

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04N 5/74

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97113205.4

[45]授权公告日 2002 年 10 月 16 日

[11]授权公告号 CN 1092898C

[22]申请日 1997.4.17 [21]申请号 97113205.4

[30]优先权

[32]1996.4.17 [33]JP [31]095036/96

[73]专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72]发明人 荻野正规

审查员 陈 曦

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

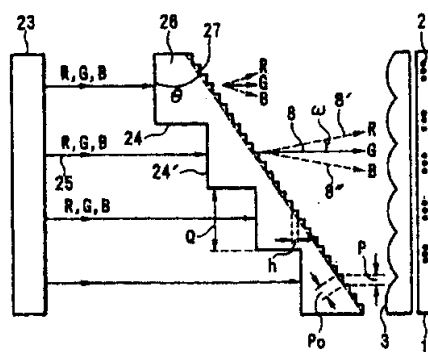
代理人 张志醒 邹光新

权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 14 页

[54]发明名称 单板彩色液晶显示装置

[57]摘要

白光进入包括与双面凸出结构组合的宏观棱镜和微观级衍射栅的光衍射装置。按设置的像素组的每个周期调制所述衍射栅的单级高度 $h(x)$, 输出的衍射光分解成三基色, 并与液晶平板装置的三基色像素的各个像素高精度匹配而定向。现有的节距调制型衍射栅中, 基本上不能避免红光和蓝光会聚位置 30% 的偏移误差。相反, 按本发明的布置, 不仅能消除绿光会聚位置偏差, 还能消除红光和蓝光的会聚位置偏差, 因而能提供利用效率高的单板式彩色液晶显示装置。





权 利 要 求 书

1、单板式彩色液晶显示装置，包括光源装置、准直仪和单板式液晶平板装置，其中准直仪用于将来自光源装置的光束变成平行光，而单板式液晶平板装置则由准直仪转变成的平行光照射，其特征在于还包括：

所述准直仪与所述单板式液晶平板装置之间设置光衍射装置；和
三位置装置，

其中，所述光衍射装置是宏观级的三维非扁平型，有宏观周期性结构节距，还有宏观棱镜形状或宏观双面凸透镜形状中的任何一种，还包括多级微观级衍射栅，其中，宏观周期性节距大于 $53\mu\text{m}$ ，其中，进入的白光变成衍射输出时分解成按三个不同方向行进的三基色光，其中，所述三基色光中的红光与绿光之间的分开角 ω 大于 0.05 弧度，其中，对至少所述多级衍射栅的单级处的主光选择有效的单级光路差大致为特征波长 λ_0 的整数倍，该特征波长 λ_0 等于空气的折射率与光衍射装置的介质的折射率之差造成的以光衍射装置的介质的高度为倍率的有效光路差的长度，且特征波长 λ_0 与绿光波长的差小于 260nm ，其中，垂直于所述绿输出光行进方向的方向中的所述单级阵列节距投影 P 设置成基本上等于由所述红-绿分开角 ω 将红-绿波长差分割成大致为整数倍而获得的值，其中，作为衍射输出的按三个不同方向行进的三基色光会聚到指定的三种颜色位置。

2、按权利要求1的单板式彩色液晶显示装置，其特征是，所述大致为特征波长 λ_0 的整数倍指大致为1倍、两倍或3倍。

3、按权利要求1的单板式彩色液晶显示装置，其特征是，所述宏观棱镜形状是形成在所述光衍射装置的光进入边。

4、按权利要求1的单板式彩色液晶显示装置，其特征是，所述宏观棱镜形状是形成在所述光衍射装置的光输出边。

5、按权利要求1的单板式彩色液晶显示装置，其特征是，所述宏观双面凸透镜形状的宏观周期性结构节距设置成基本等于所述液晶平板装置的三色像素组阵列周期 T ，其中，周期地调制出所述有效的单级光路差，使每个输出的绿光对着每个绿像素，因而，能单独选择所述红-绿分开角 ω 和所述

绿输出光的行进方向，结果，可用部分所述衍射装置功能代替所述三位置装置。

6、按权利要求5的单板式彩色液晶显示装置，其特征是，所述光衍射装置背面设置发散减小场透镜装置，其中，使所述发散减小场透镜的焦点平面基本上与所述光衍射装置的所述多级衍射栅的位置重合，其中，按三个不同方向行进的三基色光按照每个三像素节距对着三像素组。

7、按权利要求1的单板式彩色液晶显示装置，其特征是，所述宏观双面凸透镜形状设置成由宏观双凸透镜面组成的宏观棱镜形状，其中，所述衍射栅背面设置发散减小准直仪和黑条装置，使所述发散减小准直仪的焦点平面基本上等于所述衍射栅的位置。

8、按权利要求5的单板式彩色液晶显示装置，还包括黑条装置，其中，所述黑条装置设置在所述衍射装置的输入面或光衍射装置后面中的至少任一面上。

9、按权利要求6、7或8的投影式单板式彩色液晶显示装置，还包括凸透镜装置和荧光屏装置。

10、按权利要求6、7或8的单板式彩色液晶显示装置，还包括光纤装置和光纤荧光屏装置，其中，所述光纤装置用于使所述单板式液晶平板装置输出的光向所述光纤荧光屏装置定向。

说明书

单板彩色液晶显示装置

本发明涉及利用光衍射而获得高效率为特征的单板式彩色液晶显示装置，和应用本发明的其它产品，特别涉及投影式显示装置。

为有助于更好地理解本发明，图1中列出了本发明与现有技术的差别。图1中文献(A)是本发明人早先申请的题目为“High Efficiency Liquid Crystal Display”的美国专利5 3 5 5 1 8 9和5 5 3 7 1 7 1，文献(B)是题为“a display apparatus”的JP-A-6-230384，文献(C)是题为“Compact Spatio-Chromatic Single-LCD Projection Architecture”的文章，作者、发表的杂志名及时间是B. A. Loiseaux. et al. Asia Display, '95. P87-P89，文献(D)是另一篇文章，题目为“Holographic Optical Element for Liquid Crystal Projector”，作者、发表的杂志名及时间是N. Ichikawa. Asia Display, '95. P 7 2 7 - P 7 2 9。

图1中2.1条所列的这些现有技术，用有宏观的作为观察的平板式衍射平板装置，还包括按微观量精密形成的衍射平板装置。图2展示出上述宏观扁平衍射平板装置的功能。

图2中，标号1是指单板式彩色液晶平板装置，2是三基色像素，3是构成三-位置装置的光进入边的多个透镜，用于将来自三个方向的每个基色的三束光会聚到每个三色像素组节距的各颜色位置，23是相当于光源和准直化的功能块。参见图1中现有技术(A)的说明，说明上述元件的功能。5是宏观扁平衍射平板装置，6是形成在衍射板装置5上的光出射面上的衍射栅，7是入射白光，7'表示由衍射板来的零级光输出方向。通常，这种衍射栅结构选择成使0级光功率减至最小。R、G和B分别表示红光线，绿光线和蓝光线，但有时为了简单也可称作R光。8、8'和8''表示由衍射板输出的一级衍射光中的G光，R光和B光。角 δ 是指由衍射板折射的G光的折射角， ω 表示由衍射板引起的R光和G光折射角之差，以下称作“R-G分开角”。

以下，看图1中3.2条，参见图3说明现有技术中为什么G光的折射角是20°以上的原因。

图3中, 6、7和8、 δ 和 ω 与上述指示内容相同。符号 α_1 表示入射到衍射板6的光的入射角, ε_1 是入射光的发散角, α_2 和 ε_2 是第一级衍射的绿出射光的入射角和发散角, α_2 是红出射光的入射角, P_0 是衍射栅节距(阵列周期)。

按光衍射原理, 符合以下等式。

$$\frac{\lambda_G}{P_0} = \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 \doteq \alpha_1 + \alpha_2 = \delta_G \quad (1)$$

$$\frac{\lambda_R}{P_0} = \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2' \doteq \alpha_1 + \alpha_2 \quad (2)$$

式中 $\lambda_G \doteq 530 \text{ nm}$ (G光波长)

$\lambda_R \doteq 610 \text{ nm}$ (R光波长)

$$\begin{aligned} \therefore \omega = \alpha_2' - \alpha_2 &\doteq \frac{\lambda_R - \lambda_G}{P_0} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_2} \\ &\doteq \frac{\lambda_R - \lambda_G}{P_0} = \frac{80 \text{ nm}}{P_0} \quad \dots\dots (3) \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{\omega}{\delta_G} = \frac{\lambda_R - \lambda_G}{\lambda_G} \doteq \frac{80 \text{ nm}}{530 \text{ nm}} \doteq 0.15 \quad \dots\dots (4)$$

这就是说, G-R分开角 ω 的大小受绿光折射角 δ_G 的限制, 限制 ω 约为15%的 δ_G 。

另一方面, 应注意, 可用微分方程式 (1) 获得发散角 ε_1 和 ε_2 之间的关系。

$$\Delta s \sin \alpha_1 + \Delta s \sin \alpha_2 = 0 \quad \dots\dots (5)$$

$$\begin{aligned} \therefore \cos \alpha_1 \Delta \alpha_1 + \cos \alpha_2 \Delta \alpha_2 &= 0 \\ \therefore \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} &= \left| \frac{\Delta \alpha_2}{\Delta \alpha_1} \right| \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2} \quad \dots\dots (6) \\ &\approx 1 \quad \text{因为 } \alpha_1, \alpha_2 \ll 1 \end{aligned}$$

要使 G 光与 R 光分开, 必须满足以下公式:

$$\begin{aligned} \omega &> \omega_2 \\ \therefore \delta &> \varepsilon_1 \quad \dots\dots (7) \\ \therefore (6) \end{aligned}$$

通常, 按能量转换定律, 若 Lambertian 光源的有效表面积表示为 A_0 , 衍射板的入射面积的垂直投影表示为 A_1 , 则由下式可得出入射光的发散角 ε_1 :

$$\varepsilon_1 \approx 2 \sqrt{\frac{A_0}{A_1}} \quad \dots\dots (8)$$

$$\varepsilon_{\text{MAX}} > 2 \sqrt{\frac{A_0}{A_1}} \quad \dots\dots (9)$$

若发射角分布均匀, 则等式 (8) 成立。实际上, 发散角分布不均匀, 所以不等式 (9) 成立。通常, 大多数情况下, ε_1 的最大值 ε_{MAX} 是 ε_1 值的 1.5 倍。过去推荐为测试用的最小投影光源是 $1.4 \text{ mm } \phi$ 中。因此, 表面积是 $\pi (1.4 \text{ mm})^2$, 即, 约为 6.3 mm^2 。普通投影光源的表面积是

2.5 mm²。另一方面，衍射板的面积基本上等于液晶平板的面积，投影用的最大尺寸的衍射板的对角是6.5"，面积为13000 mm²。这些值代入公式(9)得到以下公式

$$\begin{aligned}\omega > \varepsilon_{1\text{MAX}} &\approx 3 \sqrt{A_0 / A_1} \\ &= 0.07 - 0.14 [\text{弧度}] \quad \dots\dots (10)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_G &= \frac{\omega}{0.15} > 0.44 - 0.9 [\text{弧度}] \\ (4) \quad & \quad \quad (\approx 25^\circ - 50^\circ) \quad \dots\dots (11)\end{aligned}$$

若 $\omega = 0.05$ 弧度， $\delta \approx 1/3$ 弧度 $\gg 10^\circ$

从上述公式发现，现有技术中，当R-G分开角为0.05弧度以上时设定折射角 δ_G 是 10° 以下，是极困难的。

由以上说明便能理解图1中3.2条中所述的现有技术。

图1中3.4条所述现有技术的基础证实如下。

在那之前，第1步，要说明图1中3.3条有关的现有技术(B)和(D)的原理。参见图4进行说明。

图4是，1和2与上述表示内容相同，11，12和13表示入射光，11'，12'和13'表示0级光线的出射方向，6'表示压制有节距的宏观扁平衍射栅。符号 ω 表示上述的R-G分开角，T表示三色像素阵列的节距， δ_1 ， δ_2 和 δ_3 表示各第1级衍射G光的下、中和上折射角。如图所示在三色像素阵列的每个节距压制有不同的折射角。因此，图1中的常规技术(B)和(D)中，毫无疑问地提出按上述等式(1)压制衍射栅的节距。因此，由图1和等式(1)得出的关系，必须满足下式的关系。

下式中 ω_1 ， P_{02} 和 P_{03} 是相应于 δ_1 ， δ_2 和 δ_3 的衍射栅的那些部分的节距。

$$\left. \begin{aligned} \delta_3 &= \delta_2 + 1.5 \omega \\ \delta_1 &= \delta_2 - 1.5 \omega \end{aligned} \right\} \dots\dots (12)$$

$$P_{02} \approx \frac{\lambda_G}{\lambda_2} \approx \frac{\lambda_G}{6.6 \omega} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} P_{01} &\approx \frac{\lambda_G}{\delta_1} = \frac{\lambda_G}{\delta_2 - 1.5 \omega} \approx \frac{\lambda_G}{5.1 \omega} \\ &\approx 1.3 P_{02} \quad \dots\dots (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{03} &\approx \frac{\lambda_G}{\delta_3} = \frac{\lambda_G}{\delta_2 + 1.5 \omega} \approx \frac{\lambda_G}{8.1 \omega} \\ &\approx 0.8 P_{02} \quad \dots\dots (14) \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{P_{01}}{P_{03}} \approx 1.6 \quad \dots\dots (15)$$

用以上分析，以下会清楚。具体地说，若为满足等式(13)和(14)，按三色素象组阵列的周期同步压制出行射栅的节距，能制成衍射栅6'，并成为只与G光有关的图2中的三位置装置3的重要作用。为此，本发明人清楚地阐明了图1中3.3条有关常规技术的原理。

作为第2步，将说明图1中3.3条的常规技术，微观平板衍射栅中，等式(4)中所示的制约条件，上面已说明。从等式(4)，(1)和(15)显然会得出以下相反的等式

$$\frac{\omega_{01}}{\omega_{03}} = \frac{P_{01}}{P_{03}} = 1.6 \quad \dots\dots (16)$$

上述等式中， ω_{01} 和 ω_{03} 是对应于图 4 中 δ_1 和 δ_3 的衍射栅的那些部分的 R - G 分开角。上述等式表示的关系示于图 5 中。

若上述等式中的值用 1.0 代替 1.6，三种颜色的全部光线中，除绿光外，包括红光和蓝光，都与液晶元件匹配（重合）。但是，由于上述值是 1.6，如图 5 所示，红光和蓝光不与目标液晶元件匹配。换言之，红光和蓝光的利用效率降低。

图 5 只展示三色像素阵列的一个周期。图 5 中，2 和 6' 所示内容与以上相同，14、15 和 16 表示第 1 级衍射的 G 光，17、18 和 19 表示第 1 级衍射的 R 光，20、21 和 22 表示第 1 级 B 光。从图 5 中清楚地示出，衍射栅 6' 的每个节距的中心主要光投射的 R 和 B 光分量均精确地入射到目标像素上。另一方面，相当于每个节距的两端的边缘光由于偏移减小而不能入射到目标像素上。因此，现有技术（B）和（D）上，明显地问题是，由衍射栅会聚到红和蓝像素上的 R（红）和 B（蓝）光与图 1 中 3.4 条所述不符。更具体地说，出现了 R 和 B 光透射效率降低和因混色而使颜色纯度下降的问题。

上述过程中，说到了可用光源大小的限制，考虑这种限制是极其重要的。

由于不仅在实际中不存在诸如表示成点的数学概念的点光源，还应明白，按测不准原理或热力学第二定律点光源也不存在。只有一个错误假设的前提会导致许多不可能。例如，假设点光源有耐久性，由它可以推断能容易地实现热核发电。

因此，上述光源尺寸的限制是要考虑的重要内容。

若无本发明人的上述证实结果就不可能会有本发明。因此，首先综述本发明的该主题如下。

本发明的目的是提供一种以提高透射效率为特征的单板式彩色液晶显示装置。

本发明的另一目的是提供一种用光衍射装置使折射角 δ_G 为 1.0 弧度以下（0.17 弧度）和 R - G 分开角 ω 为 3° 以上（或 0.05 弧度）的液晶显示装置

本发明的再一目的是，提供一种新奇的光学系统，使用光衍射装置使R-G分开角引起的光发射角的增大减少近一半。

本发明的又一目的是，提供一种能降低功耗提高光利用效率的液晶显示装置。

为达到以上目的，在本发明的实施例中，图1中<1>和<2>两种液晶显示装置包括通用的新型光衍射装置，新型光衍射装置就其宏观量而言是三维非扁平板型，它具有宏观多个棱镜或宏观双凸镜中至少一种形状的周期性宏观结构，并同时具有其微观级的多级衍射栅。

光衍射装置用于消除由其宏观棱镜引起的折射角。因此, R - G 分开角可设定在 3° 以上, G 光折射角可设定在 20° 以下。减小折射角能有效地减小封装光学系统用的外壳体积。

本发明的又一实施例中，在衍射栅的背面设置减小光发散角的准直仪。准直仪的焦点平面选成与衍射栅基本重合（精度在 $\pm 30\%$ 内）。因此，作为由准直仪出射的平行光入射到衍射栅的同一点上。由此可减小光发散角。应用中，凸透镜装置放在液晶显示板装置的后面，这种方法能有效地减小凸透镜装置的光圈和重量。通常，液晶板能重复产生高反差比的高质量图像，能更好地使穿过此处

的光有小的发散角。而且，用准直仪减小光发散角的功能能提高图像质量。

图 1 是本发明与现有技术在目的, 措施和效果之间的差别对比表。

图2是现有的液晶显示装置的基本结构的结构示意图;

图 3 是展示图 2 中宏观扁平衍射板的功能的光线图;

图4是展示现有的压制节距型宏观扁平射板的工作原理的光线示意图;

图 5 是说明现有压制节距型宏观扁平衍射板的问题的光线示意图;

图6是按本发明的包括宏观棱镜衍射装置的第1实施例(I型)的结构示意图:

图 7 是按本发明的包括宏观棱镜衍射装置的第 2 实施例 (I 型) 的结构示意图:

图 8 是按本发明的包括由宏观棱镜型衍射装置组合的宏光棱镜的第 3 实施例 (II 型) 的结构示意图;

图9是按本发明的包括由宏观棱镜型衍射装置组合的宏观棱镜的第4实施例(II型)的结构示意图;

图 10 是按本发明的包括由宏观棱镜型衍射装置组合的宏观棱镜的第 5 实施例 (II 型) 的结构示意图;

图 1 1 是按本发明的包括由宏观棱镜型衍射装置组合的宏观棱镜的第 6 实施例 (II 型) 的结构示意图;

图 1 2 是按本发明的包括由宏观棱镜型衍射装置组合的宏观棱镜的第 7 实施例 (II 型) 的结构示意图;

图 1 3 是图 1 2 中的部分放大图;

图 14 是按本发明的包括宏观双面凸透镜光衍射装置的第 8 实施例 (II 型) 的结构示意图;

图 1 5 是图 1 4 中的一部分的放大图;

图 16 是按本发明的包括双面凸透镜光衍射装置的第 9 实施例 (II 型) 的结构示意图;

图 17 是按本发明的包括双面凸透镜光衍射装置的第 10 实施例 (II 型) 的结构示意图;

图 18 是按本发明的第 8 和第 9 实施例的可用范围曲线图;

$$\begin{aligned} \therefore |\lambda_0 - \lambda_G| &< 0.17 P \approx 0.17 \frac{80 \text{ nm}}{\omega} \\ &\approx \frac{13 \text{ nm}}{\omega} \dots\dots (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{If } \omega &\approx 0.05 \text{ 弧度,} \\ |\lambda_0 - \lambda_G| &< 260 \text{ nm} \dots\dots (22) \end{aligned}$$

等式(17)中, λ_0 是该系统的特征波长, n 是形成宏观棱镜型光衍射装置的介质折射率。波长为 λ_0 的第1级衍射光以0折射角待光衍射装置。这是因为, 衍射栅每级的有效光路差是介质中的 nh 与空气中的 h 之差 $(n-1)h$, 按等式(17), 该差等于波长 λ_0 。图6是 λ_0 等于 λ_G 时的实例。由于 λ_0 在满足等式(21)波长选择范围内, 因此, 能选择 λ_R , λ_B 或红外光的任何特殊波长或紫外光的范围。

等式(18)表示 $R-B$ 分开角 ω 与衍射光栅的投影节距 P 之间的关系。为实现按本发明的 $R-G$ 分开角为 3° 以上 (ω 为 0.05 弧度以上), 按等式(18)要求设定投影节距 P 为 $1.6 \mu\text{m}$ 以下。

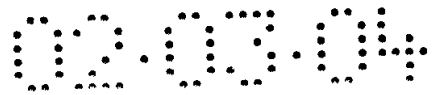
不等式(19) 是用宏观棱镜使衍射限制到低于 0.01 弧度的条件。满足该条件可防止光发散角增大, 由此能实现 R 、 G 和 B 的混色减少的液晶显示和优异的图像质量。

不等式(20)和(21)是限制 G 光折射角小于 10° 的条件。当按本发明 $R-B$ 分开角是 0.05 弧度以下时, 不等式(22)是限制 G 光折射角小于 10° 的条件。本发明实施例中的条件归纳如下:

<1> 衍射栅每个台阶处的有效光路径差 $(n-1)h$ 等于特征波长的整倍数, 即 $L\lambda_0$ 。.....等式(17)

<2> 投影阵列节距 P 等于 $80 L \text{ nm} / \omega_0$ 。.....等式(18)

<3> 宏观三棱镜的投影节距 P 是绿波波长 λ_G 的 100 倍, 即大于 $53 \mu\text{m}$ 。.....等式(19)



< 4 > 特征波长 λ_0 与绿波波长 λ_g 之差小于 260 nm。
不等式 (2 2)

上列 (1) 和 (2) 条中的 L 是大于等于 1 或小于等于 3 的正整数。上述的 L 是 1。但是, L 值大于 4 不可取。其原因是, 若 L 是 4 以上, 衍射有效倾斜不能允许, 尽管这里省略了详细说明。若 L 值为 1、2 或 3, 本例中可用这些值。这种情况下, 用第 L 级的衍射光。

以上完成了本发明第 1 实施例的说明。

本发明第 2 实施例展示于图 7 中。

图 7 中, 1, 3, 8, 24, 24', 25, 26 和 27 所指示的内容与上述相同。

图 6 中, 宏观棱镜型光衍射装置 26 有设置于其光输入边上的宏观棱镜和形成在其光输出边上的衍射栅 27。图 7 中, 宏观棱镜和衍射栅 23 均设置在宏观棱镜型衍射栅装置 26 的光输出边上。宏观棱镜型光衍射装置 26 和衍射栅 27 可分开制造, 然后装配到一起。

因此, 等式 (17) 至 (22) 也可用于本第 2 实施例。由此完成了对图 7 的说明。上述两个实施例相当于本发明的 I 型。现在转入说明 II 型。

图 8 展示了本发明的第 3 实施例。图 8 中, 1, 2, 24, 24' 和 25 所示的内容与上述内容相同。26' 是宏观双凸透镜光衍射装置, 27' 是衍射栅。第 3 实施例中, 宏观双凸透镜元件的装配节距设定等于液晶板装置 1 的三色像素组阵列的节距。第 3 实施例与图 7 所示第 2 实施例的差别是, 宏观棱镜行的倾斜侧面在双凸面结构中弯曲。因此, 衍射栅的单级高度 h 不均匀, 所以周期性地调制高度 h。

图 4 和 5 中所示的现有技术中, 调制衍射栅的阵列节距 P_0 , 而在第 3 实施例中, 也周期性地调制衍射栅的高度 $h(x)$ 。取图 8 所示的 X 坐标方向, 像素行 α 与衍射栅之间的距离设计为 $D(x)$, 第 3 实施例的排列条件用以下等式表示。由于 $h(x)$ 和 $D(x)$ 是周期 T 的周期性函数, 只表示出最上面的一个周期的条件。

$$(n - 1)h_{(x)} = L\lambda_G + \frac{xP_{(x)}}{\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0} \quad \dots\dots (23)$$

$$\delta_G = x / \left(\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0 \right) \quad \dots\dots (24)$$

$$P_{(x)} = \frac{L(\lambda_R - \lambda_G)}{\omega} \frac{\left(\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0 \right) L}{T/3}$$

$$x \approx 80 \text{ nm} \quad \dots\dots (25)$$

$$\omega \approx T/3 \left(\frac{D_0}{n} + D_{(x)} - D_0 \right) \quad \dots\dots (26)$$

$$Q > 53 \text{ } \mu\text{m} \quad \dots\dots (19)$$

上述等式L是1至3的整数，n是液晶板装置和光衍射装置的介质折射率， D_0 由液晶板装置到象素行的距离。符号T是三色象素组周期。P(X)是投影节距（是与光行进方向垂直的方向中测得的节距）， λ_R 和 λ_G 是R和G光的波长， δ_G 是G光的折射角。

等式(23)是设定G光光栅每级的有效光路差 $(n - 1)h(x)$ 的条件，所以第L级衍射的G光在G象素方向内行进。等式(23)的最后一项的分母 $D_0/n + D(x) - D_0$ 是从衍射栅到液晶板的象素行的有效光路长度，分子X是由G象素的中心在X方向测得的距离。它们之比等于G光的折射角。

(等式(24))

等式(25)是使R - G分开角等于 ω 的条件。不等式(19)已说明过。

28表示面24'和27'可以反向。这对图7是成立的。从以上描述看出，按第3实施例，能克服现有技术中3.4条的缺陷。

但是，如图 8 所示，第 3 实施例中的液晶板输出的发散角是一个为 5ω 的大值。该值与图 5 所示现有技术的输入发散角 5ω 相等，相当于图 4 中的 $\pm\omega$ 和 $\pm 1.5\omega$ 的总值。图 9 展示出将输出发散角减小到 3ω 的第 4 实施例。

图 9 中，除数字 4 外，其它数字表示的内容与图 8 中相同。4 是指构成发散减小的准直仪的双面凸透镜。准直仪的焦点平面选择成基本上与衍射栅面 27' 重合（精度在 $\pm 30\%$ 之内）。为了清楚地说明，将宏观棱镜 ΔD 的高度表示成与到象素面的距离 D_0 相同，但实际上 ΔD 小于 $1/5 D_0$ 。因此，以上设定是可能的。借助于准直仪 4 的工作，从衍射栅面 27' 的相同点出射光线，而与其方向无关，当光线从准直仪出来时变成平行光。因而光线从宏观棱镜面的每个中心 30 出射，即，主要光会聚成垂直于液晶板面的平行光。边缘光 30' 和 30'' 分别会聚成与液晶板法线成 $\pm 1.5\omega$ 的平行光。因而由液晶板出来的光的发散角减小到 3ω （与 5ω 减小约一半）。为此结束了图 9 的说明。图 10 展示出进一步减小发散角的第 5 实施例。

图 10 中，31 是黑条装置，它恰好位于光衍射装置 26' 后面或光进入面 24' 上，用 31'' 表示。面 24' 位于沿光行进方向并可以倾斜形成，如该图所示。（某些情况下，面 24'' 这样倾斜有利光衍射装置 26' 的制造）。这一段中没说的其它部分与图 9 所示相同。

若设定黑条的宽度为三色象素组周期 T 的 $2/3$ ，则由液晶板出射的光的发散角可减小到不用黑条时的出射光发散角的 $2/3$ ，减小到约 2ω ，如图 10 所示。

按第 5 实施例，光透射效率按黑条比成比例地减小，但输出光的发散角能减小，因此可防止混色，提高对比度，提高图像质量。注意，第 5 实施例包括单板型彩色液晶板装置，三方向装置，三位置装置，和黑条行装置，换言之，不需用衍射栅。为此完成了图 10 的说明。上述实施例是一种用 RGB、RGB 等三色象素阵列的类型。现在说明用 RGBG、RGBG 四象限型象素阵列的应用例。

图 11 是按本发明第 6 实施例的四象限型应用例。图 11 中，数字 27'' 是形成在宏观棱镜的倾斜侧面上的衍射栅，它按反方向朝已说明的栅 27' 倾斜。2' 是四象限排列的象素行。正如光线的箭头标记所示，按本第 6 实施例，有色光能合聚到四象限排列的象素上。

众所周知，构成白光的R、G和B组分光的亮度构成比是30%，60%和10%。因此，其优点是能以较少的像素总数实现四象限像素阵列的高清晰度图像。应注意，第6实施例中的输出发散角是 4ω 。图9和10是改型，它构成图8，也能用于图11，本发明中还包括同样的改型。

上述的每个实施例中，每个棱镜的衍射栅的显微级面分别包括与光行进方向基本平行和垂直的面，但与光行进方向垂直的面可按G光折射角倾斜，因此，光线有相同的波前。这样能改善衍射效率，尽管改进量很小。

图12展示出第7实施例，它属于已说明过的图1所示的本发明的II型。

图12中，1、2和25所指示的部分与已说明过的部分相同，32是线性菲涅耳（Fresnel）透镜装置，32"是菲涅耳透镜装置的光输出面上形成的棱镜面，33是具有由宏观级双凸透面组成的宏观棱镜的光衍射装置，它还包括微观级的光衍射栅，34是衍射装置的光进入面上形成的棱镜面，虚线36是由双凸透面组成的宏观棱镜，37是衍射栅，38是宏观棱镜的不连续面。

进入的白光（25）在棱镜面32"，34反射，并按折射角 α' 倾斜到衍射栅（37）上。

如图所示，在放大图上，如图3中的局部图所示，限定X坐标，也限定Q， β ， h_1 ， h_2 P和 α_G ，以下等式成立

$$L = 1, 2, 3$$

$$P_{(x)} = \frac{L(\lambda_R - \lambda_G)}{\omega} \cdot \frac{80 \text{ nm}L}{\omega} \quad \dots\dots (25')$$

$$\omega = \frac{T}{3 \left(\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)} \right)} \quad \dots\dots (26)$$

$$\alpha_G = \frac{x}{\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)}} \quad \dots\dots (27)$$

$$nh_1 - h_2 = L\lambda_G + P\alpha_G \quad \dots\dots (28)$$

$$nh_1 = np \tan(\theta - \alpha'_1) \quad \dots\dots (29)$$

$$h_2 = p \tan \theta \quad \dots\dots (30)$$

$$\alpha_G \approx n(\theta - \alpha'_1) - \tan \theta - \frac{L\lambda_G}{P} \quad \dots\dots (31)$$

$$\alpha_G (x = 0) = 0$$

$$n\alpha'_1 = n\theta_{(0)} - \tan\theta_{(0)} - \frac{\omega}{0.15} \quad \dots\dots (32)$$

$$n\theta_{(x)} - \tan\theta_{(x)} = n\alpha'_1 - \frac{\omega}{0.15} +$$

$$\frac{x}{\frac{D_0}{n} - D_0 + D_{(x)}} \quad \dots\dots (33)$$

$$g \approx \frac{n}{n-1} \alpha'_1 \quad \dots\dots (34)$$

$$\tan \beta = \frac{n \sin \alpha'_1 - \sin \alpha_G}{n \cos \alpha'_1 + \cos \alpha_G} \quad \dots\dots (35)$$

$$np \tan(\theta - \alpha'_1) - p \tan \theta = p \alpha_G - L\lambda_G \quad \dots\dots (36)$$

$$= (-n \tan \alpha'_1 + n \theta \sec \alpha'_1 - \theta)P$$

$$\theta_{(x)} = \frac{1}{n \sec \alpha'_1 - 1} \left\{ \alpha_G + n \tan \alpha'_1 - \frac{L\lambda_G}{P} \right\} \quad \dots\dots (36')$$

$$\theta_{(o)} = \alpha_{G(o)} = 0$$

$$n \tan \alpha'_1 = \frac{L\lambda_G}{P} = \frac{\omega}{0.15} \quad \dots\dots (37)$$

$$\theta_{(x)} = \frac{\alpha_G}{n \sec \alpha'_1 - 1} \quad \dots\dots (38)$$

$$\tan \beta_{(x)} = \frac{n \sin \alpha'_1 - \sin \alpha_G}{n \cos \alpha'_1 + \cos \alpha_G} = \frac{n \sin \alpha'_1}{n \cos \alpha'_1 - 1} \quad \dots\dots (35)$$

$$g = \frac{n}{n-1} \alpha'_1 \quad \dots\dots (34)$$

$$\alpha'_1 \geq \alpha''_1 > \omega \quad \dots\dots (39)$$



第 8 实施例与在前实施例中的等式的主要差别是, 等式 (36) 中有负号的 $L \lambda_G$ 与第 7 实数中等式 (28) 有正号的 $L \lambda_G$ 相反。这种差别的原因是, 因为图 14 中 O 级光输出按图的右上方向取向。该结构中, 等式 (25) 与 $R - G$ 分开角 ω 有关, 等式 (38) 与超前 G 光的折射角 α_G 有关, 能单独地协调一致, 所以能使图 1 中 3.4 与 3.5 条协调一致。等式 (39) 是推荐的条件, 可用衍射栅的不连续面的折射角 α_1 使其需足, 以改善衍射效率, 至此已完成了对第 8 实施例的说明。

图 1 6 展示出本发明的第 9 实施例。图 1 6 中, 数字所指示的部分与上述相同。换言之, 加 3 减小图 1 4 中的光发散角用的场透镜装置 4 而构成了该第 9 实施例。由此, 从平板装置出来的光的发散角减小到 3ω 。场透镜的焦点平面设置成与衍射栅 3 7' 的位置重合。

给本第 9 实施例加图 10 所示的黑条装置可形成其改型, 该改型也包括在本发明内。图 16 中, 可在平板装置的光进入面 4" 上设置准直代 4。衍射栅 3 7' 可设置于面 3 7" 上。至此完成了图 16 的说明。

图 1 7 展示出本发明第 1 0 实施例。图 1 7 中, 3 3'' 是具有由双凸透面组成的宏观棱镜的光衍射装置, 3 4' 是衍射装置的光进入面上形成的双凸透面组成的宏观棱镜的形状, 3 1 是黑条装置, 3 9 是衍射栅。从箭头标记的光线和以上对附图的说明可以理解该第 1 0 实施例的工作原理。图 1 7 中, 用于减小光发散角的准直装置的焦点平面设置成基本上与衍射栅 3 9 的位置重合。设置黑条装置 3 1 增大光衰减, 其优点是, 由平板出来的发散角可减小到小于 3ω 。

图 18 是图 14 和 16 所示本发明第 8 和第 9 实施例的可用范围曲线图。

图 1 8 中用曲线描绘等式 (3 7) 若相当于材料的正常反射系数值为 1.5 的情况。为了将光通过介质的反射角 α'_1 限制到 0.6 拉德以下, 要求实际上实现棱镜元件。因此, 第 8 和第 9 实施例的可用范围是图 8 中 5 0 所指示的范围。该范围完全覆盖了上述不等式 (1 0) 所示范围。

应注意，上述第 1 至第 6 实施例用在要求有更大 R - G 分开角的应用中。

当功能块 2 3 中包括的准值仪有色差时，按有争仪的色差量校正 $R - G$ 分开角 ω 的值，可使色差得到补偿。

直观类型液晶显示装置中，通常用线光源作功能块 2 3 中的光源装置。光

本发明与现有技术的对比

本发明		(A)	(B)	(C)	(D)	注意
型 (I)	型 (II)	USP 5,355,189 USP 5,537,171	JP-A-6-230384	B.A.Loiseaux.et.al Asia Display. '95. P87-89	N.Ichikawa Asia Display '95. P727-729	
1. 目的 提高单板式彩色液晶显示的 光利用率	○	○	○	○	○	○ (是)
2. 措施	×	○	○	○	○	× (不是)
2.1. 带微视场衍射栅的宏 观级扁平衍射板装置	○	×	×	×	×	△ 不足
2.2. 带微视场衍射栅宏观级3-D 非扁平式的光衍射装置	○	×	×	×	×	-
2.3. 带微视场衍射栅的宏观级 棱镜形光衍射装置	○	×	×	×	×	
2.4. 带微视场衍射栅的宏观 双凸光衍射装置	○	×	×	×	×	
3. 功能	○	○	○	○	○	
3.1. 衍射栅使三原色光向三个 方向定向	○	×	×	×	×	
3.2. 用衍射装置使G光的折射角 最大为10 (小型化)	○	×	×	×	×	
3.3. 用衍射装置会聚G光	×	×	○	×	○	
3.4. 用衍射装置使R、G和B光会 聚到已协调的各像素上	×	×	△	×	△	

图 1

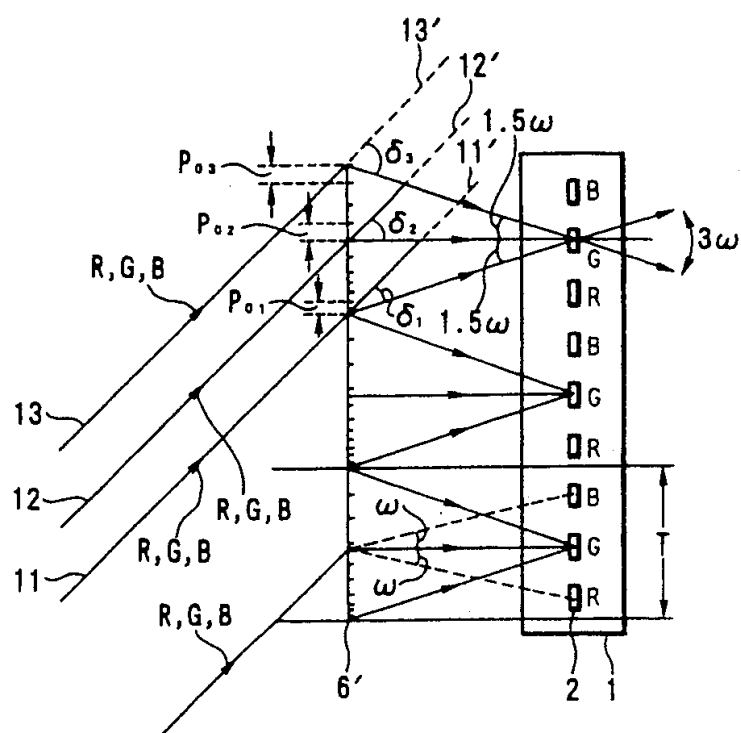


图 4
现有技术

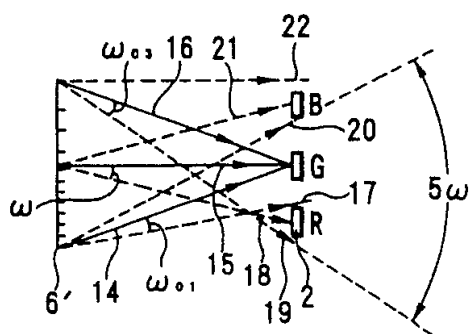


图 5
现有技术

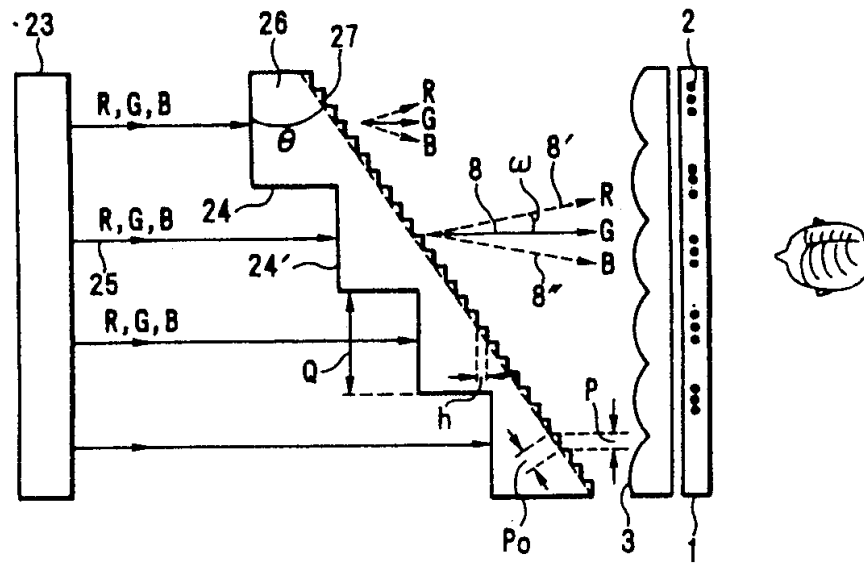


图 6

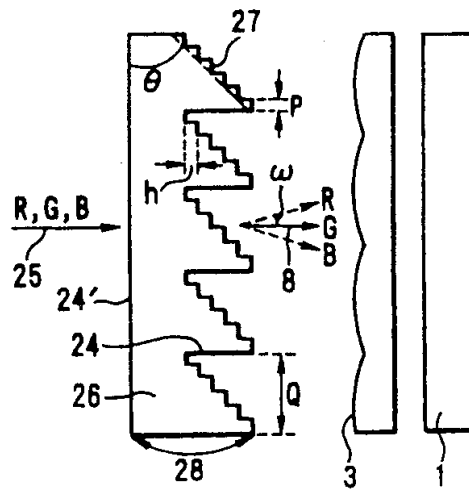


图 7

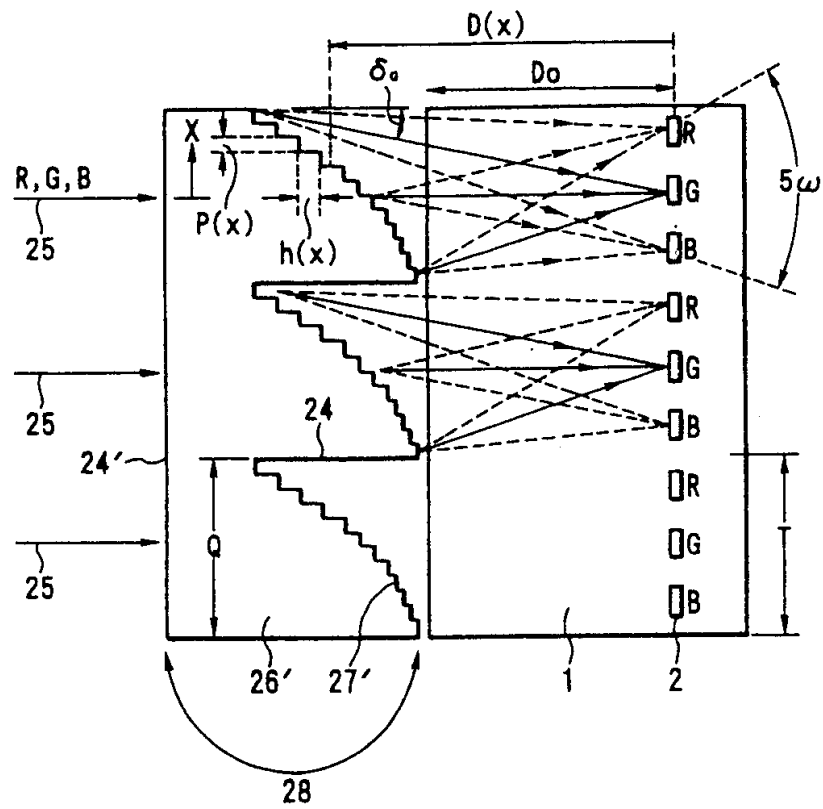


图 8

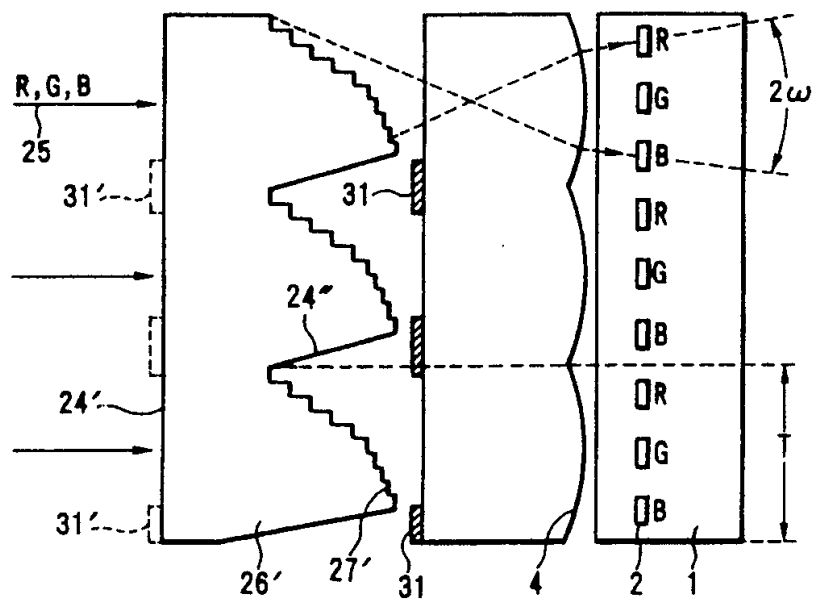


图 10

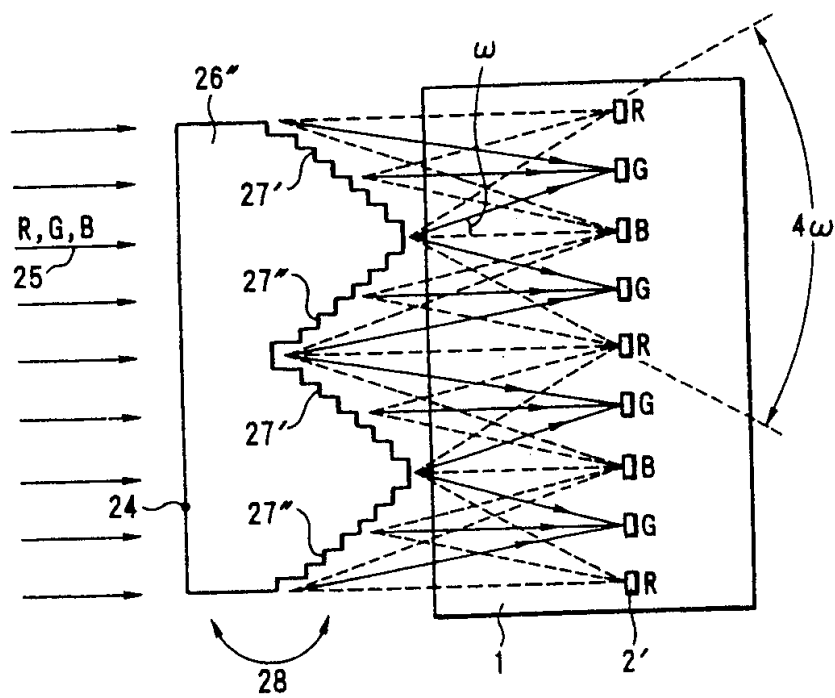


图 11

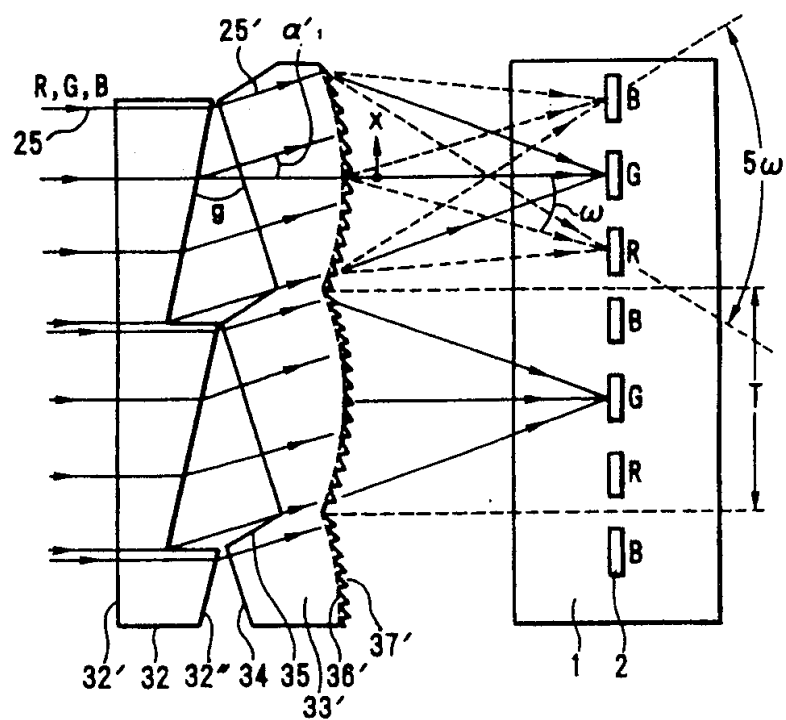


图 14

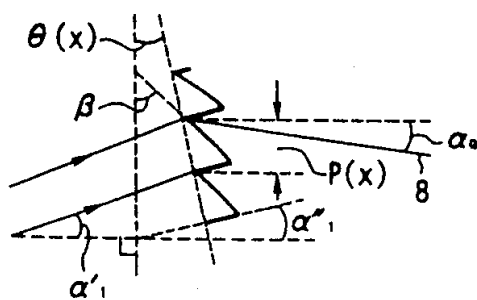


图 15

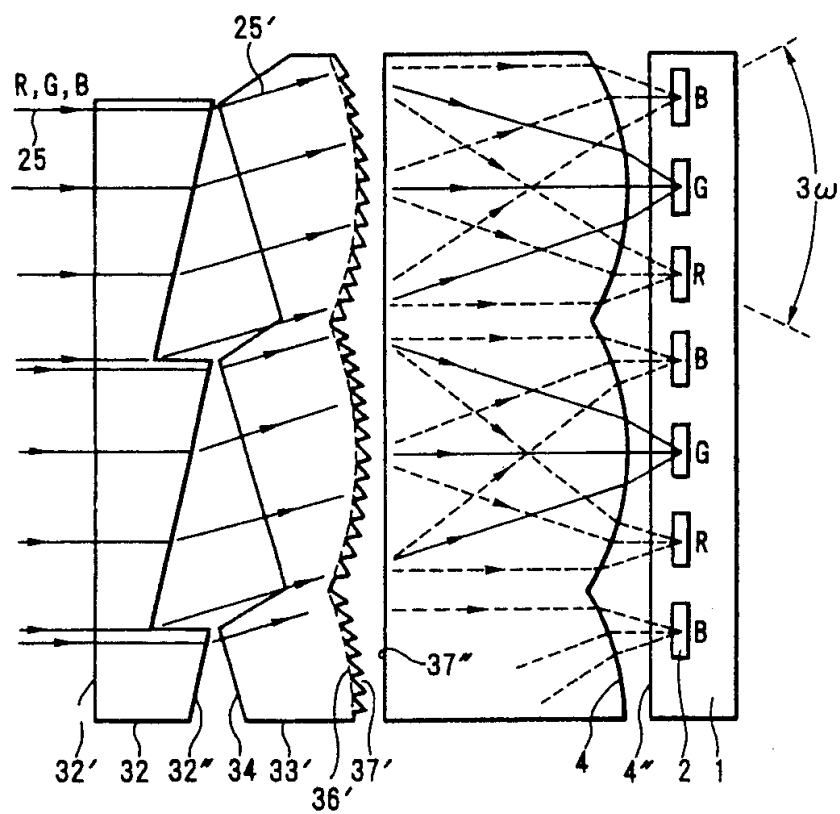


图 16

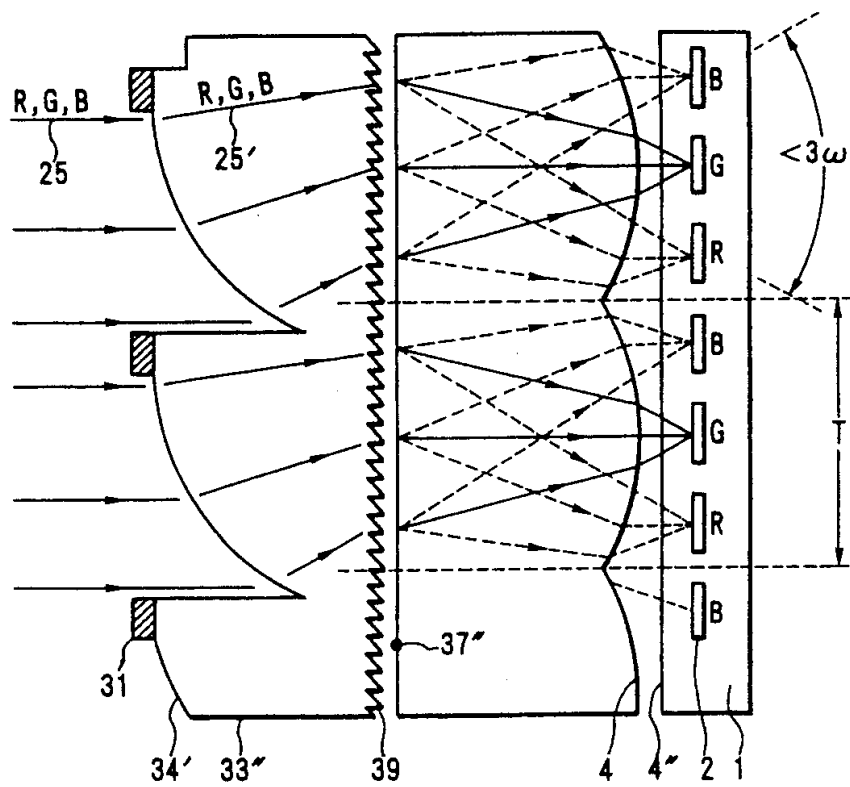


图 17

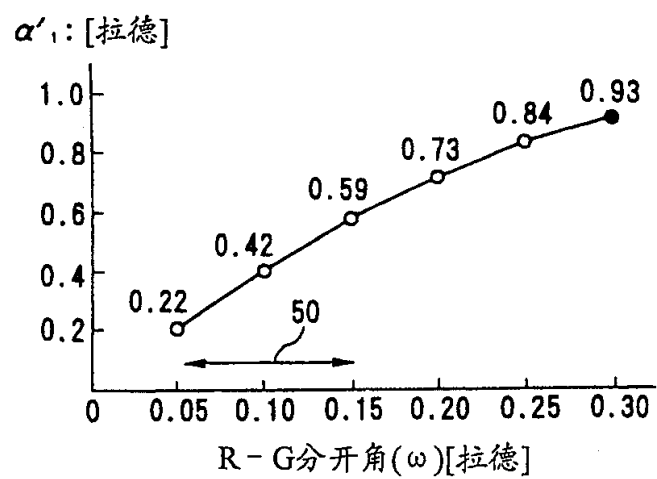


图 18

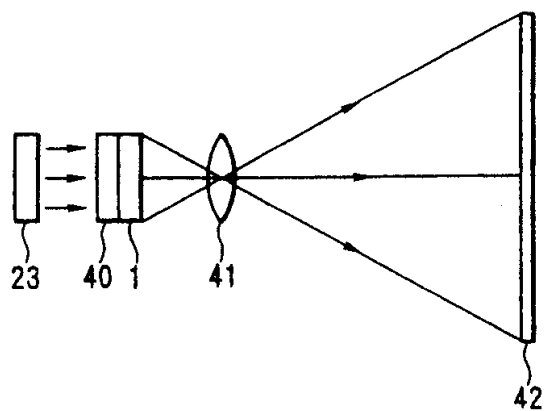


图 19

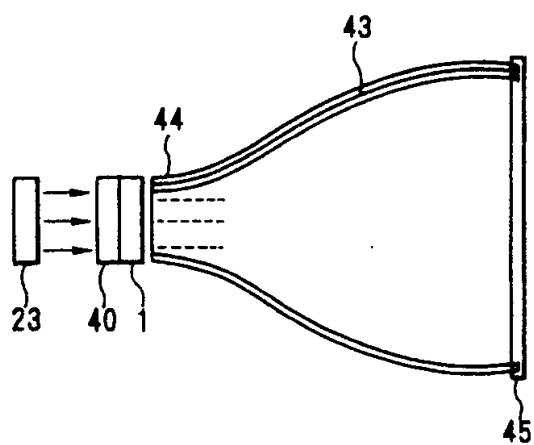


图 20