



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113325552 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 26

(21) 申请号 202110649507.X

G02B 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.10

G03B 21/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 周峰

申请公布号 CN 113325552 A

(43) 申请公布日 2021.08.31

(73) 专利权人 南京信息职业技术学院

地址 210023 江苏省南京市栖霞区仙林大
学城文澜路99号

(72) 发明人 宗洁 陈钰 吕康贺 杨文龙

孙妙凝 杨欣怡 陈明歆 黄贺

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 王安琪

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

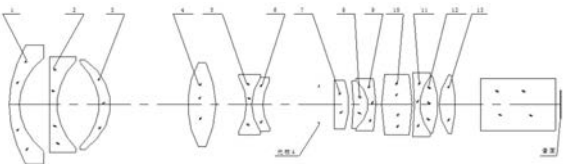
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构

(57) 摘要

本发明公开了一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构,在镜头本体沿照明光线入射方向依次设置的第四双凸透镜、第三双凸透镜、第二双凹透镜、第二双凸透镜、第二负弯月型透镜、第三正弯月型透镜、第二平凸透镜、固定光阑A、第二正弯月型透镜、第一双凹透镜、第一双凸透镜、第一正弯月型透镜、第一平凹透镜及第一负弯月型透镜。本发明在中焦放映镜头、投射比和后工作距被限制的前提下,可以将放映镜头最大相对孔径D/f' 提升到1/2,镜头体积较小,成像质量优异,分辨率能达到或超过适配于4K数字电影放映机高清晰度画面的要求。



1. 一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构,其特征在于,共包含十三片透镜,具体包括:第四双凸透镜(13)、第三双凸透镜(12)、第二双凹透镜(11)、第二双凸透镜(10)、第二负弯月型透镜(9)、第三正弯月型透镜(8)、第二平凸透镜(7)、固定光阑A、第二正弯月型透镜(6)、第一双凹透镜(5)、第一双凸透镜(4)、第一正弯月型透镜(3)、第一平凹透镜(2)和第一负弯月型透镜(1);在镜头本体沿照明光线入射方向依次设置的第四双凸透镜(13)、第三双凸透镜(12)、第二双凹透镜(11)、第二双凸透镜(10)、第二负弯月型透镜(9)、第三正弯月型透镜(8)、第二平凸透镜(7)、固定光阑A、第二正弯月型透镜(6)、第一双凹透镜(5)、第一双凸透镜(4)、第一正弯月型透镜(3)、第一平凹透镜(2)及第一负弯月型透镜(1);其中,第三双凸透镜(12)和第二双凹透镜(11)为双胶合镜组,第三双凸透镜(12)的曲率绝对值大的面朝向像面;第二负弯月型透镜(9)和第三正弯月型透镜(8)为双胶合镜组,第二负弯月型透镜(9)的凸面朝向像面;第二正弯月型透镜(6)和第一双凹透镜(5)为双胶合镜组,第二正弯月型透镜(6)的凹面朝向像面;第四双凸透镜(13)的曲率绝对值大的面朝向像面;第二双凸透镜(10)的曲率绝对值小的面朝向像面;第二平凸透镜(7)的凸面朝向像面;第一双凸透镜(4)的曲率绝对值大的面朝向像面;第一正弯月型透镜(3)的凸面朝向像面;第一平凹透镜(2)的凹面朝向像面;第一负弯月型透镜(1)凹面朝向像面;

镜头结构的光学性能参数范围是:焦距 $f' = 40\text{mm} \sim 50\text{mm}$;相对孔径 $D/f' = 1/2 \sim 1/3$,其中D为入瞳直径;反远比为 $2.5 \sim 3.5$;投射比为 $1.7:1 \sim 2:1$;

以镜头焦距为1mm时的空气间隔值来表示,第一负弯月型透镜(1)与第一平凹透镜(2)空气间隔为0.8652mm,第一平凹透镜(2)与第一正弯月型透镜(3)空气间隔为1.1096mm,第一正弯月型透镜(3)与第一双凸透镜(4)空气间隔为2.5681mm,第一双凸透镜(4)与第一双凹透镜(5)空气间隔为0.8859mm,第二正弯月型透镜(6)与第二平凸透镜(7)空气间隔为2.3896mm,第二平凸透镜(7)与第三正弯月型透镜(8)空气间隔为0.1435mm,第二负弯月型透镜(9)与第二双凸透镜(10)空气间隔为0.1792mm,第二双凸透镜(10)与第二双凹透镜(11)空气间隔为0.0754mm,第三双凸透镜(12)与第四双凸透镜(13)空气间隔为0.0311mm,固定光阑A与第二平凸透镜(7)空气间隔为0.4449mm。

2. 如权利要求1所述的用于数字电影放映机的中焦镜头结构,其特征在于,第一负弯月型透镜(1)和第一双凸透镜(4)均采用重冕系光学玻璃材质,第一平凹透镜(2)采用重钡火石系光学玻璃材质,第一正弯月型透镜(3)和第二双凸透镜(10)均采用重火石系光学玻璃材质,第一双凹透镜(5)、第三双凸透镜(12)及第四双凸透镜(13)均采用氟冕系光学玻璃材质,第二正弯月型透镜(6)采用火石系光学玻璃材质,第二平凸透镜(7)和第二负弯月型透镜(9)均采用重冕火石系光学玻璃材质,第三正弯月型透镜(8)和第二双凹透镜(11)均采用冕火石系光学玻璃材质。

3. 如权利要求1所述的用于数字电影放映机的中焦镜头结构,其特征在于,镜头结构按比例进行焦距缩放,全视场像高直径调整范围为 $20\text{mm} \sim 35\text{mm}$,适用于1.2英寸和1.38英寸显示芯片数字电影放映机。

一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构

技术领域

[0001] 本发明涉及数字电影放映技术领域,尤其是一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构。

背景技术

[0002] 随着现代影院在宽银幕、高亮度、豪华舒适和小型化方向上的不断升级,4K数字电影放映机在影院里的广泛应用促进了高清晰度、高亮度的数字放映镜头的技术发展。数字放映镜头的应用受到了影院固定场地和银幕大小的限制,单纯追求放映镜头大视场和低投射比是没有实际意义的,短焦数字放映镜头投射比已经被限制在0.8:1及1.4~1之间,因此,大部分数字放映镜头的焦距被限制在18~25mm之间。中焦数字放映镜头投射比已经被限制在1.7:1~2:1之间,用于较大影院的固定场地,因此,中焦数字放映镜头的焦距被限制在40~50mm之间。中焦数字放映镜头的后工作距仍然被限制100~150mm之间,如果提升数字放映镜头的通光孔径,很容易造成镜头的体积增大及成像质量的降低,还可能导致镜头结构变得复杂,生产工艺性变差,这些不利的因素严重影响了中焦数字放映镜头在高清晰度和高亮度方面的技术发展,也是该领域亟待解决的技术难题。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构,可以将放映镜头最大相对孔径 D/f' 提升到1/2,镜头体积较小,成像质量优异,分辨率能达到或超过适配于4K数字电影放映机高清晰度画面的要求。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构,包括:第四双凸透镜13、第三双凸透镜12、第二双凹透镜11、第二双凸透镜10、第二负弯月型透镜9、第三正弯月型透镜8、第二平凸透镜7、固定光阑A、第二正弯月型透镜6、第一双凹透镜5、第一双凸透镜4、第一正弯月型透镜3、第一平凹透镜2和第一负弯月型透镜1;在镜头本体沿照明光线入射方向依次设置的第四双凸透镜13、第三双凸透镜12、第二双凹透镜11、第二双凸透镜10、第二负弯月型透镜9、第三正弯月型透镜8、第二平凸透镜7、固定光阑A、第二正弯月型透镜6、第一双凹透镜5、第一双凸透镜4、第一正弯月型透镜3、第一平凹透镜2及第一负弯月型透镜1;其中,第三双凸透镜12和第二双凹透镜11为双胶合镜组,第三双凸透镜12的曲率绝对值大的面朝向像面;第二负弯月型透镜9和第三正弯月型透镜8为双胶合镜组,第二负弯月型透镜9的凸面朝向像面;第二正弯月型透镜6和第一双凹透镜5为双胶合镜组,第二正弯月型透镜6的凹面朝向像面;第四双凸透镜13的曲率绝对值大的面朝向像面;第二双凸透镜10的曲率绝对值小的面朝向像面;第二平凸透镜7的凸面朝向像面;第一双凸透镜4的曲率绝对值大的面朝向像面;第一正弯月型透镜3的凸面朝向像面;第一平凹透镜2的凹面朝向像面;第一负弯月型透镜1凹面朝向像面。

[0005] 在镜头的最前面设置第一负弯月透镜1和第一平凹透镜2,主要考虑满足镜头大视场的要求,两只负透镜可以承担的各视场光线入射和出射的高度。光阑A前所有镜片构成的

前组对光阑A成像决定了入瞳的最大直径,合理分配前组各镜片的光焦度及位置,能明显降低第一负弯月透镜1和第一平凹透镜2的孔径。值得说明的是,利用正透镜能将光线向光轴方向偏折的会聚特性,设置第一正弯月型透镜3和第一双凸透镜4能明显降低光阑A后组所有镜片的孔径。上述各镜组设置的效果不但能满足镜头大视场和最大相对孔径 D/f' 达到 $1/2$ 时的要求,而且降低了整个镜头的体积。与此同时,光阑A后组所有镜片的设置及光焦度的分配,主要是平衡和减小前组镜片在大视场和最大相对孔径条件下产生的轴外像差。在满足焦距、后工作距、孔径及像高的情况下,用光学设计软件优化整个镜头的像差和参数。

[0006] 优选的,第一负弯月型透镜1和第一双凸透镜4均采用重冕系光学玻璃材质,第一平凹透镜2采用重钡火石系光学玻璃材质,第一正弯月型透镜3和第二双凸透镜10均采用重火石系光学玻璃材质,第一双凹透镜5、第三双凸透镜12及第四双凸透镜13均采用氟冕系光学玻璃材质,第二正弯月型透镜6采用火石系光学玻璃材质,第二平凸透镜7和第二负弯月型透镜9均采用重冕火石系光学玻璃材质,第三正弯月型透镜8和第二双凹透镜11均采用冕火石系光学玻璃材质。

[0007] 上述的镜组中,在光学设计时为了平衡和校正光学镜头在可见光谱范围内产生的轴上与轴外像差,尤其是难以校正的色差,采用了高折射率、低色散或高色散、低折射率的玻璃材料的优化组合,特别将镜头后部3只镜片选用超高色散系数FK61氟冕玻璃新材料,通过计算机光学优化设计,使镜头的成像质量优异,镜头分辨率达到或超过可与4K数字电影放映机相适配高清晰度的技术指标,并且彩色还原性好。

[0008] 优选的,镜头结构的光学性能参数范围是:焦距 $f' = 40\text{mm} \sim 50\text{mm}$;相对孔径 $D/f' = 1/2 \sim 1/3$,其中D为入瞳直径;反远比为 $2.5 \sim 3.5$;投射比为 $1.7:1 \sim 2:1$ 。在此条件下,本镜头结构可获得更优的成像质量,且镜头体积较小。

[0009] 优选的,以镜头焦距为1mm时的空气间隔值来表示,第一负弯月型透镜1与第一平凹透镜2空气间隔为0.8652mm,第一平凹透镜2与第一正弯月型透镜3空气间隔为1.1096mm,第一正弯月型透镜3与第一双凸透镜4空气间隔为2.5681mm,第一双凸透镜4与第一双凹透镜5空气间隔为0.8859mm,第二正弯月型透镜6与第二平凸透镜7空气间隔为2.3896mm,第二平凸透镜7与第三正弯月型透镜8空气间隔为0.1435mm,第二负弯月型透镜9与第二双凸透镜10空气间隔为0.1792mm,第二双凸透镜10与第二双凹透镜11空气间隔为0.0754mm,第三双凸透镜12与第四双凸透镜13空气间隔为0.0311mm,固定光阑A与第二平凸透镜7空气间隔为0.4449mm。本发明10个镜组之间的空气间隔的设置,不但能精细校正镜头产生的敏感像差,还能提高镜头的生产工艺性,且更易于加工生产。

[0010] 优选的,镜头结构按比例进行焦距缩放,全视场像高直径调整范围为 $20\text{mm} \sim 35\text{mm}$,可适用于1.2英寸和1.38英寸显示芯片数字电影放映机。当具体镜头的焦距、视场、相对孔径和反远比等参数确定后,将镜头结构按比例进行焦距缩放,适当平衡和调整各主要像差的匹配关系,就可以获得高亮度和高清晰度的放映镜头,适用于1.2英寸和1.38英寸不同规格显示芯片数字电影放映机。

[0011] 本发明的有益效果为:本发明最大相对孔径 D/f' 可以达到 $1/2$,在镜头焦距满足投射比为 $1.7:1 \sim 2:1$ 之间时,其反远比和全视场像高调整范围完全能够匹配1.2英寸和1.38英寸不同规格显示芯片数字电影放映机;镜头结构的设置和每片透镜材料的选择,都是在保证镜头系统最大视场和最大相对孔径以及大反远比前提下,尽量减小镜头的体积,最大

限度提升镜头加工的工艺性;通过计算机辅助优化设计,完美地校正了光学镜头产生的各种像差,使光学系统在最大相对孔径1/2和1.38英寸像高时,各视场在50线对/mm频率处的传递函数MTF值都能达到0.8以上,放映镜头的分辨率达到或超过4K数字电影放映机高亮度和高清晰度的画面要求。

附图说明

[0012] 图1为本发明的焦镜头结构示意图。

[0013] 图2为本发明的焦镜头光线追迹图。

[0014] 其中,1、第一负弯月型透镜;2、第一平凹透镜;3、第一正弯月型透镜;4、第一双凸透镜;5、第一双凹透镜;6、第二正弯月型透镜;7、第二平凸透镜;8、第三正弯月型透镜;9、第二负弯月型透镜;10、第二双凸透镜;11、第二双凹透镜;12、第三双凸透镜;13、第四双凸透镜。

具体实施方式

[0015] 如图1所示,一种用于数字电影放映机的中焦镜头结构,包括:镜头本体,在所述镜头本体沿照明光线入射方向依次设置的第四双凸透镜13、第三双凸透镜12、第二双凹透镜11、第二双凸透镜10、第二负弯月型透镜9、第三正弯月型透镜8、第二平凸透镜7、固定光阑A、第二正弯月型透镜6、第一双凹透镜5、第一双凸透镜4、第一正弯月型透镜3、第一平凹透镜2及第一负弯月型透镜1;其中,第三双凸透镜12和第二双凹透镜11为双胶合镜组,第三双凸透镜12的曲率绝对值大的面朝向像面;第二负弯月型透镜9和第三正弯月型透镜8为双胶合镜组,第二负弯月型透镜9的凸面朝向像面;第二正弯月型透镜6和第一双凹透镜5为双胶合镜组,第二正弯月型透镜6的凹面朝向像面;第四双凸透镜13的曲率绝对值大的面朝向像面;第二双凸透镜10的曲率绝对值小的面朝向像面;第二平凸透镜7的凸面朝向像面;第一双凸透镜4的曲率绝对值大的面朝向像面;第一正弯月型透镜3的凸面朝向像面;第一平凹透镜2的凹面朝向像面;第一负弯月型透镜1凹面朝向像面。

[0016] 在本实施例中,10个镜组之间的相对位置以镜头焦距为1mm时的空气间隔值来表示,第一负弯月型透镜1与第一平凹透镜2空气间隔为0.8652mm,第一平凹透镜2与第一正弯月型透镜3空气间隔为1.1096mm,第一正弯月型透镜3与第一双凸透镜4空气间隔为2.5681mm,第一双凸透镜4与双胶合镜5和6空气间隔为0.8859mm,双胶合镜5和6与第二平凸透镜7空气间隔为2.3896mm,第二平凸透镜7与双胶合镜8和9空气间隔为0.1435mm,双胶合镜8和9与第二双凸透镜10空气间隔为0.1792mm,第二双凸透镜10与双胶合镜11和12空气间隔为0.0754mm,双胶合镜11和12与第四双凸透镜13空气间隔为0.0311mm。其中固定光阑A设置在第二平凸透镜7前面,它与平凸透镜7空气间隔为0.4449mm。

[0017] 在本实施例中,第一负弯月型透镜1和第一双凸透镜4采用重冕系光学玻璃材质,均采用国产H-ZK7牌号。第一平凹透镜2采用重钡火石系光学玻璃材质,采用国产H-ZBAF5牌号。第一正弯月型透镜3和第二双凸透镜10采用重火石系光学玻璃材质,分别采用国产H-ZF7LA和H-ZF13牌号。第一双凹透镜5、第三双凸透镜12及第四双凸透镜13采用氟冕系光学玻璃材质,均采用国产H-FK61牌号。第二正弯月型透镜6采用火石系光学玻璃材质,采用国产H-F2牌号。第二平凸透镜7和第二负弯月型透镜9采用重冕火石系光学玻璃材质,分别采

用国产H-ZLAF50E和H-ZLAF52A牌号。第三正弯月型透镜8和第二双凹透镜11采用燧石系光学玻璃材质,分别采用国产H-LAF53和H-LAF4牌号。在其他实施例中,也可采用同一系列的其他国内外牌号的光学玻璃材质,都可以达到本申请的技术效果。

[0018] 实施方式1的镜头结构的具体结构设计参数见表1。表1所示的镜头结构,其相对孔径 D/f' 为 $1/2$,焦距为1mm。

[0019] 实施方式1的镜头结构,根据市场需求对镜头焦距按比例进行缩放,镜头焦距范围在40mm~50mm之间,全视场像高直径范围在20mm~35mm之间,镜头的反远比范围在2.5~3.5之间,相对孔径 D/f 范围在 $1/2 \sim 1/3$ 之间,能满足镜头投射比在1.7:1及~2:1之间大多数影院的需求,镜头适用于1.2英寸和1.38英寸等不同规格显示芯片数字电影放映机。

[0020] 表1实施方式1的镜头结构的光学参数

[0021]

透镜序号 Len	表面序号 Surface	球面半径 Radius	间隔/厚度 Thickness	玻璃牌号 Glass
透镜 1	S1	2.7142	0.2870	H-ZK7
	S2	2.2031	0.8652	
透镜 2	S3	Infinity	0.2009	H-ZBAF5
	S4	2.6728	1.1096	
透镜 3	S5	-2.4331	0.3708	H-ZF7LA
	S6	-2.2740	2.5681	
透镜 4	S7	4.2277	0.7915	H-ZK7
	S8	-4.5501	0.8859	
透镜 5	S9	-2.3891	0.1435	H-FK61
透镜 6	S10	2.0663	0.3444	H-F2
	S11	2.0968	1.9447	
光栏 A	S12	Infinity	0.4449	
透镜 7	S13	Infinity	0.4099	H-ZLAF50E

[0022]

	S14	-3.6712	0.1435	
透镜 8	S15	-17.8742	0.4036	H-LAF53
透镜 9	S16	-1.2866	0.2296	H-ZLAF52A
	S17	-35.0312	0.1792	
透镜 10	S18	20.5219	0.8572	H-ZF13
	S19	-7.9654	0.0754	
透镜 11	S20	-12.4826	0.1435	H-LAF4
透镜 12	S21	1.9383	0.5411	H-FK61
	S22	-3.5320	0.0311	
透镜 13	S23	2.4334	0.4854	H-FK61
	S24	-4.6522	0.7078	
棱镜	S25	Infinity	2.1412	H-K9L
	S26	Infinity	0.1303	
像面	Image	Infinity		

[0023] 图2给出了本申请实施方式1的镜头结构的光线追迹示意图,示出了实施方式1的镜头结构各个视场的特征光线走向,以及该特征光线在各个透镜表面的入射高度,该入射高度决定了镜头结构中各个透镜的通光孔径。

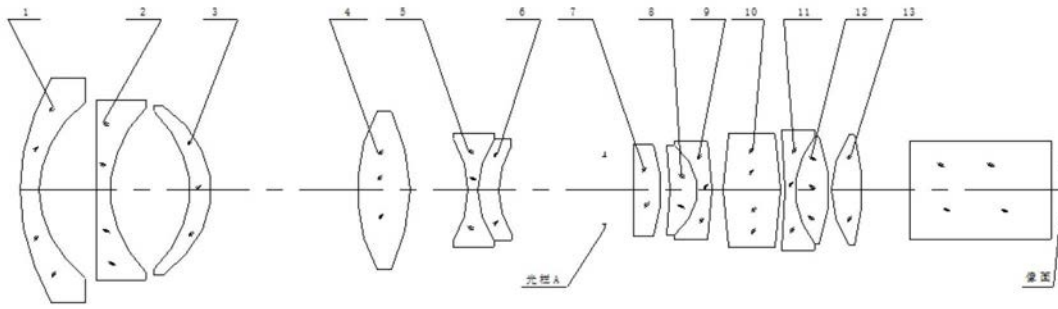


图1

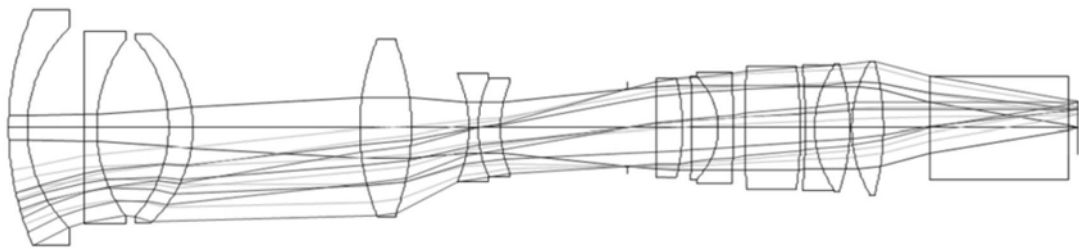


图2