(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 11 日 (11.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/114224 A1

(51) 国际专利分类号:
G03B 21/60 (2014.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/119133

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 18 日 (18.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811472014.8 2018年12月4日 (04.12.2018) CN

(71) 申请人: 深圳光峰科技股份有限公司 (APPOTRONICS CORPORATION LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路63号高新区联合总部大厦20-22楼, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 王霖 (WANG, Lin); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路63号高新区联合总部大厦20-22楼, Guangdong 518000 (CN)。 孙微 (SUN, Wei); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路63号高新区联合总部大厦20-22楼, Guangdong 518000 (CN)。 张红秀 (ZHANG, Hongxiu); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路63号高新区联合总部大厦20-22楼, Guangdong 518000 (CN)。 胡飞 (HU, Fei); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路63号高新区联合总部大厦20-22楼, Guangdong 518000 (CN)。 李屹 (LI, Yi); 中国广东省深圳市南山区粤海街道学府路63号高新区联合总部大厦20-22楼, Guangdong 518000 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,

(54) **Title:** PROJECTION SCREEN AND PROJECTION SYSTEM

(54) 发明名称: 投影屏幕和投影系统

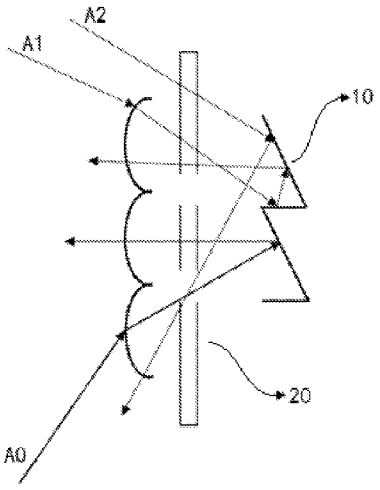

图 3

(57) **Abstract:** A projection screen (100), and a projection system comprising the projection screen (100) and a projector. The projection screen (100) comprises a microlens array layer (30), a filter layer (20), and an optical structure layer (10) arranged sequentially from an incident side of a projection light (A0). The microlens array layer (30) comprises multiple microlens units. The filter layer (20) has a predetermined transmittance and is provided with a light-transmissive hole (21). The optical structure layer (10) comprises an optical microstructure unit capable of reflecting the incident light. The light-transmissive hole (21) in the filter layer (20) is arranged on the basis of an optical axis of the microlens unit in the microlens array layer (30) so that the light-transmissive hole (21) is exactly located on a focal plane of the microlens unit, and the projection light (A0) is reflected by the microlens unit, and then exactly passes through the light-transmissive hole (21). The projection screen (100) has a high screen gain, the resistance to the ambient light contrast of the projection screen (100) can be improved, and the process difficulty of manufacturing the projection screen (100) is reduced.

WO 2020/114224 A1

[见续页]

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种投影屏幕（100）和包含投影屏幕（100）和投影机的投影系统。投影屏幕（100）包括从投影光线（A0）的入射侧依次布置的微透镜阵列层（30）、滤光层（20）和光学结构层（10），微透镜阵列层（30）包括多个微透镜单元，滤光层（20）具有预定的透光率并且设置有透光孔（21），光学结构层（10）具有能够反射入射光的光学微结构单元，并且滤光层（20）中的透光孔（21）的位置是基于微透镜阵列层（30）中的微透镜单元的光轴位置布置的，以使透光孔（21）正好位于微透镜单元的焦平面上并且投影光线（A0）经过微透镜单元的折射后正好穿过透光孔（21）。投影屏幕（100）具有较高屏幕增益，能够提高投影屏幕（100）的抗环境光对比度，并降低制造投影屏幕（100）的工艺难度。

投影屏幕和投影系统

技术领域

本发明涉及投影屏幕和投影系统。具体地，本发明涉及既能够有效提高屏幕抗环境光能力又具有高增益的投影屏幕和使用该投影屏幕的投影系统。

背景技术

当前，投影显示系统越来越受到人们的关注。尤其是在大尺寸家庭影院应用场景中，投影显示系统的优势越来越被大众认可。

屏幕是影响投影显示系统的一个重要因素，其对投影显示的图像质量影响很大，而屏幕的对比度是评价一块屏幕好坏的重要参数。通常，因为一般的投影屏幕既能反射投影机的光线也能反射环境光的光线，所以屏幕反射的画面的对比度因受到环境光的影响而远低于投影机自身的对比度。

为了提高在有环境光的情况下的屏幕对比度，已经提出了不少的解决方案。例如，在专利文献 1（CN1670618A）中公开了一种抗环境光的投影屏幕。这种投影屏幕采用线栅屏幕，其微结构单元由上下两个斜面组成。上方的斜面表面涂有黑色的吸光材料，用来吸收屏幕上方入射的环境光线，下方的斜面表面为由白色反射树脂形成的基地材料，用于反射投影机的光线。但是，由于用于反射的白色漫反射层对于入射光线的角度没有选择性，所以入射到白色反射面的环境光一样可以被反射到观众的视场，而且屏幕的增益一般低于 0.5。另外，线栅结构只能准直投影机截面中央区域的入射光线，准直效果从屏幕中间到屏幕两边的逐渐变差。另外，在专利文献 2（CN105408777A）提出了一种具有圆形对称的菲涅尔微结构的屏幕。这种屏幕利用投影光线与环境光入射角度不同来提高对比度。其中，环境光被反射层的上反射面反射至地面方向，因而这部分环境光不会影响屏幕的对比度。但是，在专利文献 2 的方案中，仍有一部分环境光会被发射层的下反射面反射至观众的视场内。因此，

专利文献 2 中的的结构改善对比度的效果有限。此外，当前还存在利用全反射原理的屏幕结构。全反射屏幕结构利用投影光线和环境光线入射角度不同的特性，使大角度入射的投影光线满足全反射条件而被反射，小角度入射的环境光线透过结构层而被吸收。然而，由于全反射条件相对比较苛刻，这样的结构可能会导致一部分投影光线因为不满足全反射条件而被浪费。因此，这种结构的屏幕光线利用率不高。此外，由于全反射结构的两个反射面面积较大，来自屏幕上方的与投影光线对称的环境光线会被反射向观众的视场，因此抗环境光的能力有局限性。

发明内容

针对上述问题，本发明旨在提供一种结构简单、成本低，具有高增益、高对比度的投影屏幕和投影系统。

本发明的实施例公开了一种投影屏幕，包括从投影光线的入射侧依次布置的微透镜阵列层、滤光层和光学结构层，所述微透镜阵列层包括多个微透镜单元，所述滤光层具有预定的透光率并且设置有透光孔，所述光学结构层具有能够反射入射光的光学微结构单元，所述透光孔正好位于所述微透镜单元的焦平面上并且所述投影光线经过所述微透镜单元的折射后正好穿过所述透光孔。

优选地，在所述投影屏幕的屏幕平面上，所述微透镜阵列层的所述微透镜单元、所述滤光层的所述透光孔和所述光学结构层的所述光学微结构单元均排布成圆环形状。

优选地，所述光学结构层的所述光学微结构单元是涂覆有反射层的菲涅尔微透镜单元，并且所述光学结构层包括基材层和菲涅尔微结构层。所述反射层的涂覆厚度例如不超过所述光学微结构单元的节距的 1/5。或者，优选地，所述光学结构层的所述光学微结构单元是全反射微结构单元，并且所述光学结构层包括透镜基材层、全反射微结构层和黑色吸光层。

优选地，在整个所述投影屏幕中，所述微透镜阵列层中的所述微透镜单元的曲率半径和/或相邻的所述微透镜单元的顶点之间的距离根据所述投影光线经过所述微透镜单元的折射后的折射角度的变化而变化。

优选地，所述滤光层的透光率的范围是 25%~65%。

优选地，所述光学结构层的反射率的范围是 42%~100%。

优选地，所述微透镜单元是球状微透镜单元，所述透光孔是圆形孔；或者，优选地，所述微透镜单元是柱状微透镜单元，所述透光孔是长条状的槽形开口；或者，优选地，所述微透镜单元是椭球状微透镜单元，所述透光孔是椭圆形孔。

优选地，所述投影屏幕还包括扩散层，所述扩散层位于所述微透镜阵列层的外侧。

本发明的另一实施例公开了一种投影系统，包括如上所述的投影屏幕和投影机。优选地，所述投影机是短焦投影机或超短焦投影机。

如上所述，根据本发明的投影屏幕和投影系统通过采用微透镜阵列与带有透光孔的滤光层相配合的结构，确保了屏幕具有较高屏幕增益，并提高屏幕的抗环境光对比度。另外，本发明中的透光孔设置在滤光层表面并且不需要设置额外的出光孔，降低了制造屏幕的工艺难度。

应当理解，本发明的有益效果不限于上述效果，而可以是本文中说明的任何有益效果。

附图说明

图 1 是示出了根据本发明的投影屏幕的层叠结构的示意图；

图 2 是示出了根据本发明的投影屏幕的光学结构层的平面结构的示意图；

图 3 是示出了根据本发明的投影屏幕的光路原理的示意图；

图 4 是示出了根据本发明的投影屏幕的屏幕增益和反射率的关系的图表；

图 5 示出了根据本发明实施例的投影屏幕的光路原理的示意图；

图 6 是示出了根据本发明第一实施例的投影屏幕的结构示意图；

图 7 示出了根据本发明第二实施例的投影屏幕的微透镜阵列层的结构的示意图；

图 8 示出了根据本发明第二实施例的投影屏幕的滤光层的透光孔的

形状和排布的示意图。

具体实施方式

下面，将参照附图详细说明根据本发明的各具体实施例。需要强调的是，附图中的所有尺寸仅是示意性的并且不一定是按照真实比例图示的，因而不具有限定性。例如，应当理解，图示出投影屏幕中的各层结构中各层的厚度、厚度比例以及角度并不是按照实际的尺寸和比例示出的，仅是为了图示方便。

1. 本发明概述

图 1 中图示了根据本发明的投影屏幕的示意性侧视图。如图 1 中所示，根据本发明的投影屏幕 100 具有多层层叠结构，其中，由屏幕内侧（即，背对入射光线的一侧）至屏幕外侧（即，面向入射光线的一侧）依次为光学结构层 10、滤光层 20、微透镜阵列层 30 以及扩散层 40。光学结构层 10 中具有能够反射入射光的光学微结构单元。如图 2 所示，光学结构层 10 中的光学微结构单元具有圆环状的排布形状。光学微结构单元例如是涂覆有反射层的菲涅尔微透镜单元，或者是全反射微结构单元。光学结构层 10 具有反光特性。滤光层 20 是由具有预定透光率的材料构成的。滤光层 20 的表面开有透光孔 21，并且该透光孔 21 正好位于微透镜阵列层 30 中的微透镜单元的焦平面上。透光率的范围例如可以是 25%~65%。微透镜阵列层 30 中排布有透镜阵列。滤光层 20 中的透光孔 21 的位置是基于微透镜阵列中的微透镜单元的光轴位置布置的，使得来自屏幕下方的投影光线经过微透镜的折射之后正好穿过滤光层 20 上的透光孔 21。扩散层 40 用于扩散来自微透镜阵列层 30 的准直光束，以使投影屏幕 100 具有更大的可视角度。

如图 1 中的 a 所示，来自位于屏幕下方的短焦或超短焦投影机的投影光线 A0 经微透镜阵列层 30 折射聚焦后通过滤光层 20 的透光孔 21。透过滤光层 20 的透光孔 21 的投影光束经光学结构层 10 的反射（例如，镜面反射或全反射）后穿过滤光层 20，最后透过扩散层 40 进入观众的视场。如图 1 中的 b 所示，来自屏幕上方或斜前方的环境光线 A1 和 A2 由于入射方向和角度与投影光线 A0 截然不同，因此经微透镜阵列层 30 的

折射后入射的位置与滤光层 20 中的透光孔 21 的位置不匹配。因此，如图中所示，绝大部分的环境光线从入射到出射要受到滤光层 20 的两次衰减，出射时的光强度远远小于只经过一次衰减的投影光线 A0 的光强度，因而提高了屏幕的抗环境光能力。另外，由于光学结构层 10 具有高反射率，所以根据本发明的投影屏幕 100 还能够具有高屏幕增益。根据本发明的投影屏幕 100 通常用于短焦或超短焦投影机，两者一起构成具有高增益和高对比度的投影系统。

2. 提高对比度的原理论述

如上所述，为提高屏幕的对比度，本发明的投影屏幕 100 采用了微透镜阵列与透光孔相配合的技术方案。由于环境光线从入射到出射要经过两次滤光层，因此可以有效吸收环境光，提高屏幕的抗环境光能力。下面将对这方面进行详细的说明。

首先，假设滤光层 20 的透光率为 a，光学结构层 10 的反射率为 b，则根据本发明的投影屏幕 100 对于投影光线和环境光线的总反射率分别为：

$$r_{投影} = ab \qquad (1)$$

$$r_{环境} = a^2b \qquad (2)$$

在本文中，将屏幕的黑色对比度定义为环境光照射在朗伯散射体上的亮度和照射在屏幕上的亮度的比值。因为环境光来自于各个方向，所以将屏幕表面近似看成一个朗伯散射表面，则可以获得如下公式。

$$\rho = \frac{E_{环境}/\pi}{r_{环境}E_{环境}/\pi} = \frac{1}{r_{环境}} = \frac{1}{a^2b} \qquad (3)$$

这里，ρ 为黑色对比度，$E_{环境}$是环境光在屏幕表面处的照度。

那么，假设滤光层 20 的透光率为 50%，光学结构层 10 的反射率为 90%，则投影屏幕 100 相对于投影光线的反射率 $r_{投影}$为 45%，而相对于环境光线的反射率 $r_{环境}$约为 23%。由上面的公式（3）可以算出，在此情况下本发明的投影屏幕 100 的对比度为 4.3。这一数值已经高于市面上一般的抗环境光屏幕的对比度。而实际上，如图 3 所示，对于光学结构层 10 采用菲涅尔透镜加反射层的结构的情况，一部分环境光线（例如，环境

光线 A1）因入射角度会被光学结构层 10 反射两次，因此这部分环境光的实际反射率要低于 23%。另外，对于光学结构层 10 采用全反射结构的情况，大部分环境光线因不满足全反射条件会透过光学结构层，因此这部分环境光的实际反射率要远低于 23%。因此，根据本发明的投影屏幕 100 的实际对比度会更加理想。

另外，已知白色朗伯漫反射的观看视角为±60 度，如果反射率为 100%则能够实现增益为 1.0 的屏幕效果。若屏幕的反射率下降，则漫反射的增益也会随之下降。对于一般的投影观看应用，视角为±20~30 度已经能够满足一般家庭的观看需求，因此通过缩小观看视角的方法可以将低反射率屏幕的增益提高到大于 1.0 的水平。以±22.5 度视角为例，图 4 示出了当滤光层 20 的透光率为 50%时，光学结构层 10 的反射率与屏幕增益的关系。由图 4 可以知晓，在此情况下，根据本发明的投影屏幕 100 的光学结构层 10 的反射率范围优选为 42%~100%。本领域技术人员可以根据设计需要，通过调节光学反射层 10 的反射率和滤光层 20 的透光率的不同组合，开发出具有不同增益和视场角度的多种产品。

3. 微透镜阵列层的布置原理

下面，将参照图 5 详细说明微透镜阵列层 30 与光学结构层 10 和滤光层 20 之间的位置关系和布置原理。

如图 5 所示，假设投影机的投影光线 A0 的入射角度为 θ_1，投影光线 A0 经微透镜阵列层 30 中的微透镜单元偏折后与图中的水平方向（即，垂直于屏幕平面的方向）的角度为 θ_2，微透镜阵列层 30 中的相邻微透镜单元的顶点之间的距离为 a，微透镜单元的曲率半径为 r，微透镜单元的焦距为 f，微透镜阵列层 30（即，微透镜单元）与光学结构层 10 的水平距离为 d，滤光层 20 与光学结构层 10 的水平距离为 l，n_2 为微透镜阵列层 30 的材料的折射率，n_1 为位于微透镜阵列层 30 外侧的介质的折射率。

由几何光学原理可知，微透镜单元与光学结构层 10 的水平距离 d 可以如下表示：

$$d = \frac{a}{\tan\theta_2} \qquad (4)$$

并且，可知微透镜单元的曲率半径 r 可以由下式表示：

$$r = \frac{n_2 - n_1}{n_2} f \qquad (5)$$

其中，d=f+1，

因此，

$$r = \frac{n_2 - n_1}{n_2}\left(\frac{a}{\tan\theta_2} - 1\right) \qquad (6)$$

由上式（4）~（6）可知，投影光线经微透镜单元折射后的入射角度 θ_2、相邻微透镜单元的顶点之间的距离 a、透镜单元的焦距 f 以及滤光层 20 与光学结构层 10 之间的距离 l 共同决定了透镜单元的曲率半径 r。

在实际应用中，由于短焦或超短焦投影机的摆放位置位于屏幕下方，所以来自投影机的投影光线在整个投影屏幕上的入射角度 θ_2 是不同的，因此存在着如下情况：

情况（1）：当微透镜阵列层 30 中的微透镜单元的顶点之间的距离 a 固定时，则微透镜阵列层 30 与光学结构层 10 的水平距离 d 是变化的，因此微透镜单元的焦距 f 也会随之改变，并且滤光层 20 与光学结构层 10 之间的距离 l 也随着投影光线的折射角度 θ_2 变化，因此导致微透镜单元的曲率半径 r 是变化的；

情况（2）：当微透镜阵列层 30 与光学结构层 10 的水平距离 d 固定不变时，则微透镜单元的顶点之间的距离 a 是变化的，并且滤光层 20 与光学结构层 10 之间的距离 l 也随着投影光线的折射角度 θ_2 变化。

综合上述两种情况可知，在根据本发明的投影屏幕 100 的微透镜阵列层 30 中，微透镜单元的曲率半径 r 和/或微透镜单元的顶点之间的距离 a 是变化的（例如，根据投影光线的折射角度 θ_2 的变化而改变），亦即，微透镜阵列是非周期性排布的。这种非周期的微透镜阵列结构也避免了产生衍射或摩尔纹效果。

4. 第一实施例

下面，将具体说明根据本发明的投影屏幕的第一实施例。

如前所述，根据本发明的投影屏幕 100 由内至外依次为光学结构层 10、滤光层 20、微透镜阵列层 30 以及扩散层 40。

在第一实施例中，光学结构层 10 通过热压印或 UV 胶水转印的方式制备在透明基材上。透明基材包括 PET、PC、PVC、PMMA 等有机材料。光学结构层 10 可以包含涂覆有反射层的菲涅尔微结构，如图 6 的 a 所示；或者，可以包含全反射微结构，如图 6 的 b 所示。若采用菲涅尔微结构

单元作为光学微结构单元，光学结构层 10 例如包括透明的基材层 11 和菲涅尔微结构层 12。可以通过喷涂、丝网印刷、打印等方式将反射材料均匀地涂覆在菲涅尔微结构的表面，并精确控制打印的厚度。通常，为了使得微结构表面的反射材料不改变微结构的倾斜角度，涂覆厚度的范围一般不得超过微结构单元的节距的 1/5。反射材料例如可以由铝片、铝粉或银粉等金属反射材料和其它助剂混合而成。助剂包括流平剂、润湿剂与消泡剂等用于增加涂布效果的一定比例的混合物和用作溶剂的无水丙酮、无水二甲苯、无水环已酮、无水丁酮、乙酸乙酯和无水醋酸丁醋等一定比例的混合物等。若光学微结构单元为全反射微结构单元，为了提高屏幕对比度，在全反射微结构的背面通过胶水粘接有黑色吸光层。也即是，光学结构层 10 包括基材层 11、全反射微结构层 13 和黑色吸光层 14。全反射微结构单元包含形成预定夹角的两个全反射表面。投影光线满足全反射条件，在两个全反射表面上均发生全反射；不满足全反射条件的环境光线穿过光学微结构层被后面的黑色吸光层吸收。黑色吸光层例如可以用基底材料通过挤出方式形成，也可以通过在透明基材上喷涂黑色油墨形成。黑色或者灰色的基底材料可以通过在透明基底材料中掺杂黑色吸收材料颗粒制成。黑色吸收材料例如可以是有机颜料（偶氮等）及无机颜料（例如炭黑、石墨，金属氧化物等）。

微透镜阵列层 30 可以通过如下方法形成：先在基材表面涂覆一定厚度的胶水，然后采用结构转印并配合 UV 光固化；或者，直接在基材表面进行热压印。基材可以选择透光性优良的 PC、PET 或者 PMMA 等有机材料。滤光层 20 例如可以形成在微透镜阵列层 30 的基材的背侧（即，与形成有微透镜阵列的一侧相反的侧）。例如，在基材的背侧均匀涂敷一层具有预定透光率的滤光材料制剂，并且利用微透镜阵列的聚光效应，根据选择性光固化原理使滤光材料在预定位置处固化在微透镜阵列的背面。具体地，为了将投影机的投影光线尽可能多的引导至光学结构层 10 的表面，涂料的固化光源位置应该跟投影机的实际使用位置尽可能的重合。固化光源发出的光经过微透镜单元聚焦后，会形成一个缩小的光斑。由于滤光材料制剂里含有感光胶水，在被光斑照射的区域内感光胶水会发生固化反应，而在光斑范围外的感光胶水不发生固化反应。将位于预定位置处的发生固化反应的滤光材料冲洗掉，从而形成了具有透光孔 21

的滤光层 20。扩散层 40 可以是体扩散膜、表面扩散膜，或者将微透镜阵列表面做磨砂处理。

如上所述，扩散层 40、微透镜阵列层 30、滤光层 20 以及光学结构层 10 通过胶水贴合，从而形成了具有高增益、高对比度的根据本发明第一实施例的投影屏幕。

5. 第二实施例

下面，将参照图 7 说明根据本发明的投影屏幕的第二实施例。第二实施例是第一实施例的变型，主要区别在于微透镜阵列层 30 中的微透镜单元以及滤光层 20 中的透光孔 21 的布置方式。因此，在下面的说明中将不再重复说明与第一实施例相同的部分。

在第一实施例中，如图 7 的 a 所示，微透镜阵列层 30 的微透镜阵列采用的是截面为圆形的球状微透镜单元。投影光线经球形透镜聚焦所成的光斑为圆形，因此滤光层 20 上与微透镜阵列对应的透光孔 21 可以为圆形孔。在这种情况下，透光孔 21 占据滤光层 20 的面积的比例最小，从而能够使更多的环境光线受到两次衰减，得到更高的对比度。但是，这种球透镜使得出射光束在水平和竖直两个方向都被压缩，因而视场角度较小。因此，在第二实施例中，可以采用图 7 的 b 所示的只在竖直方向上对光束进行压缩的柱状透镜，从而保证屏幕在水平方向上的视角。但是，在此情况下，由于配合这种透镜的透光孔 21 是长条状的槽形开口，开口面积增大，所以会导致对比度降低。若考虑兼顾屏幕的视角和对比度的折衷方案，微透镜阵列层 30 的微透镜阵列可以选取如图 7 的 c 中所示的横截面为椭圆形的椭球型透镜。椭球型透镜的长轴沿水平方向，短轴沿竖直方向，长轴方向的曲率半径 r_2 介于短轴曲率半径 r_1 和无穷大之间。在微透镜单元采用椭球型透镜的情况下，相比于柱状透镜提高了屏幕的对比度，相比于球状透镜改善了屏幕的水平观看视角。需要说明的是，为了与如图 2 所示的光学结构层 10 的环形布置相匹配，在上述三种情况下微透镜阵列层 30 中的微透镜单元均是类似的环状排列。

另外，如上所述，在第一实施例中，滤光层 20 选取具有预定透光率的材料。例如，以 PET、PI、PC、PP、PMMA 等材料为基材，在其中加入诸如炭黑、石墨等暗色系的粒子。如图 8 的 a 所示，与微透镜阵列层 30 的半球状的微透镜单元对应地，滤光层 20 中的的透光孔 21 是圆形孔。但是，在第二实施例中，为了与微透镜阵列层 30 中的结构相匹配，滤光层 20 中的透光孔 21 也相应地采用环状排布的长条状

孔或椭圆形孔，如图 8 的 b 和 c 中所示。另外，滤光层 20 中的透光孔 21 也可以采用其他形状，如方形（如图 8 的 d 所示）或三角形等，只要能够与微透镜阵列层的微透镜单元的形状相匹配即可，没有特别的限定。

尽管在上面已经参照附图说明了根据本发明的投影屏幕和投影系统，但是本发明不限于此。例如，在一些情况下，根据本发明的投影屏幕可以仅设置有光学结构层 10、滤光层 20 和微透镜阵列层 30，而不设置扩散层 40。在此情况下，可以通过在微透镜阵列层 30 或者光学结构层 10 的表面设置散射结构来实现扩散层 40 的功能。另外，在上文中，说明了光学微结构单元是涂覆有反射层的菲涅尔微透镜单元或者是全反射微结构单元；但光学微结构单元的类型和结构不限于此，而是可以采用所有已知的具有适合的反射特性的光学微结构单元。因此，本领域技术人员应理解，在不偏离本发明随附权利要求书限定的实质或范围的情况下，可以做出各种改变、组合、次组合以及变型。

权 利 要 求 书

1. 一种投影屏幕，其特征在于，包括从投影光线的入射侧依次布置的微透镜阵列层、滤光层和光学结构层，所述微透镜阵列层包括多个微透镜单元，所述滤光层具有预定的透光率并且设置有透光孔，所述光学结构层具有能够反射入射光的光学微结构单元，所述透光孔正好位于所述微透镜单元的焦平面上并且所述投影光线经过所述微透镜单元的折射后正好穿过所述透光孔。

2. 根据权利要求 1 所述的投影屏幕，其特征在于，在所述投影屏幕的屏幕平面上，所述微透镜阵列层的所述微透镜单元、所述滤光层的所述透光孔和所述光学结构层的所述光学微结构单元均排布成圆环形状。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的投影屏幕，其特征在于，所述光学结构层的所述光学微结构单元是涂覆有反射层的菲涅尔微透镜单元，并且所述光学结构层包括基材层和菲涅尔微结构层。

4. 根据权利要求 3 所述的投影屏幕，其特征在于，所述反射层的涂覆厚度不超过所述光学微结构单元的节距的 1/5。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的投影屏幕，其特征在于，所述光学结构层的所述光学微结构单元是全反射微结构单元，并且所述光学结构层包括透镜基材层、全反射微结构层和黑色吸光层。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的投影屏幕，其特征在于，在整个所述投影屏幕中，所述微透镜阵列层中的所述微透镜单元的曲率半径和/或相邻的所述微透镜单元的顶点之间的距离根据所述投影光线经过所述微透镜单元的折射后的折射角度的变化而变化。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的投影屏幕，其特征在于，所述滤光层的透光率的范围是 25%~65%。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的投影屏幕，其特征在于，所述光学结构层的反射率的范围是 42%~100%。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的投影屏幕，其特征在于，所述微透镜单元是球状微透镜单元，所述透光孔是圆形孔；或者

所述微透镜单元是柱状微透镜单元，所述透光孔是长条状的槽形开口；或者

所述微透镜单元是椭球状微透镜单元，所述透光孔是椭圆形孔。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的投影屏幕，其特征在于，所述投影屏幕还包括扩散层，所述扩散层位于所述微透镜阵列层的外侧。

11. 一种投影系统，包括投影屏幕和投影机，其特征在于，所述投影屏幕是如权利要求 1 至 11 中任一项所述的投影屏幕。

12. 根据权利要求 11 所述的投影系统，其特征在于，所述投影机是短焦投影机或超短焦投影机。

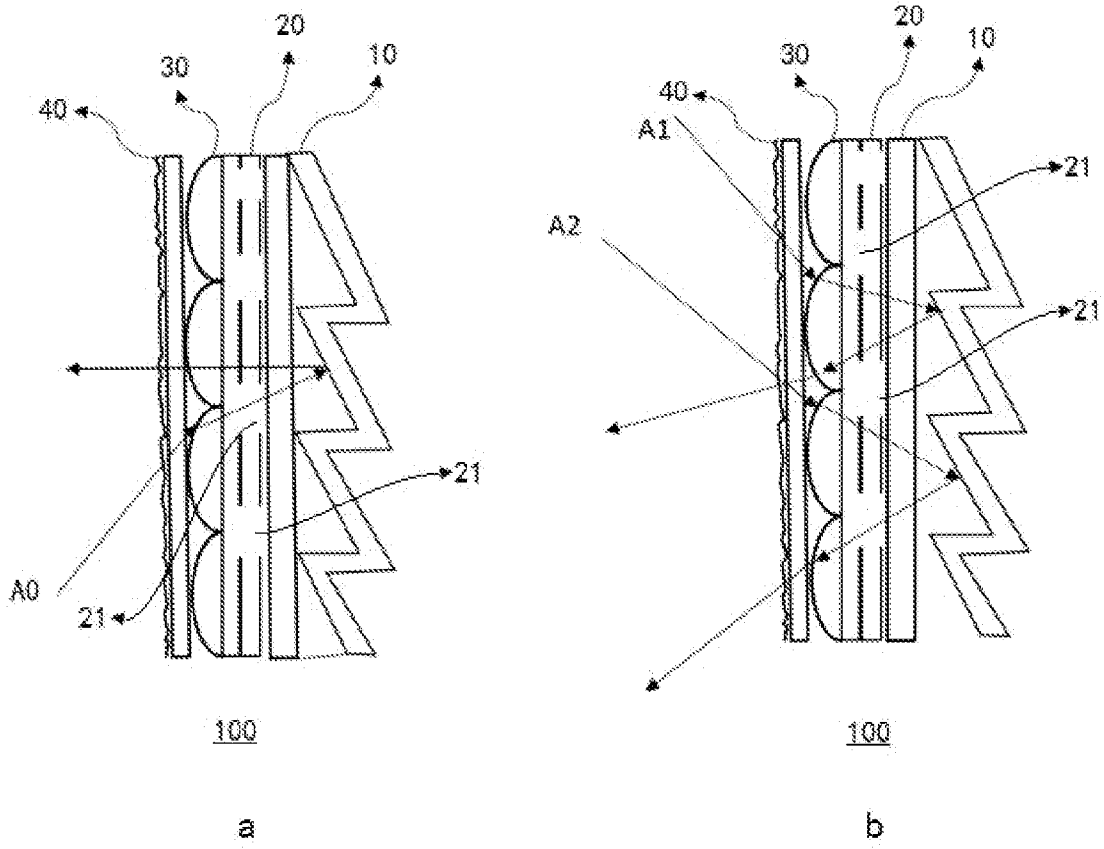

图 1

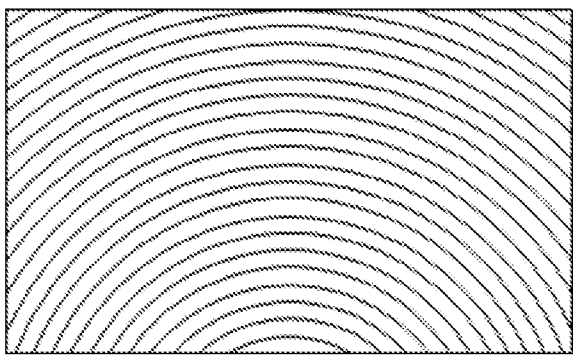

图 2

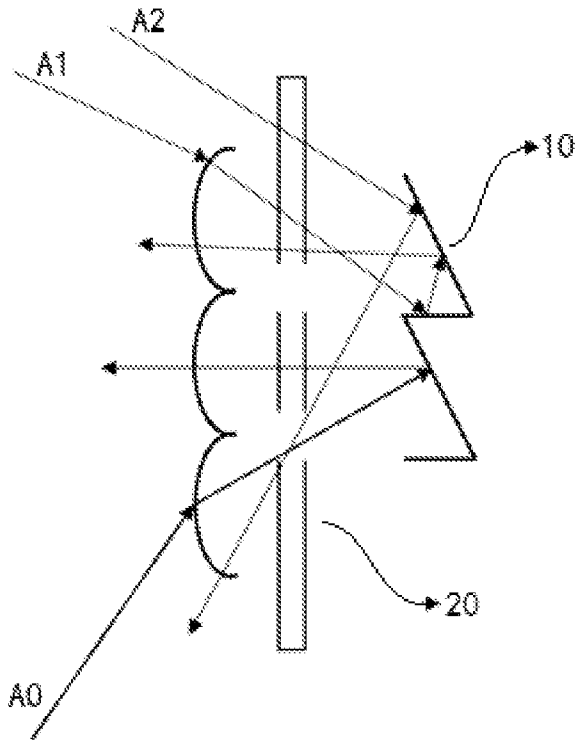

图 3

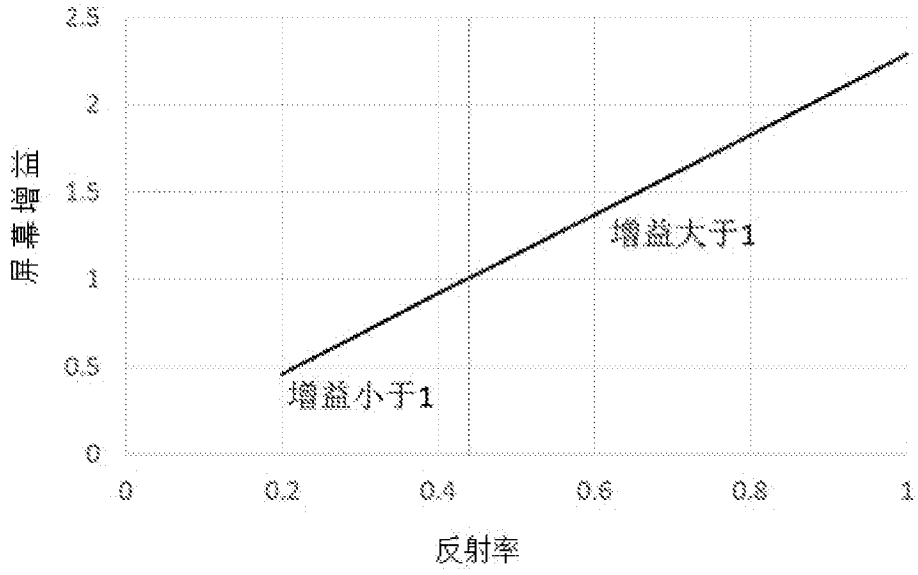

图 4

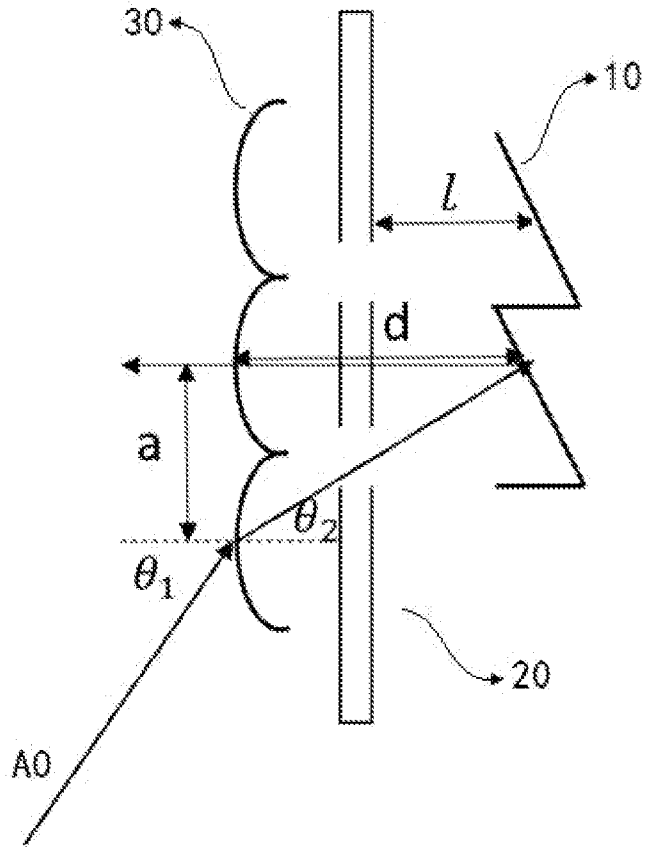

图 5

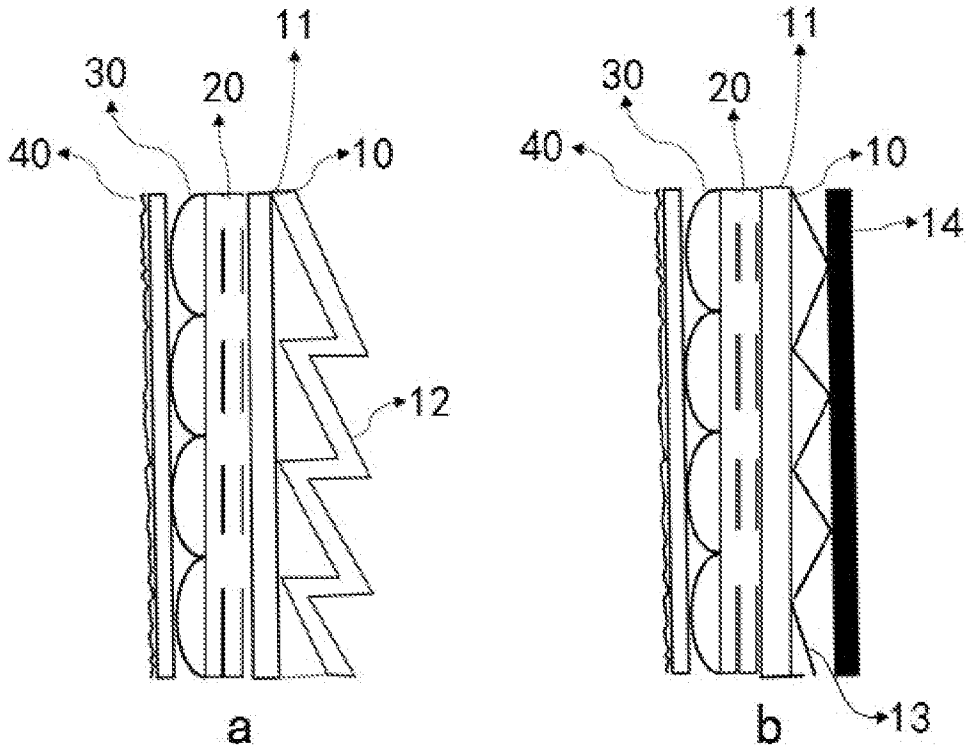

图 6

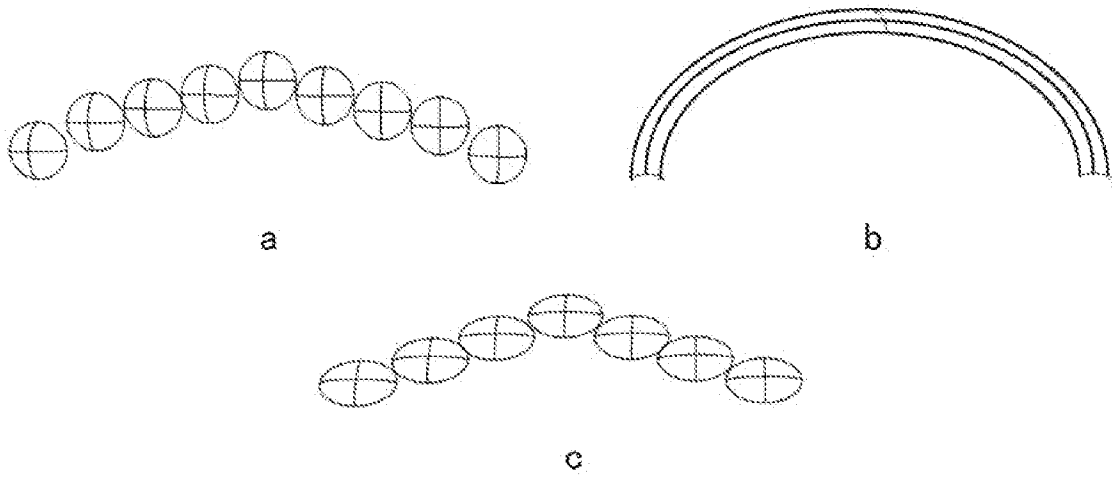

图 7

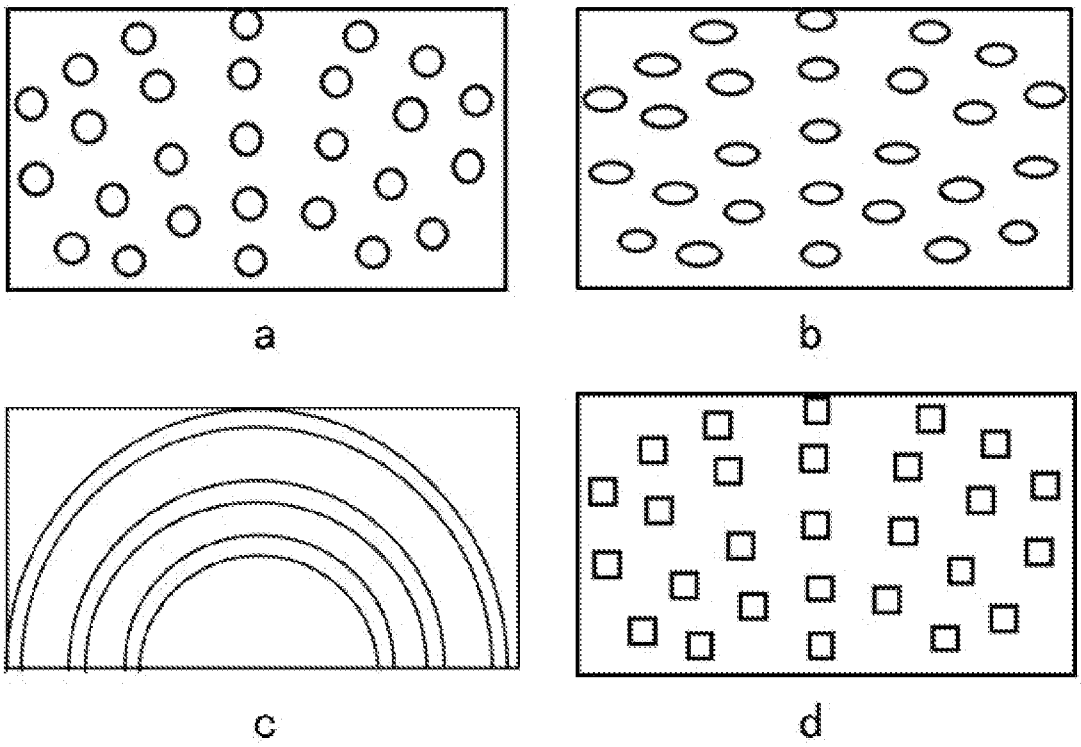

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/119133

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03B 21/60(2014.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03B 21/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 菲涅尔, 菲涅耳, 投影, 显示, 屏幕, 正向, 反射, 反光, 透镜, 阵列, 滤光, 透光率, 透过率, 孔, 洞, 开口, project+, screen, display, front, reflect+, lens, array, transmit+, open+, hole?, aperture

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102012617 A (CHEN, Bo) 13 April 2011 (2011-04-13) description, paragraphs [0080]-[0091], and figures 5-7c	1-12
Y	CN 102033407 A (CHEN, Bo) 27 April 2011 (2011-04-27) description, paragraphs [0055]-[0066], and figure 7	1-12
Y	US 2012274910 A1 (KIM, Sungtae et al.) 01 November 2012 (2012-11-01) description, paragraphs [0055] and [0056], and figure 5	10
A	CN 106154730 A (HANGZHOU CHANGSONG OPTICS CO., LTD.) 23 November 2016 (2016-11-23) entire document	1-12
A	US 5096278 A (YOSHIOKA, Takayuki et al.) 17 March 1992 (1992-03-17) entire document	1-12
A	US 6023369 A (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) 08 February 2000 (2000-02-08) entire document	1-12
A	CN 1495518 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 12 May 2004 (2004-05-12) entire document	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 January 2020	**06 February 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/119133

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 102012617 A	13 April 2011	None	
CN 102033407 A	27 April 2011	None	
US 2012274910 A1	01 November 2012	KR 101816580 B1	09 January 2018
		KR 20120122749 A	07 November 2012
		US 9122134 B2	01 September 2015
CN 106154730 A	23 November 2016	CN 106154730 B	02 February 2018
US 5096278 A	17 March 1992	JP H0456837 A	24 February 1992
US 6023369 A	08 February 2000	JP H1062870 A	06 March 1998
		EP 0825480 A2	25 February 1998
		DK 0825480 T3	06 September 2004
		DE 69729695 T2	14 July 2005
		DE 69729695 D1	05 August 2004
		EP 0825480 B1	30 June 2004
		JP 3655972 B2	02 June 2005
CN 1495518 A	12 May 2004	DE 60313269 D1	31 May 2007
		KR 20060063823 A	12 June 2006
		KR 20040026638 A	31 March 2004
		JP 4089371 B2	28 May 2008
		EP 1731958 A2	13 December 2006
		US 7012744 B2	14 March 2006
		EP 1403696 B1	18 April 2007
		US 2004141234 A1	22 July 2004
		DE 60313269 T2	27 December 2007
		TW I237732 B	11 August 2005
		JP 2004117574 A	15 April 2004
		EP 1403696 A1	31 March 2004
		KR 100793478 B1	14 January 2008
		TW 200410042 A	16 June 2004
		KR 793478 B1	14 January 2008

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/119133

A. 主题的分类

G03B 21/60(2014.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G03B 21/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNPAT,CNKI,WPI,EPODOC:菲涅尔，菲涅耳，投影，显示，屏幕，正向，反射，反光，透镜，阵列，滤光，透光率，透过率，孔，洞，开口，project+，screen，display，front，reflect+，lens，array，transmit+，open+，hole?，aperture

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 102012617 A (陈波) 2011年 4月 13日 (2011-04-13) 说明书第[0080]-[0091]段、图5-7c	1-12
Y	CN 102033407 A (陈波) 2011年 4月 27日 (2011-04-27) 说明书第[0055]-[0066]段、图7	1-12
Y	US 2012274910 A1 (KIM, Sungtae 等) 2012年 11月 1日 (2012-11-01) 说明书第[0055]-[0056]段、图5	10
A	CN 106154730 A (杭州昌松光学有限公司) 2016年 11月 23日 (2016-11-23) 全文	1-12
A	US 5096278 A (YOSHIOKA, Takayuki 等) 1992年 3月 17日 (1992-03-17) 全文	1-12
A	US 6023369 A (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) 2000年 2月 8日 (2000-02-08) 全文	1-12
A	CN 1495518 A (精工爱普生株式会社) 2004年 5月 12日 (2004-05-12) 全文	1-12

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2020年 1月 20日	2020年 2月 6日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 王珏 电话号码 86-(10)-53962405

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/119133

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102012617	A	2011年 4月 13日	无			
CN	102033407	A	2011年 4月 27日	无			
US	2012274910	A1	2012年 11月 1日	KR	101816580	B1	2018年 1月 9日
				KR	20120122749	A	2012年 11月 7日
				US	9122134	B2	2015年 9月 1日
CN	106154730	A	2016年 11月 23日	CN	106154730	B	2018年 2月 2日
US	5096278	A	1992年 3月 17日	JP	H0456837	A	1992年 2月 24日
US	6023369	A	2000年 2月 8日	JP	H1062870	A	1998年 3月 6日
				EP	0825480	A2	1998年 2月 25日
				DK	0825480	T3	2004年 9月 6日
				DE	69729695	T2	2005年 7月 14日
				DE	69729695	D1	2004年 8月 5日
				EP	0825480	B1	2004年 6月 30日
				JP	3655972	B2	2005年 6月 2日
CN	1495518	A	2004年 5月 12日	DE	60313269	D1	2007年 5月 31日
				KR	20060063823	A	2006年 6月 12日
				KR	20040026638	A	2004年 3月 31日
				JP	4089371	B2	2008年 5月 28日
				EP	1731958	A2	2006年 12月 13日
				US	7012744	B2	2006年 3月 14日
				EP	1403696	B1	2007年 4月 18日
				US	2004141234	A1	2004年 7月 22日
				DE	60313269	T2	2007年 12月 27日
				TW	I237732	B	2005年 8月 11日
				JP	2004117574	A	2004年 4月 15日
				EP	1403696	A1	2004年 3月 31日
				KR	100793478	B1	2008年 1月 14日
				TW	200410042	A	2004年 6月 16日
				KR	793478	B1	2008年 1月 14日