

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102253473 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201110009333. 7

(22) 申请日 2011. 01. 17

(73) 专利权人 深圳市保千里电子有限公司  
地址 518109 广东省深圳市宝安区龙华大浪  
街道华荣路德泰科技工业园 1 栋

(72) 发明人 庄敏 鹿鹏

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事  
务所 44268

代理人 刘文求 杨宏

末段、图 1.

JP 2007108343 A, 2007. 04. 26, 权利要求 1、  
说明书第 0017-0150 段、附图 1-30.

CN 101276045 A, 2008. 10. 01, 全文.

CN 201344993 Y, 2009. 11. 11, 全文.

JP 2007108343 A, 2007. 04. 26, 权利要求 1、  
说明书第 0017-0150 段、附图 1-30.

审查员 李洁

(51) Int. Cl.

G02B 15/173(2006. 01)

G02B 3/02(2006. 01)

G02B 1/04(2006. 01)

G02B 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201266271 Y, 2009. 07. 01, 说明书第 2 页

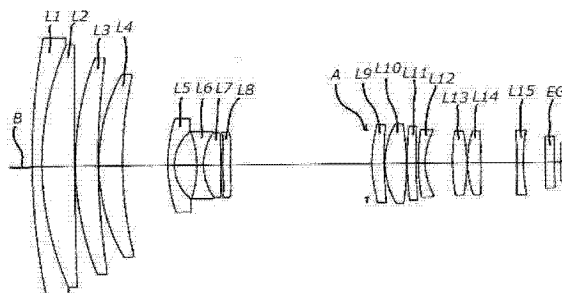
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种低成本的高分辨率光学变焦镜头

(57) 摘要

本发明公开了一种低成本的高分辨率光学变焦镜头,包括自物侧开始依次设置:正折射率的前固定透镜组,负折射率的光学变倍组,正折射率的光学后固定组,正折射率的光学补偿组,负折射率的场曲校正组;第二光学透镜组及第三光学透镜组中各有一枚至少包含一面非球面的塑料透镜。由于在第二光学透镜组和第三光学透镜组中采用了塑料非球面透镜,用于共同校正光学系统的球差,优化了光学系统成像性能,并降低了外界温度变化对光学系统性能的影响;以及,在第四光学透镜组的像侧增设了第五光学透镜组,用于校正光学系统的场曲,改善了光学系统弯曲的成像面,提高了图像质量;从而实现了整个光学变焦镜头的高分辨率、低成本、小体积及高光学变倍比的要求。



1. 一种低成本的高分辨率光学变焦镜头,包括自物侧开始依次设置的第一光学透镜组、第二光学透镜组、第三光学透镜组和第四光学透镜组,其中:

- 第一光学透镜组设置为前固定透镜组,具有正的折射率且位置固定;
  - 第二光学透镜组设置为光学变倍组,具有负的折射率,可沿光轴移动;
  - 第三光学透镜组设置为光学后固定组,具有正的折射率且位置固定;
  - 第四光学透镜组设置为光学补偿组,具有正的折射率,可沿光轴移动;
- 其特征在于:

第二光学透镜组中包括一枚非球面塑料透镜,第三光学透镜组中也包括一枚非球面塑料透镜,均用于校正光学系统中的球差,且第三光学透镜组由自物侧开始的一枚塑料非球面透镜和三枚玻璃透镜组成;其中,塑料非球面透镜具有正的折射率,自物侧开始的第一枚玻璃透镜具有正的折射率,第二枚玻璃透镜和第三枚玻璃透镜均具有负的折射率;

在第四光学透镜组的像侧设置场曲校正组作为第五光学透镜组,用于校正光学系统中的场曲。

2. 根据权利要求1所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:对于第二光学透镜组中的塑料非球面透镜,其两面中至少有一面设置为非球面。

3. 根据权利要求1所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:对于第三光学透镜组中的塑料非球面透镜,其两面中至少有一面设置为非球面。

4. 根据权利要求1所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:第五光学透镜组设置为一枚玻璃透镜,具有负的折射率。

5. 根据权利要求1所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:第四光学透镜组由两枚玻璃透镜组成;其中,物侧的一枚玻璃透镜具有负的折射率,像侧的一枚玻璃透镜具有正的折射率。

6. 根据权利要求1所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:第一光学透镜组由四枚玻璃透镜组成;其中,自物侧开始的第一枚玻璃透镜具有负的折射率,第二枚玻璃透镜具有正的折射率,第三枚玻璃透镜具有正的折射率,第四枚玻璃透镜具有正的折射率;第一枚玻璃透镜与第二枚玻璃透镜粘合形成胶合透镜,用于校正色差。

7. 根据权利要求1所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:第二光学透镜组由自物侧开始的三枚玻璃透镜和一枚塑料非球面透镜组成;其中,三枚玻璃透镜均具有负的折射率,塑料非球面透镜具有正的折射率,第三枚玻璃透镜与第二枚玻璃透镜粘合形成胶合透镜。

8. 根据权利要求1所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:在第二光学透镜组与第三光学透镜组之间设置光阑和快门。

9. 根据权利要求1至8中任一所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其特征在于:在第五光学透镜组的像侧设置影像传感器保护玻璃和滤波片等效玻璃。

## 一种低成本的高分辨率光学变焦镜头

### 技术领域

[0001] 本发明涉及采用非球面透镜并用于摄像或照相的光学变焦镜头领域,更具体的说,改进涉及的是一种低成本的高分辨率光学变焦镜头。

### 背景技术

[0002] 近些年,随着家庭用高清电视、安防用高清屏幕、以及教育用高清演示等高清显示设备领域的迅速发展,对前端的成像设备也提出了更高的要求;之前的普通摄像设备所采集的图像,通常的分辨率一般为 420 线、或 480 线、最多 500 线,而现在高清显示的要求必须达到 1080 线,即使标清显示的要求也起码达到 720 线;显然,现有的成像终端即光学镜头已经难以达到高清显示设备的要求。

[0003] 此外,在现有的高分辨率光学镜头中,普遍采用的还是玻璃非球面。但是玻璃非球面需要在模具中热压成型,热压时其模具的温度至少要达到玻璃材料的屈服温度,才能使玻璃材料变软,以便压成所需的非球面形状。尽管近几年玻璃材料厂商都在努力推出低屈服温度的玻璃材料,然而其屈服温度依然要在数百度温度以上。由于热压时所需的数百度的高温,所以对模具的寿命产生极大的影响,最终导致生产成本居高不下。

[0004] 可见,现有的为了降低成本而采用塑料非球面,但达不到高清显示的要求;而采用玻璃非球面的产品,虽可以达到高清显示设备的要求,但会导致高昂的成本,限制产业的发展。因此,现有技术尚有待改进和发展。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种低成本的高分辨率光学变焦镜头,可满足现有高清分辨率要求的同时实现体积小及低成本,推进产业的发展。

[0006] 本发明的技术方案如下:一种低成本的高分辨率光学变焦镜头,包括自物侧开始依次设置的第一光学透镜组、第二光学透镜组、第三光学透镜组和第四光学透镜组,其中:

[0007] 第一光学透镜组设置为前固定透镜组,具有正的折射率且位置固定;

[0008] 第二光学透镜组设置为光学变倍组,具有负的折射率,可沿光轴移动;

[0009] 第三光学透镜组设置为光学后固定组,具有正的折射率且位置固定;

[0010] 第四光学透镜组设置为光学补偿组,具有正的折射率,可沿光轴移动;

[0011] 其中:

[0012] 第二光学透镜组中包括一枚非球面塑料透镜,第三光学透镜组中也包括一枚非球面塑料透镜,均用于校正光学系统中的球差,且第三光学透镜组由自物侧开始的一枚塑料非球面透镜和三枚玻璃透镜组成;其中,塑料非球面透镜具有正的折射率,自物侧开始的第一枚玻璃透镜具有正的折射率,第二枚玻璃透镜和第三枚玻璃透镜均具有负的折射率;

[0013] 在第四光学透镜组的像侧设置场曲校正组作为第五光学透镜组,用于校正光学系统中的场曲。

[0014] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:对于第二光学透镜组中的塑料非

球面透镜,其两面中至少有一面设置为非球面。

[0015] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:对于第三光学透镜组中的塑料非球面透镜,其两面中至少有一面设置为非球面。

[0016] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:第五光学透镜组设置为一枚玻璃透镜,具有负的折射率。

[0017] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:第四光学透镜组由两枚玻璃透镜组成;其中,物侧的一枚玻璃透镜具有负的折射率,像侧的一枚玻璃透镜具有正的折射率。

[0018] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:第一光学透镜组由四枚玻璃透镜组成;其中,自物侧开始的第一枚玻璃透镜具有负的折射率,第二枚玻璃透镜具有正的折射率,第三枚玻璃透镜具有正的折射率,第四枚玻璃透镜具有正的折射率;第一枚玻璃透镜与第二枚玻璃透镜粘合形成胶合透镜,用于校正色差。

[0019] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:第二光学透镜组由自物侧开始的三枚玻璃透镜和一枚塑料非球面透镜组成;其中,三枚玻璃透镜均具有负的折射率,塑料非球面透镜具有正的折射率,第三枚玻璃透镜与第二枚玻璃透镜粘合形成胶合透镜。

[0020] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:在第二光学透镜组与第三光学透镜组之间设置光阑和快门。

[0021] 所述的低成本的高分辨率光学变焦镜头,其中:在第五光学透镜组的像侧设置影像传感器保护玻璃和滤波片等效玻璃。

[0022] 本发明所提供的一种低成本的高分辨率光学变焦镜头,由于在第二光学透镜组和第三光学透镜组中采用了塑料非球面透镜,用于共同校正光学系统的球差,优化了光学系统成像性能,并降低了外界温度变化对光学系统性能的影响;以及,在第四光学透镜组的像侧增设了第五光学透镜组,用于校正光学系统的场曲,改善了光学系统弯曲的成像面,提高了图像质量;从而实现了整个光学变焦镜头的高分辨、低成本、小体积及高光学变倍比的要求。

## 附图说明

[0023] 图 1 是本发明实施例的低成本高分辨率光学变焦镜头的结构示意图。

[0024] 图 2 是本发明实施例的低成本高分辨率光学变焦镜头广角端 MTF 示意图。

[0025] 图 3 是本发明实施例的低成本高分辨率光学变焦镜头中间位置 MTF 示意图。

[0026] 图 4 是本发明实施例的低成本高分辨率光学变焦镜头远望端 MTF 示意图。

## 具体实施方式

[0027] 以下将结合附图,对本发明的具体实施方式和实施例加以详细说明,所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并非用于限定本发明的具体实施方式。

[0028] 本发明的一种低成本的高分辨率光学变焦镜头,其具体实施方式之一,如图 1 所示,由从物侧 B 起依次由五组光学透镜组组成:整体具有正的折射率且位置固定的第一光学透镜组(L1 至 L4),整体具有负折射率且可以通过在光轴上移动来实现光学变倍的第二光学透镜组(L5 至 L8),整体具有正折射率且位置固定的第三光学透镜组(L9 至 L12),整体具有正折射率且通过在光轴上移动来补偿在光学变焦或由不同物距所导致成像面移动的

第四光学透镜组 (L13 至 L14), 整体具有负折射率且位置固定的第五光学透镜组 L15。在第二光学透镜组 (L5 至 L8) 与第三光学透镜组 (L9 至 L12) 之间设置光阑 A 和快门。在第五光学透镜组 (L15) 的像侧设置影像传感器保护玻璃和滤波片等效玻璃 EG。

[0029] 具体的, 上述第一光学透镜组 (L1 至 L4) 中, 共由四枚玻璃球面光学透镜 (L1、L2、L3、L4) 组成前固定透镜组, 自物侧 B 开始依次为: 第 1 透镜 L1 具有负的折射率, 第 2 透镜 L2 具有正的折射率, 第 3 透镜 L3 具有正的折射率, 第 4 透镜 L4 具有正的折射率; 其中第 1 透镜 L1 的第二面与第 2 透镜 L2 的第一面接合在一起从而组成胶合透镜。

[0030] 具体的, 上述第二光学透镜组 (L5 至 L8) 中, 其由三枚玻璃镜片 (L5、L6、L7) 及一枚塑料光学透镜 L8 组成光学变焦组, 自物侧 B 开始依次为: 第 5 透镜 L5 是玻璃球面透镜且具有负的折射率, 第 6 透镜 L6 是玻璃球面透镜且具有负的折射率, 第 7 透镜 L7 是玻璃球面透镜且具有负的折射率, 第 8 透镜 L8 是塑料透镜且具有正的折射率; 其中, 第 6 透镜 L6 的第二面及第 7 透镜 L7 的第一面组合成胶合透镜; 第 8 透镜 L8 的两面中至少包含一面非球面, 即第 8 透镜 L8 的第一面 (前面) 和 / 或第二面 (后面) 均可为非球面, 用于校正光学系统中的球差。

[0031] 具体的, 上述第三光学透镜组 (L9 至 L12) 中, 其由一枚塑料光学透镜 L9 及三枚玻璃球面透镜 (L10、L11、L12) 组成光学后固定组, 自物侧 B 开始依次为: 第 9 透镜 L9 为塑料透镜且具有正的折射率, 第 10 透镜 L10 为玻璃球面透镜且具有正的折射率, 第 11 透镜 L11 为玻璃球面透镜且具有负的折射率, 第 12 透镜 L12 为玻璃球面透镜且具有负的折射率; 其中, 第 9 透镜 L9 的两面中至少包含一面非球面, 即第 9 透镜 L9 的第一面 (前面) 和 / 或第二面 (后面) 均可为非球面, 用于校正光学系统中的球差。

[0032] 具体的, 上述第四光学透镜组 (L13 至 L14) 中, 其由两枚玻璃光学透镜 (L13、L14) 组成光学补偿组, 自物侧 B 开始依次为: 第 13 透镜 L13 是玻璃透镜且具有负的折射率, 第 14 透镜 L14 是玻璃透镜且具有正的折射率。较好的是, 物侧的一枚玻璃透镜具有负的折射率, 像侧的一枚玻璃透镜具有正的折射率。

[0033] 具体的, 上述第五光学透镜组 L15 中, 其由一枚玻璃光学透镜 L15 组成场曲校正组, 即第 15 透镜 L15, 具有负的折射率, 用于校正光学系统中的场曲。

[0034] 在上述光学变焦镜头的结构中, 第二光学透镜组 (L5 至 L8) 及第三光学透镜组 (L9 至 L12) 中的塑料非球面 (L8 和 L9), 目的是用来校正光学系统中的一种像差——球差。球差是一种最基本的光学像差, 由于球差的存在, 使光学系统对不同高度的光线不能很好在汇聚成一个光点, 从而导致光学系统的成像性能急剧下降。所以球差是一个高分辨率光学系统中必须校正的像差。

[0035] 但是, 由于塑料材料的线膨胀系数较大, 其温度特性往往要低于玻璃材料, 为了增加光学系统的温度特性, 减少温度变化对其光学性能的影响, 所以采用两枚塑料非球面透镜 (L8 和 L9) 共同分担校正球差的目的, 从而降低外界温度对整个光学系统性能的影响。

[0036] 另外, 上述结构中的第五光学透镜组 L15, 其主要功能是用来在校正光学系统中的另外一种像差——场曲, 即像面的弯曲。由于目前的图像传感器, 如 CCD (Charge-coupled Device, 电荷耦合元件) 及 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor, 互补金属氧化物半导体) 等, 其光电感应面都是平面, 如果光学系统所成像面有弯曲的话, 会导致图像质量急剧下降。所以在目前, 场曲也是高分辨率光学系统中必须严格校正的一种光学像差。

[0037] 与现有技术中的高分辨率光学变焦镜头相比,本发明所提供的低成本高分辨率光学变焦镜头,由于在第二光学透镜组和第三光学透镜组中采用了塑料非球面透镜,用于共同校正光学系统的球差,优化了光学系统成像性能,并降低了外界温度变化对光学系统性能的影响;以及,在第四光学透镜组的像侧增设了第五光学透镜组,用于校正光学系统的场曲,改善了光学系统弯曲的成像面,提高了图像质量;从而实现了整个光学变焦镜头的高分辨、低成本、小体积及高光学变倍比的要求。

[0038] 在本发明低成本高分辨率光学变焦镜头的优选实施方式中,以第二光学透镜组(L5至L8)中第8透镜的前后两面均为非球面,以及第三光学透镜组(L9至L12)中第9透镜L9的第一面为非球面为例,详细进行说明。塑料非球面的材质可以PMMA(化学名称为聚甲基丙烯酸甲酯,即有机玻璃,俗称亚克力)、PC(Polycarbonate,聚碳酸酯)、APEL5014等材料制作。

[0039] 如图1所示,从物侧B依次为第一光学透镜组(L1至L4)、第二光学透镜组(L5至L8)、光阑A、第三光学透镜组(L9至L12)、第四光学透镜组(L13至L14)、第五光学透镜组L15及等效玻璃EG。特别说明:等效玻璃EG可用来代表CCD或CMOS传感器前的密封玻璃平板、光学低通滤波器OLPF(optical low-pass filter)及日夜切换滤光片等。

[0040] 第一光学透镜组(L1至L4)由第1透镜L1、第2透镜L2、第3透镜L3及第4透镜L4组成,其中由第1透镜L1的第二面与第2透镜L2的第一面两面接合成胶合透镜J1。第1透镜L1为负折射率,第2透镜L2为正折射率,第1透镜L1与第2透镜L2二者组合成折射率为负的胶合透镜J1,第3透镜L3为正折射率,第4透镜L4为正折射率。第一光学透镜组(L1至L4)全部由玻璃透镜组成,总的折射率为负,其相对于成像面位置固定。

[0041] 第二光学透镜组(L5至L8)由第5透镜L5、第6透镜L6、第7透镜L7及第8透镜L8组成。第5透镜L5、第6透镜L6及第7透镜L7均为负的折射率,第8透镜L8为正的折射率。其中,第6透镜L6的第二面可与第7透镜L7的第一面接合组成胶合透镜;第8透镜为塑料透镜,其前后两面均为非球面。第二光学透镜组(L5至L8)可以沿光轴B移动,从而实现光学焦距的变化,达到光学变倍的目的。在第二光学透镜组2之后为光阑A及快门的位置,光阑A的物理孔径大小可以调节,从而起到调节整个光学系统通光效率的目的。在与光阑A紧相邻的之前或之后的位置可放置快门,通过对快门的控制实现对曝光时间的控制。在光阑A与快门的互相配合下,控制光学系统的进光量。在光阑A及快门的位置之后是第三光学透镜组(L9至L12)。

[0042] 第三光学透镜组(L9至L12)由第9透镜L9、第10透镜L10、第11透镜L11及第12透镜L12组成。其中第9透镜L9为塑料非球面透镜,为正折射率,其第一面为非球面。其余第10透镜L10、第11透镜L11、第12透镜L12均为玻璃球面透镜,其中,第10透镜L10与第11透镜L11为正的折射率,第12透镜L12为负折射率。第三光学透镜组(L9至L12)的位置相对于成像面位置固定。

[0043] 第四光学透镜组(L13至L14)由第13透镜L13及第14透镜L14组成,第13透镜L13及第14透镜L14均为玻璃球面透镜。第四光学透镜组4可以在光轴B上前后移动,对因第二光学透镜组2在光学变焦过程中前后移动或当物距变化时所导致的成像面的移动进行补偿,从而达到光学系统成像面位置始终固定不变的目的。

[0044] 第五光学透镜组(L15)由第15透镜L15组成,第15透镜L15为负折射率的玻璃

球面透镜。

[0045] 该镜头的焦距范围为 3.75mm ~ 103.4mm, 在广角端即短焦距端的光圈为 1.6, 在远望端即长焦距端的光圈为 3.2。

[0046] 以下为本具体实施例的具体相关数据和相关符号说明：

[0047]  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ …… $r_i$  表示透镜表面形状的曲率半径, 非球面表面额外加注 \* 说明, 表示其基准球面的曲率半径；

[0048]  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ …… $d_i$  表示各透镜在光轴上的厚度及空气间隔, 对于可变的空气间隔, 表 2 还一并给出广角端、中间位置及远望端的焦距；

[0049]  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ …… $n_i$  表示透镜材料的折射率（在 d 光线时）；

[0050]  $v_1$ 、 $v_2$ 、 $v_3$ …… $v_i$  表示透镜材料的阿贝常数（在 d 光线时）；

[0051] 以上字母之后的数字为从物侧开始各个表面的序号。

[0052] 非球面参数说明：

[0053] 非球面表面的具体形状由如下非球面公式表示，

$$[0054] \quad x = (h^2/r) / (1 + (1 - (K+1)h^2/r^2)^{1/2})$$

$$[0055] \quad +Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12}$$

[0056] 式中,  $x$  代表光轴方向,  $h$  表示相对于光轴的距离,  $r$  表示基准球面曲率半径,  $K$  为曲面形状的二次常数,  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  为非球面公式中高次项系数。各面的非球面系数在表 3、4 和 5 中一并给出。

[0057] 光学系统的基本规格参数：焦距  $f$ ：3.75mm ~ 103.4mm；光圈  $F_{no.}$ ：1.6 ~ 3.2；

[0058] 表 1 给出了上述具体实施例中变焦镜头的具体数值：

[0059]

i	$r_i$	$d_i$	$n_i$	$v_i$
1	103.9	1.5	1.92	18.9
2	46.9	5.08	1.65	58.4
3	959.0	0.1		
4	44.7	3.58	1.69	54.5
5	108.8	0.1		
6	28.6	3.69	1.69	54.5
7	60.2	可变		
8	22.9	1	1.90	37.1
9	6.6	3.57		

10	-14.9	1	1.9	37.1
11	8.9	2.76	1.9	18.9
12	-98.8	0.23		
13*	27	1.19	1.53	56
14*	37	可变		
15	光阑	0.8		
16*	18.6	1.9	1.53	56
17	72.4	0.1		
18	12.5	3.32	1.55	45.8
19	-37.3	0.1		
20	41.1	1.36	1.52	58.7
21	63.8	0.41		
22	38.9	1	1.92	18.9
23	10.2	可变		
24	32.2	2.26	1.5	66.1
25	-22.3	0.1		
26	14.6	2.08	1.53	60.5
27	-111.3	可变		
28	-110.8	1	1.88	40.8
29	29.4	3.42		
30	$\infty$	1.4	1.52	64.1
31	$\infty$			

[0060] 表 1

[0061] 可变间隔及其焦距见表 2：



[0062]

f	d7	d14	d23	d27
4.75	0.85	27.3	5.04	4.77
52	23.72	4.42	2.9	6.92
103.4	26.53	1.63	8.82	1

[0063] 表 2

[0064] 第 13 面非球面参数见表 3 :

[0065]

K	0
A	-0.00040316869
B	-7.2385485e-006
C	-9.6312755e-007
D	1.742611e-008

[0066] 表 3

[0067] 第 14 面非球面参数见表 4 :

[0068]

K	0
A	-0.00036727207
B	-1.187213e-005
C	-5.1304014e-007
D	1.2713572e-008

[0069] 表 4

[0070] 第 16 面非球面参数见表 5 :

[0071]

K	0
A	-0.00011742423
B	-1.396541e-006
C	2.4532875e-008
D	-2.7118576e-010

[0072] 表 5

[0073] 图 2、3 和 4 分别为本实施例在广角端、中间位置以及远望端的 MTF (Modulation Transfer Function, 光学传递函数) 曲线图, 横坐标表示空间频率, 单位为线对毫米, 意义为单位空间内亮暗的变化速度; 纵坐标表示对比度, T 代表切线方向, S 代表半径方向。

[0074] 从这些 MTF 曲线图可以看出, 本实施例可以得到良好的光学性能, 达到了高分辨率的要求; 可提供高达 1.6 的光圈值, 光学变倍比也可以达到 22 倍及以上的低成本高分辨率光学变焦镜头。至于 MTF、球曲、场曲、物侧、像侧、非球面透镜、光阑、光轴、折射率等为本领域普通技术人员所熟知, 在此不再赘述。

[0075] 应当理解的是, 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已, 并不足以限制本发明的技术方案, 对本领域普通技术人员来说, 在本发明的精神和原则之内, 可以根据上述说明加以增减、替换、变换或改进, 而所有这些增减、替换、变换或改进后的技术方案, 都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

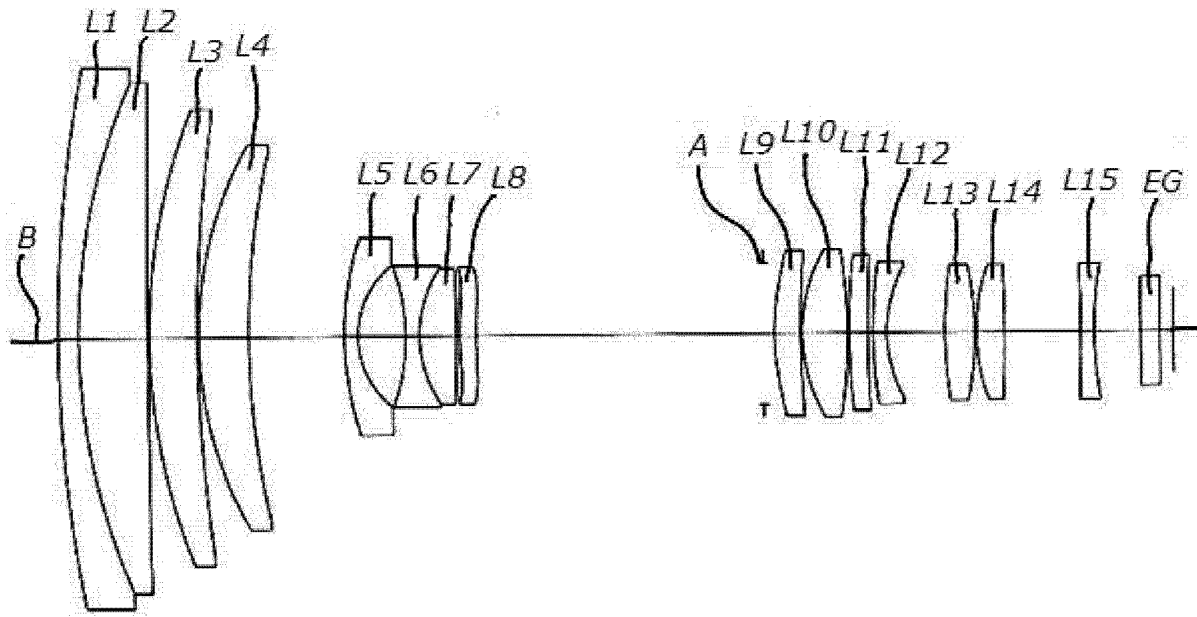


图 1

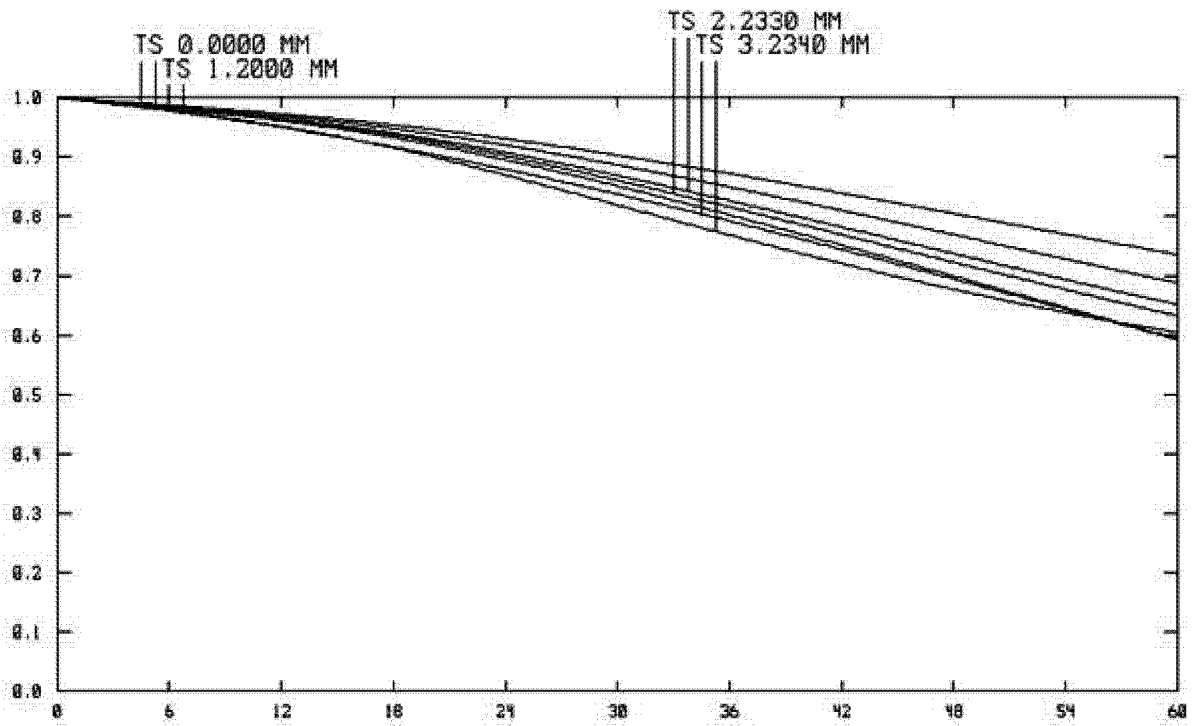


图 2

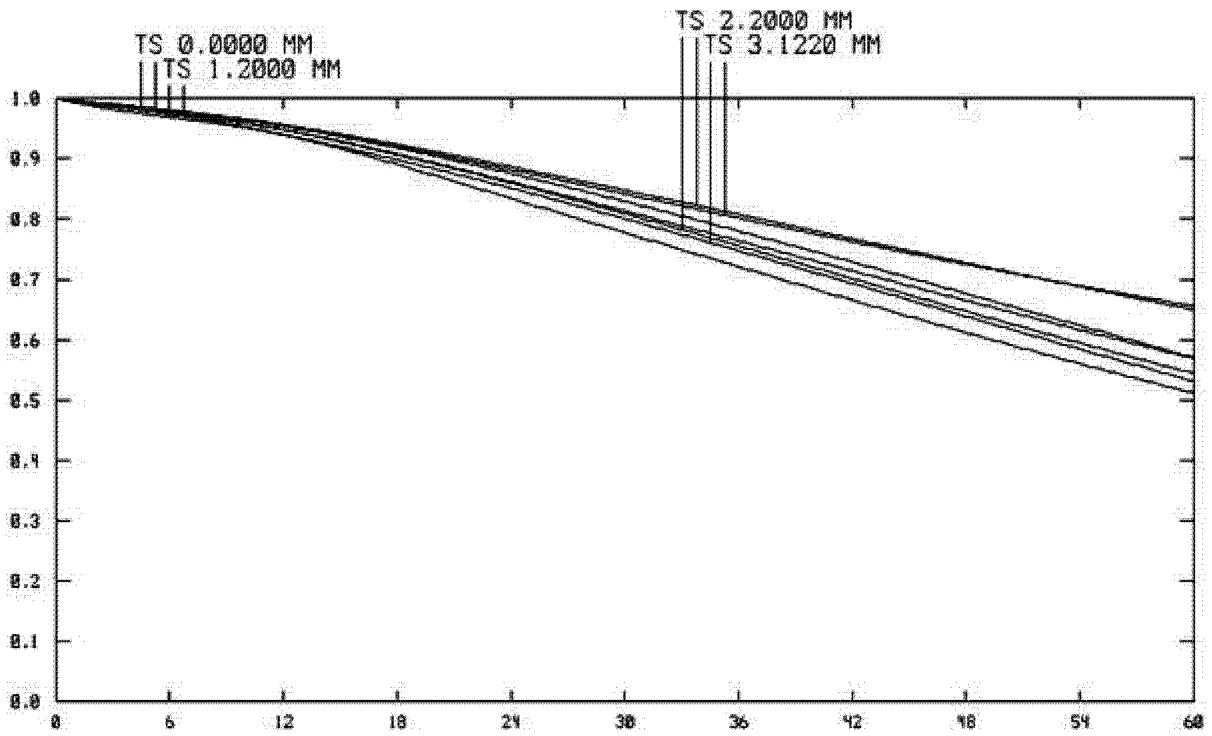


图 3

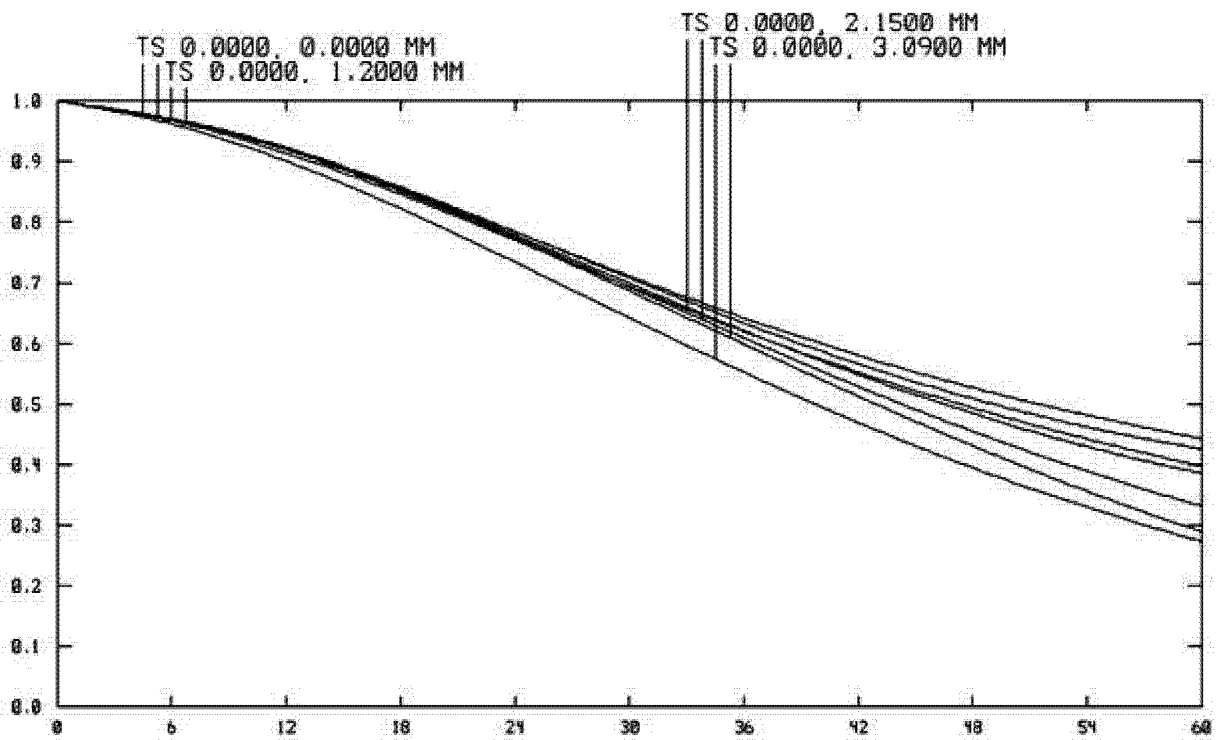


图 4