.30

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/015289 EN 2015.02.05

(71)申请人 阿莱恩技术有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 约西·穆阿利姆

(74)专利代理机构 北京泛诚知识产权代理有限公司 11298
代理人 杨本良 文琦

(51)Int.Cl.
G01B 11/24(2006.01)
A61B 5/00(2006.01)
A61B 5/107(2006.01)
G02B 7/36(2006.01)
H04N 5/232(2006.01)

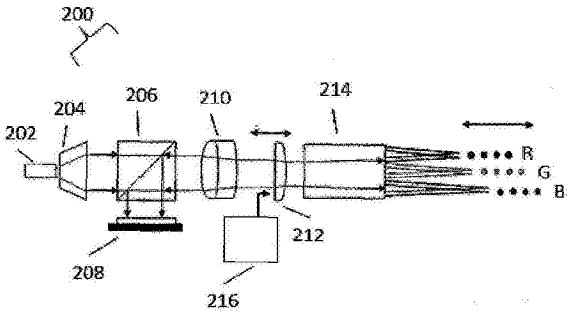
权利要求书5页 说明书13页 附图10页

(54)发明名称

用于生成聚焦彩色图像的焦距扫描

(57)摘要

通过扫描焦距来生成聚焦彩色图像，并获取具有不同焦平面的多个彩色图像。从这些多个图像生成的聚焦图像适于与由相同系统执行的扫描共焦三维测量结合。该系统能够用于口腔内扫描。



CN 105556240 A

1.一种用于生成物体的聚焦彩色图像的系统，该系统包括：

光源，该光源产生包括第一波长的光和包括与所述第一波长不同的第二波长的光；

光学系统，该光学系统光结合到所述光源，并且该光学系统能够操作成：

使所述第一波长聚焦于第一波长焦距，并且通过多个不同的第一波长焦距扫描所述第一波长焦距；并且

使所述第二波长聚焦于第二波长焦距，并且通过多个不同的第二波长焦距扫描所述第二波长焦距；

检测器，该检测器配置成收集与对于所述多个第一波长焦距的从所述物体反射的光的所述第一波长相对应的第一波长图像数据，并且收集与对于所述多个第二波长焦距的从所述物体反射的光的所述第二波长相对应的第二波长图像数据；以及

处理器，该处理器配置成对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个：

选择所述第一波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述第一波长焦距；

选择所述第二波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述第二波长焦距；并且

将与各个位置的所选择的所述第一波长焦距相对应的所述第一波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述第二波长焦距相对应的所述第二波长图像数据相结合，从而生成对于所述物体的所述聚焦彩色图像的各个图像位置的聚焦彩色图像数据。

2.根据权利要求1所述的系统，其中，所述光学系统包括能够移动的光学部件，所述光学部件构造成：

通过所述多个第一波长焦距扫描所述第一波长焦距；和

通过所述多个第二波长焦距扫描所述第二波长焦距。

3.根据权利要求1所述的系统，其中：

所述光源产生包括与所述第一波长和所述第二波长不同的第三波长的光；

所述光学系统能够操作成将所述第三波长聚焦于第三波长焦距，并且通过多个不同的第三波长焦距扫描所述第三波长焦距；

所述检测器配置成收集与对于所述多个第三波长焦距的从所述物体反射的光的所述第三波长相对应的第三波长图像数据；并且

所述处理器配置成对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个：

选择所述第三波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述第三波长焦距；并且

将与各个位置的所选择的所述第一波长焦距相对应的所述第一波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述第二波长焦距相对应的所述第二波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述第三波长焦距相对应的所述第三波长图像数据相结合，从而生成对于所述物体的所述聚焦彩色图像的各个图像位置的聚焦彩色图像数据。

4.根据权利要求3所述的系统，其中，所述第一波长图像数据、所述第二波长图像数据和所述第三波长图像数据中的至少一个包括对于多个各至少一个波长焦距中的每个的各个波长的强度数据。

5.根据权利要求4所述的系统，其中：

所述第一波长是红光波长；

所述第二波长是绿光波长；并且

所述第三波长是蓝光波长。

6.根据权利要求4所述的系统，其中，位置数据包括与所述检测器中的多个像素相对应的阵列数据。

7.根据权利要求1所述的系统，其中：

所述光源包括白光源；并且

所述检测器包括彩色图像检测器。

8.根据权利要求1所述的系统，其中，对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置，所选择的所述第一波长焦距和所选择的所述第二波长焦距中的至少一个包括至少两个不同的焦距。

9.根据权利要求1所述的系统，还包括配置成收集所述物体的表面拓扑数据的扫描系统。

10.根据权利要求9所述的系统，其中：

所述扫描系统包括用于利用单色光照明所述物体的单色光源；

通过多个不同的单色光焦距扫描所述单色光的焦距；

对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个，基于在各个位置处从所述物体反射的所述单色光的分析，选择所述单色光在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述单色光焦距；并且

基于所选择的所述单色光焦距生成所述表面拓扑数据。

11.根据权利要求10所述的系统，其中，所述物体的所述表面拓扑数据和所述聚焦彩色图像在普通参考系中对齐。

12.根据权利要求1所述的系统，其中，所述系统全部或部分地并入到手持装置中。

13.根据权利要求1所述的系统，其中，所述光源生成同时包括所述第一波长和所述第二波长的光。

14.根据权利要求1所述的系统，其中，相对于所述物体聚焦的各个波长的所选择的所述焦距产生不大于0.4mm的模糊圆直径。

15.根据权利要求14所述的系统，其中，相对于所述物体聚焦的各个波长的所选择的所述焦距产生不大于0.2mm的模糊圆直径。

16.根据权利要求1所述的系统，其中，所述第一波长焦距和所述第二波长焦距的选择是基于以下至少一个：(a)从所述物体反射的光的强度；和(b)从所述物体反射的所述第一波长和所述第二波长中的至少一个的图像部分的空间频率成分。

17.一种用于生成物体的聚焦彩色图像的计算机实施的方法，该方法包括：

处理与从所述物体反射的多个不同焦距的光的第一波长相对应的图像信号，从而生成第一波长图像数据；

处理与从所述物体反射的多个不同焦距的光的第二波长相对应的图像信号，从而生成第二波长图像数据，所述第二波长与所述第一波长不同；以及

对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个：

选择所述第一波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述第一波长焦距；

选择所述第二波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述第二波长焦距；并且

将与各个位置的所选择的所述第一波长焦距相对应的所述第一波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述第二波长焦距相对应的所述第二波长图像数据相结合，从而生成

对于所述物体的所述聚焦彩色图像的各个图像位置的聚焦彩色图像数据。

18.根据权利要求17所述的方法，包括：

处理与对于多个不同焦距的从所述物体反射的光的第三波长相对应的图像信号，从而生成第三波长图像信号，该多个不同焦距用于利用包括第三波长的光照明所述物体，所述第三波长与所述第一波长和所述第二波长不同；和

对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个：

选择所述第三波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述第三波长焦距；并且

将与各个位置的所选择的所述第一波长图像数据相对应的所述第一波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述第二波长焦距相对应的所述第二波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述第三波长焦距相对应的所述第三波长图像数据相结合，从而生成对于所述物体的所述聚焦彩色图像的各个图像位置的聚焦彩色图像数据。

19.根据权利要求18所述的方法，其中，所述光的第一波长包括大约465nm与485nm之间的波长，所述光的第二波长包括大约500nm与大约520nm之间的波长，所述光的第三波长包括大约640nm与大约660nm之间的波长，或其组合。

20.根据权利要求18所述的方法，其中，所述第一波长图像数据、所述第二波长图像数据和所述第三波长图像数据中的至少一个包括对于多个各至少一个波长焦距中的每个的各个波长的强度数据。

21.根据权利要求17所述的方法，其中，响应于经由所述物体的白光照明产生的来自所述物体的反射而生成所述图像信号。

22.根据权利要求17所述的方法，还包括处理所述图像信号以生成所述物体的表面拓扑数据。

23.根据权利要求22所述的方法，其中，响应于通过多个不同焦距扫描的来自单色光的所述物体反射而生成所述图像信号，所述图像信号处理成生成所述表面拓扑数据，该方法还包括：

对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个，基于在各个位置处从所述物体反射的所述单色光的分析，选择所述单色光在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个所述单色光焦距；并且

基于所选择的所述单色光焦距生成所述表面拓扑数据。

24.根据权利要求23所述的方法，其中，所述物体的所述表面拓扑数据和所述聚焦彩色图像在普通参考系中对齐。

25.根据权利要求17所述的方法，其中，相对于所述物体聚焦的各个波长的所选择的所述焦距产生不大于0.4mm的模糊圆直径。

26.根据权利要求25所述的方法，其中，相对于所述物体聚焦的各个波长的所选择的所述焦距产生不大于0.2mm的模糊圆直径。

27.根据权利要求17所述的方法，其中，所述第一波长焦距和所述第二波长焦距的选择基于以下至少一个：(a)从所述物体反射的光的强度；和(b)从所述物体反射的所述第一波长和所述第二波长的至少一个的图像部分的空间频率成分。

28.一种存储非易失性计算机可读指令的有形介质，当由包括一个以上处理器的成像系统执行所述指令时，使所述成像系统执行权利要求17至27中的任意一个的方法。

29.一种用于在低光条件下生成物体的聚焦彩色图像的颜色检测器，该颜色检测器包括二维的像素阵列，该二维的像素阵列包括：(a)分布在所述像素阵列中的多个红色像素，(b)分布在所述像素阵列中的多个绿色像素，和(c)分布在所述像素阵列中的多个蓝色像素；

其中，各个所述红色像素配置成检测从所述物体反射的光的红色波长，各个所述绿色像素配置成检测从所述物体反射的光的绿色波长，并且各个所述蓝色像素配置成检测从所述物体反射的光的蓝色波长，并且其中，所述红色像素的数量比所述绿色像素的数量多，并且所述红色像素的数量比所述蓝色像素的数量多。

30.根据权利要求29所述的颜色检测器，其中：

所述红色像素的数量至少比所述绿色像素的数量多50%；并且

所述红色像素的数量至少比所述蓝色像素的数量多50%。

31.根据权利要求29所述的颜色检测器，其中，所述红色像素、绿色像素和蓝色像素布置成由以二乘二阵列布置的两个所述红色像素、一个所述绿色像素和一个所述蓝色像素构成的重复样式。

32.一种用于在低光条件下生成物体的聚焦彩色图像的系统，该系统包括：

根据权利要求29所述的颜色检测器；和

处理器，该处理器配置成处理从所述红色像素、所述绿色像素和所述蓝色像素收到的信号，从而：

生成与对于多个红色波长焦距的从所述物体反射的光的红色波长相对应的红色波长图像数据；

生成与对于多个绿色波长焦距的从所述物体反射的光的绿色波长相对应的绿色波长图像数据；

生成与对于多个蓝色波长焦距的从所述物体反射的光的蓝色波长相对应的蓝色波长图像数据；

对于所述聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个：

选择所述红色波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个红色波长焦距，其中，所述聚焦彩色图像中的多个不同位置的选择的所述红色波长焦距包括至少两个不同焦距；

选择所述绿色波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个绿色波长焦距，其中，所述聚焦彩色图像中的多个不同位置的选择的所述绿色波长焦距包括至少两个不同焦距；

选择所述蓝色波长在各个位置处相对于所述物体聚焦的一个蓝色波长焦距，其中，所述聚焦彩色图像中的多个不同位置的选择的所述蓝色波长焦距包括至少两个不同焦距；并且

将与各个位置的所选择的所述红色波长焦距相对应的所述红色波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述绿色波长焦距相对应的所述绿色波长图像数据、以及与各个位置的所选择的所述蓝色波长焦距相对应的所述蓝色波长图像数据相结合，从而生成所述物体的所述聚焦彩色图像的各个图像位置的聚焦彩色图像数据。

33.根据权利要求32所述的系统，其中，所述处理器配置成处理来自所述颜色检测器的信号，以生成所述物体的表面拓扑数据，该系统还包括光学系统，所述光学系统和所述颜色检测器配置成将用于生成所述物体的表面拓扑的共焦光束的阵列与所述红色像素的阵列

结合，使得各个所述共焦光束照明所述红色像素的阵列中的相应红色像素。

34.根据权利要求32所述的系统，其中，相对于所述物体聚焦的各个波长的所选择的所述焦距产生不大于0.4mm的模糊圆直径。

35.根据权利要求34所述的系统，其中，相对于所述物体聚焦的各个波长的所选择的所述焦距产生不大于0.2mm的模糊圆直径。

36.根据权利要求32所述的系统，其中，所述第一波长焦距和所述第二波长焦距的选择基于以下至少一个：(a)从所述物体反射的光的强度；和(b)从所述物体反射的所述第一波长和所述第二波长的至少一个的图像部分的空间频率成分。

37.根据权利要求32所述的系统，其中，所述系统配置成对病人的口腔成像。

38.一种用于在低光条件下生成物体的聚焦彩色图像的颜色检测器，该颜色检测器包括二维的像素阵列，该像素阵列包括：(a)分布在所述像素阵列中的多个红色像素；(b)分布在所述像素阵列中的多个绿色像素，和(c)分布在所述像素阵列中的多个蓝色像素；

其中，各个所述红色像素配置成检测从所述物体反射的光的红色波长，各个所述绿色像素配置成检测从所述物体反射的光的绿色波长，并且各个所述蓝色像素配置成检测从所述物体反射的光的蓝色波长，并且其中，所述蓝色像素的数量比所述绿色像素的数量多，并且所述蓝色像素的数量比所述红色像素的数量多。

用于生成聚焦彩色图像的焦距扫描

技术领域

[0001] 能够使用各种技术来得到物体的三维(3D)形貌(topography)。关于表面的3D形貌的信息能够用于对大量的物体和表面进行成像。例如,3D形貌数据能够用于包括牙科成像和恢复方面的应用在内的许多应用。在一些情况下,3D成像方法能够用于对病人的口腔进行成像。通过计算机辅助设计(CAD)或计算机辅助制造(CAM)方法的附加使用,能够在不需要对病人的牙齿进行任何印模(cast impressions)的情况下设计并且制造牙齿替换物。例如,成像系统能够包括连接到检测器的光学探头和用于生成适当图像的处理器,以使得能够设计和制造期望的产品(例如,物理模型和/或假体)。

[0002] 将颜色信息与三维物体关联不容易,特别是当通过使用三维扫描方法得到位置信息和使用二维扫描方法得到颜色信息时。将二维颜色信息共形投射到三维表面模型上困难,并且通常发生颜色与三维点的错配。例如,难以精确地将来自检测器的颜色信息与三位表面模型上的正确点相关联,特别是当如果在三维形貌数据的获取与二维图像数据的获取之间发生物体与装置之间的相对移动时。

[0003] 从而,需要用于生成诸如病人的齿列这样的物体的彩色图像,例如,聚焦彩色图像的改进的方法和系统。

发明内容

[0004] 提供了用于生成物体的彩色图像的系统、方法和装置。例如,在许多实施例中,该系统、方法和装置与物体(例如,病人的齿列)的三维(3D)形貌数据结合产生物体的聚焦二维(2D)彩色图像。相对于单焦点彩色图像生成,在这里公开的多焦点彩色图像生成提供了改 进的颜色获取。另外,在这里公开的系统、方法和装置能够用于同时获取聚焦(in-focus)彩色图像和相应的3D形貌数据。

[0005] 在一些方面中,提供了用于生成物体的聚焦彩色图像的方法。该方法能够包括利用光源照明物体,其中,来自光源的光的第一波长和光的第二波长聚焦于第一焦平面和第二焦平面。检测器能够用于收集第一时间点的被照明物体的第一图像数据。第一图像数据能够对应于从位于第一焦平面的物体反射的光的第一波长。相同或不同的检测器还能够用于收集第二时间点的被照明物体的第二图像数据。第二图像数据能够对应于从位于第二焦平面的物体反射的光的第二波长。然后,能够将第一图像数据与第二图像数据结合以生成物体的聚焦彩色图像。还提供了相关的方法、系统和装置。

[0006] 通过阅读说明书、权利要求和附图,本发明的其它目的和特征将变得明显。

[0007] 通过引用并入

[0008] 在本说明书中提到的所有公开、专利和专利申请通过引用并入此处到好像特别地并且分别地表示各个公开、专利或专利申请以通过引用并入的相同程度。

附图说明

[0009] 通过参考下面的阐述了采用本发明的原则的示例性实施例的详细描述和附图,能

够更好地理解本发明的特征和优点，在附图中：

[0010] 图1描绘出根据实施例的用于生成彩色和3D形貌图像的示例系统。

[0011] 图2图示出根据实施例的用于收集3D和/或彩色图像数据的示例装置。

[0012] 图3图示出根据实施例的颜色检测器的颜色识别的示例布图(pattern)。

[0013] 图4A示出根据实施例的用于生成物体的聚焦彩色图像的示例方法。

[0014] 图4B图示出根据实施例的物体位置如何能够不聚焦特定焦距。

[0015] 图4C图示出根据实施例的在焦距扫描期间采用的焦距的范围。

[0016] 图4D图示出根据实施例的由于色差而能够产生的焦距扫描期间的时间点的焦距不同。

[0017] 图5至8描绘了根据许多实施例的用于扫描和生成物体的3D和/或彩色图像数据的示例技术。

具体实施方式

[0018] 提供了用于生成物体的彩色图像的系统、方法和装置。例如，在许多实施例中，系统、方法和/或装置与病人的齿列的三维(3D)形貌数据结合产生病人的齿列的聚焦二维(2D)彩色图像。

[0019] 在多个特征之中，该方法和系统提供了快速并且容易地获取表示物体的颜色和3D形貌数据的特征。例如，该方法和系统能够用于收集聚焦并且精确地表示物体的2D彩色图像。另外，能够实时并且与2D彩色图像数据结合地生成物体的表面的3D形貌数据。在一个方面中，能够处理3D形貌数据和2D彩色图像数据并且将其结合在一起以输出到显示器，以供用户观看。至少部分地(in-part)基于在这里描述的方法和系统，提供了新的和改进的方法以生成能够与对应于物体的3D图像数据叠加的物体的聚焦彩色图像(例如，RGB图像)。在不在共享的时间周期内执行彩色成像和3D数据获取二者的现有的途径中，考虑到操作者的方便和/或病人的舒适度，单独地获取彩色图像和单独地进行3D形貌扫描所需的总时间可能比预期要长。另外，当采用手持成像扫描仪时，优选地在接近的相同时间内进行彩色图像的获取和3D形貌扫描的获取，从而避免扫描仪的可能的不利移动。与这样的现有途径相反地，在这里公开的方法和系统能够用于在共享的时间周期内获取彩色图像和进行3D形貌扫描，从而减少了所需时间的总量，并且作为减少时间总量的结果帮助避免了扫描仪的不利移动，并且结果能够在 大致相同时间获得物体的部分的彩色图像数据和3D形貌数据。

[0020] 能够成像任意适当类型的物体。在一个实施例中，扫描方法和系统能够用于生成表示病人的牙齿的图像。例如，能够扫描病人的一些或全部牙齿，并且对用户提供显示。例如，使用3D形貌数据，能够显示并且管理病人的牙齿的3D虚拟模型，例如，以有助于牙科诊疗中的牙齿从业者。在一些情况下，例如，3D虚拟模型能够用于定义病人的牙齿的空间关系，以定义如何制造成型为适合特殊病人的假牙(例如，牙冠和齿桥)。除了显示3D虚拟模型之外，在这里描述的方法和系统提供了显示病人的牙齿的颜色信息。例如，能够通过颜色容易地区分牙龈和牙齿，并且颜色信息还能够与3D形貌数据结合以产生能够与3D形貌数据结合的聚焦彩色图像，从而生产彩色3D虚拟模型。还能够共享和存储通过该系统和方法生成的数据，从而在稍后传送或输出到例如能够用于制作虚拟设计的假牙的物理模型和/或物理复制品的制造装置。

[0021] 在一个方面中，提供了用于生成物体的聚焦彩色图像的系统。该系统能够包括多色光源，例如，该多色光源能够用于产生用于生成彩色图像的光。多色光能够从物体的表面被反射，而后成像以产生彩色图像。为了有助于产生彩色图像，该系统能够包括：光学系统，该光学系统光学结合到光源，从而使多色光聚焦于第一焦平面和第二焦平面，其中，第一焦平面包括一个颜色(例如，红色)，并且第二焦平面包括另一个颜色(例如，绿色)。在一些实施例中，第三颜色(例如，蓝色)能够聚焦于第三焦平面。能够在物体的表面上扫描不同颜色的光的焦平面，并且能够反射不同颜色的光，以使得能够收集表示物体的表面的彩色图像数据。在一些方面中，该系统能够包括检测器，该检测器构造成收集扫描过程中的不同时间点的彩色图像数据。例如，能够在第一时间点收集对应于多色光源的一个颜色(例如，红色)的图像数据。能够在第二时间点收集另一个颜色(例如，绿色)的图像数据。部分地由于红色和绿色的焦点的不同的Z位置，绿色图像数据 能够在红色图像数据不聚焦时聚焦。随着在扫描过程中扫描焦平面，红色焦点能够移动，使得红色图像数据聚焦并且绿色不聚焦。然后，能够利用构造成将彩色图像数据结合以生成物体的聚焦彩色图像的处理器，来处理收集的聚焦红色和绿色图像的图像数据。

[0022] 在一些实施例中，例如，能够通过收集其中每个颜色独立聚焦的在不同时间点处的多色光的每个颜色的颜色数据的聚焦图像数据而产生聚焦彩色图像。假定不同的颜色能够处于不同的焦平面中，因为物体将位于一个颜色的焦平面而不是另一个颜色的焦平面的附近，所以一个颜色可能聚焦，而另一个颜色不聚焦。根据与物体相关的不同颜色的光的位置(例如，各个不同颜色的焦平面)，能够从物体生成并且收集一个颜色(例如，红色)的聚焦图像数据。在一个颜色的收集时间点，在聚焦颜色数据中可能不产生另一个颜色(例如，蓝色)。代替地，能够在物体的扫描中的不同时间点收集另一个颜色(例如，蓝色)的聚焦图像数据，使得另一个颜色聚焦并且一个颜色(例如，红色)不聚焦。然后，能够将各个时间点的聚焦彩色图像数据结合以产生聚焦的红蓝图像。其它颜色组合也能够用于生成例如物体的实际RGB图像。

[0023] 多种成像系统能够用于产生聚焦彩色图像，如在这里所描述地。能够使用在不同的焦平面产生不同颜色的成像系统。能够在物体的表面上扫描与不同颜色关联的不同的焦平面，以从表面生成反射。能够使用检测器收集并且成像彩色反射，并且然后处理以产生聚焦图像。例如，该处理能够包括选择不同时间点的不同颜色信息，例如，其中一个颜色在一个时间点聚焦，并且另一个颜色在另一个时间点聚焦。一个颜色的聚焦图像数据能够与另一个颜色的聚焦图像数据结合，从而产生包括两个颜色的颜色数据的聚焦图像。相似地，这能够应用于多色构造。例如，能够结合红色、绿色和蓝色图像的聚焦图像数据以形成聚焦RGB图像。

[0024] 在另一个方面中，提供了用于生成病人的牙齿的图像的系统。该系统包括颜色检测器，该颜色检测器包括：二维像素阵列，其包括：(a)分布在像素阵列内的多个第一像素；(b)分布在像素阵列内的多个第二像素；和(c)分布在像素阵列内的多个第三像素。各个第一像素构造成检测从病人的牙齿反射的光的第一波长。各个第二像素构造成检测与第一波长不同的从病人的牙齿反射的光的第二波长。各个第三像素构造成检测与第一和第二波长不同的从病人的牙齿反射的光的第三波长。该系统还包括处理器，该处理器可操作地结合到第一像素、第二像素和第三像素。

[0025] 光的第一波长、第二波长和第三波长能够是不同波长的任意适当组合。例如，第一波长能够对应于红色光，第二波长能够对应于绿色光，并且第三波长能够对应于蓝色光。

[0026] 在用于产生病人的牙齿的图像的系统的许多实施例中，像素阵列包括第一像素、第二像素和第三像素的重复构型(pattern)。例如，重复构型能够由布置在二乘二阵列中的两个第一像素、一个第二像素和一个第三像素构成。

[0027] 在用于生成病人的牙齿的图像的系统的许多实施例中，处理器构造成处理从第一像素、第二像素和第三像素收到的信号，以产生：(a)在第一时间点的第一图像数据，(b)在与第一时间点不同的第二时间点的第二图像数据，和(c)在与第一和第二时间点不同的第三时间点的第三图像数据。响应于来自第一像素的信号而产生第一图像数据。响应于来自第二像素的信号而产生第二图像数据。响应于来自第三像素的信号而产生第三图像数据。处理器配置成将第一图像数据、第二图像数据和第三图像数据结合，以产生病人的牙齿的聚焦彩色图像。处理器还能够构造成处理来自第一像素、第二像素和第三像素的信号，以产生病人的牙齿的表面拓扑数据。

[0028] 参考图1，扫描系统100能够包括具有计算机104和显示器106的计算机系统102。该系统100能够还包括用于扫描物体例如病人的齿列的扫描仪108。例如，该扫描能够用于产生物体的三维(3D)数字模型。计算机系统100能够包括：微处理器、存储器、或配置成处理病人的扫描图像的其它适当硬件和具有编码模式(coded pattern)的装置。计算机系统100还能够包括诸如键盘、鼠标和/或写字板这样的输入模块。显示器106(或输出装置)能够包括屏幕或监视器，但是还可以包括打印机或任意同其它显示系统。例如，系统的显示器能够用于示出物体的生成的3D数字模型。

[0029] 例如，各种扫描仪能够用于获取诸如病人的牙齿这样的物体的扫描图像。例如，扫描仪108能够配置成获取例如病人的牙齿结构的牙齿表面和/或脸部和头部的其它组织表面这样的结构的表面拓扑。在一个实施例中，扫描仪108能够用于获取病人的牙齿的至少一部分的3D数字模型的扫描图像数据。如图1所示，扫描仪108也可操作地连接于计算机系统102。计算机系统102能够编程，用于根据提供的表面数据来重建扫描的表面，以提供由扫描仪扫描的结构的相应数字模型。例如，扫描仪108还可以包括任意适当的非接触扫描仪，例如，光学扫描仪。

[0030] 在一些实施例中，口腔内的彩色图像数据与扫描图像数据一起获取，以提供数字模型，该数字模型包括表示诸如牙齿表面这样的扫描结构的结构表面和颜色信息的3D数字数据。

[0031] 该扫描系统还能够用于产生口腔内的全部或一部分的彩色图像和/或3D数字模型。在一些实施例中，该系统还能够配置成扫描和生成病人的上/下颌的彩色图像和/或3D数字模型。在特定实施例中，该系统能够构造成扫描和生成扫描闭合在一起的上下牙弓的彩色图像和/或3D数字模型。如在这里进一步描述地，彩色图像和/或3D数字模型能够用于在这里描述的方法的特定方面。例如，当将模型安装在咬合架 中时，彩色图像和/或3D数字模型能够用于对齐过程和/或用于生成精确地表示病人的牙齿的实际位置的物理模型。彩色图像和/或3D数字模型能够包括表示诸如一个或多个牙齿、部分或全部的下颌或上颌牙弓、或者两个牙弓这样的各种牙齿结构和/或咬合的上下牙弓之间的空间关系以及诸如牙龈和其它牙齿修复(例如，牙冠)这样的周围组织的形貌数据和/或颜色数据。

[0032] 能够使用各种适当方法获取3D数字模型。在一个实施例中，能够通过使用用于扫描病人的牙齿的适当设备扫描病人的口腔内部而得到3D数字模型。这样的扫描设备可以包括任何适当的光学扫描仪，例如，系统100的扫描仪108、不是系统100的一部分的相似扫描仪、或不同类型的扫描仪。在可选实施例中，能够从特殊病人的牙齿的物理模型得到3D数字模型。例如，能够扫描物理模型的表面，或者能够扫描从其扫描模型的牙印的表面以得到数字模型。在一些实施例中，能够扫描病人的下牙弓、上牙弓和咬合的牙弓的物理模型。连同病人的牙齿的至少一部分处的编码模式的扫描一起，当将模型安装在咬合架中时(例如，模型中的孔能够具有预定形状、尺寸和/或朝向，以精确地安装在咬合架中)，物理模型而后能够例如利用提供以精确地表示病人的咬合的对齐结构进行修改。在一些实施例中，能够制造合成的正负模型并且进行处理，以得到3D数字数据。可选择地，可以基于光学方法、直接接触方法或直接应用于病人的齿列或应用于其物理模型的任意其它工具，利用包括其它适当的口腔扫描技术的任意其它适当方式得到3D数字化数据。还能够使用病人或者内口腔的物理模型的正和/或负物理模型的基于X射线、基于CT、基于MRI或任意其它类型的扫描。还能够通过其它方式、诸如从电子记录或其它从业者或扫描设施来得到3D数字模型。

[0033] 能够使用各种扫描共焦装置并且各种扫描共焦装置能够与例如在这里进一步描述的产生聚焦彩色图像的方法相结合。能够在例如通过引用并入此处的美国公开No.US2012/0092678和WO 00/08415中找到 示例扫描装置。参考图2，图示出了能够用于生成物体的3D形貌和彩色图像的成像装置200。如图所示，例如，能够通过共焦系统204照明的用于产生光束的光源202能够例如直接通过成像装置并且照射到物体，例如，病人的牙齿的表面上，该共焦系统204构造成将光束分成多个光束。如图所示，光束能够光学结合到分光镜片206，该分光镜片206能够是例如分束器、或构造成使照明光束穿过并且改变从物体的表面反射的光束的方向的其它镜片。在一些实施例中，分光镜片206能够是双色镜。图2的成像装置中的箭头提供了该概念的附加参考。成像装置200还能够包括其它光学部件，例如，装置中的能够用于指引光的方向的透镜和/或镜子。例如，透镜210能够是位于成像装置中的静态透镜，从而例如使得能够将反射的光束投射到检测器208的表面上。其它光学部件也能够用在该装置中。例如，动态透镜212能够位于装置中，从而使得能够通过空间中的焦平面扫描物体。仅仅为了说明，而不是限制，扫描的相对维度能够沿着与X-Y平面垂直的Z轴。X-Y平面能够是能够关于装置和/或物体参考的任意参考平面。动态透镜212能够用于关于例如物体的表面从成像装置改变光的焦平面。如图2中的双箭头所示，动态透镜212能够在装置200中前后移动(短双箭头)，从而使得能够进行由装置照明的光的扫描，如由成像装置200产生的光的焦平面附近的长双箭头所示。本领域普通技术人员能够使用成像装置以无数种方式来扫描光，如在这里所公开地。例如，动态透镜能够结合到用于使透镜在装置中移动的电机或其它机构。还能够使用液体透镜，液体透镜的形状能够可控制地改变，从而可控制地改变液体透镜的焦距。

[0034] 在一些实施例中，成像装置200能够包括用于扫描物体的探头214，如在这里进一步描述地。探头能够是手持探头。在一些方面中，探头能够与成像装置200的其它部件完全一体化，例如，如图2所示。在其它实施例中，探头214能够与成像装置200中的一些或全部其它部件分离。例如，探头214可以是光学结合到包括例如光源202、透镜210和212以及检测器208的直立单元的手持单元。在一些实施例中， 检测器208可以容纳在与其它光学部件和/

或探头214分离的单元中。检测器208能够是彩色或单色图像传感器，例如，CMOS或CCD照相机。

[0035] 在许多实施例中，多色光源216结合到成像装置，从而使得能够利用光的一些颜色扫描物体。事实上，能够使用任意适当颜色或波长。多色光源能够用于产生具有至少两个波长(例如，光的第一波长和第二波长)的光束。能够使用光的任意适当波长。能够使用诸如由激光产生的光这样的光的线波长，或者还能够使用由发光二极管产生的光这样的具有扩展的最大波长的更广范围波长的光。多色光源通常能够输出使得能够收集和产生用于模拟物体的颜色的彩色图像的波长的光。例如，用于成像的光的波长能够用于示出病人的与病人的白色牙齿相比微红色牙龈的颜色。

[0036] 多色光源216还能够结合(例如，光学结合)到成像装置200的支撑物(rest)。例如，白光源(例如，白色LED)能够光学结合到动态透镜212，从而使得位于使用光源202和共焦系统204产生的多个光束的焦平面附近或者与该焦平面重叠的R、G和B焦平面能够聚焦。在一些实施例中，多色光源能够包括能够在动态透镜210周围布置成环形结构的多个不同波长的光源(例如，红色、绿色和蓝色LED)。在一些实施例中，多色光源能够包括能够在动态透镜210周围以环形构造布置的多个LED(例如，白色LED)。能够将环中的LED的位置设计成使发射光朝向要与照明物体的表面的共焦光束一致。此外，多色光源能够进一步一体化到系统内，以使用多色光提供物体的表面的均匀照明。

[0037] 在一些实施例中，成像装置200中的光学器件和多色光源216的结合能够构造成产生用于光的不同颜色的不同焦平面。例如，焦平面能够对应于能够用于扫描物体的表面的红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)光。如图2所示，红色光、绿色光和蓝色光的焦平面能够沿着轴设定在不同位置处。例如，具有红色光的X-Y平面能够位于Z轴的一个位置处，具有绿色光的X-Y平面能够设定在Z轴的另一个位置处，并且具有蓝色光的X-Y平面能够设定在Z轴的另一个位置处。

[0038] 不同焦平面的不同颜色的相对位置能够取决于多种因素，诸如光的颜色、光学部件的折射率、和/或能够使不同颜色在不同焦平面聚焦的放大色差的光学器件的使用。在一些方面中，取决于光的颜色(或波长)的不同焦平面能够使用各种技术产生。在一个实施例中，来自透镜或其它光学器件的色差能够用于产生具有不同波长的光的不同焦平面。在可选实施例中，光学部件能够对各个波长设置，并且布置成产生各个颜色的不同焦平面。图2代表在X-Y平面上分离的R、G和B焦点。然而，不同的R、G和B焦点能够沿着与X-Y平面垂直的Z维度布置。本领域普通技术人员通常理解为：R、G和B焦点能够代表由成像装置200产生的红色、绿色和蓝色光的平面。这些不同颜色光的平面能够在物体的表面上扫描，并且反射回到成像装置200中，并且使用检测器208成像。

[0039] 如上所述，该系统能够包括独立地或一起产生彩色图像数据和3D形貌数据二者的部件。能够使用各种方法执行数据的收集。例如，系统中的相同或不同的检测器能够用于收集2D和/或3D图像数据。如图2所示，相同检测器208能够用于收集来自多色光源216的反射光和来自光源202的单色光。同样描述了，来自光源202的光束能够分成能够通过成像装置200光学传递的多个光束。在一些实施例中，光束能够分成光束的阵列，该光束的阵列然后能够在将包括对应于光束阵列的焦斑阵列的焦平面中聚焦。例如，该阵列能够用于物体的共焦扫描和用于成像物体的表面，以得到表示物体的表面的3D形貌数据。在一些实施例中，

光束的阵列能够结合，使得光束与由多色光源产生的光在空间上重叠。

[0040] 在一个实施例中，颜色检测器能够用于收集与多色光源相关的彩 色图像数据和与单色光束阵列相关的3D形貌数据二者。例如，颜色检测器(例如，图2中的检测器208)能够具有用于收集颜色和3D形貌数据的期望像素布图。虽然能够使用任意适当的像素阵列布图，但是在优选实施例中，像素阵列布图具有红色占大多数的像素布置，例如，如图3所示。当将相应的红色波长用作单色形貌捕捉波长时，图3所示的布置是优选布置。相似地，当将相应的蓝色波长用作单色形貌捕捉波长时，图3中的蓝色与红色像素改变位置的蓝色占大多数的布置是优选布置。

[0041] 图3提供了特别设计成收集来自在颜色检测器中的预定像素上的共焦阵列的光的示例布图。例如，其它RGB像素用于收集从成像的物体的表面反射的白光或多色光。如图3所示，像素布图具有对不同颜色敏感的像素的重复象限。能够将颜色传感器中的像素制造成在左上和右下象限具有红色像素。右上象限中的像素能够是绿色，并且左下象限中的像素能够是蓝色。这些象限能够重复地遍及传感器芯片。为了更加简单且快速地收集颜色和形貌数据，粗体的红色像素能够与共焦光束的阵列结合，使得各个共焦光束能够定位成照明像素的布图阵列中的各个相应的红色像素。如图所示，在系统中能够构成共焦光束的阵列，使得各个光束照明传感器布图中的交替列(例如，列1和3)中的每隔一个的红色像素。因此，当获取3D形貌扫描数据时，像素布图将收集来自粗体像素而不是表面上的其它像素的3D形貌扫描数据。然而，其余像素以及粗体像素能够用于收集来自反射的多色(例如，白色)光的彩色图像数据。如在技术中通常所理解地，能够处理RGB敏感像素并且用于生成物体的表面的彩色图像。相似地，能够处理表面的3D形貌数据并且用于例如生成表面的3D虚拟模型。利用像素的特定布图和已知位置，能够将物体的表面的彩色图像数据和3D形貌数据结合并且重叠在一起以显示给例如用户。

[0042] 除了在这里描述的装置和系统之外，还提供了用于生成物体的聚焦彩色图像的方法。例如，图4A图示出用于生成物体的聚焦彩色图像 的方法300的步骤。方法300包括步骤302至步骤312、步骤320、步骤322和步骤326。在优选实施例中，方法300包括可选步骤314至318以及可选步骤324。同样在优选实施例中，对于适当的多个图像位置重复步骤322至步骤326。诸如在这里描述的任意适当成像系统这样的任意适当成像系统能够用于实施方法300。

[0043] 在步骤302中，利用聚焦于第一波长焦距的光的第一波长照明物体。例如，产生包括具有第一波长的光的多色光的多色光源能够用于照明物体。可选择地，产生具有第一波长的单色光的单色光源也能够用于照明物体。诸如图2所示的系统200中的光学器件这样的适当光学器件能够用于使第一波长聚焦于焦距。

[0044] 在步骤304中，通过适当的多个不同焦距扫描第一波长焦距。能够选择所使用的焦距的范围，以确保物体的成像部分处于所使用的焦距的范围内。能够基于产生的聚焦彩色图像中的焦点的期望精度来选择所使用的焦距的数量。

[0045] 在步骤306中，对于采用的多个不同的第一波长焦距，产生对应于从物体反射的光的第一波长的图像数据。任意适当的图像传感器能够用于产生图像数据。例如，诸如图3所示的检测器的彩色图像传感器能够用于生成图像数据。在一个实施例中，四个像素的各个重复象限中的至少一个红色像素用于响应于入射到红色像素上的从物体反射的光的第一

波长而生成信号。在许多实施例中，对于采用的各个不同的第一波长焦距获得图像数据。然而，能够对于采用的第一波长焦距的任何适当集合获得图像数据。例如，根据图像中的位置，一些第一波长焦距可能相对于物体上的相应位置而充分地不聚焦，使得生成的相关数据能够跳跃(skip)以减少相关的数据处理。在许多实施例中，图像传感器像素产生表示入射到其上的反射光的强度的信号。在许多实施例中，图像数据包括入射到检测器像素上的反射光的强度数据。

[0046] 在步骤308中，利用聚焦于第二波长焦距的光的第二波长照明物体。例如，产生包括具有第二波长的光的多色光的多色光源能够用于照明物体。可选择地，产生具有第二波长的单色光的单色光源也能够用于照明物体。诸如图2所示的系统200中的光学器件这样的适当光学器件能够用于使第二波长聚焦于焦距。

[0047] 在步骤310中，通过适当的多个不同焦距扫描第二波长焦距。能够选择使用的焦距的范围，以确保物体的成像部分位于使用的焦距的范围内。能够基于产生的聚焦彩色图像中的焦点的期望精度来选择使用的焦距的数量。

[0048] 在步骤312中，对于采用的多个不同的第二波长焦距，产生对应于从物体反射的光的第二波长的图像数据。任意适当的图像传感器能够用于产生图像数据。例如，诸如图3所示的检测器的彩色图像传感器能够用于生成图像数据。在一个实施例中，四个像素的各个重复象限中的绿色像素用于响应于入射到绿色像素上的从物体反射的光的第二波长而生成信号。在许多实施例中，对于采用的各个不同第二波长焦距获得图像数据。然而，能够对于采用的第二波长焦距的任何适当集合来获得图像数据。例如，根据图像中的位置，一些第二波长焦距可能相对于物体上的相应位置而充分地不聚焦，使得生成的相关数据能够跳跃以减少相关的数据处理。在许多实施例中，图像传感器像素产生表示入射到其上的反射光的强度的信号。在许多实施例中，图像数据包括入射到检测器像素上的反射光的强度数据。

[0049] 在步骤314中，利用聚焦于第三波长焦距的光的第三波长照明物体。例如，产生包括具有第三波长的光的多色光的多色光源能够用于照明物体。可选择地，产生具有第三波长的单色光的单色光源也能够用于照明物体。诸如图2所示的系统200中的光学器件的适当光学器件能够用于使第三波长聚焦于焦距。

[0050] 在可选步骤316中，通过适当的多个不同焦距扫描第三波长焦距。能够选择使用的焦距的范围，以确保物体的成像部分位于使用的焦距的范围内。能够基于产生的聚焦彩色图像中的焦点的期望精度来选择使用的焦距的数量。

[0051] 在可选步骤318中，对于采用的多个不同的第三波长焦距，产生对应于从物体反射的光的第三波长的图像数据。任意适当的图像传感器能够用于产生图像数据。例如，诸如图3所示的检测器的彩色图像传感器能够用于生成图像数据。在一个实施例中，四个像素的各个重复象限中的蓝色像素用于响应于入射到蓝色像素上的从物体反射的光的第三波长而生成信号。在许多实施例中，对于采用的各个不同第三波长焦距获得图像数据。然而，能够对于采用的第三波长焦距的适当集合获得图像数据。例如，根据图像中的位置，一些第三波长焦距可能相对于物体上的相应位置而充分地不聚焦，使得生成的相关数据能够跳跃以减少相关的数据处理。在许多实施例中，图像传感器像素产生表示入射到其上的反射光的强度的信号。在许多实施例中，图像数据包括入射到检测器像素上的反射光的强度数据。

[0052] 在步骤320中，选择第一波长在各个位置处相对于物体聚焦的一个第一波长焦距。

在许多实施例中，基于在各个位置处从物体反射的第一波长的分析进行选择。例如，能够比较表示入射到其上的第一波长的强度的由检测器的像素产生的信号，来判定哪个第一波长焦距提供了最高强度，从而表示关于物体对于各个位置的最好焦点。在步骤322和324中，相对于第二和第三波长焦距进行相似的选择。

[0053] 在步骤326中，对于各个位置，结合对应于所选择的焦距的所采用的波长(例如，第一、第二和第三波长)的图像数据。因此，使用各个所采用的波长的聚焦数据生成结合的图像数据。

[0054] 对于其它图像位置重复步骤322至步骤326。因此，对于各个采 用的波长，通常使用位置独立的焦距来生成至少具有不平凡的、非平面几何的物体的聚焦彩色图像，从而相对于利用单一或不依赖位置的焦距生成的图像提高图像质量。

[0055] 方法300还能够包括附加步骤和/或附加细节。例如，如果使用多色光或使用多个单色光源，由于彩色图像传感器中的各种类型的像素(例如，红色、绿色和蓝色)将感应与该像素相关的光的波长，所以能够同时扫描第一、第二和第三波长。另一个选择是使用单色传感器和使用一系列的不同颜色的单色光源，并且利用各个颜色和使用各个颜色的单色传感器进行单独扫描。

[0056] 另外，光的第一波长能够包括大约465nm与大约485nm之间的波长。光的第二波长能够包括大约500nm与大约520nm之间的波长。光的第三波长能够包括大约640nm与大约660nm之间的波长。对于多个第一波长焦距中的每个或者第一波长焦距的适当子集，第一波长图像数据能够包括第一波长的强度和位置数据。对于多个第二波长焦距中的每个或者第二波长焦距的适当子集，第二波长图像数据能够包括第二波长的强度和位置数据。对于多个第三波长焦距中的每个或者第三波长焦距的适当子集，第三波长图像数据能够包括第三波长的强度和位置数据。白光源能够用于利用第一波长、第二波长和/或第三波长照明物体。

[0057] 方法300还能够包括使用扫描系统收集物体的表面拓扑数据。例如，扫描系统能够包括用于利用单色光照明物体的单色光源。能够通过多个不同的单色光焦距扫描单色光的焦距。对于聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个，能够基于各个位置的从物体反射的单色光的分析，来选择各个位置处的单色光相对于物体聚焦的一个单色光焦距。能够基于选择的单色光焦距生成表面拓扑数据。物体的表面拓扑数据和聚焦彩色图像能够在普通的参考系中对齐。

[0058] 能够选择相对于物体聚焦的各个波长的焦距，从而产生相对于现有途径减小的模糊圆直径。例如，在许多实施例中，选择相对于物体聚焦的各个波长的焦距，以产生不大于0.4mm的模糊圆直径。在示例性实施例中，能够通过将各个波长聚焦于成像的物体位置的3.2mm之内而实现不大于0.4mm的模糊圆直径。作为另一个示例，在更加接近聚焦的实施例中，选择相对于物体聚焦的各个波长的焦距，以产生不大于0.2mm的模糊圆直径。在示例性实施例中，能够通过将各个波长聚焦于成像的物体位置的1.6mm之内而实现不大于0.2mm的模糊圆直径。

[0059] 包括像方法300一样的方法的在这里公开的途径能够在适当构造的扫描装置中实现。例如，在许多实施例中，扫描装置构造成实施用于产生物体的聚焦彩色图像的计算机实施方法。计算机实施方法包括：处理与从物体反射的多个不同焦距的光的第一波长相对应

的图像信号，从而生成第一波长图像数据。处理与从物体反射的多个不同焦距的光的第二波长相对应的图像信号，从而产生第二波长图像数据。第二波长与第一波长不同。对于聚焦彩色图像中的多个不同位置中的每个，该方法包括：(a)在各个位置选择第一波长相对于物体聚焦的一个第一波长焦距，其中，在聚焦彩色图像中的多个不同位置的所选择的第一波长焦距包括至少两个不同的焦距；(b)在各个位置选择第二波长相对于物体聚焦的一个第二波长焦距，其中，在聚焦彩色图像中的多个不同位置的所选择的第二波长焦距包括至少两个不同的焦距；和(c)将与各个位置的所选择的第一波长焦距相对应的第一波长图像数据和与各个位置的所选择的第二波长焦距相对应的第二波长图像数据相结合，从而生成物体的聚焦彩色图像的各个图像位置的聚焦彩色图像数据。

[0060] 能够通过适当的计算机程序实施在这里公开的方法，诸如方法300。例如，在许多实施例中，使用有形介质来存储非易失性的计算机可读指令，当通过包括一个以上的处理器的成像系统执行该指令时，使成像系统执行在这里公开的任意适当方法。

[0061] 根据许多实施例，图4B至4D图示出生成物体的聚焦彩色图像的方面。如图4B所示，三维物体350包括与用于生成物体350的图像的扫描仪108隔开一定范围距离安置的外表面352。结果，对于由扫描仪108采用的特定焦距，外表面352的至少一部分将不聚焦。例如，当采用第一焦距356时，在外表面上的第一位置354将聚焦的同时，外表面352上的第二和第三位置358、360将不会聚焦。同样地，当采用第二焦距362时，第二位置358将聚焦，但是第一和第三位置354、360将不会聚焦。当采用第三焦距364时，第三位置360将聚焦，而第一和第二位置354、358将不会聚焦。

[0062] 在许多实施例中，获得多个焦距的图像数据用于产生聚焦彩色图像。通过扫描采用的各个波长(例如，红色、绿色和蓝色)的焦距而获得多个焦距。图4C图示出多个焦距366，该焦距的界限在物体350的外表面352的上方和下方延伸。因为图像数据包括多个焦距，所以能够选择对应于外表面352上的各个位置的各个图像位置的焦距，使得外表面352上的各个位置聚焦。对于用于构成聚焦彩色图像的各个波长，能够使用任意适当途径来选择物体上的各个位置聚焦的焦距。例如，对于多个候补焦距，能够分析从各个物体位置反射的光，以判定哪个候补焦距对应于相对于各个物体位置的光的最佳焦点。在许多实施例中，分析从各个物体位置反射的光，以识别哪个候补焦距产生最大强度的反射光。可选择地，能够从所述波长的图像部分的高空间频率成分来推断聚焦情况。较高的频率成分表示较好的近似聚焦(focus proximity)。能够分析一个以上的波长，以判定到各个物体位置的距离。然后，对于帧(frame)之间的时间足够小的相邻的扫描帧，能够使用判定的距离，以排除扫描装置与成像的物体之间的显著相对移动。

[0063] 在许多实施例中，通过将物体位置的聚焦颜色数据结合而产生各个物体位置的聚焦图像数据。然后，能够将各个物体位置的聚焦图像 数据结合，以产生物体的整个聚焦彩色图像。

[0064] 图4D图示出引起焦距变化的色差。当采用多色光源时，光学器件中的多色光源能够在给定时间点产生具有不同焦距的第一、第二和第三波长。例如，在焦距扫描的起始时间点，能够将相应的起始蓝色焦距368安置在能够安置于相应的起始红色焦距372上方的相应的起始绿色焦距370上方。同样地，在焦距扫描的稍后时间点，相似地将相应的蓝色焦距374安置在安置于相应的红色焦距378上方的相应的绿色焦距376上方。在许多实施例中，采用

的波长的焦距之间的这种不同解释了判定对于各个图像位置结合哪个位置独立的图像数据子集、从而生成产生的聚焦彩色图像。

[0065] 在一个方面中，成像装置或扫描仪能够定位在物体附近(例如，病人的牙齿附近的病人的口中)。扫描仪能够配置成产生聚焦彩色图像和3D形貌数据。例如，在许多实施例中，扫描仪采用了用于彩色成像的多色光和用于3D形貌成像的单色光。用于各个成像模式的光能够聚焦于焦距。例如，蓝色焦距、绿色焦距和红色焦距能够沿着Z维度安置(例如，如图5所示)。还能够由扫描仪产生与用于3D成像采用的光相关的焦距。扫描仪能够在Z维度上上下扫描焦距，并且收集用于采用的各种焦距的3D和彩色图像数据。为了成像物体的区域，扫描仪能够保持在该区域上方，并且能够在Z维度上随着时间(例如，以毫秒级的时间跨度)扫描焦距。在扫描焦距期间，扫描仪能够保持在物体上方的适当位置处，并且能够在Z维度上扫描焦距。在焦距的上扫描、焦距的下扫描或焦距的上下扫描期间，能够收集用于物体的区域的彩色图像数据和/或3D形貌数据。在扫描物体的区域的焦距完成之后，收集的彩色图像数据和/或3D形貌数据能够由计算机系统处理，并且例如输出用于视觉显示器。然后，保持该装置的用户能够将成像区域移动到物体的另一个部分(例如，病人的牙齿的另一个部分)，并且然后获取附加颜色和形貌数据，以处理并且输出到显示器。能够重复该处理，直到完全扫描物体。能够结合(例如，使用在这里描述 的用于生成聚焦彩色图像的方法)物体的各个区域的图像数据，以得到物体的完整聚焦彩色图像。例如，病人的牙齿的完整图像能够生成为包括病人的牙齿的3D形貌和病人的牙齿、牙龈或病人口中的其它彩色材料的相关聚焦彩色图像数据。

[0066] 如在这里所描述地，提供了用于生成物体的彩色图像的改进的方法和系统，包括用于生成物体的聚焦彩色图像的各种方法。在一些实施例中，光的第一波长能够具有大约465nm与大约485nm之间的波长，光的第二波长能够具有大约500nm与大约520nm之间的波长，并且光的第三波长能够具有大约640nm与大约660nm之间的波长。其它波长也能够被使用并且构造成用于特殊应用和/或使用的检测器。例如，能够使用青-洋红-黄(CMY)配色方案，或者能够使用红-绿-蓝(RGB)配色方案。

[0067] 在许多实施例中，白光用于照明产生聚焦彩色图像的物体，红-绿-蓝(RGB)颜色传感器用于响应于从物体反射的光产生图像信号，并且低色散的光学器件用于将白光的不同波长配置到不同焦平面。并且在许多目前的优选实施例中，设计光色散、使得红色焦平面与绿色焦平面之间的距离等于绿色焦平面与蓝色焦平面之间的距离。例如，能够将光色散设计成使得：当红色波长焦平面位于参考z维度(Z_0)时，绿色波长焦平面位于参考z维度加选择的增量z距离($Z_0+\Delta Z$)，并且蓝色波长焦平面位于参考z维度加两倍的选择的增量z距离($Z_0+2\Delta Z$)。通过在各个阶梯等于选择的彩色图像数据的获取之间的增量z距离(ΔZ)的情况下以阶梯方式扫描焦距，能够将三个相邻的彩色图像扫描帧的元素彩色数据(例如，红色数据、绿色数据和蓝色数据)结合以生成特定物体位置的聚焦彩色数据。图5、6、7和8图示出能够与光学系统连同使用的扫描途径，该光学系统具有设计成使得红色焦平面与绿色焦平面之间的距离等于绿色焦平面与蓝色焦平面之间的距离的色散。虽然图5、6、7和8所示的扫描途径能够与具有设计成使得红色焦平面与绿色焦平面之前的距离等于绿色焦平面与蓝色焦平 面之间的距离的色散的光学系统连同使用，但是能够使用任意适当光学系统，包括不具有设计成使得红色焦平面与绿色焦平面之间的距离等于绿色焦平面与蓝色焦平面

之间的距离的色散的光学系统。例如，在这里公开的用于生成聚焦彩色图像的途径能够与具有使得红色焦平面与绿色焦平面之间的距离不等于绿色焦平面与蓝色焦平面之间的距离的色散的光学系统连同使用。作为另一个示例，在这里公开的用于生成聚焦彩色图像的途径能够与构造成使得红色焦平面、绿色焦平面和/或蓝色焦平面对于任意特定扫描帧大致一致的光学系统连同使用。

[0068] 图5图示出用于在焦距扫描期间获得聚焦彩色图像数据和表面形貌数据二者的途径。如图所示，能够在间隔时间内在沿着Z维度在距离上扫描各个波长的焦距。例如，能够根据物体的表面特征的规模在毫米或厘米或更多的范围内扫描焦距。图5示出几十到几百毫米(例如，如图所示，大约10至20毫米)的范围内的扫描。扫描的时间帧还能够是微秒、毫秒或更长等级的。扫描物体的完整扫描时间能够取决于，例如，用于生成图像的Z扫描的区域量和/或数量。在图5至8中，时间轴是毫秒。

[0069] 在许多实施例中，扫描仪收集用于生成成像物体的聚焦彩色图像的数据和/或表示成像物体的3D形貌数据。在图5所示的实施例中，在沿着Z方向的焦距扫描期间，在各个时间点利用多色光(例如，白光)照明扫描的物体。在图5中，利用B、G和R箱图示出具有白光照明的各个时间点。能够例如通过裁剪扫描仪的光学器件的色差而将来自白光源的蓝色、绿色和红色光的焦距布置在不同的Z位置。红色、绿色和蓝色光的焦距在扫描期间变化。在扫描期间，能够获取各个焦距的图像数据。一旦获取对于采用的各个颜色波长(例如、红色、绿色和蓝色)的各个图像位置的聚焦图像数据，则能够将各个位置的聚焦颜色数据结合以生成各个图像位置的聚焦颜色数据。然后，能够将各个位置的聚焦颜色数据结合以生成物体的整个聚焦彩色图像。

[0070] 在采用波长依赖焦距的许多实施例中，例如，由于色差，在不同的时间获得结合以生成特定物体位置的聚焦图像数据的聚焦彩色图像数据(例如，红色、绿色和蓝色聚焦图像数据)。例如，参考图5，当特定物体位置在第一时间点T1相对于采用的蓝色波长(蓝色焦点位置382)聚焦时，特定物体位置相对于采用的绿色和红色波长(绿色焦点位置384和红色焦点位置386)不聚焦。在第二时间点T2，特定物体位置相对于采用的绿色波长(绿色焦点位置388)聚焦，而相对于采用的蓝色和红色波长(蓝色焦点位置390和红色焦点位置392)不聚焦。在第三时间点T3，特定物体位置相对于采用的红色波长(红色焦点位置394)聚焦，而相对于采用的蓝色和绿色波长(蓝色焦点位置396和绿色焦点位置398)不聚焦。在这样的情况下，第一时间点T1(蓝色焦点位置382)的特定物体位置的蓝色图像数据能够与第二时间点T2(绿色焦点位置)的特定物体位置的绿色图像数据和第三时间点T3(红色焦点位置394)的特定物体位置的红色图像数据结合，以生成特定物体位置的聚焦彩色图像数据。例如，能够使用在这里进一步描述的计算机系统和处理器来执行图像数据的结合。

[0071] 以相似的方式，与扫描仪相距显著不同距离的不同物体位置将具有不同的聚焦焦距。因此，在焦距扫描期间，将在不同时间点获得这样的不同位置的聚焦颜色数据。

[0072] 如图5所示，在得到聚焦彩色图像数据的时间点之间的时间点，能够在焦距扫描期间获得物体的3D形貌数据。例如，在图5中的时间点I与时间点II之间，能够通过利用以均聚焦于焦距的单独光束的阵列形式的单色光照明物体而得到3D形貌数据。在许多实施例中，通过多个不同焦距递增地扫描单独单色光束的焦距，并且获得各个焦距的各个光束的图像数据。能够在时间点II与时间点III之间、时间点III与时间点IV之间获得相似的3D形貌。然

后，能够分析各个光束的图像数据，以识别哪个焦距产生来自物体表面的各个光束的反射的最大强度，从而表示各个光束相对于物体表面的最佳焦点位置，这表示扫 描仪与反射各个光束的物体位置的物体表面之间的距离。

[0073] 在扫描物体表面期间，能够在适当时间点收集彩色图像数据。例如，能够通过上下扫描二者以及通过整体或部分地通过扫描收集3D形貌数据。图6例如示出在物体扫描期间收集彩色2D图像数据与3D形貌数据二者的结合方法。如图所示，能够在沿着Z维度焦距扫描期间的时间点生成彩色RGB图像数据。例如，能够通过结合扫描中的不同时间点的彩色图像数据生成特定物体位置的聚焦彩色数据，其中，各个颜色，例如，RGB在它们各自的时间相对于特定物体聚焦。如图6所示，能够在焦距扫描过程的上下二者期间收集3D形貌数据和彩色图像数据。作为另一个示例，如图7所示，能够在上扫描和下扫描收集彩色图像数据，并且仅在上扫描期间收集3D形貌数据。

[0074] 如上所述，系统能够包括用于3D共焦成像和3D彩色成像的成像光学器件二者。图6描绘了能够包含物体的彩色和3D形貌数据二者的错列收集和/或产生的示例扫描协议。如图所示，能够收集彩色图像数据(例如，RGB数据)，然后收集物体的表面的3D形貌数据，然后彩色图像数据(例如，RGB数据)等。能够采用收集彩色图像数据和/或3D彩色图像数据的任意结合。例如，能够在适当时间期间收集3D形貌数据，并且用于生成物体的3D虚拟模型，并且在除了用于收集3D形貌数据之外的适当时间期间收集2D彩色图像数据。用于收集3D形貌数据的扫描时间能够显著地比用于收集2D彩色图像数据的时间长，例如，5倍、10倍或20倍以上。能够使用较长倍数、较短倍数或任意倍数。

[0075] 如图8所示，能够在上扫描期间进行3D形貌数据的收集，并且在下扫描期间收集2D彩色图像数据。如图所示，能够独立地收集2D彩色图像数据和3D形貌数据。在焦距扫描过程期间，还设想能够在任意时间使用在这里描述的任意实施例，例如，在图5至8中的实施例以及其它组合。例如，焦距扫描过程期间的一些上下扫描能够包括2D彩 色图像数据和3D形貌数据的收集二者。一些扫描可以包括独立地收集2D彩色图像数据和3D形貌数据。

[0076] 虽然在这里已经示出并且描述了本发明的优选实施例，但是对于本领域技术人员来说明显地，仅仅是以示例的方式提供了这样的实施例。对于本领域技术人员来说，能够在不背离本发明的范围的情况下对本发明做出各种变化、改进和替代。需要理解的是：在这里描述的本发明的实施例的各种替代也可以用于实施本发明。期望的是：下面的权利要求限定本发明的范围，并且从而涵盖了处于这些权利要求和它们的等同在内的方法和结构。

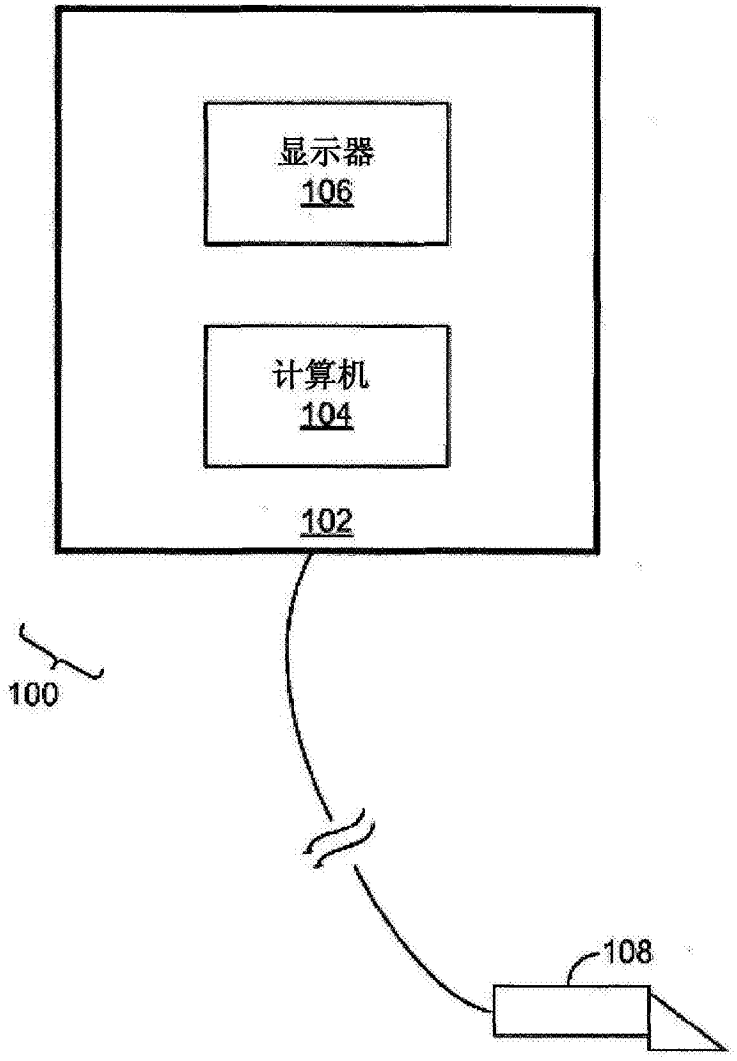


图1

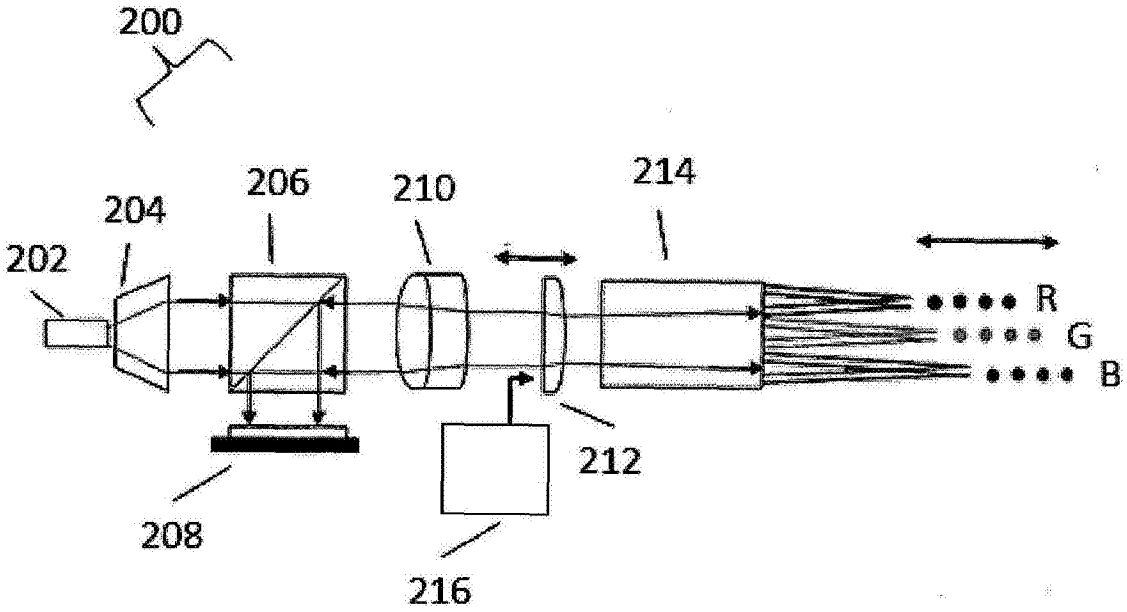

200
202
204
206
210
214
R
G
B
212
208
216

图2

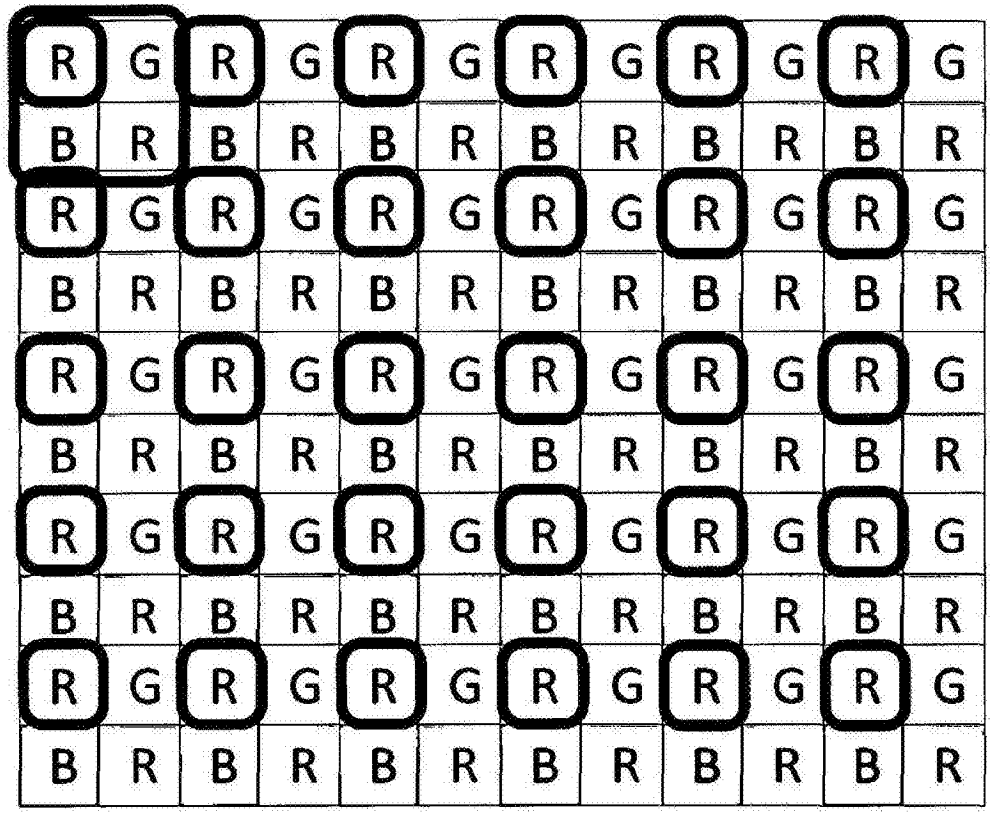

R G R G R G R G R G R G
B R B R B R B R B R B R
R G R G R G R G R G R G
B R B R B R B R B R B R
R G R G R G R G R G R G
B R B R B R B R B R B R
R G R G R G R G R G R G
B R B R B R B R B R B R
R G R G R G R G R G R G
B R B R B R B R B R B R

图3

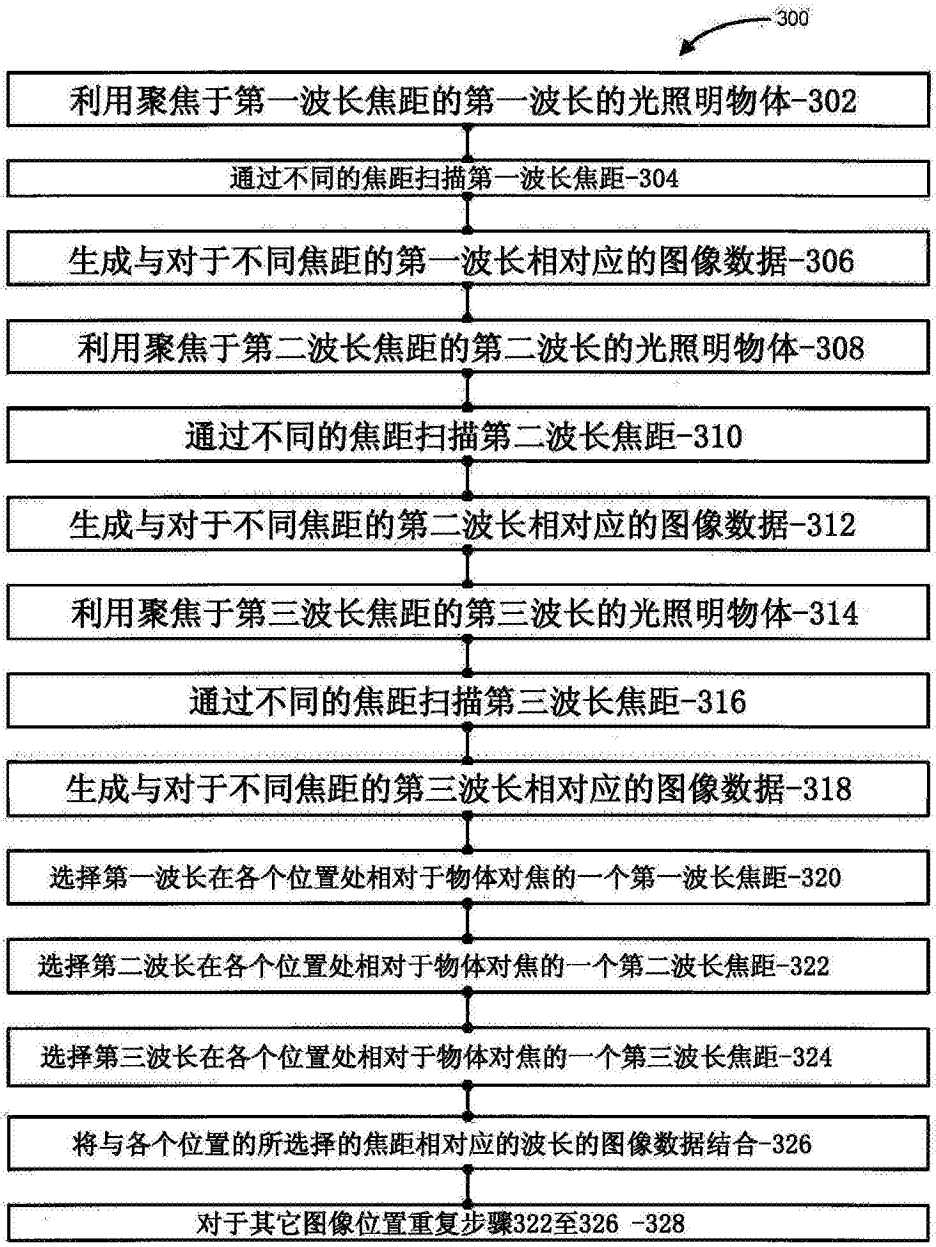

300
利用聚焦于第一波长焦距的第一波长的光照明物体-302
通过不同的焦距扫描第一波长焦距-304
生成与对于不同焦距的第一波长相对应的图像数据-306
利用聚焦于第二波长焦距的第二波长的光照明物体-308
通过不同的焦距扫描第二波长焦距-310
生成与对于不同焦距的第二波长相对应的图像数据-312
利用聚焦于第三波长焦距的第三波长的光照明物体-314
通过不同的焦距扫描第三波长焦距-316
生成与对于不同焦距的第三波长相对应的图像数据-318
选择第一波长在各个位置处相对于物体对焦的一个第一波长焦距-320
选择第二波长在各个位置处相对于物体对焦的一个第二波长焦距-322
选择第三波长在各个位置处相对于物体对焦的一个第三波长焦距-324
将与各个位置的所选择的焦距相对应的波长的图像数据结合-326
对于其它图像位置重复步骤322至326 -328

图4A

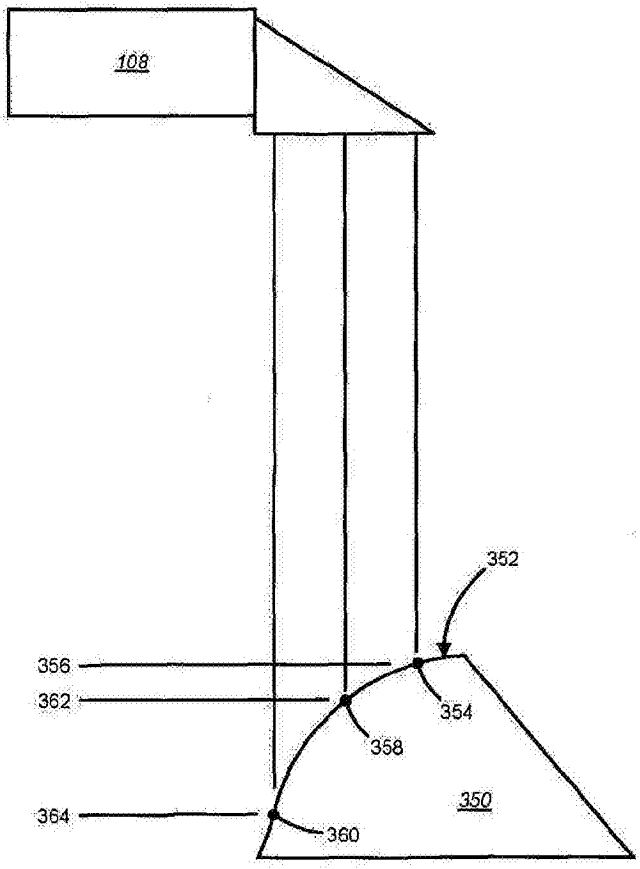


图4B

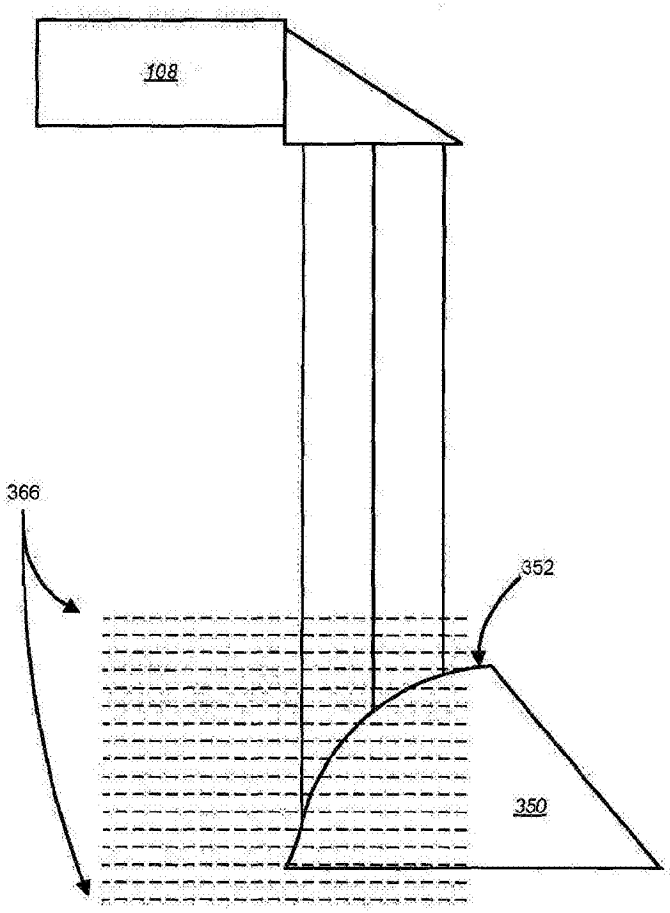


图4C

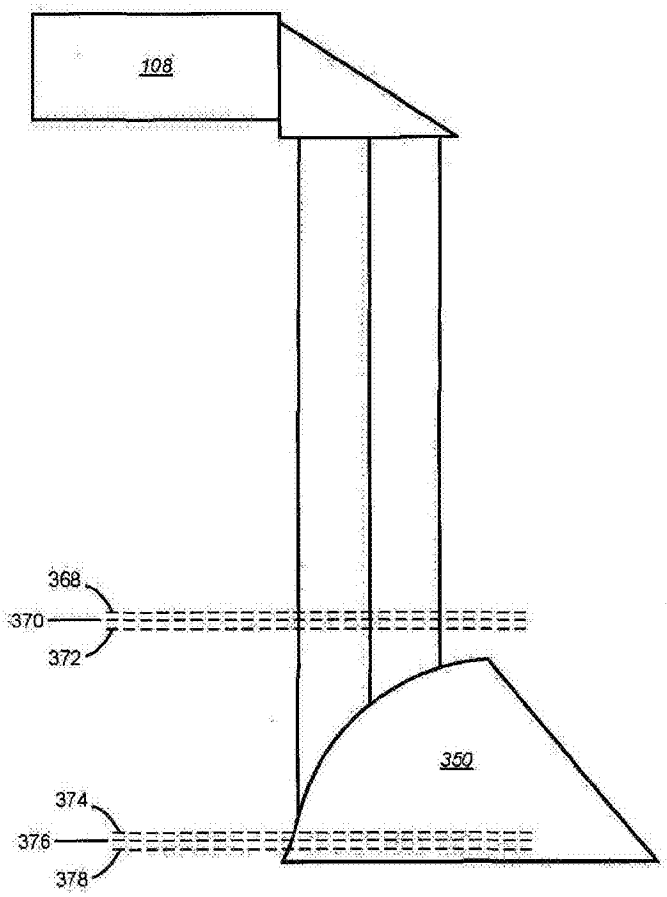


图4D

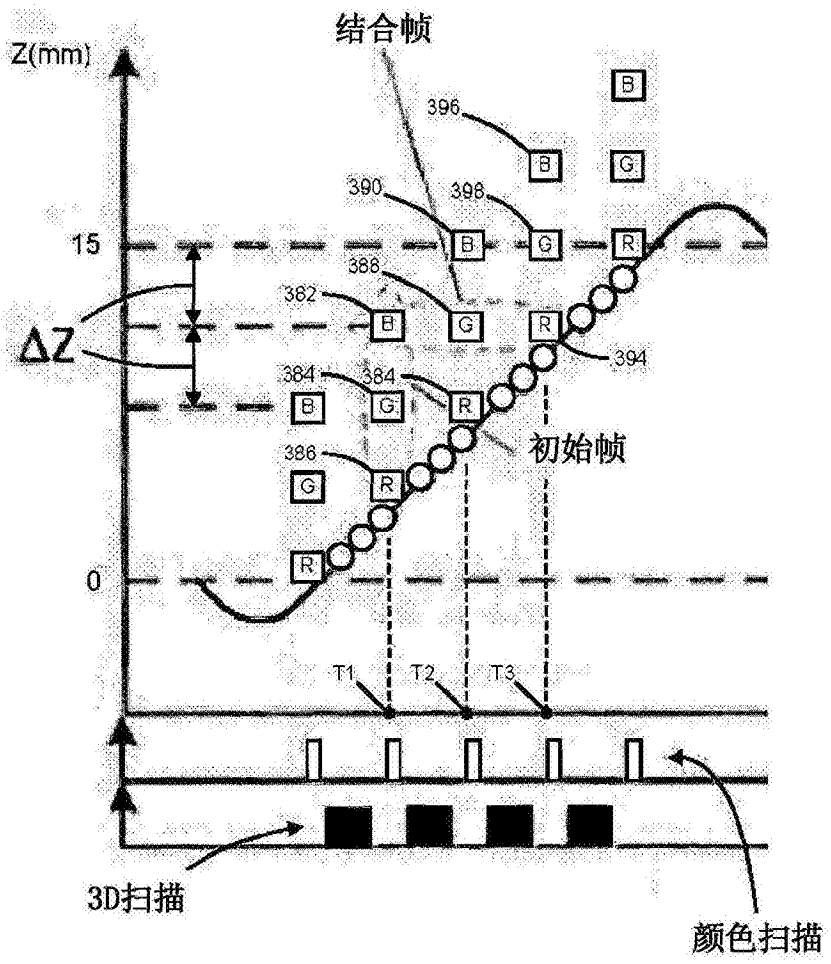

结合帧
Z(mm)
396
390
398
388
382
384
384
386
394
15
ΔZ
0
初始帧
T1
T2
T3
3D扫描
颜色扫描

图5

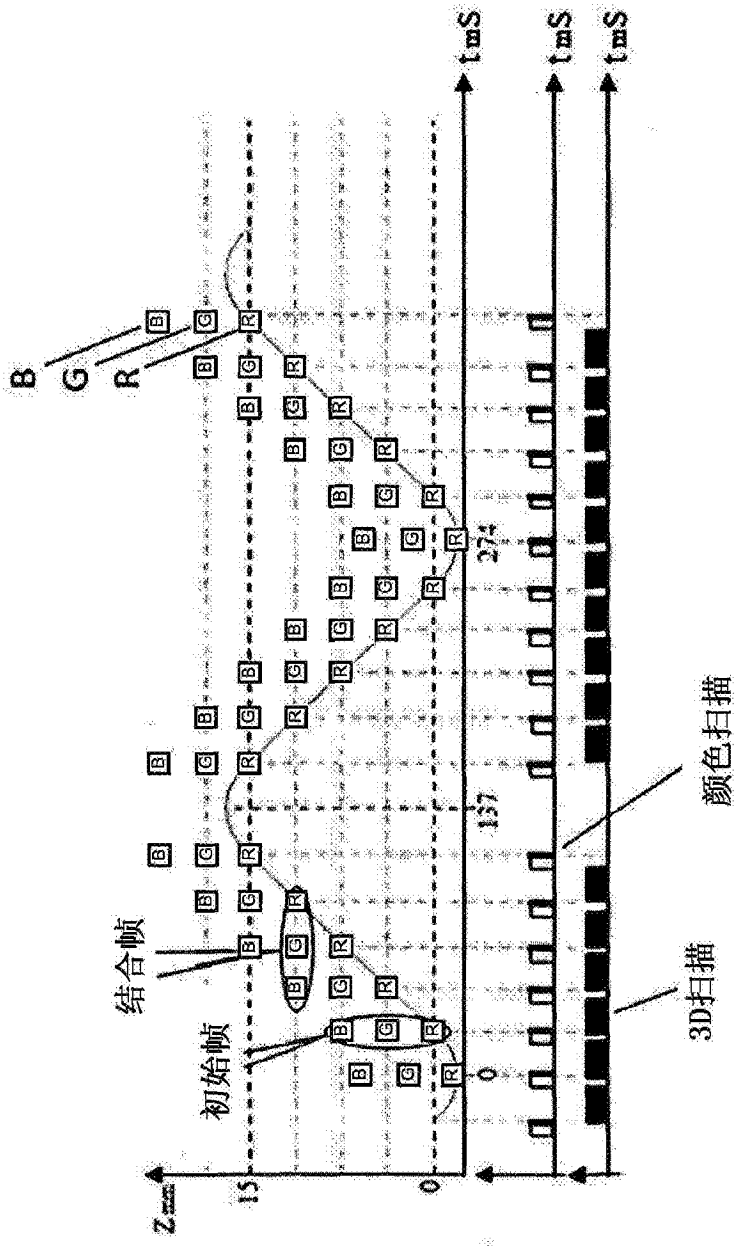


图6

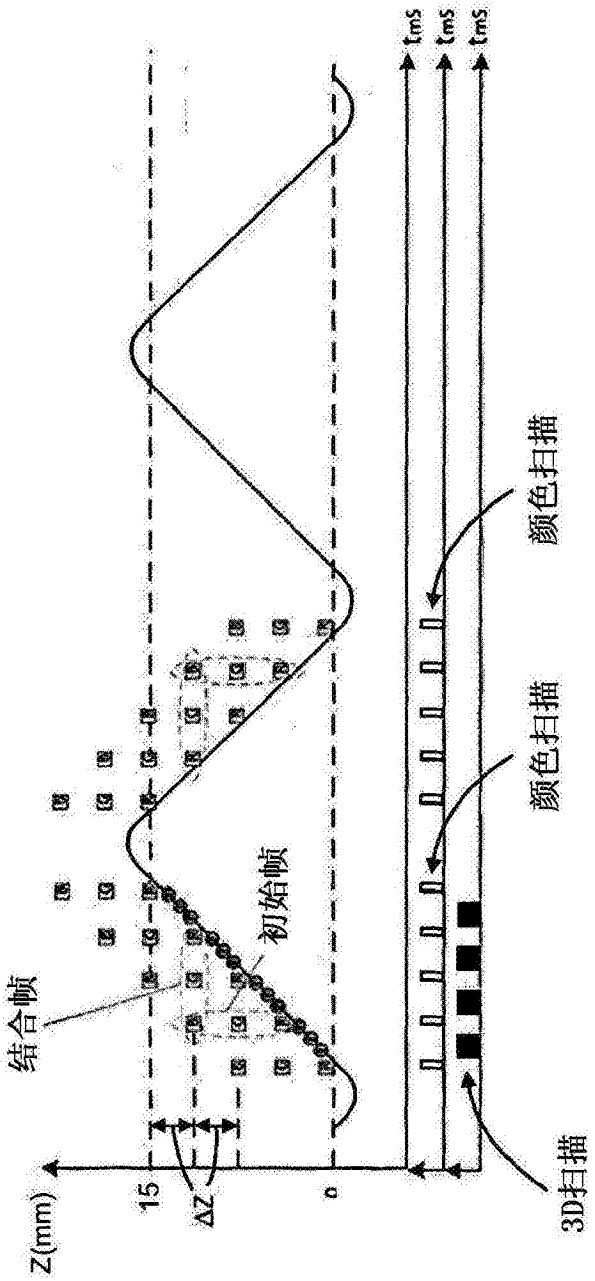


图7

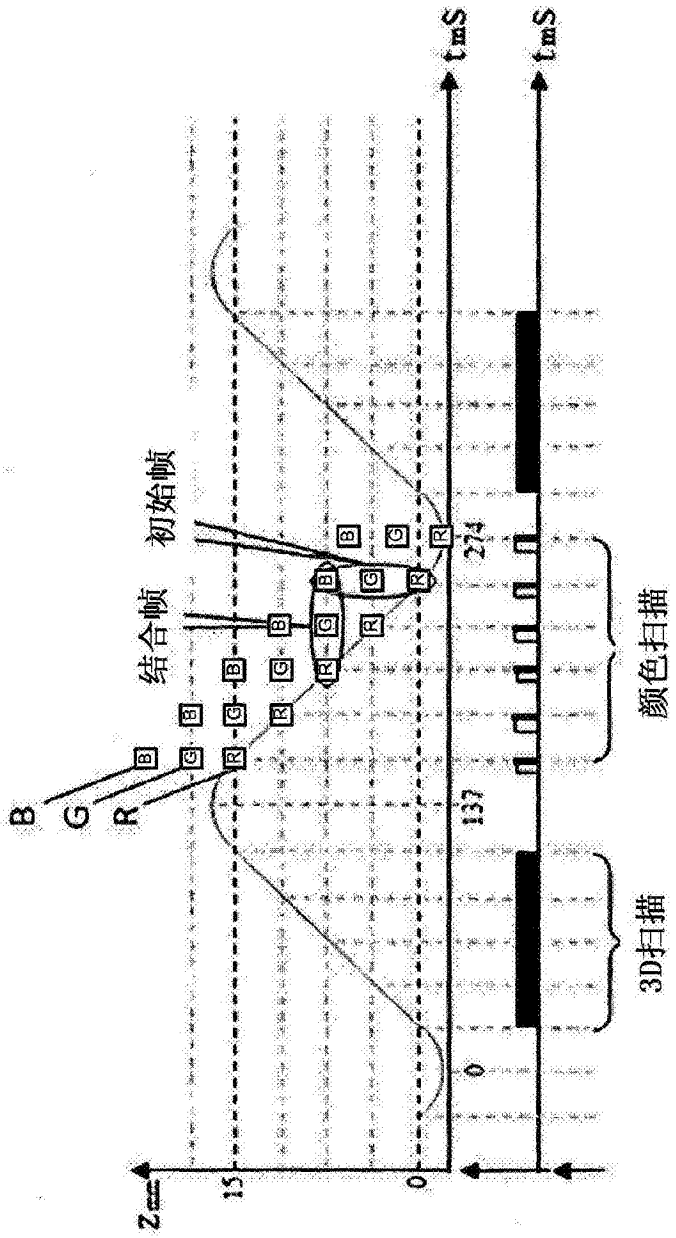


图8