



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109073867 A

(43)申请公布日 2018.12.21

(21)申请号 201680082488.4

P.妮妮 P.科宁

(22)申请日 2016.12.23

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(30)优先权数据

62/387409 2015.12.23 US

62/298795 2016.02.23 US

代理人 周学斌 郑冀之

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.08.23

(51)Int.Cl.

G02B 13/06(2006.01)

G02B 1/02(2006.01)

G02B 11/18(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2016/001808 2016.12.23

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/109566 EN 2017.06.29

(71)申请人 6115187加拿大公司暨伊美景象公司

地址 加拿大魁北克省

(72)发明人 J.佩伦 S.蒂博 P.鲁莱特 张虎

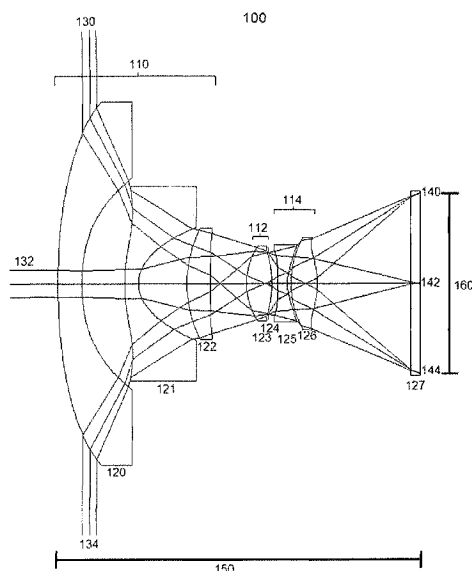
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

微型广角成像透镜

(57)摘要

一种微型广角成像透镜具有值小于3.0的值的小型化比,该小型化比是从第一表面的中心至焦平面的总轨迹长度除以像圈直径。该成像透镜包括从透镜的物方开始的第一组至少三个光学元件、包括孔径光阑和紧接在孔径光阑前面或后面的光学元件的第二组、以及第三组至少二个光学元件。



1. 一种微型广角光学装置,包括:
  - (a) 第一组至少三个光学元件,该第一组在近轴区具有负的焦距;
  - (b) 第二组光学元件,其包括孔径光阑和紧接在孔径光阑前面或后面定位的光学元件,该第一组被布置在第二组的物方;以及
  - (c) 第三组至少二个光学元件,该第三组被布置在第二组的像方,该光学装置具有小于3.0的值的小型化比,该小型化比是在从光学装置的第一表面的中心至焦平面测得的总轨迹长度除以像圈直径的比。
2. 根据权利要求1所述的微型广角光学装置,其中进入该光学装置的光的张开角超过 $100^{\circ}$ 。
3. 根据权利要求1所述的微型广角光学装置,其中到达该光学装置的像平面的主射线的角度离光学装置的光轴超过 $20^{\circ}$ 。
4. 根据权利要求1所述的微型广角光学装置,其中来自三个组中的至少一个组的光学元件中的至少一个由玻璃制成。
5. 根据权利要求1所述的微型广角光学装置,其中该小型化比值小于2.0。
6. 根据权利要求1所述的微型广角光学装置,其中该第一组包括三个光学元件,该第二组包括紧接在孔径光阑前面的光学元件,并且该第三组包括两个元件。
7. 根据权利要求1所述的微型广角光学装置,其中该第一组包括三个光学元件并且第三组包括三个光学元件。
8. 根据权利要求1所述的微型广角光学装置,其中该第一组包括四个光学元件并且第三组包括三个光学元件。
9. 一种用来设计广角光学装置的方法,该方法包括:

提供非线性目标分辨率以有意创建被广角光学装置捕获的图像中的具有与线性目标分辨率相比的更高的数目的像素的区带,该更高数目的像素被用来至少部分补偿由于图像的区带中的相对照度下降或MTF下降中的至少一个而导致的更低的图像质量。
10. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括:

处理来自该光学装置的图像以创建跨整个视场具有恒定图像质量的结果得到的图像。
11. 根据权利要求9所述的方法,其中目标分辨率曲线在靠近视场边缘处具有方向变化。

## 微型广角成像透镜

### [0001] 相关申请的交叉引用

该申请要求保护2015年12月23日提交的题为“Miniature wide-angle imaging lens”的当前待审美国临时专利申请No. 62/387,409以及2016年2月23日提交的题为“Miniature wide-angle imaging lens”的当前待审美国临时专利申请No. 62/298,795的权益,通过引用将所有它们的整个内容合并于此。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及光学透镜并且更特别地涉及具有广角视场的微型透镜。

### 背景技术

[0003] 对于需要广角成像的大多数应用,常常使用具有大于3.0的小型化比(即在图像圈直径上的总轨迹长度)的较大透镜构造。然而,对于消费者应用(尤其移动设备),趋势是透镜厚度正变得更薄,而传感器尺寸正变得更大。因此,需要一种具有小于3.0的小型化比的新种类的广角透镜。

[0004] 先前建议的微型广角透镜(诸如在“Proc. SPIE 9192, Current Developments in Lens Design and Optical Engineering XV, 91920H”中出版的“Consumer electronic optics: how small can a lens be: the case of panomorph lenses”中或如在美国专利No. 8,248,715或美国专利申请公开No. 2014/0029115、No. 2013/0308206、No. 2014/0226222、No. 2014/0285906、No. 2015/0253542、No. 2015/0268446或No. 2012/0212839中描述的那些)是针对前几代具有更小尺寸和更大像素的传感器而设计的。这些透镜具有更低的性能要求,尤其就成像质量和孔径尺寸来说。对于这些现有的透镜构造,总共三个至六个光学元件足以满足这些传感器所需的性能。对于现有的广角6元件透镜,已经使用了对称构造(其在光阑之前使用3个元件并且在光阑之后使用3个元件)。然而,随着新的更大的传感器和更小的像素,必须设计使用在光阑周围具有非对称构造的六个元件或使用七个或更多元件的更复杂的广角透镜构造来实现所需的性能。

[0005] 在微型广角透镜的整个视场上实现良好的成像性能的挑战之一是相对照度从中心到视场边缘的变化。在广角透镜中,相对照度通常在中心处最大,并且朝向视场边缘持续下降。由于增加的衍射效应和边缘处附加的传感器噪声,朝向边缘的照度越低的结果是在边缘处图像质量越低。

[0006] 在微型广角透镜的整个视场上实现良好成像性能的另一挑战是从视场中心到边缘的调制传递函数(MTF)的下降。在广角透镜中,图像MTF通常在中心处最大并且朝向视场边缘持续下降。朝向边缘的MTF越低的结果是在边缘处图像质量越低。

### 发明内容

[0007] 为了克服所有前面提到的问题,当前发明的实施例描述了微型广角成像透镜,其在保持图像质量参数(包括MTF、相对照度和分辨率)之间良好平衡的同时具有小于3.0的

值的小型化比(即在像圈直径上的从第一表面的中心至焦平面的总轨迹长度)。该成像透镜构造(按从物空间至像空间的次序)优选地包括第一组元件、第二组元件和第三组元件。

[0008] 该第一组元件(优选地包括在第二组前面的所有元件)在近轴区具有负的光学焦距(power)并且优选地包括至少三个光学透镜。在这些至少三个光学透镜中,物方的第一透镜通常是其表面在物方的负弯月形透镜,并且从至少 $100^\circ$ 且通常在在 $120^\circ$ 到 $280^\circ$ 之间的张开角接受光。

[0009] 该第二组元件优选地包括孔径光阑和紧接在孔径光阑前面或后面的单个光学透镜。该第二组中的单个光学透镜优选地是正透镜。

[0010] 该第三组元件优选地包括在第二组后面的至少两个光学透镜。对于这些至少两个光学透镜,通常存在至少一个正元件和至少一个负元件。在像方的最后一个透镜元件具有像方的表面,从而将光透射至至少 $40^\circ$ 的张开角。

[0011] 在当前发明的一个实施例中,该微型光学透镜具有六个光学元件,分成分别用于第一组、第二组和第三组的三个、一个和两个元件。在当前发明的另一实施例中,该微型光学透镜具有在其中的七个光学元件,分成分别用于第一组、第二组和第三组的三个、一个和三个元件。在当前发明的另一实施例中,该微型光学透镜具有在其中的八个光学元件,分成分别用于第一组、第二组和第三组的四个、一个和三个元件。

[0012] 在当前发明的一些实施例中,该微型广角透镜的目标分辨率曲线被配置成通过增加在相对照度更低的区带中成像的像素数目来使相对照度的下降至少部分从微型广角透镜偏移。

[0013] 在当前发明的一些其他实施例中,该微型广角透镜的目标分辨率曲线被配置成通过增加在MTF更低的区带中成像的像素数目来使MTF的下降至少部分从微型广角透镜偏移。

[0014] 在当前发明的一些其他实施例中,该微型广角透镜的目标分辨率曲线被配置为用来产生最高相对照度和MTF值组合并且因此为整个透镜加相机系统产生最佳图像质量的最佳曲线。

## 附图说明

[0015] 当结合附图来阅读时将更好地理解前面提到的摘要以及本发明的优选实施例的以下详细描述。为了说明的目的,在绘图中示出当前优选的实施例。然而,应该理解,本发明不限于所示出的精确布置和机构。

[0016] 在绘图中:

图1是总共具有六个透镜元件的微型广角透镜的第一优选实施例;

图2是总共具有七个透镜元件的微型广角透镜的第二优选实施例;

图3是总共具有八个透镜元件的微型广角透镜的第三优选实施例;

图4是微型广角透镜的典型相对照度曲线的一个示例;

图5是微型广角透镜的典型MTF曲线的一个示例;

图6是根据本发明的某些实施例的用来至少部分补偿相对照度或至少部分补偿MTF的目标分辨率曲线的一个示例;以及

图7是根据本发明的某些实施例的在保持最高MTF的同时选择为在整个视场中产生最高相对照度的目标分辨率曲线的一个示例。

## 具体实施方式

[0017] 在下面的描述中仅为了方便起见使用某些术语,并且它们不进行限制。词“右”、“左”、“下”、“上”指定对绘图进行参考的方向。词“向内”和“向外”分别指代朝向设备以及其指定的部分的几何中心以及远离设备以及其指定的部分的几何中心的方向。术语包括上面列出的词、其派生词以及具有类似含义的词。另外,如在权利要求中以及在说明书的对应部分中使用的词“一”和“一个”意指“至少一个”。

[0018] 图1示出具有针对在光阑周围具有处于非对称配置的六个光学元件(具有在光阑之前的四个光学元件和光阑之后的两个光学元件)的设计的光学布局的本发明的第一实施例。该透镜100由三个组110、112和114组成。在微型广角透镜100的该实施例中,来自物空间的第一组110由透镜120、121和122构成。该第一组具有负的总光学焦距。第二组112包括孔径光阑124和单个正透镜123。该第二组112具有正的光学焦距。在微型广角透镜100的该实施例中,第三组114具有两个光学元件125、126并且具有负的总光学焦距。

[0019] 进入微型透镜100的光从上角度130和下角度134之间的所有方向击中元件120的第一表面。在图1的该示例实施例中,在透镜100的中心场132周围的总视场是 $180^\circ$ ,但是根据本发明超过 $100^\circ$ 的任何总视场可以被视为广角透镜。

[0020] 然后该光通过第一组110的所有元件120、121、122、第二组112的单个透镜123和孔径光阑124、以及第三组114的元件125和126以到达IR滤波器和图像传感器127。更具体地,来自方向130的光束在位置144处到达传感器127,来自方向132的光在位置142处到达传感器127,并且来自方向134的光在位置140处到达传感器127。对于光的所有射束130、132和134,主射线被定义为所汲取的三条射线的中间射线,因为它通过孔径光阑124的中心。在该示例实施例中,由在位置140和144处到达传感器平面的主射线形成的光锥的角度超过 $40^\circ$ 以最小化透镜100的尺寸。当关于在位置142处到达传感器127的主射线(其表示透镜100的光轴)测量时,在位置140或144处到达传感器的极射线的主射线角度超过 $20^\circ$ 。

[0021] 该透镜100具有总轨迹长度150,其是从透镜120的物方的第一表面至图像传感器127的度量,并且形成具有直径160的图像,该直径160是传感器127上的在位置140和位置144(来自下场和上场130、134的光束到达传感器127的地方)之间的距离。通过用总轨迹长度150除以占用空间直径160来计算小型化比,并且对于根据本发明的任何微型透镜该小型化比小于3.0,并且对于极微型透镜该小型化比甚至可以小于2.0。

[0022] 图2示出具有针对具有七个光学元件的设计的光学布局的本发明的一个实施例。该透镜200由三个组210、212和214组成。在微型广角透镜200的该实施例中,来自物空间的第一组210由透镜220、221和222构成。该第一组210具有负的总光学焦距。第二组212包括孔径光阑223和单个正透镜224。该第二组212具有正的光学焦距。在微型广角透镜200的该实施例中,第三组214具有三个光学元件225、226、227并且具有负的总光学焦距。

[0023] 进入微型透镜200的光从上角度230和下角度234之间的所有方向击中元件220的第一表面。在图2的该示例实施例中,在中心场232周围的总视场是 $180^\circ$ ,但是根据本发明超过 $100^\circ$ 的任何总视场可以被视为广角透镜。

[0024] 然后该光通过第一组210的所有元件220、221、222、第二组212的孔径光阑223和正透镜224、以及第三组214的元件225、226和227以到达IR滤波器和图像传感器228。更具体

地,来自方向230的光束在位置244处到达传感器,来自方向232的光在位置242处到达传感器,并且来自方向234的光在位置240处到达传感器。在该示例中,由在位置240和244处到达传感器平面的主射线形成的光锥的角度超过 $40^{\circ}$ 以最小化透镜200的尺寸。当关于在位置242处到达传感器228的主射线(其表示透镜200的光轴)测量时,极射线的主射线角度超过 $20^{\circ}$ 。

[0025] 该透镜200具有总轨迹长度250,其是从透镜220的物方的第一表面至图像传感器228的度量,并且形成具有直径260的图像,该直径260是该传感器上的在位置240和位置244(来自下场和上场230、234的光束到达传感器的地方)之间的距离。通过用总轨迹长度250除以占用空间直径260来计算小型化比,并且对于根据本发明的任何微型透镜该小型化比小于3.0,并且对于极微型透镜该小型化比甚至可以小于2.0。

[0026] 图3示出具有针对具有八个光学元件的设计的光学布局的本发明的一个实施例。该透镜由三个组310、312和314组成。在微型广角透镜的该实施例中,来自物空间的第一组310由透镜320、321、322和323构成。该第一组具有负的总光学焦距。第二组312包括孔径光阑324和单个正透镜325。该第二组312具有正的光学焦距。在微型广角透镜300的该实施例中,第三组314具有三个光学元件326、327、328并且具有负的总光学焦距。

[0027] 进入微型透镜300的光从上角度330和下角度334之间的所有方向击中元件320的第一表面。在图3的该示例实施例中,在中心场332周围的总视场是 $180^{\circ}$ ,但是根据本发明超过 $100^{\circ}$ 的任何总视场可以被视为广角透镜。

[0028] 然后该光通过第一组310的所有元件320、321、322、323、第二组312的孔径光阑324和透镜325、以及第三组314的元件326、327和328以到达IR滤波器和图像传感器329。更具体地,来自方向330的光束在位置344处到达传感器329,来自方向332的光在位置342处到达传感器329,并且来自方向334的光在位置340处到达传感器329。在该示例中,由在位置340和344处到达传感器平面的主射线形成的光锥的角度超过 $40^{\circ}$ 以最小化透镜的尺寸。当关于在位置342处到达传感器的主射线(其表示透镜的光轴)测量时,极射线的主射线角度超过 $20^{\circ}$ 。

[0029] 该透镜具有总轨迹长度350,其是从透镜320的物方的第一表面至图像传感器329的度量,并且形成具有直径360的图像,该直径360是传感器329上的在位置340和位置344(来自下场和上场330、334的光束到达传感器的地方)之间的距离。通过用总轨迹长度250除以占用空间直径260来计算小型化比,并且对于根据本发明的任何微型透镜该小型化比小于3.0,并且对于极微型透镜该小型化比甚至可以小于2.0。

[0030] 在本发明的一些实施例中,该微型广角透镜内部的所有元件部分地由塑料材料制成以易于大规模生产或降低成本。在本发明的一些其他实施例中,该微型广角透镜由至少一个玻璃元件组成,以提高微型广角透镜的光学性能或者增大当玻璃元件是第一元件时的刚性。

[0031] 图4示出针对根据本发明的实施例的微型广角透镜的典型相对照度曲线400。关于视场的该相对照度的准确值在本发明的每个实施例之间改变,但是具有在中心410示出的 $0^{\circ}$ 处的100%左右并且在位置420示出的最大场角处的80%以下的值的整体形状存在于根据本发明的所有微型广角透镜系列中。

[0032] 图5示出针对根据本发明的实施例的微型广角透镜的典型矢状MTF曲线500和切向

MTF曲线505。关于视场的MTF准确值在本发明的每个实施例之间改变,并且还根据计算MTF的空间频率改变,但是具有比在位置520示出的边缘处在中心510示出的 $0^\circ$ 处更高的值的整体形状存在于根据本发明的所有微型广角透镜系列中。

[0033] 图6示出针对根据本发明的实施例的微型广角透镜的示例目标分辨率曲线600,在这里该目标分辨率是非线性的并且意图在图像的一部分中存在每度的更高数目的像素。在微型广角的一些实施例中,意图将目标分辨率曲线的形状设计成补偿图4中看到的相对照度的下降。在微型广角透镜的一些其他实施例中,意图将目标分辨率的形状设计成补偿图5中看到的MTF的下降。在分辨率更高的区带中,存在用来对物空间的给定角度成像的传感器的更多像素。通过在该区带中具有更多成像像素,这补偿该区带中归因于更低相对照度或更低MTF的更低图像质量。然后可以处理最终结果得到的图像以创建具有跨整个视场的恒定图像质量的结果得到的图像。

[0034] 图7示出针对根据本发明的微型广角透镜的非线性目标分辨率曲线700的另一示例实施例。该目标分辨率曲线被选取成在中心分辨率值710和最大值712(像素数/度数)之间具有向上弯曲,之后是在最大值712和位置714周围的视场边缘附近的区之间的向下弯曲。最大值712和位置714之间的该向下弯曲允许透镜系统通过在该区中具有更低的物像放大比并且因此将相同量的光从物体重定向到图像中的具有更多照度的更小区来具有朝向视场边缘的更高相对照度值。

[0035] 在根据本发明的微型广角透镜的一些实施例中,分辨率曲线在视场的边缘716处具有方向变化。如果方向变化在此之前有向下的趋势则该方向变化是向上的趋势,并且如果方向变化在此之前有向上的趋势则该方向变化是向下的趋势。该方向变化允许像素/度数的分辨率在中心710中以及在边缘716处的值更靠近,从而在中心710和边缘716之间创建MTF的最佳平衡。

[0036] 结合在一起,最大值712和位置714之间的向下曲线允许更高的相对照度,并且位置714和边缘716之间曲线的方向变化在透镜和相机系统上提供了最佳图像质量。更平衡的相对照度会在图像中创建更小的传感器噪声(由于照度差异),并且衍射对图像质量的影响的差异更小(由于跨视场的变量 $f/\#$ )。对于更平衡的MTF,由于位置614和边缘616之间的方向变化,它直接关系到透镜的图像质量。

[0037] 上面所有都是微型广角透镜的图和示例。它们是具有三个组和至少六个光学元件的构造系列的示例。此外,该微型广角透镜可以根据函数来优化,该函数至少包括相对照度、分辨率和MTF。类似的构造是可能的并且所呈现的三个示例不应该限制本发明的范围和范围。本领域技术人员将会认识到,可以在不偏离其宽泛的创造性概念的情况下对上面描述的实施例作出改变。因此,要理解该发明不限于所公开的特定实施例,但是意图将修改覆盖在如由所附权利要求限定的本发明的精神和范围内。

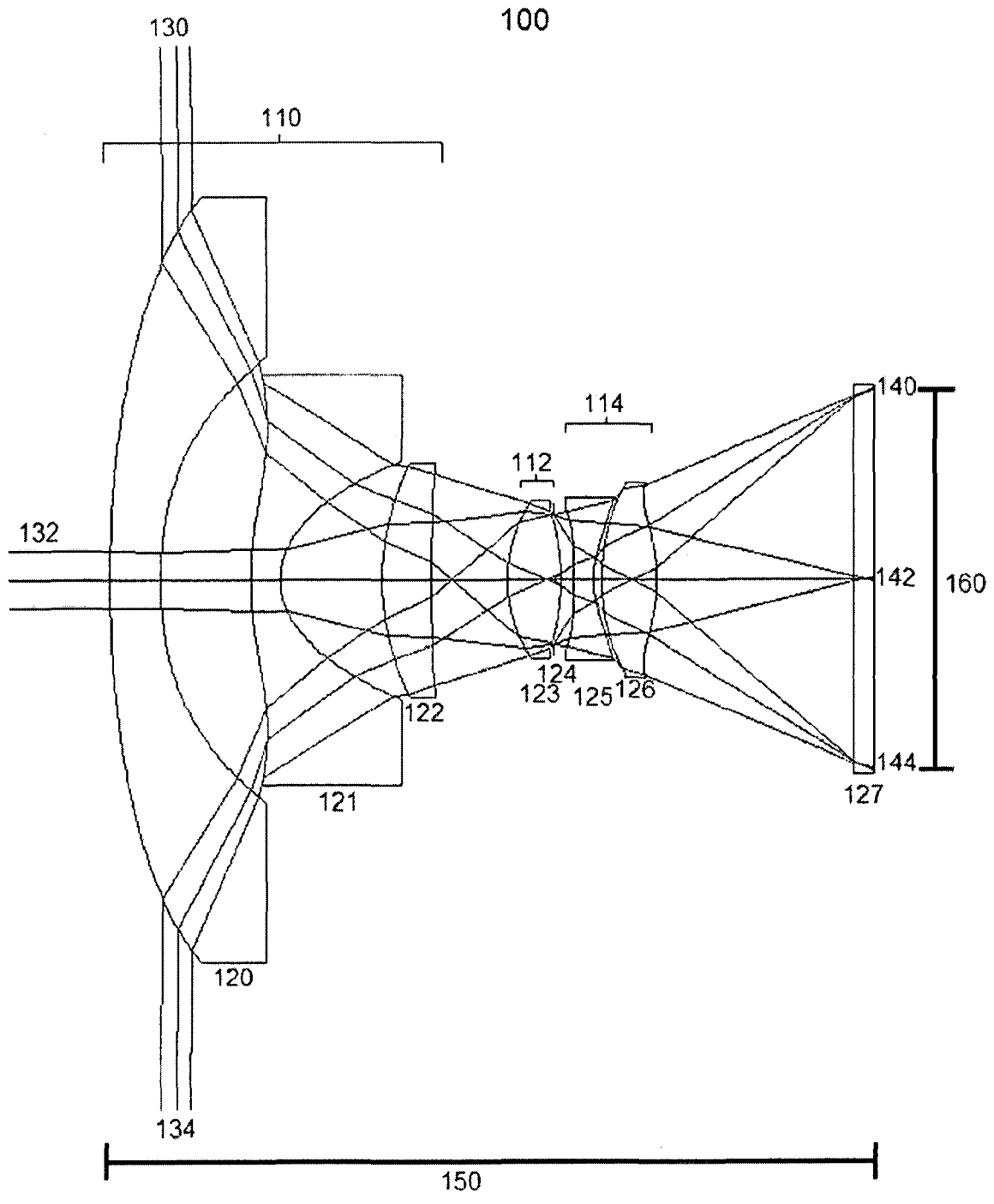


图 1



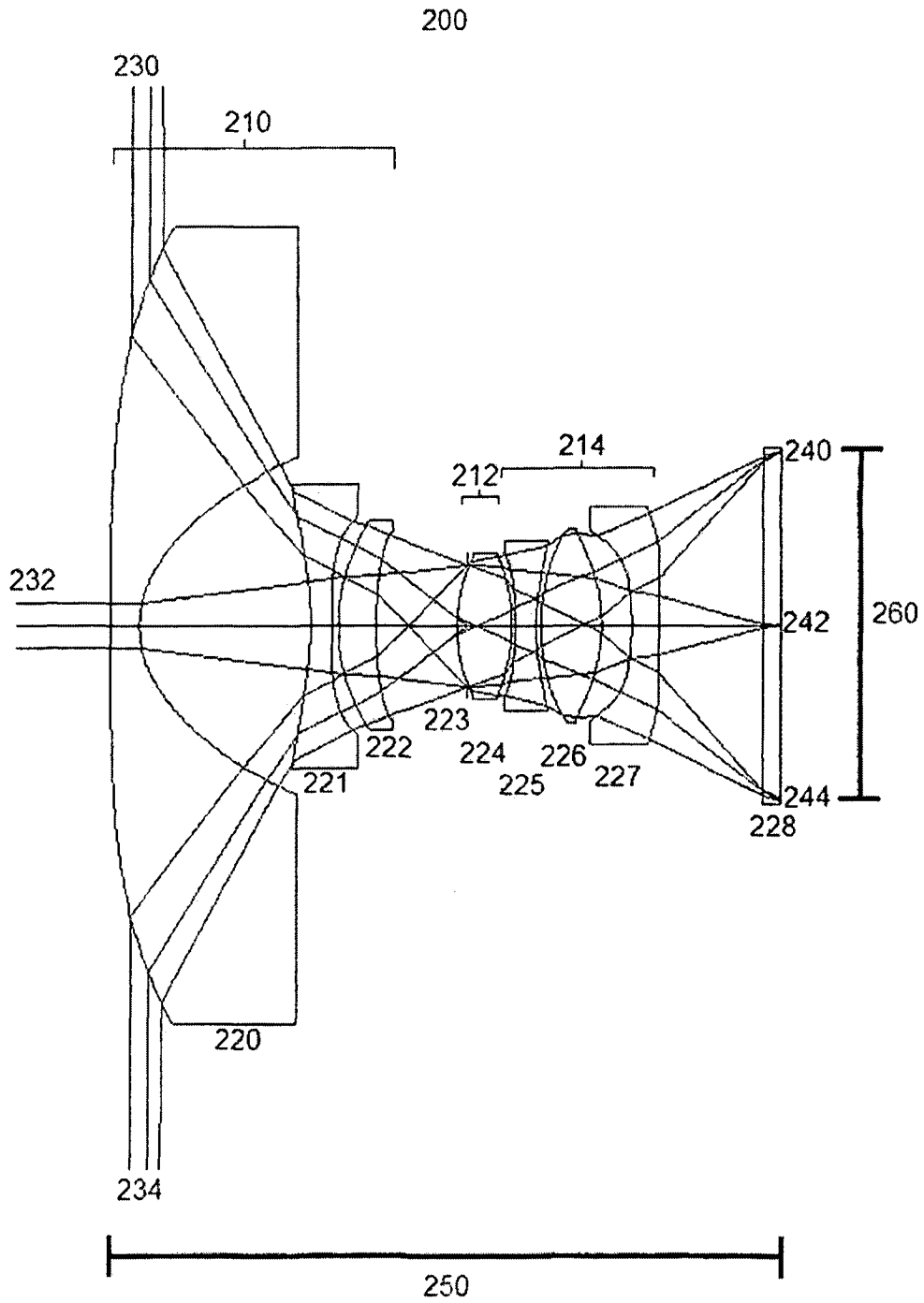


图 2

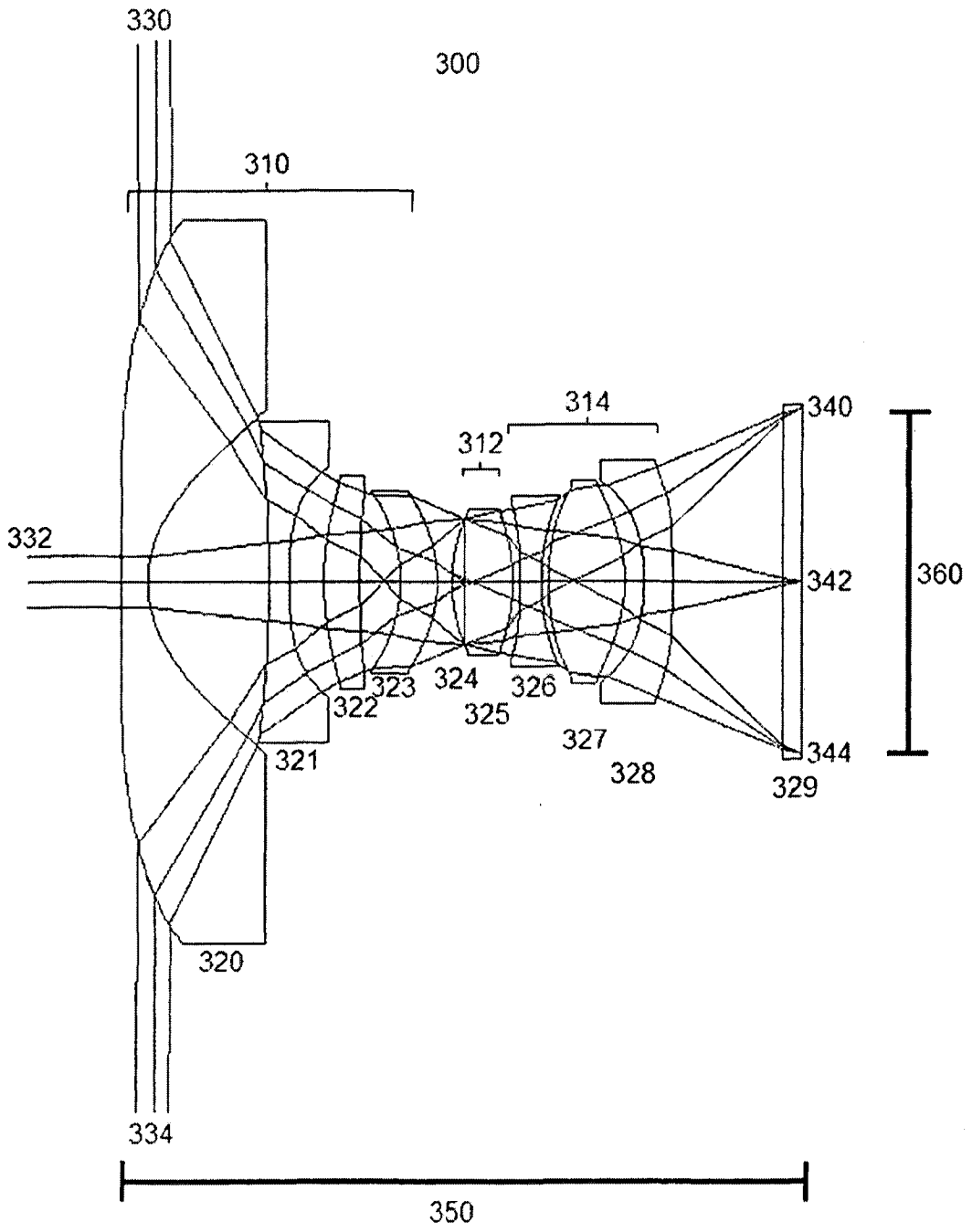


图 3

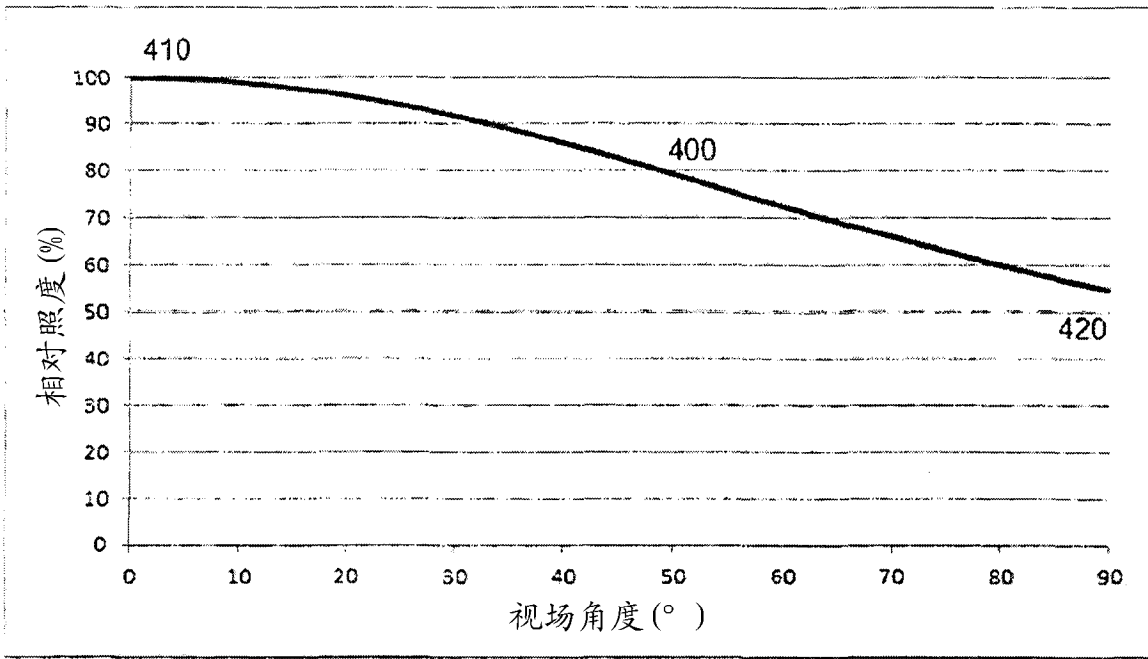


图 4

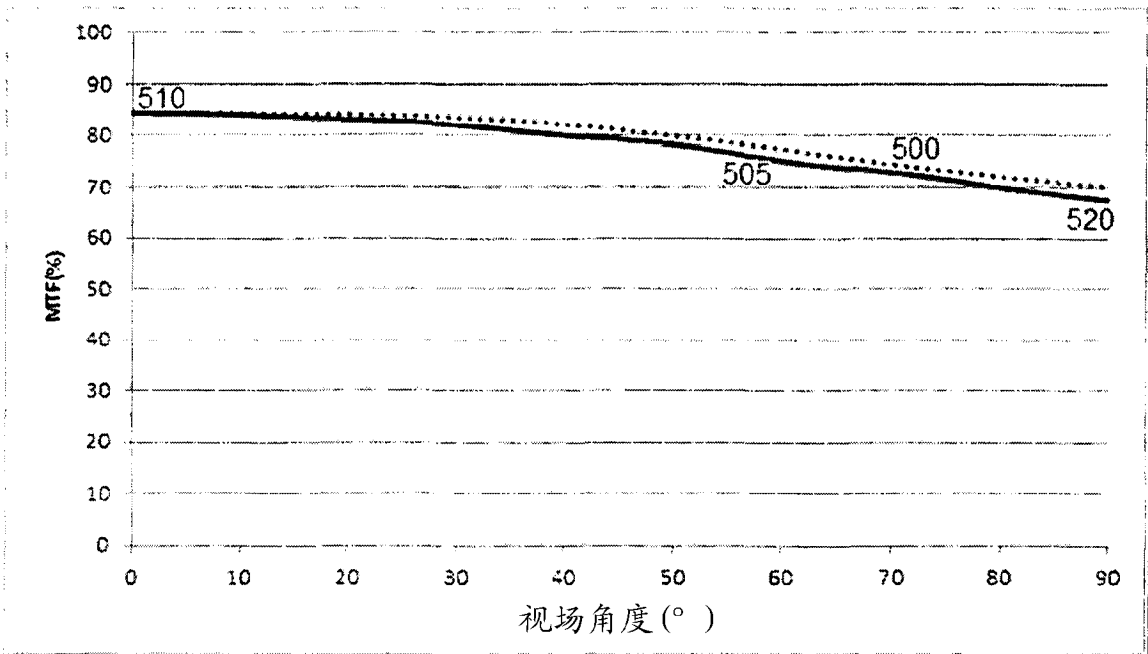


图 5

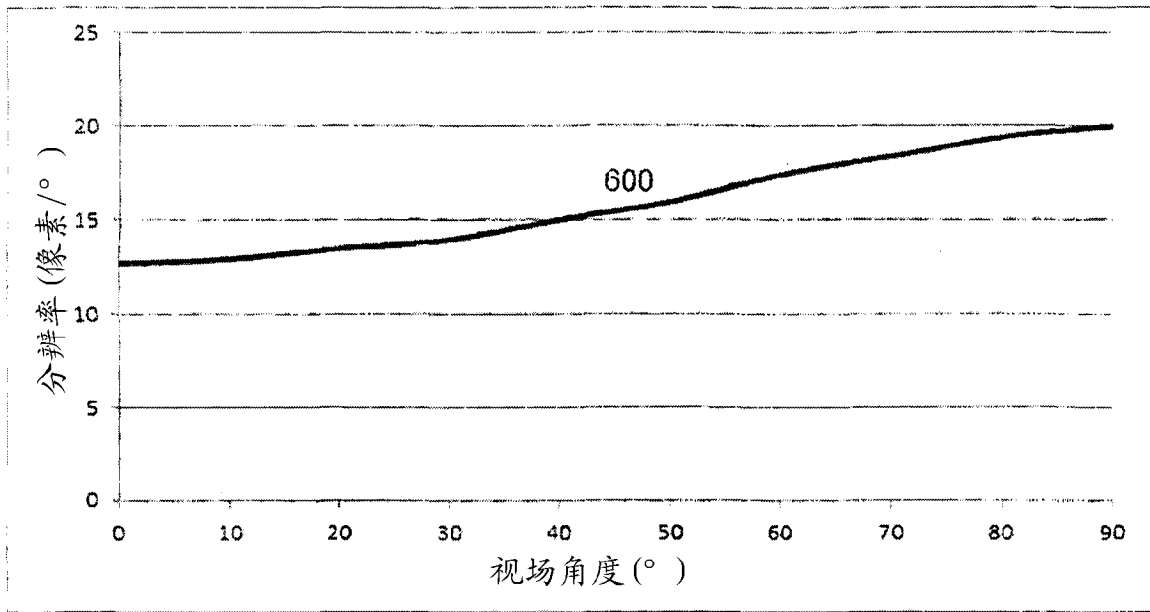


图 6

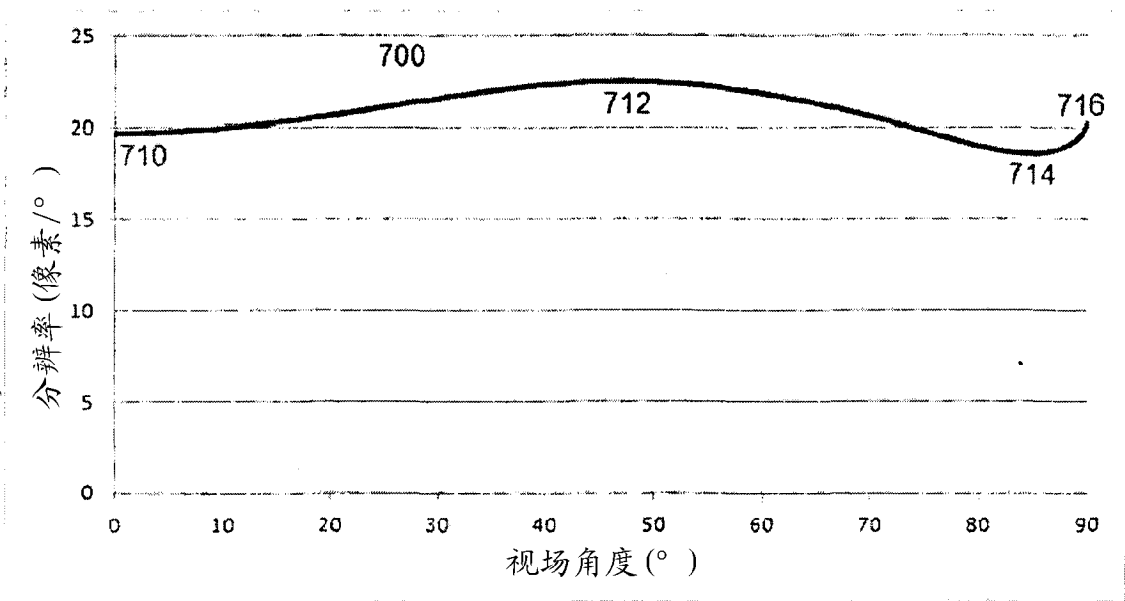


图 7