

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02F 1/00

G03B 21/00 G03G 15/00

H04N 9/31



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410008563.1

[43] 公开日 2004年9月29日

[11] 公开号 CN 1532590A

[22] 申请日 2004.3.24

[21] 申请号 200410008563.1

[30] 优先权

[32] 2003.3.24 [33] US [31] 10/395730

[71] 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 B·E·克鲁施维茨 K·B·卡亨

A·F·库尔茨 J·P·斯庞霍维

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

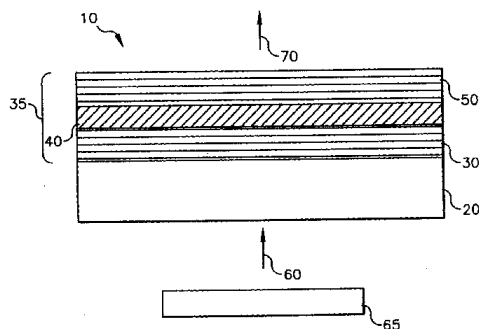
代理人 龚海军 罗朋

权利要求书2页 说明书31页 附图15页

[54] 发明名称 使用有机激光器阵列照射区域光阀的电成像系统

[57] 摘要

一种由图像数据流提供可以观察的彩色图像的电成像系统，包括：设置成至少一个阵列的多个不同颜色的激光源，每种颜色的激光源包括垂直腔结构；至少一个用于接收激光并由图像数据流产生可以观察的彩色图像的区域光阀；以及将该可以观察的彩色图像投影到目标平面上的投影透镜。



ISSN 1008-4274

1. 一种用于由图像数据流提供可以观察的彩色图像的电成像系统，包括：
- 5 a) 设置成至少一个阵列的多个不同颜色的激光源，每个激光源包括一个垂直腔结构，垂直腔结构具有：
- i) 用于接收并透过泵浦光束，并且在预定波长范围上反射激光的第一介电堆；
- 10 ii) 用于接收透过第一介电堆的泵浦光，并发射激光的有机活性区域；
- iii) 用于将透过的有机活性区域的泵浦光束和来自有机活性区域的激光反射回有机活性区域中的第二介电堆，其中第一和第二介电堆以及有机活性区域的组合产生激光；以及
- b) 至少一个用于接收激光并由图像数据流产生可以观察的彩色图像的区域光阀；以及
- 15 c) 用于将可以观察的彩色图像投影到目标平面上的投影透镜。
2. 如权利要求1所述的电成像系统，还包括：
- d) 用于将所述至少一个阵列成象在所述至少一个区域光阀上的透镜。
3. 如权利要求1所述的电成像系统，其中所述多个不同颜色的激光源被调制以在目标平面上产生均匀图像。
- 20 4. 如权利要求1所述的电成像系统，其中三个彩色激光源阵列按照颜色分别与三个区域光阀匹配。
5. 如权利要求4所述的电成像系统，其中所述三个彩色激光源阵列包括：
- 25 a) 红色激光源阵列；
- b) 绿色激光源阵列；和
- c) 蓝色激光源阵列。
6. 如权利要求1所述的电成像系统，其中每个激光源产生激光光谱具有各自波长 λ_i 和各自光谱宽度 $\Delta\lambda_i$ 的激光。
- 30 7. 如权利要求6所述的电成像系统，其中多个不同颜色激光源的组合产生具有总光谱宽度 $\Delta\lambda_{tot}$ 的至少一个光谱带。
8. 如权利要求6所述的电成像系统，其中所述至少一个光谱带

包括重叠的激光光谱。

9. 如权利要求 7 所述的电成像系统，其中所述总光谱宽度 $\Delta\lambda_{tot}$ 大于 1 纳米。

10. 如权利要求 1 所述的电成像系统，其中每个激光源产生光束品质因数为 M^2 的激光，并且所述至少一个阵列包括 N_{LB} 个彩色激光源，其中 M^2 与 N_{LB} 的乘积大于 1000。

11. 如权利要求 1 所述的电成像系统，其中该电成像系统被引入显示系统中，该电成像系统还包括：

d) 用于接收激光并且具有漫射元件的观察屏。

10 12. 如权利要求 11 所述的电成像系统，其中该观察屏具有光学表面粗糙度 σ_z ，多个不同颜色光源具有总光谱宽度 σ_k ，使

$$C_T = \left[1 + (2\sigma_k\sigma_z)^2\right]^{-1/4}$$

小于 0.5。

13. 一种在成象系统中产生激光的方法，包括步骤：

15 a) 从发光二极管提供泵浦光束；
b) 通过第一介电堆接收和透过该泵浦光束；
c) 在发射激光的有机活性区域中接收和部分吸收所透过的泵浦光束；

20 d) 由第二介电堆将未吸收的泵浦光束反射回有机活性区域中，其中未吸收的泵浦光束被部分吸收，并且有机活性区域产生彩色激光；
以及

e) 在第一介电堆与第二介电堆之间反射彩色激光，产生激光谐振。

使用有机激光器阵列照射区域光阀的电成像系统

技术领域

5 本发明概括来说涉及显示或打印系统领域，具体涉及一种使用用激光照射的区域光阀的显示或打印系统。更具体而言，本发明涉及在显示或打印系统中使用有机激光元件阵列照射区域光阀。

10 包括用信息空间调制光束的光阀的电成像系统在本领域中是众所周知的。这种系统的常见用途包括投影显示和打印系统。一般，这些系统采用基本的白光光源形式，最著名的是白炽灯或弧光灯，通过适当的颜色过滤照射一个或多个光阀或空间光调制器，以形成所需图像，该图像被投影到观察屏或感光介质上。

背景技术

15 已知激光是吸引人的可选光源，作为基于光阀的投影显示和打印系统的灯。激光器的一种潜在优点是以特别饱和的颜色为特征的更宽色域。激光照射使简单、低成本高效光学系统成为可能，当与某些传统光阀成对使用时产生更高效率和更高对比度。激光器用于投影显示的一个缺点是缺少在适当可见光波长处具有足够功率的经济合算的激光器。

20 适于显示和照片打印机中电成像系统的低成本可见光激光器的缺少，大大地阻碍了满足这些需要的基于光阀的电成像系统的发展。在典型的电视应用中，例如红、绿和蓝激光器每一个均需要大约1W的功率。目前能得到的处于该功率大小的蓝和绿激光器，如腔内倍频二极管泵浦的固态激光器，由于需要二极管激光器泵浦的固态激光晶体、
25 谐振器装置且需要非线性频率转换来产生可见光，因而极为昂贵。还存在必须解决稳定性和寿命的问题。此外，对于显示和打印系统来说每种颜色一个激光器在许多方面是不合乎需要的。因为这些激光器在光谱和空间均相干，最好应当避免光学系统内由于系统中的空气隙或薄玻璃元件中的光谱干涉仪效应(etalon effects)而产生的相干假
30 象。在显示系统中，必须克服由于粗糙显示屏而产生的斑点，这很难由激光光源的光谱和空间相干性实现。最后，正如已经讨论的，感兴趣的区域光阀无需完全空间相干的光源。因此，希望使用具有低光谱

和空间相干性的光源。

由排成矩形的可单独操作像素的二维阵列组成的光阀，提供另一种可用于激光显示和打印系统的部件。区域光阀的例子包括反射式液晶调制器，如可从 JVC、Three-Five、Aurora 和菲利普购得的硅上液晶 (LCOS) 调制器；以及微反射镜阵列，如可从 Texas Instruments 购得的数字光处理 (Digital Light Processing) (DLP) 芯片。二维调制器相对一维阵列调制器和光栅扫描系统的优点，是无需扫描；没有因调制器阵列的非均匀性导致的条纹假象 (streak artifact)；并且没有频率远大于显示系统帧刷速率 ($\geq 120\text{HZ}$) 的激光噪声。二维空间光调制器的另一个优点是容许照射光束具有低空间相干性。相反，一维或线性光阀如 Silicon Light Machines 制造的光栅光阀 (GLV) 和共形光栅调制器，需要空间相干照射小尺寸光阀。

提供具有低空间和光谱相干性的激光的一种方法是利用多个激光源。根据专利合作条约 (PCT) 公布的国际申请，Waarts 等人的 1995 年 8 月 3 日出版的名称为 “Laser Illuminated Display System” 的国际公布 No. W095/20811，公开了使用复合和光纤耦合的多个二极管激光器照射空间光调制器。2001 年 11 月 20 日公布的 Tiao 等人名称为 “Illumination Device And Image Projection Apparatus Including The Same” 的美国专利 No. 6, 318, 863，公开了使用耦合到锥形光导管阵列的多个光源 (在一个实施例中使用激光二极管) 照射区域光阀。其他现有技术的例子是用激光器阵列。1998 年 1 月 6 日公布的 Kappel 等人名称为 “Laser Illuminated Image Projection System And Method Of Using Same” 的美国专利 No. 5, 704, 700，公开了一种图像投影系统，其中微激光器阵列耦合至光束成形器以便照射光阀。此外，1999 年 7 月 13 日公布的 Kurtz 等人名称为 “Laser Printer Using A Fly’s Eye Integrator” 的美国专利 No. 5, 923, 475 公开了一种使用二极管激光器阵列和光阀的打印系统。

当在要求使用 RGB 激光器阵列的显示或打印系统中使用区域光阀时，常常希望使用完全集成的二维激光器阵列。易于集成为二维的几种激光器技术之一，是垂直腔面发射激光器 (VCSEL)。

基于无机半导体 (例如 AlGaAs) 的 VCSEL，从 80 年代中期已开始发展 (Susumu Kinoshita 等人的 “Circular Buried Heterostructure

(CBH) GaAlAs/GaAs surface Emitting Lasers”, IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. QE-23, No.6, June 1987)。达到由多个公司制造在 850nm 处发射的基于 AlGaAs 的 VCSEL, 并且寿命超过 100 年的目的 (Kent D. Choquette 等人的 “Vertical-Cavity Surface Emitting Lasers: Moving from Research to Manufacturing”, Proceedings of the IEEE, Vol.85, No.11, November 1997)。随着这些近红外激光器的成功, 近年来将注意力转移到其他无机材料系统用以制造在可见光波长范围内发光的 VCSEL (Carl W. Wilmsen 等人, “Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers”, 剑桥大学出版社, 2001 年剑桥)。可见光激光器具有许多潜在用途, 如显示、光存储读/写、激光打印和采用塑料光纤的短距离无线电通讯系统 (T. Ishigure 等人, “2.5 Gbits/s 100m data transmission using graded-index polymer optical fibre and high-speed laser diode at 650nm wavelength”, Electronics Letters, March 16, 1995, Vol.31, No.6)。尽管众多工业和学术实验室作出世界范围的努力, 不过要制造产生覆盖可见光谱的光输出的可见激光二极管 (端发射器或 VCSEL), 还有许多工作要做。

在致力于制造可见波长 VCSEL 时, 摒弃基于无机的系统而将重点放在基于有机的激光器系统是有益的, 因为在可见光谱内基于有机的增益材料具有优于基于无机的增益材料的若干优点。例如, 典型基于有机的增益材料具有低非泵浦散射/吸收损耗和高量子效率的性质。与无机激光系统相比, 有机激光器相对来说制造廉价, 在整个可见光范围上发光; 可以设计成任意尺寸; 并且最为重要的是, 能从一个芯片发射出多个波长 (如红、绿和蓝)。在过去若干年中, 对于制造基于有机的固态激光器的兴趣已不断提高。激光器增益材料可以为聚合物或者小分子材料, 并且采用多种不同的谐振腔结构, 如 VCSEL (参见 2000 年 12 月 12 日公开的、Kozlov 等人名称为 “Organic Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser” 的美国专利 No.6,160,828)、波导、环形微激光器和分布反馈 (参见例如 G.. Kranzelbinder 等人的 “Organic solid-state lasers”, Rep. Prog. Phys. 63, 2000 和 Diaz-Garcia 等人的 1999 年 3 月 9 日公开的名称为 “Conjugated Polymers As Materials For Solid State Laser”

的美国专利 No. 5, 881, 083)。所有这些结构的问题在于, 为了获得激光发射, 必须使用另一激光源通过光学泵浦来激励腔。最好电泵浦激光腔, 因为这通常会导致更加紧凑和易于调节的结构。

获得电泵浦有机激光器的主要障碍是有机材料的低载流子迁移率, 其一般为 $10^{-5} \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ 的量级。这种低载流子迁移率引发若干问题。具有低载流子迁移率的装置通常限于使用薄层来避免大电压降和大的欧姆加热。这些薄层导致激光模式穿透到有损耗阴极和阳极中, 这会导致激光阈值大大增大 (V. G. Kozlov 等人, "Study of lasing action based on Förster energy transfer in optically pumped organic semiconductor thin films", *Journal of Applied Physics*, Vol. 84, No. 8, October 15, 1998)。由于有机材料中电子-空穴复合受 Langevin 复合的控制 (其速度正比于载流子迁移率), 低载流子迁移率产生比单激子具有更多电荷载流子的幅值量级。从而, 电荷导致 (极化子) 的吸收成为一种重要的损耗机制 (N. Tessler 等人, "Pulsed excitation of low-mobility light-emitting diodes: Implication for organic lasers", *Applied Physics Letters*, Vol. 74, No. 19, May 10, 1999)。假设激光装置具有 5% 的内量子效率, 使用迄今为止报道的最低激光阈值 $\sim 100 \text{ W/cm}^2$ (M. Berggren 等人, "Light amplification in organic thin films using cascade energy transfer", *Letters to Nature*, Vol. 389, October 2, 1997), 并且忽略上述的损耗机制, 则电泵浦激光阈值的下限为 1000 A/cm^2 。包含这些损耗机制, 则激光阈值最好高于 1000 A/cm^2 , 这是到目前为止所报道的有机装置所能支持的最高电流密度 (Nir Tessler 等人, "High Peak Brightness Polymer Light-Emitting Diodes", *Advanced Materials*, 1998, 10, No.1)。

克服这些困难的一种方法, 是使用结晶有机材料替代非晶无机材料作为激光介质。最近采用这种方法 (J. H. Schon, "An Organic Solid State Injection Laser", *Science*, Vol. 289, July 28, 2000), 用单晶并四苯作为增益材料构造法布里帕罗谐振器。通过使用结晶并四苯, 可以获得更大电流密度; 可以采用更厚的层 (因为载流子迁移率为 $2 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ 量级); 并且极化子吸收要低得多。这种有机结构在室温中产生大约 1500 A/cm^2 的激光器阈值电流密度。

基于有机的激光器的一个优点是，因为增益材料一般是非晶的，与要求高结晶度的增益材料（无机或有机材料）的激光器相比，可以更廉价地形成装置。此外，可以制造大面积的基于有机非晶增益材料的激光器，不涉及制造大区域单晶材料；结果可以设计成可产生更大输出功率的任意尺寸。因为其非晶性，基于有机的激光器可以在多种基片上生长；从而，诸如玻璃、挠性塑料和硅的材料可以作为这些装置的支撑物。因此，具有显著的成本优点以及非晶有机激光器可使用的支撑材料具有更大可选择性。

另一种有机激光器的电泵浦为非相干光源的光泵浦，如发光二极管（LED），可以是无机的（M. D. McGehee 等人，“Semiconducting polymer distributed feedback laser”，Applied Physics Letters, Vol. 72, No. 13, March 30, 1998）或有机的（1999年3月9日公布的 Berggren 等人名称为“Article Comprising An Organic Laser”的美国专利 No. 5,881,089）。这是由于在激光波长处使散射与吸收损耗的组合大大减小（ $\sim 0.5\text{cm}^{-1}$ ）的未泵浦有机激光系统导致的，特别是当采用宿主-掺杂剂混合物作为活性介质时。即使利用这些小损耗，迄今为止所报道的基于波导激光器设计的有机激光器的最小光泵浦阈值为 $100\text{W}/\text{cm}^2$ （M. Berggren 等人，“Light amplification in organic thin films using cascade energy transfer”，Nature, Vol. 389, October 2, 1997）。由于现货供应的无机 LED 仅能提供最高 $\sim 20\text{W}/\text{cm}^2$ 的功率密度，必须采用不同方法将非相干源进行的光泵浦合并在一起。需要一种使激光器面结构的增益量最小，同时使光泵浦功率密度阈值小于 $5\text{W}/\text{cm}^2$ 的方法。

发明内容

本发明意在通过提供一种用于由图像数据流形成可以观看的彩色图像的电成像系统而克服上面所述的一个或多个问题，其包括具有用于接收彩色激光并具有漫射元件的观察屏，从而使电成像系统根据彩色激光产生可以观看的彩色图像。该电成像系统还包括多个设置成至少一个阵列的彩色激光源，每个激光源包括垂直腔构造，具有：i) 用于接收并透过泵浦光，并且反射预定波长范围激光的第一介电堆；ii) 用于接收第一介电堆发射的泵浦光，并发射激光的有机活性区域；以及 iii) 用于将透过有机活性区域的泵浦光和激光反射回有机活性区域

中的第二介电堆，其中第一和第二介电堆以及有机活性区域的组合产生了激光。另外，该电成像系统中包括至少一个用于接收激光、并由图像数据流产生可见彩色图像的区域光阀。

5 本发明具有下列优点：改善图像均匀性，减小加框（letterboxing，即上下加黑边）时的闪耀，并抑制激光斑点出现。此外，本发明提供一种使用区域光阀和至少一个光泵浦的有机 VCSEL 阵列的打印系统。从而，本发明可以通过用多种易于获得的非相干光源如 LED 进行光泵浦而驱动。另外，因为泵浦 LED 可以设置在一个区域上，本发明的有机激光器可以构建成二维阵列。

10 附图说明

结合下面的描述和附图，显然可以看出本发明的上述和其他目的、特征和优点，其中可使用相同附图标记表示附图中共有的相同特征，并且其中：

图 1 为垂直腔有机激光装置的示意截面图；

15 图 2 为使用谐振周期增益结构的垂直腔有机激光装置的示意截面图；

图 3 为使用锁相阵列的垂直腔有机激光装置的示意截面图；

图 4 为有机 VCSEL 阵列的剖开立体图的透视图；

图 5 为本发明电成像系统的示意透视图；

20 图 6 为使用微透镜阵列使有机 VCSEL 阵列的输出重叠的电成像系统的截面图；

图 7 为使用积分棒与垂直腔有机激光阵列的电成像系统的截面图；

25 图 8 为使用积分棒与垂直腔有机激光阵列的电成像系统的截面图；

图 9 为直接与积分棒集成的有机 VCSEL 阵列的截面图；

图 10 表示使用重叠激光光谱减小垂直腔有机激光阵列的光谱相干性的示图；

30 图 11 为使用垂直腔有机激光阵列和反射式液晶光阀的调制光学系统的截面图；

图 12 为使用垂直腔有机激光阵列和微反射镜阵列光阀的调制光学系统的截面图；

图 13 为使用三个垂直腔有机激光器阵列和三个区域光阀的全色电成像系统的示意图；

图 14 为使用三个垂直腔有机激光器阵列和一个区域光阀的全色顺序制彩色电成像系统的示意图；

5 图 15 为表示顺序制彩色电成像系统中红、绿和蓝光阀驱动信号与红、绿和蓝激光器驱动信号之间时间关系的时序图；

图 16 为使用单个垂直腔有机激光器阵列和一个区域光阀的全色顺序制彩色 (color-sequential) 电成像系统的示意图；以及

10 图 17 为适用于使用单个垂直腔有机激光器阵列和一个区域光阀的全色顺序制彩色电成像系统的三色垂直腔有机激光器阵列的示意图。

具体实施方式

为了便于理解，在可能的地方，已经使用相同附图标记表示幅图共有的相同元件。

图 1 中表示垂直腔有机激光装置 10 的示意图。基片 20 可以透光或不透光，这取决于想要的光泵浦和激光发射方向。透光基片 20 可以为透明玻璃、塑料或如蓝宝石的其它透明材料。或者，在通过相同表面产生光泵浦和发射的情况下可以使用包括但不限于半导体材料（例如硅）或陶瓷材料的不透明基片。在基片上沉积有机激光薄膜结构 35，其包括第一介电堆 (stack) 30，随后为有机活性区域 (active region) 40 和第二介电堆 50。光子源 65 发射的泵浦光束 60 通过基本上透射泵浦光束 60 的第一介电堆 30 来光泵浦垂直腔有机激光装置 10。第二介电堆 50 应基本上反射泵浦光束 60，以便迫使泵浦光束 60 两次穿过有机活性区域 40。泵浦光束 60 源可以是非相干的，如来自发光二极管 (LED) 的辐射。或者，泵浦光束 60 可以来自相干激光源。

25 图 1 表示泵浦光束 60 通过基片 20 传输，并且从第二介电堆 50 发射出激光 70。或者，可以通过从空气侧传输的泵浦光束 60 和，通过实质上颠倒 (inverting) 有机激光薄膜结构 35 发射到基片 20 中的激光 70 操纵垂直腔有机激光装置 10。在不透明基片如硅的情形中，光泵浦和激光发射均通过空气侧进行，这可以通过从图 1 中所示结构颠倒的有机激光膜结构 35 而实现。

30

有机活性区域 40 的优选材料为通常通过高真空热蒸发沉积的小分子量有机宿主-掺杂剂混合物 (organic host-dopant combination)。

这些宿主-掺杂剂混合物是有益的，因为它们会引起增益介质非常低的非泵浦散射/吸收损耗。最好有机分子具有小分子量，因为与旋涂聚合材料相比，可以更加均匀地沉积真空沉积材料。最好选择本发明中所使用的宿主材料，使它们充分吸收泵浦光束 60，并能通过 Förster 能量转移将其激发能量的大部分转移到掺杂剂材料中。本领域技术人员熟悉 Förster 能量转移的概念，包括宿主与掺杂剂分子之间的无辐射能量转移。用于发射红激光的可用的宿主-掺杂剂混合物的例子为三(8-羟基喹啉)铝 (Alq) (aluminum tris(8-hydroxyquinoline) (Alq)) 作为宿主，[4-(双菁亚甲基)-2-t-丁基-6-(1,1,7,7-四甲基 julolidyl-9-enyl)-4H-吡喃] (DCJTB) ([4-(dicyanomethylene)-2-t-butyl-6-(1,1,7,7-tetramethyljulolidyl-9-enyl)-4H-pyran]) 作为掺杂剂 (体积百分比为 1%)。对于其他波长发射而言可以使用其他宿主-掺杂剂混合物。例如，在绿光中，可用的混合物为 Alq 作为宿主，[10-(2-苯并噻唑基)-2,3,6,7-四氢-1,1,7,7-四甲基-1H,5H,11H-[1]苯并吡喃[6,7,8-ij]噻嗪-11-酮] (C545T) 作为掺杂剂 (体积百分比为 0.5%)。其它有机增益区域材料可以为聚合物物质，例如聚苯乙烯衍生物，二烷氧基聚苯乙烯，聚-对-亚苯基衍生物，以及聚芴衍生物，如 2001 年 2 月 27 日公开的共同受让的 Wolk 等人的美国专利 No. 6,194,119 中所教导的，其专利在此引作参考。

第一和第二介电堆 30 和 50 最好分别通过传统的电子束沉积而沉积，并且可以包含交替的高折射率和低折射率介电材料，如分别为 TiO_2 和 SiO_2 。可以使用其他材料如 Ta_2O_5 作为高折射率层。在图 1 所示的实施例中，在大约 $240^\circ C$ 的温度下沉积第一介电堆 30。在第二介电堆 50 的沉积过程中，温度保持在 $70^\circ C$ 左右，以避免熔化有机活性材料。在本发明的一个可选实施例中，通过沉积反射金属镜层取代第二介电堆。典型金属为银或铝，其反射率超过 90%。在该可选实施例中，泵浦光束 60 和激光 70 均穿过基片 20。根据垂直腔有机激光装置 10 的所需发射波长，第一介电堆 30 和第二介电堆 50 对于预定波长范围的激光均是反射性的。

使用具有非常高精度 (finesse) 的垂直微腔，使激光以非常低的阈值 (低于 $0.1 W/cm^2$ 功率密度) 跃迁。这种低阈值允许使用非相干光

源进行泵浦，而不是其他激光器系统中通常使用的聚焦的激光二极管输出。泵浦源的一个例子为 UV LED，或者来自 Cree 的 UV LED 阵列（具体来说，为 XBRIGHT[®]900 UltraViolet Power Chip[®] LED）。这些光源发射中心在 405nm 波长附近的光，并且已知可在芯片形式中产生
5 20W/cm² 量级的功率密度。因此，即使考虑因装置组装和 LED 扩展角发射分布导致的利用率限制，LED 亮度也足以以高于激光作用阈值许多倍的大小泵浦激光腔。

使用图 2 中所示的用于垂直腔有机激光装置 80 的活性区域构造，进一步提高激光器的效率。有机激光器膜结构 35 包括有机活性区域
10 40，有机活性区域 40 包括一个或多个周期性增益区域 100 和沉积在周期性增益区域 100 两侧上的有机间隔层 110，并且设计成使周期性增益区域 100 与该装置驻波电磁场的波腹 103 对准。这在图 2 中表示出，其中示意出有机活性区域 40 中激光的驻波电磁场图案 120。由于在波腹 103 处的受激发射最高，并且在电磁场的节点 105 处很小，形成图 2
15 中所示的有机活性区域 40 具有固有的优点。有机间隔层 110 没有经历受激或自发发射，并且基本上不吸收激光 70 或泵浦光束 60 波长。间隔层 110 的例子为有机材料 1,1-双-(4-二(4-甲基-苯基)-氨基-苯基)-环己烷 (TAPC)。TAPC 作为间隔材料而言很优异，因为它基本上不吸收激光输出或泵浦光束能量，此外，其折射率稍低于大多数有机宿主材料。这种折射率差异是有益的，因为其有助于使电磁场波腹
20 103 与周期性增益区域 100 之间的重叠最大。正如下面针对本发明将要讨论的，采用周期性增益区域(一个或多个)而不是块增益区域，导致更高功率转换效率，和明显减小不希望的自发发射。使用标准光学矩阵方法确定周期性增益区域(一个或多个)的位置 (Scott W. Corzine
25 等人, "Design of Fabry-Perot Surface-Emitting Lasers with a Periodic Gain Structure", IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 25, No. 6, June 1989)。为了获得良好效果，周期性增益区域(一个或多个)100 的厚度必须等于或小于 50nm，以避免不希望的自发发射。

30 通过利用图 3 中所示的锁相有机激光器阵列 190，激光器可以增大面积同时保持空间相干度。为了形成二维锁相激光器阵列 190，将有机激光器膜结构 35 图案化以形成激光器像素 200，激光器像素 200 由像

素间区域 210 分隔开。通过少量的内在折射率或增益引导，或者通过调节至少一个反射镜的反射率，将激光限制在像素间区域 210 中，产生激光器像素 200。在一个实施例中，通过使用标准光刻和蚀刻技术，在第一介电堆 30 中图案化蚀刻区域 220 和形成蚀刻区域 220，从而在
5 第一介电堆 30 的表面上形成二维圆柱阵列，从而实现反射率调节。如上所述，在图案化的第一介电堆 30 上沉积有机激光器微腔结构的其余部分。在同一实施例中，激光器像素 200 的形状为圆形；不过，也可以为其他像素形状，如矩形。

激光器像素 200 的尺寸对于确定激光器像素 200 所支持的横模而言很关键。对于折射率引导结构的情形，用控制光波导的众所周知的定律表示所支持的横模数量（参见 H. Kogelnik 的“Theory of Dielectric Waveguides”，“Integrated Optics”的第二章，T. Tamir 出版，1979）。对于增益引导结构而言，用所支持的腔模式与增益分布之间的重叠度表示所支持的横模数量。对于反射率调节结构而言，
10 由与给定模式受到的衍射损耗有关的反射镜结构的尺寸决定所支持的横模数量（参见 A. G. Fox 和 Tingye Li 的“Resonant Modes in a Master interferometer”，B. S. T. J. Vol. 40, 453-458 页，1961 年 3 月）。根据引导结构，存在临界尺寸，在其之下仅支持单横模；在其之上支持多个横模。这些原则适用于通常的激光器系统，并非仅仅专用于有
15 机激光器结构。

为了实现锁相，应当在激光器像素 200 之间交换强度和相位信息。为了实现这一目的，像素间间隔应当在 0.25 至 4 μm 范围内。也对更大像素间间隔进行锁相阵列操作；不过，这会导致未充分利用光泵浦能量。为了获得稳定的锁相，激光器像素 200 最好仅支持基横模。为了
20 实现这一目的，横向尺寸（例如圆形激光器像素的直径）最好为 5 μm 或者更小。蚀刻深度最好为 200 至 1000nm 深，以形成蚀刻区域 220。通过刚好蚀刻奇数层到达第一介电堆 30，可以使蚀刻区域 220 中纵模波长明显移动偏离增益介质的峰值。因此，防止激光发射行为，并显著减小像素间区域 210 中的自发发射。形成蚀刻区域 220 的最终结果
25 是将激光发射微弱地限制于激光器像素 200，没有从像素间区域 210 发射激光，并且由阵列 190 发射出相干锁相激光。

图 4 表示有机 VCSEL 装置的另一优点；它们易于制造成单独寻址

的元件阵列。图 4 表示有机 VCSEL 阵列 300 的透视图。有机 VCSEL 阵列 300 包括泵浦源阵列 310，而泵浦源阵列 310 包括多个泵浦阵列元件 320。泵浦阵列元件 320 是波长和功率密度可用于泵浦有机 VCSEL 阵列 300 的光子源。可使用的泵浦源阵列 310 的例子为彩色 LED 阵列。

5 在泵浦源阵列 310 上设置基片 20，在基片 20 上沉积有机激光器膜结构 35。有机激光器膜结构 35 可以为上面参照图 1 到 3 讨论的任何一种实施方式。

泵浦源阵列 310 的排列确定了多个有机激光元件 330。有机 VCSEL 阵列 300 中一个有机激光元件 330 为一个泵浦阵列元件 320 所泵浦的区域。可通过单独寻址泵浦阵列元件 320 而单独寻址有机激光元件 330。这在图 4 中表示出，其中示出单个被激励的有机激光元件 340。

10 被激励的有机激光元件 340 包括一个被激励的发射出泵浦光束 60 的泵浦元件 350。泵浦光束 60 将已被激活的有机激光元件 340 区域中的有机增益材料激发到阈值之上。这导致在被激活的有机激光元件 340 的区域内，大体垂直于有机激光器膜结构 35 的表面发射出激光 70。

在有机 VCSEL 阵列 300 中，优选每个有机激光元件 330 与相邻的有机激光元件 330 是非相干的。这可以通过确定相邻有机激光器元件 330 的激光器像素 200 之间的间隙大于 $10\mu\text{m}$ 而实现。或者，可以使泵浦源阵列 310 离开相邻有机激光元件 330 之间的非泵浦区域。因此，

20 整个有机 VCSEL 阵列 300 发射出的激光 70 具有空间非相干度。即使使用锁相阵列结构作为有机激光器薄膜结构 35 也是如此，在该情形中各有机激光元件 330 的输出可以是衍射受限的。不过在此情形中整个有机 VCSEL 阵列 300 的 etendue 应该至少为衍射受限 etendue 的 N 倍， N 为有机 VCSEL 阵列 300 中有机激光元件 330 的数量。空间非相干性

25 应用于显示系统，因为它减小激光斑点的出现。有机激光元件 330 还可以包括多种宿主-掺杂剂混合物和/或多种腔构造，以使单一阵列可以产生多个波长。

图 5 示出了本发明的电成像系统。图 5 中的示意性透视图表示电成像系统 400。电成像系统 400 包括产生图像的调制光学系统 405，和

30 将该图像投影到目标平面 440 上的投影透镜 430。该图像为调制光强度的二维图案。所示电成像系统 400 建议为单色图像，不过本发明不限于使用单一颜色。图 13 到 17 中示出使用三种颜色的成像系统的具体

实施例。

调制光学系统 405 包括有机 VCSEL 阵列 300，而有机 VCSEL 阵列 300 包括发射激光 70 并且在一个区域上排列的各有机激光元件 330。设置区域光阀 420，用数据调制激光 70 产生图像。该数据包括但不限于，用于投影显示器或图像打印机的图片图像。或者，可以通过用区域光阀 420 强度调制激光 70 而将如文本打印机中的文本数据或其他数据编码到图像上。光束成形光学系统 410 设置在有机 VCSEL 阵列 300 与区域光阀 420 之间，用于接收激光 70，并在区域光阀 420 上产生所需的照度分布。

区域光阀 420 包括排列成矩形形状的可操纵光调制像素的二维阵列。适宜的区域光阀 420 的例子为可以从 JVC, Three-Five, Aurora 和菲利普购得的透射或反射液晶显示 (LCD) 板，以及微反射镜阵列如可从 Texas Instruments 购得的 Digital Light Processing® (DLP®) 芯片。为了简化，图 5 的示意图表示透射光阀。不过，注意区域光阀 420 可以为反射式的，也处于本发明范围之内。参照图 11 和 12 给出使用反射光阀的实施例的详细说明。

图 5 中所示的区域光阀 420 还需要分析光学系统 (未示出)，以便调制光束。例如，液晶光阀要求偏振光学系统有选择地从激光 70 中去除偏振成分。或者可以通过使用非对称激光像素 200 (图 3 中所示) 和其他方法直接由有机 VCSEL 阵列 300 产生偏振激光 70。作为另一个例子，微反射镜阵列需要光束挡板或光学机械结构，以便仅允许偏转到所需立体角中的光对图像有贡献。

目标平面 440 处图像的特定用途取决于本发明的应用。在显示系统中，显示屏将放置在目标平面 440 处以产生可视图像。后投影显示系统中的显示屏将采用透明材料形式，其特征在于有一定的漫射度在水平或垂直方向形成所需视场。透明材料可以为玻璃或塑料，或者基片与漫射膜的组和。可以通过蚀刻表面、全息表面或散射表面提供漫射。前投影显示系统中的显示屏可以采用具有漫射性质的反射材料形式，例如表面粗糙的屏幕。在电照相打印系统中，目标平面 440 相应于电照像磁鼓的位置，或者其上具有通过调色站发送的打印介质的板。在基于 AgX 的打印系统中，光敏打印介质设置在目标平面 440 处，并且随后被显影显示出图像。

在图 5 中所示最简单的实施例中，光束成形光学系统 410 包括将有机 VCSEL 阵列 300 成像在区域光阀 420 上的透镜。VCSEL 阵列 300 最好与区域光阀 420 具有相同的纵横比。或者，可以使用不同纵横比，并且光束成形光学系统 410 可以产生有机 VCSEL 阵列 300 的变形图像。应当选择光束成形光学系统 410 的放大率，使有机 VCSEL 阵列 300 的图像面积与区域光阀 420 的面积匹配。希望有一些余量，以便消除照射边缘效应及提供机械容差。VCSEL 阵列 300 的图像可以轻微散焦，以便去除各有机激光元件 330 之间暗区域可能产生的不满足需要的像素效应 (pixellation effects)。

本实施例具有两个主要优点。第一，因为区域光阀 420 上的给定位置主要仅接收来自有机 VCSEL 阵列 300 一个有机激光元件 330 的光，该位置的照度可通过调节该有机激光元件 330 而控制。因此，可以以不同输出能级驱动有机激光元件 330，以便产生均匀图像。其可以用于补偿区域光阀 420 或有机 VCSEL 阵列 300 中的非均匀性，或者用于补偿目标平面 440 处所产生的图像中的辐射度的 \cos^4 降落 (radiometric \cos^4 fall-off)。

将有机 VCSEL 阵列 300 成像在区域光阀 420 上的第二优点在于可以应用加框 (letterboxing) 来提高性能。加框是一种可通过使光调制像素的行或列按照需要失效而有效改变图像的纵横比，由给定区域光阀产生多个不同纵横比的技术。在现有技术系统中，照射整个光阀，避免如仅照射所需光调制像素时要求的照射光学系统的复杂切换。所有实际光阀都允许小部分光穿过失效的光调制像素，导致图像加框区域闪耀。通过不泵浦照射区域光阀 420 上失效的光调制像素的有机激光元件 330，可以从电成像系统 400 中消除这种闪耀。

或者，可以使用非成像结构作为光束成形光学系统 410。在这种情形中，有机 VCSEL 阵列 300 没有成像在区域光阀 420 上。作为一个普通例子，有机 VCSEL 阵列 300 可以放置在距离区域光阀 420 给定距离处，允许激光 70 传播，以在区域光阀 420 上产生给定强度分布。虽然这种方法的简单性很吸引人，不过实际反射光阀系统所需的距离使之难以获得均匀照度分布。在许多方法中最好用来自每个有机激光元件 330 的光照射区域光阀 420 的整个区域，而不是将来自有机激光元件 330 的光映射到区域光阀 420 的给定部分。从而照射具有固有的冗余

度，以消除一个或多个有机激光元件 330 失效。不过，这表明有机激光元件 330 应当互不相干，从而它们可以重叠，而在区域光阀 420 处没有光分布中引入明显的干涉条纹。

图 6 中表示使用使来自有机激光元件的光重叠的光束成形光学系统的电成像系统的一个例子。图 6 为使用微透镜阵列与垂直腔有机激光器阵列的电成像系统 500 的截面图。电成像系统 500 包括用于产生包含二维强度图案图像的调制光学系统 505，和将该图像投影到目标平面 440 上的投影透镜 430。调制光学系统 505 包括有机 VCSEL 阵列 300，而有机 VCSEL 阵列 300 包括发射激光 70 并排列在一个区域上的各有机激光元件 330。设置区域光阀 420，用数据调制激光 70 以产生图像。光束成形光学系统 410 设置在有机 VCSEL 阵列 300 与区域光阀 420 之间，用于接收激光 70，并在区域光阀 420 上产生所需照度分布。

光束成形光学系统 410 包括接收激光 70 的组合器微透镜阵列 510。从每一个有机激光元件 330 发射出的激光 70，被单个微透镜聚集，形成标称 (nominally) 的准直光束。组合器场透镜 520 收集每一准直光束，并形成在区域光阀 420 上彼此重叠的各有机激光元件 330 的放大图像。组合器场透镜 520 最好对于液晶光阀来说是远心的，不过对于其他实施例可以会聚到区域光阀 420 以外的光瞳。

如果每个有机激光元件 330 提供均匀 (或者近似均匀) 的发射光分布，调制光学系统 505 将均匀照射区域光阀 420。或者，如果发射光分布是非均匀的，一个有机激光元件 330 与下一个之间具有随机的发射光非均匀图案，则该调制光学系统 505 可以通过求平均而均匀照射区域光阀 420。不过如果发射光图案具有图案非均匀性，如一般在有机激光器元件 330 的边缘处下降，则尽管经过平均，也会在区域光阀 420 的照明中复制这种下降。如果下降超过应用的均匀性容差，则可以通过照射区域光阀 420，或者通过使用光均匀化光学系统 (如蝇眼积分器或积分棒) 来修正该问题。

由此，光均匀化光学系统将来自给定有机激光元件 330 的激光 70 自身混合。最好从该有机激光元件 330 发射的激光 70 是多模的，并且充分不相干 (或者部分相干)，可能发生重叠，不会在所产生的照明中引入明显的干涉条纹。结果，与均匀器一起使用的有机激光器阵列 300，优选包括分别为多模，并且互不相干的有机激光元件 330。可以

例如通过使用非锁相阵列或者包括多模激光像素的锁相阵列的有机激光元件 330 来实现。或者，通过包括用于减小空间相干性的元件，可以与积分器一起使用各单模相干有机激光元件 330。相干性减小元件的一个例子为漫射体。不过，漫射体应当在有机激光器阵列 300 与积分器光学系统之间的光路中旋转或振动，以便将光学粗糙漫射体表面引起的斑点平均。最后，如果存在多个单模有机激光元件 330 并且它们互不相干，则可以使用它们。在这种情形中，如果每个有机激光元件 330 产生的相干性缺陷 (artifact) 在区域光阀上没有对准，则由于求平均相干性缺陷不明显。

图 7 中表示出使用包括积分器的光束成形光学系统的电成像系统的一个例子。图 7 为包含蝇眼积分器的电成像系统 550 的截面图。该电成像系统 550 包括产生包含二维强度图案的图像的调制光学系统 552，和将该图像投影到目标平面 440 上的投影透镜 430。调制光学系统 552 包括有机 VCSEL 阵列 300，该有机 VCSEL 阵列包括发射激光 70 并且设置在一个区域上的各有机激光元件 330。设置区域光阀 420，用以用数据调制激光 70，产生图像。光束成形光学系统 410 设置在有机 VCSEL 阵列 300 与区域光阀 420 之间，用于接收激光 70，并在区域光阀 420 上产生所需的照度分布。

光束成形光学系统 410 包括微透镜组合器系统 555 和蝇眼积分器 557。微透镜组合器系统 555 包括后面跟有组合器场透镜 520 的组合器微透镜阵列 510。组合器微透镜阵列 510 和组合器场透镜 520 接收激光 70，并在蝇眼积分器 557 的入口处产生各有机激光元件 330 的放大、重叠图像。

蝇眼积分器 557 包括微透镜阵列 560 匹配对与蝇眼耦合光学系统 570。正如本领域中所熟知的，蝇眼积分器将输入光束分成多个小光束，然后重叠小光束的图像产生均匀照度。在图 7 中所示的蝇眼积分器中，匹配成对的微透镜阵列 560 执行将微透镜组合器系统 555 提供的光分成小光束的任务。蝇眼耦合光学系统 570 执行在区域光阀 420 处以重叠方式将小光束重新成像的任务 (实际上，在微透镜阵列 560 匹配对的第一个的入口处的场)。蝇眼耦合光学系统 570 最好对于液晶光阀是远心的，不过对于其他实施例可以会聚到区域光阀 420 以外的光瞳。为了有效利用有机 VCSEL 阵列 300 产生的光，蝇眼积分器应

当产生匹配区域光阀 420 的所需照度的纵横比的图像（对于准直容差而稍许过量）。这可以通过使微透镜阵列 560 的匹配对中的各微透镜的纵横比与区域光阀 420 所需照度的纵横比匹配而很容易地实现。注意所需照度的纵横比并非必须与区域光阀 420 的纵横比匹配，例如当使用加框时。

图 8 中表示出使用均匀化光束成形装置的电成像系统的另一实施例。图 8 为使用具有垂直腔有机激光器阵列的导光管积分器的电成像系统 600 的截面图。电成像系统 600 包括产生包括二维强度图案的图像的调制光学系统 605，和将该图像投影到目标平面 440 上的投影透镜 430。调制光学系统 605 包括一个有机 VCSEL 阵列 300，而有机 VCSEL 阵列 300 包括发射激光 70 并排列在一个区域上的各有机激光元件 330。设置区域光阀 420，用数据调制激光 70，产生图像。光束成形光学系统 410 设置在有机 VCSEL 阵列 300 与区域光阀 420 之间，用以接收激光 70，并在区域光阀 420 上产生所需的照度分布。

光束成形光学系统 410 为形成区域光阀 420 均匀照度的导光管积分器。光束成形光学系统 410 包括接收有机 VCSEL 阵列 300 发射的激光 70 并将其聚焦到积分棒 620 入口中的聚光透镜 610。当沿棒长度方向传播时由于全内反射而限制在积分棒 620 中的激光 70，在传播足够长长度之后产生均匀光 630。均匀光 630 在平面 A 处射出积分棒 620。导光管光学系统 640 具有像平面 A 与共轭平面 A'。区域光阀 420 设置在平面 A' 处或附近。

积分棒 620 是一段具有矩形截面的光学性能玻璃或塑料。优选材料为 BK7，熔融石英或其他光学玻璃。积分棒 620 截面的纵横比最好与区域光阀 420 所需照度的纵横比匹配，在此情形中导光管光学系统 640 可以仅包括球面透镜元件。注意所需照度的纵横比并非必须与区域光阀 420 的纵横比匹配，例如当使用加框时。积分棒 620 的截面可以使用不同的纵横比，不过必须使用变形导光管光学系统 640。该积分棒 620 平直且在其整个长度上具有恒定宽度。不过，积分棒 620 可以为锥形，或者弯曲，也处于本发明范围之内。

图 9 表示单片积分器 650 的截面图。单片积分器 650 包括一个直接设置在积分棒 620 入口面上的有机 VCSEL 阵列 300。有机 VCSEL 阵列 300 包括发射激光 70 并且设置在一个区域上的各有机激光器元件

330, 从而激光 70 直接入射到积分棒 620 中。积分棒 620 最好是锥形的, 从而随着激光 70 的传播其截面缩小。这有利于使来自不同有机激光元件 330 的激光 70 混合, 在积分棒 620 的出射面 (像平面 A) 处产生均匀光 630。

5 为了产生单片积分器 650, 可以如图 4 中所示在分离基片上制造有机 VCSEL 阵列, 随后用光学粘合剂将基片固定到积分棒 620。

对于使用激光器的显示系统而言, 激光斑点的出现是主要关心的问题。斑点是由于激光源的自然相干性导致的, 当激光散射离开光学粗糙显示屏时会导致复杂的干涉图案出现。在减小激光斑点可见度的多种方法中, 一种最吸引人的方法是减小激光源的时间和空间相干性 (参见 G. Parry, "Speckle Patterns in Partially Coherent Light", Ch. 3 in Laser Speckle and Related Phenomena, ed. J. C. Dainty, Springer, 1975)。该技术特别适用于本发明的有机 VCSEL 阵列。

15 由于本发明的有机增益材料与传统激光材料相比表现出极大地增益带宽这一事实, 可以减小时间相干性。例如, 据报道掺有掺杂剂 DCM 的 Alq 的增益带宽超过 100nm (参见 S. Riechel 等人, Optics Letters, Vol. 26, No. 9, May 1, 2001)。从而, 存在使用相同宿主-掺杂剂混合物制造出具有宽波长范围的激光器的可能性。参照图 1 和 4, 在具有均匀宿主-掺杂剂混合物的有机 VCSEL 阵列 300 中, 有机激光元件 330 之间的激光波长, 可以通过例如控制改变有机活性区域 40 的厚度而改变。因为激光器中的激光纵模的波长正比于腔长度, 改变活性区域厚度产生出随有机激光元件 330 而变的激光波长。

有意改变有机激光元件 330 的激光波长的容易性, 与同样改变半
25 导体或固态激光器阵列时遇到的困难相比非常有益。作为一个例子, 1995 年 1 月 24 日公布的 Welch 等人, 名称为 "Monolithic Multi-Wavelength Laser Diode Array" 的美国专利 No. 5, 384, 797 描述了一种复杂的单片多波长激光二极管阵列, 其包括与布喇格反射器光栅阵列耦合, 然后与激光放大器阵列和倍频波导阵列耦合的激光振荡器
30 阵列, 从而产生与有机 VCSEL 阵列 300 相比设计和波长灵活性更小的多波长激光器阵列。

当利用使所有有机激光元件 330 发射的激光 70 重叠的光束成形光

学系统 410 时,可以获得非常宽的光谱宽度。图 10 中解释了这一概念。图 10 表示使用重叠的激光光谱减小有机 VCSEL 阵列 300 的光谱相干性。每个有机激光器元件 330 具有各个的激光光谱 700,各个激光光谱 700 具有特征各个波长 λ_i 和单独光谱宽度 $\Delta\lambda_i$ 。假设为单模 VCSEL 结构,通过垂直腔设计精度 (finesse), 决定单独光谱宽度 $\Delta\lambda_i$ 。非常宽的各光谱宽度 $\Delta\lambda_i$ 是由于使用具有低反射率的第二介电堆 50 和/或第一介电堆 30 (参见图 1) 导致的低精度垂直腔构造导致的。不过,为了获得能进行 LED 泵浦的低阈值泵浦密度,垂直腔应该具有高精度,这将导致各光谱宽度 $\Delta\lambda_i$ 太窄 (<1nm), 这直接影响斑点的可见度。

不过,如前面所述,通过改变有机 VCSEL 阵列 300 的有机活性区域 40 的厚度,可以使各有机激光元件 330 中各中心波长 λ_i 变化。全部有机激光元件 330 所发射激光 70 的重叠的效果,是产生为所有各激光光谱 700 之和的光谱带 710。所产生的光谱带 710 具有可能非常宽 (>>1nm) 的总光谱宽度 $\Delta\lambda_{tot}$, 从而对于具有足够表面粗糙度的显示屏而言斑点实质上不可见。Waarts 等人在名称为“Laser Illuminated Display System”的国际专利申请 No. WO 95/20811 中已经披露了使用可见光无机半导体激光器的相关技术。

常常用斑点对比度表示激光斑点的可见度,其中斑点对比度定义为用平均强度归一化的斑点强度的标准偏差的比。这也相当于斑点噪声信噪比的倒数。为了定量地预测使用多个波长对激光斑点出现的影响,我们考虑具有光谱宽度 σ_k 的高斯光谱带 710 的情形,其具有根据公式 1 可以写出的功率光谱密度 (S)。

$$S(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi k}} e^{-\frac{(k-k_0)^2}{2\sigma_k^2}} \quad (\text{公式 1})$$

在公式 1 中, $k = 2\pi/\lambda$ 为波数, $k_0 = 2\pi/\lambda_0$ 为平均波数, 或者为光谱带 710 中心处的波数。假设散射表面具有以标准偏差为特征的正态分布, 表示为表面粗糙度 σ_h , 则由公式 2 给出时间非相干性导致的斑点对比度减小 (参见 Parry),

$$C_T = [1 + (2\sigma_k \sigma_z)^2]^{-1/4} \quad (\text{公式 2})$$

其中光学表面粗糙度 (对于可能存在的观察屏) 对于反射性散射表面定义为 $\sigma_z = 2\sigma_h$, 对于透射性散射表面定义为 $\sigma_z = (n-1)\sigma_h$, 其中 n 表示散射表面的折射率。例如, 考虑表面粗糙度 $\sigma_h = 50\mu\text{m}$ 的前投影显示屏, 为

了将对比度减小到 20%，要求 $\sigma_k = 0.125\mu\text{m}^{-1}$ ，这相当于对于中心波长 $\lambda_0 = 550\text{nm}$ 而言，总光谱宽度 $\Delta\lambda_{\text{tot}} = 14\text{nm}$ (FWHM)。

5 本发明还提供一种减小激光源空间相干性的方法。因为各有机激光元件 330 互不相干，则整个阵列空间上不相干。因此，考虑向后在电成像系统中观看光源图像时光源的有效位置，Iwai 和 Asakura (参见 T. Iwai 和 T. Asakura, "Speckle Reduction in Coherent Information Processing", Proceedings of the IEEE, Vol. 84, No. 5, May 1996) 已经证明斑点对比度近似由公式 3 给出。

$$C_s = \left[1 + \left(\frac{NA_{\text{proj}}}{NA_{\text{obs}}} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (\text{公式 3})$$

10 其中 NA_{proj} 为投影仪的有效数值孔径 (近似为区域光阑 420 上给定点照射的角宽度除以投影透镜 430 的放大率)， NA_{obs} 为观察者眼睛的数值孔径 (近似为观察者的瞳孔半径除以观察者距离屏幕的距离)。为了用有机 VCSEL 阵列的性质进行表示，可以利用电成像系统的拉格朗日不变量近似为目标平面处图像半宽度的 NA_{proj} 倍这一事实，还假设光学系统完全利用了有机 VCSEL 阵列所产生的光 (即该系统的拉格朗日不变量近似为有机 VCSEL 阵列的拉格朗日不变量)。如果进一步考虑有机 VCSEL 阵列 300 包括 N_{LE} 个都发射光束品质因数为 M^2 的相同有机激光元件 330，则整个有机 VCSEL 阵列的拉格朗日不变量近似等于衍射受限高斯光束的拉格朗日不变量的 $N_{\text{LE}}M^2$ 倍，其中衍射受限高斯光束的拉格朗日不变量为 λ/π 。因此，可以用观察者的瞳孔半径 (R_{eye})、观察者距离 (用屏幕宽度数 N_{sw} 表示)、各有机激光元件 330 的光束品质因数 (M^2) 以及有机激光器元件 330 的数量 (N_{LE}) 表示空间相干性引起的斑点对比度降低，如公式 4 中所示。

$$C_s \approx \left[1 + \left(\frac{2\lambda_0}{\pi} \frac{M^2 N_{\text{sw}}}{R_{\text{eye}}} N_{\text{LE}} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (\text{公式 4})$$

25 作为一个例子，考虑将显示系统设计成从至少一个屏幕宽度距离观察，并使用本发明具有分别发射衍射受限的高斯光束 ($M^2=1$) 的有机激光元件的绿光有机 VCSEL 阵列 ($\lambda_0 = 550\text{nm}$)。假设观察者瞳孔半径为大约 1.5mm，公式 4 表明 $N_{\text{LE}}=21,000$ 个有机激光元件足以获得 0.2

的斑点对比度。并非制造如此大量的单独可操纵的有机激光元件，最好将每个激光器像素设计成产生非衍射受限光束，这样，有机 VCSEL 阵列 300 的总拉格朗日 (Lagrange) 不变量至少为衍射极限的大约 20,000 倍。实际上这易于通过将锁相区域限制为每个有机激光元件 330 的一个小区域，例如通过在锁相阵列中插入间隙而实现。例如，通过将有机激光元件 330 设计成发射 $M^2 \sim 100$ 的非衍射受限光束，仅仅大约 200 个有机激光元件就足以获得明显的斑点减小。

实际上，可以使用空间相干性减小和时间相干性减小，使用此处所讨论的方法，来减小本发明电成像系统中的斑点。因此，可以利用公式 2 和 3 中所描述的两种方法来减少斑点。

现在考虑使用特定类型区域光阀的调制光学系统的实施例。图 11 为使用具有发射激光 70 的反射液晶光阀的有机 VCSEL 阵列 300 的调制光学系统 800 的截面图。光束成形光学系统 410 用于产生均匀且面积与反射液晶光阀 830 的所需照度匹配的照度分布。注意所需照射区域并非必须相应于反射液晶光阀 830 的全部区域。可以使用图 5 到 9 中所讨论的光束成形光学系统 410 的任何实施例。反射式液晶光阀 830 最好为硅上液晶 (LCOS) 芯片，这是由于该结构的可制造性和电子集成优点。反射液晶光阀 830 可以为垂直对准向列 (VAN) LCOS 设计，如可从 JVC 购得的 D-ILA[®] 芯片或扭曲向列 LCOS 设计。反射液晶光阀 830 接收沿 s-方向偏振的光。单独可控制的光调制像素贡献与所施加电压相应的可控制的延迟量。从光调制像素反射的光可以具有 s-方向的线偏振 (图 11 中所定义的) 以产生图像的暗区域；具有 P_{ref} 方向 (如图 11 中所定义的) 的线偏振以产生图像亮区域，或者将产生图像中间灰度的椭圆或部分旋转的线偏振。

偏振分束器 820 设置在光束成形光学系统 410 与反射液晶光阀 830 之间。偏振分束器 820 可以为粘接的立方体或者包括二向色偏振敏感涂层或线栅阵列的平板分束器。二向色偏振分束立方体和平板可以从 Irvine 的 Newport, CA 和许多其他光学装置销售商处购得，而线栅偏振分束器可从 Orem, Utah 的 Moxtek 购得。激光 70 最好是线偏振的，不过如果在有机 VCSEL 阵列 300 与偏振分束器 820 之间包含有预偏振器 810，激光 70 也可以为非偏振或者其他偏振 (例如圆或椭圆偏振)。或者，如果偏振分束器 820 的消光比超过足够安全余量所需的对比度，

可以在没有预偏振器 810 的条件下使用非偏振有机 VCSEL 阵列 300。则将用于该用途的消光比定义为偏振涂层的 s-偏振光的反射率与 p-偏振光的反射率的比值。

偏振分束器 820 接收激光 70，并反射 s-偏振成分（偏振平行于涂层平面），透射不使用的并且可以用光束挡板（未示出）阻挡的 P_{inc} -偏振成分。如果使用预偏振片 810，则它将从激光 70 基本上去除 P_{inc} -偏振成分。由于从反射式液晶光阀 830 反射时偏振态改变，偏振分束器 820 将 s-偏振成分向后朝向有机 VCSEL 阵列 300 反射，而朝向检偏器 840 透过 P_{ref} -成分。检偏器 840 为线偏振器，进一步从光束中滤除任何残留 s-偏振光。投影透镜 430 表明使用电成像系统中的调制光学系统 800，将图像投影到目标平面 440 上。

注意已经在一个特定实施例中描述了调制光学系统 800，其中使用入射的 s-偏振光，将反射式液晶光阀 830 设置成接收偏振分束器 820 所反射的光。还可以为另一种实施方式，如使用入射的 p-偏振光，将反射式液晶光阀 830 设置成接收透过偏振分束器 820 的光，将检偏器 840 和投影透镜 430 设置成接收从反射式液晶光阀 830 和偏振分束器 820 反射的 s-偏振光。

图 12 为使用具有微反射镜阵列光阀的有机 VCSEL 的调制光学系统 900 的截面图。调制光学系统 900 包括发射激光 70 的有机 VCSEL 阵列 300。光束成形光学系统 410 用于产生均匀且面积与微反射镜阵列光阀 910 的所需照度匹配的照度分布。注意所需照度并非必须与微反射镜阵列光阀 910 的全部面积相应。可以使用说明图 5 到 9 时所讨论的光束成形光学系统 410 的任何实施例。微反射镜阵列光阀 910 可以为可从 Texas Instruments 购得的 Digital Light Processing[®] (DLP[®]) 芯片。

微反射镜阵列光阀 910 上每个单独可操纵光调制像素，通过沿两个方向中的一个方向反射光来调制光。当光调制像素处于断开 (off) 状态时，其沿第一方向反射入射光，产生被光束挡板 930 遮蔽 (capture) 的断开 (off) 状态光束 920。当光调制像素处于接通 (on) 状态时，其沿第二方向反射入射光，产生接通 (on) 状态光束 940。为了由调制光学系统 900 形成电成像系统，可以设置投影透镜 430，该透镜用于接收 on 状态光束 940，并在目标平面 440 上产生微反射镜阵列

光阀 910 的图像。使用微反射镜阵列光阀 910，通过单独控制每个光调制像素，切换成接通 (on) 状态给定部分的帧时间，产生所需灰度级数值，从而产生连续色调的图示图象。

5 现在描述使用有机 VCSEL 阵列的全色电成像系统。对于这些系统而言，假设需要至少三种不同颜色的激光源，下面将考虑在红、绿和蓝光谱范围内发光的激光器。对于打印系统而言，需要使用红、绿和蓝激光源使用照片介质进行打印。不过，对于电子照相打印而言，可以使用一个处于红光谱区域的光源，使用不同调色剂获得全色图象。因此，任何前面所述的光学系统均可以用于全色电子照相激光打印
10 机。

图 13 为使用三芯片结构的全色电成像系统 1000 的示意图。全色电成像系统 1000 包括全色调制光学系统 1005，其产生包括二维红、绿和蓝强度图案的全色图象、以及将该全色图象投影到目标平面 440 上的投影透镜 430。全色调制光学系统 1005 包括红色有机 VCSEL 阵列
15 300R。红色有机 VCSEL 阵列 300R 中所包含的泵浦源阵列从红色泵浦驱动器 1010R 接收红色泵浦信号 1020R，使各泵浦源发射泵浦光。当泵浦时，红色有机 VCSEL 阵列 300R 发射波长在可见光谱红色部分中的红色激光 70R。红色激光 70R 被红色光束成形光学系统 410R 聚集，产生红色区域光阀 420R 的所需照度。红色光束成形光学系统 410R 可以为
20 图 5 到 9 中所述的任何一种。红色区域光阀 420R 最好为反射液晶光阀或者微反射镜阵列光阀，不过如图 13 所示可以为透射液晶光阀。

全色调制光学系统 1005 还包括绿色有机 VCSEL 阵列 300G。绿色有机 VCSEL 阵列 300G 中所包含的泵浦源阵列从绿色泵浦驱动器 1010G 接收绿色泵浦信号 1020G，使各泵浦源发射泵浦光。当泵浦时，绿色有
25 机 VCSEL 阵列 300G 发射波长在可见光谱绿色部分内的绿色激光 70G。绿色激光 70G 被绿色光束成形光学系统 410G 会聚，产生绿色区域光阀 420G 的所需照度。绿色光束成形光学系统 410G 可以为在描述图 5 到 9 时所讨论的任何一种。绿色区域光阀 420G 最好与红色区域光阀 420R 具有相同类型。

30 全色调制光学系统 1005 还包括蓝色有机 VCSEL 阵列 300B。蓝色有机 VCSEL 阵列 300B 中所包含的泵浦源阵列从蓝色泵浦驱动器 1010B 接收蓝色泵浦信号 1020B，使各泵浦源发射泵浦光。当泵浦时，蓝色有

机 VCSEL 阵列 300B 发射波长在可见光谱蓝色部分中的蓝色激光 70B。蓝色激光 70B 被蓝色光束成形光学系统 410B 聚集，产生蓝色区域光阀 420B 的所需照度。蓝色光束成形光学系统 410B 可以为描述图 5 到 9 时所讨论的任何一种。蓝色区域光阀 420B 最好与红色区域光阀 420R 和绿色区域光阀 420G 为相同类型。

全色电成像系统 1005 还包括提供被编码成全色图象形式的数据的数据流 1030。该数据可以，例如，对应于打印和显示系统的静止图像，或者对应于显示系统的视频运动图像。数据处理器 1040 从数据流 1030 接收数据，并产生用以驱动红色区域光阀 420R 的红色光阀驱动信号 1050R、用以驱动绿色区域光阀 420G 的绿色光阀驱动信号 1050G、和用以驱动蓝色区域光阀 420B 的蓝色光阀驱动信号 1050B。根据这些驱动信号，光阀分别在红色区域光阀 420R，绿色区域光阀 420G 和蓝色区域光阀 420B 上形成红，绿和蓝图像。

全色调制光学系统 1005 还包括配色器 (color combiner) 1060，其接收由红色区域光阀 420R、绿色区域光阀 420G 和蓝色区域光阀 420B 调制的光，并且将它们组合成一个光束。现有技术中已知多种适用于配色器 1060 的实施例，最佳的例子为 X-射线管 (如图 13 中所示) 或 Philips 棱镜。投影透镜 430 将全色图象投影到目标平面 440 上，全色图象由放大且重叠的红、绿和蓝色图像组成。

图 14 为全色电成像系统 1100 的示意图，其为场色序的 (color sequential)，并且使用三个有机垂直腔激光器阵列。全色电成像系统 1100 包括产生具有二维红、绿和蓝强度图案的全色图象的全色调制光学系统 1105，和将该全色图象投影到目标平面 440 上的投影透镜 430。全色调制光学系统 1105 包括红色有机 VCSEL 阵列 300R。红色有机 VCSEL 阵列 300R 中所包含的泵浦源阵列从红色泵浦驱动器 1010R 接收红色泵浦信号 1020R，使各泵浦源发射泵浦光。当泵浦时，红色有机 VCSEL 阵列 300R 发射波长在可见光谱红色部分中的红色激光 70R。

全色调制光学系统 1105 还包括绿色有机 VCSEL 阵列 300G。绿色有机 VCSEL 阵列 300G 中所包含的泵浦源阵列从绿色泵浦驱动器 1010G 接收绿色泵浦信号 1020G，使各泵浦源发射泵浦光。当泵浦时，绿色有机 VCSEL 阵列 300G 发射波长在可见光谱绿色部分内的绿色激光 70G。

全色调制光学系统 1105 还包括蓝色有机 VCSEL 阵列 300B。蓝色

有机 VCSEL 阵列 300B 中所包含的泵浦源阵列从蓝色泵浦驱动器 1010B 接收蓝色泵浦信号 1020B, 使各泵浦源发射泵浦光。当泵浦时, 蓝色有机 VCSEL 阵列 300B 发射波长在可见光谱蓝色部分中的蓝色激光 70B。

5 全色调制光学系统 1105 还包括配色器 1060, 其接收红色激光 70R、绿色激光 70G 和蓝色激光 70B, 并且将它们构成一个光束。设置光束成形光学系统 410 接收该单一光束, 并产生区域光阀 420 的所需照度。光束成形光学系统 410 可以为描述图 5 到 9 时所讨论的任何一种。虽然图 14 中配色器 1060 为 X-射线管, 不过可以代之以 Philips 棱镜或一对二向色反射镜。二向色反射镜是用于全色调制光学系统
10 1105 中配色器 1060 的一种可以接受的实施方式, 因为它们不设置在全色电成像系统 1100 的区域光阀 420 与目标平面 440 之间的成象光路中。相反, 二向色反射镜并非图 13 全色调制光学系统 1005 中配色器 1060 的最佳实施方式, 因为倾斜反射镜基片将像散和彗差引入全色电成像系统 1000 的投影透镜 430 所产生的图像中。

15 全色电成像系统 1105 还包括提供被编码成全色图像形式的数据的数据流 1030。该数据可以例如, 对应于打印或显示系统的静止图像, 或者对应于显示系统的视频运动图像。数据处理器 1040 从数据流 1030 接收数据, 并产生光阀驱动信号 1140, 用以驱动区域光阀 420。还设置定时产生器 1110, 用于将光阀调制同步成顺序照射红、绿和蓝有机
20 VCSEL 阵列 300R, 300G 和 300B。定时产生器 1110 产生红色定时信号 1120R、绿色定时信号 1120G 和蓝色定时信号 1120B。

现在参照图 15, 将详细描述定时产生器 1110 分别对图 14 中所示的红、绿和蓝色有机 VCSEL 阵列 300R、300G 和 300B 以及图像数据处理器 1040 的动作。图 15 为说明全色电成像系统 1100 中红、绿和蓝色
25 定时信号 1120R、1120G 和 1120B 各自之间, 光阀驱动信号 1140 分别与红、绿和蓝泵浦信号 1020R、1020G 和 1020B 之间的时间关系。水平轴为时间轴, 并且分成若干相同的帧时间。帧时间表示显示系统显示单独帧视频运动图像的时间。对于打印系统而言, 所示帧时间可能表示一单页的打印时间, 不过如果每页使用多次曝光, 则也可以表示一次曝光的时间。每帧时间分成红色窗口、绿色窗口和蓝色窗口, 其中
30 分别产生红、绿和蓝图像。图 15 的时序图表明红色、绿色和蓝色窗口具有相同持续时间。尽管这通常是优选的, 不过并不要求, 例如为

了补偿红、绿和蓝色通道之间激光器功率和/或观察者或介质灵敏度的差异，可以使用不同窗口时间。

图 15 中时序图的竖轴由各信号的说明组成。在红色窗口内，启动红色定时信号 1120R。红色定时信号 1120R 的启动开始接通红色泵浦信号 1020R，通过可选择的延迟使红色激光 70R 稳定，光阀驱动信号 1140 能将红色图像调制信号发送给图 14 中所示的区域光阀 420。在该红色窗口期间，红色有机 VCSEL 阵列 300R 照射区域光阀 420，其用红色激光 70R 调制全色图像的红光成分。在红色窗口结束时，使红色定时信号 1120R 无效，此时红色泵浦信号 1020R 无效，并且从光阀驱动信号 1140 消除红色图像调制信号。

在绿色窗口内，启动绿色定时信号 1120G。绿色定时信号 1120G 的启动开始接通绿色泵浦信号 1020G，通过可选择的延迟使绿色激光 70G 稳定，光阀驱动信号 1140 能将绿色图像调制信号发送给区域光阀 420。在该绿色窗口期间，绿色有机 VCSEL 阵列 300G 照射区域光阀 420，其用绿色激光 70G 调制全色图像的绿色成分。在绿色窗口结束时，使绿色定时信号 1120G 无效，此时绿色泵浦信号 1020G 无效，并且从光阀驱动信号 1140 消除绿色图像调制信号。

在蓝色窗口内，启动蓝色定时信号 1120B。蓝色定时信号 1120B 的启动开始接通蓝色泵浦信号 1020B，通过可选择的延迟使蓝色激光 70B 稳定，光阀驱动信号 1140 能将蓝色图像调制信号发送给区域光阀 420。在该蓝色窗口期间，蓝色有机 VCSEL 阵列 300B 照射区域光阀 420，其用蓝色激光 70B 调制全色图像的蓝色成分。在蓝色窗口结束时，使蓝色定时信号 1120B 无效，此时蓝色泵浦信号 1020B 无效，并且从光阀驱动信号 1140 消除蓝色图像调制信号。对随后帧重复该过程，其中红、绿和蓝色图像调制信号将随后各帧的特定数据编码到全色图像上。

返回图 14，全色电成像系统 1100 可以用于例如显示系统。从而用于显示系统中的全色电成像系统 1100 将以对于眼睛来说太快以至于难以区分的速度依次产生红、绿和蓝色图像（实际上，如高于抖动频率，或者小于大约 30ms 的帧时间）。因此，观察者看到的是全色图像，而不是一系列单色图像。

图 16 为场色序的且使用单个有机垂直腔激光器阵列的全色电成像

系统 1200 的示意图。全色电成像系统 1200 包括产生包括二维红、绿和蓝强度图案的全色图像的全色调制光学系统 1205，和将该全色图像投影到目标平面 440 上的投影透镜 430。全色调制光学系统 1205 包括全色有机 VCSEL 阵列 1210，该阵列能发射可见光谱红、绿和蓝部分的激光 70 全色。全色有机 VCSEL 阵列 1210 根据红色泵浦驱动器 1010R 提供的红色泵浦信号 1020R 发射红色激光。全色有机 VCSEL 阵列 1210 根据绿色泵浦驱动器 1010G 提供的绿色泵浦信号 1020G 发射绿色激光。全色有机 VCSEL 阵列 1210 根据蓝色泵浦驱动器 1010B 提供的蓝色泵浦信号 1020B 发射蓝色激光。设置光束成形光学系统 410，接收激光 70，并产生区域光阀 420 的所需照度。光束成形光学系统 410 可以为描述图 5 到 9 时所讨论的任何一种。

全色电成像系统 1200 还包括提供被编码成全色图像形式的数据的数据流 1030。该数据可以，例如对应于用于打印或显示系统的静止图像，或者对应于显示系统的视频运动图像。数据处理器 1040 从数据流 1030 接收数据，并产生用以驱动区域光阀 420 的光阀驱动信号 1140。还设置定时产生器 1110，用于将光阀调制同步成，从全色有机 VCSEL 阵列 1210 相继照射红、绿和蓝光。定时产生器 1110 产生红色定时信号 1120R、绿色定时信号 1120G 和蓝色定时信号 1120B。图 15 所示的时序图也适用于全色电成像系统 1200 中所使用的颜色顺序处理。

现在详细描述全色有机 VCSEL 阵列 1210。图 17 为全色有机 VCSEL 阵列 1210 一个实施例的示意截面图。全色有机 VCSEL 阵列 1210 包括包含红色泵浦阵列元件 1230R、绿色泵浦阵列元件 1230G 和蓝色泵浦阵列元件 1230B 的泵浦源阵列 310。该全色有机 VCSEL 阵列 1210 还包括基片 20。红色有机激光元件 1220R 设置在基片 20 上，具有适合于发射波长在光谱红光部分的红色激光 70R 的有机掺杂剂。红色有机激光元件 1220R 对准红色泵浦阵列元件 1230R，根据红色泵浦信号 1020R 产生泵浦光束 60。红色泵浦阵列元件 1230R 产生的泵浦光束 60，激励红色有机激光元件 1220R，使其发射红色激光 70R。

全色有机 VCSEL 阵列 1210 还包括绿色有机激光元件 1220G，其设置在基片 20 上，并且包含适于发射波长在光谱绿光部分中的绿色激光 70G 的有机掺杂剂。绿色有机激光元件 1220G 对准绿色泵浦阵列 1230G，根据绿色泵浦信号 1020G 产生泵浦光束 60。绿色泵浦阵列元

件 1230G 产生的泵浦光束 60，激励绿色有机激光元件 1220G，使其发射绿色激光 70G。

5 全色有机 VCSEL 阵列 1210 还包括蓝色有机激光元件 1220B，其设置在基片 20 上，并且包含适于发射波长在光谱蓝光部分中的蓝色激光 70B 的有机掺杂剂。蓝色有机激光元件 1220B 对准蓝色泵浦阵列 1230B，根据蓝色泵浦信号 1020B 产生泵浦光束 60。蓝色泵浦阵列元件 1230B 产生的泵浦光束 60，激励蓝色有机激光元件 1220B，使其发射蓝色激光 70B。

10 因此，当图 17 中所示的全色有机 VCSEL 阵列 1210 用于图 16 中所示的全色电成像系统 1200 中时。能顺序地启动红、绿和蓝色泵浦信号 1020R、1020G 和 1020B 以顺序地分别激励红、绿和蓝色有机激光元件 1220R，1220G 和 1220B。

15 应当考虑显然可以使用红、绿和蓝有机激光元件 1220R，1220G 和 1220B 的其他配置。图 17 中的截面图示出颜色交替存在的有机激光元件，建议为一种全色有机 VCSEL 阵列 1210 二个方向的交替结构，或者在全色有机 VCSEL 阵列 1210 一个方向与单色有机激光元件行交替。或者，红、绿和蓝色有机激光元件 1220R、1220G 和 1220B 可以组织成其他结构，如多个单色有机激光元件的大区域。同样，在全色有机 VCSEL 阵列 1210 内，不同颜色可以具有不同数量的有机激光元件。这可以用于例如补偿激光器或系统效率或观察者/接收器灵敏度差异。

20 此处所述的全色电成像实施例呈现三种颜色（红、绿和蓝），用于产生图像。不过，可以使用两种颜色用于灰度成像系统，或者使用多于三种颜色用于宽色域电成像系统。还可以想象在例如假彩色打印系统中不使用红、绿和蓝三种颜色。本领域普通技术人员易于实现这些特别指出的变型。

该电成像系统中进一步包括三个彩色激光光源阵列：a) 照射红色区域光阀的红色激光光源阵列；、b) 照射绿色区域光阀的绿色激光光源阵列；和 c) 照射蓝色区域光阀的蓝色激光光源阵列。

该电成像系统中，三个彩色激光光源阵列与单一区域光阀匹配。

30 该电成像系统中，三个彩色激光光源阵列包括：a) 红色激光光源阵列；b) 绿色激光光源阵列；和 c) 蓝色激光光源阵列。

该电成像系统中，在一帧时间内顺序泵浦所述至少三个彩色激光

源阵列的每一个。

该电成像系统中，在连续泵浦所述至少三个彩色激光源阵列期间，所述至少三个彩色激光源阵列中每一个与所述单一区域光阀同步。

- 5 该电成像系统中，单个彩色激光源阵列包括：多个红色激光源、多个绿色激光源、和多个蓝色激光源。

该电成像系统中，用所述单一彩色激光源阵列照射所述至少一个区域光阀。

- 10 该电成像系统中，在一帧时间内连续泵浦多个红激光源，多个绿激光源，和多个蓝激光源。

该电成像系统中，在泵浦序列期间多个红激光源、多个绿激光源和多个蓝激光源中的每一个分别与所述单一区域光阀同步。

该电成像系统还包括：d) 用于在所述至少一个区域光阀上产生均匀照度的至少一个光学积分器。

- 15 该电成像系统中，所述至少一个光学积分器包括蝇眼积分器。

该电成像系统中，所述至少一个光学积分器包括积分棒。

该电成像系统中，所述至少一个区域光阀包括液晶板。

该电成像系统中，所述液晶板为处于硅光阀上的反射液晶。

该电成像系统中，所述至少一个区域光阀包括微反射镜阵列。

- 20 该电成像系统中至少一个彩色激光源阵列直接设置在积分棒的前表面上。

该电成像系统可以引入打印系统中，引入打印系统中的电成像系统，还包括：d) 处于目标平面处用于接收激光并记录数据的光敏介质。

- 25 一种用于由图像数据流形成彩色图像的调制光学系统，包括：a) 设置成至少一个阵列的多个不同颜色的激光源，每个激光源包括泵浦腔结构，泵浦腔结构具有：i) 用于接收并透过泵浦光束，并且反射预定波长范围的激光的第一介电堆；ii) 用于接收从第一介电堆透过的泵浦光束，并发射激光的有机活性区域；和 iii) 用于将从有机活性区域透过的泵浦光束和来自有机活性区域的激光反射回有机活性区域中的第二介电堆，其中第一和第二介电堆以及有机活性区域的组合产生激光；以及 b) 至少一个用于接收激光，并由图像数据流产生彩色图像的区域光阀。
- 30

该调制光学系统还包括：c) 用于将所述至少一个阵列成像在所述至少一个区域光阀上的透镜。

该调制光学系统中，将多个不同颜色的激光源调制在所述至少一个区域光阀上产生均匀图像。

5 该调制光学系统中，三个彩色激光源阵列按照颜色分别与三个区域光阀匹配。

该调制光学系统中，所述三个彩色激光源阵列包括：a) 红色激光源阵列；b) 绿色激光源阵列；和c) 蓝色激光源阵列。

10 该调制光学系统中，所述三个彩色激光源阵列还包括：a) 照射红色区域光阀的红色激光源阵列；b) 照射绿色区域光阀的绿色激光源阵列；和c) 照射蓝色区域光阀的蓝色激光源阵列。

该调制光学系统中，三个彩色激光源阵列与单一区域光阀匹配。

该调制光学系统中，所述三个彩色激光源阵列包括：a) 红色激光源阵列；b) 绿色激光源阵列；和c) 蓝色激光源阵列。

15 该调制光学系统中，在一帧时间内顺序泵浦所述至少三个彩色激光源阵列的每一个。

该调制光学系统中，在顺序泵浦所述至少三个彩色激光源阵列期间，所述至少三个彩色激光源的每一个与所述单一区域光阀同步。

20 该调制光学系统中，单一阵列彩色激光源包括：多个红激光源；多个绿激光源；和多个蓝激光源。

该调制光学系统中，用所述单一阵列彩色激光源照射所述至少一个区域光阀。

该调制光学系统中，在一帧时间内顺序泵浦多个红激光源，多个绿激光源和多个蓝激光源。

25 该调制光学系统中，在泵浦序列期间，多个红激光源，多个绿激光源和多个蓝激光源的每一个分别与所述单一区域光阀同步。

该调制光学系统还包括：c) 至少一个用于在所述至少一个区域光阀上产生均匀照度的光学积分器。

该调制光学系统中，所述至少一个光学积分器包括蝇眼积分器。

30 该调制光学系统中，所述至少一个光学积分器包括积分棒。

该调制光学系统中，所述至少一个区域光阀包括液晶板。

该调制光学系统中，该液晶板为处于硅光阀上的反射液晶。

该调制光学系统中，所述至少一个区域光阀包括微反射镜阵列。

该调制光学系统中，每个激光源产生具有各自波长 λ_i 和各自光谱宽度 $\Delta\lambda_i$ 的激光光谱的激光。

5 该调制光学系统中，多个不同颜色激光源的组合产生具有总光谱宽度为 $\Delta\lambda_{tot}$ 的至少一个光谱带。

该调制光学系统中，所述至少一个光谱带包括重叠的激光光谱。

该调制光学系统中，总光谱宽度 $\Delta\lambda_{tot}$ 大于1纳米。

10 该电成像系统中，每个激光源产生光束品质因数为 M^2 的激光，并且所述至少一个阵列包括 N_{LB} 个彩色激光源，其中 M^2 与 N_{LB} 的乘积大于1000。

该调制光学系统中，所述至少一个彩色激光源阵列直接设置在积分棒的前表面上。

15 调制光学系统可以引入显示系统中，引入显示系统中的该调制光学系统还包括：c) 用于接收彩色激光并且具有漫射元件的观察屏；和d) 用于将彩色图像投影到观察屏上以便形成可以观看的彩色图像的投影透镜。

该调制光学系统中，观察屏具有光学表面粗糙度 σ_z ，多个不同颜色光源具有总光谱宽度 σ_k ，使

$$C_T = \left[1 + (2\sigma_k\sigma_z)^2 \right]^{-1/4}$$

20 小于0.5。

调制光学系统包含在打印系统中的该调制光学系统，还包括c) 用于接收激光并记录数据的光敏介质。

25 一种垂直腔面发射激光器，包括：i) 用于接收并透射从发光二极管阵列来的泵浦光束，并且反射预定波长范围的激光束的第一介电堆；ii) 用于接收从第一介电堆透过的泵浦光束，并发射激光的有机活性区域；以及iii) 用于将有机活性区域透过的泵浦光束和来自有机活性区域的激光反射回有机活性区域中的第二介电堆，其中第一和第二介电堆以及有机活性区域的组合产生激光。

30 该垂直腔面发射激光器中，从设置成至少一个阵列的多个不同颜色的激光源发射出激光。

该垂直腔面反射激光器中，调制多个不同颜色的激光源以产生均

匀图像。

一种由图像数据流形成彩色图像的方法，包括步骤：a) 将图像数据流提供给电成像系统；b) 在电成像系统中由设置成至少一个阵列的多个不同颜色的激光源产生彩色激光，每个彩色激光源包括的垂直腔结构，垂直腔结构具有：i) 用于接收和透过泵浦光束，并且反射预定波长范围上的激光的第一介电堆；ii) 用于接收从第一介电堆透过的泵浦光束，并发射彩色激光的有机活性区域；和 iii) 用于将透过有机活性区域的泵浦光束和来自有机活性区域的彩色激光反射回有机活性区域中的第二介电堆，其中第一和第二介电堆以及有机活性区域的组合产生彩色激光；c) 在电成像系统的至少一个区域光阀上接收彩色激光；以及 d) 由电成像系统在观察屏上形成彩色图像。

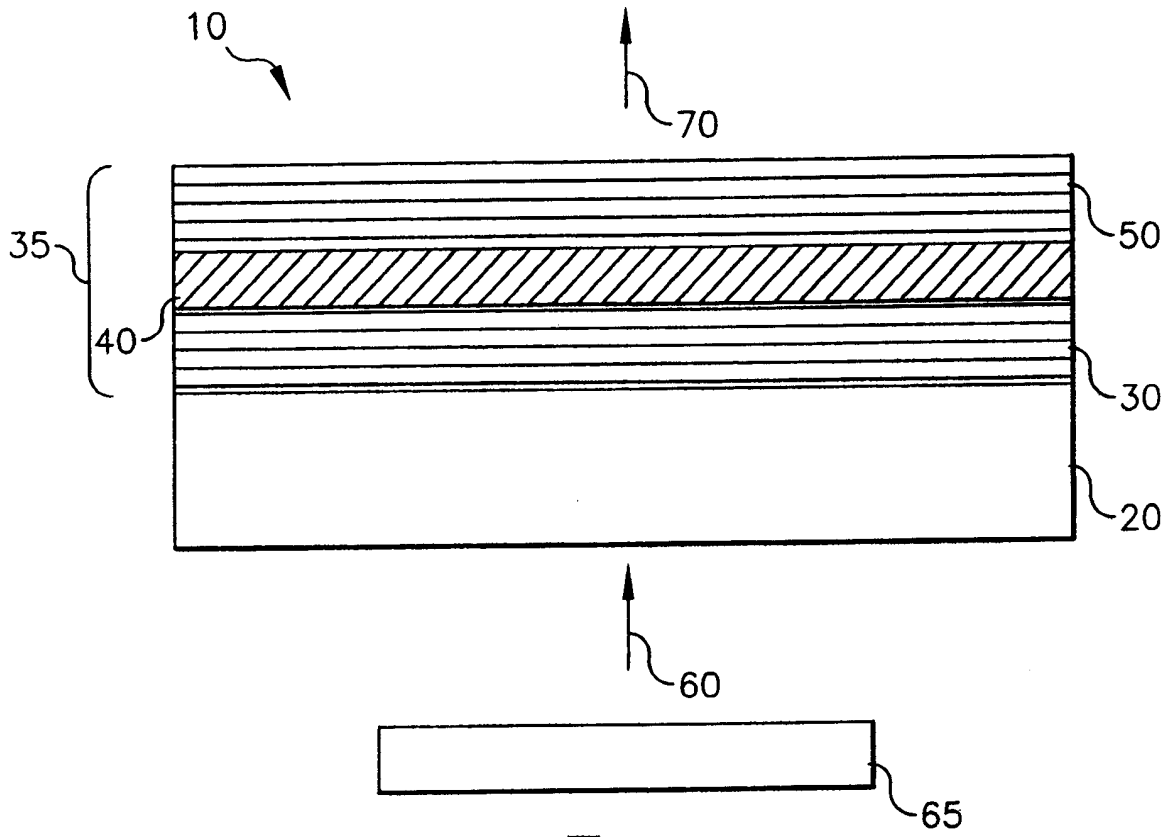


图 1

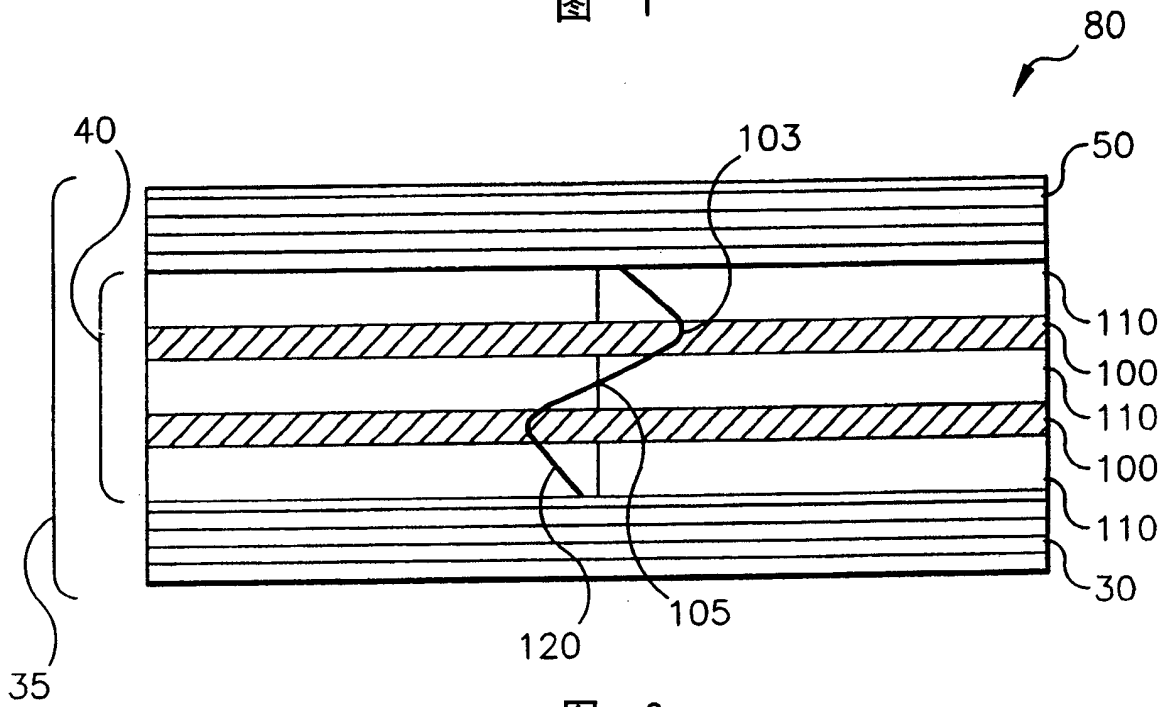


图 2

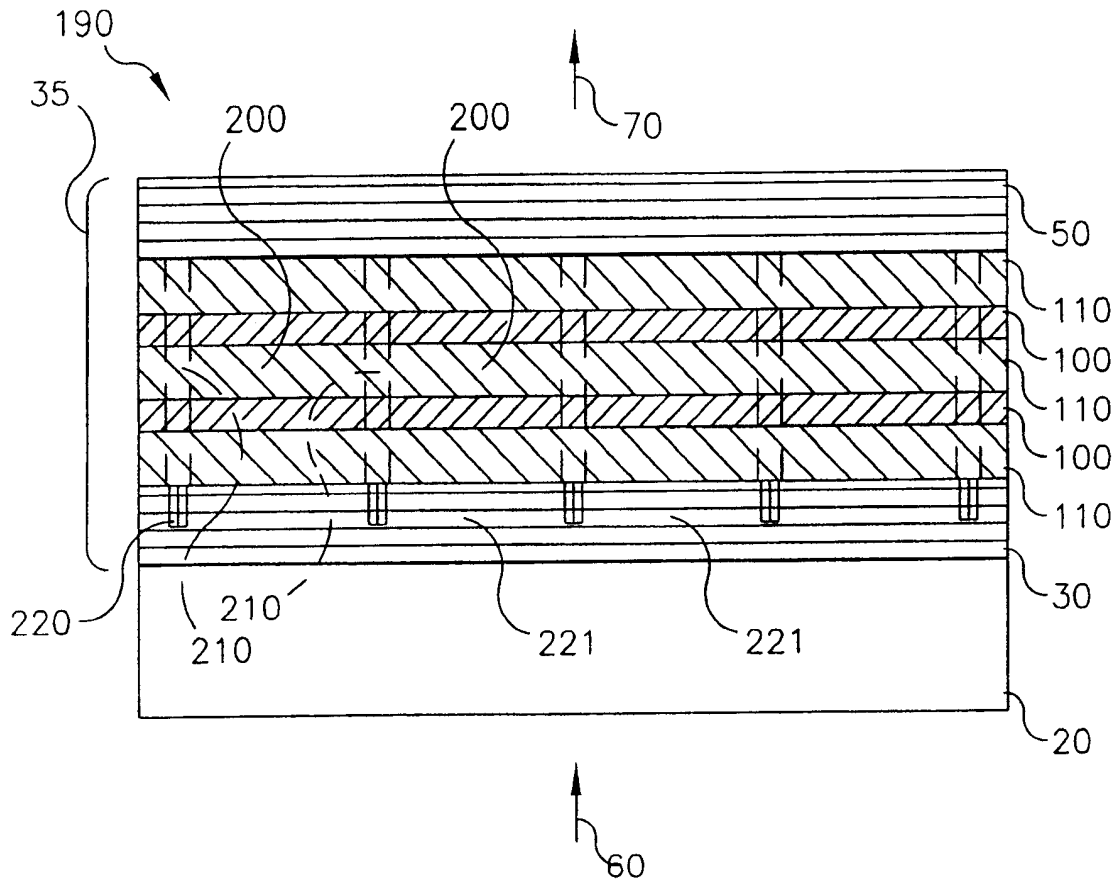


图 3

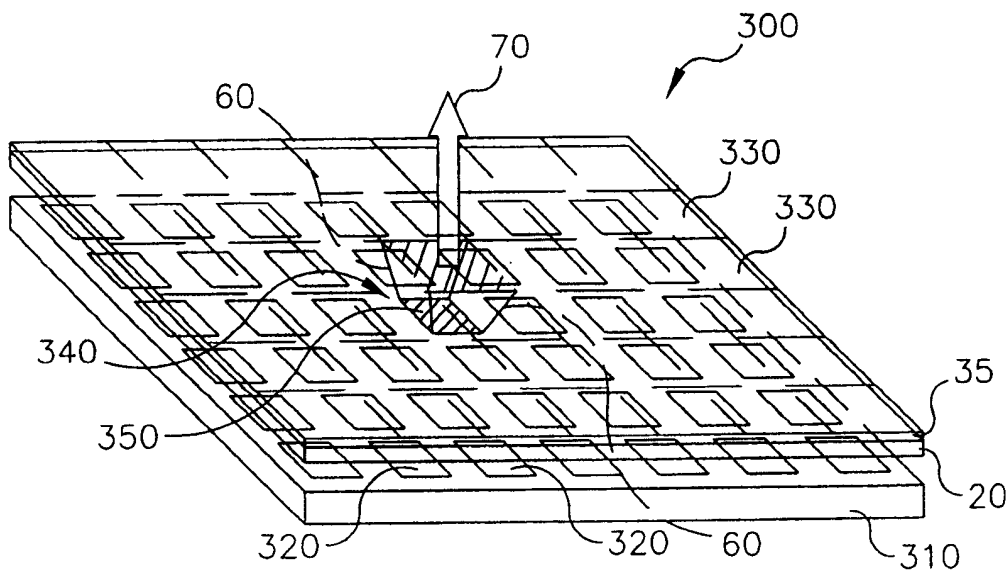


图 4

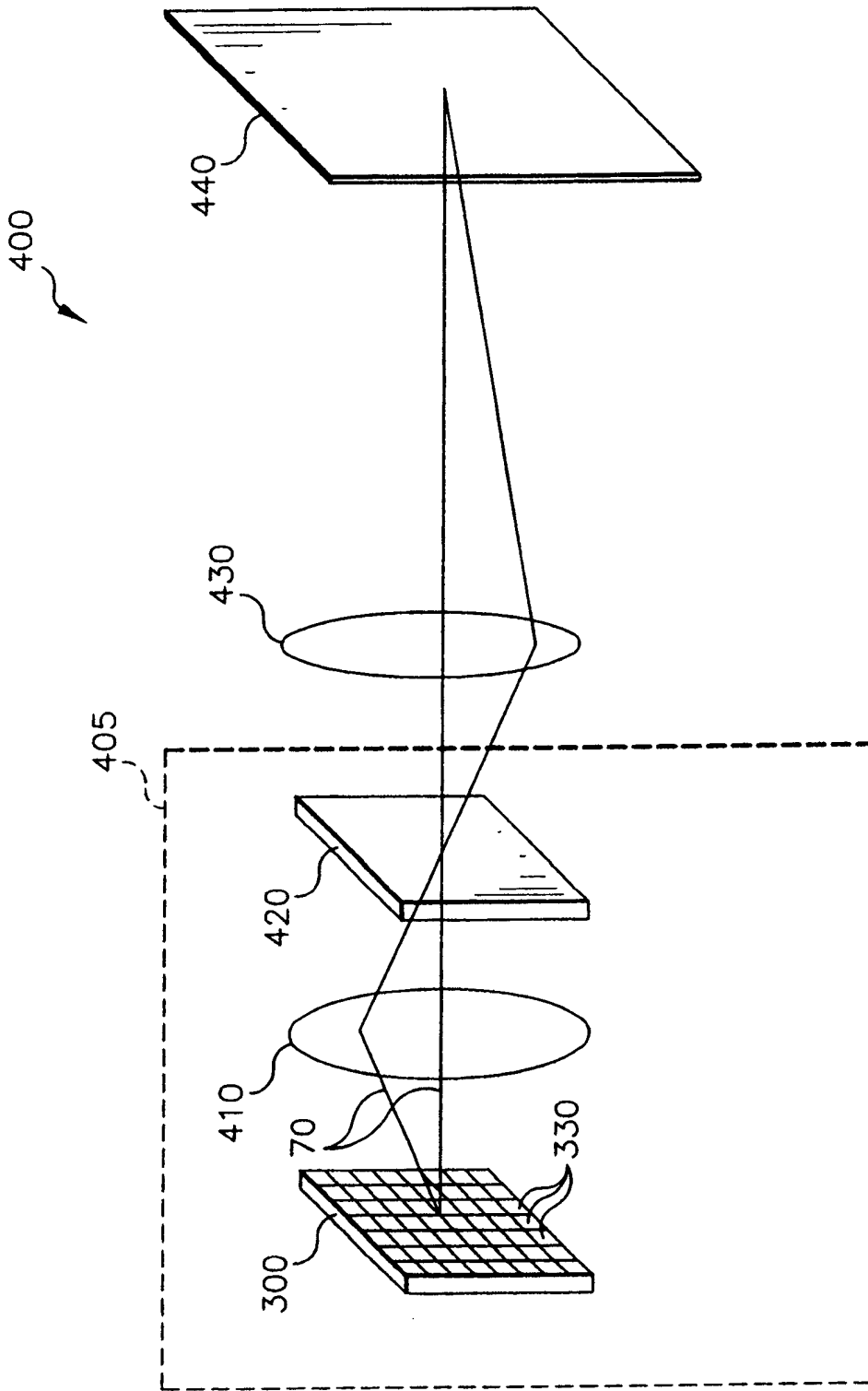


图 5

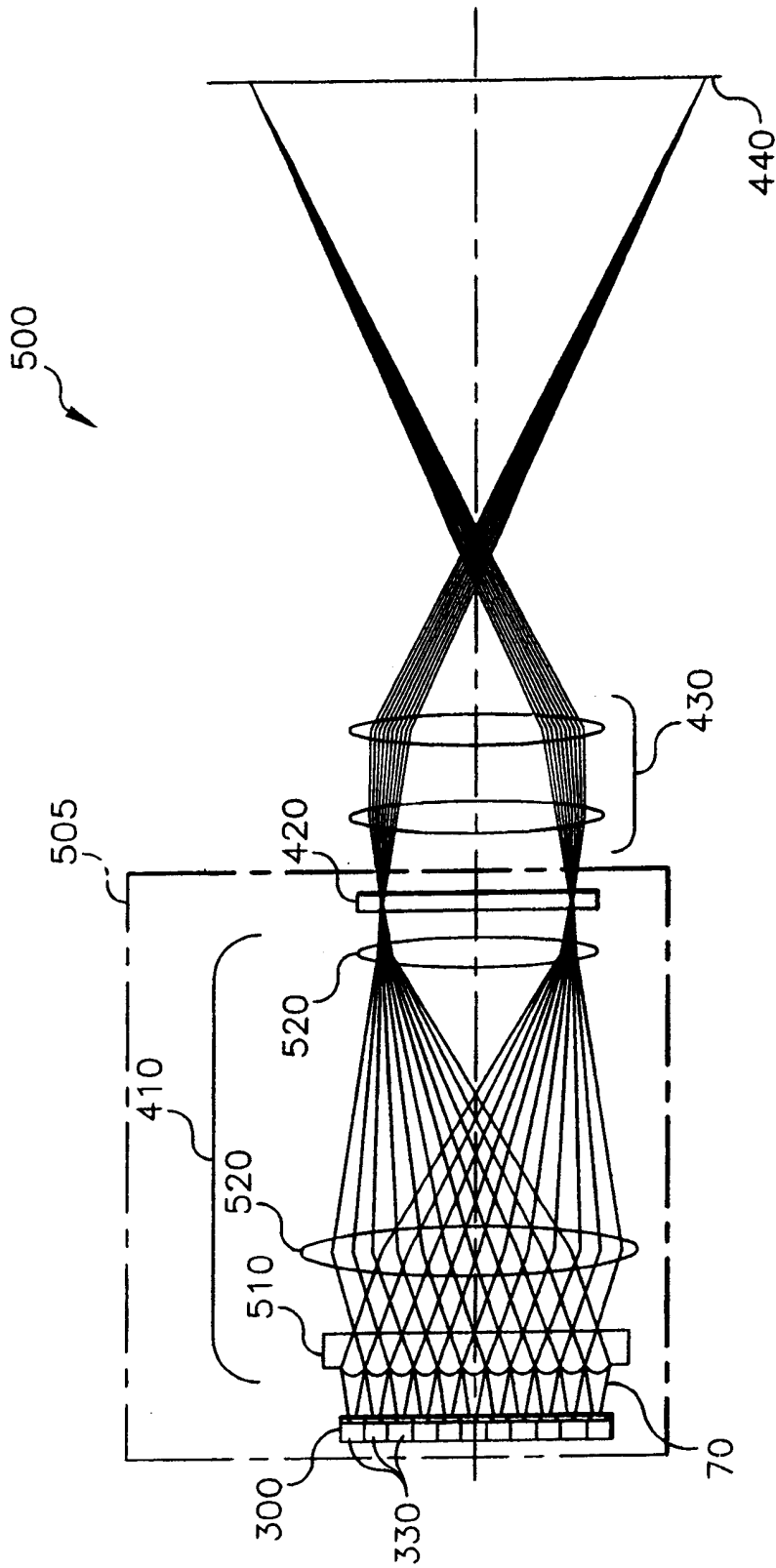


图 6

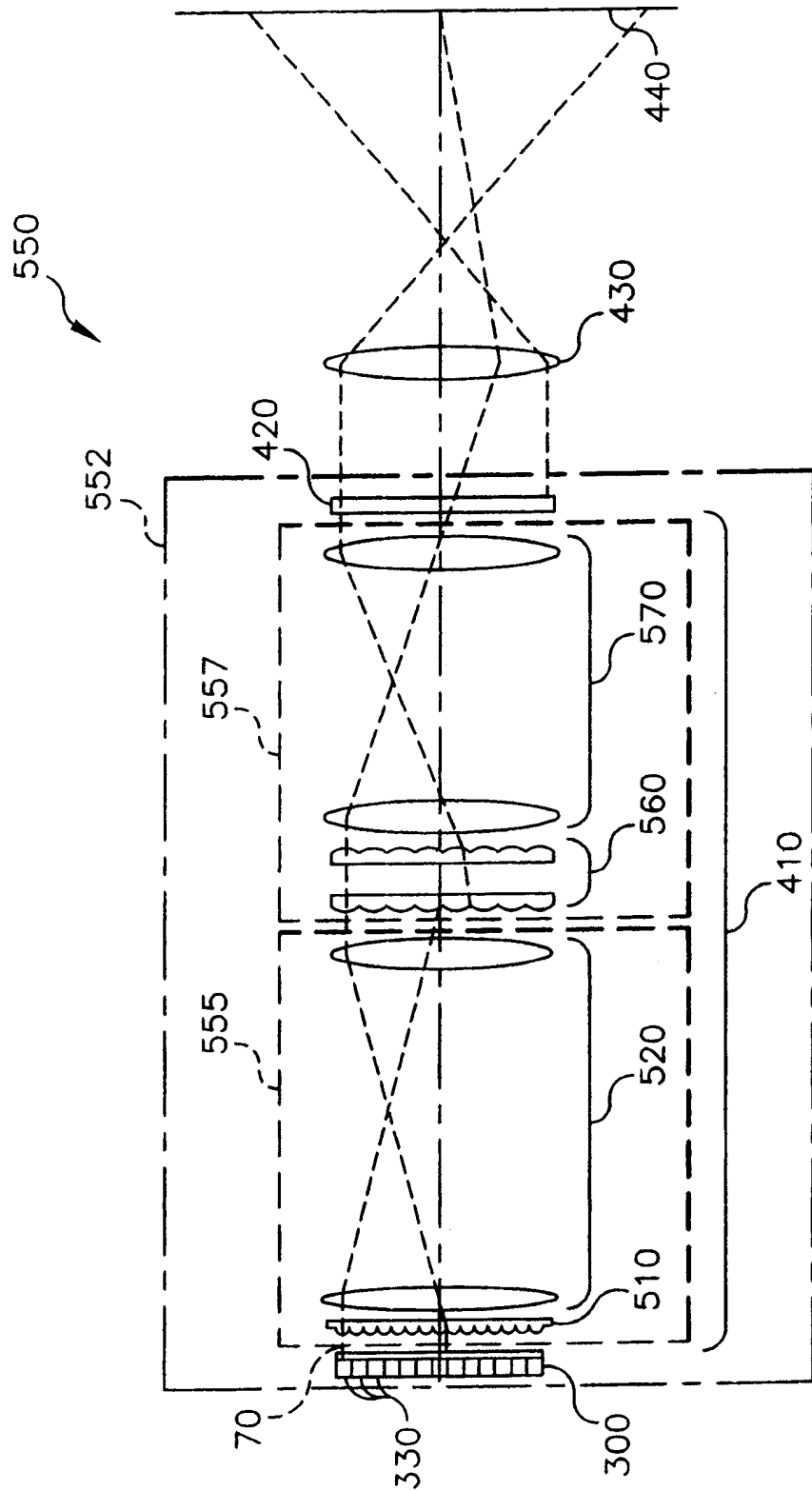


图 7

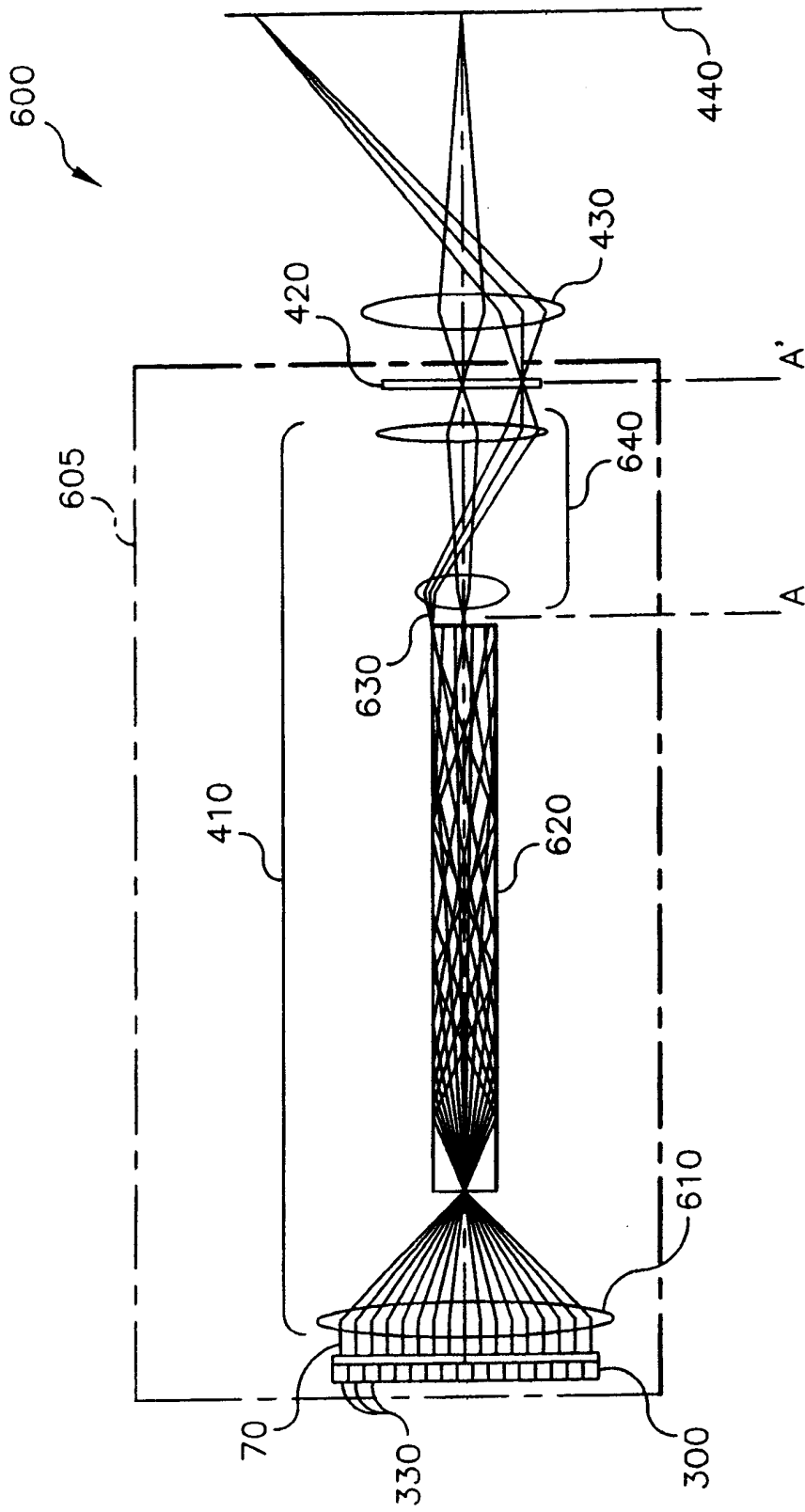


图 8

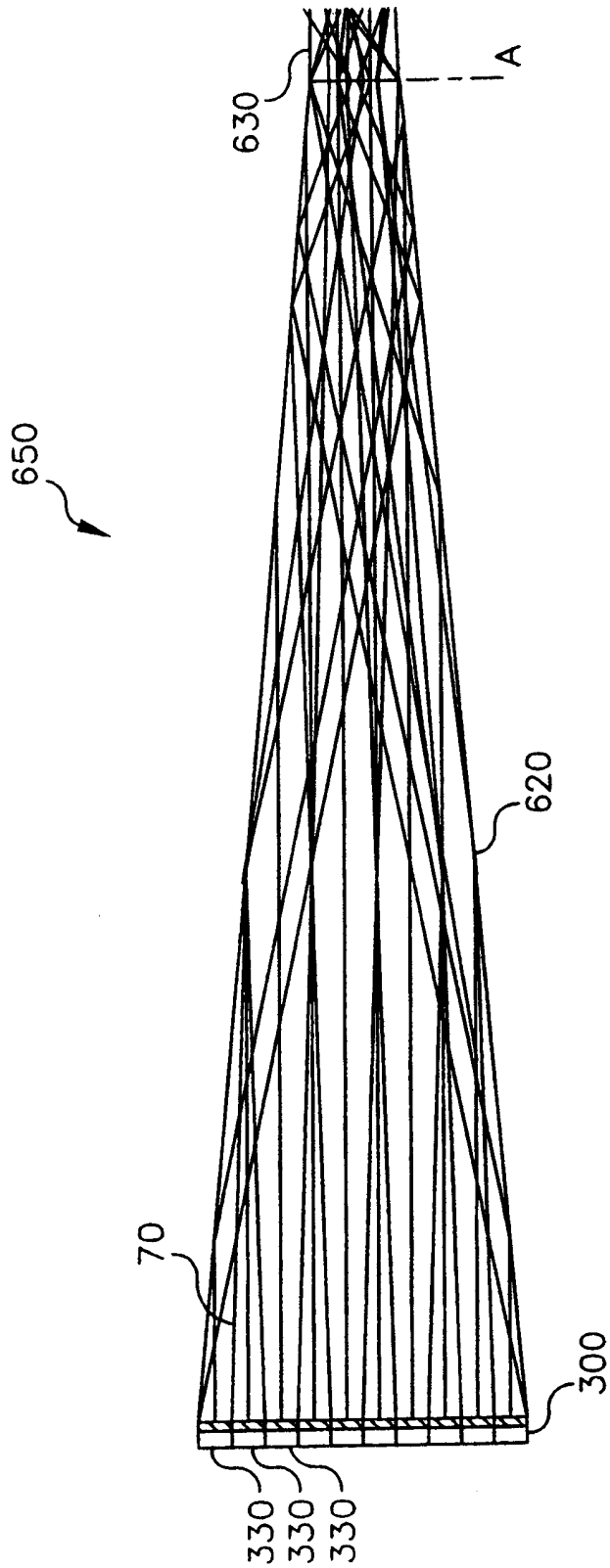


图 9

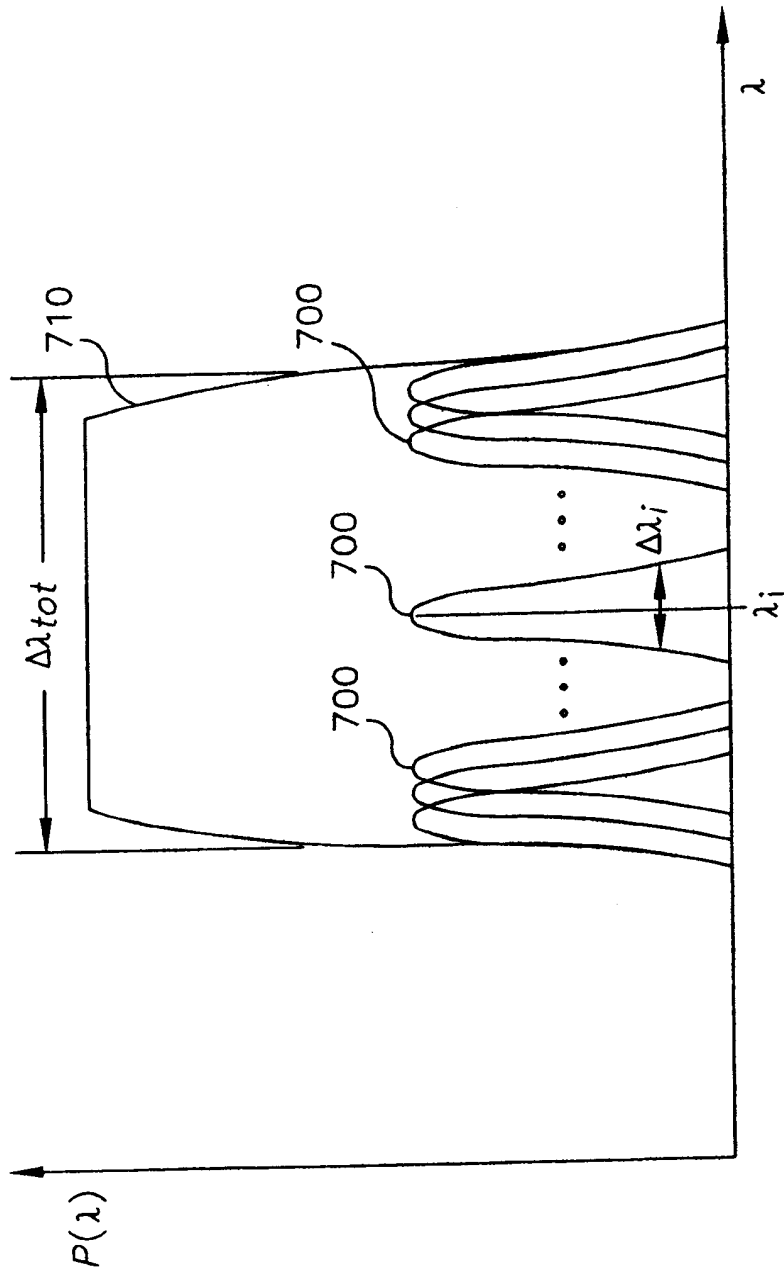


图 10

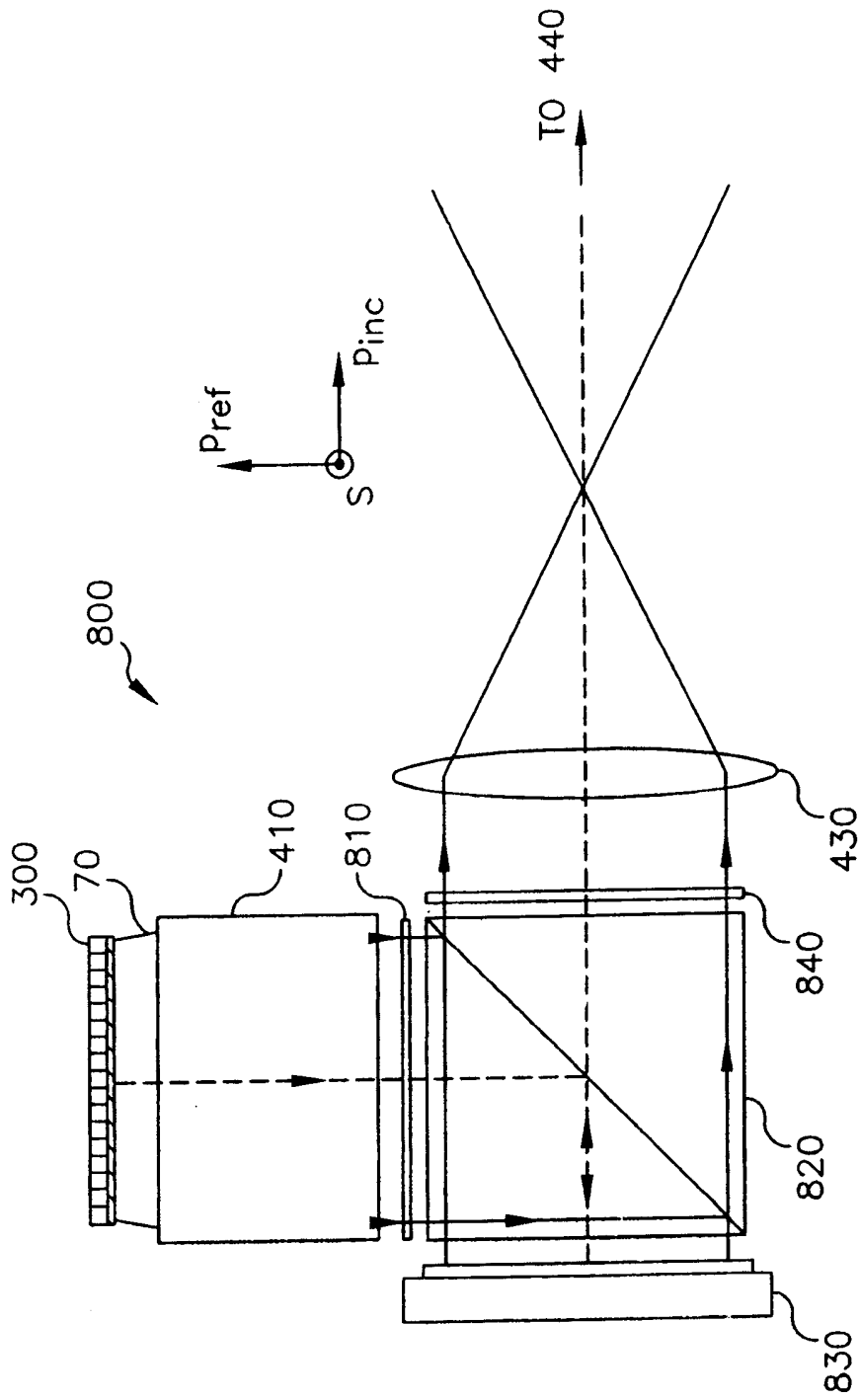


图 11

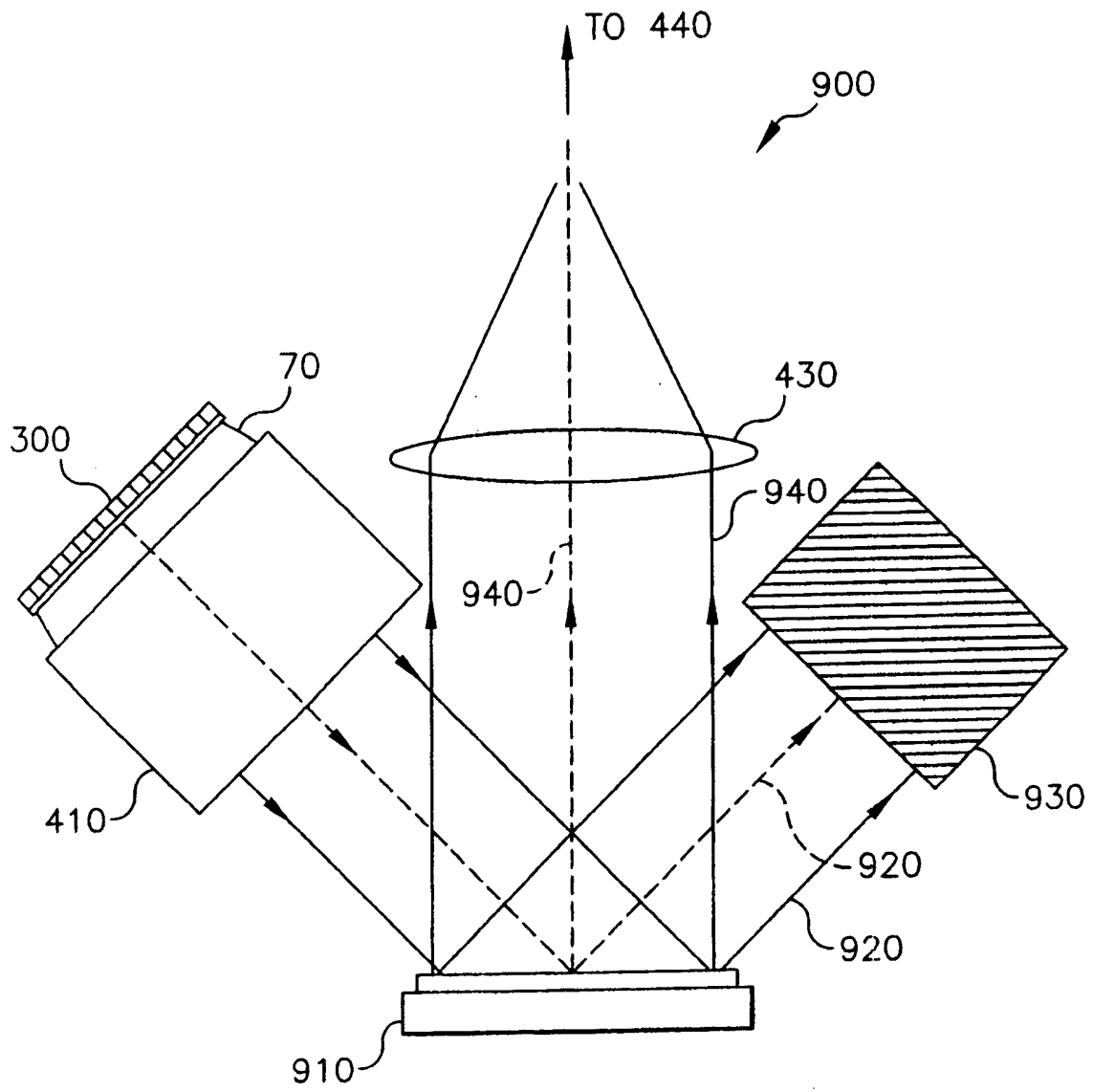


图 12

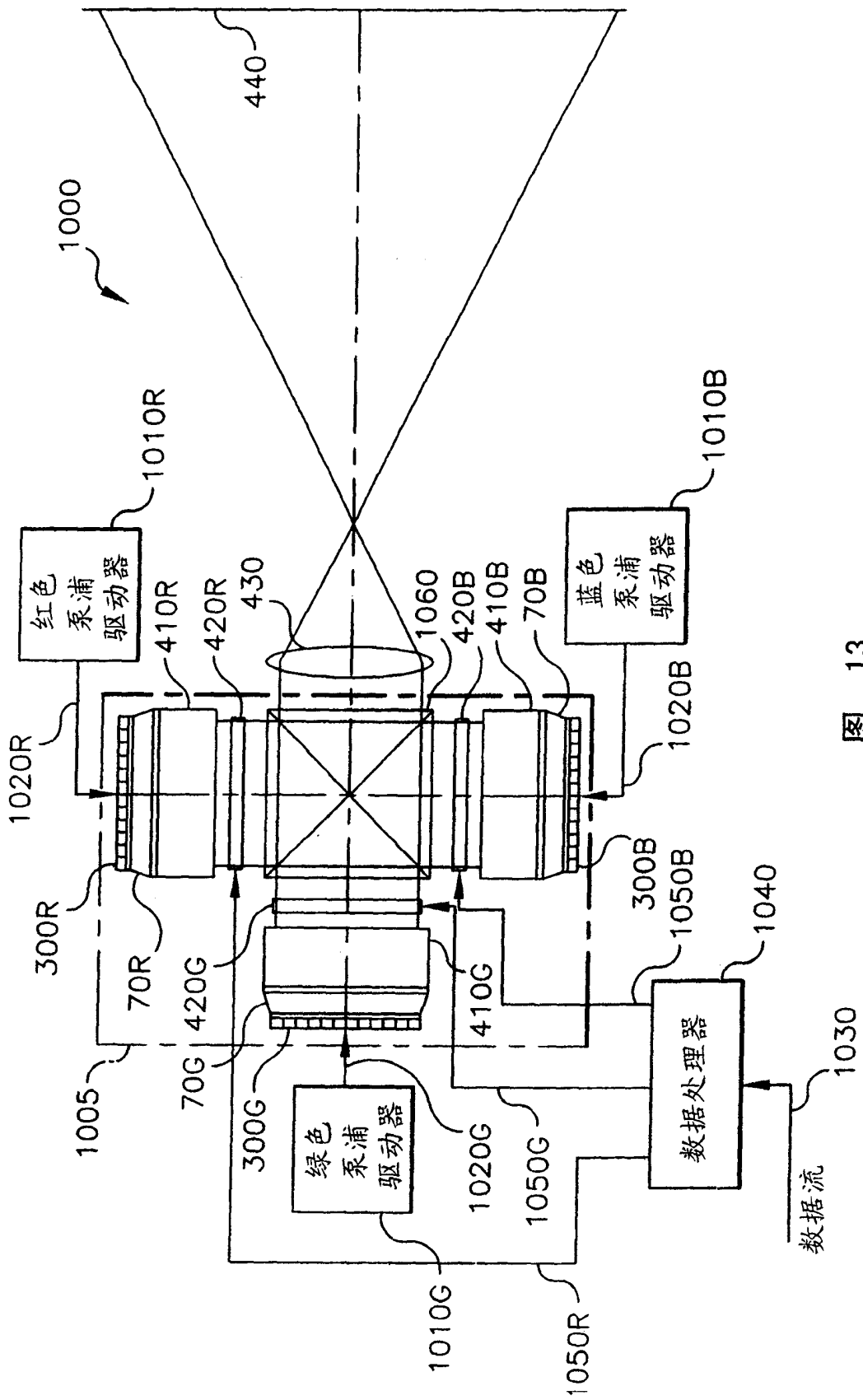


图 13

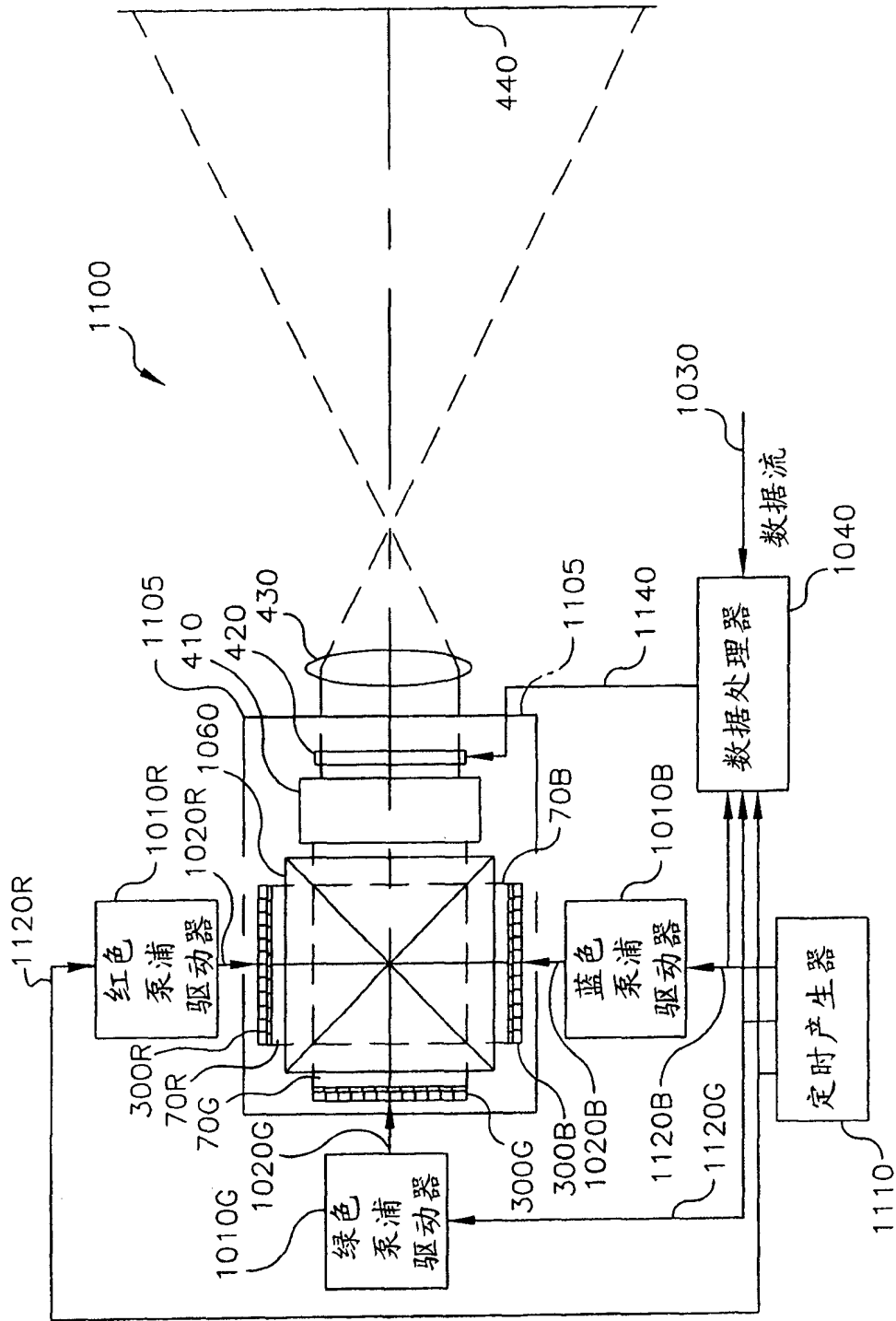


图 14

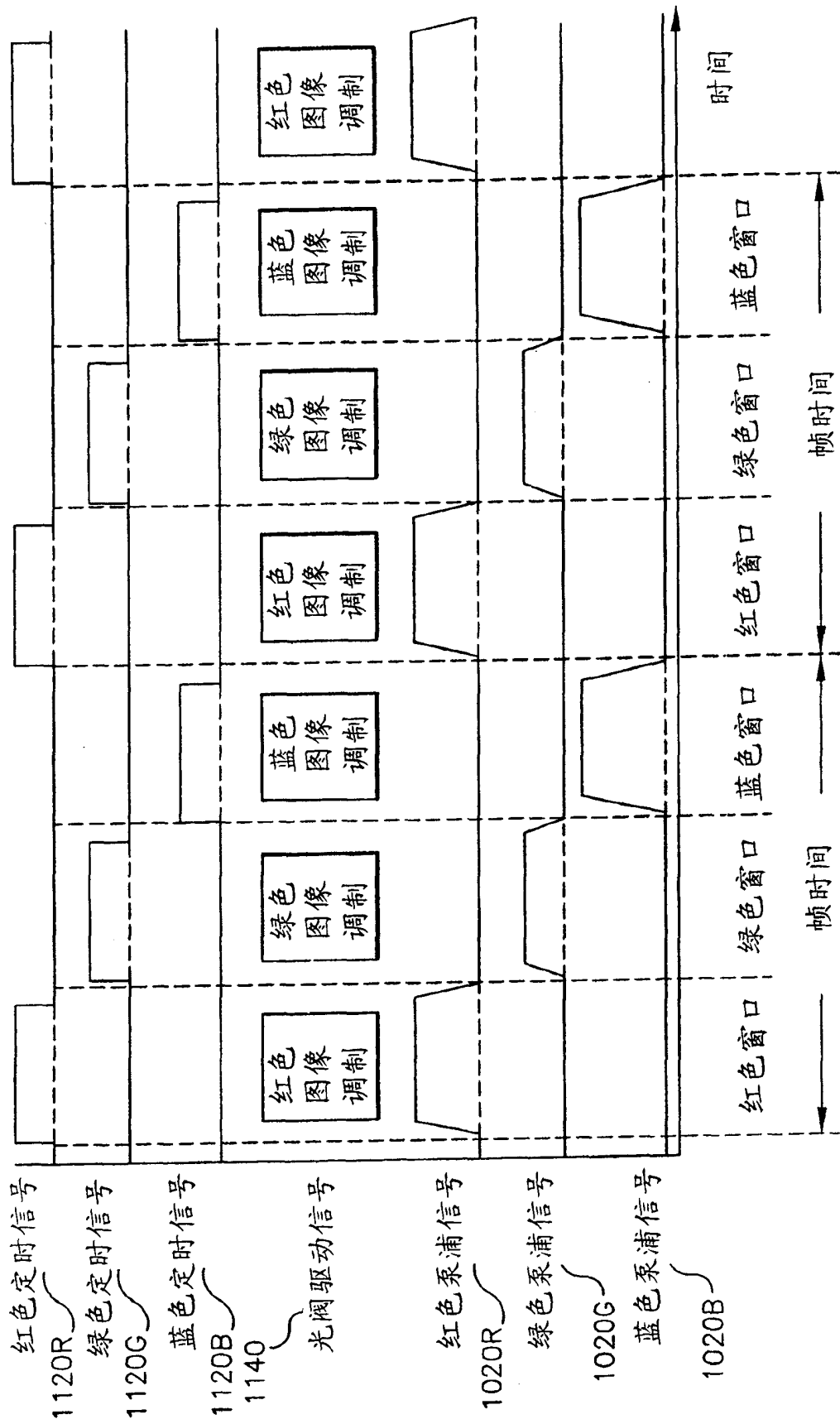


图 15

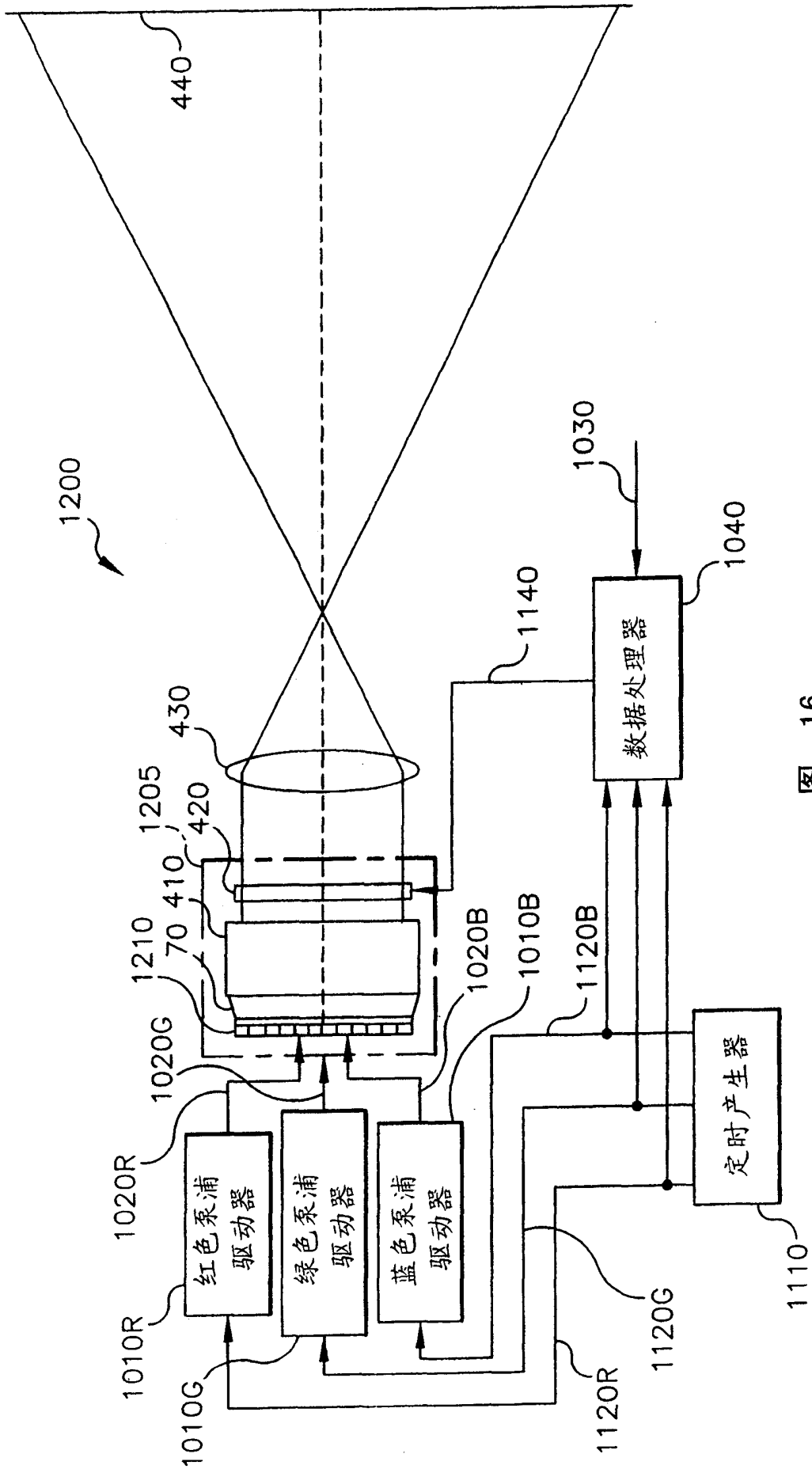


图 16

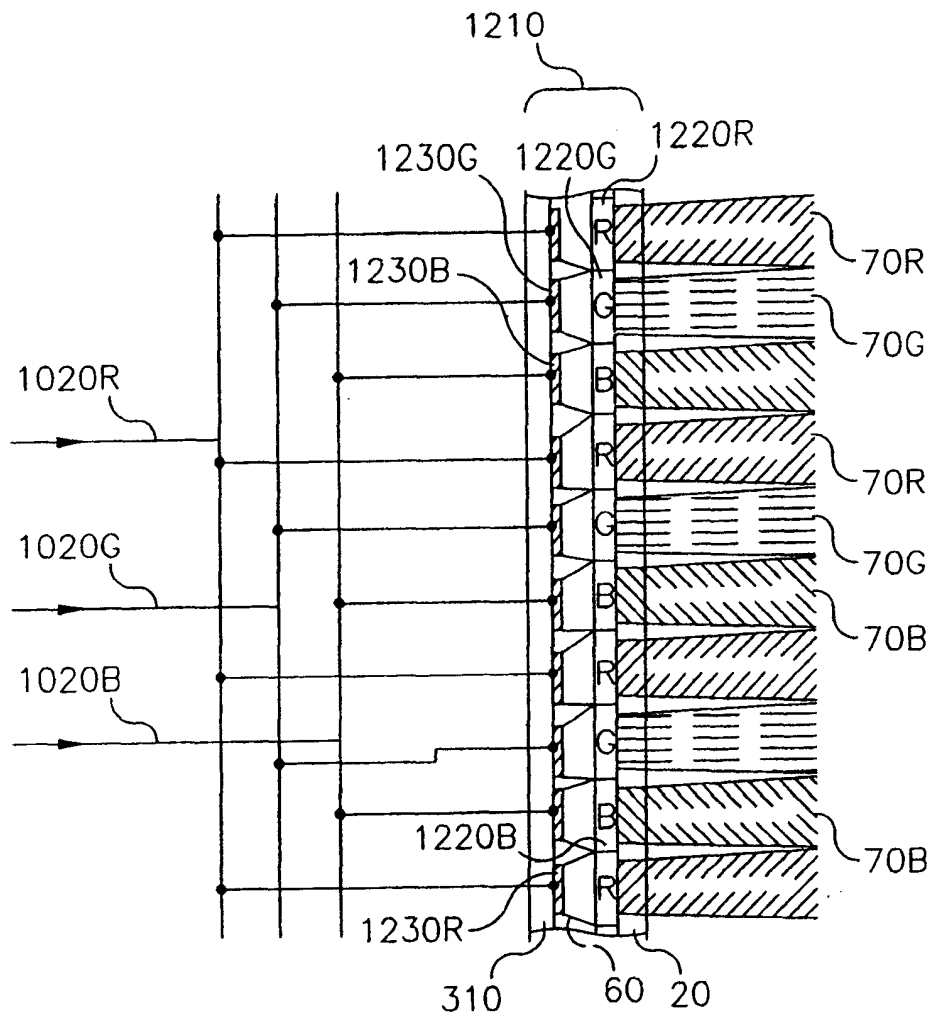


图 17