



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102132193 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 20

(21) 申请号 200980132313. X

G03B 35/20 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 10. 06

G03B 35/24 (2006. 01)

(30) 优先权数据

H04N 13/04 (2006. 01)

2008-295430 2008. 11. 19 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 02. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/005184 2009. 10. 06

(87) PCT申请的公布数据

W02010/058515 JA 2010. 05. 27

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 坂井秀行 山崎真见

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王成坤 胡建新

(51) Int. Cl.

G02B 27/22 (2006. 01)

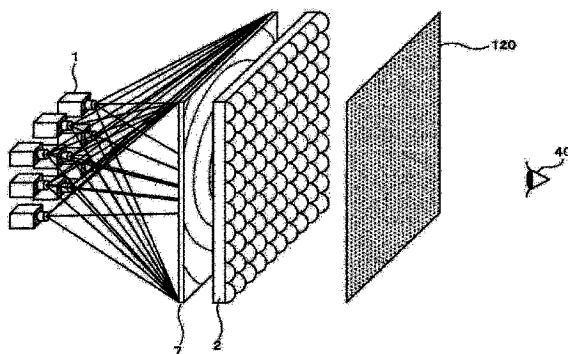
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 16 页

(54) 发明名称

裸眼立体视觉显示器

(57) 摘要

本方面的裸眼立体视觉显示器具有：多台投影仪；将从这些投影仪投影的影像的光线聚光的微透镜阵列；以及使通过微透镜阵列而聚光的光线扩散的扩散板。扩散板具有与距微透镜阵列的距离对应的扩散角。并且，扩散板被配置成为，使在通过构成微透镜阵列的多个微小透镜而形成的光线的多个聚光点之间形成虚拟的聚光点。



1. 一种裸眼立体视觉显示器,其特征在于,具有:
多台投影仪;
微透镜阵列,将从所述多台投影仪投影的影像的光线聚光;以及
扩散板,使由所述微透镜阵列聚光的所述光线扩散。
2. 根据权利要求1所述的裸眼立体视觉显示器,其特征在于,
所述扩散板具有与所述微透镜阵列的距离对应的扩散角。
3. 根据权利要求2所述的裸眼立体视觉显示器,其特征在于,
使所述扩散角与所述距离成反比。
4. 根据权利要求1所述的裸眼立体视觉显示器,其特征在于,
所述扩散板被配置为,由构成所述微透镜阵列的多个微小透镜在所述光线的多个聚光点之间形成虚拟的聚光点。
5. 根据权利要求4所述的裸眼立体视觉显示器,其特征在于,
在比构成所述微透镜阵列的多个微小透镜的焦点距离远离所述微透镜阵列的位置,配置所述扩散板。

裸眼立体视觉显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及显示能够裸眼立体观察的立体影像的显示器。

背景技术

[0002] 近年来,作为显示器的高附加价值化,显示立体影像的立体视觉显示器的市场比较活跃,也在大力开发显示能够裸眼观察的立体影像的裸眼立体视觉显示器,而且不需佩戴偏转眼镜等器件。关于这种实现裸眼立体观察的技术,有非专利文献 1 记载的积分照相术方式(以下称为 IP 方式),IP 方式是在纵向横向都能够再现立体感的技术。

[0003] 在基于 IP 方式的立体视觉显示器中,通过在 IP 方式中采用的微透镜阵列的构成要素即一个微小透镜的可控光线数量越多,则能够将显示的立体影像的可观察范围设定得越大,能够实现相对于视点位置变化的立体影像的平滑变化等,能够提高立体视觉显示器的性能,所述视点位置变化是由于单位视角范围内包含的可控光线数量的增加而引起的。

[0004] 在将已有的二维显示器装置即液晶显示器和等离子显示器等扁平显示器适用于 IP 方式的情况下,为了增加可控光线数量,需要采用扁平显示器的像素配置密度尽可能高的显示器,但为了充分确保每一微小透镜的光线数量,目前状态是能够制造的二维显示器装置的像素密度不足。

[0005] 与此相对,专利文献 1 公开了如下技术,为了提高在微透镜阵列的背面显示的二维影像的分辨率,以瓷砖方式高密度地投影多个投影仪的影像,生成现有设备不能实现的高分辨率的二维影像,提高每一微小透镜所覆盖的二维影像的像素数量。另外,专利文献 2 公开了如下技术,通过将多个投影仪的影像叠加,增加透过一个微小透镜的可控光线数量。

[0006] 先行技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献 1:日本特开 2003-279894 号公报

[0009] 专利文献 2:日本特开 2008-139524 号公报

[0010] 非专利文献

[0011] 非专利文献 1:M. G. Lippmann,“Epreuves reversibles donnant la sensation du relief,” J. de Phys., Vol. 7, 4th series, pp. 821-825, November 1908.

发明概要

[0012] 发明要解决的课题

[0013] 专利文献 1 记载的技术通过将多个投影仪的影像排列成瓷砖状,解决由于二维显示器装置的制造界限而造成的问题,但是为了近距离地投影高分辨率的影像,需要分辨率较高的高价投影透镜,而且为了形成像素的像,相对于在聚焦面上设置的扩散屏幕,存在光学上的制造界限。

[0014] 专利文献 2 记载的技术是这样一种技术,通过将多个投影仪的影像叠加,解决由于二维显示器装置的制造界限而造成的问题,通过变更投影仪的台数,能够成大小可变地

改变立体影像的分辨率和立体感。该技术需要小型的投影仪,而近年来在面向便携式设备的用途等中形成了小型投影仪和激光投影仪的市场,与专利文献 1 的技术相比,不需要把硬件的制造界限视为问题。但是,这种技术的立体影像的画质存在如下问题,即立体影像表面被感觉成粒状,在平滑性方面有欠缺。

[0015] 在此,对专利文献 2 的技术进行简单说明。图 1 及图 2 是说明专利文献 2 的一个实施方式的概况的图。1 表示投影仪,在此纵横配置 9 台投影仪。微透镜阵列 2 是将微小透镜排列而形成的,设置在投影仪和观察者之间。该微透镜阵列如图 2 所示,可以采用将横向的凹凸透镜 20 和纵向的凹凸透镜 21 重合而形成的微透镜阵列。在这种结构中,从各个投影仪投影合适的影像,利用透镜阵列的各个微小透镜控制各个投影仪的对应部分的光线,向观察者的右眼 3 和左眼 4 分别引导合适的光线 5 和光线 6,由此观察者能够观察立体影像。

[0016] 此时,透镜阵列周围的光线大致如图 3 所示。在该图中,利用 3 台投影仪,将与光线 302a 平行的光线组、与光线 303a 平行的光线组、与光线 304a 平行的光线组入射到透镜阵列 2 上。为了入射平行光线,严格地讲在透镜阵列 2 前面还需要菲涅尔透镜等光线控制机构,但在此处省略了,而视为大致平行。此时,例如光线 302a、302b、302c 通过透镜阵列 2 的微小透镜而聚光于点 302,然后向各个方向扩散。同样,光线 303a、303b、303c 聚光于点 303,光线 304a、304b、304c 聚光于点 304。观察者 300 观察从在范围 301 内排列的聚光点扩散的光线,但由于聚光点按照图示呈离散状分布,所以立体影像的画质被感觉成粒状。另外,虽然通过增加投影仪的台数、并增加范围 301 的聚光点的数量,能够使离散的分布变致密,但是投影仪自身的大小和设置场所存在物理界限,而且成本也升高。

[0017] 发明内容

[0018] 本发明的裸眼立体视觉显示器具有:多台投影仪;微透镜阵列,将从这些投影仪投影的影像的光线聚光;以及扩散板,使由微透镜阵列聚光的光线扩散。

[0019] 本发明的优选的另一个方式是,扩散板具有与距微透镜阵列的距离对应的扩散角。

[0020] 本发明的优选的另一个方式是,扩散板被配置成为,由构成微透镜阵列的多个微小透镜的光线的多个聚光点之间形成虚拟的聚光点。

[0021] 通过在微透镜阵列和观察者之间设置扩散板,对入射到观察者的眼睛中的光线进行插补,具有观察平滑的立体影像的效果。

附图说明

[0022] 图 1 是说明现有技术的裸眼立体视觉显示器的图。

[0023] 图 2 是在现有技术的裸眼立体视觉显示器中,将微透镜阵列置换为凹凸透镜的图。

[0024] 图 3 是说明透过现有技术的裸眼立体视觉显示器的微透镜阵列的光线组的状态的图。

[0025] 图 4 是说明追加了菲涅尔透镜的裸眼立体视觉显示器的图。

[0026] 图 5 是在通过菲涅尔透镜 7 的中心的水平面内描画图 4 所示的装置的剖面图。

[0027] 图 6 是说明投影仪投影的光束的图。

- [0028] 图 7 是说明垂直入射到菲涅尔透镜上的光束的状态的图。
- [0029] 图 8 是说明倾斜入射到菲涅尔透镜上的光束的状态的图。
- [0030] 图 9 是说明多台投影机投影像的光线组和聚光点的状态的图。
- [0031] 图 10 是表示微透镜阵列上的聚光点的分布的图。
- [0032] 图 11 是说明入射到观察者的瞳孔中的光线的状态的图。
- [0033] 图 12 是说明裸眼立体视觉显示器的图。
- [0034] 图 13 是说明光束组的插补的图。
- [0035] 图 14 是说明在生成来自虚拟聚光点的光束组时的扩散板的扩散角的图,该虚拟聚光点用于将在视网膜上进行插补的像连接。
- [0036] 图 15 是说明在生成来自虚拟聚光点的光束组时的扩散板的扩散角的图,该虚拟聚光点用于将在视网膜上进行插补的像连接。
- [0037] 图 16 是对像进行插补时的极端示例。
- [0038] 符号说明
- [0039] 1、30 ~ 32 投影机 ;2 微透镜阵列 ;3 观察者的右眼 ;4 观察者的左眼 ;5 入射到观察者的右眼中的光线 ;6 入射到观察者的左眼中的光线 ;7 菲涅尔透镜 ;20 横向的凹凸透镜 ;21 纵向的凹凸透镜 ;300、40 观察者 ;301、901 形成有聚光点组的范围 ;60 投影透镜 ;611 ~ 613 像素 ;704、1105 微小透镜 ;705、805 菲涅尔透镜上的光束入射范围 ;706 菲涅尔透镜的中心 ;1100 观察者的眼球 ;1104 观察者的瞳孔 ;120 扩散板 ;1301a、1302a 虚拟聚光点 ;1301b、1302b 在观察者的视网膜上连接的插补像。

具体实施方式

[0040] 下面,说明本发明的实施方式。在各个附图中,相同的符号表示相同的要素。

[0041] 图 4 表示在裸眼立体视觉显示器中追加了菲涅尔透镜 7 的裸眼立体视觉显示器的装置结构。使用图 4 说明构成待生成的立体影像的光线的性质。在本实施方式中配置了纵横合计 9 台投影机 1,但投影机的台数和配置也可以采用其它结构。菲涅尔透镜 7 提供相当于凸透镜的光学系统功能,以使菲涅尔透镜面成为投影机 1 的投影像的聚焦面的方式进行配置。微透镜阵列 2 隔着菲涅尔透镜 7 配置在设有投影机的一侧的相反侧,并与菲涅尔透镜 7 平行配置。在本实施方式中使用菲涅尔透镜 7 进行说明,但也可以使用例如单一凸透镜等具有与菲涅尔透镜等效的光学特性的光学系统。并且,微透镜阵列也可以采用如图 2 所示的使凹凸透镜交错的光学系统。观察者 40 观察从 9 台投影机投影的、透过菲涅尔透镜 7 及微透镜阵列 2 的光线,由此观察立体影像。

[0042] 图 5 是在通过菲涅尔透镜 7 的中心的水平面内描画图 4 所示的装置的剖面图。微透镜阵列 2 与菲涅尔透镜 7 平行配置。在断面上配置的 3 台投影机 30、31、32 相对于菲涅尔透镜 7 的面平行排列,各个投影机的投影透镜的中心位于同一平面 L_p 上。把通过菲涅尔透镜 7 的透镜中心的、与透镜平行的面设为 L_7 ,把通过构成微透镜阵列 2 的各个微小透镜的透镜中心的平面设为 L_2 。并且,把构成微透镜阵列 2 的各个微小透镜的焦点距离设为 f_2 ,把菲涅尔透镜 7 的焦点距离设为 f_7 。并且,把面 L_2 与面 L_7 的距离设为 H_m ,把面 L_7 与面 L_p 的距离设为 H_p 。在此,使 H_p 与 f_7 相等,使 H_m 与 f_2 相等。并且,在该图中,关于各个光线只描画了主光线。

[0043] 此时,在从投影仪 30 投影相对于菲涅尔透镜 7 及微透镜阵列 2 的中心左右对称的像时,投影仪 30 的投影像的中央的主光线 501 垂直入射到菲涅尔透镜 7 的透镜中心,并直接垂直通过后向微透镜阵列 2 入射。投影仪 30 的投影像的左端的主光线 502 和右端的主光线 503 虽然具有角度地入射到菲涅尔透镜 7 上,但是根据透镜效应,再从菲涅尔透镜 7 的面垂直射出,并垂直入射到微透镜阵列 2 上。即,投影仪 30 的投影像的各个像素的主光线作为与菲涅尔透镜 7 的透镜面垂直的平行光线组,被引导到微透镜阵列 2 上。

[0044] 针对投影仪 31 调整投影位置,使投影仪 31 的投影像的中央的主光线 511 以角度 θ 入射到菲涅尔透镜 7 的透镜中心位置。主光线 511 由于通过菲涅尔透镜 7 的透镜中心,因而以与入射角度 θ 相同的角度 θ 从菲涅尔透镜 7 射出,再向微透镜阵列 2 入射。投影仪 31 的投影像的左端的主光线 512 和右端的主光线 513 根据透镜效应,以角度 θ 从菲涅尔透镜 7 的面射出,并入射到微透镜阵列 2 上。即,投影仪 31 的投影像的各个像素的主光线作为与菲涅尔透镜 7 的透镜面形成夹角 θ 的平行光线组,被引导到微透镜阵列 2 上。

[0045] 投影仪 32 配置在隔着投影仪 30 与投影仪 31 对称的位置,所以投影像的各个像素的主光线 521、522、523 与投影仪 31 的各个主光线对称。

[0046] 图 6 ~ 图 8 用于说明朝向微透镜阵列 2 的构成要素即一个微小透镜的、投影仪 30、31 的投影像的入射光线及射出光线的位置关系。在此,为了更准确地了解光线的状态,把从投影仪的投影透镜整体射出的光线表述为光束。

[0047] 首先,使用图 6 说明来自投影仪的光束。首先说明投影仪 30 的中央的像素 611 的中央部发出的光束。从像素 611 的中央部发出的主光线是 501,通过投影仪的扩散光源从像素 611 的中央部发出的光束,经由投影透镜 60 按照光束 601a 所示进行聚束,以角度 $\phi 1$ 入射到菲涅尔透镜 7,再根据透镜效应作为光束 601b 射出。下面,说明从投影仪 30 的右端的像素 612 的右端部发出的光束。从像素 612 的右端部发出的主光线是 502,通过投影仪的扩散光源从像素 612 的右端部发出的光束,经由投影透镜 60 按照光束 602a 所示进行聚束,以角度 $\phi 2$ 入射到菲涅尔透镜 7,再根据透镜效应作为光束 602b 射出。关于从投影仪 30 的左端的像素 613 的左端部发出的光束,主光线是 503,被聚束的光束是 603a,朝向菲涅尔透镜 7 的入射角是 $\phi 3$,被射出的光束是 603b。在投影透镜的口径越大时,光束的聚束角 $\phi 1$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 3$ 越大。

[0048] 使用图 7 说明从投影仪 30 投影到微透镜阵列 2 的中央的微小透镜 704 的光束组的状态。图 7 表示以使光轴垂直通过菲涅尔透镜 7 的中心 706 的方式来设置微小透镜 704 的情况。投影仪 30 按照在图 5 中说明的那样进行投影。从投影仪 30 入射到菲涅尔透镜 7 的区域 705 的光束组,根据透镜效应沿垂直方向扩散并射出,在入射到微小透镜 704 上后,根据透镜效应成为平行的光束,并分别以通过聚光点 701 的方式射出。实际上投影仪 30 的光束致密地入射到区域 705 内,致密的光束入射到微小透镜 704 上,光束从聚光点 701 致密地扩散到范围 703 的圆锥区域中。聚光点的大小根据投影仪的口径和视场角、微小透镜的焦点距离而确定。与微小透镜对应的只是像素数量不同的光束,以基于像素配置的配置方式包含于呈圆锥状扩散的光束组中。

[0049] 另外,在图 7 中,通过构成微透镜阵列 2 的各个微小透镜的透镜中心的平面 L2 与菲涅尔透镜 7 的距离,是与图 5 相同的各个微小透镜的焦点距离 $f2 (= Hm)$,各个微小透镜的聚光点 701 形成在距离平面 L2 为焦点距离 $f2$ 的平面 L3 上。

[0050] 使用图 8 说明从投影仪 31 投影在微透镜阵列 2 的中央的微小透镜 704 上的光束组的状态。投影仪 31 按照在图 5 中说明的那样进行投影。从投影仪 31 入射到菲涅尔透镜 7 的区域 805 的光束组,根据透镜效应向角度 θ 的方向扩散并射出,在入射到微小透镜 704 上后,根据透镜效应成为平行的光束,分别以通过聚光点 801 的方式射出。实际上与图 7 的情况相同,光束从聚光点 801 致密地扩散到范围 803 的圆锥区域中。

[0051] 图 9 是一并记述 3 台投影仪 30、31、32 的光线组和聚光点的状态的图。光线组从投影仪 30 沿方向 930、从投影仪 31 沿方向 931、从投影仪 32 沿方向 932,从菲涅尔透镜 7 向微透镜阵列 2 入射。这些光线透过微透镜阵列 2 的各个微小透镜,并通过与 3 台投影仪对应的每个微小透镜的聚光点进行扩散。这些聚光点在范围 901 内排列,在从观察者侧进行观察时,聚光点(图中的小圆圈)按照图 10 所示分布于微透镜阵列 2 中。这样,在每一个微小透镜(图中的大圆圈)中,形成与投影仪的台数即 9 台对应的 9 个聚光点,从各个聚光点射出与各个投影仪的投影图像中入射到各个微小透镜的部分的像素对应的圆锥状的光线组。通过以上处理,在增加投影仪的台数时,每个微小透镜的聚光点的数量增加,针对每个微小透镜能够控制的光线数量增加,因而立体影像的画质提高,进而能够实现大小可变。

[0052] 下面,说明在图 4~图 10 中说明的裸眼立体视觉显示器的立体影像具有偏差(平滑性不足)的原因,并说明解决该方法。

[0053] 图 11 是说明入射到观察者的眼球 1100 的瞳孔 1104 中的光线的状态的图。使用相对于微透镜阵列 2 的一个微小透镜 1105 而形成的 9 个聚光点中的 3 点 1101a、1102a、1103a 进行说明。利用实线 1101c 和实线 1101d 表示的源自聚光点 1101a 的圆锥状的光束组扩散,其中利用虚线 1101e 和虚线 1101f 表示的圆锥状的光束组入射到瞳孔 1104 中,并在视网膜上连接成像 1101b。同样,利用实线 1102c 和实线 1102d 表示的源自聚光点 1102a 的圆锥状的光束组扩散,其中利用虚线 1102e 和虚线 1102f 表示的圆锥状的光束组入射到瞳孔 1104 中,并在视网膜上连接成像 1102b。利用实线 1103c 和实线 1103d 表示的源自聚光点 1103a 的圆锥状的光束组扩散,其中利用虚线 1103e 和虚线 1103f 表示的圆锥状的光束组入射到瞳孔 1104 中,并在视网膜上连接成像 1103b。根据该图可知,聚光点形成为离散状,由此在视网膜上连接形成的像也是离散的,结果,立体影像被观察成为粒状,导致观察到平滑性不足的立体影像。

[0054] 为了解决这种问题,可以生成在像 1101b 和像 1102b 之间、像 1101b 和像 1103b 之间连接插补的像的光束组,具体地讲,如图 12 所示,在微透镜阵列 2 和观察者 40 之间设置将光线扩散的扩散板 120。

[0055] 下面,使用图 13~图 16 说明扩散板 120 的优选的设置位置和扩散角。为了简单起见,使用与图 11 相同地、相对于微透镜阵列 2 的微小透镜 1105 而形成的 9 个聚光点中的 3 点 1101a、1102a、1103a 进行说明。

[0056] 首先,使用图 13 说明光束组的插补。图 13 是依据于图 11 的图,但省略了表示微透镜阵列 2、微小透镜 1105、各个聚光点的圆锥状的光线整体的线。聚光点 1101a、1102a、1103a 在微透镜阵列 2 的焦点面、即微小透镜组的焦点面 130 上以相等间隔排列,虽然此处省略了,但相对于邻接的微小透镜而形成的聚光点也继这 3 点之后以相等间隔排列。利用实线 1101e 和实线 1101f 表示的、从聚光点 1101a 扩散的圆锥状的光束组入射到瞳孔 1104 中,并在视网膜上连接成像 1101b。利用实线 1102e 和实线 1102f 表示的、从聚光点 1102a

扩散的圆锥状的光束组入射到瞳孔 1104 中,并在视网膜上连接成像 1102b。利用实线 1103e 和实线 1103f 表示的、从聚光点 1103a 扩散的圆锥状的光束组入射到瞳孔 1104 中,并在视网膜上连接成像 1103b。

[0057] 如上所述,在视网膜上连接形成的像呈离散状分布,因而立体影像被观察成为粒状。因此,生成在视网膜上将填埋例如像 1102b 和像 1101b 之间的像 1301b、像 1302b 连接的光束组。在视网膜上将像 1301b 连接的光束组,是利用虚线 1301e 和虚线 1301f 表示的、从实际不存在的虚拟的聚光点即虚拟聚光点 1301a 扩散形成的圆锥状的光束组,在视网膜上将像 1302b 连接的光束组,是利用虚线 1302e 和虚线 1302f 表示的、从虚拟聚光点 1302a 扩散形成的圆锥状的光束组,这种新的光束组是通过利用扩散板 120 将实际存在的聚光点的光束组扩散而生成的。在此,作为示例,说明将扩散板 120 设置在通过实线 1101e 与实线 1102f 的交点 1303、以及实线 1101f 与实线 1103e 的交点 1304 的面上的情况。该设置位置只是一例,也可以按照后面所述接近焦点面 130、或者接近瞳孔 1104。但是,由于扩散板 120 是为了在排列于焦点面 130 上的聚光点之间形成虚拟聚光点而设置的,所以扩散板 120 的设置位置必须是从微透镜阵列 2 远离该焦点面 130 的位置。即,在把扩散板 120 与微透镜阵列 2(图 5 中的面 L2) 的距离设为 L 时, $L > f_2$ 。另外,在聚光点以相等间隔排列的情况下,在按照上面所述来确定扩散板 120 的设置面时,使扩散板 120 与微透镜阵列 2 平行。

[0058] 使用图 14 说明在生成从虚拟聚光点 1301a 扩散的、包括虚线 1301e 和虚线 1301f 的光束组时的扩散板 120 的扩散角,该虚拟聚光点用于在视网膜上连接像 1301b。用于形成对视网膜上的像 1102b 和像 1101b 进行插补的像 1301b 的像素组的比率,由于接近像 1102b 而包括许多形成像 1102b 的像素组。即,扩散板 120 的扩散角过大,甚至多余的光束不过多包含于预期的光束组。在扩散板 120 的扩散角过大时,包括从多个聚光点扩散的光束在内,不仅诸如像 1301b 那样在视网膜上进行连接的插补用的像变得不鲜明,而且来自例如实际存在的聚光点 1102a 的像 1102b 也由于与来自其它聚光点的光束的重合而变得不鲜明。因此,在下面说明的从虚拟聚光点 1301a 扩散的光束组中,使较多地包括从聚光点 1102a 扩散的光束组,使不怎么包含从聚光点 1101a 和聚光点 1103a 扩散的光束组。下面,使用各个光束的主光线进行说明。并且,忽视从聚光点 1103a 扩散的光束。

[0059] 首先,说明朝向虚线 1301e 的方向的光线 1301g。从聚光点 1102a 射出的光线 1102g 和从聚光点 1101a 射出的光线 1101g,入射到光线 1301g 与扩散板 120 的交点 1400。在此,在从光线 1102g 向光线 1301g 的角度变化和从光线 1101g 向光线 1301g 的角度变化中,前者的变化比较小,所以通过使用诸如使从光线 1102g 产生光线 1301g 的扩散角的扩散板 120,能够避免光线 1101g 混合在光线 1301g 中。这种扩散角是根据微透镜阵列的聚光点的位置、观察者的眼睛的位置、以及这些位置与扩散板的位置的距离及角度的关系而确定的。

[0060] 在从聚光点 1102a 扩散的利用实线 1102e 和实线 1102f 表示的圆锥状的光束组将要入射的、包括扩散板 120 上的点 1400 与点 1303 之间的范围内,从光线 1102g 向光线 1301g 的角度变化与从光线 1101g 向光线 1301g 的角度变化成为同样的角度变化的关系。但是,在包括扩散板 120 上的点 1303 与点 1401 之间的范围内,需要比此前更大的角度变化。虽然从多个聚光点扩散的光束组入射到扩散板 120 的相同部分中,但是很难根据特定光束组来改变扩散角,所以在此使扩散板 120 的扩散角相同。在此,在把扩散角设为适合于点 1400

与点 1303 之间的范围的值 α 时,将不能为了对像 1301b 进行插补而在点 1303 和点 1401 的范围内引导从聚光点 1102a 扩散的光束。在这种情况下,虽然在视网膜上连接形成了插补像 1301b,但是与像 1101b 接近的部分的像缺失。像出现缺失是因为在进行说明时是以在超过扩散角 α 时扩散的光束(密度)消失的扩散板为前提的。实际上扩散角是利用全角来表示圆锥状的扩散光的亮度达到中心亮度(主光线方向的光线密度)的一半值($1/2$ 的光线密度)的位置,在超过扩散角 α 时(在点 1303 和点 1401 的范围内),虽然光线密度减小,但是来自聚光点 1102a 的光束有助于对像 1301b 进行插补。同样,来自聚光点 1101a 的光束虽然光线密度小,但是有助于对像 1301b 进行插补。即,像 1301b 由于来自聚光点 1102a 的光束与来自聚光点 1101a 的光束重叠,所以通过这些光束而形成的像素也重叠。但是,由于把扩散角设为适合于点 1400 和点 1303 的范围的值 α ,所以来自聚光点 1102a 的光束的重叠比率增大,像 1301b 成为接近像 1102b 的像。

[0061] 在把扩散角设为适合于点 1303 和点 1401 的范围的值 β ($\alpha < \beta$) 时,在点 1303 和点 1401 的范围以及点 1400 和点 1303 的范围中接近点 1303 的部分,从聚光点 1101a 扩散的光束重叠的比率增加。

[0062] 图 15 是说明在生成从虚拟聚光点 1302a 扩散的包括虚线 1302e 和虚线 1302f 的光束组时的、扩散板 120 的扩散角的图,该虚拟聚光点用于在视网膜上连接像 1302b。这种情况时的思路与图 14 所示的情况相同。在把扩散角设为适合于点 1501 和点 1303 的范围的值 γ 时,将不能为了对从聚光点 1101a 扩散的光束进行插补而从点 1501 和点 1303 的范围进行引导。实际上与图 14 所示的情况相同,虽然在超过扩散角时密度减小,但是光线扩散,由于来自聚光点 1101a 的光束与来自聚光点 1102a 的光束重叠,所以像 1302b 成为通过这些光束而形成的像素重叠的像。但是,由于把扩散角设为适合于点 1501 和点 1303 的范围的值 γ ,所以来自聚光点 1101a 的光束的重叠比率增大,像 1302b 成为接近像 1101b 的像。

[0063] 在把扩散角设为适合于点 1303 和点 1500 的范围的值 δ ($\gamma < \delta$) 时,在点 1303 和点 1500 的范围以及点 1501 和点 1303 的范围中接近点 1303 的部分,从聚光点 1102a 扩散的光束重叠的比率增加。

[0064] 如根据图 14 及图 15 说明的那样,通过在微透镜阵列 2 的焦点面、即微小透镜组的焦点面 130 与观察者的瞳孔 1104 之间配置扩散板 120,能够对视网膜上的像 1102b 和像 1101b 之间的像 1302b 进行插补。在从观察者侧进行观察时,由于被插补的像的存在,使得立体影像的画质不易被观察成为粒状,能够观察平滑的画质的立体影像。并且,由于立体影像的画质不易被观察成为粒状(离散状),所以观察者能够观察增加了鲜明度的画质的立体影像。

[0065] 另外,由于朝向扩散板 120 的入射角变大、扩散板的扩散角内的光束密度减小,所以也可以不考虑最初忽视的从聚光点 1103a 扩散的光束组,只需在采用扩散板的立体影像的插补中,考虑相邻的聚光点彼此的关系。

[0066] 在此,使用图 16 列举对像 1101b 和像 1102b 进行插补时的极端示例。极端示例是指这样的示例,以从聚光点 1101a 扩散的光线组为基础,生成在从聚光点 1102a 扩散的光线组上重合的光线组,相反,以从聚光点 1102a 扩散的光线组为基础,生成在从聚光点 1101a 扩散的光线组上重合的光线组。具体地讲,在采用了具有扩散角 ω 的扩散板 120 的示例

中,虽然插补像的像素中混合情况增多,但是能够可靠地进行插补,即使采用具有该扩散角 ω 以上的扩散角的扩散板,也仅仅是画质变差,所述扩散角 ω 足以使光线1101h改变角度而变为光线1101o,使光线1101m改变角度而变为光线1101n,使光线1102h改变角度而变为光线1102o,使光线1102m改变角度而变为光线1102n。

[0067] 在扩散板120的设置位置是除了在图13~图16中说明的位置之外的位置时,也具有画质提高的效果,如果在将扩散板接近观察者时减小扩散角、在将扩散板远离观察者时增大扩散角,则能够获得平滑的立体影像。换言之,使扩散板120的扩散角与距微透镜阵列2的距离对应。扩散角与微透镜阵列2的距离的对应关系是反比关系。因为在将扩散板120接近观察者时,即将扩散板120远离微透镜阵列2的焦点面130时,为了能够减小使从聚光点入射到扩散板的光线成为从虚拟聚光点射出的光线所需要的角度变化,采用扩散角较小的扩散板即足以达到上述目的,因为在扩散角较大的状态下,来自多个聚光点的光束组过剩地混合而使得画质变差。相反,在将扩散板120远离观察者时,即将扩散板120接近微透镜阵列2的焦点面130时,为了使从聚光点入射到扩散板的光线成为从虚拟聚光点射出的光线所需要的角度变化增大,所以需要采用的扩散角较大的扩散板来达到上述目的,在扩散角较小的状态下,将不能得到足以形成插补像的光线密度。

[0068] 另外,根据以上的说明即可明确得知,在投影仪的聚焦面上设置菲涅尔透镜和凸透镜并不是必须的,在不设置时也能够获得充足的效果。

[0069] 根据本实施方式,通过在微透镜阵列和观察者之间设置扩散板,能够对入射到观察者的眼睛的光线进行插补,使能够观察平滑的立体影像。

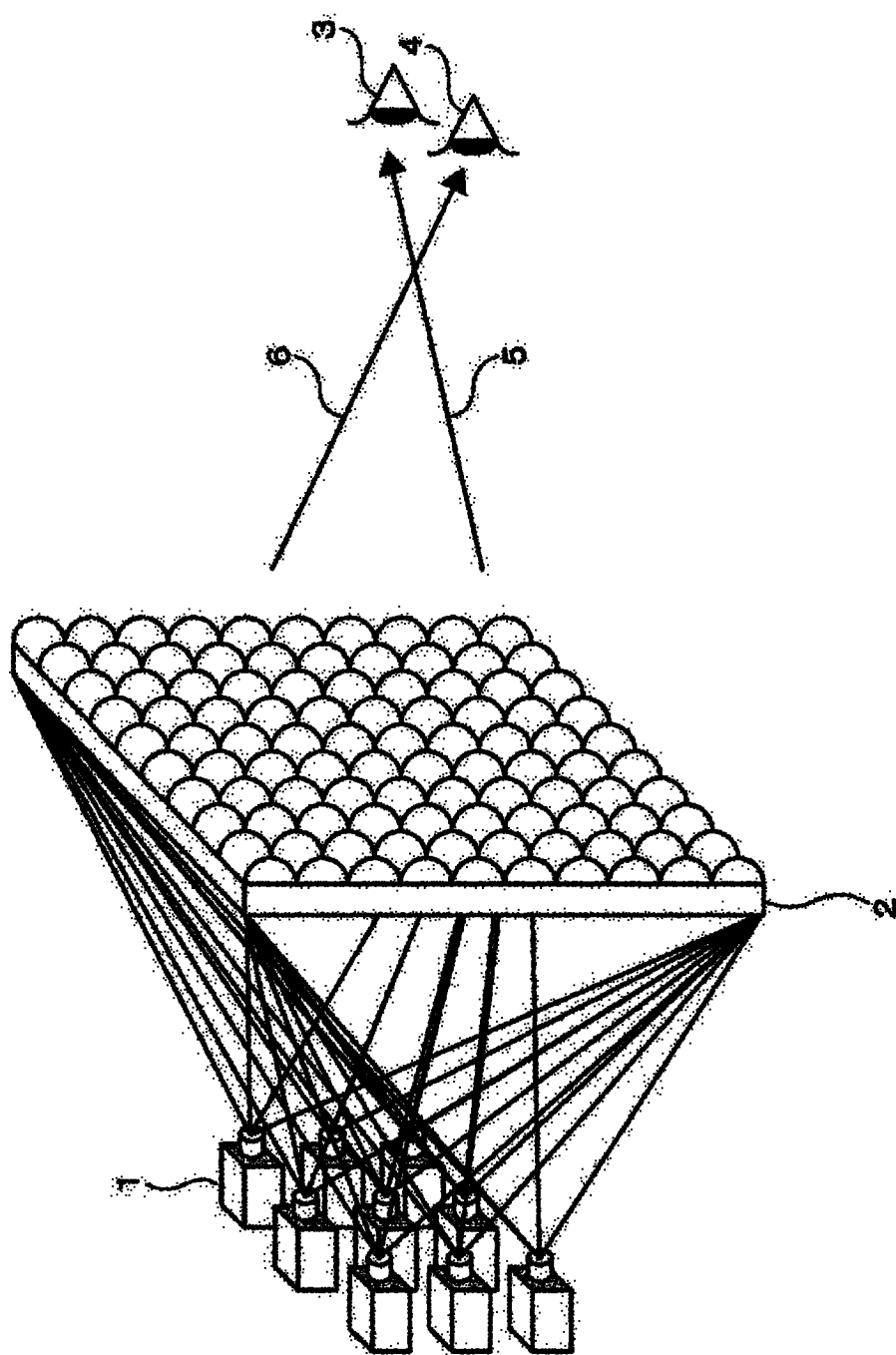


图 1

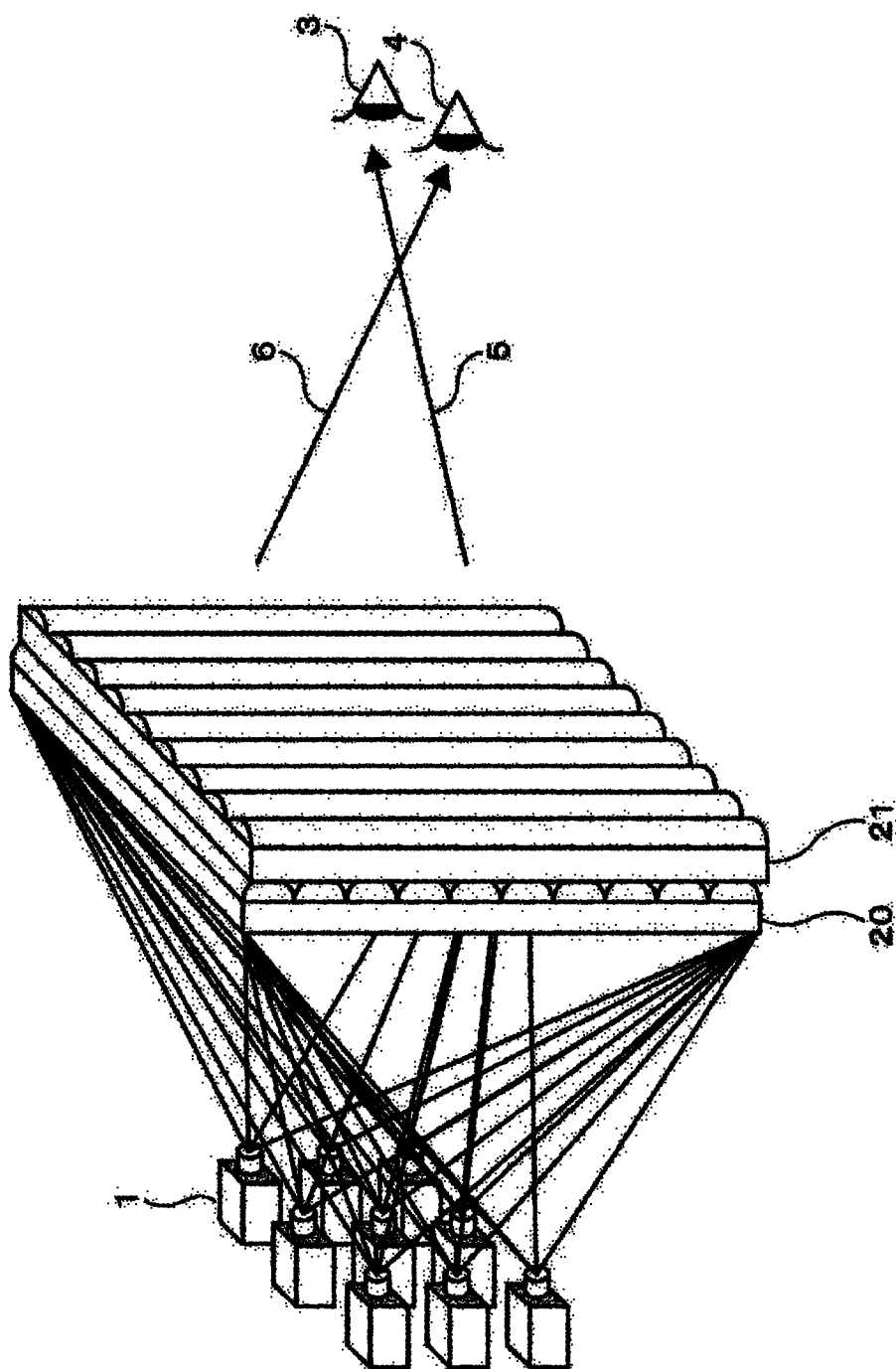


图 2

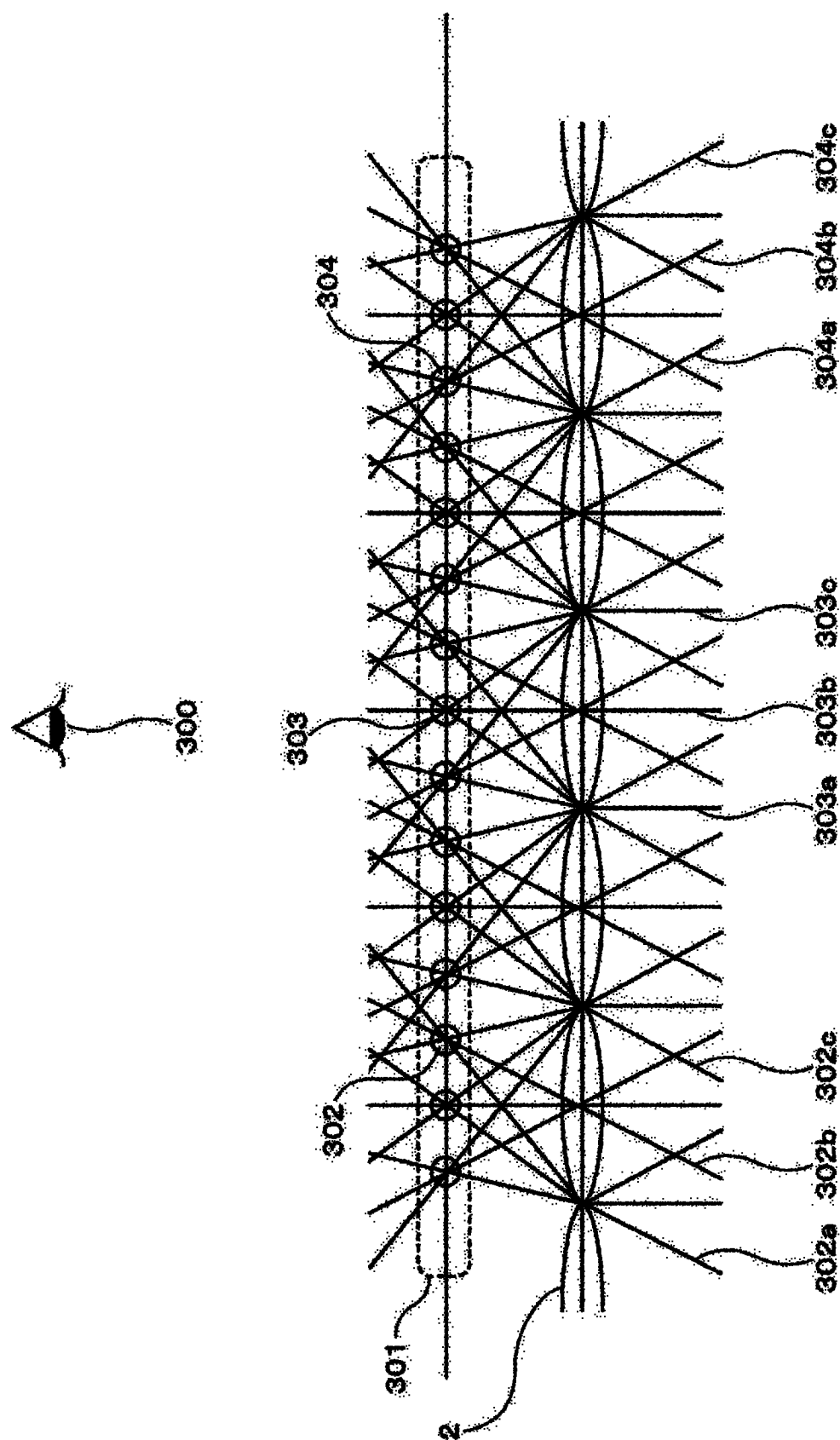


图 3

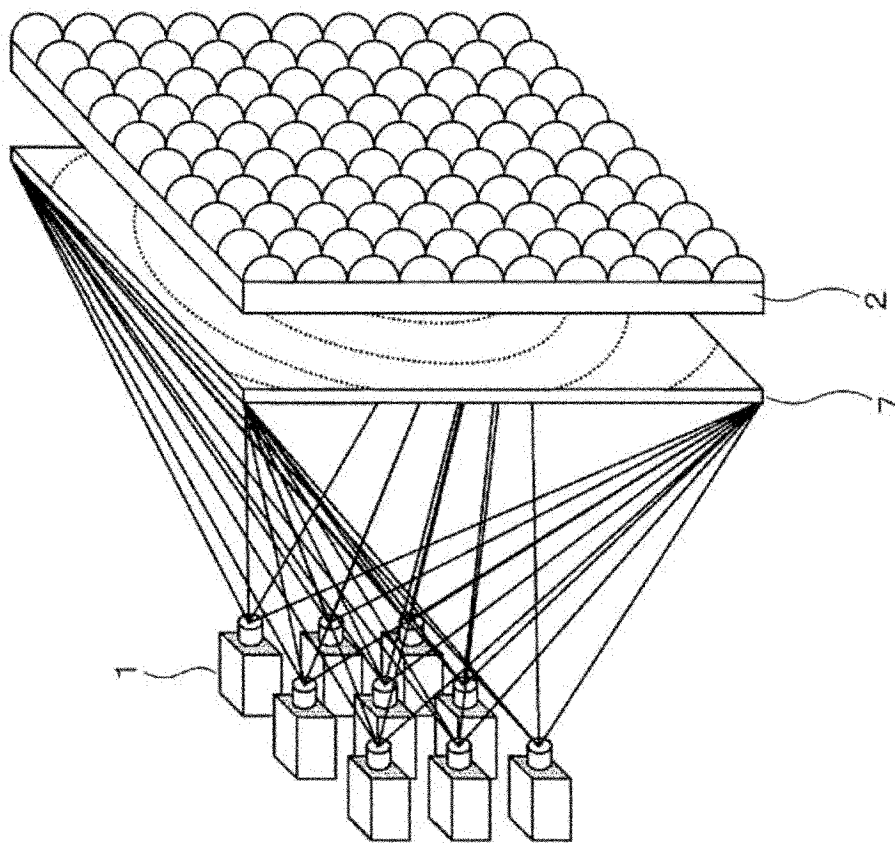
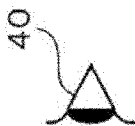


图 4

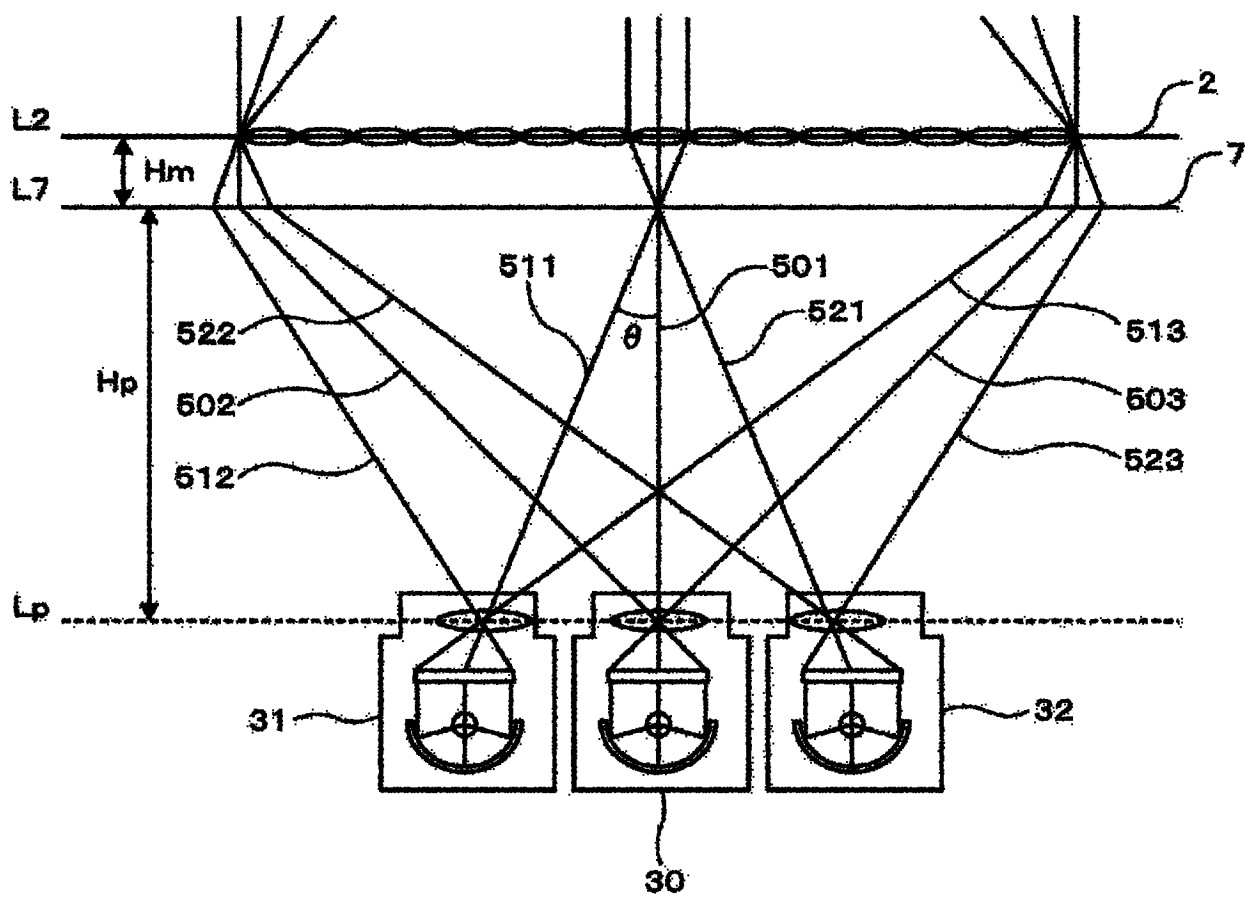


图 5

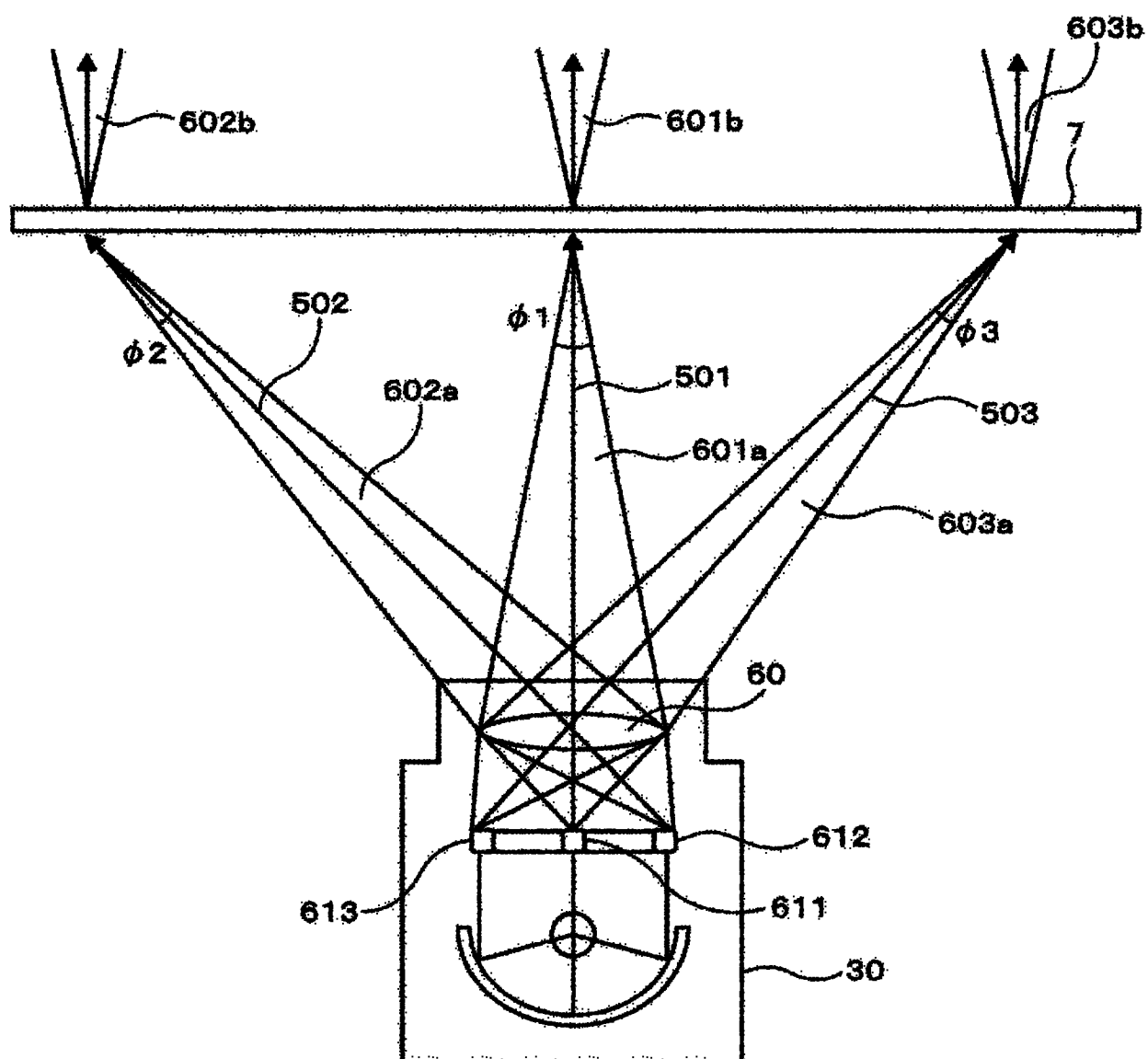


图 6

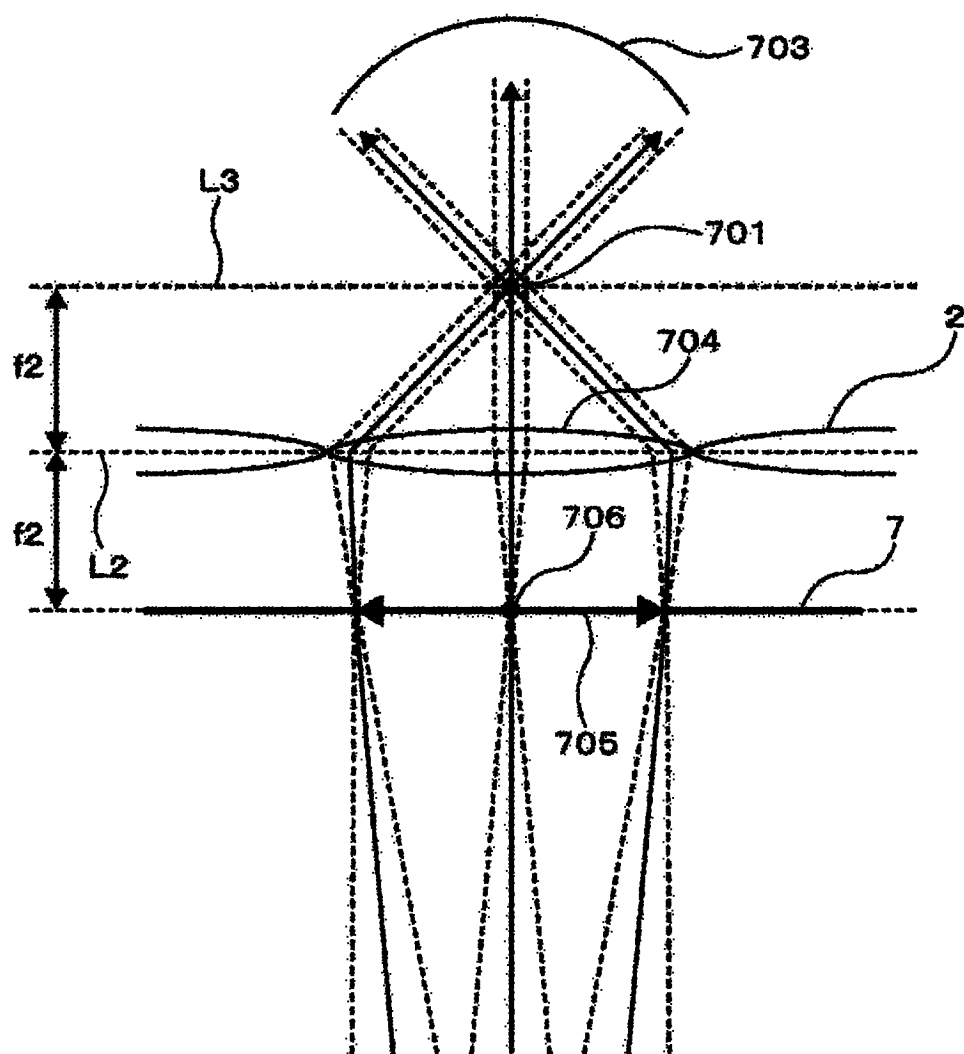


图 7

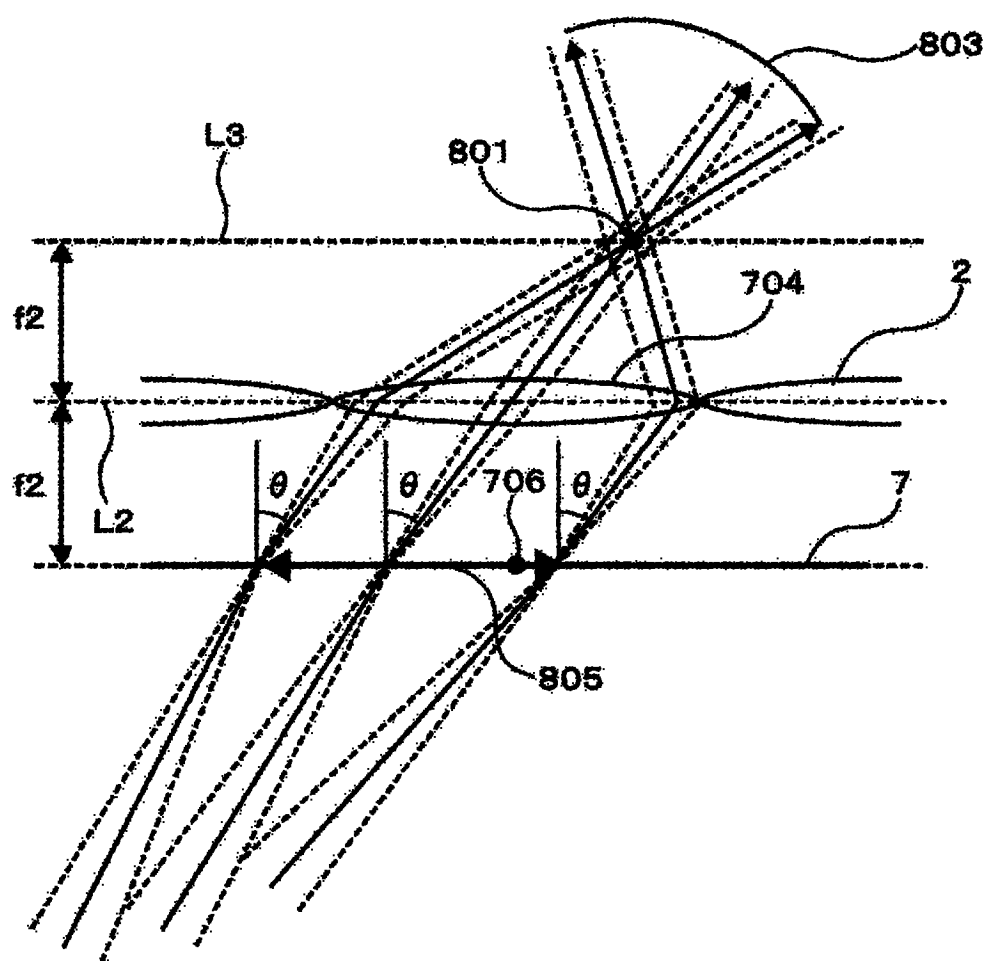


图 8

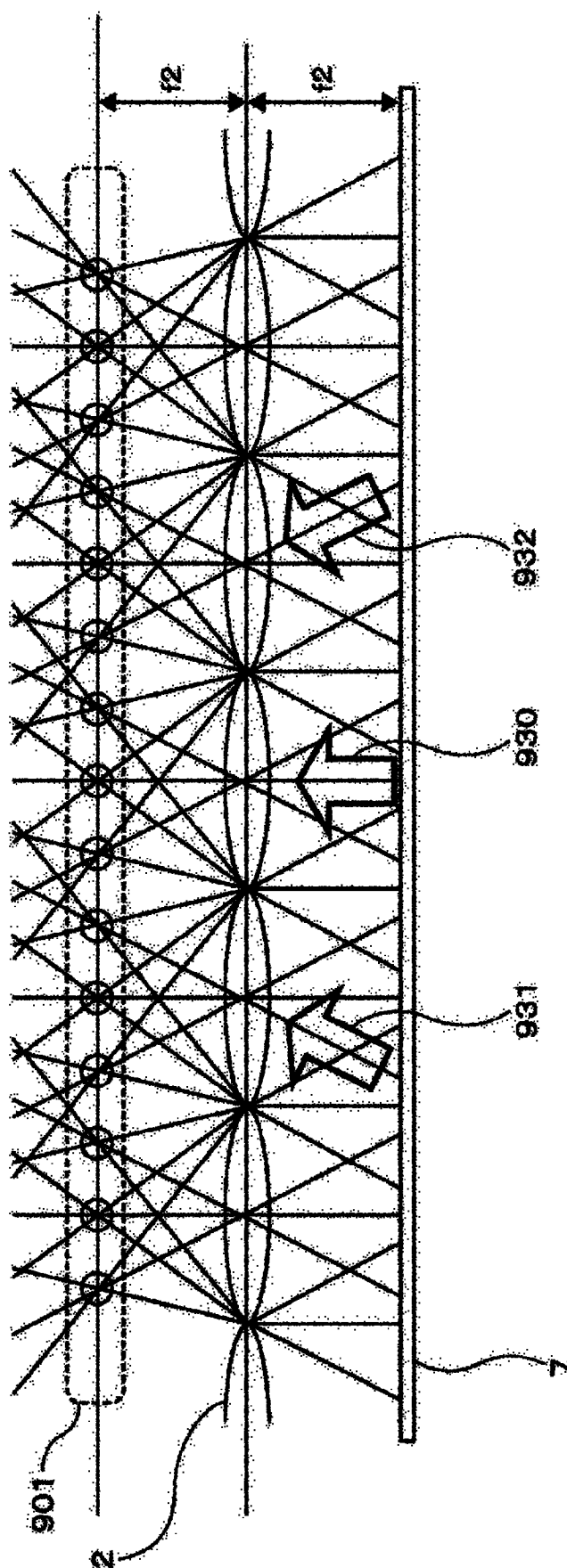


图 9

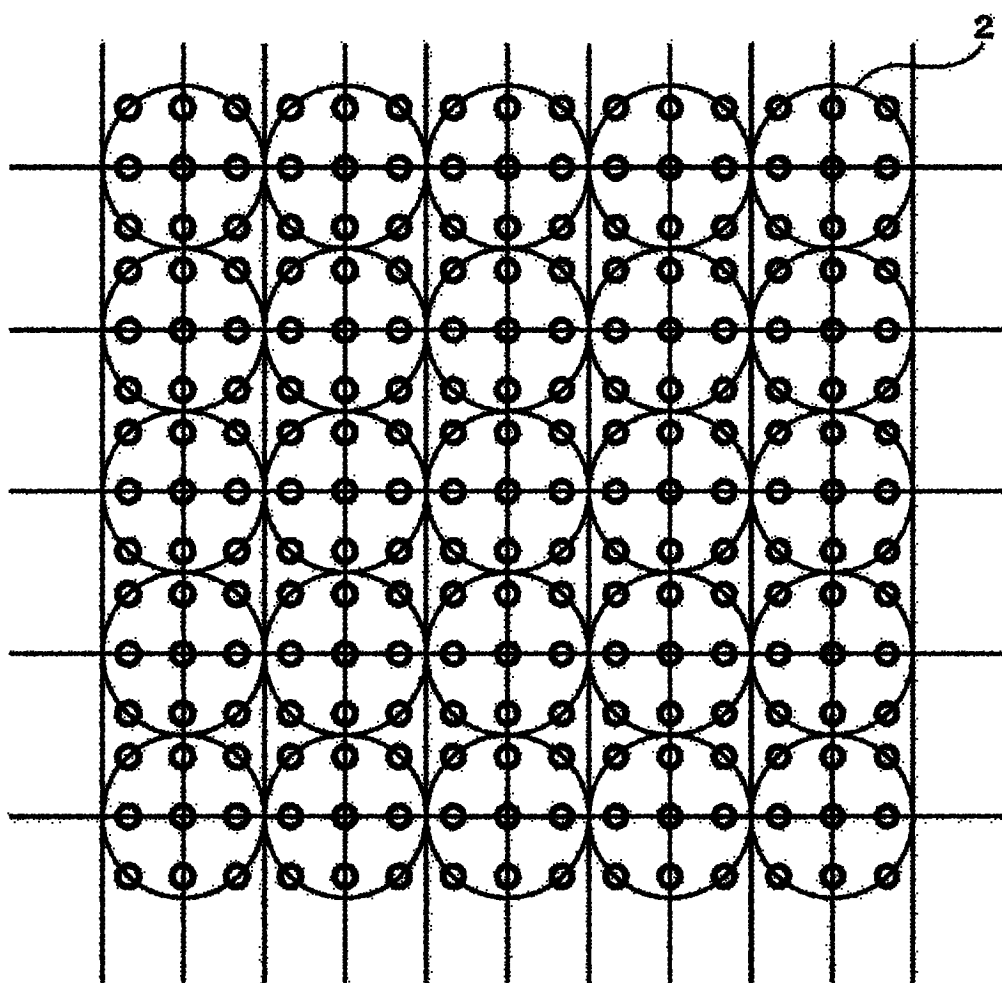


图 10

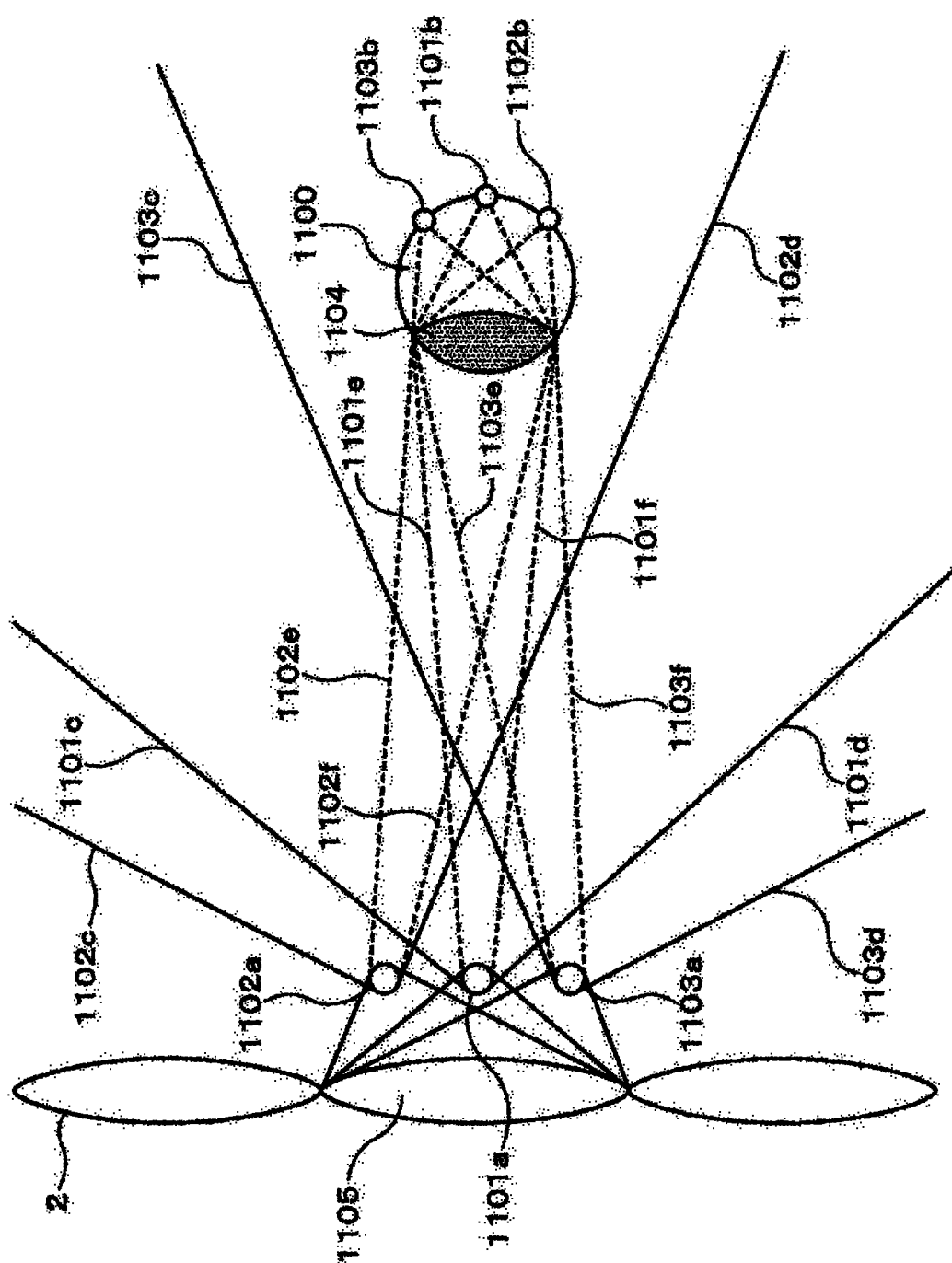


图 11

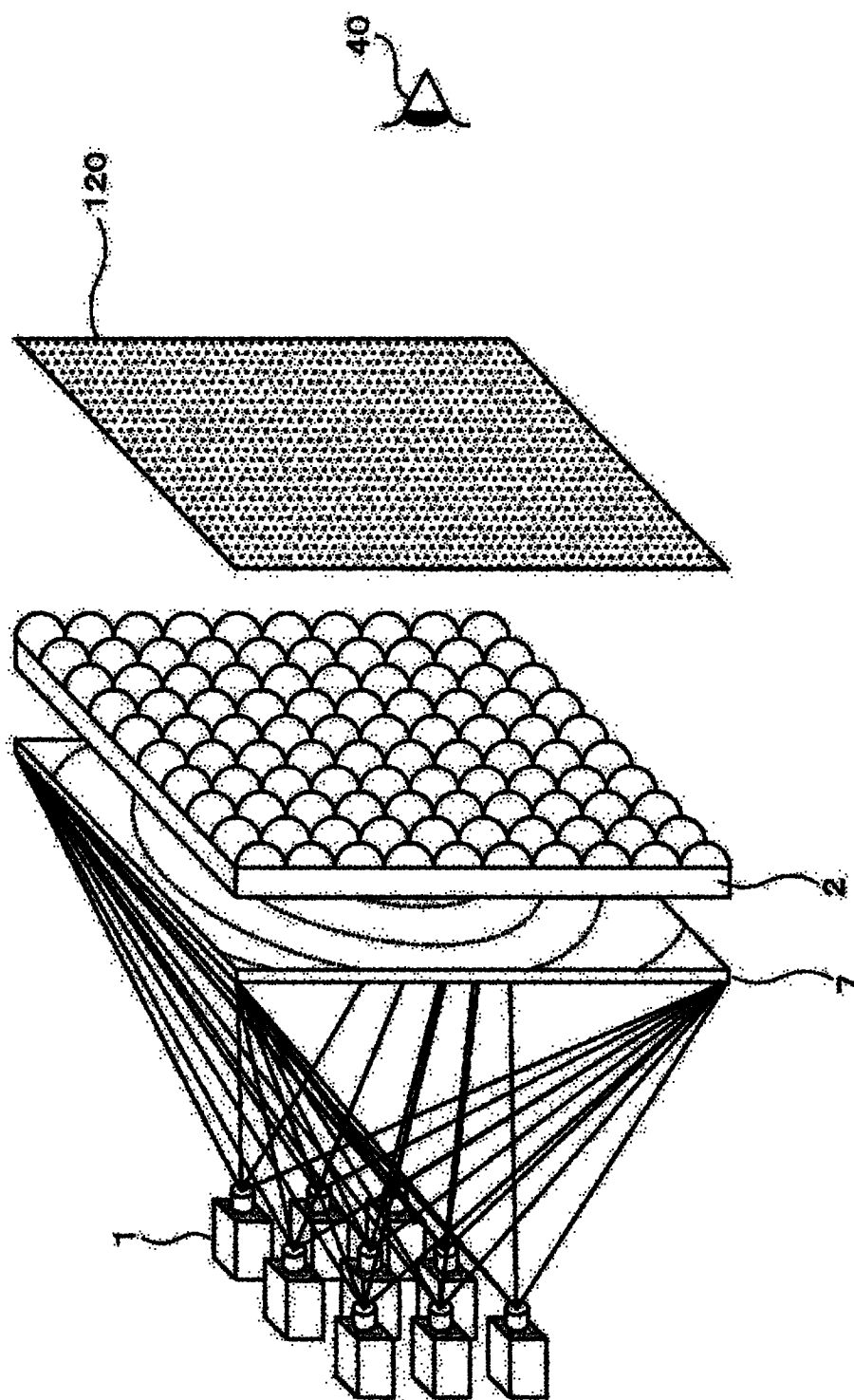


图 12

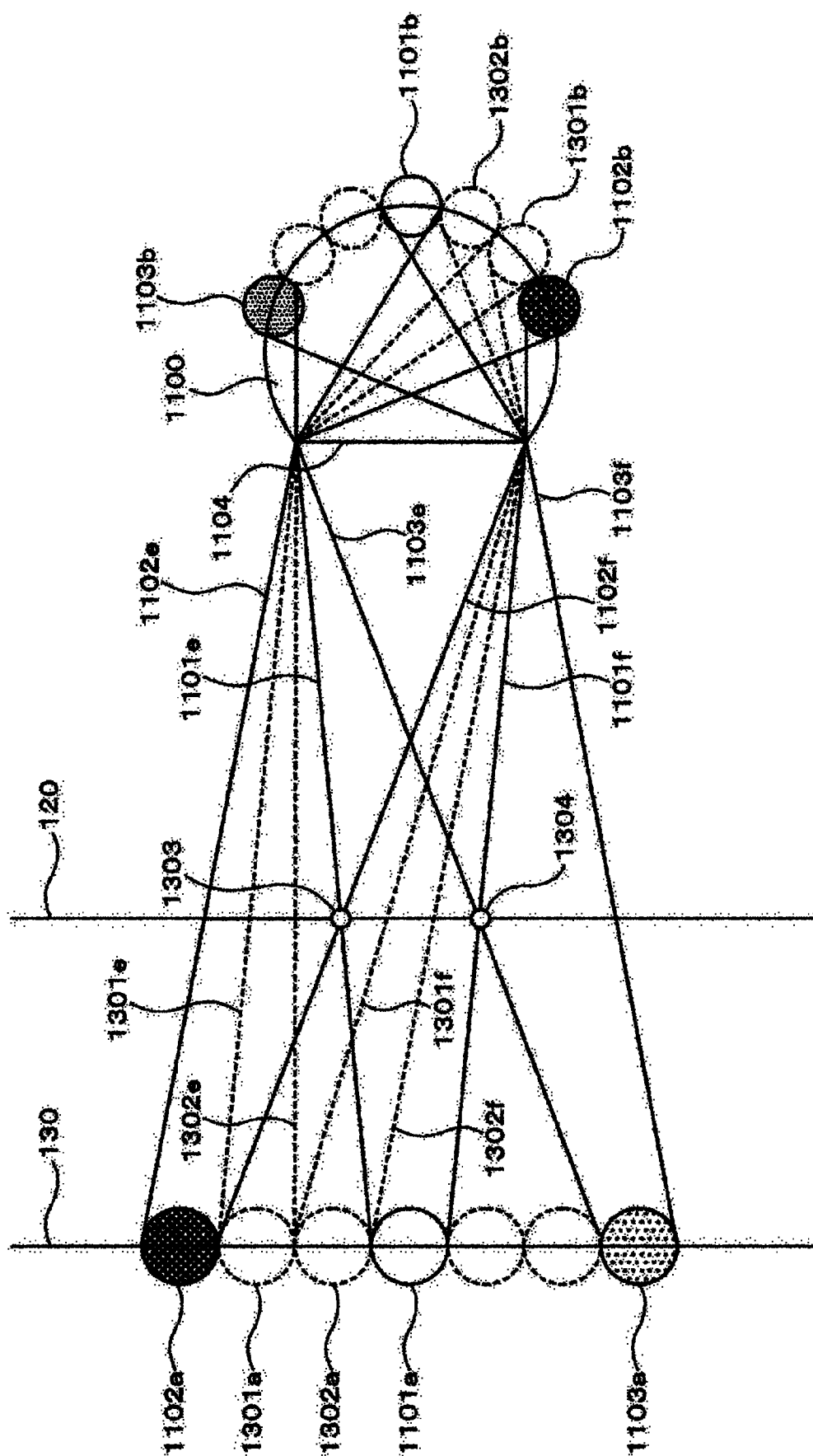


图 13

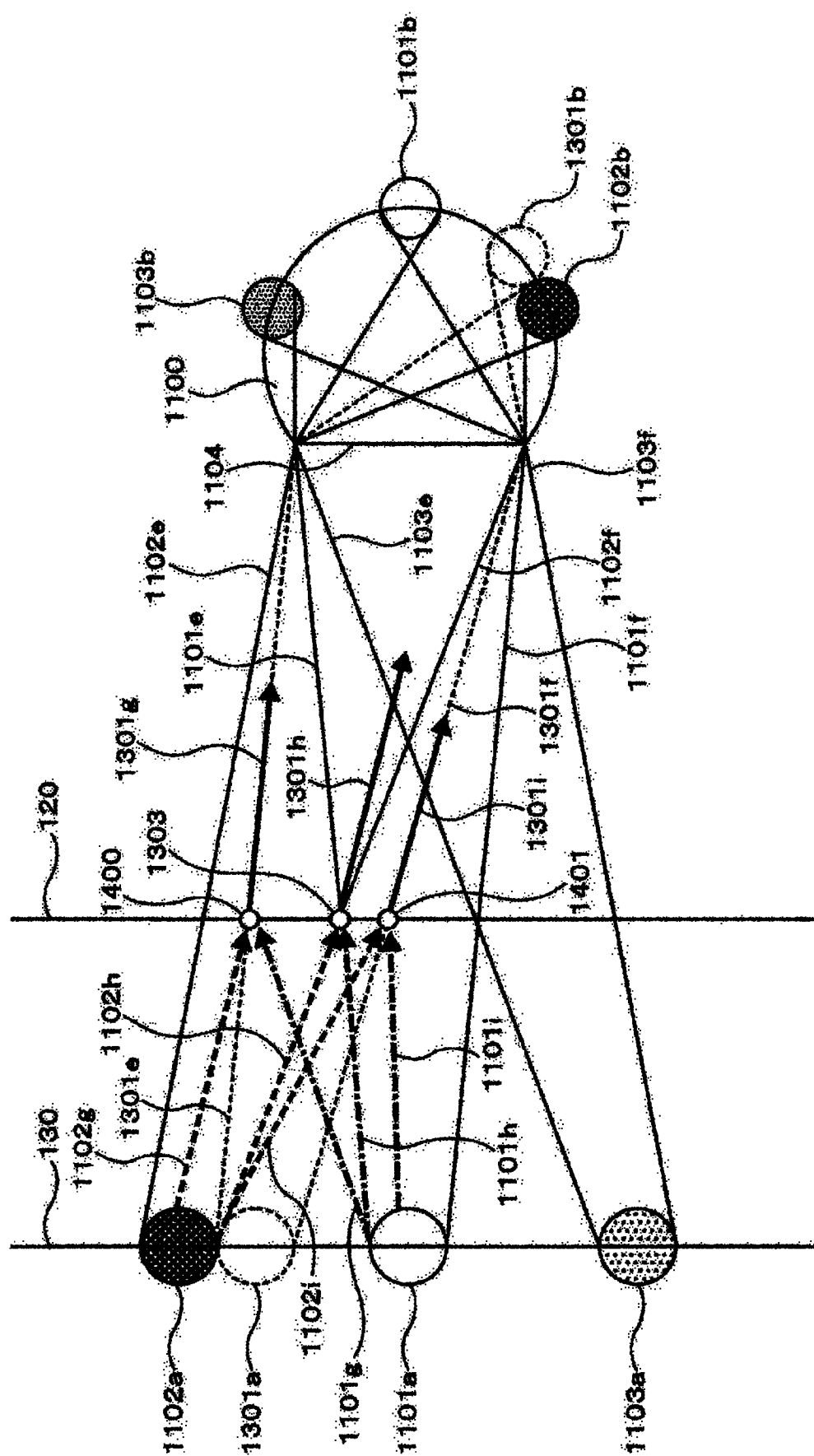


图 14

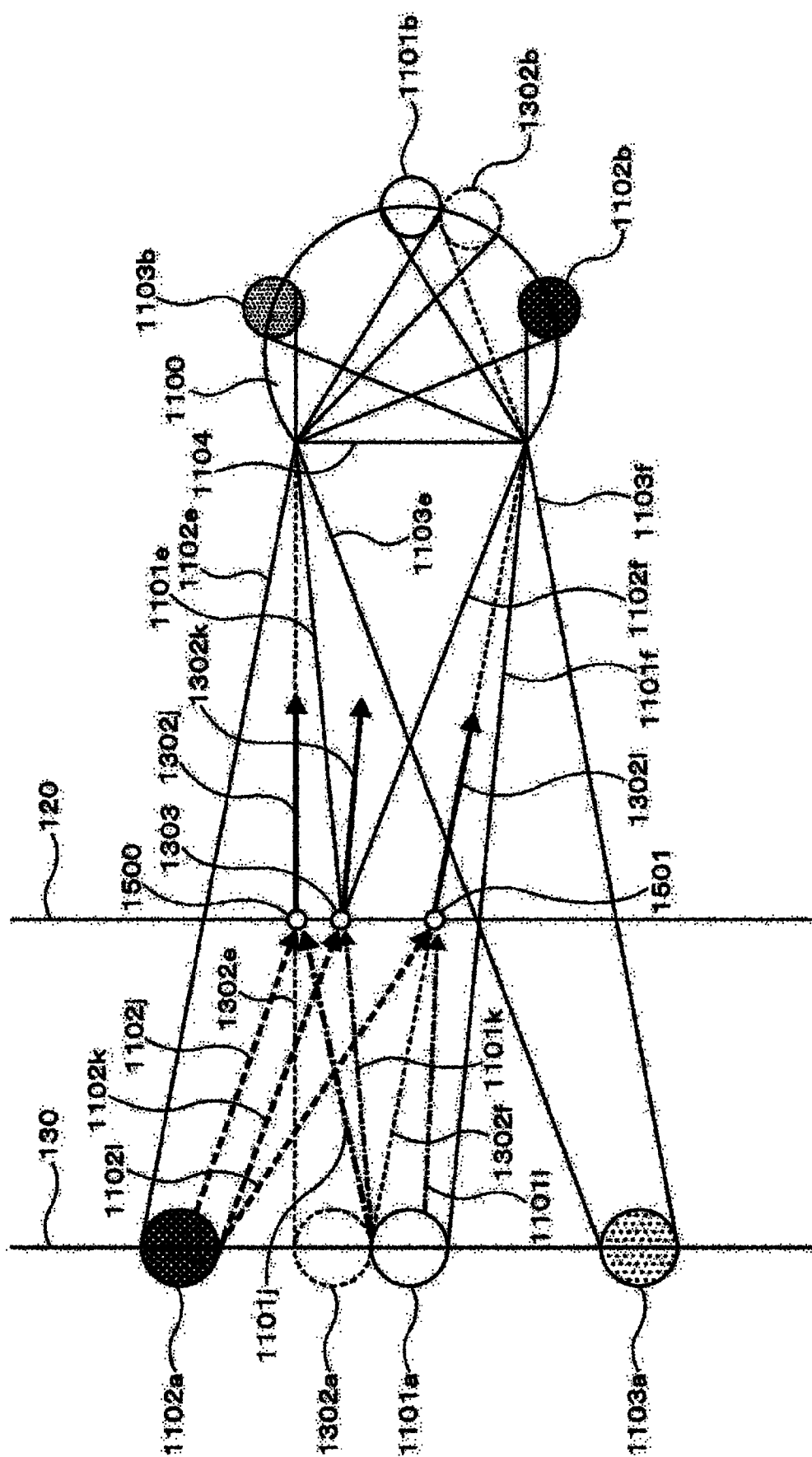


图 15

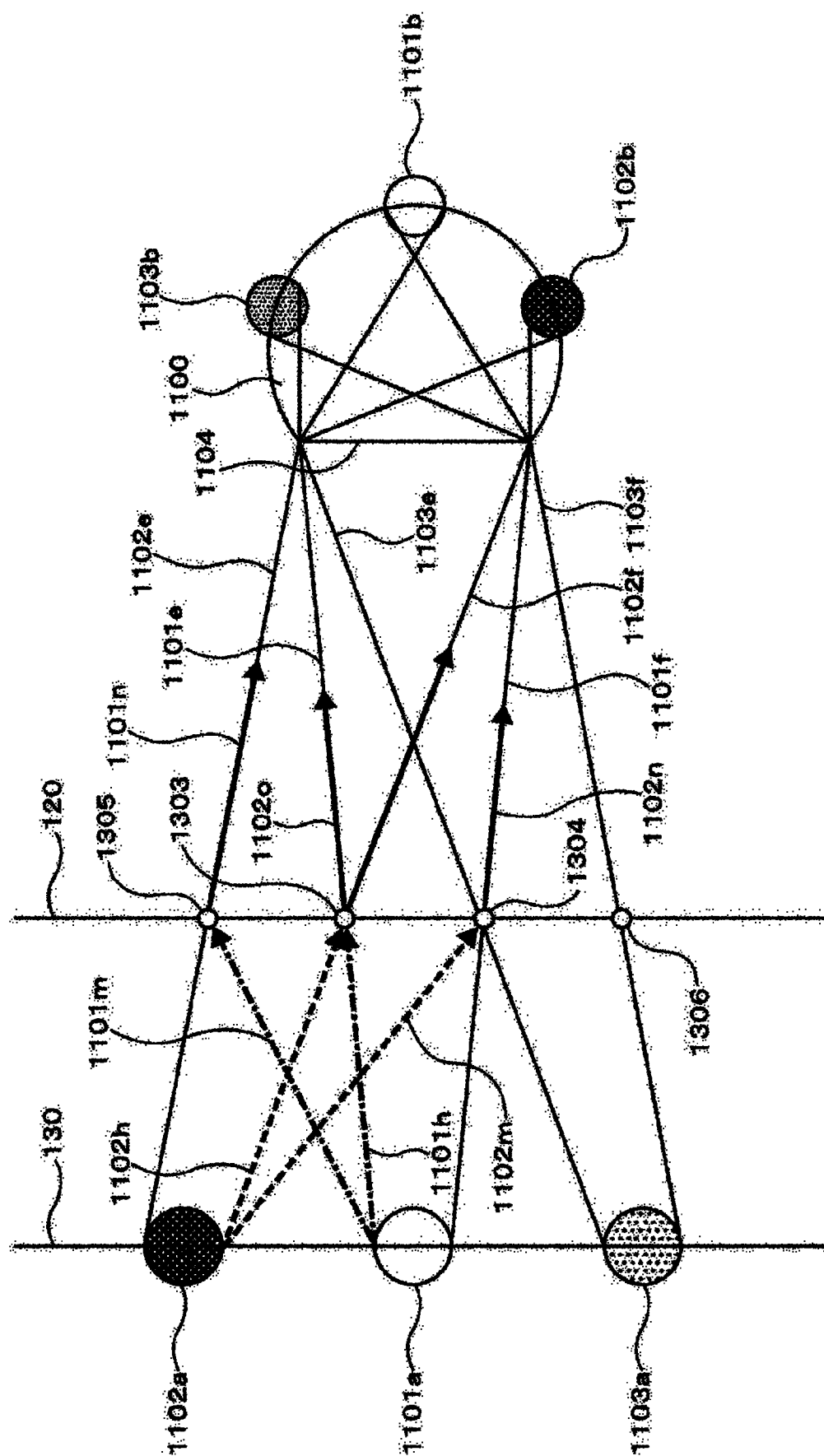


图 16