

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl<sup>6</sup>

G02F 1/13

G02F 1/1335



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 95196657.X

[43]公开日 1997年12月24日

[11] 公开号 CN 1168726A

[22]申请日 95.10.17

[30]优先权

[32]94.10.18[33]JP[31]251800/94

[86]国际申请 PCT/JP95/02123 95.10.17

[87]国际公布 WO96/12208 日 96.4.25

[85]进入国家阶段日期 97.6.6

[71]申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72]发明人 荻野正规

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

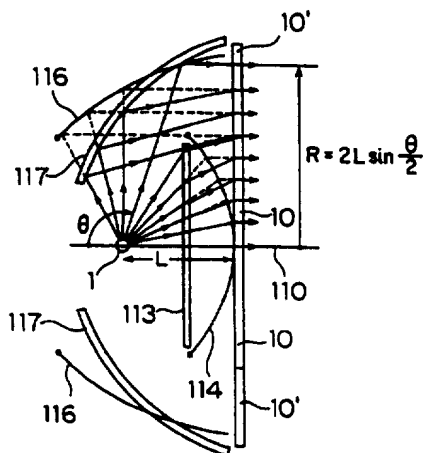
代理人 姜鄂厚 叶恺东

权利要求书 5 页 说明书 48 页 附图页数 49 页

[54]发明名称 液晶显示装置

[57]摘要

一种液晶显示装置，其特征在于：在从光源装置到液晶板装置的光路径上配置第1光折射装置、第2光折射装置、第1光反射装置及第3光折射装置，且将该第3折射装置的聚光能力按代数方法设定为在其外周部小、而在其内周部大，从而能够提高液晶显示器的光利用率、周边光量比、反差比、及画质。



(BJ)第 1456 号

## 权 利 要 求 书

1. 一种液晶显示装置,备有光源装置、液晶板装置、及光行进方向变换装置,该光行进方向变换装置配置在从该光源装置向该液晶板装置传送光的路径上,该光行进方向变换装置至少由第1、第2及第3光折射装置以及第1光反射装置构成,从该光源装置输出的光的一部分入射到该第1光折射装置,使其输出光经过该第2光折射装置供给到液晶板装置的内周部方向,从该光源装置输出的光的另一部分入射到该第1光反射装置,使其输出光经过该第3光折射装置供给到液晶板装置的外周部,将该第3折射装置按代数方法形成使其最外周部的光偏转角小于其最内周部的光偏转角,该第3光折射装置的最内周部的光偏转角小于该第1及该第2光折射装置的最外周部的各光偏转角之和,而且,应形成得使该第3光折射装置的最内周部的出射光方向与该第2光折射装置的最外周部的出射光方向实质上一致。

2. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于:该第1、第2光折射装置由一个光折射透镜装置的入射侧界面及出射侧界面形成。

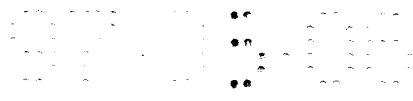
3. 根据权利要求1所述的液晶显示装置,其特征在于:将该第1、第2及第3光折射装置整体形成。

4. 一种液晶显示装置,备有光源装置、液晶板装置、及光行进方向变换装置,该光行进方向变换装置配置在从该光源装置向该液晶板装置传送光的路径上,在以该光源装置的发光中心为原点的具有南北纬度、东西经度的极坐标系内,在西半球备有球面状光反射装置,该光行进方向变换装置至少由东半球的第1方向光偏转装置及第2方向光偏转装置形成,该球面状反射装置所起的作用是,使从该光源装置发射到西半球的光返回该光源装置,再从东半球发射,该第1方向光偏转装置的形成方式是使光向纬度减低方向偏转,该第2方向光偏转装置的形成方式是使光向经度扩展减低方向偏转。

5. 根据权利要求4所述的液晶显示装置,其特征在于:该第1方向光偏转装置由半筒状的菲涅尔板形成。

6. 根据权利要求5所述的液晶显示装置,其特征在于:在该半筒状菲涅尔板南北端的筒内侧配置半环状反射镜装置,在结构上将该半环状反射镜装置的反射输出有效地用作该半筒状菲涅尔板的入射光。

7. 根据权利要求5所述的液晶显示装置,其特征在于:该第1方向光偏转装置由环状透镜的一部分形成。



8. 根据权利要求 5 所述的液晶显示装置,其特征在于:该第 2 方向光偏转装置至少由第 1 经度变换装置和第 2 经度变换装置构成,该第 1 经度变换装置至少由接近似镜面对称式联结的 2 对线性菲涅尔板构成,该第 2 经度变换装置的形成方式是,在其东方中央以该光源装置的输出作为输入,并输出与  
5 该液晶板装置的东方中央对应的光,该第 2 经度变换装置还在其东方外周部将该光源装置的输出经由该第 1 经度变换装置后的光作为输入,并输出与该液晶板装置的东方外周部对应的光。

9. 一种备有光源装置的投影式显示装置,在以该光源装置的发光中心为原点的具有南北纬度及东西经度的极坐标系内,在西半球备有球面状光反射  
10 装置,在其南北端的高纬度区备有空气流通用开孔部。

10. 根据权利要求 9 所述的投影式显示装置,其特征在于:在东半球还备有在其南北端具有空气流通用开孔部的半球状光透射装置。

11. 根据权利要求 9 所述的投影式显示装置,其特征在于:沿东半球的南北方向还备有半筒状光透射装置,在结构上使该西半球的空气流通用开孔  
15 部和该半筒状光透射装置在其南北端形成一对空气流通用开孔。

12. 根据权利要求 11 所述的投影式显示装置,其特征在于:该半筒状光透射装置是近似半筒的多角形状,各边由细长的平板状玻璃构成。

13. 一种液晶显示装置,备有光源装置、液晶板装置、及光行进方向变换装置,该光行进方向变换装置配置在从该光源装置向该液晶板装置传送光的  
20 路径上,在其输出部还配置方向调整器装置,该方向调整器装置由沿着光的行进方向按榭架状排列的多片黑色薄板构成,其形成方式是吸收对该薄板表面以相对地大角度入射的平行性差的光,并对以相对地小角度入射的平行性好的光进行反射导光。

14. 一种液晶显示装置,备有光源装置、液晶板装置、及光行进方向变换装置,该光行进方向变换装置配置在从该光源装置向该液晶板装置传送光的  
25 路径上,在光传送路径的外缘部还配置方向调整器式导光壁装置,其形成方式是吸收对该壁面以相对地大角度入射的平行性差的光,并对以相对地小角度入射的平行性好的光进行反射导光。

15. 一种液晶显示装置,备有光源装置、液晶板装置、及光行进方向变换装置,该光行进方向变换装置至少包含偏振光束分离器、偏振光束分离器用  
30 反射镜、及各分色镜,该偏振光束分离器用反射镜在结构上按 S 波反射形式构成,且其输出 S 波相对于各分色镜作为 P 波入射。

16. 一种网纹干扰减低式液晶显示装置,在投影式显示器中备有黑条纹式屏、投影透镜、及液晶板装置,在该液晶板装置的光出射侧备有至少使光向水平方向发散的光发散装置,由该光发散装置引起的光点尺寸在水平方向扩大的半值宽度在黑条纹排列周期的 0.75 倍以上。

5 17. 一种投影式液晶显示装置,在液晶板装置与投影透镜装置之间备有透明可挠曲板装置,通过对该透明可挠曲板装置的各周边部进行弯曲调整,校正再生图象上的几何变形。

18. 根据权利要求 1 ~ 9 或 14、15 所述的液晶显示装置,其特征在于:它是一种光纤式液晶显示装置,在其液晶板装置的出射侧配置光纤装置的光接收端。

19. 一种液晶显示装置,备有白色光源装置、液晶板装置、及将该光源装置的出射光导向该液晶板装置的光行进方向变换装置,另外,在该液晶板装置的入射侧,沿光行进方向备有用于将 3 基色光分解为 3 个不同方向的 3 基色 3 方向化装置、用于将 3 个方向会聚到 3 个不同位置的 3 方向 3 位置化装置、及用于减小光发散角的光发散角减小装置,利用该光发散角减小装置减小 3 基色光的方向差,而且,利用该光发散角减小装置将实质上彼此已被同一方向化后的 3 基色光导向 3 基色象素的各位置,通过减小方向差来提高反差比。

20. 根据权利要求 19 所述的液晶显示装置,其特征在于:在该液晶板装置与该 3 基色 3 方向化装置之间,还备有偏振光方向匹配化装置,用于使该 3 基色 3 方向化装置的光发散方向与该液晶板装置的宽指向性方向实质上一致。

21. 根据权利要求 19 所述的液晶显示装置,其特征在于:该 3 方向 3 位置化装置及该光发散角减小装置由配置在该液晶板装置光入射侧的 1 个两面微粒透镜板装置的入射侧微粒透镜板及出射侧微粒透镜板形成。

22. 根据权利要求 21 所述的液晶显示装置,其特征在于:在该两面微粒透镜板装置的光入射侧,还配置微粒透镜板装置,其聚光方向与该两面微粒透镜板装置的聚光方向近似正交。

23. 根据权利要求 19 所述的液晶显示装置,其特征在于:它是一种投影型液晶显示装置,还备有投影透镜装置、屏幕装置,在其液晶板装置的出射侧,备有菲涅尔透镜装置,利用该菲涅尔透镜装置将投影光导向投影透镜的光瞳方向。

24. 根据权利要求 19 所述的液晶显示装置,其特征在于:在该光行进方向变换装置与该 3 基色 3 方向化装置之间,备有由偏振光束分离器、用于将偏光面旋转 90 度的半波长板及反射镜构成的光利用率提高装置。

5 25. 根据权利要求 19 或 22 所述的液晶显示装置,其特征在于:它是一种光纤式液晶显示装置,在其液晶板装置的出射侧配置光纤装置的光接收端。

26. 根据权利要求 19 或 22 所述的液晶显示装置,其特征在于:它是一种直视式液晶显示装置,在其液晶板装置的出射侧备有微粒透镜板装置,并使该微粒透镜板装置的光发散方向与该液晶板装置的窄指向性方向实质上一致。

10 27. 根据权利要求 23 所述的液晶显示装置,其特征在于:它是一种背面投影式液晶显示装置,在其屏幕装置下方的左、右部的至少一边设有光盘安放搁板。

15 28. 一种投影式显示装置,备有光源装置、光行进方向变换装置、液晶板装置、投影透镜装置、透射式屏幕装置、及屏幕上下端菲涅尔重影减低装置,该屏幕上下端菲涅尔重影减低装置由配置在该液晶板装置与该透射式屏幕装置之间的偏振波方向垂直化装置构成。

29. 根据权利要求 28 所述的投影式液晶显示装置,其特征在于:该透射式屏幕装置还包含偏振波方向水平化装置。

20 30. 一种液晶显示装置,备有白色光源装置、液晶板装置、及将该光源装置的出射光导向该液晶板装置的行进方向变换装置,另外,在该液晶板装置的入射侧,沿光行进方向备有用于将 3 基色光分解为 3 个不同方向的 3 基色 3 方向化装置、用于将 3 个方向会聚到 3 基色象素各位置的 3 方向 3 位置化装置,该 3 基色 3 方向化装置由绕射光栅板及反射镜形成,且由该反射镜仅反射该绕射光栅板出射的一对正负绕射一次光内的一方,并使其反射输出光与该一对正负绕射一次光内的另一方的光实质上平行。

25 31. 一种液晶显示装置,备有白色光源装置、液晶板装置、及将该光源装置的出射光导向该液晶板装置的光行进方向变换装置,另外,在该液晶板装置的入射侧,沿光行进方向备有用于将 3 基色分解为 5 方向的 3 基色 5 方向化装置、用于将 5 个方向会聚到 3 基色象素的 5 个排列位置(RGBGR)的 30 各位置的 5 方向 5 位置化装置,该 3 基色 5 方向化装置由绕射光栅及棱镜组形成。

32. 一种液晶显示装置,备有白色光源装置、液晶板装置、及将该光源

装置的出射光导向该液晶板装置的光行进方向变换装置,另外,在该液晶板装置的入射侧,沿光行进方向备有用于将3基色分解为6方向的3基色6方向化装置、用于将6个方向会聚到3基色像素的6个排列位置(RGBBGR)的各位置的6方向6位置化装置,该3基色6方向化装置由绕射光栅及棱镜组形成。

5

33. 一种液晶显示装置,备有白色光源装置、液晶板装置、及将该白色光源装置的出射光导向该液晶板装置的光行进方向变换装置,另外,在该液晶板装置的入射侧,沿光行进方向备有用于将3基色分解为3方向的3基色3方向化装置、用于将3个方向会聚到3基色像素的各位置的3方向3位置化装置,该3基色3方向化装置由接近似镜面对称式联结的至少一对棱镜板形成。

10

34. 根据权利要求22所述的液晶显示装置,其特征在于:在其液晶板装置的光出射侧,还配置带状半波长板装置,利用该带状半波长板装置将该微粒透镜板装置的出射光的偏振光面每隔2行将1行旋转90度。

15

# 说明书

## 液晶显示装置

### 技术领域

5 本发明涉及光利用效率及画质优良的液晶显示装置。本发明主要陈述有关投影式液晶显示装置,但也可以应用于直视式及光纤式液晶显示装置。

### 背景技术

10 为构成画质、即反差比优良的液晶显示装置,必须使通过液晶板的光尽可能地平行化。根据近年来的研究成果,例如,为获得 200 比 1 以上的反差比,必须将通过液晶板的光的发散角在第 1 方向(窄指向性方向)上限制在约 0.15rad p-p 的范围内,而在第 2 方向(宽指向性方向)上限制在 0.3rad p-p(约为上述 0.15 的 2 倍)的范围内。

15 现有技术中的光平行化装置或平行校正装置的代表例,是一种抛物面反射镜。现有技术的投影式液晶显示装置示于图 1。

在该图中,1 是光源,2 是抛物面反射镜,3 是液晶板,4 是投影用透镜,5 是屏幕。箭头表示光的路径。在该现有技术中,至少存在以下问题。

(1) 在图 1 中,未经抛物面反射镜 2 反射而直接到达液晶板 3 的光 6、6',没有被平行光化。因此,再生图象的反差比及画质降低。

20 (2) 在图 1 中,光利用效率的提高与周边光量比的提高相互矛盾。即,其中一方得到改善,则另一方恶化。这里,所谓周边光量比,是指液晶板的周边照度对中央照度之比,以下简略地记为 RCI(Relative Corner Illuminance)(相对边角照度比)。

25 (3) 在图 1 中,抛物面反射镜 2 是以其光轴为轴旋转对称式的。因此,输出光的断面是圆形,如假定半径为 1,则其面积为  $\pi$ 。另一方面,液晶板 3 是长方形或正方形,内接于单位圆的长方形的面积为 2 以下。因此,在周边部,因形状的失配将产生约 36%( $1 - 2/\pi$ )损失。

(4) 由于光源(1)由抛物面反射镜(2)包围,致使空气的流通过程不是直线状的,所以很难提高从光源的散热效率。

30 以下示出发明人根据自然定律对产生上述图 2 的问题的原因进行分析后的结果。在图 2 中示出坐标系。取 Z 为抛物面反射镜 2 的光轴方向,并假定

$r$  为与光轴的距离。假定抛物面反射镜 2 的形状由下式给出。

$$Z = 0.5r^2/R_1 \quad \dots\dots(1)$$

式中,  $R_1$  为抛物面反射镜中心部的曲率半径。

5

光源 1 位于反射镜 2 的焦点( $Z=0.5R_1$ ),因此, 由反射镜反射后的输出光变为平行光。假定光源是各向同性的,并假定其发光强度为  $I[\text{cd}]$ 。因此,其总光通量为  $4\pi I[\text{lm}]$ 。从各向同性光源出射的光通量的增量与其立体角的增量成比例。根据球面几何学,则立体角增量与从通过光源的光轴测得天顶角  $\theta$  的余弦的增量成比例。由抛物面反射镜 2 平行光化的总光通量  $T$  及光利用率  $E(\theta_M)$ ,可由下式求得。但是,假定液晶板的形状为圆板形状,并将上述(3)的形状失配损失忽略。

10

$$T = \int_0^{\theta_M} 2\pi I \cos \theta = 2\pi I(1 - \cos \theta_M)$$

15

$$= 4\pi I \sin^2 0.5 \theta_M \quad \dots\dots(2)$$

$T$

$$\therefore E(\theta_M) \equiv \frac{T}{4\pi I} = \sin^2 0.5 \theta_M \quad \dots\dots(3)$$

20

另一方面,抛物面反射镜 2 的输出平行光的照度  $J$  与从光源到反射镜的距离的平方成反比。因此有,

25

$$J = \frac{I}{r^2 + (Z - 0.5R_1)^2}$$

30

$$= \frac{I}{2R_1Z + (Z - 0.5R_1)^2}$$





$$I = \frac{I}{(Z + 0.5R_1)^2} \dots\dots(4)$$

5 上式意味着从反射镜上的各点到光源的距离等于  $Z + 0.5R_1$ 。将反射镜上各点的输出照度除以反射镜的中心部照度(在式 3 中,  $Z=0$ ),并基准化后如以  $J_1$  表示, 则可得下式。在上式变换过程中等号下面的()表示在导出该等号时采用了其序号所指的表达式。以下相同。

10

$$J_1 = \frac{0.5R_1}{Z + 0.5R_1} \dots\dots(5)$$

15 其次,考虑以天顶角  $\theta$  表示  $J_1$  的情况。在图 2 中,利用反射镜上各点与光源之间的距离等于  $Z + 0.5R_1$  的上述关系求得下式。

$$\cos \theta = \frac{0.5R_1 - Z}{Z + 0.5R_1} \dots\dots(6)$$

20

$$\cos^2 0.5 \theta = \frac{1 + \cos \theta}{2}$$

25

$$= \frac{0.5R_1}{Z + 0.5R_1} \dots\dots(7)$$

(6)

$$\therefore J_1 = \cos^4 0.5 \theta \dots\dots(8)$$

(5)

30

将式 3 和式 8 分别用图 3 和图 4 表示。从图 3 可以看出,如假定  $\theta_M$  为

0.5  $\pi$  即直角,则光利用率为 50%。而如假定  $\theta_M$  为  $2\pi/3$ ,则光利用率为 75%。从图 4 可以看出,当  $\theta$  为  $0.5\pi$  时,周边光量比为 25%。而当  $\theta$  为  $2\pi/3$  时,周边光量比减小到 6.3%。

上述关系:式 4 ~ 式 8 虽然是按解析方法求得的,但是也可以基于抛物面的几何学求得。这种方法示于图 5。在该图中,虚线 2' 是抛物面的准线。该图的详细说明从略。

从图 3 和图 4 可知,在现有技术中,存在着如果提高光利用率则周边光量比降低的问题。

如所周知,在现有的单板式彩色液晶显示器中,在 3 基色像素中采用了 3 基色的色素。因此,只能采用白色光源产生的光能的 1/3 以下的能量(即所谓的荫罩损失)。作为补偿该荫罩损失并使光利用率提高 3 倍的措施,在 USP5161042 中,提出一种将 3 基色 3 方向化装置及显微透镜装置配置在液晶板装置的光入射侧的方案。但是,在上述方案中,存在着损害入射到液晶板的光的平行度并使入射光的发散角恶化到约为 6 倍的值的问题。再生图象的质量即反差比大致与入射光发散角的平方成反比地降低。因此,上述方案使反差比降低大约 36 倍。所以,上述方案是尚未实用化的例。

另外,在本发明人的 JP-A-6-250177 中,提出一种在液晶板的输入侧和输出侧分别配置微粒透镜板的方案。但是,对上述反差比恶化问题的解决,没有取得效果。

此外,在现有技术的投影式液晶显示器中,因图 1 中的液晶板 3 的像素结构图形与作为屏幕 5 的构成要素的微粒透镜板的竖条纹状结构相互干涉,所以存在着产生网纹干扰的问题。另外,作为一个独立的问题,还存在着由在屏幕中使用的菲涅尔板的内部反复光反射引起的重影干扰问题。本发明人发现,根据在另一项详细实施例中说明的理由,这种菲涅尔重影干扰在再生画面上的上下端尤为显著。

以下陈述的本发明,是以本发明人的已申请专利 JP-B2-7-190299、USP4969751(JP-A-2-181182)、JP-A-5-257114、及 JP-A-6-250177 为基础根据新的想法构成的。

### 30 发明的公开

本发明的一个目的是提供一种至少能解决上述现有技术的问题之一、且反差比及画质优良的液晶显示器。

本发明的另一目的是提高液晶显示器的光利用率。

本发明的另一目的是防止液晶显示器的周边光量比恶化并提高周边光量比。

5 本发明的另一目的是提供一种散热效率改善的投影式液晶显示器用的光源装置。

本发明的另一目的是提供一种减小分辨率恶化且减低网纹干扰的投影式液晶显示器。

本发明的另一目的是提供一种减低重影干扰的投影式液晶显示器。

10 本发明的另一目的是采用上述改进后的液晶显示器技术提供一种光利用率优良的直视式、光纤式或投影式液晶显示器。

本发明的另一目的是提供一种具有按照与人眼的分辨能力有关的视觉心理协调匹配的象素排列的液晶显示装置。

本发明的另一目的是提供一种能耐受周围环境、重力等变化的大型液晶显示装置。

15 为达到上述目的中的至少一个目的,在本发明的第 1 实施例中,备有第 1、第 2、及第 3 光折射装置、及第 1 光反射装置。

将从光源输出的光的一部分入射到该第 1 光折射装置,使其输出光经过该第 2 光折射装置供给到液晶板装置的内周部方向。

20 将从光源输出的光的一部分入射到该第 1 光反射装置,使其输出光经过该第 3 光折射装置供给到液晶板装置的外周部方向。

将该第 3 折射装置按代数方法形成,使其最外周部的光偏转角小于其最内周部的偏转角。

25 该第 3 折射装置的最内周部的光偏转角小于该第 1 及第 2 光折射装置的最外周部的各光偏转角之和,而且,应形成得使该第 3 折射装置的最内周部的出射光方向与该第 2 折射装置的最外周部的出射光方向实质上一致。

在本发明的另一实施例中,在以光源为原点的极坐标系内,在西半球备有球面状光反射装置,在东半球备有光行进方向变换装置(准直器装置),该准直器装置至少由第 1 方向偏转装置及第 2 偏转装置构成。

30 在本发明的另一实施例中,在以光源为原点的极坐标系内,在西半球备有球面状光反射装置,在该球面状光反射装置南北端的高纬度区备有空气流通用开孔装置。

在本发明的另一实施例中,在准直器输出光的传送路径上备有方向调整

器装置。

在本发明的另一实施例中,在液晶板装置的光入射侧,沿着光的行进方向备有 3 基色 3 方向化装置、 3 方向 3 位置装置(第 1 微粒透镜板装置)、及光发散角减小装置(第 2 微粒透镜板装置),另外,作为变形例,备有用于使该 3 基色 3 方向化装置的光发散方向与该液晶板装置的宽指向性方向一致的偏振光方向匹配化装置。

在本发明的另一实施例中,在投影式液晶显示装置内,在液晶板与投影用透镜之间至少沿水平方向配置用于使光发散的光发散装置。

在本发明的另一实施例中,在投影式液晶显示装置内,在液晶板装置与屏装置之间备有菲涅尔重影干扰减低装置。

在本发明的另一实施例中,示出采用了绕射光栅的 3 基色 3 方向化装置。

在本发明的另一实施例中,示出采用了绕射光栅及棱镜组的 3 基色 5 方向化装置。

在本发明的另一实施例中,示出采用了预退火曲面薄玻璃板的液晶板装置。

在本发明的第 1 实施例中,利用上述各装置的结构起到提高液晶板装置外周部的相对照度的作用。此外,还通过光折射装置和光反射装置的组合提高光利用率。

在本发明的另一实施例中,该球面状反射装置所起的作用是,使从光源发射到西半球的光重新返回光源,再发射到东半球。该第 1 方向光偏转装置起到使光向纬度减低方向偏转的作用。该第 2 方向光偏转装置起到使光向经度扩展减低方向偏转的作用。借助于上述第 1 方向光偏转装置及第 2 方向光偏转装置的作用,能使其输出光的断面成为长方形状。因此,能够消除现有技术中的平面形状失配损失,因而能提高光利用率。

在本发明的另一实施例中,设置在西半球的该球面状光反射装置南北端的该空气流通用开孔装置,对应于能沿直线看到光源装置的位置。因此,能使空气高效率地流通,因而能提高散热效率。

在本发明的另一实施例中,上述方向调整器装置通过沿光的行进方向以搁架的形式排列多块黑色薄板而形成,其作用是吸收以相对地大角度入射到该薄板表面的平行性差的光,并反射以相对地小角度入射的平行性好的光。因此,能改善光的平行性,减小光的发散角。因而能达到提高反差比的目的。



在本发明的另一实施例中,上述光发散角减小装置具有使 3 基色光的发散角减少约一半的作用。因此,现有技术方案的 6 倍发散角能减小到 3 倍发散角的作用。进一步,利用上述偏振光方向匹配化装置,能使该 3 倍发散角的方向与该液晶板装置的宽指向性一致。由于上述发散角减小一半,所以反  
5 差比约提高 4 倍。通过上述偏振光方向的匹配化,与 45 度失配情况相比,能使反差比提高大约 2 倍( $\sec^2 45^\circ$ )。另外,在现有技术的方案中,如将光利用率提高 3 倍,则将对反差比造成致命的损害,与此相反,在本方案中,则能将光利用率(亮度)提高 3 倍,而不会使反差比随之恶化。按照本发明人的最新研究成果(SID 论文 M. Ogino, “投影式显示器: 过去和将来”,SID 94 DIGEST,  
10 P223 - P226),显示器质量的品质指数,与亮度和反差比的乘积成比例。因此,本方案的效果是明显的。

在本发明的另一实施例中,可以利用上述光发散装置增大水平光点的尺寸。因此,能减低由屏幕的竖条纹结构与液晶板的象素排列结构的相互干涉引起的网纹干扰,而不会伴随着造成光的损失。

15 在本发明的另一实施例中,上述菲涅尔重影干扰减低装置具有使投影光的偏振波面(包含电场振动方向及光行进方向的面)的方向与垂直方向一致的作用。沿垂直方向具有偏振波面的光,对于形成屏幕的菲涅尔透镜,在其上下端起 P-波的作用。

菲涅尔透镜的上下端部具有与 P-波对应的反射率极小的性质。因此,能  
20 减轻由菲涅尔板内的反复光反射引起的重影干扰。

采用该绕射光栅的 3 基色 3 方向化装置的作用是,将由绕射光栅输出的正极性 1 次绕射光传送到液晶板装置的方向,并利用反射镜反射由绕射光栅输出的负极性 1 次绕射光,使该反射输出在上述正极性 1 次绕射光方向上变成平行光。因此,能有效地使用正负两个极性的出射光。从而能提高光利用效  
25 率。

该 3 基色 5 方向化装置将输入的平行白色光分解为 RGBGR(红绿蓝绿红)的 5 个方向。该 5 个方向的光,由微粒透镜板会聚在 3 基色象素的 5 个排列位置(RGBGR)的各个位置。因此,能提高光利用效率。另外,上述象素排列适合于与人眼的分辨能力有关的视觉心理。

30 该预退火的薄玻璃板能起到对液晶板装置的液晶层施加均匀压力的作用。因此,能构成使因环境变化造成的画质的不均匀性最小的液晶显示装置。

## 附图的简单说明

图 1 是简略地表示现有的液晶显示装置的图。

图 2 是用于说明该现有液晶显示装置的性能的图。

5 图 3 是用于说明该现有液晶显示装置的性能的图。

图 4 是用于说明该现有液晶显示装置的性能的图。

图 5 是用于说明该现有液晶显示装置的性能的图。

图 6 示出用于说明构成本发明基础的广义的光通量守恒原理的坐标系。

图 7 是用于说明完成本发明的思考过程的图。

10 图 8 是用于说明完成本发明的思考过程的图。

图 9 是用于说明完成本发明的思考过程的图。

图 10 是用于说明完成本发明的思考过程的图。

图 11 是用于说明完成本发明的思考过程的图。

图 12 是用于说明本发明第 1 实施例的简略结构图。

15 图 13 是用于说明该第 1 实施例的变形例的简略结构图。

图 14 是用于说明菲涅尔透镜设计法的简略结构图。

图 15 是表示液晶板的长宽比的图。

图 16 是表示光源的变形例的图。

图 17 是表示该第 1 实施例的变形例的图。

20 图 18 是表示本发明第 1 实施例的变形例的图。

图 19A 及图 19B 示出该第 1 实施例的变形例,分别为简略结构图及表示光反射装置的俯视图。

图 20 是表示该第 1 实施例的变形例的图。

图 21 是用于说明本发明第 2 实施例的简略结构图。

25 图 22 是图 21 的主要部分的放大结构图。

图 23 是表示现有技术的简略光学结构的图。

图 24A、24B 及 24C 是分别表示该第 2 实施例的变形例的图。

图 25A 及 25B 是表示该第 2 实施例的变形例的图。

30 图 26A 及 26B 是表示本发明另一实施例的简略光学结构图及其主要部分的光学结构图。

图 27 是表示本发明另一实施例的简略光学结构图。

图 28 是表示图 27 的变形例的简略光学结构图。



图 29 是表示本发明应用于光纤式液晶显示器的图。

图 30 是表示本发明对直视式液晶显示器的应用例的斜视图。

图 31 是表示图 30 的变形例的图。

图 32 是表示图 31 的变形例的图。

5 图 33 是表示透射式屏幕一例的斜视图。

图 34 是应用了本发明的透射式显示装置的简略光学结构图。

图 35 是用于说明图 34 的原理的斜视图。

图 36 是用于说明图 34 的原理的图。

图 37 是表示用于解决该第 1 实施例的问题的装置的简略光学结构图。

10 图 38 是本发明的背面投影式显示装置的正视图。

图 39 是菲涅尔板的水平平面图。

图 40 是用于说明重影干扰的图。

图 41 是用于说明本发明装置的反射率的图。

15 图 42 是表示用于说明本发明实施例的一部分的简略光学结构的斜视图。

图 43 是表示本发明第 2 实施例的 3 基色 3 方向化装置的变形例的简略光学结构图。

图 44 是用于详细说明图 43 的主要部分的简略光学结构图。

图 45 是表示图 34 所示实施例的适用范围的图。

20 图 46 是表示本发明另一变形例的简略光学结构图。

图 47 是作为图 46 主要部分的 3 基色 5 方向化装置的详细光学结构图。

图 48 表示液晶板的简略光学的断面结构的图。

图 49 是用于说明本发明的液晶板形成方法的基本原理的图。

图 50 是表示预退火曲线的图。

25 图 51 是表示两面微粒透镜板的材质的简略水平剖面。

图 52 是表示本发明的 3 基色 3 方向化装置的变形例的简略光学结构图。

图 53 是表示本发明的 3 基色 3 方向化装置的变形例的简略光学结构图。

图 54 是表示本发明的形状失配损失减低式准直器原理的基本结构的简略光学结构图。

30 图 55A 及 55B 是表示图 54 的一个具体实施例的简略光学结构图, 分别为垂直剖面图及水平剖面图。

图 56 是表示长宽比减低装置的光学结构的简略剖面图。

图 57A 及 57B 是表示图 54 实施例的另一变形例的简略光学断面结构图。

图 58 是表示图 54 实施例的另一变形例的简略光学断面结构图。

5 图 59A 及 59B 是有助于理解本发明的光源散热装置的简略纵剖面图及横剖面图。

图 60A 及 60B 是分别用于说明本发明实施例的光源散热装置的另一实施例的纵剖面图及横剖面图。

图 61 是表示图 60 的部分的变形例的简略剖面图。

图 62 是本发明另一实施例的简略光学结构图。

10 图 63 是用于说明本发明实施例的方向调整器原理的图。

图 64 是表示液晶板出射部的反差比改善装置的简略剖面图。

图 65 是表示网纹干扰减低装置的简略光学结构图。

图 66 是用于说明图 65 的原理的光路图。

图 67 是用于说明图 66 的原理的图。

15 图 68 是用于说明图 66 的原理的图。

图 69 是用于说明图 66 的原理的图。

图 70 是用于说明图 66 的原理的图。

图 71 是表示几何变形校正装置的基本结构的简略剖面图。

图 72A、72B 及 72C 是用于说明图 71 的光学原理的光路图。

20 图 73 是表示图 71 的几何变形校正装置的具体例的简略剖面图。

图 74 是表示可在本发明中应用的 3 基色 3 方向化装置的变形例的简略剖面图。

图 75 是表示图 74 的 3 基色 3 方向化装置的变形例的简略剖面图。

25 实施发明用的最佳形态

在陈述本发明的详细实施例之前,为便于对其理解,先陈述由发明人发现的液晶显示器的能量守恒即光通量守恒定律。借助于该定律,可以设想出适用于各种各样用途中的各种特殊目的的本发明的液晶显示器。该守恒定律如下式所示。

30

$$M = n_1^2 \int \int s_1 \int \int B(x, y, \theta_x, \theta_y) dx dy d(\sin \theta_x) d(\sin \theta_y) \dots(9)$$



$$= n_2^2 \int \int_{s_2} \int \int B(x, y, \theta_x, \theta_y) dx dy d(\sin \theta_x) d(\sin \theta_y) \dots (9')$$

上式的意义如下。

一般,通过光行进路径上的任意一个截面积  $s_1$  的光通量,由式(9)右边给出,该值等于光通过上述截面积  $s_1$  后所随后通过的另一截面积  $s_2$  上的对应值,即式(9')的值。该式是由发明人推广后的表达式,使只在无象差光学系统的成像面上成立的赫姆霍兹-拉格朗日定律能够适用于更一般的具有任意象差的无损失光传播路径上的任意界面。

在上式中,  $n_1$ 、 $n_2$  是属于各截面积  $s_1$ 、 $s_2$  的介质折射率。  $dx$ 、 $dy$  是光路上截面积的每个局部点的完全正交坐标  $(x, y)$  的微分。  $\theta_x$  是从截面积元的法线方向测得的光的方向  $\theta$  的  $x$  方向纬度分量,  $\theta_y$  是  $y$  方向纬度分量。在图 6 中, 1 是光源, 1' 是截面积元, 虚线 1'' 是截面积元的法线, 1''' 是光的方向。上式的  $B(x, y, \theta_x, \theta_y)$  是亮度, 其单位为  $[lm/m^2sr]=[nit]$ 。在该单位中,  $sr$  通常称为“球面角度”, 但如从式(9)理解, 则严格地说, 称之为“正弦面积”更为适当。

例如,当光源发光部的表面为半径 3mm 的球面状, 且为完全散射面, 其表面亮度为 1 亿 nit 时,总光通量为  $1 \text{ 亿 nit} \cdot 4\pi (3\text{mm})^2 \cdot \pi sr$ , 即约为 35500lm。

假定在光源与液晶板之间设有一个相对于光轴旋转对称的无损失光平行化装置,并假定在紧挨液晶板的前面有一圆板面,且该圆板面上的照度是均匀的。在图 7 中示出上述光源 1 和圆板面 7。图中没有示出光平行化装置。如假定光源 1 与圆板面 7 的距离为  $L$ ,则在无光平行化装置时的圆板面的中央照度  $E_0$  由下式给出。

$$E_0 = \frac{B_0 S_0}{L^2} = \frac{B_0 \pi r_0^2}{L^2} \dots (10)$$

在上式中,  $B_0$  为光源的亮度,  $S_0$  为光源的视在面积,  $r_0$  为光源的半径。如假定利用光平行化装置使整个圆板面上各处都获得均匀的照度  $E_0$ , 则该圆板的直径  $R_2$  应具有多大的值? 这可以根据光通量守恒定律按下式求得。

$$M = B_0 4\pi r_0^2 \pi \dots \text{光源侧}$$

$$M = E_0 \pi R_2^2 = \frac{B_0 \pi r^2 \pi R_2^2}{L^2} \quad \text{.....(圓板側)}$$

(10)

5       $\therefore R_2 = 2L$       .....(11)

即,圓板的半径为光源 ~ 圓板间距离  $L$  的 2 倍。这种情况从半径  $L$  的球面的表面积等于半径  $2L$  的圓板表面积的事实很容易看出。

10 一般,如假定亮度均匀的完全散射的光源的总面积为  $s_1$ ,则总光通量为  $\pi s_1$ , 通过任意的无损失光学系统将其引向面积  $s_2$  的受光面,且假定照度均匀化,则可从式(9)推导出该受光面的二维发散角正弦的面积等于比值  $s_1/s_2$ 。另一方面,为获得反差比优良的高画质再生图象,必须减小发散角。因此,应尽可能地使用大型的液晶板。

15 那么,接下来的问题是,如从各向同性的光源 1 沿天顶角  $\theta$  的方向发射的光通过未知的光平行化装置到达圓板面 7 上自光轴起的半径距离  $R$  的位置时,应使  $R$  与  $\theta$  构成怎样的函数关系?其答案可用在前一页已导出的图 3 的关系、即式 3 求得。如下式所示。

$$R = 2L \sin 0.5 \theta \quad \text{.....(12)}$$

20

$$= \frac{L \sin \theta}{\cos 0.5 \theta} \quad \text{.....(13)}$$

$$\therefore \sin \theta = 2 \sin 0.5 \theta \cos 0.5 \theta$$

25

如满足上式,则若构成未知的光平行化装置,即可使圓板上的照度均匀化。即,能使周边光量比达到 100%。

30 其次,在这里求取圓板上半径  $R$  的位置上的微小光发散角值  $\varepsilon$ 。发散角在半径方向即子午线方向和圓周方向即弧矢方向上是不同的。因此,其发散角各为  $\varepsilon_m(\theta)$ 、 $\varepsilon_s(\theta)$ 。在图 7 中,假定一个以光源 1 为中心的半径为  $L$  的球面。则在各向同性光源的情况下,在该球面上的每一点的照度都等于  $E_0$ 。共用天顶角  $\theta$ 、宽度  $\Delta \theta$  的球面上的圓环周长等于  $2 \pi L \sin \theta$ ,其宽

度等于  $L \Delta \theta$ 。另一方面,与该球面上的圆环对应的圆板 7 上的圆环,其圆周长等于  $2 \pi R$  即  $4 \pi L \sin 0.5 \theta$  (式 12)。而其宽度等于  $\Delta 2L \sin 0.5 \theta$  即  $L \cos 0.5 \theta \Delta \theta$ 。因此,假定未知的光平行化装置在圆板上的半径距离  $R$  上对角  $\theta$  一对一地连续映射,可得下式。

5

$$\varepsilon(0) = \frac{2r_0}{L},$$

10

$$\varepsilon_s(\theta)/\varepsilon(0) = \frac{2 \pi L \sin \theta}{4 \pi L \sin 0.5 \theta} = \cos 0.5 \theta,$$

15

$$\varepsilon_m(\theta)/\varepsilon(0) = \frac{L \Delta \theta}{L \cos 0.5 \theta \Delta \theta} = \frac{1}{\cos 0.5 \theta}, \quad \dots(14)$$

$$\varepsilon_m(\theta) \varepsilon_s(\theta) / \varepsilon^2(0) = 1$$

20

$$\varepsilon_m(\theta) / \varepsilon_s(\theta) = 1 / \cos^2 0.5 \theta$$

当导出上式时,上述式(9)的光通量守恒定律对上述每个圆环都成立,且在一对一连续映射中,采用了亮度恒定的光学原理。另外,当发散角  $\varepsilon$  小时,将其正弦近似等于其角度值[rad]。式(14)的意义在于,在弧矢方向即圆周方向上因在圆板上其长度加大而使发散角变小,而在子午线方向即半径方向上因在圆板上其长度缩小而使发散角变大。上述关系示于图 8。在该图中,曲线 8 表示弧矢发散角,曲线 9 表示子午发散角。

25

30

在图 9 中,将上述发散角表示在圆板 7 的正视图上。在该图中,表示发散角的椭圆长径等于  $\varepsilon_m(\theta)$ ,短径等于  $\varepsilon_s(\theta)$ 。中央的圆面积与周边的椭圆面积相等时,周边的照度等于中央的照度。在现有技术中说明过的抛物面反射镜方式中,圆板周边部的发散角  $\varepsilon_m(\theta)$ 、 $\varepsilon_s(\theta)$  分别等于  $\varepsilon(0) \cos^2 0.5 \theta$ 。即,与发散角面积  $\cos^4 0.5 \theta$  成比例。这种情况在上述图 4 中从另一侧面说明了现有技术中的问题。

从式(14)最后一式的  $\varepsilon_m(\theta)$ 、 $\varepsilon_s(\theta)$  的比的形式可知,该比值的平方为  $1/\cos^4 0.5 \theta$ 、即周边光量比的改善比。为扩大本发明在实用上的效果,改善比最好为 1.4 倍以上。为此,建议使液晶板入射面(即指后文所述的通过微粒透镜板前的入射面)对角角部的入射光子午发散角为弧矢发散角的约 1.2 倍以上。通过以上说明,可以认为已理解了发散角的含义。

其次,按图 10、11、12 及 13 的顺序示出有关未知的光平行化装置的实现方法。在这些图中,示出极坐标。其原点配置在光源的中心, $\theta$  意味着从光轴测得的天顶角。在这些图中,1 是光源,110 是光轴,7 是与图 7 中的相同的圆板。

在图 10 中,114、115 是设计用的辅助线。114 对应于天顶角的约 60 度以下的部分,115 对应于天顶角的约 60 度以上的部分。矢径  $\rho$  的长度,如该图所示,按下式设定。

$$\rho = \frac{R}{\sin \theta} \quad \dots\dots(15)$$

$$= \frac{2L \sin 0.5 \theta}{2 \sin 0.5 \theta \cos 0.5 \theta} = \frac{L}{\cos 0.5 \theta} \quad \dots\dots(16)$$

从光源 1 向  $\theta$  方向发出的光,与辅助线 114、115 相交后,如果如图 10 所示变换成与光轴 110 平行的方向,则使圆板 7 的入射照度均匀化。其理由是基于在图 7 中已说明过的原理。但是,只用一个光学装置实现图 10 所示的功能是极为困难的。因此,将图 10 变换为图 11。在图 11 中,116 是辅助线,是将图 10 的天顶角约 60 度以上部分左右反转后的辅助线。

接着,考虑利用第 1 光折射装置及第 2 光折射装置实现以图 11 辅助线 114 表示的功能,进一步用第 1 光反射装置和第 3 光折射装置实现以辅助线 116 表示的功能。将其示于图 12。

在该图中,113 是第 1 光折射装置,10 是第 2 光折射装置,10' 是第 3 光折射装置,117 是第 1 光反射装置。其次,说明其工作。该图中的带箭头的实线,表示实际的光线路径。虚线与图 11 相同。

具体地说,第 1、第 2 及第 3 光折射装置可以由光折射透镜或菲涅尔透镜

构成。在使用菲涅尔透镜的情况下,当按照上述作图假定已知的入射角为  $\alpha$ 、出射角为  $\gamma$  时,可按下式选择其棱镜角  $\beta$ 。各符号的意义如图 14 所示。

$$\tan \beta = \frac{\sin \alpha + n_2 \sin \gamma}{\sqrt{n_1^2 - \sin^2 \alpha - n_2 \cos \gamma}} \quad \dots\dots(17)$$

式中,  $n_1$  为菲涅尔介质的折射率

$n_2$  为菲涅尔出射侧介质的折射率,通常  $n_2=1$

上式中  $n$  为介质的折射率。

另外,由 117 所示的第 1 光反射装置,具体地说,可用凹面镜实现。从图 12 去掉虚线部及辅助线 114、116 后的部分,是本发明的第 1 实施例的主要部分。通过由该主要部分置换图 1 现有技术的光源 1 及抛物面反射镜 2 部分,构成本发明的第 1 实施例。该主要部分应配备的主要部件如下所述。在以下的记述中,所谓光折射装置的光偏转角,是指光折射装置的入射光方向与光折射装置的出射光方向之间的角度。

所构成的液晶显示装置:

(1) 备有光源装置及液晶板装置;

(2) 在从光源装置到液晶板装置的路径上至少备有第 1、第 2 及第 3 光折射装置以及第 1 光反射装置;

(3) 将从该光源装置输出的光的一部分入射到该第 1 光折射装置,使其输出光经过该第 2 光折射装置供给到液晶板装置的内周部方向。将从该光源装置输出的光的一部分入射到该第 1 光反射装置,使其输出光经过该第 3 光折射装置供给到液晶板装置的外周部方向。

(4) 将该第 3 折射装置按代数方法形成为使其最外周部的光偏转角小于其最内周部的偏转角。

(5) 该第 3 折射装置的最内周部的光偏转角小于该第 1 及该第 2 光折射装置的最外周部的各光偏转角之和,而且,应形成得使该第 3 光折射装置的最内周部的出射光方向与该第 2 光折射装置的最外周部的出射光方向实质上一致。

从上述说明可以看出,图 1 的投影透镜 4 及屏幕 5 并不是第 1 实施例的

必要条件。此外,如图 12 所示,也可将第 2、第 3 光折射装置整体形成。

另外,在图 11 的说明中,对辅助线 114 和 116 的切断边界所标记的天顶角约为 60 度,但该角度可以按任意锐角选定。此外,第 1 光反射装置的形状一般为非球面状,但也可将其以球面镜代替。

5 另外,如上所述,建议使液晶板对角角部的入射光子午发散角的大小为弧矢发散角的约 1.2 倍以上。

其次,在图 13 中示出本发明第 1 实施例的变形例。该图的与图 12 不同的第 1 变形例,在光源 1 处增加支承该光源的杆部 111。

10 第 2 变形例增加第 2 光反射装置 118。该第 2 光反射装置用于反射来自光源 1 的输入光,并通过反射使其输出光向光源 1 的方向返回,因而使光利用效率提高。具体地说,当使用金属卤化物灯、氙气灯、或磁控管励磁灯作为光源 1 时,最好使其输出反射光稍微偏心,向光源 1 的外周边缘部的方向返回。其原因是在这类光源中当光通过光源内部的等离子体时有吸收蓝色光的倾向。

15 第 3 变形例增加光屏蔽装置 119。光屏蔽装置 119,如图 13 所示,使其沿着光源的光发射方向配置在第 1 光折射装置 113 的外周部。该光屏蔽装置的目的及效果,是防止来自第 1 光反射装置 117 的输出光错误地被输入到第 1 光折射装置。由此可以防止光发散角的异常增大,因而能提高再生图象的反差比,从而能使画质提高。

20 第 4 变形例增加第 3 光反射装置 120。如图 13 所示,该装置配置在其后部的光行进方向上不存在液晶板 3 的有效面的区域,以资提高光利用率。该装置的输出反射光 121 向光源 1 的方向返回。图 15 示出从液晶板装置看光源侧的正视图。在该图中的 120、即第 3 光反射装置为阴影部分。122 是光透射部,其内周部与第 2 光折射装置相对应,其外周部则对应于第 3 光  
25 折射装置。第 3 光反射装置也可配置在第 3 光折射装置与第 1 光反射装置之间。

在图 13 中,建议将装置 10'、117、118 及 111 相互间的间隙密封,用于在多灰尘环境中使用时防止灰尘侵入。此外,用具有小折射率的冷却剂(硅油等)充填该密闭空间也是有效的。但在这种情况下,光源 1 最好采用熟知的  
30 双管式。

在上述本发明的第 1 实施例及变形例中,所谓光折射装置,指的是可见光折射装置,最好能反射红外光或紫外光等不可见光。尤其是,最好至少在第 1

及第 2 光折射装置的入射面上设置不可见光的反射膜。此外,所谓光反射装置,指的是可见光反射装置,最好能透过红外光或紫外光等不可见光。通过应用众所周知的多层膜技术,即可提供这种期望的性质。在以下的大部分说明中上述性质也都成立。

5 图 16 示出光源装置 1 的变形例。

11 是在两侧都设有杆部的球形光源,11'是在光轴方向上具有长发光部的光源。当采用光轴方向上长的光源代替图 13 的光源 1 时,光源对天顶角  $\theta$  变成各向异性的,有增加周边光量的倾向。因此,使本发明更容易实现。

10 图 17 示出光源配置的变形例。在该图中的各个编号已如上述。123 是长方筒形的导光管。如果使光源 11、11'的方向与屏幕短边方向、即通常的屏幕的垂直方向一致,则能有效地提高光利用率。在这种情况下,可以将由图 17 的第 1 光反射装置的 117'表示的部分删除。

15 另外,在图 18 中示出表示本发明第 1 实施例的变形例的图 13 的一个变形例。该图与图 13 的第 1 个不同点在于,用以 113'表示的一个折射透镜实现第 1 光折射装置及第 2 光折射装置。折射透镜的入射侧界面 113 形成第 1 光折射装置,其出射侧界面 10 形成第 2 光折射装置。

20 第 2 个不同点是将以 120'表示的第 3 光反射装置向第 1 光反射装置的光入射侧移动。该第 3 光反射装置配置在不存在向后面的液晶板装置传送的有效光的区域。该反射装置用于将从光源发射的光向光源方向或光源的外周部方向反射。因此,能提高光利用效率。在图 18 中,10'及 113'在结构上也可整体形成。

另外,在图 19 示出另一变形例。该图与图 18 的不同点在于,以 10'表示的第 3 光折射装置的外周部在结构上具有负的会聚力即具有负的光偏转角。

25 图 19B 示出根据从光源装置 1 方向看去的麦卡托投影图法表示图 19A 构成中的第 3 光反射装置 120'的形状的正视图。在该图中,4 瓣花瓣状的环形部 120'即为第 3 光反射装置。

该 4 瓣花瓣中的虚线 111'是光源装置 1 的杆部。在图 19 上部绘出的剖面图中,该杆部的图示被省略。

30 在图 20 中示出第 1 实施例的另一变形例。在该图中,图 19 的第 1、第 2、及第 3 光折射装置由在结构上整体化的菲涅尔透镜形成。该图各编号的意义已全部说明过。应注意到第 3 光折射装置 10'的最内周部光偏转角与第 1、第 2 光折射装置 113、10 的最外周部光偏转角之和是不连续变化的。



这种性质是第 1 实施例及其各变形例所共有的一种特性。在该图中,因第 1 光折射装置 113 与第 2 光折射装置 10 的距离靠近,所以存在着第 2 光折射装置的外周部照度不足的倾向。但是,其照度的降低率在实用上是容许的。或者说,其照度的降低可以通过对第 2 光反射装置 118 的光出射方向进行控制来补偿。在该图中,在第 3 光折射装置 120' 一侧的用虚线示出的 120'' 部分,与再生图象上的短边方向即通常的上下方向相对应,意味着将第 3 光反射装置在该方向上延长。在图 20 中,整体形成的菲涅尔透镜的材质,其光入射侧可以用玻璃材料构成,其光出射侧用合成树脂形成。此外,建议在菲涅尔透镜的入射面上形成非可见光反射膜。其原因是,采用这种方式能延长出射侧的合成树脂的寿命。

在图 20 中,当作为液晶板装置采用对角线 10 英寸、长宽比 4:3 时的实际尺寸的一例,如下所述。

第 2 光折射装置的直径约为 160mm,第 3 光折射装置的最大直径约为 250mm。

上述各尺寸可以按比例缩小或放大。在上例中,液晶板短边长度约为 150mm,小于第 2 光折射装置的直径。因此,可以从短边方向设置支承第 3 光反射装置 120'、120'' 的重力的结构体,而且可以将该结构体设在光传送路径之外。

在以上的说明中,以相对于光轴旋转对称的形状为前提说明了第 1 ~ 第 3 光折射装置及第 1 光反射装置的有效部分。但是,一般说来,它们也可以采用非旋转对称的形状。按照这样的形状,输出光通量的外缘不是圆形,可以类似一个接近长方形(图 15 的 122)的形状。

以下,补充说明对第 1 实施例中的问题的对策。在上述的图 12、13、17、18、19 及 20 中,在第 2 光折射装置 10 与第 3 光折射装置 10' 的交界处产生圆环状的遮影部。在图 13、17 的液晶板装置上用于将该遮影部减小到实用限度内的条件,在后面的图 37 中示出。在该图中,以斜线 130 表示的部分相当于上述的遮影部。在液晶板装置 3 的板面上将该遮影消去的条件,示于下式。

$$D \gamma \cong G$$

$$= 0.5G \sim 1.5G \quad \dots\dots(18)$$

在上式中,D 为第 2、第 3 光折射装置与液晶板装置之间的距离, $\gamma$  是第 2 光折射装置外周部的主出射方向与第 3 光折射装置内周部主出射方向之间



的夹角(rad)。G 为遮影宽度。如上式所示,通过按  $0.5G \sim 1.5G$  选定  $D \gamma$  的值,可以使上述遮影干扰在实用上难以觉察。

以上结束有关本发明第 1 实施例的说明。上述第 1 实施例,基本上属于相对于光轴旋转对称(指的是除输出光外周部以外的旋转对称)的光学系统。5 本发明人发现的式(9),对于非旋转对称平行光光学系统的构成也是有效的。这样的变形例将在图 54 以后说明。

其次,说明可在本发明中有效使用的液晶板 3 的入射面附近的改进。

本发明的第 2 实施例示于图 21。该图是水平剖面图。在该图中,3、4、5 与上述相同。12 是将光源装置及光行进方向变换装置合在一起的单元,10 可采用上述的本发明的第 1 实施例。但并不一定限定于此。13、14、15 是 3 基色 3 方向化装置,具体地说,使用的是反射 RGB(红绿蓝)各基色用的分色镜。代替各分色镜,也可使用本发明人的 JP-A-5-257114 中所述的绕射光栅滤光器装置。如假定各镜之间的角度为如图所示的  $0.5 \omega$ ,则该 3 基色出射光之间的角度为  $\omega$ 。该  $\omega$  值可按上述发散角  $\varepsilon(0)$  的 1 倍 ~ 2 倍左右选定。15 16、16' 是偏振光方向匹配化装置,用于使 3 基色 3 方向化装置(13、14、15)的光发散方向与液晶板装置 3 的宽指向角方向一致。具体地说,16 是只通过具有 45 度倾斜方向偏光面的光的偏振光片。所谓 45 度倾斜方向,是指向列型液晶式液晶板装置(3)的液晶层入射侧分子的长轴排列方向。16' 是用于将偏光面旋转 45 度的半波长板。如所周知,通过将半波长板的光轴(光各向异性轴)倾斜 22.5 度使用,可将偏光面旋转 45 度。另外,在液晶板(3)的出射面上,通常是粘结出射侧偏振光片后整体形成。但在本图中将其图示省略。17 是两面微粒透镜板,在其入射侧备有 3 方向 3 位置化装置(第 1 微粒透镜板装置)18,在其出射侧备有光发散角减小装置(第 2 微粒透镜板装置)19。20 是液晶板装置(3)的象素。参照图 22、图 23 说明 17、18、19 的作用。两个图分别为 1 周期的放大图。在图 22 中,3、17、18、19、20 已如上所述。20'、20'' 分别为液晶板装置 3 的入射面及出射面。在图中虽未示出,但在液晶板的出射面(20'')上通常粘有偏振光片并整体形成。该图中带箭头的实线为 G 色光路径,带箭头的虚线为 R、B 色光路径。在本发明的典型应用例中,光发散角减小装置(19)的焦点距离( $f_1$ )选定为与 3 方向 3 位置化装置(18)和 19 之间的距离(图 22 的  $T_1$ )大致相等。液晶板装置(3)的入射面(20')与象素面(20)之间的距离( $T_2$ )小于  $T_1$ ,实际上,选定为小于  $T_1$  的 2/3 倍。按照这种方式,出射光(通过液晶板象素面的光)的发散角,如图所示

约为  $3\omega$ 。在实际应用中,代替式(19),如式(19')所示,通过将  $T_1$  的值选定为  $f_1$  值的 60% - 120%,可以达到本发明的一个重要目的(随着发散角的减小而提高反差比)。其原因是,采用这种方式可将 R、B 光与 G 光相比的发散角的增加减小 60%以上。另外,选定 3 方向 3 位置装置 18 的焦点距离  $f_0$ ,使其满足式(19'')。

$$f_1 \doteq T_1 \quad \text{.....(19)}$$

$$T_1 = (0.6 \sim 1.2)f_1 \quad \text{.....(19')}$$

$$f_0 = (1.6 \sim 1.0)T_1 \quad \text{.....(19'')}$$

2

$$10 \quad T_2 < \frac{2}{3} T_1 \quad \text{.....(20)}$$

3

因此,本发明的本实施例中的基本构成的必要条件是满足式(19')、(19'')及式(20)。

为理解光发散角减小装置(19)的效果,在图 23 中示出将其去掉后的情况。在图 23 中,通过液晶板象素面的光的 RGB 方向缺乏一致性,且其发散角约为  $6\omega$  的较大的值。与该现有技术的发散角( $6\omega$ )相比,本发明的发散角( $3\omega$ )约改善 1/2 倍。再生图象的反差比与通过液晶板象素面时的光发散角的平方大致成反比。因此,如按照本方案,则能将反差比改善到大约 4 倍。此外,由于光发散方向与液晶板装置的宽指向角方向一致,所以增大了改善反差比的效果。

以上结束对本发明第 2 实施例的基本说明。在图 21 中,虽然为了便于对该图的理解而对微粒透镜板只示出 4 个周期,但实际上在一块板上可形成几百个周期以上。这一点在以后的图中也是一样的。在图 21 中,根据用途也可以将半波长板(16')省去。在这种情况下,颜色纯度及反差比将稍有降低。

在图 24A、24B、24C 中,示出光发散角减小装置(19)的变形例。图 24A 是采用梯形柱状微粒透镜板的情况。图 24B 是将图 24A 的梯形各边凹透镜化后的情况。图 24C 是将图 24A 的梯形各边凸透镜化后的情况。即,如该图所示,可防止 R、B 光向左右方向的发散,同时可将 R、G、B 光的发散减少。图 24 在上述入射光发散角  $\varepsilon(0)$  远小于  $\omega$  时是有效的。但是,在  $\varepsilon(0)$  近似等于  $\omega$  的情况下就无效了。以上结束对图 24A、24B、24C 的说明。

在图 25A、25B 中示出另一变形例。与图 21 ~ 24 的水平剖面图不同,图 25 是垂直剖面图。在图 25A 中,除图 22 的结构外,为提高光利用率,在结



构上增加了将光会聚在垂直方向(液晶板的窄指向角方向)的微粒透镜板装置 17'。本结构的主要条件是使透镜板装置 17'的焦点距离大于透镜装置 18 的焦点距离。按照这种方式,可将反差比的恶化抑制到最小限度,因而能提高光利用率。

5 在图 25B 中示出将本发明应用于偏振光眼镜式立体显示器的变形例。在该图中,20"是上述的出射侧偏振光片,1000 及 1000'是用来将偏光面旋转 90°的水平带状半波长板。如所周知,通过将半波长板的光各向异性光轴倾斜 45°使用,即可将偏光面旋转 90°。1001、1002、1003、1004 分别为与第 1、第 2、第 3、第 4 扫描线对应的出射光。从该图可以看出,仅  
10 偶数编号的出射光其偏光面被旋转 90°。在与奇数编号的扫描线对应的像素上,施加左眼用信号,在与偶数编号的扫描线对应的像素上,施加右眼用信号,观众所戴的偏振光眼镜,在左眼侧附加只通过与偏振光片 22"对应的光的偏振光片,在右眼侧附加只通过经由半波长板 1000、1000'.....的光的偏振光片。因此,可以观看到立体图象。作为实际的水平带状半波长板  
15 (1000、1000'、.....)的形成方法,可以采用在液晶板制造技术中熟知的配光膜利用式的分子排列方向定向化方法。作为本结构中的固有效果,通过将微粒透镜板装置(17')及带状半波长板(1000、1000'、.....)组合,可以排除相互间的交叉干扰,将左眼用出射光与右眼用出射光分开,因此能提供高画质的立体图象。

20 在图 26A 中示出本发明的第 3 实施例。本例的特征在于,在液晶板装置(3)的出射侧配置了菲涅尔透镜装置 11。由于可利用该菲涅尔透镜装置(11)将出射光会聚到投影透镜装置(4)的方向,所以具有能使投影透镜装置(4)的口径小型化的优点。

25 在图 26A、26B 等图中,为使投影透镜装置(4)的图示简单化,只表示出一个透镜部件,但实际上是用多个透镜部件构成的。该投影透镜装置(4)的光圈形状在图中虽未示出,但建议形成在该液晶板装置(3)的宽指向性方向上具有长轴的椭圆或长圆形。其原因是,按照这种形式可以阻止不需要的异常光通过,从而能提高再生图象的反差比(画质)。

30 在图 26B 中示出菲涅尔透镜装置(11)的变形例。在该图中,170 是第 1 菲涅尔板,171 是第 2 菲涅尔板,172 是在第 1 菲涅尔板出射侧形成的菲涅尔透镜面,173 是在第 2 菲涅尔板入射侧形成的菲涅尔透镜面,174 是第 1 菲涅尔板的不连续部,175 是第 2 菲涅尔板的不连续部,176 是将两板在周边部粘合

用的粘結部。如按照本結構,則能將視角( $\alpha$ )擴大到大約 30 度以上,因此可以構成投影距離短的緊湊的光學系統。

5 用於提高光利用效率的本發明的第 4 實施例,示於圖 27。該圖虛線的內部為本發明的主要部分、即光利用率提高裝置,是 P 波、S 波二者都利用的結構。虛線內是左右對稱的結構,所以只說明右半部分。21 是偏振光束分離器,只通過 P 波,而反射 S 波。22 是用於將偏光面旋轉 90 度的半波長板,將 P 波變換為 S 波。23 是反射鏡。本圖示出利用 S 波的形式,但作為代替,也可採用利用 P 波的形式。

10 在圖 27 中,在 3 基色 3 方向化裝置(13、14、15)與虛線包圍的單元之間,為提高顏色純度,還配置一個分色鏡,用來反射不需要的光譜部分。

在圖 28 中示出圖 27 的一部分的變形例。21' 是偏振光束分離器,22' 是將偏光面旋轉 90 度的半波長板,23' 是反射鏡。

15 圖 27、28 都能將光利用效率提高約 2 倍。在兩圖中,也可在偏振光束分離器與反射鏡 23、23' 之間的三角柱狀空間內充滿液體或凝膠體材料,與偏振光束分離器 21、21' 整體形成。以上結束對圖 27、28 的說明。

在圖 29 中示出本發明對光纖式液晶顯示器的應用例。在本圖中,將光行進方向變換裝置等部分的圖示省略。在該圖中,17、3 是已如上述。24 是光纜,25 是光纖輸入端,24' 是光纖輸出端、即圖象顯示部。

20 在圖 29 中,在光纖的光接收端(25)與液晶板裝置 3 的出射面之間,建議通過液體或硅凝膠而不是通過空氣層聯結。按照這種方式,能減低在界面上的反射損失,而且能提高再生圖象的反差比。

在圖 30 中示出本發明對直視式液晶顯示器的應用例。在該圖中,26 是使光向垂直方向發散的微粒透鏡板裝置。

25 在圖 31 中示出將圖 30 旋轉 90 度後形式的直視式液晶顯示器。在圖 30、31 中,液晶板裝置(3、3')指向特性的廣角方向,在圖 30 中是水平方向,在圖 31 中是垂直方向。

30 在圖 32 中示出圖 31 實施例的水平剖面放大圖。在該圖中,26' 是使光向水平方向發散的微粒透鏡板裝置,35 是微粒透鏡板,36 是黑條紋(黑色印象部)。在本結構中,為防止產生由液晶板裝置(3')的象素(20)的結構與微粒透鏡板(35)的結構之間的干涉引起的網紋狀干擾,必須滿足在該圖中附記的條件式。即,象素面和微粒透鏡板的焦點面之間的距離( $T_3$ )與入射光的發散角( $\varepsilon$ )的乘積除以介質的折射率( $n$ )後所得的商,必須大於微粒透鏡板排列節

距 P 的 0.75 倍。当所得的商与节距相等时，网纹干扰变得非常小。这对图 30 中的网纹干扰也是一样的。

图 31 的结构与图 30 的结构相比，具有能够将因周围外部光线 12 引起的液晶显示器图象显示面反差比的恶化减轻的优点。以上结束对图 30、31 的说明。

以上结束了对本发明第 3 实施例、第 4 实施例及其应用的说明。

其次，说明当本发明与透射式屏幕组合后构成投影式液晶显示器时用于减轻因屏幕的竖条纹结构与液晶板的竖条纹结构之间的干涉而产生的网纹干扰的装置。

透射式屏幕的构成例示于图 33。

在该图中，27 是用于使光在垂直方向会聚或发散的微粒透镜板，其节距约 0.1mm 以下，28 是菲涅尔透镜面，其节距约为 0.1mm，29 是用于使光在水平方向会聚或发散的微粒透镜板，其节距约 0.5mm，30 是黑条纹面。微粒透镜板 29 和液晶板的竖条纹状结构相互干涉而产生网纹干扰。

在图 34 中，示出装在机柜内的投影式液晶显示器的侧视图。在该图中，12、3、4、5 已说明过。31、32、33 是光反射装置。

为消除上述的网纹干扰，在现有技术中，必须在屏幕结构构件中掺入大量的扩散材料。因此，存在着投影光被扩散材料吸收，使光利用率降低的问题。此外，由于大量的扩散材料的掺入，使聚焦及反差比恶化，因此导致画质降低。

在本发明的第 5 实施例、即投影式液晶显示器中，通过将图 34 的光反射装置 32 制成纵向或横向的圆筒状，减低网纹干扰。因此能够作到不需要掺入大量的扩散材料，从而能使画质提高。

网纹干扰减低原理示于图 35。

在该图中，32 是圆筒状光反射装置，34 是光束的断面。实线箭头为光束的上下端光线，虚线箭头是光束的左右端光线。

如果将屏幕配置在上下端光线的会聚位置，则在屏幕上的再生画面中，垂直分辨率不会恶化。另一方面，水平光点的尺寸，如图所示具有 A 的宽度。通过将该宽度 A 选定为微粒透镜板 29 的节距 T 的约 1.22 倍，可以大幅度地减小上述网纹干扰。在实用上，通过将水平散焦宽度 A 选定为微粒透镜板 29 的节距 T 的约 0.8 倍，可以获得足够的效果。在图 36 中，示出当假定投影透镜的象差为零时的圆柱反射镜的网纹干扰减低效果计算值。

为使光反射装置 32 形成圆柱状,施加转矩即可。为施加转矩,可利用反射镜本身重力引起的挠度或利用弹簧等施加转矩。如假定施加的转矩为 M,则根据材料力学,反射镜的曲率半径 R 由下式给出。

$$R = \frac{12M}{Ebh^3} \quad \dots\dots(21)$$

式中,b:反射镜的宽度

h:反射镜的厚度

E:杨氏弹性模量

半径 R 与水平散焦宽度 A、投影距离 D 及光束横向宽度 W 的关系,由下式给出。

$$R = \frac{2W}{A} D \quad \dots\dots(22)$$

采用上式,可以求得所需的半径值,因而也就是所需的转矩值,能够很容易地实现本实施例。以上,结束对利用反射镜的变形减小网纹干扰的方法的说明。关于在液晶板出射部想办法借以减小 BS 屏幕的网纹干扰的方法,在后文所述的图 65 ~ 70 中说明。

在图 38 中示出将本发明应用于背面投影型显示器时的正视图。在该图中,5 是屏幕,177 是机柜,178、178'是扬声器配置部,179、179'是放置光盘播放机、VTR、光盘、录像带等的搁架配置部。建议本例与图 26、34 所示的实施例一起使用。其原因是,如应用图 26、34 的实施例,则可以将机柜的深度压缩。

以下,说明因投影光在透射式屏幕中使用的菲涅尔板内部的反复反射引起的重影干扰。

在图 39 中示出图 33 所例示的透射式屏幕中的菲涅尔板的水平剖面图。在该图中,28'是菲涅尔板,28 是菲涅尔透镜面。180、180'是有效投影光线,虚线 181、181' 是重影干扰光。因这些重影干扰光射向水平倾斜方向,所以被图 33 所述的黑条纹(30)吸收。因此,在屏幕的左右端基本不产生重影干

扰。但是,另一方面,在屏幕的上下端,不能被黑条纹(30)吸收。因此,在画面上,将观测到图 40 所示形式的重影干扰。在该图中,5'是屏幕边框,4 个圆圈是图象,182、182'是重影干扰图象。

5 发明人注意到这种重影干扰并进行了各种实验。其结果是,发现了通过在垂直方向限定屏幕入射光的偏振波方向(电场),可大幅度地减轻重影干扰。

以下,说明对于为什么通过在垂直方向限定屏幕入射光的偏振波方向能减小上下端部的重影干扰所阐明的结果。在图 41 中,示出 P-波和 S-波的界面反射率与光出射角度的相关性。在该图中,曲线 183 是 S-波的反射率,184  
10 是 P-波的反射率。各反射率的值由后文所述的式(42)计算。P-波的反射率在所谓的布儒斯特角上等于零。所谓布儒斯特角,指的是图 39 中出射角( $\theta$ )等于  $\tan^{-1}1/n$ (约 56 度)时的角度。实际上,在背面投影型显示器中,出射角( $\theta$ )通常在屏幕上下端分布在图 41 的 185 所示的区域上。画面上下端的与菲涅尔板对应的 P-波意味着垂直偏振波。

15 因此,可以认为,按照光学原理,通过将屏幕入射光的偏振波方向限定在垂直方向,能减轻上下端部的重影干扰。

以上述实验和考察为基础构成的本发明的一个实施例,示于图 42。在该图中,16'、16、17、3、11、4、5与图 26A 相同。186 是作为本发明主要构成部件的用于将偏振波面旋转 45 度的半波长板,该半波长板配置在  
20 液晶板(3)与屏幕(5)之间。根据该图的 187 所示的偏振波推移原理来说明动作原理。对用于将偏振波面旋转 45 度的半波长板 16'入射的光是垂直偏振波。偏振波片 16 的输出光的偏振波方向为向右 45 度。通过液晶板 3 出射面的偏振光片(图 22 的 20'')后的输出光的偏振波方向为向左 45 度。通过半波长板(186)后的输出光的偏振波方向变成垂直方向。因此,能将入射到屏  
25 幕上的光的偏振波方向限定为垂直偏振波。从而能减轻屏幕上下端部的重影干扰。

本实施例应具有的必要条件,是将入射到屏幕上的光的偏振波方向在实质上限定为垂直方向。图 42 的半波长板(186)的使用,只是在本特殊实施例中用于满足上述必要条件的一个充分条件。其原因在于,例如,假定输入到液  
30 晶板(3)上的光为水平偏振波,而且由于将其输出光限定为垂直偏振波,就可以去掉半波长板 16'、186 而实现作为本实施例目的的减轻屏幕上下端部的重影干扰,而且,这种结构可以作为本发明的本实例的容易作到的变形

之一。

另外,通过在图 33 所示的黑条纹式屏幕的菲涅尔板与黑条纹板之间设定和配置使其光各向异性轴倾斜  $45^\circ$  方向的半波长板,可以将出射光的偏振波方向变换为水平方向。即,该半波长板起到偏振波水平化装置的作用。按照这种方式,根据在图 41 中说明过的原理,能够减少黑条纹板入射出射面的光反射损失。因此,能扩大左右方向的视角,并扩大本发明的可应用的领域。上述偏振波水平化装置也可在黑条纹板的光出射侧整体接合形成。

在图 43 的虚线 190 内示出在图 21 中已说明过的 3 基色 3 方向化装置 (13、14、15) 的变形例。在该图中,12、16、17、3、20 已经作过说明。191 是绕射光栅板、192 是反射镜。其详细结构及原理示于图 44。

191' 是绕射光栅面,绕射光栅的排列周期为  $p$ , 调制深度为  $h$ 。193 是正绕射一次光,194 负绕射一次光。有关的数值表达式如下。

$$h \doteq \frac{0.5 \lambda_G}{n-1} = \lambda_G \quad \dots(23)$$

$$\lambda_G \doteq 0.535 \mu m, \quad \alpha \doteq 45^\circ (20^\circ - 55^\circ)$$
$$n \doteq 1.5$$

$$p = \frac{\lambda_G}{\sin \alpha} \quad \dots(24)$$

$$\doteq 0.76 \mu m (\alpha = 45^\circ)$$

$$\omega = \sin^{-1} \frac{\lambda_R}{p} - \sin^{-1} \frac{\lambda_G}{p} \quad \dots(25)$$

$$\doteq \frac{\lambda_R - \lambda_B}{2P} \times \frac{1}{\sqrt{1 - (\lambda_G/p)^2}}$$



$$\begin{aligned} & \lambda_R - \lambda_B \\ = & \frac{\quad}{2 \lambda_G} \tan \alpha \quad \dots(26) \end{aligned}$$

5

$$\cong 0.15 \tan \alpha \cong 8.6^\circ$$

$$\lambda_R \cong 0.61 \mu\text{m}, \lambda_B \cong 0.45 \mu\text{m},$$

10 在上式中,  $n$  是绕射板的折射率(约 1.5),  $\alpha$  是绿色绕射一次光的绕射角,  $\lambda_R$ 、 $\lambda_G$ 、 $\lambda_B$  分别为红、绿、蓝的波长。

式(23)是用于消除绕射板(191)的输出零次光的条件。

式(24)表示一次光的绕射角( $\alpha$ )与绕射光栅排列周期( $p$ )的关系。式(26)表示 2 色间角度( $\omega$ )与绕射角( $\alpha$ )的关系。在图 45 中将其曲线化。从图 44 15 可知, 正绕射一次光和负绕射一次光, 以入射光方向为轴彼此成镜象关系。因此, 通过将反射镜(192)配置成与入射光方向平行, 可使反射镜(192)的出射光(195)与正绕射一次光(193)平行。即, 反射镜(192)反射输入负绕射一次光, 从而将其变换成与正绕射一次光平行的输出光。图 45 的斜线部示出本发明的有效范围, 根据式(24), 这相当于绕射光栅排列周期( $p$ )在  $1.6 \mu\text{m}$  以下( $\alpha$  20  $\geq 20^\circ$ )、 $0.65 \mu\text{m}$  以上( $\alpha \leq 55^\circ$ )。其原因是, 如超出该范围, 则 2 色间角度( $\omega$ )将变得过小或过大。如按照本结构, 则与图 21 的结构相比, 能使装置更加小型化、廉价化。

25 本发明人曾在 JP-A-5-257114 号的图 12 中提出过利用绕射光栅的方案。但是, 在该方案中, 仅利用正绕射一次光而没有利用负绕射一次光。因此, 如按照图 43、44 示出的本发明, 与 JP-A-5-257114 号相比, 可以提高光利用效率。

30 在图 52 中示出图 43 的一种变形例。在该图中, 虚线 190' 内部为 3 基色 3 方向化装置。在图 43 中采用的是光透射式绕射光栅板, 与此不同, 在 52 中采用反射式的绕射光栅板 38。38' 是绕射反射面。在本例中, 用于消除零次光的条件, 不再是式(23), 而是采用绕射光栅深度:  $h = \lambda_G/4$ 。这在提供 180 度相位差的物理意义上与式(23)相同。因此, 式(24)~(26)可不作任何改变地使用。因而动作原理也是同样的。

在图 53 中示出另一个变形例。在该图中, 39 是对绕射反射面(38')进行防尘等保护用的透明覆盖层。当覆盖层介质的折射率为  $n$  时, 绕射光栅深度为  $h' = \lambda_c / 4n$ , 与前例相比, 可以浅一些。因此, 其制造更加容易了。

另外, 在图 46 中示出另一个变形例。在该图中, 191'、196、197 是本结构的主要部件, 其详细情况示于图 47。198 是用于提高颜色纯度的中间色衰减用滤光器, 可将光源中所含水银发出的橙色等成分衰减。具体地说, 可使用熟知的多层干涉膜滤光器或着色树脂滤光器。在图 47 中, 191' 已说明过, 用于将 3 基色光 6 方向化。197 是棱镜组。

棱镜角( $\beta$ )的大小, 选定为蓝色正和负绕射一次光之间的角度( $2\alpha'$ )以下。进一步选定棱镜角( $\beta$ ), 使出射的蓝色正负彼此平行。因此, 可将 196 称作 3 基色 5 方向化装置。

图 46、47 中的液晶板装置(3)的象素(20)的排列为 RGBG、RGBG、RGBG。微粒透镜板(17)的排列周期, 设定为等于 RGBG1 区间的宽度。微粒透镜板的厚度选定为与微粒透镜板的焦点距离近似相等。(但是, 在图中是压缩表示的。)按照这种方式, 可将具有 5 方向的输入光(蓝:1 方向, 红:2 方向, 绿:2 方向)分别导向 R、G、B、G、R 的象素位置。在图 47 中, 棱镜组(197)的排列周期, 不一定与微粒透镜板的一致, 可任意选定(约 1mm ~ 0.1mm)。其原因是, 通过设定棱镜组(197)与微粒透镜板间的距离, 可以很容易地消除两者之间的网纹干扰。

如按照图 46 的结构, 则除了上述的提高光利用率的效果外, 可进一步获得使象素排列图形与视觉心理协调匹配的效果。如所周知, 绿色可提供最大的细部分辨能力。因此, 上述的使绿色象素数为红色、蓝色各象素数的 2 倍的结构, 在视觉心理上具有最理想的性质。

另外, 应注意到, 图 47 的结构不是用棱镜(197)进行颜色的分解。在本结构中, 颜色的分解是用绕射光栅(191')完成的。因此, 棱镜(197)仅对光进行折射。以上结束对图 46、47 的说明。

另外, 作为上例的变形, 也可以将象素排列为(RGBBGR), 可以使图 47 的蓝色正和负绕射一次光彼此不平行, 而是在两者之间设定集中角  $\omega$ 。这称为 3 基色 6 方向化、6 方向 6 位置化。

以下, 说明图 21、43、46 中的液晶板装置(3)入射侧的薄玻璃板的形成法。

在图 48 中, 198 是现有的液晶板装置, 3 是本发明的液晶板装置, 20 是象素

列,  $T_2$  是入射侧玻璃板厚度,  $T_3$  是出射侧玻璃板厚度。在现有技术中, 当对角尺寸为 10 英寸时,  $T_2$  和  $T_3$  相等, 且约为 1mm。采用更薄的玻璃板, 由于图象精度不够及因局部温度分布异常引起的变形等, 所以被认为是不适当的。

5 本发明的液晶板装置(3)的入射侧、出射侧玻璃板的厚度  $T_2$ 、 $T_3$  的具体例为大约 0.2mm 及 1mm。以下, 简略说明形成步骤。

(1) 在出射侧玻璃板的光入射侧, 与现有技术相同, 形成配线图形、TFT、用于保持电荷用的电容器及配光膜。

(2) 对输入侧玻璃板进行在安装时提供均匀分布加载状贴紧力的预退火, 预退火形状在后文中说明。

10 (3) 在入射侧玻璃板的光出射侧, 与现有技术相同, 形成透明导电膜(ITO)及配光膜。

(4) 在出射侧玻璃板的 TFT 侧的表面上均匀分布球形间隔颗粒(几  $\mu$  m 直径)。在四周边缘部形成堤状密封。

(5) 将入射侧玻璃板重叠在出射侧玻璃板上。

15 (6) 在两片玻璃之间的间隙内注入液晶并密封。

在上述形成步骤内仅第(2)项的预退火与现有技术不同。以下, 对预退火进行说明。

在图 49 中示出易于理解的原理。在该图中, 199 表示在无重力状态下的平板。200 表示当在平板 199 上作用有重力时因自重而发生挠曲的情况。

20 201 是经预退火后的板在无重力状态下的形状。202 表示当在预退火后的板 201 上有适当的重力作用时变成平板的情况。

即使在有重力作用的状态下, 为使薄板具有向上的贴紧力, 必须进行更强的预退火。以下, 用数值表达式给出其条件。

25 按照材料力学, 薄板的曲率  $\theta_1$  与加载的面积密度  $F_2$  之间具有下式的关系。

$$D \Delta \theta_1 = F_2 \quad \dots(27)$$

$$30 \quad D = \frac{Et^3}{12(1 - k^2)} \quad \dots(28)$$

D: 刚性率

$\Delta$ : 拉普拉斯算子

E: 杨氏弹性模量

t: 板厚

5 k: 泊松比

在玻璃材料中,

$$10 \quad \frac{E}{1 - k^2} \doteq 7Mg/(mm)^2 \quad \dots(29)$$

由于预退火只在一维方向(通常是短边方向)上使板挠曲, 所以沿该一维方向测得的沿面坐标如假定为 S, 则式(27)中的  $\Delta \theta_1$  变为  $\theta_1''$ .

$$15 \quad D \theta_1'' = F_2$$

$$\theta_1'' \equiv \frac{d^2 \theta_1(s)}{(ds)^2} \quad \dots(30)$$

20

在重力作用下也能提供贴紧力的条件, 由下式给出.

$$F_2 \geq m_3 t \quad \dots(31)$$

$$m_3 \doteq 2.5g/(cm)^3$$

对式(30)的微分方程式求解后可得下式.

25

$$\theta_1 = \frac{F_2}{2D} (s^2 - b^2) \quad \dots(32)$$

30

式中,

$$b = (\text{短边宽度})/2$$



$$\frac{F_2}{2D} \gg \frac{12(1 - k^2)}{2Et^3} m^3 t$$

$$= \frac{6m_3(1 - k^2)}{Et^2} \quad \dots(33)$$

5

10

$$\approx 2.1 \times 10^{-3} (\text{mm})^{-3}$$

当采用图 49 中附记的高斯复数坐标  $(X, jy) = Z$  时, 曲率  $\theta_1$  变为下式。

$$z \equiv (x, jy)$$

15

$$\frac{d^2z}{(ds)^2} = j \theta_1 \frac{dz}{ds} \quad \dots(34)$$

20

$$\frac{d(\ln \frac{dz}{ds})}{dS} = j \theta_1 \quad \dots(35)$$

25

$$= j \frac{F_2}{2D} (s^2 - b^2)$$

30

$$\therefore \ln \frac{dz}{ds} = j \frac{F_2}{2D} \left( \frac{s^3}{3} - b^2 s \right)$$



$$\therefore z = \exp\left\{j \frac{F_2}{2D} \left( \frac{s^3}{3} - b^2 s \right)\right\} ds \quad \dots(36)$$

5                     $F_2$   
       若,  $\frac{\quad}{2D} \quad b^3 \ll 1$ , 则

$$10 \quad z = \left\{ s, j \frac{F_2}{2D} \left( \frac{s^4}{12} - \frac{b^2 s^2}{2} \right) \right\} \quad \dots(37)$$

15        将用数值积分法对式(36)进行计算机计算的结果表示为曲线后,示于图50。式(36)是复数,根据上述定义,仅以曲线表示出以  $x$  为其实部、以  $y$  为虚部的右半部分。

      由以上说明可知,通过对薄板进行预退火使由对薄板曲率的一维沿面坐标( $s$ )的2次微分决定的贴紧压力大于薄板的自重,从而实现在液晶板装置的象素形成部上始终能稳定地提供贴紧压力。本制造方法尤其是能有效地应用于对角尺寸超过15英寸的大型液晶板。

20        在图51中示出两面微粒透镜板17的构成材质。在该图中,203是约0.5~2mm厚的玻璃基体材料,204、205是丙烯类等紫外线硬化树脂,在玻璃基体材料(203)的表面上形成,其厚度通常约在0.1mm以内。因此,作为两面微粒透镜板整体的在该图左右方向上的线膨胀率与玻璃基体材料的线膨胀率近似一致,因而与液晶板装置的线膨胀率一致。两面微粒透镜板的4边端部  
 25 (上下端和左右端)粘结固定于液晶板装置(3)。

      因此,微粒透镜板的排列相位及液晶板装置(3)内的象素排列相位对温度变化实际上可保持不变。此外,作为将上述4边端部粘结的代替方法,也可在液晶板和两面微粒透镜板之间的空间内充填其折射率小于微粒透镜板介质的折射率的介质(例如硅树脂)从而使整个表面接合。

30        在图51中,如假定基体材料203用树脂材料构成,则与液晶板装置之间将产生约70ppm/°C的线膨胀率差。因此,由14°C的温度变化就会产生0.1%的伸缩差(每侧的板尺寸为100mm时该差值为0.1mm)。这个值已接近象素



的尺寸,所以使屏面左右端的色调完全异常。

即,通过使微粒透镜板(17)的基体材料与液晶板装置(3)以同样的玻璃材料构成,可将色调随温度变化而发生的变化防止于未然。

5 如上所述的本发明的第 1 实施例,属于相对于光轴旋转对称的光学系统。其形状失配损失虽比现有技术有相当大的改进,但仍有一些失配损失。用于将该形状失配损失进一步减小以使光利用率提高的准直器的变形例的基本结构示于图 54。

10 在图 54 中,1 是光源,3 是液晶板。为便于说明,根据以光源为原点按纬度、经度东西南北定义的极坐标系进行说明。501 是配置在西半球的球面状光反射装置,502 是第 1 方向光偏转装置,503 是第 2 方向光偏转装置。502、503 形成本变形例的准直器装置。504 只是省略符号。

15 在该图中,球面状光反射装置(501)的作用是使从光源(1) 发射到西半球的光返回光源(1),再向东半球发射。第 1 方向光偏转装置(502)的作用是使光向纬度减低方向偏转。第 2 方向光偏转装置(503)的作用是使光向经度扩展减低方向偏转。借助于该第 1 方向光偏转装置及该第 2 方向光偏转装置的作用,能使其输出光的断面成为大致的长方形形状。因此,能够消除现有技术的长宽比失配损失,因而能提高光利用率。

20 在图 55 中示出上述基本结构的具体例之一。该图的上半部分(A)是正剖面图,下半部分是立剖面图、即赤道剖面图。在该图中,1 是光源,11 是其杆部,3 是液晶板,501 是配置在西半球的球面状光反射装置,502 是配置在东半球的半圆筒状的第 1 方向光偏转装置,503 是配置在东半球的第 2 方向光偏转装置。504 是省略符号。503 由以 503-1、503-2、503-3、503-2'、503-3'表示的各平板状线性菲涅尔板构成。第 1 方向光偏转装置(502),如图所示,是在其外表面侧形成线性菲涅尔面(502-1)的半圆筒状菲涅尔板。该圆筒形状可以很容易地通过将预先制成平板状的薄平板状菲涅尔板按圆筒状进行退火来实现。或者,可以通过将平板状菲涅尔板粘结在另外制造的坚固的透明半圆筒体外表面上形成。

30 以上结束对图 55A、55B 的结构说明,接着说明其作用。在该图中,从光源(1)辐射的带箭头的实线表示光线的路径。角  $\theta$  是表示光发射方向的纬度分量, $h$  是液晶板(3)上的纬度方向距离坐标,角  $\phi$  是表示光发射方向的经度分量, $k$  是液晶板(3) 上的经度方向距离坐标。

第 1 方向光偏转装置(502),如图所示使光向纬度减低的方向折射偏转。

这时,如选定第 1 方向光偏转装置(502)的偏转角使其满足下式,则在纬度方向能使液晶板(3)入射面的照度得到改善,使其比该装置(502)的入射面的照度更加均匀。其理由是以点光源为中心测得的立体角与纬度( $\theta$ )的正弦成比例。(注:在所谓的麦卡托投影图法中,由于用 $\theta$ 代替式(38)的右边,所以北极、南极附近的面被不适当地扩大了。)

$$h(\theta) \propto \sin \theta \quad \dots(38)$$

式中, $\theta$  是纬度, $h$  是液晶板(3)上的纬度方向距离坐标。

以上结束对第 1 方向光偏转装置(502)的说明,接着说明第 2 方向光偏转装置(503)。因图 55 的立剖面图上下对称,所以只说明上半部分。第 2 方向光偏转装置(503),如图所示,使光向经度扩展减低方向折射偏转。这时,应设定偏转角,使各菲涅尔板 503-1、503-2'、503-3'的偏转角之和满足下式。

$$k(\phi) \propto \phi \quad \dots(39)$$

式中, $\phi$  是经度, $k$  是液晶板(3)上的经度方向距离坐标。

上式的根据是,光源的光发射特性在经度方向上一般是接近旋转对称的。

如该图所示,使菲涅尔板 503-2'、503-3'彼此为镜面对称形,是简明的设计方法。即设定为,使入射到菲涅尔板(503-2')的各位置上的光沿菲涅尔板面的法线方向平行出射,变成对菲涅尔板(503-3')的入射光,再使其出射光向以 1'所示的方向(图中以虚线表示)出射。(菲涅尔透镜的棱镜角的设计公式已在式(17)中说明。)在图 55B 中,点 1'是位于相对于菲涅尔板(503-2'/3')与光源(1)成镜面对称位置的点。

作为菲涅尔板的材质,阿贝数大的、即颜色象差小的异丁烯树脂是适当的。菲涅尔板(503-1)的对应部分接受上述出射光,并使光向液晶板(3)的方向折射偏转,以保持式(39)大体成立。

以上结束对图 55A、55B 的基本原理、作用、构成法的说明,其次说明有关的补充部分。

在图 55A 的正剖面图中,为避免在图的外观上不必要的复杂性,省去了菲涅尔板(503-2、2'、503-3、3')的图示。

在图 55B 中,为满足式(39)的  $k - \phi$  关系,在区间 D 中在经度方向上对光线进行了若干倾斜校正。为了不进行这种倾斜校正,只须使菲涅尔板(503-1)不作成平板状而是曲面板状(503-1'的虚线)即可。即,可以配置成使曲面板(503-1')的光入射坐标满足式(39)。为此,只需构成使该曲面板的二维坐标值



与 $(\phi \cot \phi, \phi)$ 成比例的形状即可。另外,也可以使该曲面板的形状近似于折线状。按照这种方式,可廉价、且简易地构成。

在图 55A 中,配置在南北端的 505、505' 是半圆环状的光反射装置。

为避免图示的不必要的复杂性,只将该 505/505' 表示在正剖面图(A)侧。

5 该 505/505' 用于使向南北两极方向发射的光的方向纬度反转并使其得到有效的利用。该 505/505' 在结构上可在半圆筒(502)的内侧筒面或南北端侧表面上靠近(或粘结于)半圆筒(502)。

10 506-1、-2、-3、-4 是沿各个光路的外缘配置的导光壁装置,可使用镜面或方向调整器壁面。该导光壁的作用是防止液晶板(3)周边部的照度低于其中央部的照度。该方向调整器式导光壁装置,采用了后文所述的图 62 的方向调整器的原理,所以将在后文另作说明。

15 在菲涅尔板(503-1)和液晶板(3)之间的距离(D)与液晶板(3)的尺寸相比非常小的应用例中,为使对液晶板(3)的入射光平行化,在液晶板(3)的光入射侧另外增加透镜装置是有效的。或者,利用该透镜装置使光与配置在液晶板(3)出射侧的投影透镜装置的入射光瞳的方向平行,也是有效的。

在 D 的值等于或大于液晶板(3)的尺寸的情况下,没有必要增加这样的透镜装置。其原因是对液晶板(3)的入射光已经足够平行了。

20 在图 55B 中,液晶板(3)的经度方向尺寸(X)对纬度方向尺寸(Y)之比、即长宽比约等于 2。因此,使前者与屏面的横向宽度(水平宽度)相对应,使后者与屏面的纵向宽度(垂直宽度)相对应,可适用于通常的用途。

如假定该长宽比的值为 K,则在图 55A、55B 的配置例中,由下式给出。

$$25 \quad K = \frac{4D_{503}}{2D_{502} \tan \theta_M} \quad \dots(40)$$

式中,  $D_{503}$ :光源(1)与菲涅尔板(503-1)之间的距离

$D_{502}$ :光源(1)与第 1 方向光偏转装置(502)之间的距离

30  $\theta_M$ :最大纬度角(参照图 55)

$$K' = \frac{D_{503}}{D_{502} \tan \theta_M} \dots(41')$$

使用光束分离器时

5

因此,为了进一步增大 K 值,将比值  $D_{503}/D_{502}$  加大即可。

反之,为了减小 K 值,有两种方法。第 1 种方法示于图 56。在该图中,1、3、11、501、503、502、504 已如上所述。在本图中,在使南北端光线(508-1、508-2)发散这一点上与图 55 不同。按照这种方式,与行进距离(D)相对应,可以使其纵向宽度(Y) 进一步增大,因此,能使长宽比更小。507 是平行校正用的线性菲涅尔板。当 D 值与液晶板(3)的尺寸相比足够大时,可将该板(507)省略。在本例中,也满足上述式(38)的  $h \sim \theta$  的关系,这对液晶板(3)面照度均匀化的改进是有效的。以上结束对图 56 的说明。

15 在图 56 中,利用了区间 D 的纬度方向的扩大,但反之也可在区间 D 上利用经度方向的缩小。为此,在菲涅尔板(503-1)的出射侧按镜面对称形式增加一个具有不同放大率的菲涅尔板即可。

用于减小长宽比的第 2 种方法是采用偏振光束分离器及反射镜使南北宽度(纵向宽度)增加约 2 倍的方法。说明该方法的图,另外一起示于图 62 中。在这种情况下,因长宽比减小一半,所以变成式(40')的  $K'$ 。

20 以上结束对图 55A、55B 的补充部分的说明。

其次,在图 57A、57B 中示出图 55A、55B 所示准直器的局部变形例。图 57A、57B 与图 55A、55B 的不同点仅在于 502'及 503'-1,其他若干部分的表示省略,但基本上是相同的。502'是第 1 方向光偏转装置,为非球面的半圆环状。503'-1 是形成第 2 方向光偏转装置 503'的一部分的非球面柱状透镜。h 与  $\theta$  的关系及 k 与  $\phi$  的关系如上述的式(38)、(39)所示。因此,其动作原理也相同。但在本例中,遗憾的是半圆环状光反射装置(图 55A 的 505/505')不能发挥其效果。以上结束对图 57 的说明。

图 55A、55B 因菲涅尔板的重量轻,所以适用于尺寸较大的光学系统,图 57A、57B 适用于尺寸较小的光学系统。

30 在图 57A、57B 中,液晶板(3)入射面的光发散角(纬度方向为  $\pm \varepsilon_y$ , 经度方向为  $\pm \varepsilon_x$ ),由下式给出。其理由是根据与式(9)、(9')有关的原理。

$$\begin{aligned} \sin \varepsilon_x \doteq \varepsilon_x &\doteq \frac{\pi a \cos \theta}{X} \\ \sin \varepsilon_y \doteq \varepsilon_y &\doteq \frac{2a \cos \theta_M}{Y \cos \theta} \end{aligned} \quad \dots(41)$$

5 式中,  $a$  为光源(1)的发光部半径  
 10  $X$ 、 $Y$ 、 $\theta_M$ 、 $\theta$  如图 57 所示。

从上式中所含因子  $\cos \theta$  可知, 与赤道附近( $\theta \approx 0$ )相比, 随着纬度的增加,  $\varepsilon_x$  减小, 而  $\varepsilon_y$  增加。因此, 当利用界限的纬度( $\theta_M$ )为  $45^\circ$  时, 可将  $\varepsilon_y$  的增加比限制在大约 1.42 以内。以上结束对发散角的说明。

15 发散角的具体数值如下所示。当光源半径  $a$  为 1.5mm、式(41) 的宽度  $X$  的值为 270mm 时, 在  $\theta=0$  的情况下,  $\varepsilon_x$  的值为 0.017rad(相当于  $\pm 1$  度)。而当  $Y$  的值为 110mm、且  $\theta_M$  的值为  $45^\circ$  时,  $\varepsilon_y$  的值为 0.019rad。即, 可以得到平行性极为良好的准直器输出。当采用式(9)、(9')求取菲涅尔透镜的输出发散角时, 应注意以下事项。即, 必须注意到, 不是菲涅尔透镜出射面的宏观面积, 而是微观实际出射面积的总和。即由于后者小于前者, 所以发散角变得更大。如果注意到这种情况, 则很容易用菲涅尔透镜构成适用的准直器。从以上说明可知, 式(9)、(9')即使在包含菲涅尔透镜的光学系统中也能适用, 所以应用范围很宽。

25 其次, 在图 58(赤道剖面图)中示出图 54 的另一种变形例。

图 58 与图 55 的不同点仅在于第 2 方向光偏转装置 503''的各构成部件, 其他则相同。菲涅尔板 503''-1、菲涅尔板对 503''-2/3 及 503''-2'/3', 是将图 55 中的对应部件稍加修改后形成的。主要不同点是增加了以 503''-4 及 503''-4' 表示的弧形筒状光反射装置。该弧形筒状光反射装置的弯弧, 在本例中是以光源 1 及其象 1' 为焦点的椭圆弧。与图 55 相同, 设定第 2 方向光偏转装置(503'')的偏转角, 以便能基本满足式(39) 的  $\phi \sim k$  关系。因此, 能改善对液晶板(3)的入射照度, 使其均匀化。以上结束对图 58 的结构及作用的说

明,接着说明变形例。

在图 58 中,行进距离  $D$  与液晶板的尺寸相比足够大时,也可只用菲涅尔板 (503''-1) 的经度正负约 30 度以内的部分,而将其余部分删除。在这种情况下,不是使菲涅尔板对 503''-2/3 及 2'/3', 弧形筒状光反射装置 503''-4 及 4' 的出射光射向象位置 1', 而是直接向液晶板(3)的方向出射。当然,这时通过满足上述的式(39)的  $\phi - k$  关系仍能改善液晶板入射面照度,使其均匀化。

输出光量大的光源一般将附带产生大量的热。用于改善光源的散热的本发明的实施例,示于图 59A、59B。在该图中,上半部分的图 59A 是正剖面图,下半部分的图 59B 是赤道剖面图。

10 在图 59A、59B 中,1 是光源,11 是光源的杆部,501 是配置在西半球的半球状光反射装置,501'、501''是与 501 整体形成的南北端的半筒部,510 是配置在东半球的半球状光透射装置,用于使可见光透过并吸收或反射红外线中的至少一部分。510'、510''是与 510 整体形成的南北端半筒部。511、511'是送风器。

15 在半球状光反射装置(501)的南北端高纬度区域(半筒 501'、501''、510'、510''的内侧),形成空气流通用开孔装置,并能沿直线看到光源装置(1)。因此,能使空气高效率地流通。因而能高效率地对从光源(1)产生的热量进行散热。

以上结束对图 59 的基本结构及工作的说明,其次,说明有关的补充事项。

20 在图 59 中,建议在形成半球状光反射装置(501)时主要使其用于反射可见光,并使红外线通过。这种特性可以通过以多层形式形成众所周知的折射率不同的电介质薄膜,作为所谓的冷反射镜实现。通过冷反射镜(501)、冷滤光器(510)及送风器(511、511')的配合作用,可以在东半球高效率地抽出有用可见光成分作为其输出。

25 冷反射镜(501)及冷滤光器(510)也可整体形成。按照这种方式,可以使结构简单化。

以上结束对图 59 的说明。

用于改善散热的变形例示于图 60。

30 在图 60 中,代替图 59 的半球状冷滤光器(510),采用半筒状冷滤光器(513)。其他与图 59 相同,因此为图示的简单化将其省略。

在图 60 中,513、513'是联结用支承构件。514、514'是螺钉,仅标记在正剖面图中,在赤道剖面图中省略。利用联结用支承构件(513、513')及螺钉

(514、514'),可以联结和支承冷反射镜(501)及半筒状冷滤光器(512)。当然,该支承方式也能适用于图 59。

半筒状冷滤光器与送风通路平行。因此,与图 59 相比,能以更高的效率进行散热。

5 作为冷滤光器(512)的材质,可以使用所谓吸热玻璃材料或在一般的玻璃材料表面上形成红外光反射膜的材料。作为后者的例,可使用多层膜形式或 ITO(铟/锡氧化物)膜。

10 当应用于输出光量大的用途时用于防止冷滤光器(512)的热应力破坏的变形例示于图 61。该图是冷滤光器的赤道剖面图,512-1、512-2、512-3 分别为细长的平板状冷滤光器构件。如图所示,这些构件排列成近似半筒的多角形状。在以 515、516 表示的相互接合面处,由于容许彼此独立的自由热应力变形,所以能防止热应力破坏。

以上说明的冷反射镜(501)及冷滤光器(512),作为一般名称,分别称为光反射装置、光透射装置。

15 其次,在图 62 的一部分中示出前面约定过的将在后文说明的与图 55、式(40)有关的减小长宽比的第 2 种方法。

20 图 62 是斜视图,相当于在本发明投影式液晶显示器的上述(图 54 ~ 61)准直器装置后面的部分。在该图中,为使图示简单化,将各种薄板状构件的厚度的表示省略。此外,还包含着这种情况,即将邻接配置的多个薄板状构件的断面合并在一起用单一的实线表示。沿光的行进路径说明该图的结构及作用。

1 是光源。将上述图 55 的半球状光反射装置(501)配置在光源(1)的西半球。但是,在该图中为避免表示的复杂化而省略了。同样,冷滤光器(图 60 中的 512)在图示中也被省略了。502 是上述第 1 方向光偏转装置,用于使光向纬度减低方向偏转(参看图 55)。503-1、503-2/503-3、503-2'/503-3',是上述第 2 方向光偏转装置的部件,用于使光向经度扩展减低方向偏转(参照图 55)。因此,在菲涅尔板(503-1)的输出可得到基本上平行的光。520 是本发明人提出并命名为方向调整器的装置,其目的是除去未经平行校正的有害寄生光。其结构简单,将黑色的、其表面平滑的多块长方形板按栅架形式彼此平行排列。其原理基于这样的性质,即,从法线方向观察看上去呈黑色状,如从切线方向(入射角约  $85^\circ$  以上)观察则象反射镜一样反射光。一般,在折射率为  $n$  的板与空气的界面处的反射率,对 P 波、S 波分别由下式给出。

30

$$R_p = \frac{\tan^2(\alpha_n - \alpha_1)}{\tan^2(\alpha_n + \alpha_1)} \quad \dots(42)$$

$$R_s = \frac{\sin^2(\alpha_n - \alpha_1)}{\sin^2(\alpha_n + \alpha_1)}$$

式中,

10  $R_p$ : P 波反射率

$R_s$ : S 波反射率

$\alpha_1$ : 空气侧入射角

$\alpha_n$ : 板介质侧出射角

$$15 \quad n \sin \alpha_n = \sin \alpha_1 \quad \dots(43)$$

(斯内尔折射定律)

在  $\alpha_1$  十分近似  $0.5 \pi$  的情况下,可代替  $\alpha_1$  用其余角  $\theta (0.5 \pi - \alpha_1)$  求得近似解,并由式(42)、(43)得到下式。

$$20 \quad \ln R_p \doteq \frac{-n^2 4 \theta}{\sqrt{n^2 - 1}}, \quad \ln R_s \doteq \frac{-4 \theta}{\sqrt{n^2 - 1}} \quad \dots(44)$$

25  $\therefore$  当  $n \doteq 1.5$  时,

$$\ln R_p \doteq -8 \theta, \quad \ln R_s \doteq -3.6 \theta$$

$$\therefore 20 \log R_p \doteq -70 \theta \quad [\text{dB}]$$

$$30 \quad 20 \log R_s \doteq -31 \theta \quad [\text{dB}] \quad \dots(45)$$

如假定方向调整器板的排列间隔为  $d$ 、方向调整器板的长度即行进距离

为  $l$ , 则经度倾斜度为  $\theta$  radian 的光在方向调整器中平均反射系数等于  $l\theta/d$ 。每一次反射将带来式(44)所示的衰减。因此,总衰减量  $G_p(\theta)$ 、 $G_s(\theta)$  由下式给出。

$$\begin{aligned}
 G_p(\theta) &\doteq 70 \theta l \theta / d = \frac{70l}{d} \theta^2 \text{ [dB]} \\
 G_s(\theta) &\doteq 31 \theta l \theta / d = \frac{31l}{d} \theta^2 \text{ [dB]}
 \end{aligned}
 \tag{46}$$

$\therefore$  当  $d = 6\text{mm}$ 、 $l = 100\text{mm}$  时,

$$\begin{aligned}
 G_p(\theta) &\doteq 1170 \theta^2 \text{ [dB]} \\
 G_s(\theta) &\doteq 520 \theta^2 \text{ [dB]}
 \end{aligned}
 \tag{47}$$

$\theta$  : [rad]

在图 63 中描绘出上述式(47)。从该图可以看出,在式(47)的数值例中,可将经度约  $0.1\text{rad}$  以上的有害寄生光成分衰减到  $0.5$  倍以下。

为除去大经度有害光,也可将方向调整器的排列方向构成纵向榭架形状。

在本实施例中,为防止随后的 3 基色 3 方向化装置(与图 13、14、15、...22 中已说明过的相同)中的 3 基色间的交叉干扰、即颜色纯度恶化故障,可选定为除去大经度有害光的方向(水平榭架形状)。另外,方向调整器板不一定是完全的黑色,可以用其光透射率约  $50\%$  以下的半透明板代用。

以上结束对本发明的方向调整器(520)的说明。

上述方向调整器的原理也可以有效地应用于上述图 55 的导光壁装置(506-1、-2、-3、-4)。即,可在导光壁装置中采用其表面平滑的黑色或半透明状的平板装置。其原因是,按照这种方式,根据式(45)可仅对平行校正良好

的有效光进行反射和导光, 而将平行校正不充分的有害寄生光( $\theta$  值约 0.1rad 以上的光)吸收并除去。此外,通过构成半透明式的导光壁,可以从外部观察光路箱内部的光传播状态,所以具有易于发现光学系统异常、且能高效率地完成最佳调整的优点。以上结束对本发明的方向调整器式导光壁装置(参照图 55 中的 506-1、-2、-3、-4)的说明。在图 62 各单元的上下及左右各内壁上采用着上述方向调整器式导光壁装置。但是,在箱 521 的光路壁上,在其内壁部采用其折射率小于箱内液体折射率的透明材质,利用所谓的光的全反射现象进行导光。

在图 62 中,521 是用于偏振光分离器的液体封入箱。在箱内的液体中,插入偏振光分离器(21')、半波长相位差板(22')及镜(23')。关于 21'~ 23'的作用已如图 28 所述。在该图 62 中,为便于图示,仅将 P 波、S 波光线的箭头标记在最上部。从该图可以看出,利用 21'及 23''的作用,能将长宽比  $K$ (式 40)减小一半。

在液体中,沿着箱(521)的入射侧壁,还插入 522、523。522 是 0.25 波长相位差板,配置成使其光各向异性轴从南北方向(以东西轴为轴)倾斜  $45^\circ$ 。按照这种方式,可以使由上述第 1/第 2 方向光偏转装置引起的入射光偏向南北方向的偏振波面变成圆偏振波并均匀化。这种方式还能防止对再生图象上的灰度均匀化的损害。

与 522 设置在一起的 523 是用于改善颜色纯度的多层膜滤光板。该滤光板(523)通过反射金属卤化物光源(1)发光光谱中的橙色成分来阻止该橙色成分。按照这种方式,尤其能改善红基色及绿基色的颜色纯度。

以上结束对箱(521)内的说明。

如所周知,所谓 P 波是指光波的电场分量方向与包含该入射出射光行进方向向量的平面平行的分量。所谓 S 波是指光波的电场分量方向与该平面正交的分量。因此,箱(521)输出的 S 波(参照图 62)意味着其电场方向是垂直方向的分量。如该分量从分色镜(13、14、15)的观点来定义,则是 P 波。因此,在图 62 中就是按这种方式表示的。另外,在本例中,13、14、15 分别为用于反射蓝、绿、红的分色镜。在本发明中,将其合成一个整体,称为 3 基色 3 方向化装置。在各分色镜的表面侧形成多层膜,在背面侧的玻璃板敞露于空气中。

与在图 27、28 中说明过的实施例相比,图 62 所示的实施例在使用 P 波、S 波方面,具有效率极高的优点。其原因是,在图 27、28、62 中反射



镜 23、23' 都使用 S 波反射, 所以根据上述图 41 或式(42)所示的原理, 可获得高效率的反射特性。另一方面, 对于分色镜, 在图 27、28 中, 由于是 S 波, 所以在玻璃基板的背面产生约 5% 以上的未分色的有害反射。在图 62 中, 由于是 P 波, 所以能将该有害反射减小到 1% 以下(参照图 41)。从以上说明可知, 图 62 所示的结构, 偏振光束分离器用反射镜(23') 按使用 S 波构成, 而 3 基色 3 方向化装置用分色镜(13、14、15) 按使用 P 波构成, 从而具有能提高光的利用的固有的优点。

接在后面的 16'、16、17'、17、3、11 与在图 25 及 26 说明过的相同。这些部件合在一起称为液晶板组(530)。4 是投影透镜, 4' 是安放该透镜的筒。由 3 基色 3 方向化装置(13、14、15) 反射的光输入到液晶板组(530), 其输出光再经投影透镜 4 传送到后面的黑条纹式屏幕。在屏幕上形成优美的大图象。以上结束对图 62 的基本说明。当使用有效对角长度 33cm 的液晶板时, 图 62 所示的光学系统的概略尺寸, 除投影透镜部外, 为 50cmW × 50cmD × 30cmH。此外, 分色镜 13、14、15 相互间的角度约为 2 度, 因此, 其输出光相互间的角度约为 4 度。所以使用 F/3.8 左右的值作为投影透镜(4) 的有效 F 值, 能投射大部分的光。

以下, 说明液晶板出射部的若干变形例。图 64 示出液晶板(3) 及其出射部。在该图中, 20 是象素, 531 是熟知的出射侧偏振光片。532 是入射光, 533 是出射光, 534 是有害反射光。在要求大光量输出的应用领域中, 其反射光激励形成象素用的半导体元件, 存在着使再生图象的反差比恶化的问题。该问题可通过如图所示将以 535 表示的 1/4 波长相位板粘结后整体化形成来解决。在粘结整体化时使该 1/4 波长板(535) 的光各向异性轴的方向相对于偏振光片(531) 的光各向异性轴的方向倾斜 45°。按照这种方式, 能使反射光(534) 的偏振波面旋转 90°。(通过光的往复使 1/4 波长板实际上起半波长相位板的作用。) 因此, 可以利用偏振光片(531) 将该反射光(534) 吸收并除去。因而能防止反差比的恶化。以上结束对图 64 的说明。

其次, 在图 65 中示出网纹干扰减低装置的变形例。关于在所谓的黑条纹式屏幕的菲涅尔透镜及微粒透镜板之间发生的网纹干扰, 已在本发明人的 USP4725134 号中详细叙述。用该 USP, 能克服 CRT 投影型的网纹干扰。但是, 在投影式液晶显示器中, 由液晶板的象素排列与屏幕的黑条纹排列之间的干涉产生新的极强的网纹干扰。

在图 65 中, 3 是液晶板, 20 是液晶板的象素, 4 是投影透镜, 5 是黑条纹式屏

幕。

536是透明板,537 是用于减低网纹干扰的至少使光向水平方向发散的平  
平方向光发散装置。透明板(536)也可与上述图 26A 的菲涅尔板(11)共用。

在图 66 中示出其工作原理。在该图中,20 是液晶板的象素,黑圆圈是绿色  
5 用象素,以  $T_p$  表示其排列周期。 537 是水平方向光发散装置,将其微粒透镜  
板的排列周期  $T_L$  选定在绿色用象素间隔周期  $T_p$  以下。 538 是投影透镜的  
共轭面(从屏幕出发反向跟踪光时的板侧成象面...conjugate plane)。  $\varepsilon_1$  是  
入射光的发散角[rad],  $\varepsilon_2$  是该水平方向光发散装置(537)的光发散角  
[rad]。  $t_0$  是象素面与光发散装置(537) 之间的距离。在后文所述的具体例  
10 中,给出  $t_0$  值为 3mm 的情况。  $t_1$  是从象素面到测得的共轭面的距离, $t_2$  是  
从光发散装置到测得的共轭面的距离。 共轭面的位置可以用熟知的投影透镜  
的聚焦调整机构进行微调,另外,根据在屏幕上的位置(中央/周边),具有因投  
影透镜的象面象差引起的若干扩展(约 0.2mm ~ 1mm)。

该图的带箭头实线表示光线的路径。带箭头的虚线以向虚象空间侧外推  
15 的形式表示光发散装置(537)的光发散范围(半值角)。  $T_B$ 是考虑投影透镜(4)  
的倍率而将黑条纹式屏幕(5)的黑条纹排列周期换算到液晶板(3)侧后的  
值。该图的  $D_1$ 、  $D_2$  分别为因发散角  $\varepsilon_1$ 、  $\varepsilon_2$  引起的水平光点尺寸的扩大  
(半值宽度)。  $D_1$ 、  $D_2$  的值依赖共轭面的位置( $t_1$ )。其依赖关系的图形示于  
图 67。在该图中,541、 542 分别为根据在该图中附记的实际数值例计算  
20  $D_1/T_B$ 、  $D_2/T_B$  的值后所得的曲线。 543 是两个值的合计值。  $D_1$ 、  $D_2$  的  
值分别等于  $\varepsilon_1 t_1$ 、  $\varepsilon_2 t_2$ 。

光点尺寸与频率响应的关系,示于下式。

$$\begin{aligned}
 & G_1(f) = S(D_1 f) \\
 & G_2(f) = S(D_2 f) \\
 & S(x) = \frac{\sin \pi x}{\pi x} \\
 & D_1 = \varepsilon_1 t_1, D_2 = \varepsilon_2 t_2
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} G_1(f) = S(D_1 f) \\ G_2(f) = S(D_2 f) \\ S(x) = \frac{\sin \pi x}{\pi x} \\ D_1 = \varepsilon_1 t_1, D_2 = \varepsilon_2 t_2 \end{aligned}} \right\} \dots(48)$$

$$G_{12}(f) = G_1(f) \cdot G_2(f) \quad \dots(49)$$

$$G_{12}(0.5f_P) \geq 0.3, \quad f_P \equiv \frac{1}{T_P} \quad \dots(50)$$

$$G_t(f) = G_1(f) \cdot G_2(f) \cdot G_3(f) \quad \dots(51)$$

$$|G_t(f_B)| \leq 0.01, \quad f_B \equiv \frac{1}{T_B} \quad \dots(52)$$

$$G_3(f_B) < 0.1 \quad \dots(53)$$

$$\therefore G_1(f_B) \cdot G_2(f_B) \leq 0.1 \quad \dots(54)$$

在上式中,  $G_1(f)$ 、 $G_2(f)$  分别为与光点尺寸  $D_1$ 、 $D_2$  的对应的频率响应。这里,  $f$  是空间频率(cycle/mm)。在图 68 中示出了  $S(x)$  的形式。该响应在电工学领域内作为与  $\langle$  形分布对应的 gate spectrum(选通光谱)是众所周知的。 $D_1$ 、 $D_2$  的叠加合成后的频率响应,根据褶积定理,由上式(49)给出。为防止再生图象的散焦,建议满足上式(51)。这里,  $0.5f_P$  是可以按图 66 的象素排列复现的最大信息频率(香农采样定理)。如果还包含投影透镜的频率特性  $G_3(f)$ , 则总的频率特性变成上式(51)。为减低网纹干扰所建议的条件,如上式(52)所示。关于其研讨方法可参照上述的 USP4725134 号。

黑条纹排列频率( $f_B$ )通常设定在液晶板象素排列频率( $f_P$ )的大约 2 倍以上。即相当于上述最大信息频率  $0.5f_P$  的大约 4 倍以上。通常,投影透镜的响应  $G_3(f)$  在频率为  $f_B$  时的值  $G_3(f_B)$ , 约在 0.1 以下。因此,用来满足式(52)条件的条件,如上式(54)所示大致相当于使  $G_{12}(f)$  在 0.1 以下。

在图 67 所示的数值例中,根据以上各式计算  $G_1(f_B)$ 、 $G_2(f_B)$  后所得的结果,示于图 69。在该图中,551 是  $G_1(f_B)$ , 552 是  $G_2(f_B)$ 。图 70 的 553 表示  $G_1(f_B)$  与  $G_2(f_B)$  的积  $G_{12}(f_B)$ 。554 是  $G_{12}(0.5f_P)$ 。

从该图可以看出,可满足上式(50)、(54)的区域为  $t_1$ (象素面~共轭面)值  $0.3 \sim 1.5\text{mm}$ 。即,显示出能够防止图象聚焦的恶化(式 50),而且能减低网纹干扰(式 54)。

在本发明的实际应用中,尤其是在液晶板对角尺寸超过约 15cm 的大型领域中,其特征在于:(1)在液晶板(3)的光出射侧配置菲涅尔板装置,(2)在该菲涅尔板的光入射侧形成菲涅尔透镜面,(3)在该菲涅尔板装置的光出射侧或菲涅尔板内部配备至少使光向水平方向发散的光发散装置,利用该光发散装置使再生图象的光点尺寸的水平半值宽度大于黑条纹屏幕的黑条纹排列周期的 0.75 倍。上述 0.75 倍的含义相应于与图 70 中的  $t_1$  的上限 1.5 对应的图 67 的比值  $D_2/T_B$  为 0.75。当应用于液晶板对角尺寸在约 15cm 以下的小型投影机时,也可将上述菲涅尔透镜板去掉,而代之以大型的投影透镜口径。

10 以上结束对有关减低网纹干扰的图 65 ~ 70 的说明。

本发明主要说明了光学系统。对于驱动液晶板的电路系统,可采用熟知的技术。尤其是对于减小再生图象上残存的亮度不均匀及色彩不均匀的装置,采用本发明人的 USP4969731 号、USP5355187 号及 JP-A-5-310111 中所示的装置是有效的。

15 以下说明将本发明应用于多画面式显示器时的有用的技术。所谓多画面式显示器,指的是将单元投影机按矩阵状排列在上下左右后作为整体映出巨大的超高精细图象的显示器。在该应用中,要求对图象连接部的几何变形进行微调,以确保连接部的连续性。

20 但是,因液晶板的基体材料是刚性体(玻璃板),所以不可能使其图象位置局部地连续移动。

在图 71 中示出本发明的基于机械和光学方式的几何变形校正装置。

在该图中,3 是液晶板,11 是菲涅尔板,4 是投影透镜,这些部件已如上所述。

25 555 是厚度约为 1 ~ 3mm 的透明可挠曲板。该透明可挠曲板的各周边部构成可使其独立弯曲的机构。

在图 72A、72B、72C 中示出其校正原理。在该图中,图 72A 是不挠曲的平板状态,72B 是相对于液晶板面成角  $\theta_1$  的凸状挠曲状态,图 72C 是成角  $\theta_2$  的凹状挠曲状态。该图的  $\Delta$  是变形校正量。 $\Delta$  的大小与  $(\theta_1 + \theta_2)$  之和 [rad] 近似成比例,并由下式给出。

30

$$\Delta \doteq (\theta_1 + \theta_2) \frac{n-1}{n} t \quad \dots(55)$$

式中,t: 透明可挠曲板的厚度。

n: 透明可挠曲板的光折射率

5 因此,假定挠曲角调整范围( $\theta_1 + \theta_2$ )约为 0.45rad,并假定厚度 t 为 2mm、折射率 n 为 1.5,则可以进行约 0.3mm 的变形校正。由于投影透镜(4)的几何变形的大小在液晶板(3)的对角角部约为 0.3mm 左右,所以利用上述结构,可以进行变形校正。

实际上,变形校正可用如图 73 的斜视图所示的机构实现,即,固定支承透  
10 明可挠曲板(555)长边中央部附近的四个点 555-1、-2、-3、-4,并可对 555-5、-6、-7、-8、-9、-10 六个点在可挠曲板(555)的法线方向上进行微调。以上结束对本发明应用于多画面方式的说明。

另外,以下说明 3 原色 3 方向装置(图 21、62 的 13、14、15,或图 43、  
44 的 191、192,或图 52、53 的 38、192)的代替装置。在图 74 中,3 是  
15 液晶板,556、557 分别为将一对棱镜板按镜面对称方式组合后的棱镜装置。作为其材质,与上述图 55 的 503-2、-3 的情况相反,采用的是阿贝数小的、即颜色象差大的聚碳酸酯树脂、聚乙烯树脂等。各棱镜板的棱镜角可用上述式(17)计算,将大约 1.58 的折射率的值代入该式后,该棱镜角的值约为 60 度。图 74 的带箭头的实线 559 表示绿色光线方向,558 表示红色光线方向,  
20 向,560 表示蓝色光线方向。各颜色相互间的角度与上述图 62 的具体数值例大致相同(约 4 度)。

图 74 的结构,与图 62 的分色镜方式相比,能以更低廉的价格构成。但是,具有光路长度长的缺点。在图 75 中示出将光路长度缩短的变形例。在该图中,561 是 3 基色 3 方向化装置,562、563 将一对棱镜板按镜面对称方式组  
25 合后的棱镜装置。564 是在两棱镜板(562、563)之间充填的介质。作为棱镜板 562、563 的材质,可采用阿贝数大的例如聚碳酸酯树脂或聚乙烯系列的树脂等。作为充填介质(564),采用阿贝数小的异丁烯类或硅类的树脂。按照这种方式,可以利用与颜色象差校正透镜正好相反的作用强调颜色象差。因此,有可能以较短的光路长度实现 3 基色 3 方向化。作为实际的成形  
30 方法,可采用紫外线硬化方式。

以上结束对本发明的主要实施例及主要变形例的说明。本发明虽然是在假定为 TN(扭转向列)型液晶板的情况下陈述的,但对其他形式的光阀也适

用。此外,在与偏振光无关的实施例中,在应用中可以将液晶板装置更换成一般的图象源装置(例如 ,OHP 用板)。

#### 产业上的应用可能性

5 从以上陈述的内容可知,如按照本发明,则可以提供克服现有技术的问题、且反差比及画质优良的液晶显示器。

还能提高液晶显示器的光利用率。

进一步还能提高液晶显示器的相对周边光量比。

10 另外,通过将构成液晶板装置的 2 块玻璃板形成不同的厚度 ,并在厚板侧形成 TFT(薄膜状半导体元件),能保持液晶板装置的强度,而且能减小总重量。

这些技术可应用于直视式、光纤式、及投影式的液晶显示器,因此其工业价值是很高的。

# 说明书附图

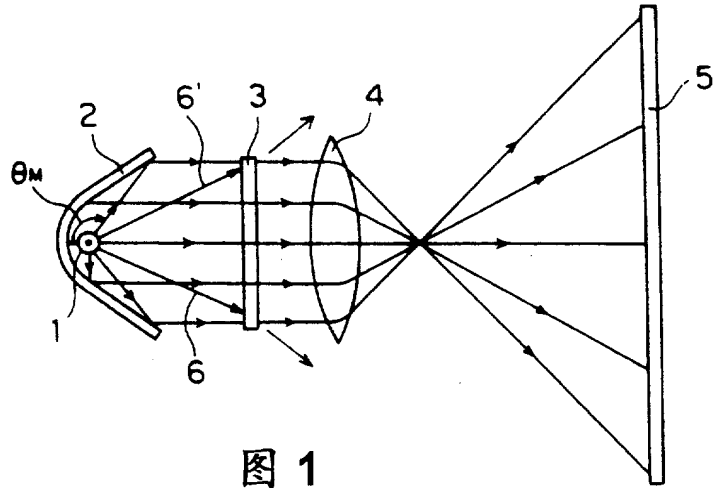


图 1

现有技术

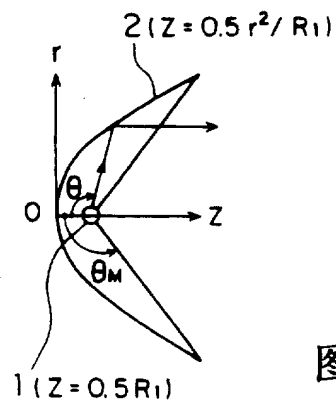


图 2 现有技术

图 3

现有技术

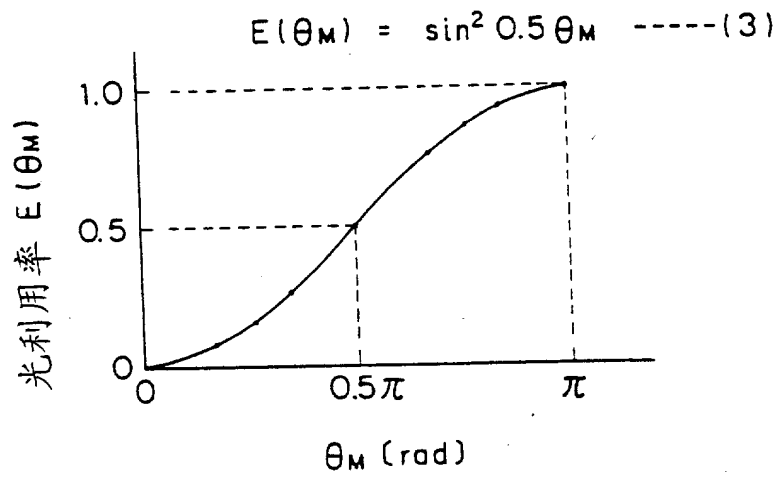


图 4

现有技术

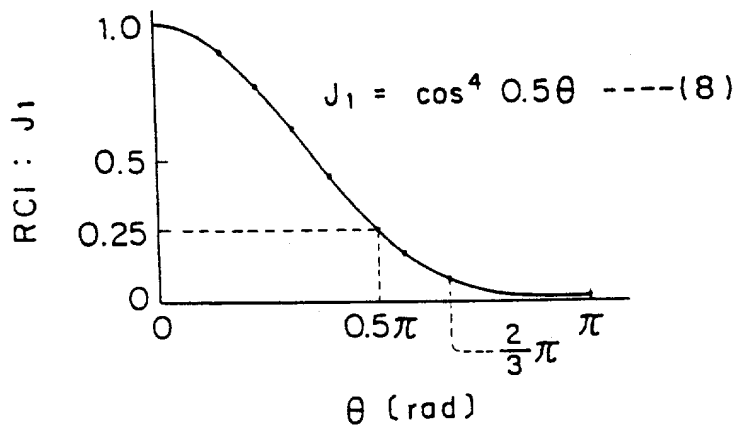




图 5

现有技术

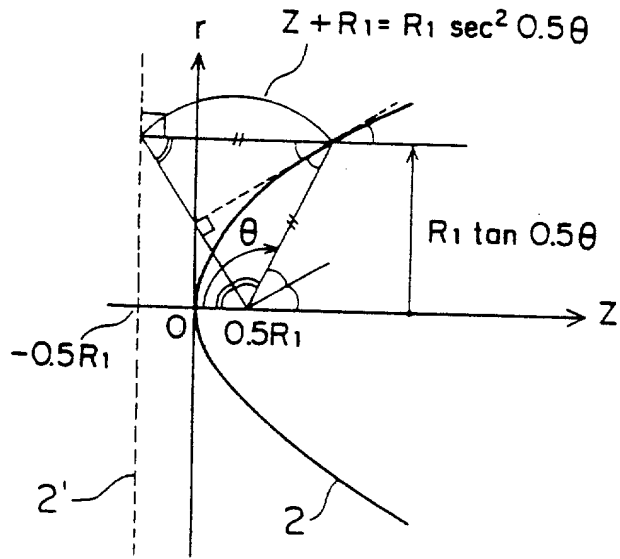


图 6

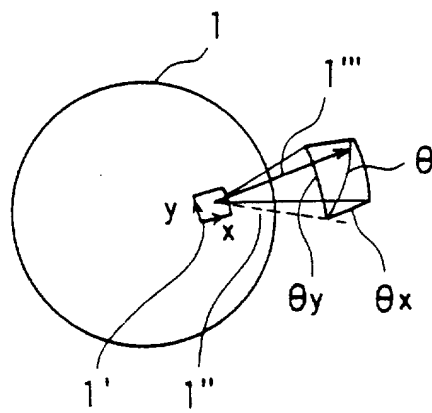


图 7

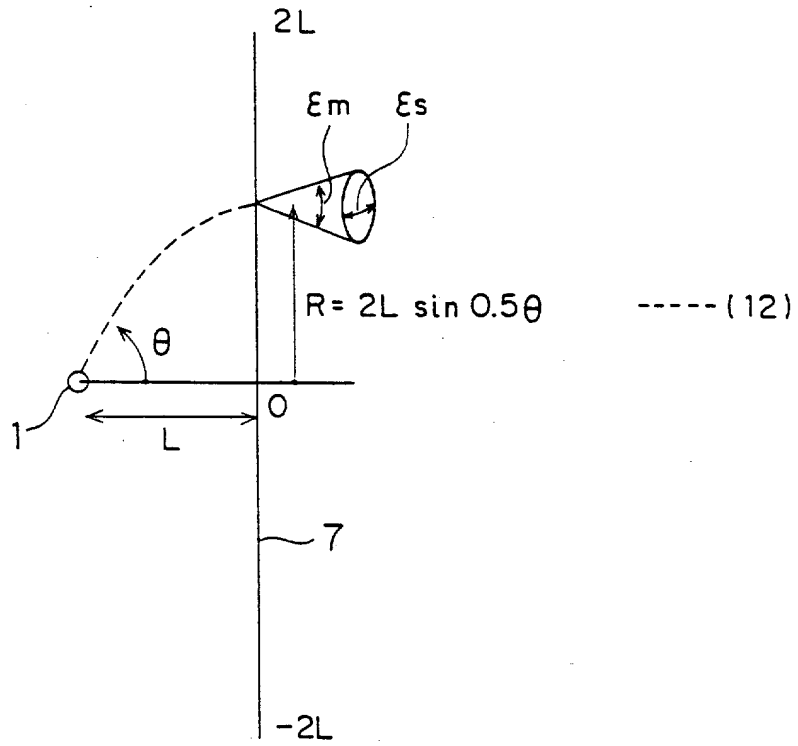


图 8

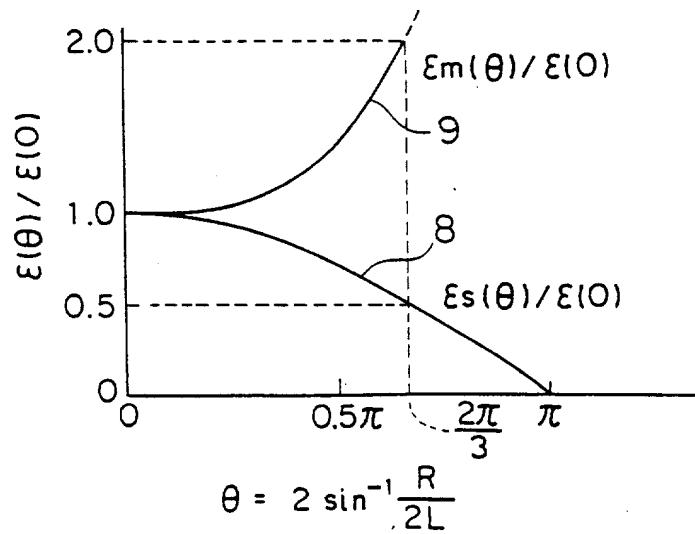


图 9

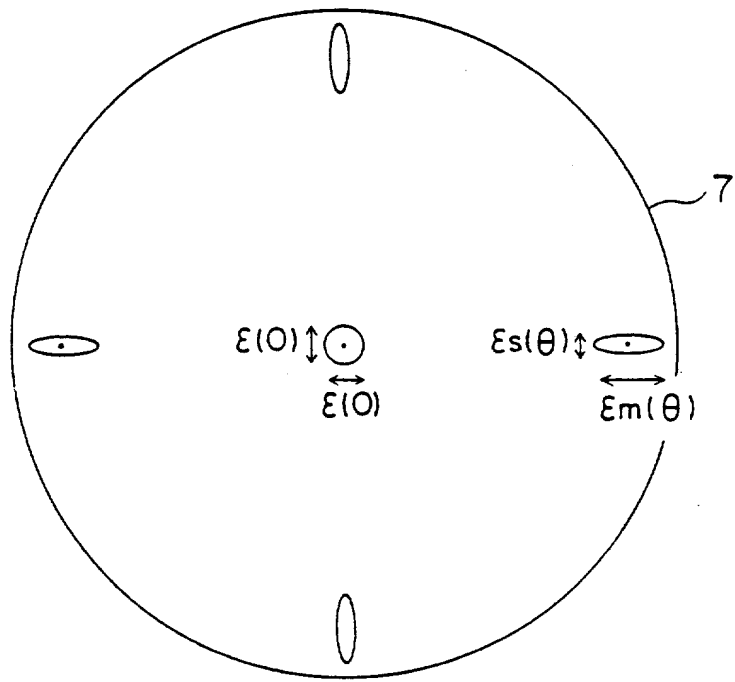


图 10

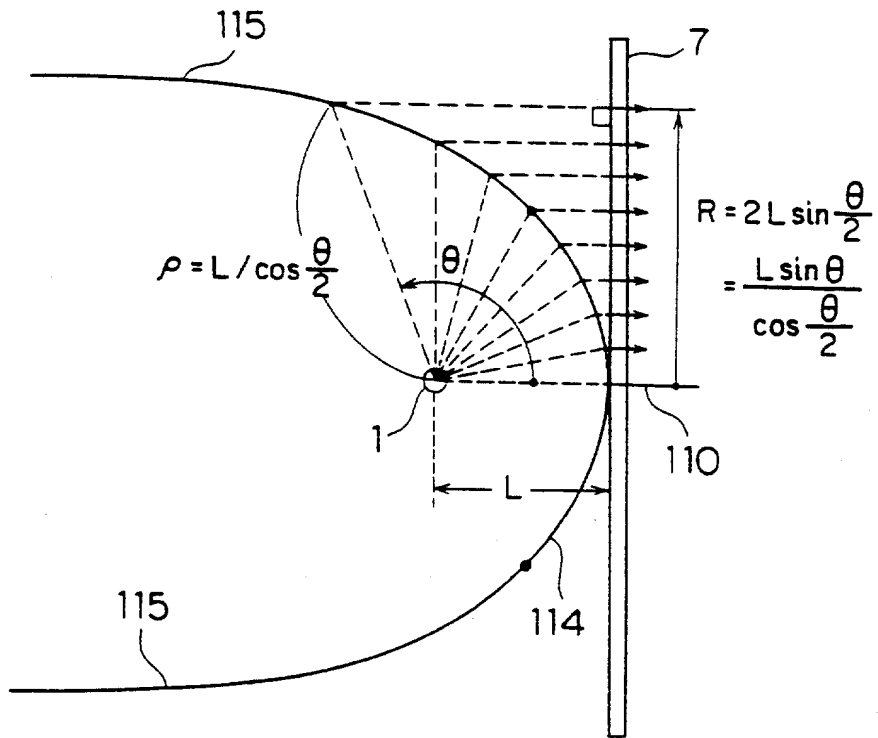


图 11

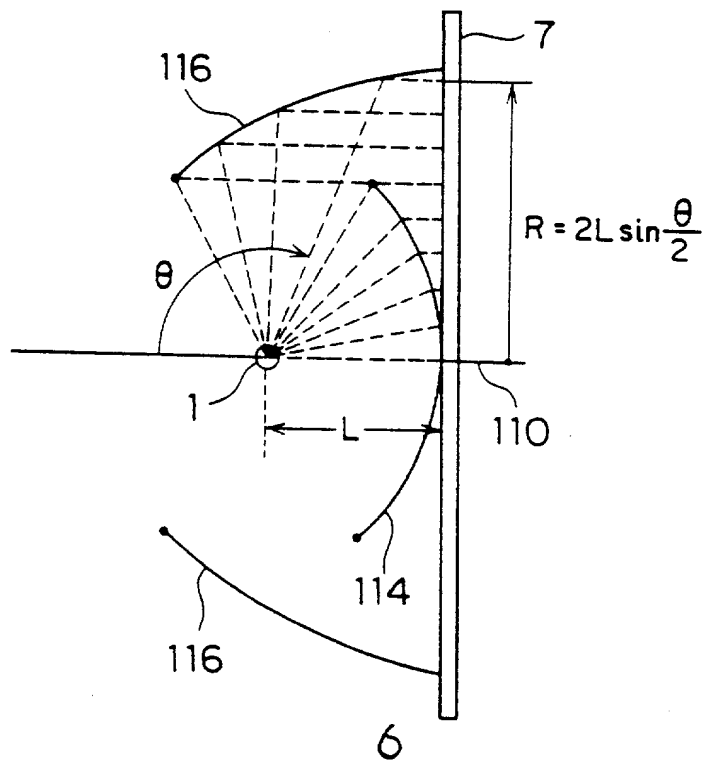


图 12

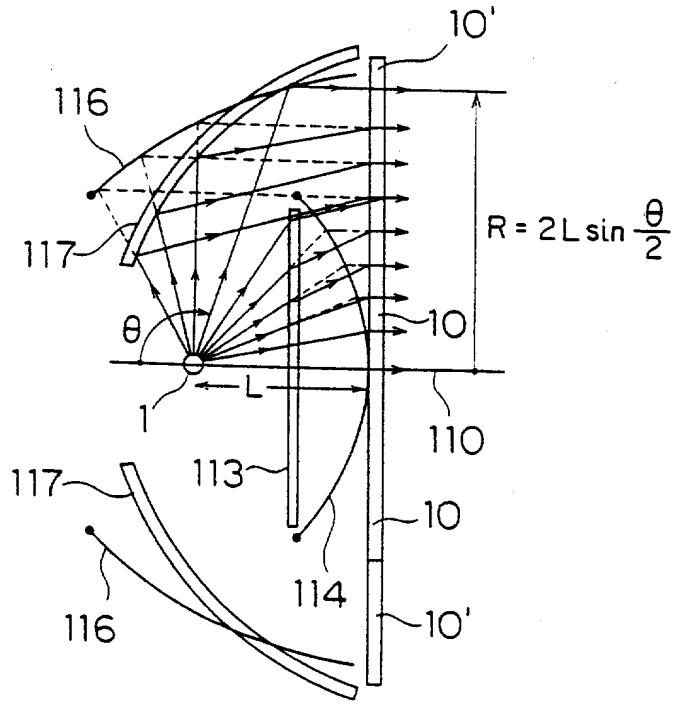


图 13

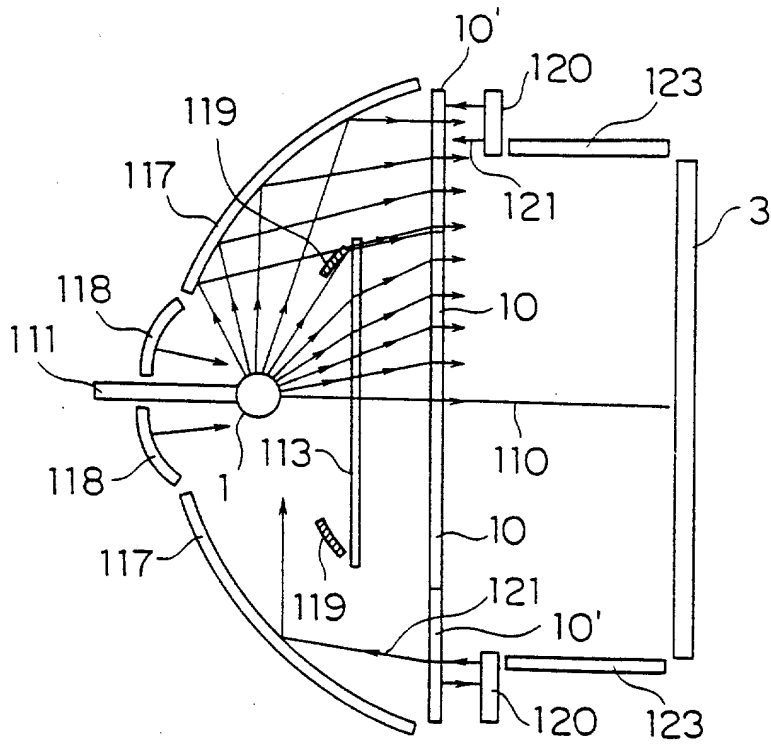


图 14

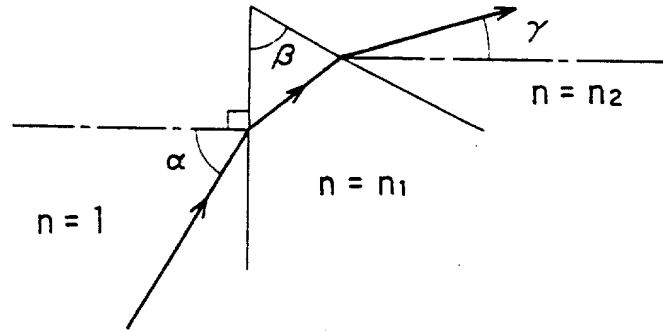


图 15

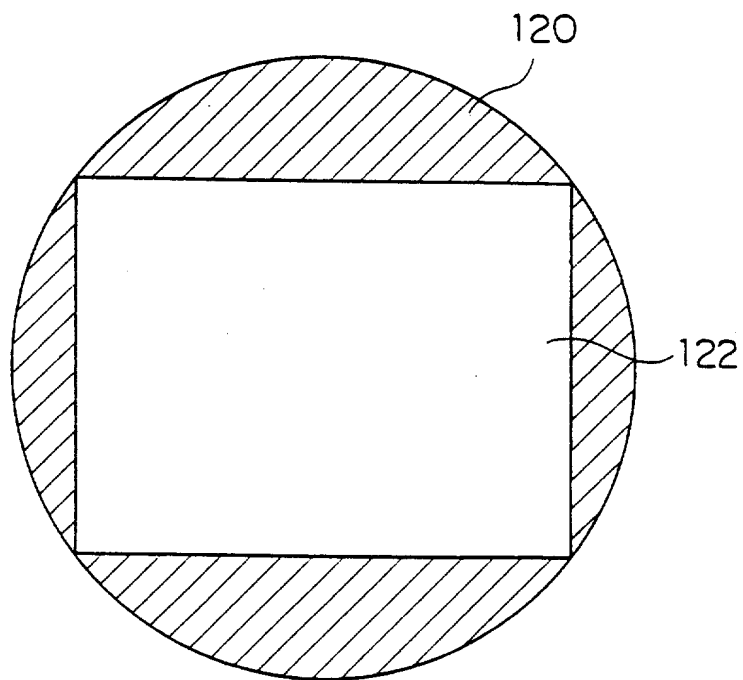


图 16

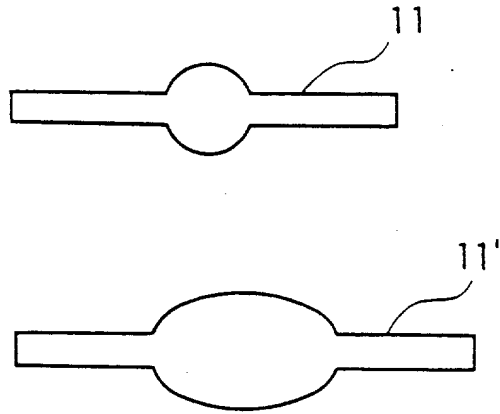


图 17

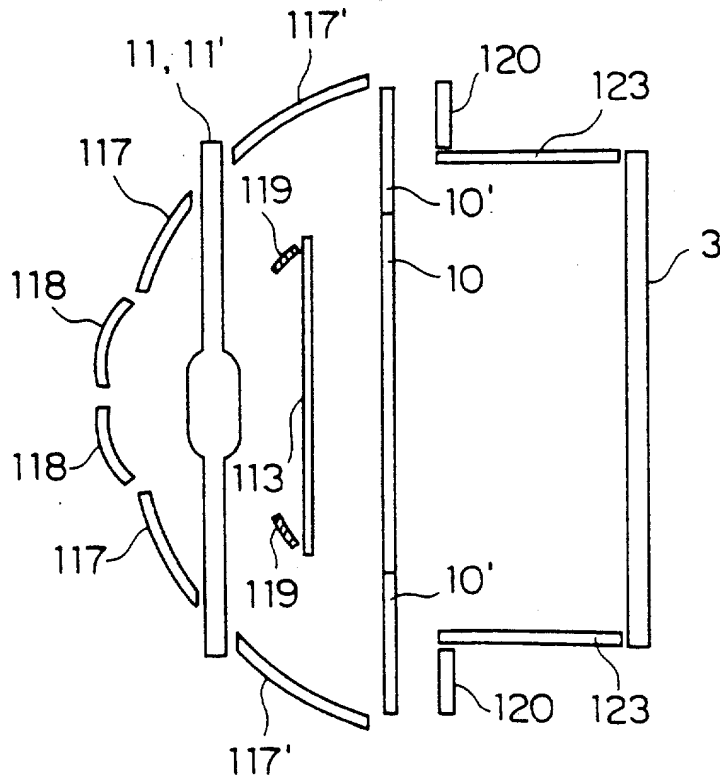


图 18

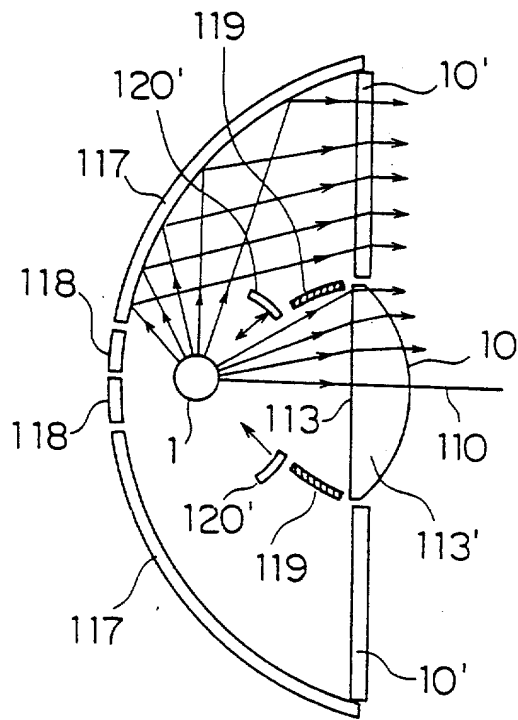




图 19 A

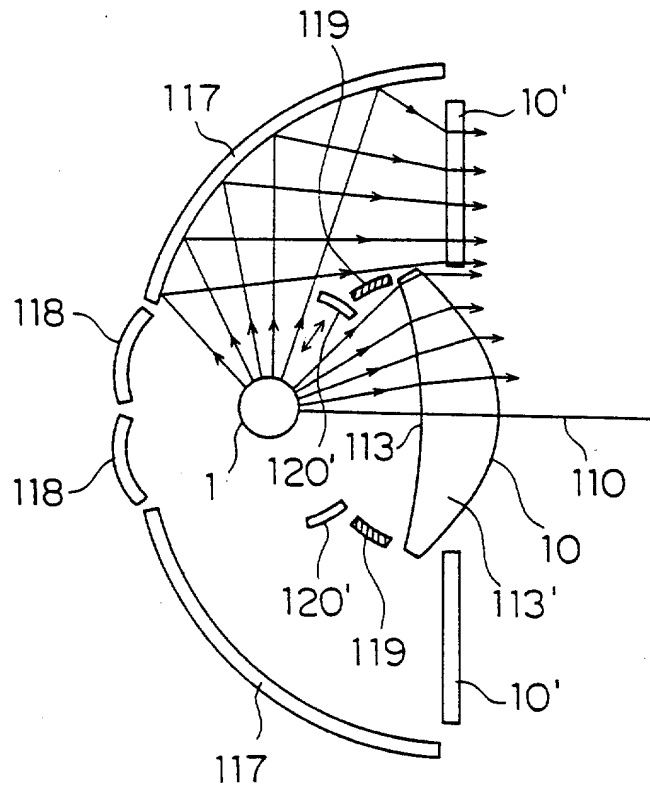


图 19 B

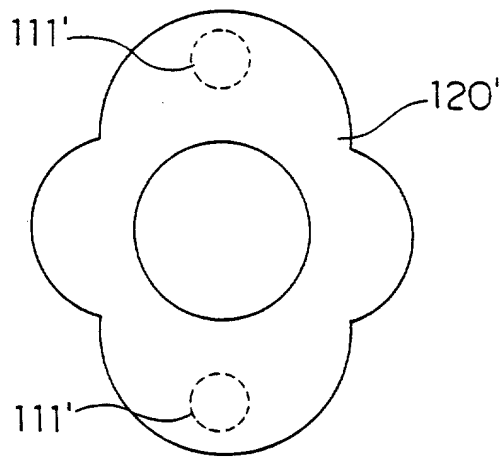


图 20

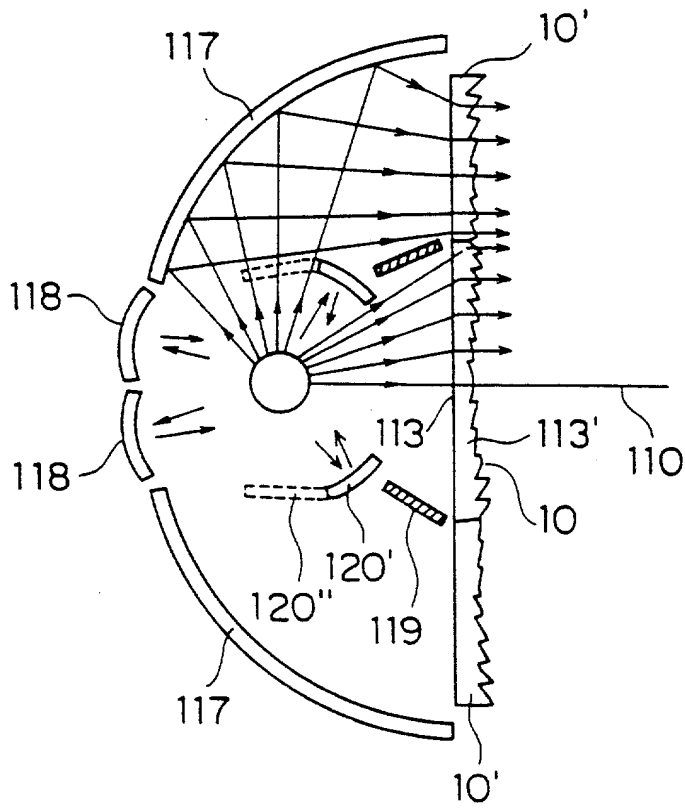


图 21

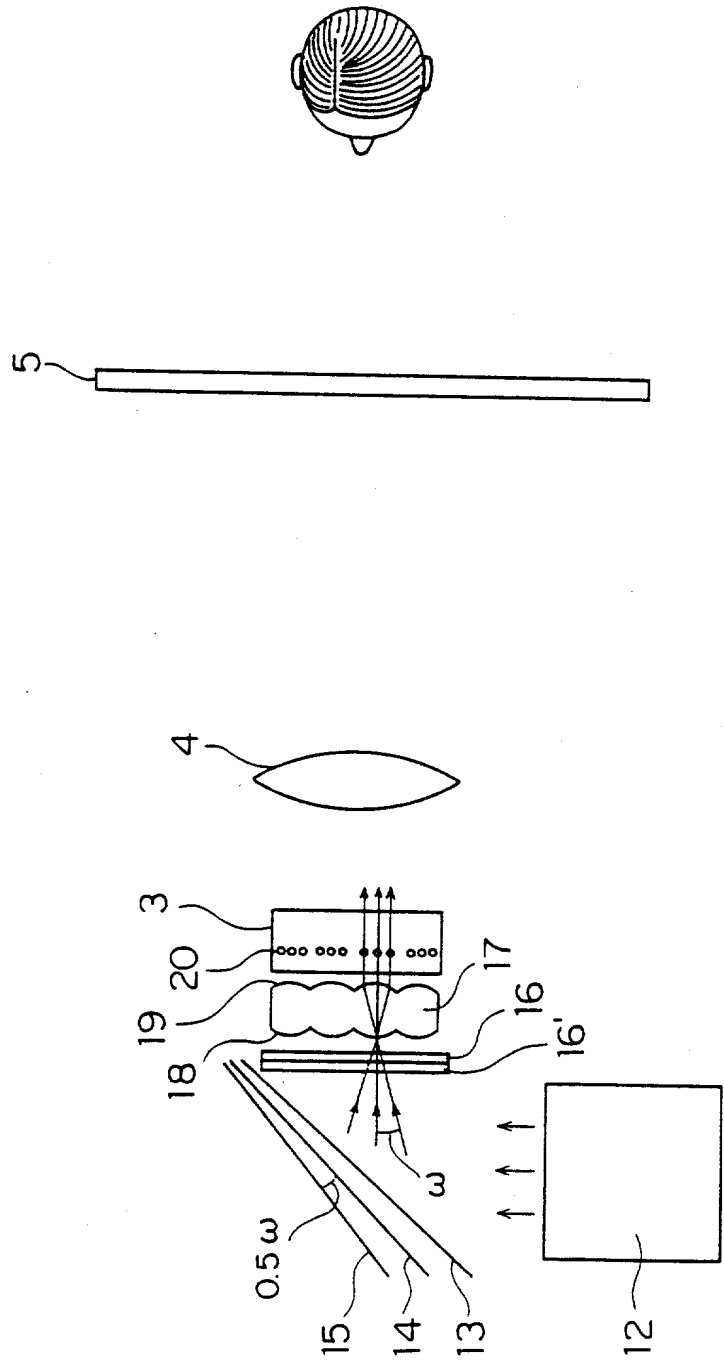


图 22

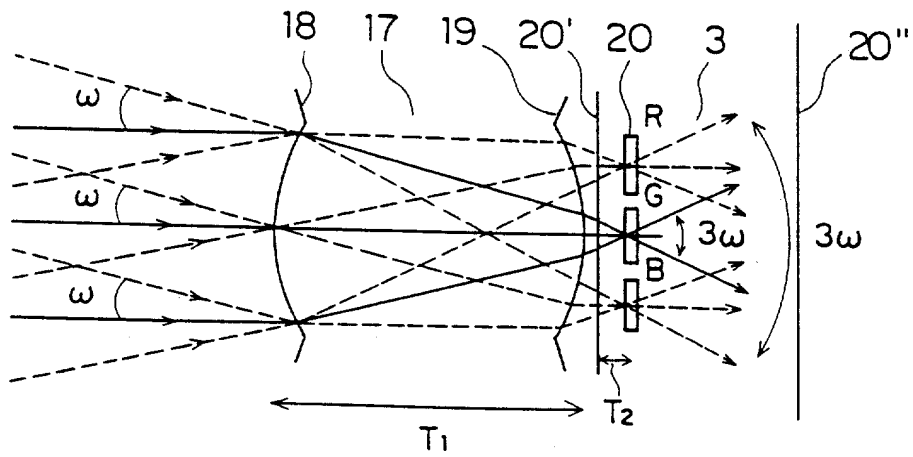


图 23

现有技术

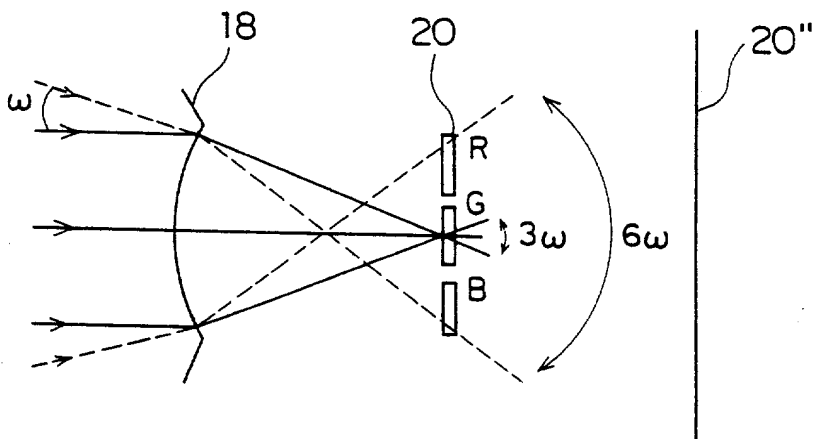


图 24 A

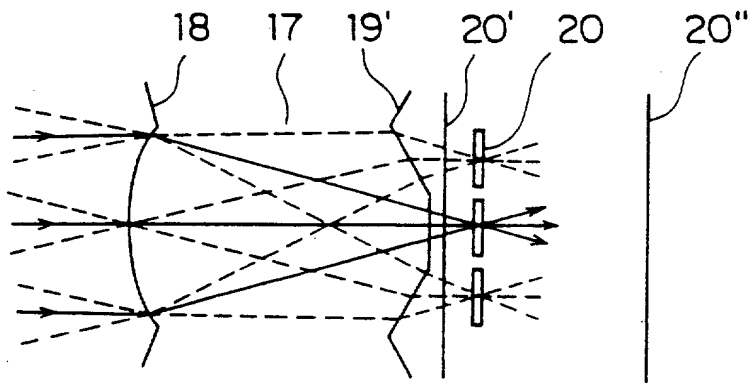


图 24 B

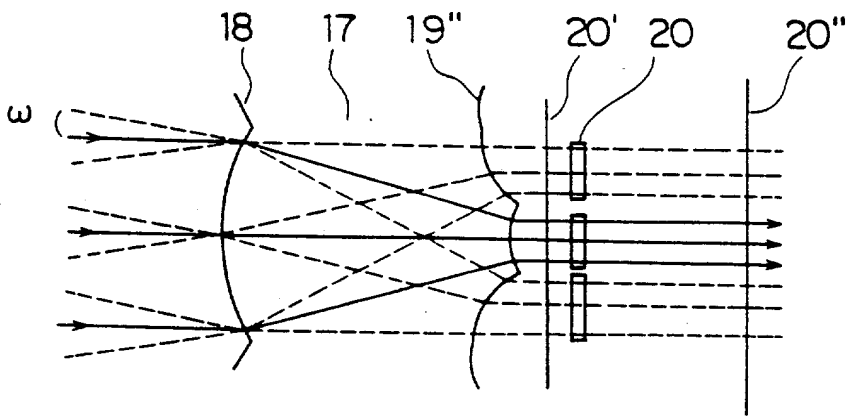


图 24 C

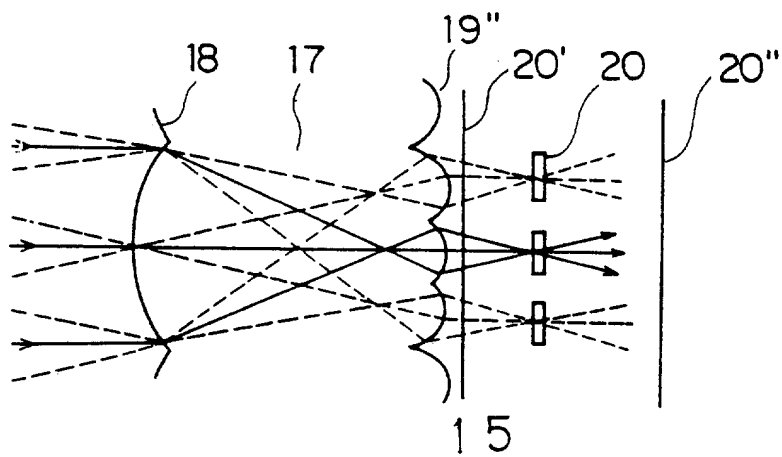


图 25 A

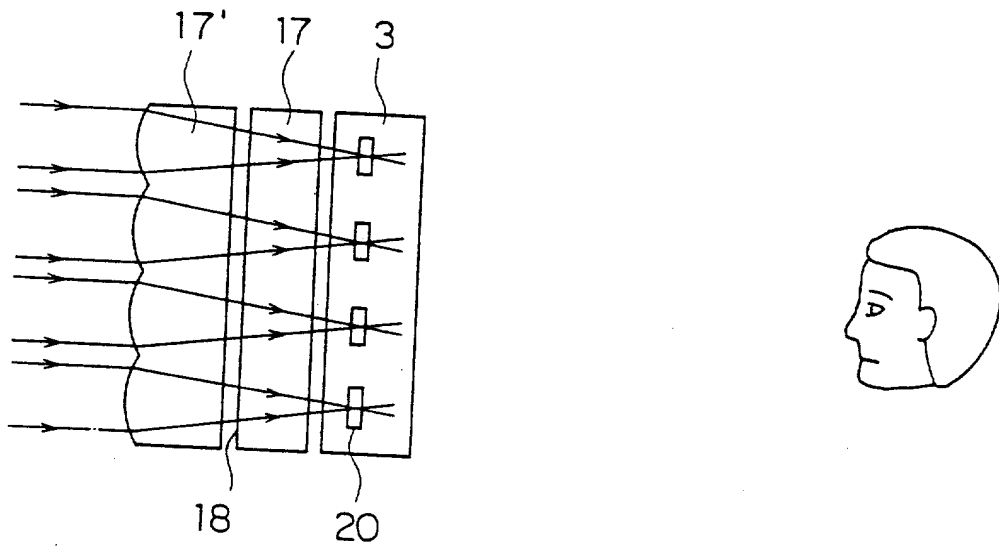


图 25 B

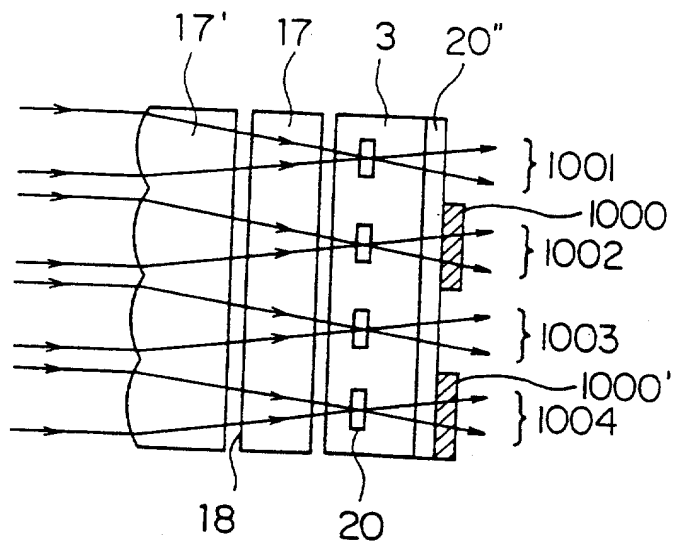


图 26 A

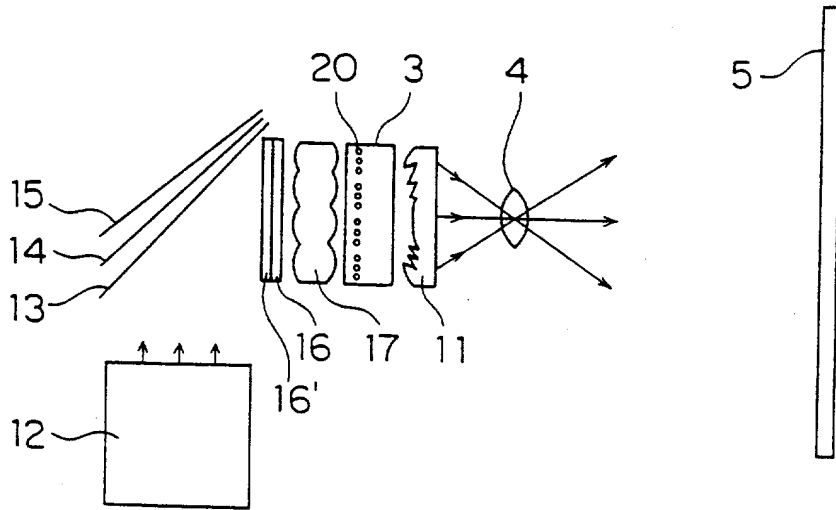


图 26 B

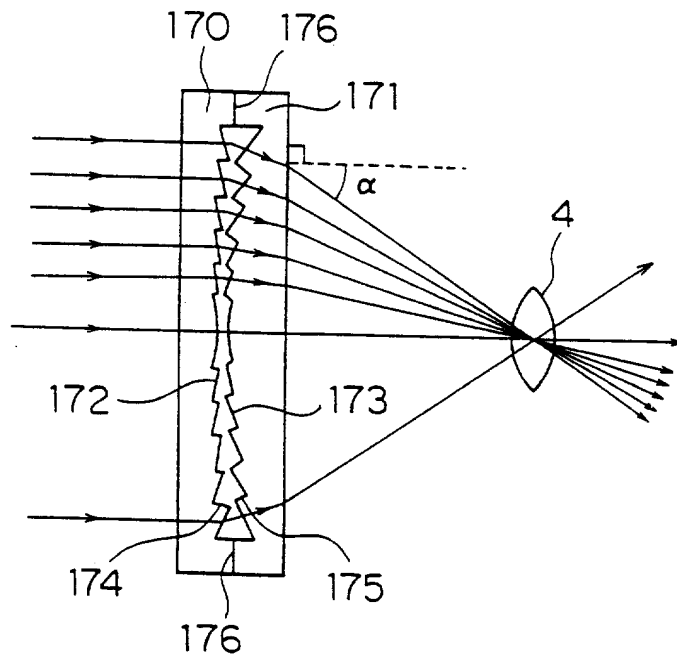


图 27

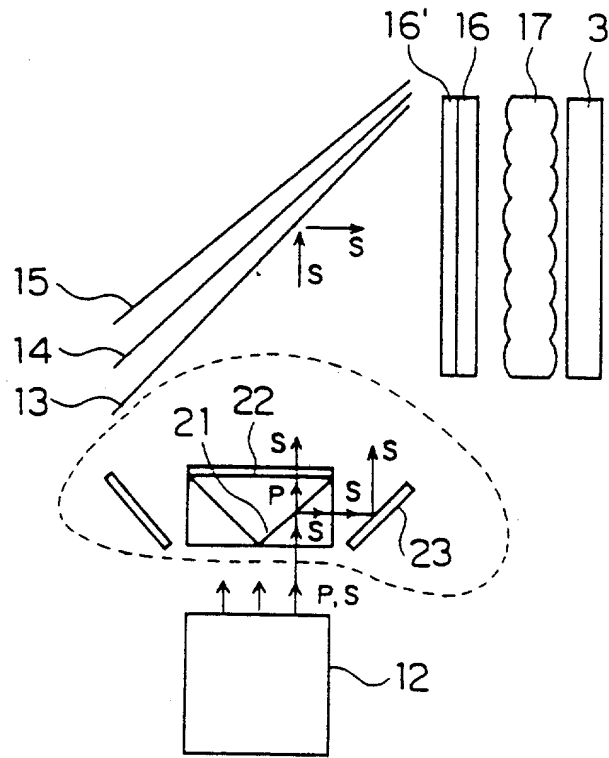


图 28

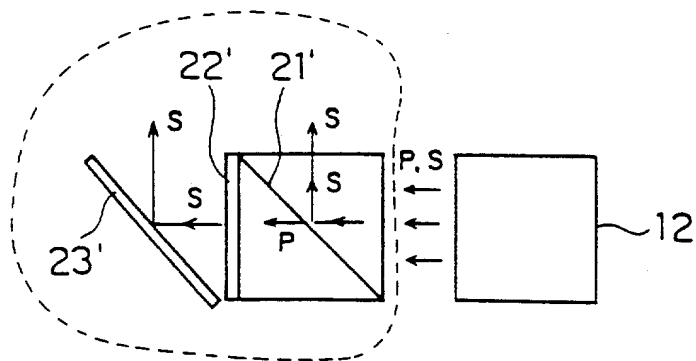




图 29

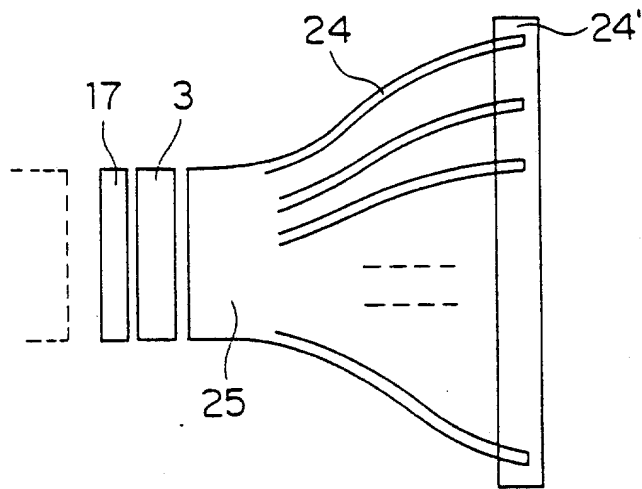


图 30

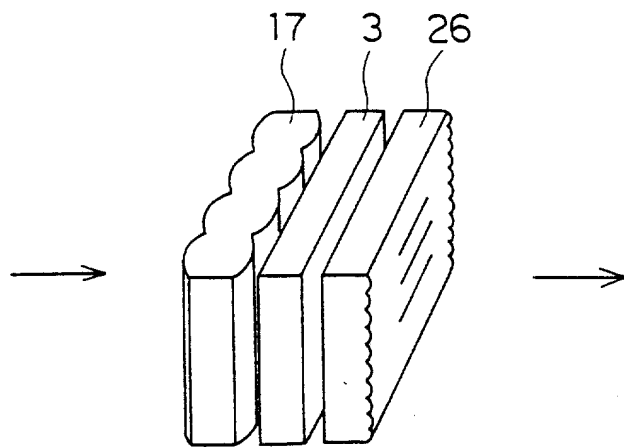


图 31

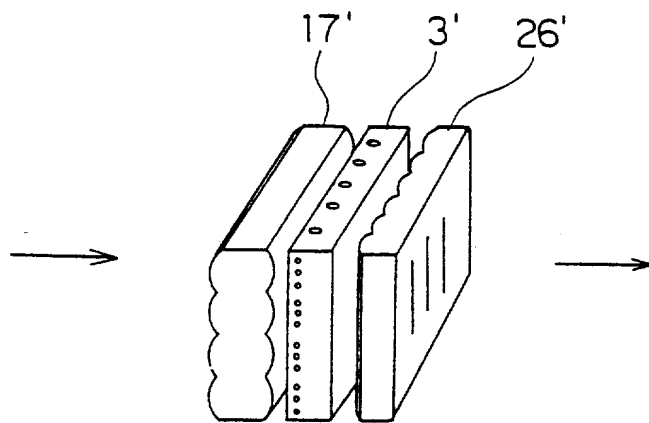


图 32

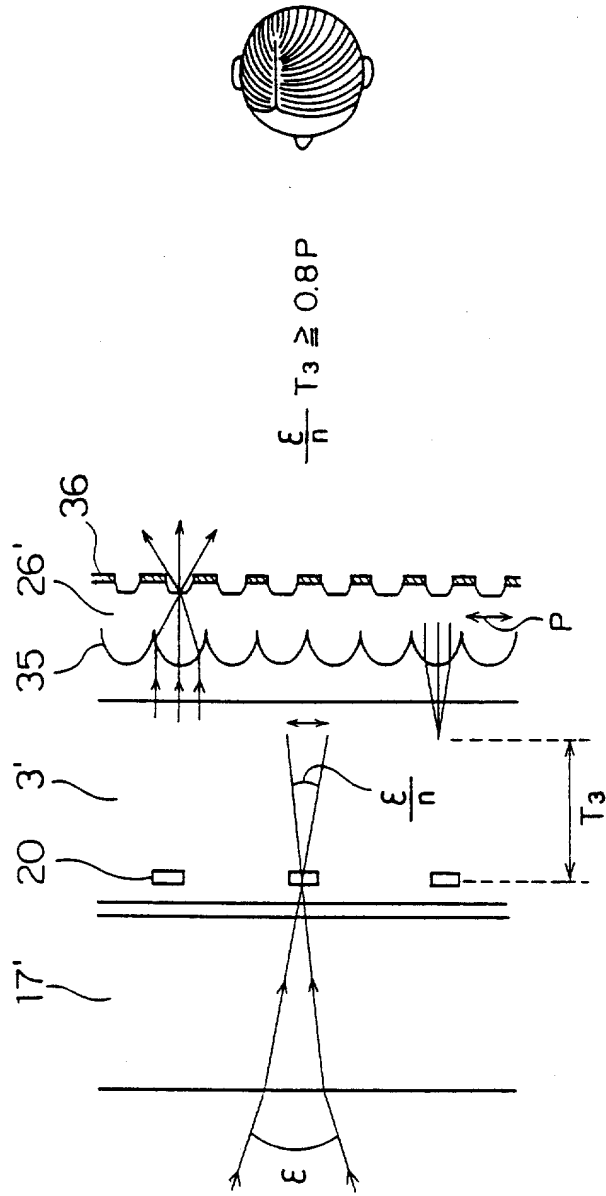


图 33

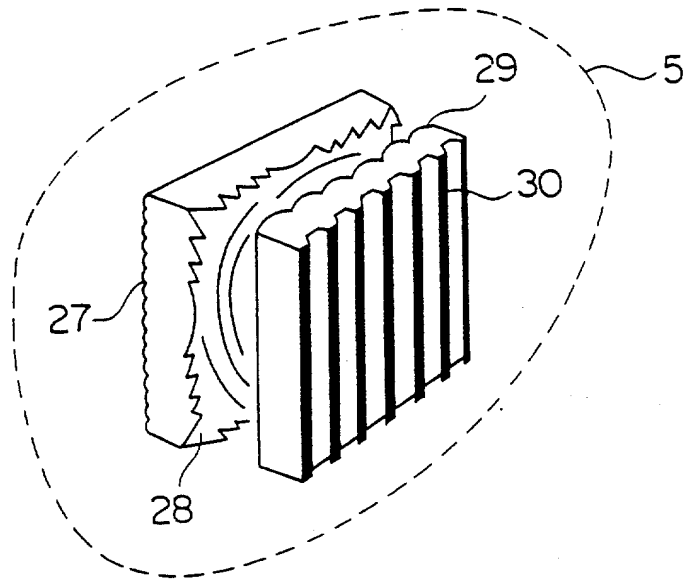


图 34

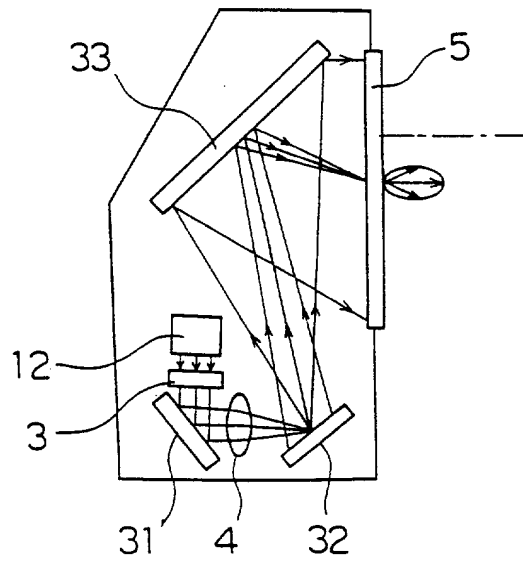


图 35

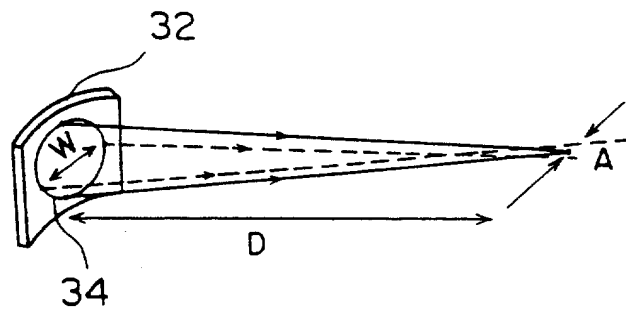


图 36

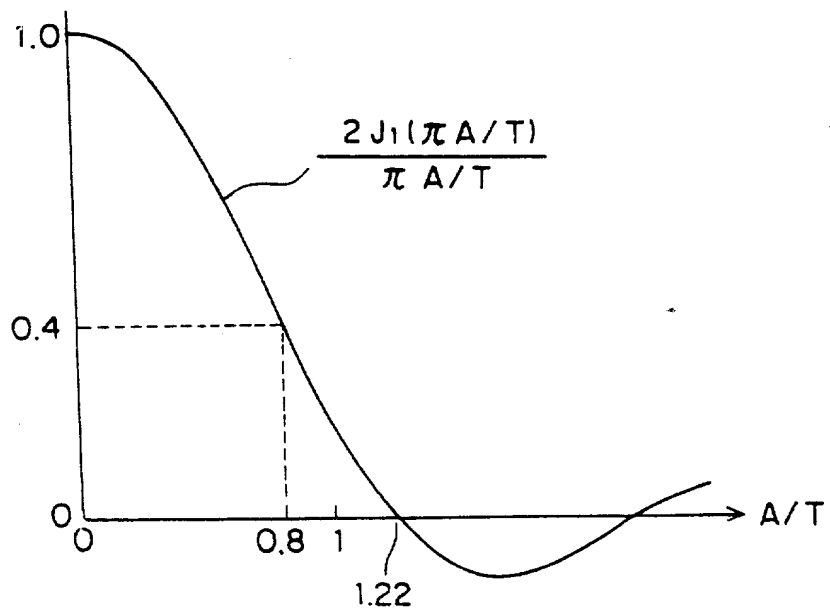


图 37

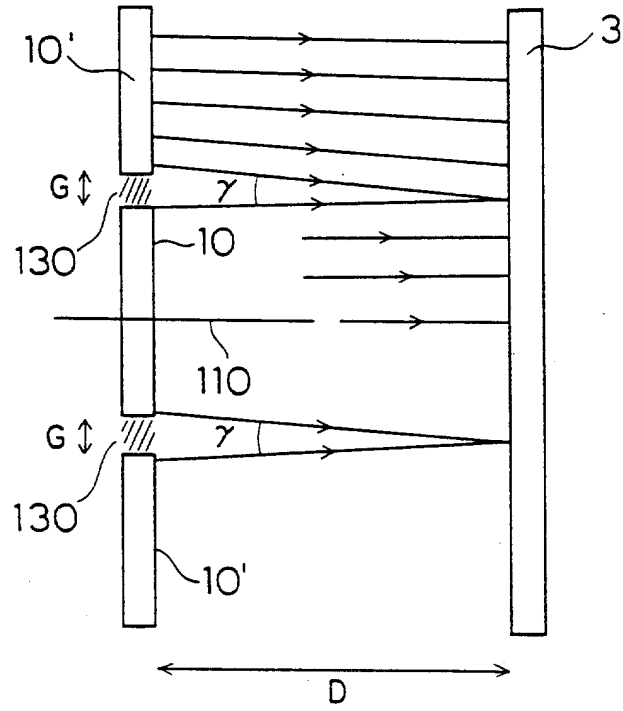


图 38

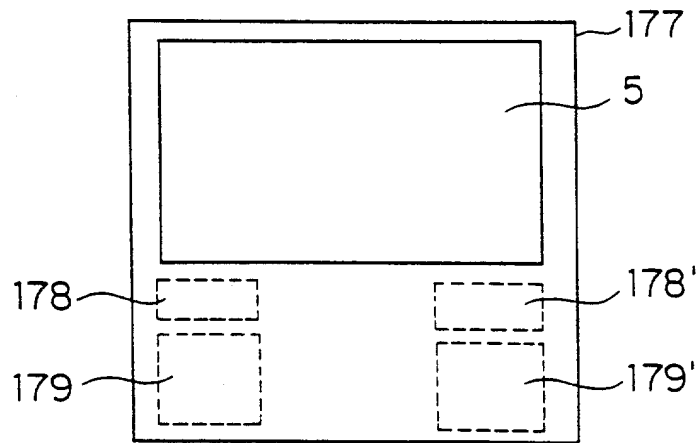


图 39

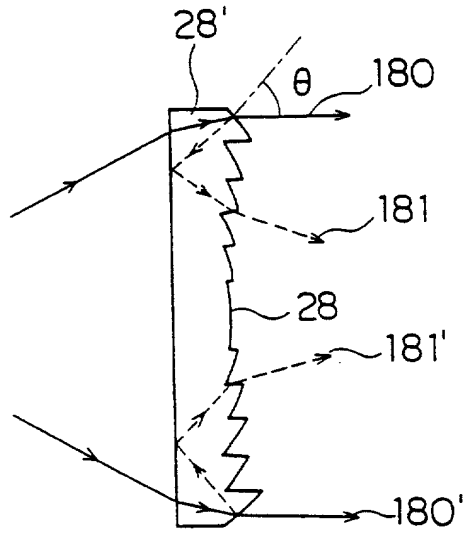


图 40

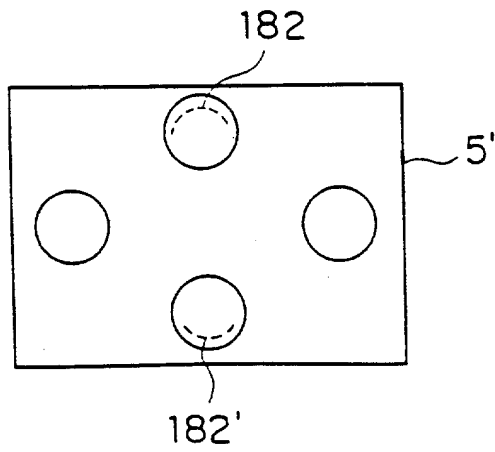


图 41

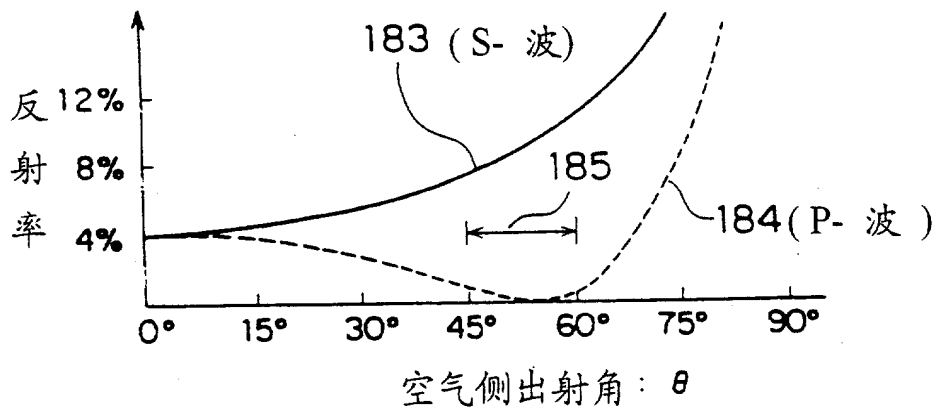


图 42

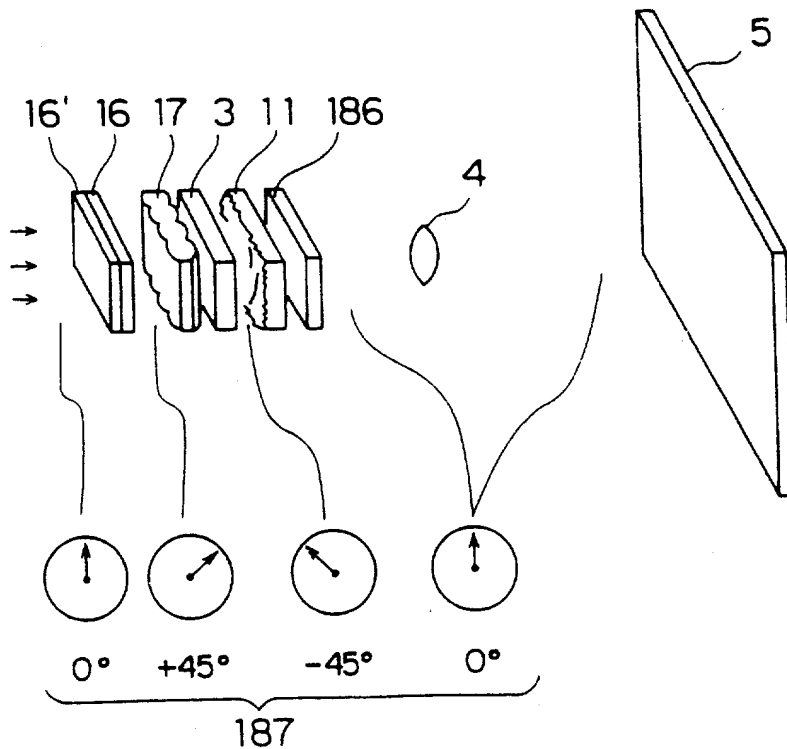




图 43

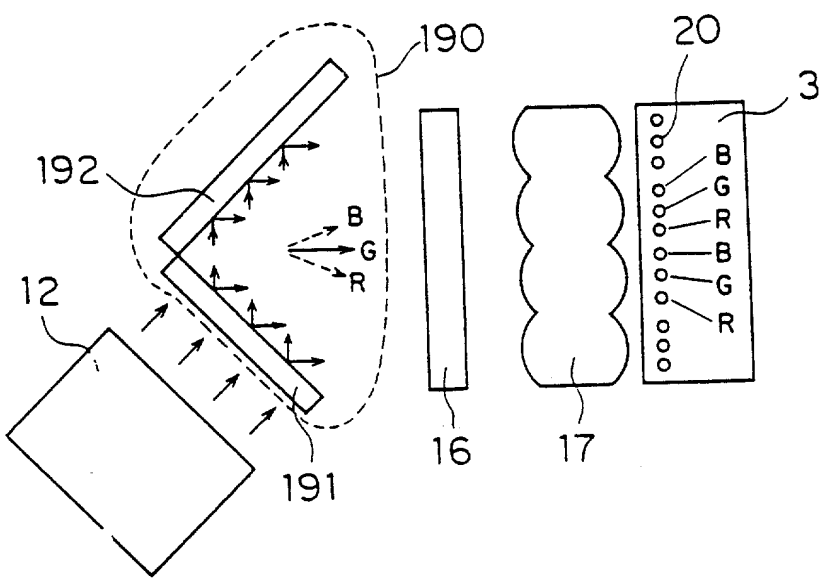


图 44

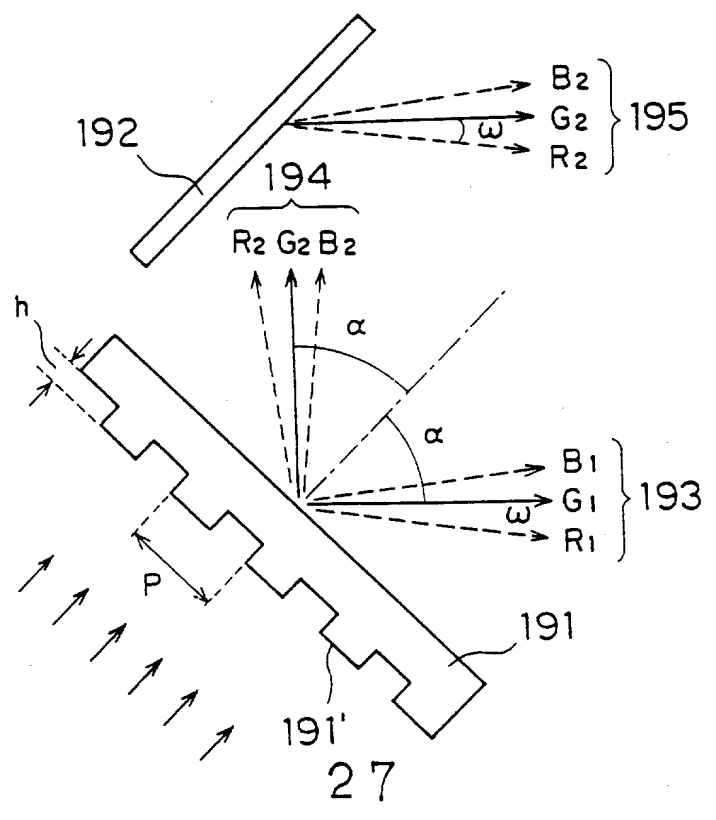


图 45

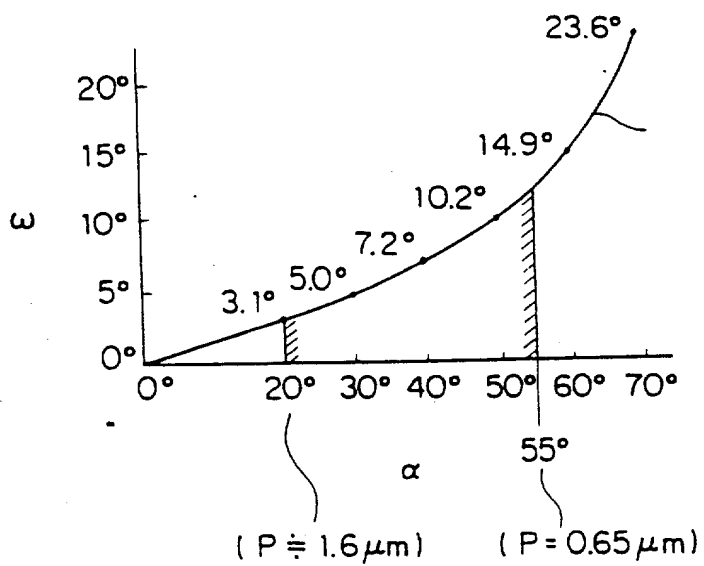


图 46

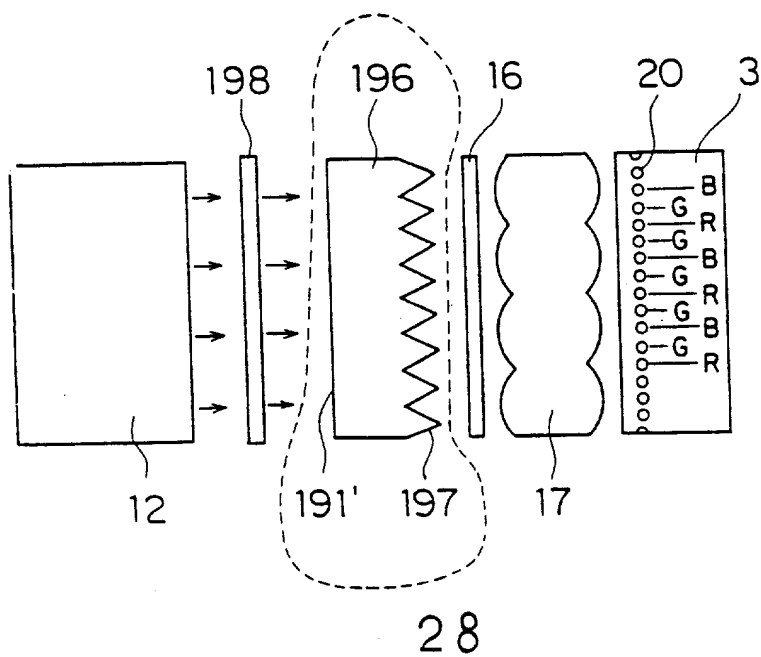


图 47

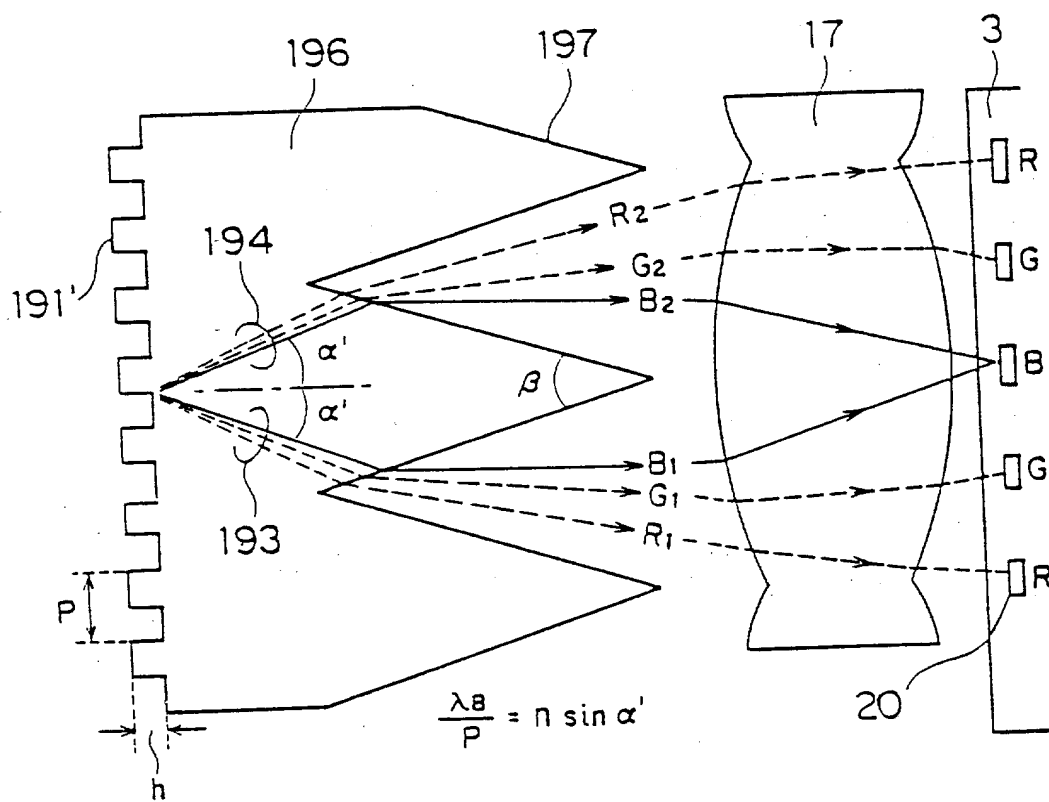


图 48

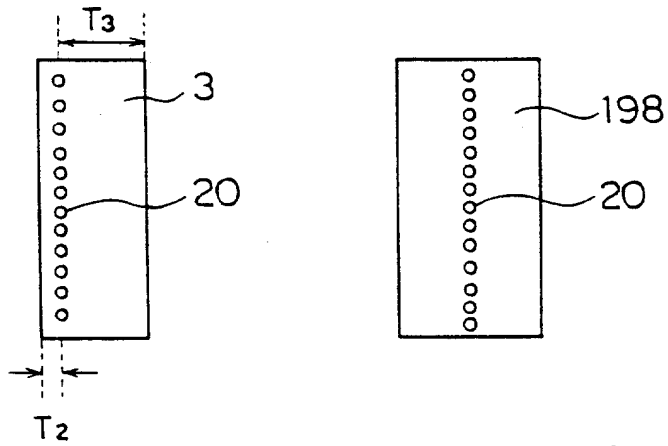


图 49

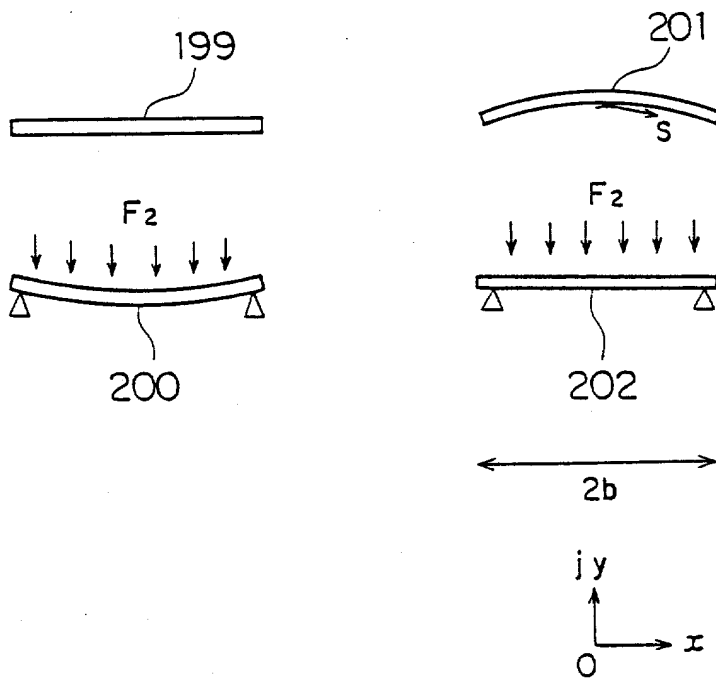


图 50

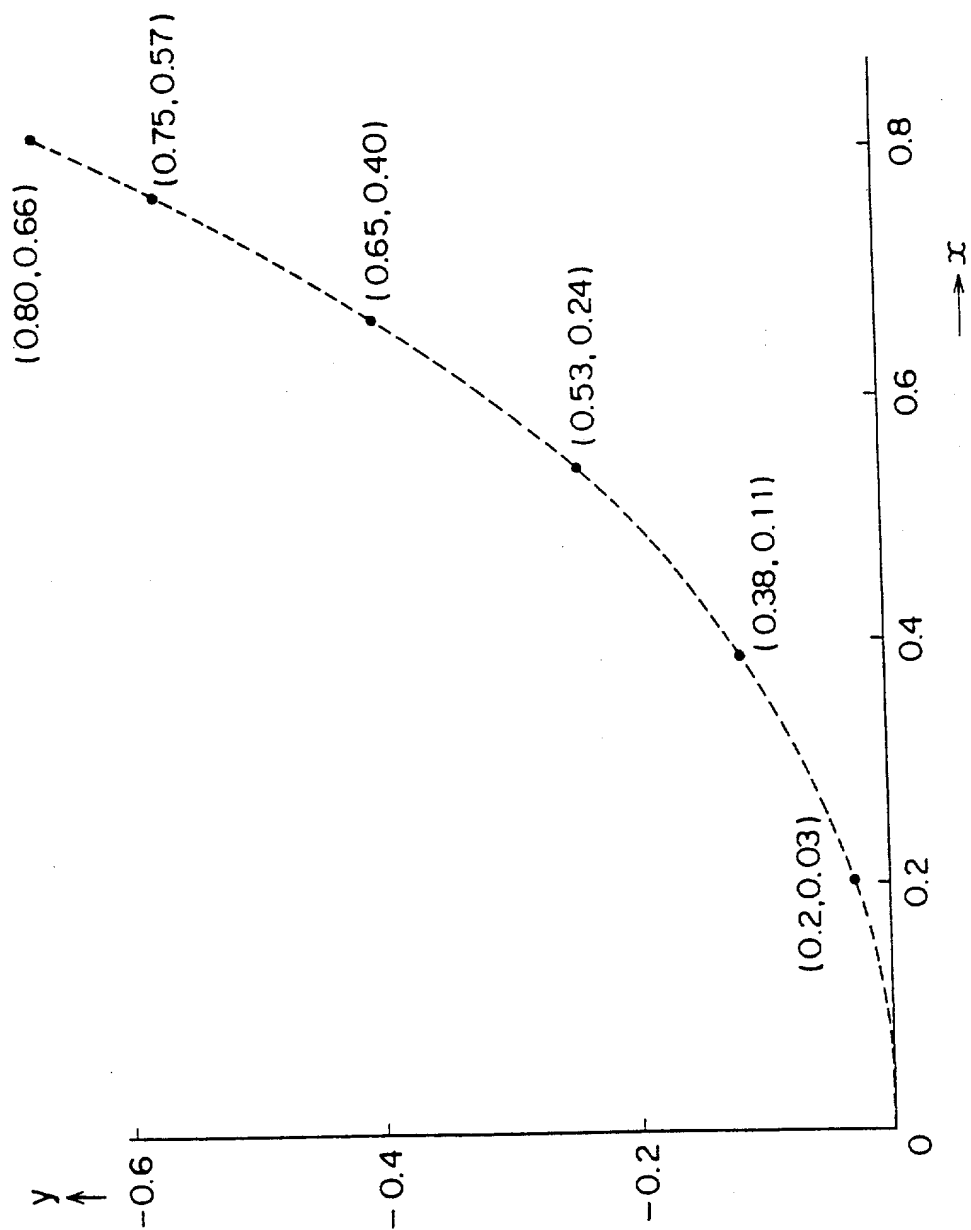


图 51

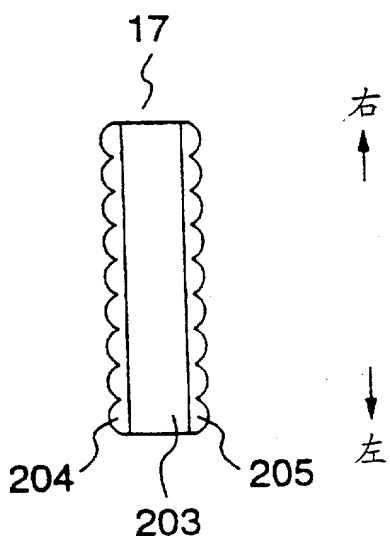


图 52

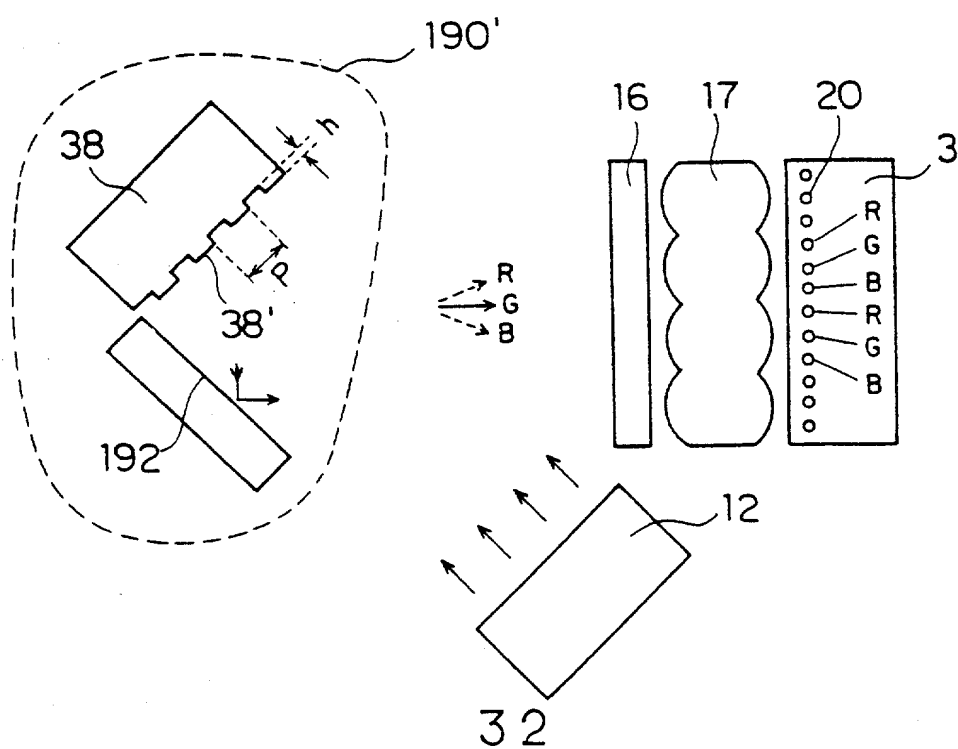


图 53

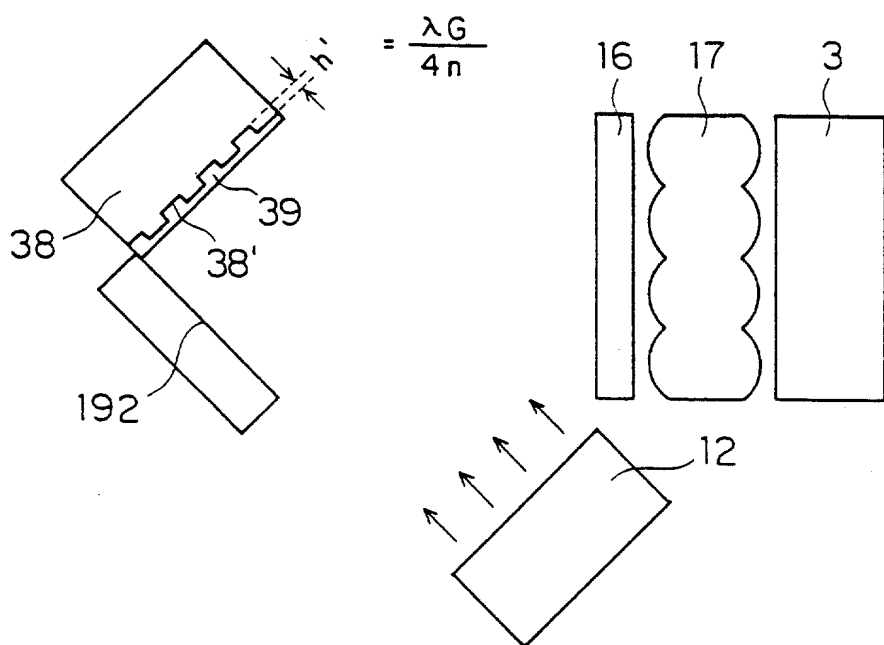


图 54

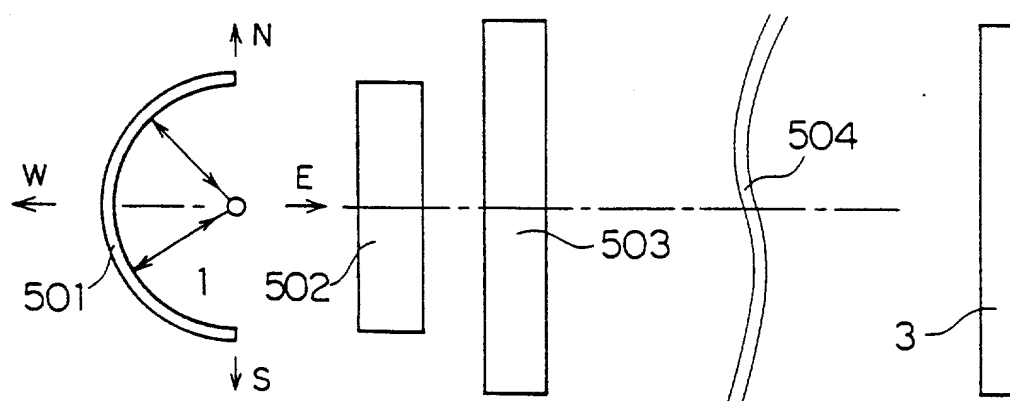


图 55 A

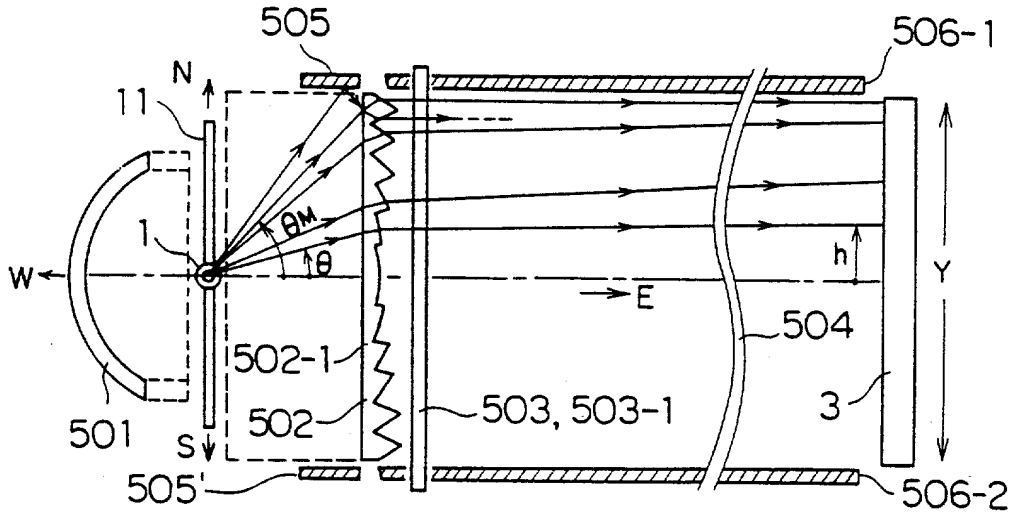


图 55 B

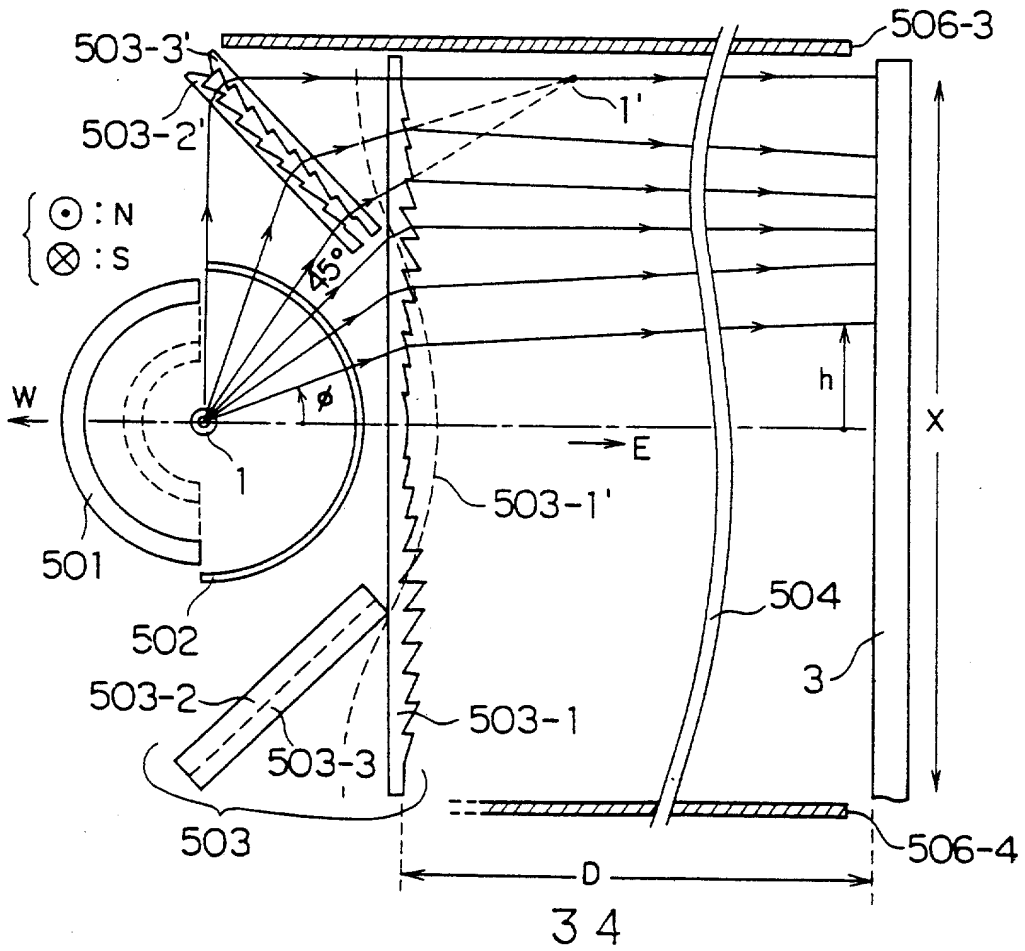




图 56

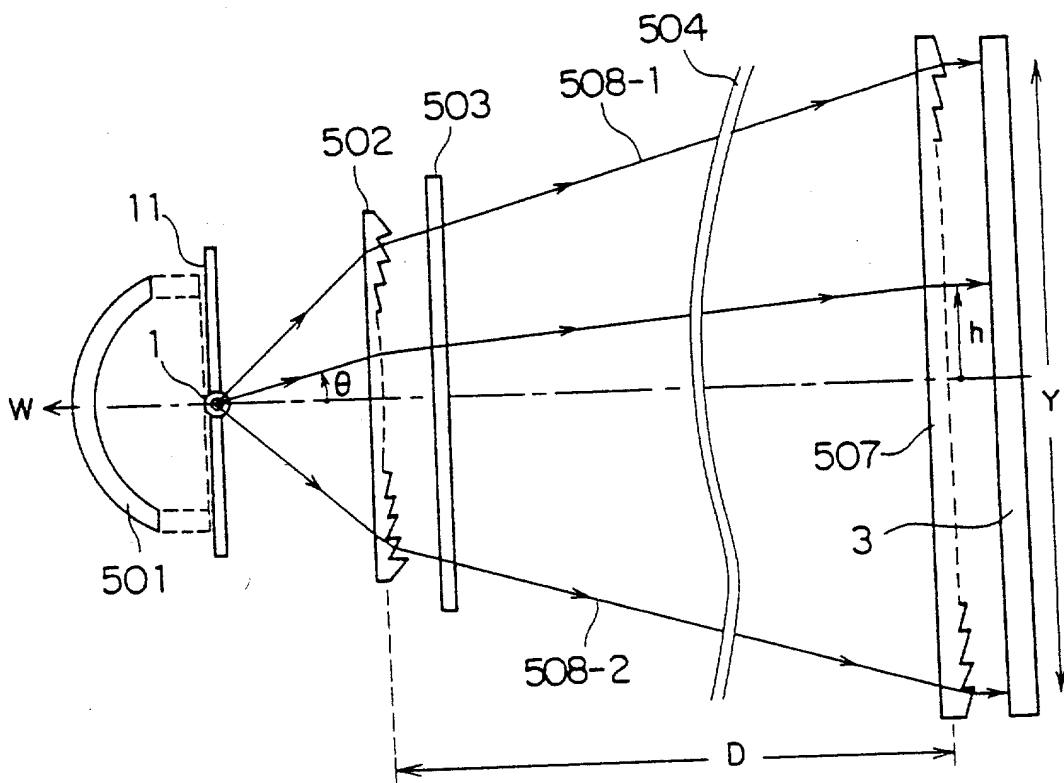


图 57 A

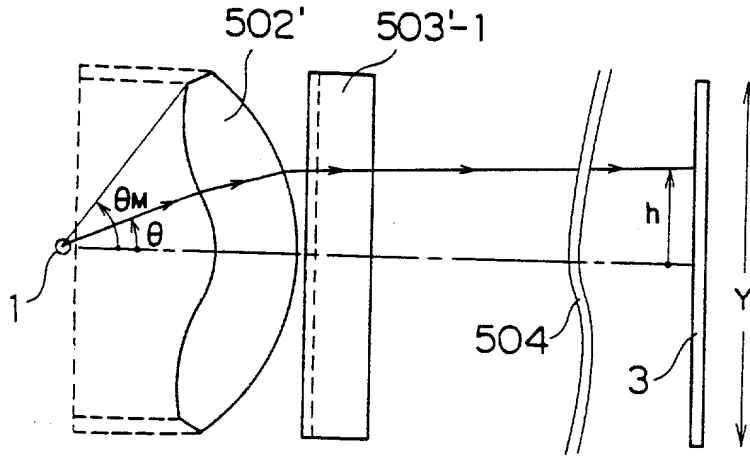


图 57 B

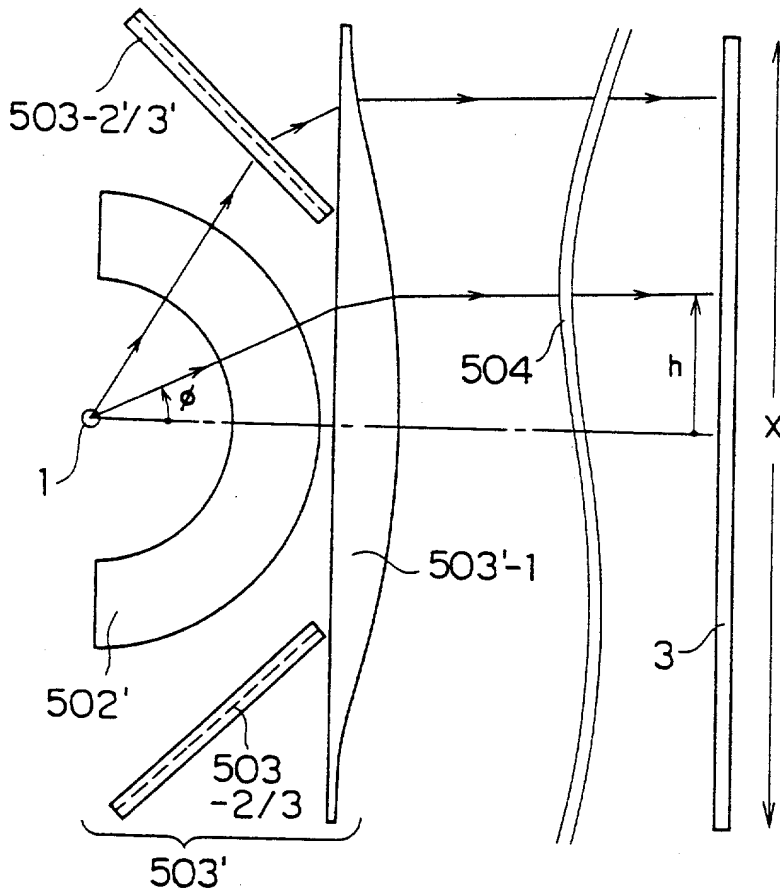


图 58

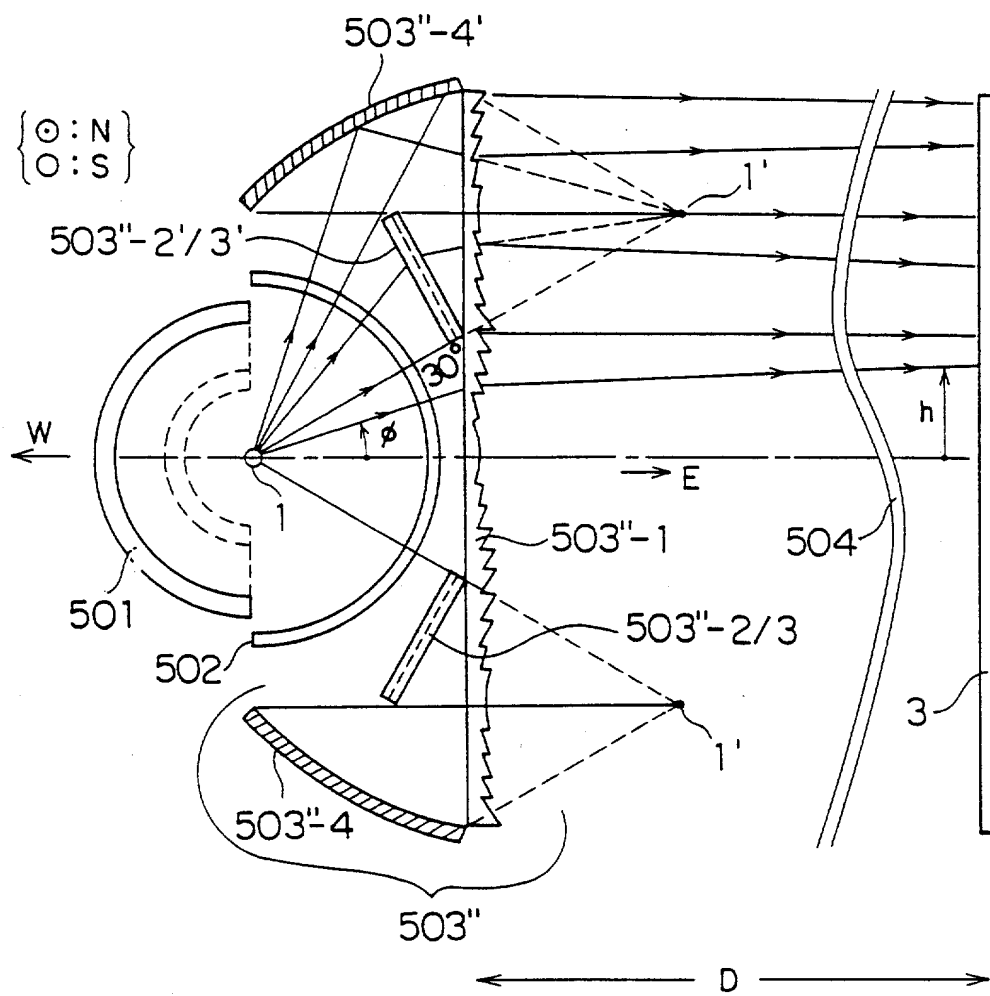


图 59 A

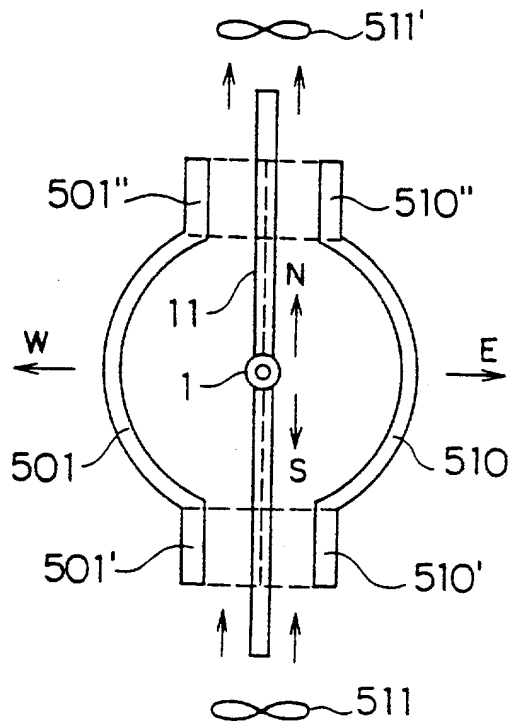


图 59 B

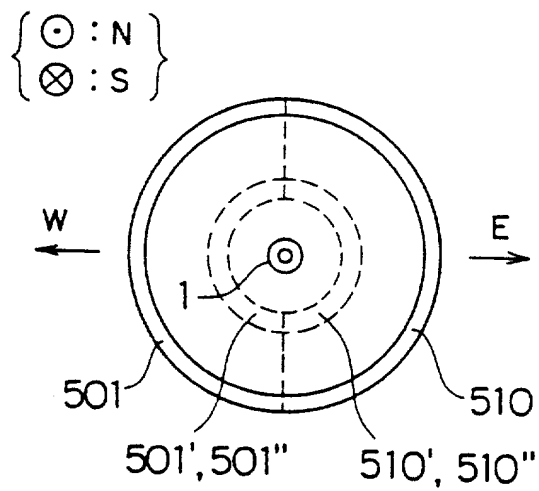


图 60 A

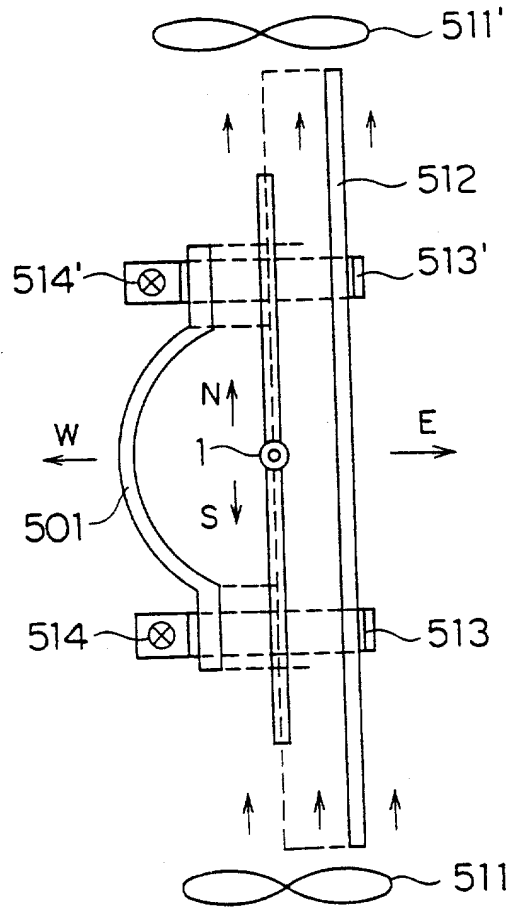


图 60 B

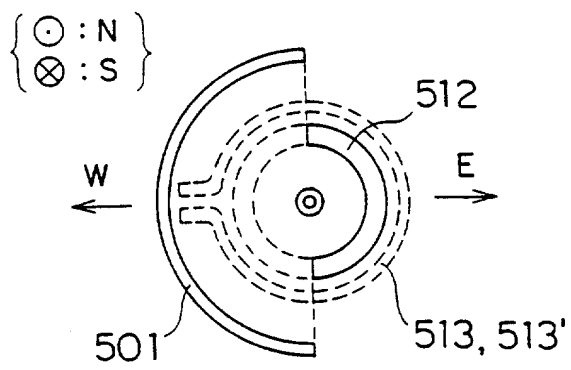


图 61

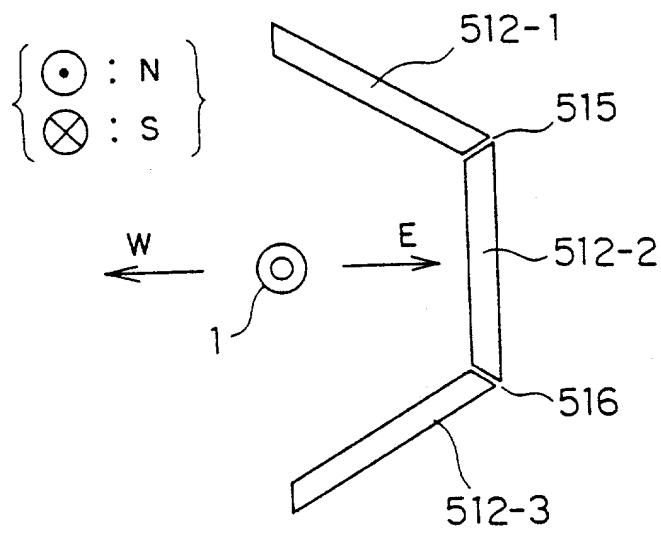


图 62

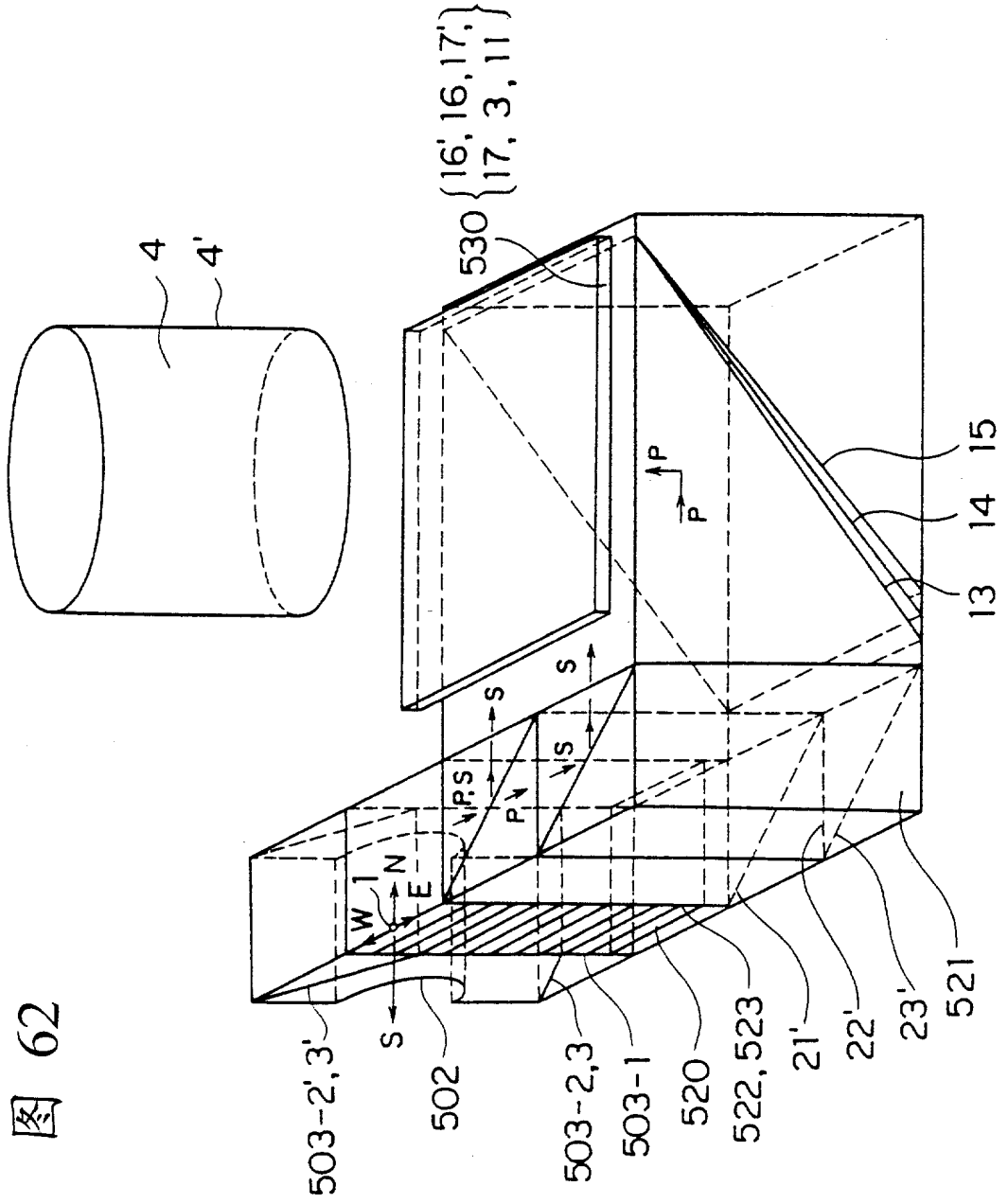


图 63

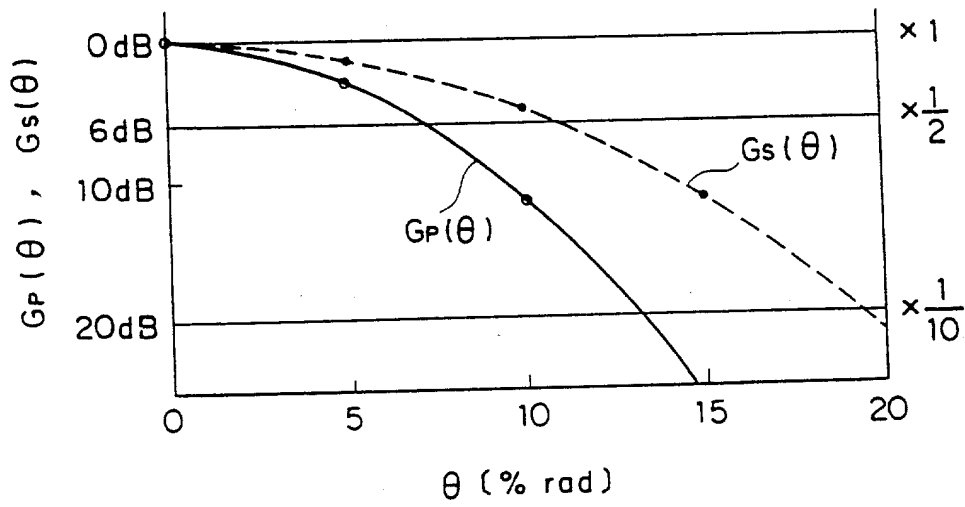


图 64

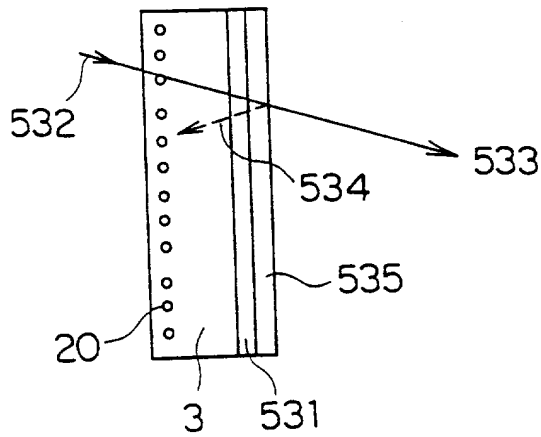




图 65

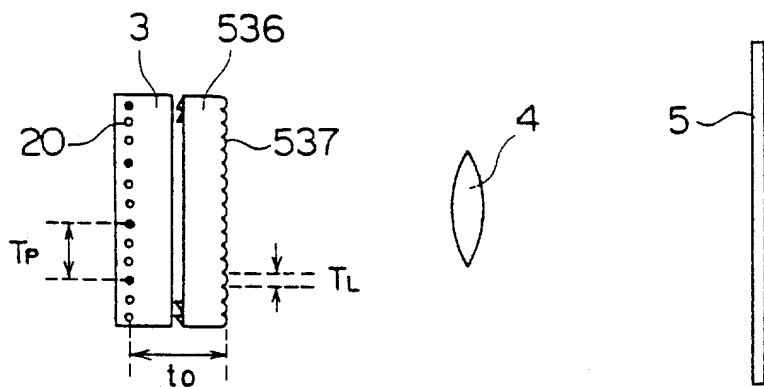


图 66

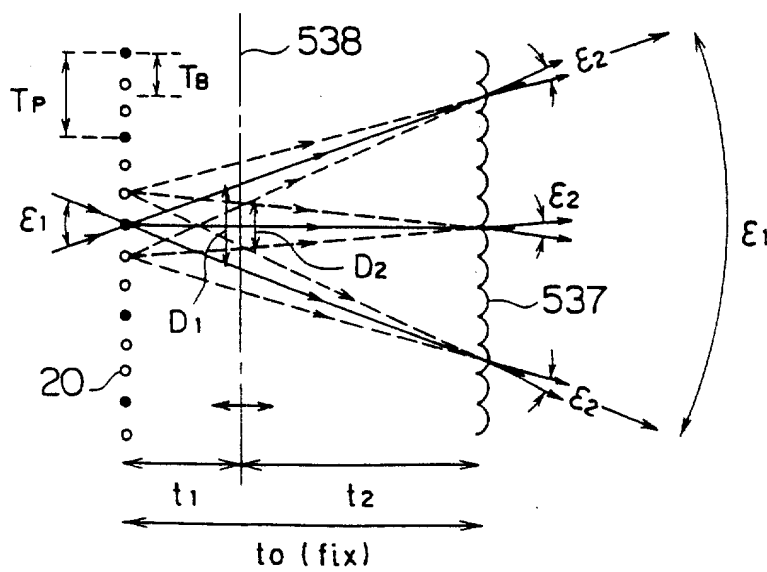


图 67

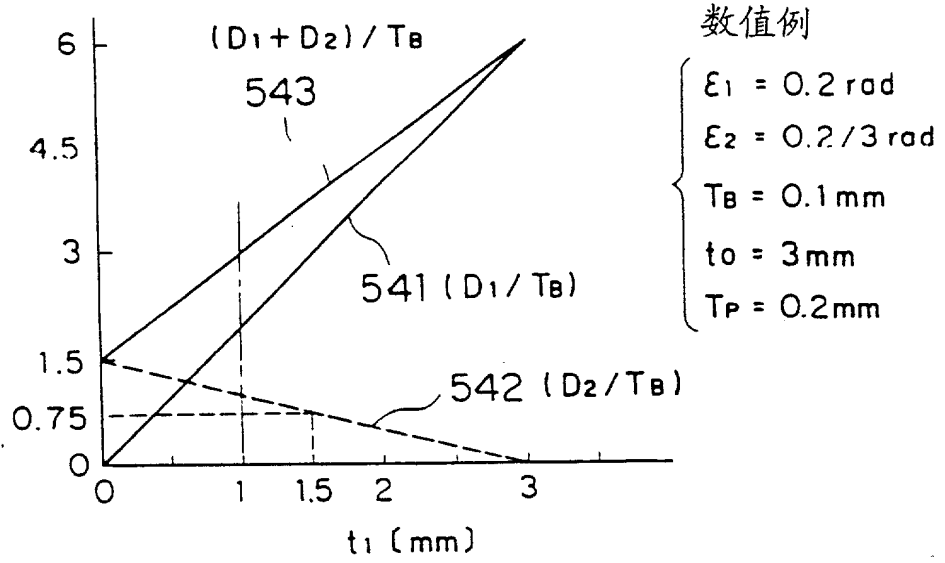


图 68

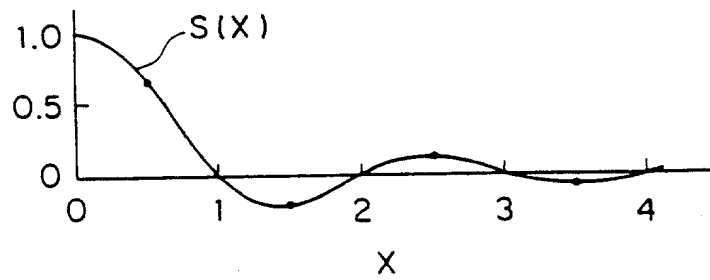


图 69

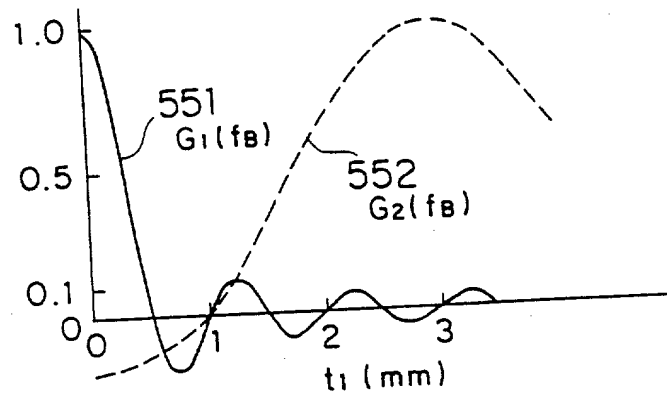


图 70

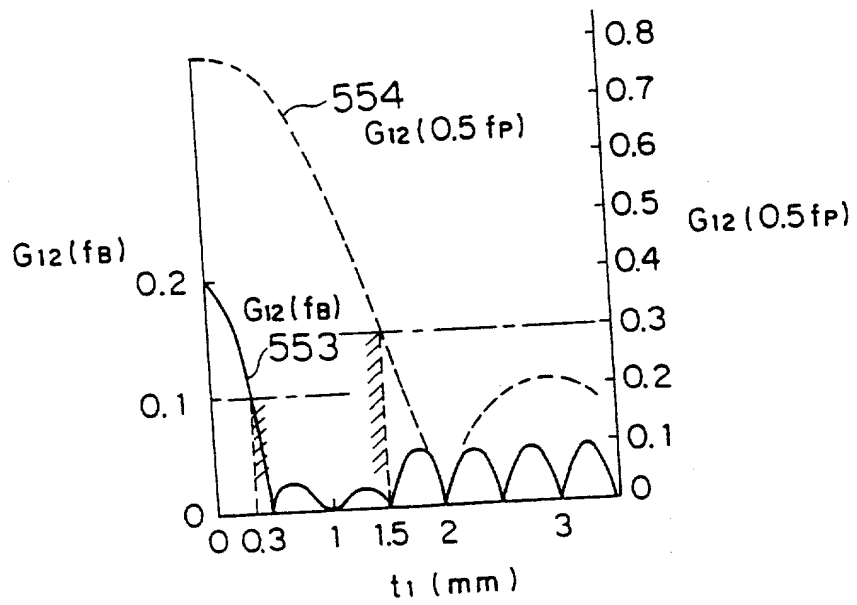


图 71

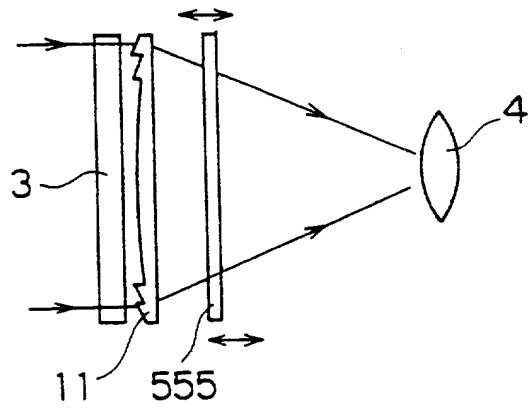


图 72 A

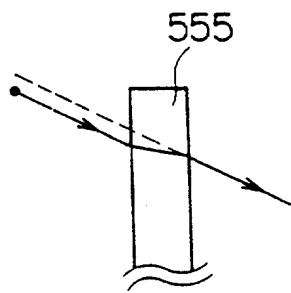


图 72 B

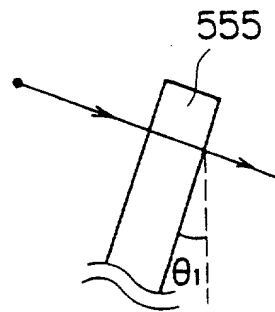


图 72 C

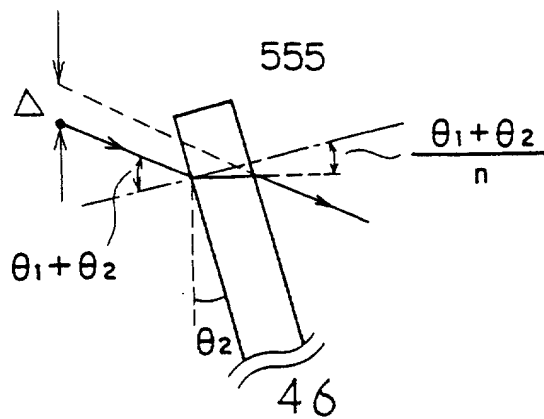


图 73

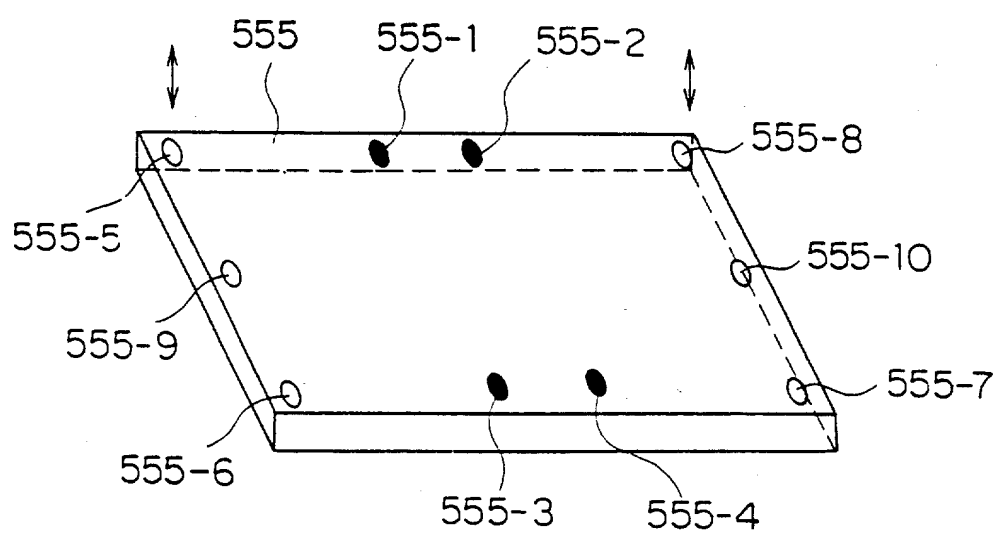


图 74

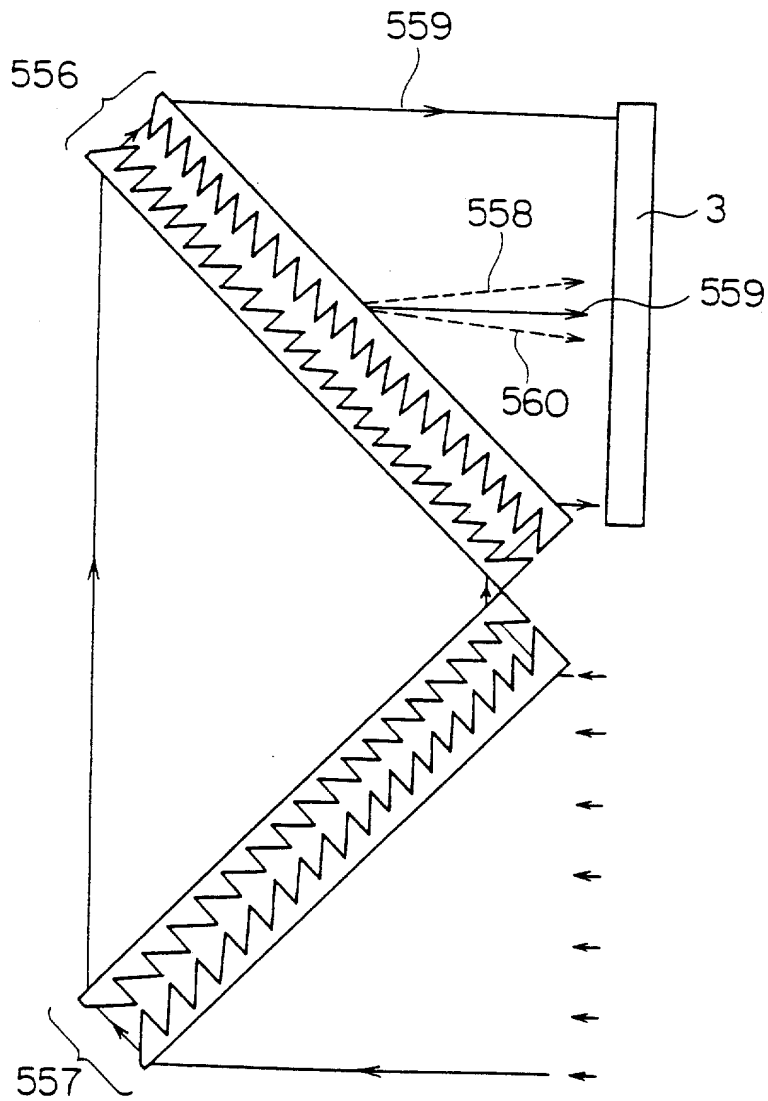


图 75

