



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106028909 B

(45)授权公告日 2019.05.17

(21)申请号 201580006424.1

(22)申请日 2015.01.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106028909 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(30)优先权数据  
61/934,464 2014.01.31 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.07.29

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2015/013788 2015.01.30

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/116939 EN 2015.08.06

(73)专利权人 佳能美国公司  
地址 美国纽约州  
专利权人 综合医院有限公司

(72)发明人 吉列尔莫·J·蒂尔尼 姜东均  
井久田光弘

(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 11038

代理人 宿小猛

(51)Int.Cl.  
*A61B 1/07*(2006.01)  
*G02B 23/24*(2006.01)  
*G02B 23/26*(2006.01)

(56)对比文件  
US 2011/0237892 A1,2011.09.29,说明书第[0005]、[0027]、[0033]–[0038]、[0046]段,附图1–4、8D.  
CN 101360447 A,2009.02.04,全文.  
WO 2007/084903 A2,2007.07.26,全文.  
US 6341036 B1,2002.01.22,全文.  
US 7796270 B2,2010.09.14,全文.  
US 2008/0013960 A1,2008.01.17,全文.  
US 2013/0012771 A1,2013.01.10,全文.

审查员 何琛

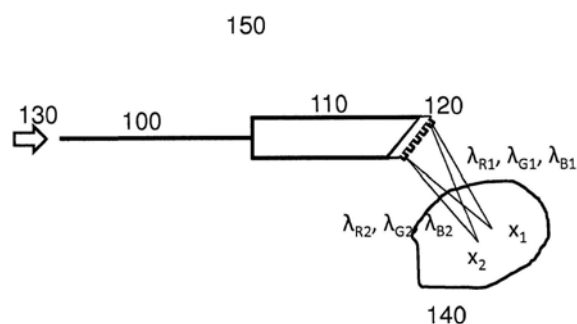
权利要求书2页 说明书5页 附图8页

### (54)发明名称

用于彩色内窥镜检查的装置

### (57)摘要

可提供具有适于彩色光谱编码成像的光栅的探测器。该探测器可包括波导配置、光聚焦配置和可具有第一光栅图案和第二光栅图案的光栅配置。波导配置可被配置和/或构建为导致从波导部件传播具有第一波长的光和具有第二波长的光,并且,光聚焦配置和波导配置可使光入射到光栅配置上。光栅配置可被配置和排列为使得,具有第一波长的光被第一光栅图案衍射到与具有第二波长的光被第二光栅图案衍射到的位置基本上相同的位置。



1. 一种探测器,包括:

照射光纤;

光聚焦配置;

光栅配置,包含第一光栅图案和第二光栅图案,第一光栅图案不同于第二光栅图案,以及

检测光纤,被定位为使得被组织反射的反射光在不事先行进通过光栅配置的情况下入射到检测光纤上,

其中,照射光纤被配置和构建为导致从所述照射光纤传播具有第一波长的光和具有第二波长的光的传播,并且光聚焦配置和照射光纤使光入射到光栅配置上,以及

其中,光栅配置被配置和排列为使得具有第一波长的光被第一光栅图案衍射到与具有第二波长的光被第二光栅图案衍射到的位置基本上相同的位置。

2. 根据权利要求1所述的探测器,其中,第一光栅图案和第二光栅图案具有不同的沟槽密度。

3. 根据权利要求1所述的探测器,其中,第一光栅图案和第二光栅图案基本上相互平行。

4. 根据权利要求1所述的探测器,其中,光栅配置被配置和排列为使得具有第三波长的光被第三光栅图案衍射到与第一波长处的衍射光和第二波长处的衍射光基本上相同的位置上。

5. 根据权利要求4所述的探测器,其中,第一光栅图案、第二光栅图案和第三光栅图案基本上相互平行。

6. 根据权利要求1所述的探测器,其中,第一光栅图案和第二光栅图案分别在光栅配置上重复至少两次。

7. 根据权利要求1所述的探测器,其中,在光学器件光路中,光栅配置的位于检测光纤前面的部分至少具有分别重复至少两次的第二光栅图案和第三光栅图案。

8. 根据权利要求1所述的探测器,其中,进入检测光纤的光的场角比具有第一波长的衍射光和具有第二波长的衍射光的场角小。

9. 根据权利要求1所述的探测器,还包括光学元件,所述光学元件被定位为使得被组织反射的光在入射到检测光纤上之前被光学元件反射或形成角度。

10. 根据权利要求1所述的探测器,其中,检测光纤包含被配置为使得检测光纤的检测场基本上与探测器的照射场重叠的角度抛光光纤。

11. 根据权利要求2所述的探测器,其中,第一光栅图案和第二光栅图案的沟槽密度相差至少200线/mm。

12. 一种光谱编码探测器,包括:

照射光纤;

光聚焦配置;

光栅配置,包含具有第一光栅图案的第一区域和具有第二光栅图案的第二区域,第一光栅图案不同于第二光栅图案;和

检测光纤,

其中,照射光纤被配置和构建为导致从所述照射光纤传播具有第一波长的光和具有第

二波长的光的传播,并且光聚焦配置和照射光纤使光入射到光栅配置上,

其中,光栅配置被配置和排列为使得具有第一波长的光被第一光栅图案衍射到与具有第二波长的光被第二光栅图案衍射到的位置基本上相同的位置,以及

其中,第一光栅图案和第二光栅图案中的每一个被配置和排列为转送光谱分散的光。

## 用于彩色内窥镜检查的装置

[0001] (对相关申请的交叉引用)

[0002] 本申请要求在2014年1月31日提交的美国临时申请序列号No. 61/934464的优先权,其内容通过引用全文并入本文。

[0003] 本申请涉及在2014年1月31日提交的美国临时申请序列号No. 61/934486 (Optical probe, light intensity detection, imaging method and system for forward-view imaging) 以及在2014年1月31日提交的美国临时申请序列号No. 61/934421 (System and method for fabrication of miniature endoscope using nanoimprint lithography), 这些公开的全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0004] 本发明一般地涉及小型内窥镜,更特别地涉及用于制造和使用进行彩色成像的小型内窥镜的示例性装置、系统和方法。

### 背景技术

[0005] 光谱编码内窥镜(“SEE”)是利用波长以编码关于样品的空间信息由此允许通过小直径内窥镜探测器进行高分辨率成像的技术。可通过使用输入到单个光纤的准单色或宽带宽光来实现SEE。在纤维的远端处,衍射或分散光学器件跨样品分散光,该光通过光学器件和光纤被反射并且返回。来自光纤的光通过诸如光谱计之类的波长检测装置被检测。通过检测根据波长的光强度,图像可被重构。例如,在美国专利No. 7843572、No. 8145018、No. 6341036和No. 7796270和美国专利公开No. 2008/0013960和No. 2011/0237892中,已经对SEE技术进行了描述,它们的全部内容通过引用并入本文。

[0006] 常规的内窥镜使用RGB颜色信息作为诊断的线索。通过使用波长信息以编码空间位置,SEE图像利用颜色信息中的许多以编码空间位置,因此,重要的颜色信息可能丢失。以前已提出了用于在SEE探测器中进行彩色成像的方法。例如,已描述了台式设备(bench top setup)中的彩色SEE成像(例如,参见Optics Express, 17(17), 15239-15247; 2009)。在该台式设备中,使用分别具有红色、绿色和蓝色谱带中的一个的三个光束。这些光束以不同的角度入射在光栅上,这对所有的三个谱带导致同一衍射角。因此,组织上的各点被三个谱带照射。虽然该方法表明了进行彩色SEE成像的可行性,但是在小型SEE探测器中实施该方法具有许多技术挑战。三个纤维需要精确地与小型透镜对准并且组装。这三个纤维一般使在SEE探测器上进行扫描具有挑战性。在不同的方法中,通过使用单个照射束展示彩色SEE成像(例如,参见Optics Express, 19(7), 6913-6922; 2011)。在该方法中,用单个波长照射试样的各点,但是试样相对于SEE设备平移。因此,通过多个波长检查试样的各点,并且使用光谱信息以恢复试样的彩色图像。但是,该常规方法以受控的方式使用试样的精确平移,这在内窥镜成像应用中是不可行的。

[0007] 因此,可能需要解决和/或克服以上描述的缺点中的至少一些。

## 发明内容

[0008] 根据本公开的各种示例性实施例,可提供用于通过使用光谱编码内窥镜检查技术进行彩色成像的装置和方法。某些示例性装置和方法可保持包含例如常规的红-绿-蓝颜色空间的颜色信息。

[0009] 因此,根据本公开的示例性实施例,可提供可包括波导配置、光聚焦配置和可具有第一光栅图案和第二光栅图案的光栅配置的探测器。波导配置可被配置和/或构建为导致从波导部件传播具有第一波长的光和具有第二波长的光的传播,并且,光聚焦配置和波导配置可使光入射在光栅配置上。光栅配置可被配置和排列为使得具有第一波长的光被第一光栅图案衍射到与具有第二波长的光被第二光栅图案衍射到的位置基本上相同的位置。

[0010] 例如,第一光栅图案和第二光栅图案可具有不同的沟槽密度。第一光栅图案和第二光栅图案可基本上相互平行。光栅配置可被配置和/或排列为使得具有第三波长的光被第三光栅图案衍射到与第一波长处的衍射光和第二波长处的衍射光基本上相同的位置上。第一光栅图案、第二光栅图案和第三光栅图案可基本上相互平行。第一光栅图案和第二光栅图案可分别在光栅配置上重复至少两次。另外,可以提供一种可以包含光纤的检测波导,该光纤被定位为使得被组织反射的反射光在入射到检测光纤上之前行进通过光栅配置。光栅配置的设置检测波导的前面的部分可具有分别被重复至少两次的第二光栅图案。检测光纤可被定位为使得被组织反射的反射光在不事先进行通过光栅配置的情况下入射在光纤上。

[0011] 根据阅读结合附图给出的本公开的示例性实施例的以下的详细描述和所提供的权利要求,本公开的这些和其它目的、特征和优点将变得清楚。

## 附图说明

[0012] 根据以下结合表示本公开的解释性实施例的附图给出的详细描述,本公开的进一步目的、特征和优点将变得清楚。

[0013] 图1是根据本公开的示例性实施例的示例性SEE探测器的示意图。

[0014] 图2是根据本公开的示例性实施例的示例性SEE系统的示意图。

[0015] 图3是根据本公开的示例性实施例的示例性SEE探测器的示意图。

[0016] 图4A和图4B是表示三种不同的光栅节距(1600/mm、2000/mm 和2400/mm)的数据的示意图,图4A表示衍射效率对波长的示意图,图4B表示衍射效率对衍射角的示意图。

[0017] 图5A和图5B是表示三种不同的光栅节距(2400/mm、3000/mm 和3500/mm)的数据的示意图,图5A表示衍射效率对波长的示意图,图5B表示衍射效率对衍射角的示意图。

[0018] 图6A~6C是根据本公开的示例性实施例的示例性光栅的截面图。

[0019] 图7A~7C是根据本公开的另一示例性实施例的示例性光栅的截面图。

[0020] 图8是第一示例性配置中的根据本公开的示例性实施例的示例性SEE探测器的示意图。

[0021] 图9是第二示例性配置中的图8所示的示例性SEE探测器的示意图。

[0022] 图10是第三示例性配置中的图8所示的示例性SEE探测器的示意图。

[0023] 在所有附图中,除非另外陈述,否则使用相同的附图标记和字符以表示示出的实施例的类似的特征、要素和部件或部分。并且,虽然将参照附图详细描述主题发明,但这种

描述是结合示出的实施例进行的。意在可在不背离由所附的权利要求限定的主题公开的真实范围和精神的情况下,对描述的实施例做出变化和修改。

### 具体实施方式

[0024] 在图1中表示SSE探测器的示例性实施例的示意图。例如,SEE探测器150可包含光纤100、聚焦透镜110和衍射光栅120。宽带光130 (或其它电磁辐射)可通过光纤100传输到聚焦透镜110。该光(或其它电磁辐射)可然后通过光栅120被衍射。该光栅120可具有用于光栅图案的三个或更多个空间频率,使得试样140的各点被三个衍射光束照射,每个光束可被包含于红色(波长:585~660nm)、绿色(500~575nm)和蓝色(415~490nm)光谱中的一个中。

[0025] 在图2中示出可包含图1的示例性探测器的SEE系统的示例性实施例的示意图。例如,来自来源160的宽带光(或其它电磁辐射)可被耦合到耦合器180,并随后被传输到SEE探测器150。从试样140反射的光(或其它电磁辐射)可耦合回到SEE探测器150并且被传送到耦合器180。然后,该光(或其它电磁辐射)可被传输到光谱计170,在那里反射光的光谱可被分析。所获取的光谱可分成三个子光谱,每个子光谱代表红色、绿色和蓝色光谱中的一个。三个子光谱可被处理和组合成试样的单色线图像。示例性SEE探测器可往复旋转扫描,以获得试样140的二维图像。

[0026] 图3更详细地表示根据本公开的示例性实施例的示例性探测器(在图1中表示)。例如,光栅120可具有多个区域,这些区域具有相异的沟槽密度。光栅的沟槽密度参数可被选择,使得从波导部件入射在光栅部件上且通过光聚焦部件聚焦的具有第一波长 $\lambda_1$ 的光从第一光栅区域(沟槽密度: $G_1$ )被衍射到与从波导部件入射在第二光栅区域(沟槽密度: $G_2$ )上且通过光聚焦部件聚焦的具有第二波长 $\lambda_2$ 的光的衍射基本上相同的位置。如果光栅的折射率和对光栅的入射角对于 $\lambda_1$ 和 $\lambda_2$ 几乎相同,那么 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $G_1$ 和 $G_2$ 的关系将如下:

$$[0027] \quad G_1 \lambda_1 \approx G_2 \lambda_2$$

[0028] 各区域可具有一定数量的沟槽,例如,10个沟槽、50个沟槽、100个沟槽、500沟槽等。在一些示例性实施例中,区域中的沟槽的总数可以为至少100以保持来自区域的足够的光衍射。例如,图3中的三个区域(即区域310、320和330)可分别具有1600线/mm、2000线/mm和2400线/mm的沟槽密度,使得675nm、540nm和450nm光可衍射到组织表面上的相同位置。区域310、320和330中的每一个可位于同一平面上并且具有至少 $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ 见方的尺寸。

[0029] 如本文所讨论的,入射在表面上的基本上相同的位置处的两个或更多个光束的语境中的术语“基本上相同的位置”可意味着但不限于例如光束的面积重叠至少50%、至少70%或至少80%或至少90%。类似地,如本文讨论的那样,术语“基本上平行”可意味着但不限于例如光栅图案中的沟槽的方向相对于彼此成角度小于10%、小于5%或者更特别地小于2%。

[0030] 在本示例性实施例中,光栅折射率为1.5037。对于光栅表面的入射角可以为约20.94度或者确切地为20.94度。沟槽深度可 $\times \times$ 对于所有的三个光栅图案为约900nm或者确切地为900nm,并且,各图案的占空比可以为约0.5或者确切地为0.5。1600线/mm、2000线/mm和2400线/mm光栅可分别将波长619~730nm(红色)、495~584nm(绿色)和413~487nm(蓝色)的光衍射到同一衍射角的范围(27~39度)。分别在图4A和图4B中示出计算的三个光栅的衍射效率对波长和衍射角的示例性示意图。例如,计算方法可包括但不限于严格耦合波

分析 (Rigorous Coupled-Wave Analysis (RCWA))。具有675nm的示例性波长的红光311可以以33°的角度被区域310衍射。具有可以为约540nm或者确切地为540nm的示例性波长的绿光321可被区域320 衍射到约33°或者确切地为33°的角度,具有约450nm或者确切地为450nm的示例性波长的蓝光331可被区域330衍射到同一衍射角度。从该例子明显地看出,如果光栅可具有三个具有相异的沟槽密度的区域,那么三个不同的波长可被衍射到同一方向。如图3所示,可通过使用本文描述的示例性方法设计三个区域310、320和330上的光栅图案,以对各工作波长提供适当的衍射效率。

[0031] 在另一例子中,当光栅折射率为约1.5037或者确切地为1.5037 且对于光栅的入射角为约35度或者确切地为35度时,可以使用2400 线/mm、3000线/mm和3500线/mm的示例性光栅以分别将波长 615~713nm(红色)、492~571nm(绿色)和422~489nm(蓝色)的光衍射到同一衍射角的范围(38~58度)。分别在图(A和图5B中)示出三个光栅的衍射效率对波长和衍射角的变化示例性示图。在这些示例性示图中,图案(空气部分)的占空比为约0.4或者确切地为0.4 且沟槽深度为约800nm或者确切地为800nm。

[0032] 各种示例性实施例可使用两个、三个、四个或更多个光栅图案。根据其它的各种示例性实施例,光栅的各种区域中的沟槽密度可适于以相同或相似的衍射角(例如,对于指定的波长,在彼此的5°、4°、3°、2°、1°或更小内)反射两个、三个或更多个指定波长的光。

[0033] 为了优化衍射效率和/或使得它们便于制造,示例性沟槽深度可在不同的光栅之间不同。例如,光栅120可具有光栅图案310(例如,沟槽密度:1600线/mm,沟槽深度:1000nm)、光栅图案320(例如,沟槽密度:2000线/mm,沟槽深度:900nm)和光栅图案330(例如,沟槽密度:2000线/mm,沟槽深度:800nm)。为了制作这种光栅或其复制母版,可以使用反应离子蚀刻(RIE)。在RIE中,微加载效应是已知的,即,通过宽开口蚀刻掩模的蚀刻比通过窄开口蚀刻掩模的蚀刻快,这可使得能够制造具有不同的沟槽深度的三个衍射光栅。可对衍射效率和SEE探测器的视角优化入射角。

[0034] 图6A~6C表示根据本公开的示例性实施例的示例性光栅120的截面图。根据图6A所示的一个示例性实施例的示例性光栅具有垂直分开的三个光栅区域310、320和330,而光栅的沟槽如光栅区域的放大示图300所示的那样沿水平方向行进。在其它的示例性实施例中,三个光栅区域可水平分开(参见图6B)或径向分开(参见图6C)。

[0035] 图7A~7C表示根据本公开的光栅120的另一示例性实施例。三个光栅区域可垂直交错(参见图7A)或水平交错(参见图7B)。三个光栅区域还可沿垂直方向和水平方向两者交错(参见图7C)。这些示例性设计可具有如下优点,即,当制造光栅时,不需要光栅图案与光栅外部形状之间的精确对准。

[0036] 图8表示根据本公开的示例性实施例的示例性SEE探测器的示意图,该SEE探测器包含用于检测的附加的纤维。例如,可在SEE探测器中使用附加的纤维500,以检测来自试样的光。附加的检测纤维 500可经由光栅120被连接。这可使检测的标称角度与照射的标称角度对准。检测纤维500可以是多模式纤维。在某些示例性实施例中,光栅可被设置在具有图案的检测纤维上,所有沟槽密度的光栅处于照射路径上。

[0037] 图9表示根据本公开的示例性实施例的可包含图8的SEE探测器的示例性SEE系统。检测纤维500的远端可被角度抛光(angle polish),以使检测圆锥520与照射圆锥510对准。在照射过程中,可在意图的照射圆锥510的外部提供照射,示为530。检测圆锥520与意图的

照射圆锥510的一致性可排斥来自区域530的光。作为斜着角度抛光纤维500的替代,能够出于相同的目的将棱镜或反射镜置于纤维500上。检测纤维可以是多模式纤维。为了将检测场角限制到小于照射场角的值,多模式纤维的数值孔径(NA)和抛光/棱镜/反射镜的角度可被最佳地选择。换句话说,检测纤维500可被配置为接收来自组织的反射光,例如仅仅来自关注区域、例如来自照射不同波长的多个光的区域(例如,意图的照射圆锥510)的反射光。

[0038] 例如,当多模式纤维的NA为约0.1且其抛光角为约0度时,检测纤维500可被配置为接受来自与光轴成 $\pm 5.7^\circ$ 之间的方向的光。当NA为约0.1且其抛光角为约35度时,检测纤维500可被配置为接受与光轴成 $15.9^\circ$ 与 $35.1^\circ$ 之间的方向的光。存在将检测场调整到照射场的数种方式。例如,如图10所示,可在检测纤维500的前面使用反射镜550。还可出于该目的使用棱镜、作为镜面的角度抛光纤维和/或其它光学部件。

[0039] 可通过几种方式制作光栅120。例如,可通过例如在同时提交的申请中描述的且要求美国临时申请序列号No. 61/934421的优先权的包括软光刻和纳米压印光刻的光刻或全息术来制作光栅120。在与探测器一体化之前制造光栅120的图案处于本公开的范围。在另一示例性实施例中,能够在探测器上制作光栅120的各种图案。

[0040] 因此,提供特别有利的彩色SEE探测器和系统。可在小直径的内窥镜探测器内制作和使用所描述的光栅的示例性实施例。例如,示例性光栅可具有例如小于 $500\mu\text{m}$ 或小于 $350\mu\text{m}$ 的直径。该示例性配置可用于活体应用中。

[0041] 以上仅示出本发明的原理。对描述的实施例提出的各种修改和变更对于考虑了本文的教导的本领域技术人员来说是清楚的。事实上,可结合SEE或包括以上在美国专利No. 7843572、No. 8145018、No. 6341036和No. 7796270以及美国专利申请No. 2008/0013960和No. 2011/0237892中提到的那些其它成像系统,使用根据本发明的示例性实施例的配置、系统和方法。因此,可以理解,本领域技术人员将能够设计大量的系统、配置和方法,这些系统、配置和方法虽然本文没有被明确表示或描述,但体现本发明的原理并因此位于本发明的精神和范围内。另外,如果现有技术知识在以上没有明确通过引用被加入,那么其全部内容在这里被明确加入。在本文中通过引用全文并入以上提到的所有公开。



150

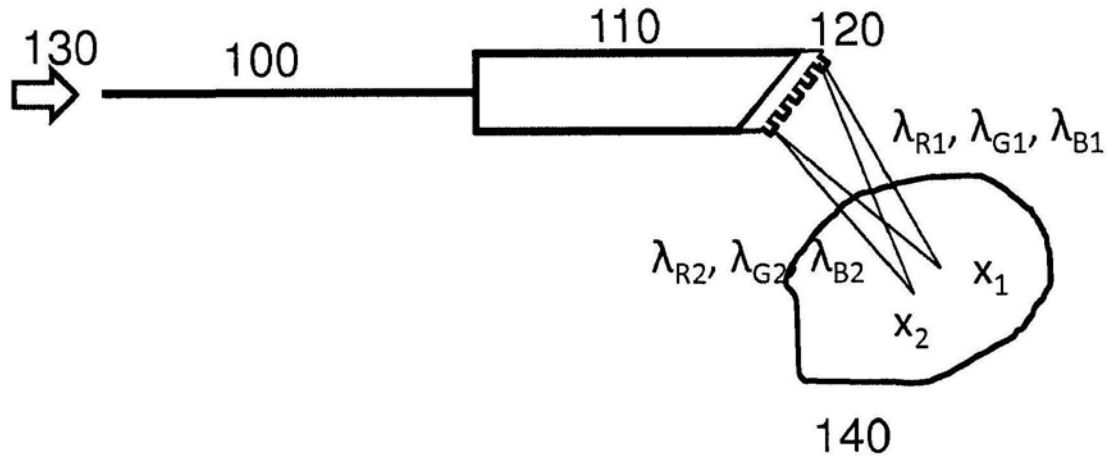


图1

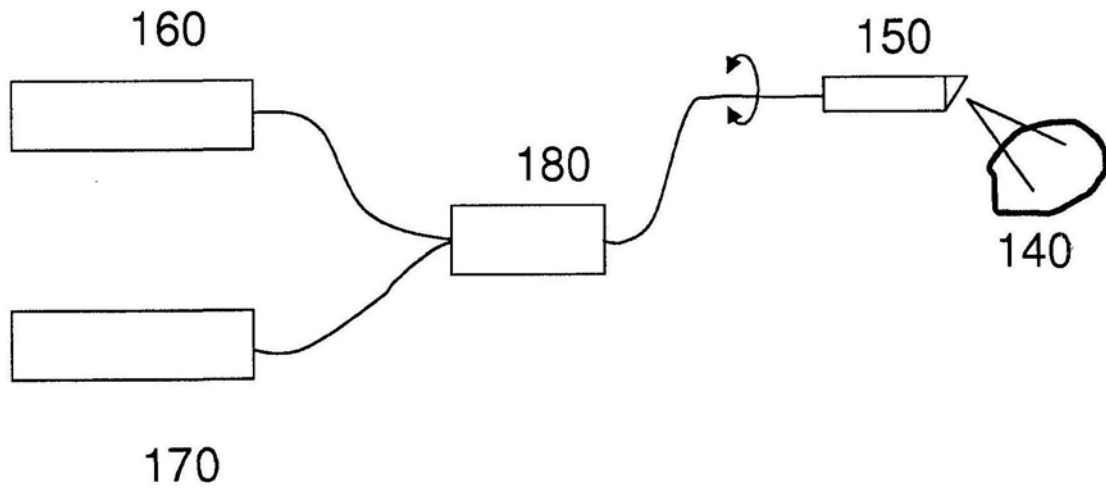


图2

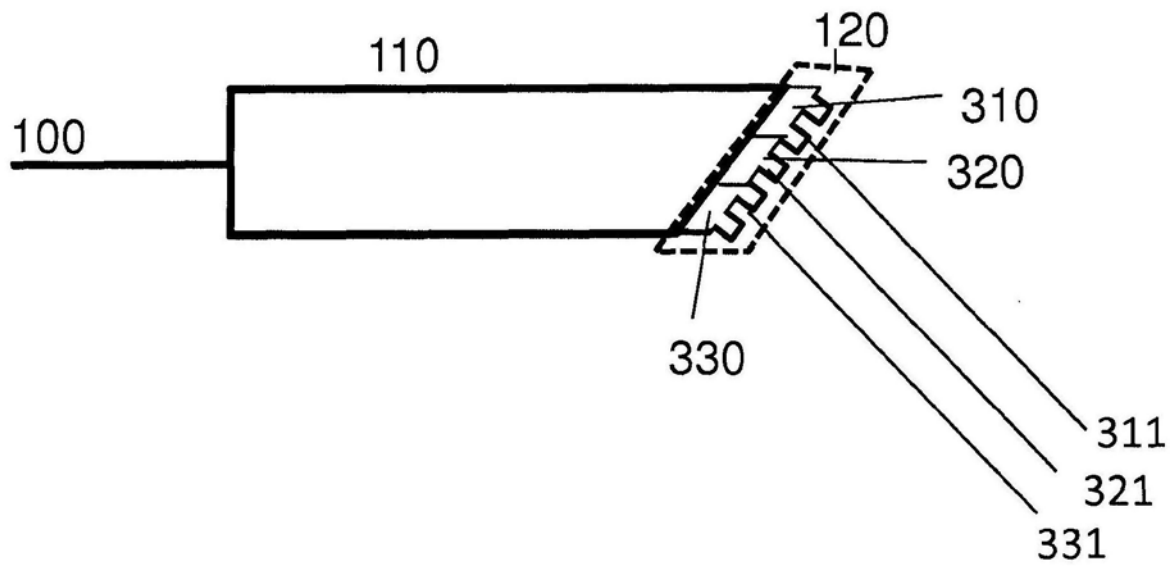


图3

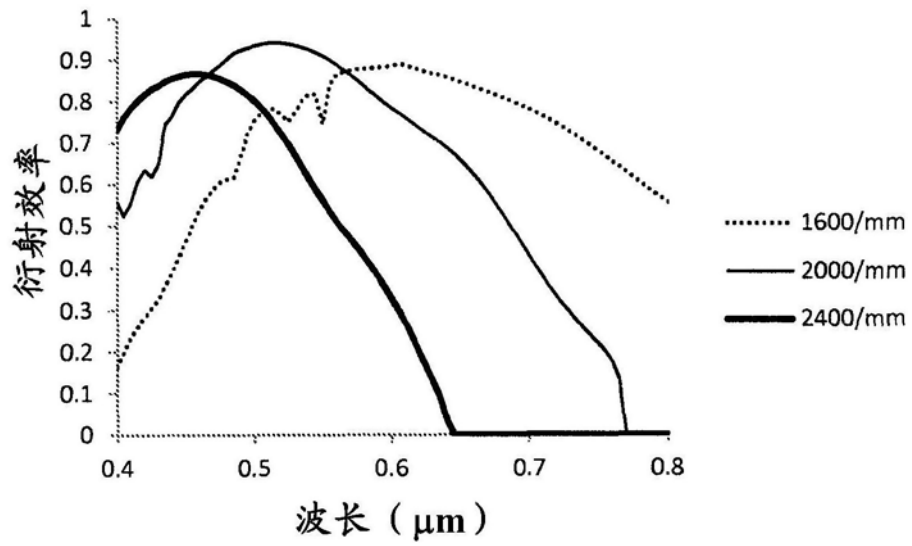


图4A

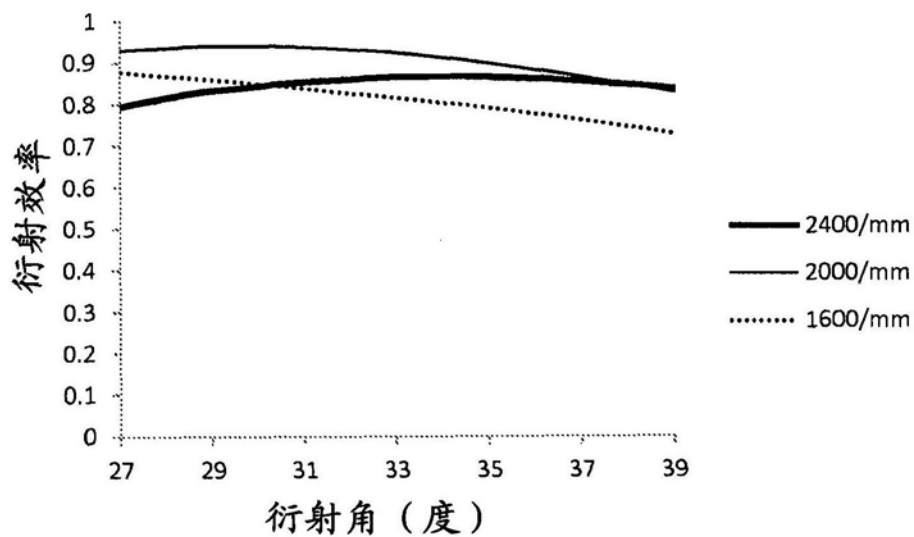


图4B

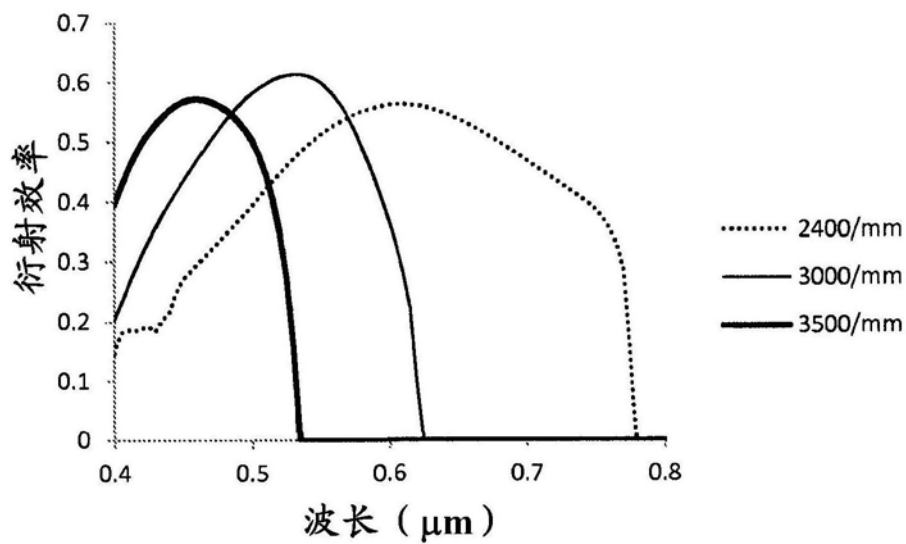


图5A

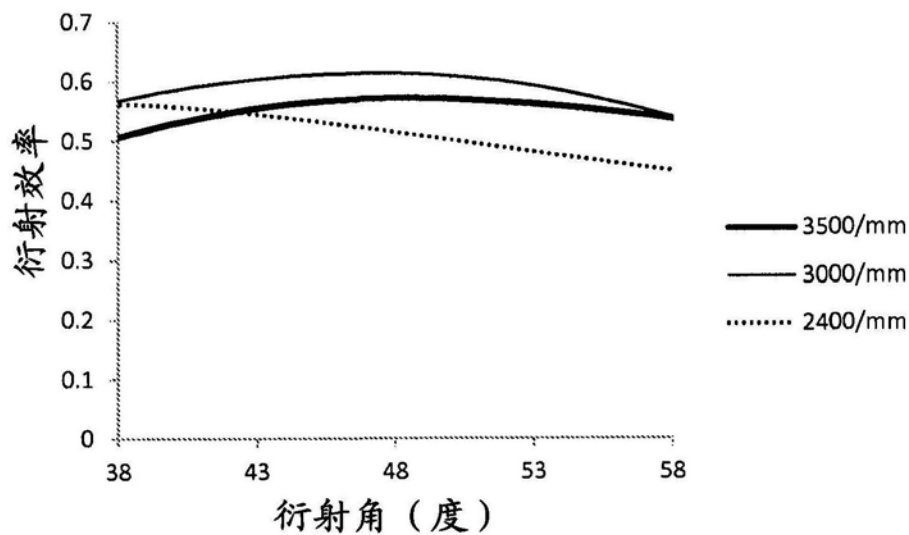


图5B

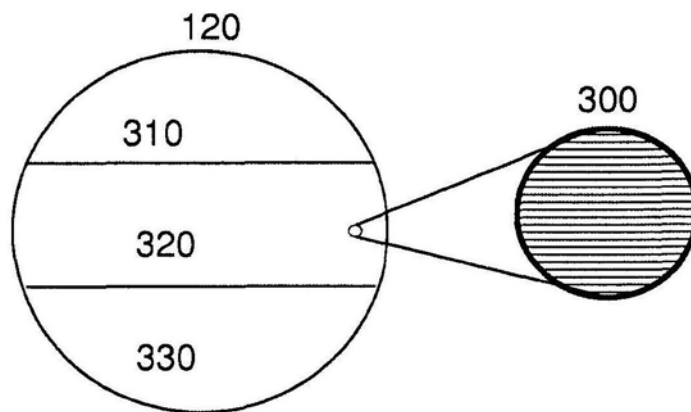


图6A

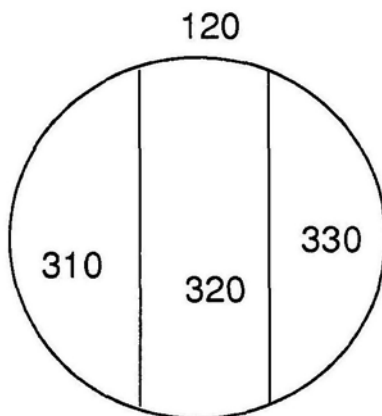


图6B

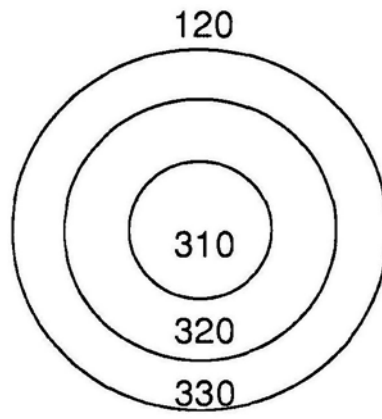


图6C

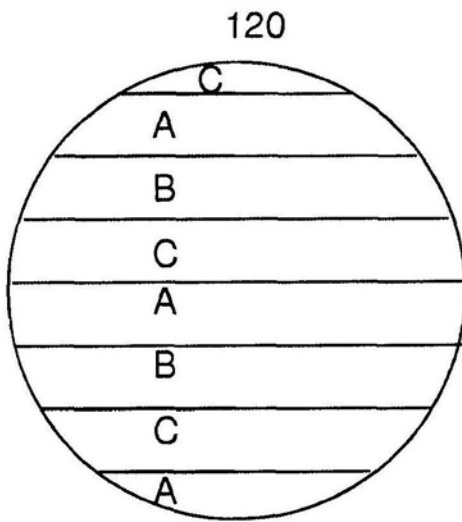


图 7A

A: 310  
B: 320  
C: 330

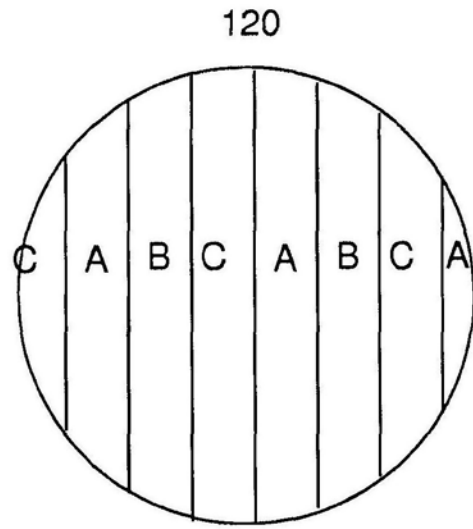


图 7B

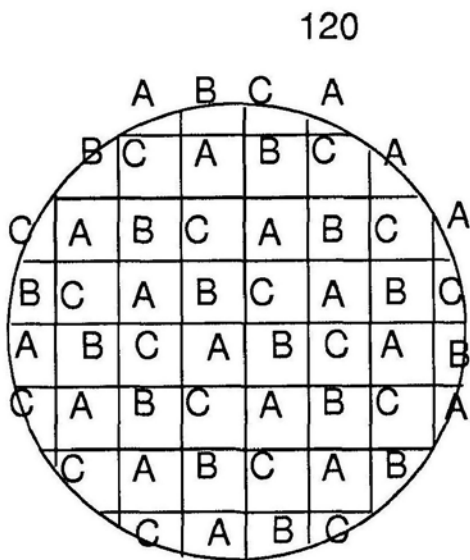


图 7C

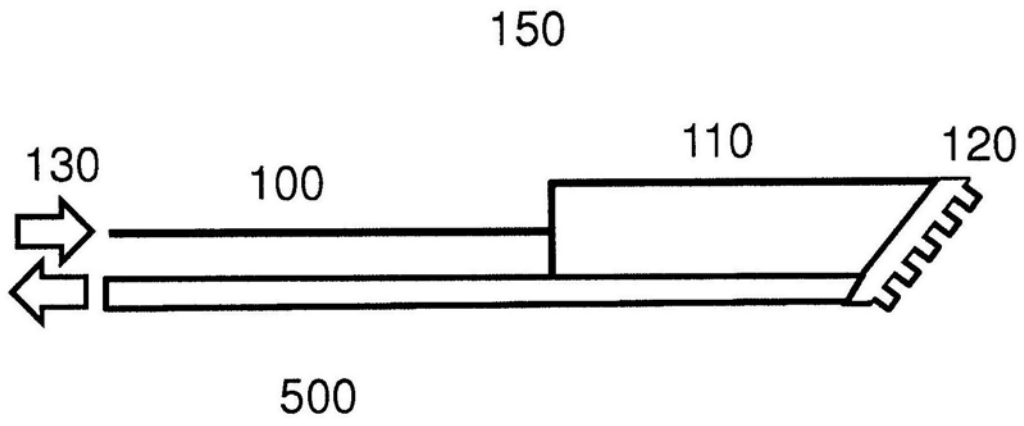


图8

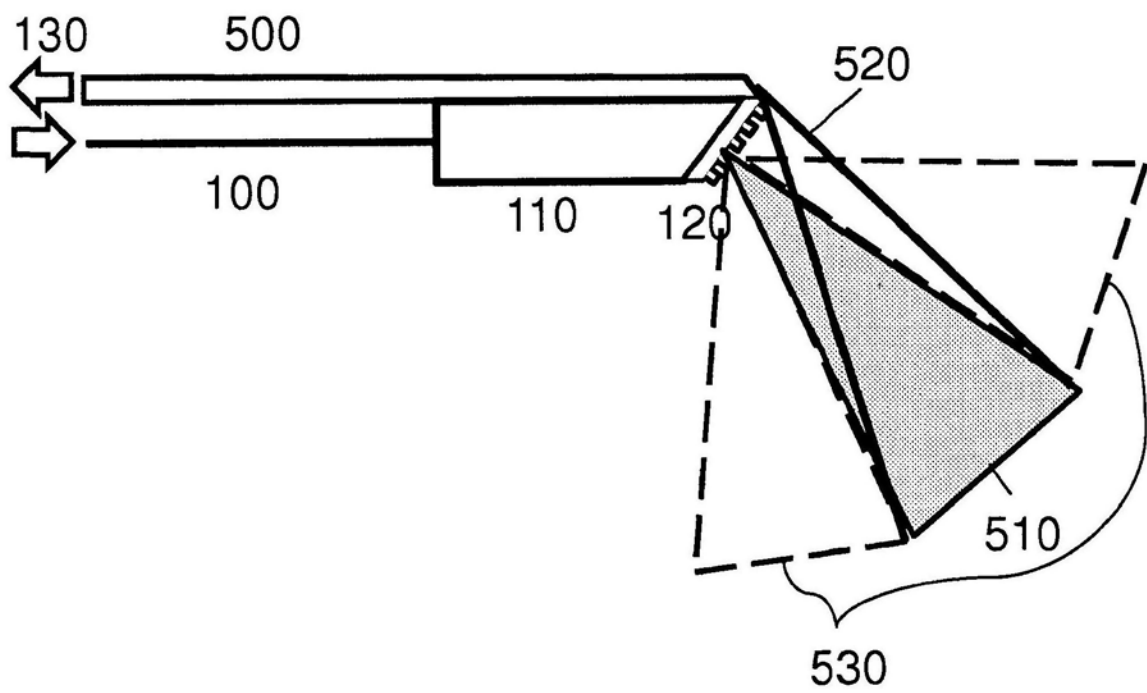


图9

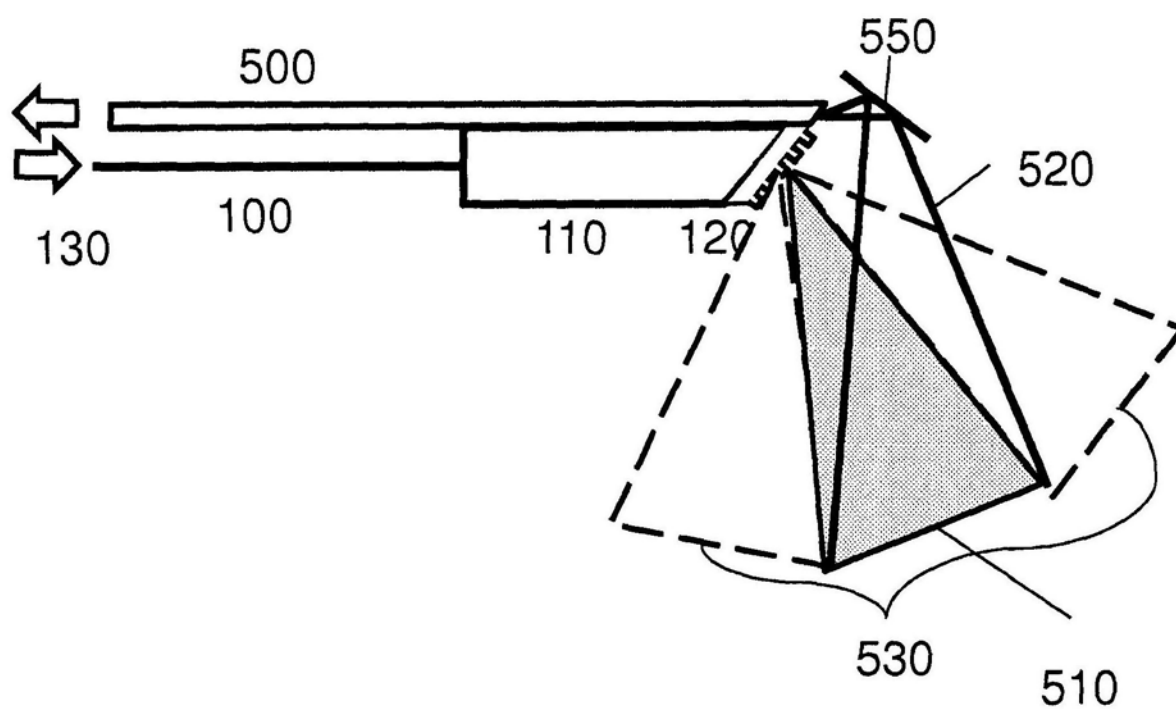


图10



专利名称(译)	用于彩色内窥镜检查的装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN106028909B</a>	公开(公告)日	2019-05-17
申请号	CN201580006424.1	申请日	2015-01-30
[标]申请(专利权)人(译)	佳能美国公司 通用医疗公司		
申请(专利权)人(译)	佳能美国公司 综合医院有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	佳能美国公司 综合医院有限公司		
[标]发明人	吉列尔莫J蒂尔尼 姜东均 井久田光弘		
发明人	吉列尔莫·J·蒂尔尼 姜东均 井久田光弘		
IPC分类号	A61B1/07 G02B23/24 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00096 A61B1/07 G01J3/0208 G01J3/0218 G01J3/1895 G02B6/241 G02B6/29311 G02B23/2423 G02B23/2469 G02B23/26 G02B23/24 G02B6/02076 G02B6/02085		
审查员(译)	何琛		
优先权	61/934464 2014-01-31 US		
其他公开文献	CN106028909A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

# 摘要(译)

可提供具有适于彩色光谱编码成像的光栅的探测器。该探测器可包括波导配置、光聚焦配置和可具有第一光栅图案和第二光栅图案的光栅配置。波导配置可被配置和/或构建为导致从波导部件传播具有第一波长的光和具有第二波长的光，并且，光聚焦配置和波导配置可使光入射到光栅配置上。光栅配置可被配置和排列为使得，具有第一波长的光被第一光栅图案衍射到与具有第二波长的光被第二光栅图案衍射到的位置基本上相同的位置。

