(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105572901 A
(43)申请公布日 2016.05.11

(21)申请号 201610102512.8

(22)申请日 2016.02.25

(71)申请人 南开大学
地址 300071 天津市南开区卫津路 94 号

(72)发明人 刘永基 姜来 王晓琳 王肇圻

(74)专利代理机构 天津佳盟知识产权代理有限公司 12002
代理人 侯力

(51)Int.Cl.
G02C 7/04(2006.01)
G02C 7/06(2006.01)

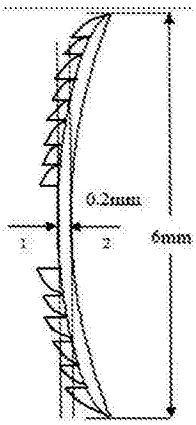
权利要求书1页 说明书5页 附图13页

(54)发明名称

矫正近视和老视的非球面衍射型隐形眼镜

(57)摘要

一种用于矫正近视并发老视，同时具有一定调节能力人眼的非球面衍射型隐形眼镜。该隐形眼镜的光学部直径为 6mm，前表面为凸非球面且轴向对称，上面有用于提供附加屈光度的衍射环。后表面与人眼角膜贴合，曲率半径与角膜前表面一致。佩戴隐形眼镜在 ±4° 视场内对中程距离到远程距离（450mm ～无穷远距离），以及阅读距离附近（240mm ～ 260mm）都能清晰成像。此外该隐形眼镜的另一个显著特征是，其大景深性能及视力随瞳孔变化保持稳定。



CN 105572901 A

1.一种用于矫正近视并发老视，同时具有一定调节能力人眼的非球面衍射型隐形眼镜，隐形眼镜的光学部件包括前表面和后表面，所述光学部件前表面为非球面，非球面能够矫正具有一定调节力的近视并发老视人眼的中程距离到远程距离即450mm～无穷远距离的视力。

2.如权利要求1所述的隐形眼镜，其特征在于所述光学部件的前表面上存在衍射环，衍射环能够矫正存在具有一定调节力的近视并发老视人眼的近程距离即240mm～260mm的视力。

3.如权利要求2所述的隐形眼镜，其特征在于所述前表面衍射环半径分别为：0.743mm、1.057mm、1.296mm、1.494mm、1.664mm、1.815mm、1.954mm、2.087mm、2.224mm、2.409mm、2.578mm、2.693mm、2.751mm、2.794mm、2.829mm、2.858mm、2.883mm、2.906mm、2.927mm、2.945mm、2.963mm、2.979mm、2.994mm。

4.如权利要求1所述的隐形眼镜，其特征在于所述光学部件具有大景深性能，所述大景深性能由光学部件的前表面提供，前表面的面型设为偶次非球面，隐形眼镜前表面的面型描述为

$$z=\frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1-k)c^2r^2}}+a_1r^4+a_2r^6+a_3r^8+a_4r^9+a_5r^{10}$$

其中，a_1～a_5依次为从4阶到10阶的偶次非球面系数，c为非球面顶点处的曲率，r为非球面上任一点到光轴的距离，k为二次圆锥系数。

5.如权利要求4所述的隐形眼镜，其特征在于所述前表面的非球面系数为：a_1=-3.840E-003、a_2=-1.560E-004、a_3=-8.060E-005、a_4=-5.170E-005、a_5=-8.150E-006。

6.如权利要求1所述的隐形眼镜，其特征在于所述光学部件后表面与人眼角膜贴合，曲率半径与角膜表面一致。

7.如权利要求1～6任一项所述的隐形眼镜，其特征在于所述的非球面衍射型隐形眼镜的前表面的基本参数为：前表面的曲率半径8.11mm，隐形眼镜的中心厚度在0.05mm～0.25mm之间，二次圆锥系数为-17.772。

矫正近视和老视的非球面衍射型隐形眼镜

技术领域

[0001] 本发明属于折衍混合型眼科透镜领域，具体涉及一种具有大景深的隐形眼镜，即能为人眼提供连续的清晰视物范围，同时瞳孔大小的改变时，其性能保持稳定。

背景技术

[0002] 正常人眼处在没有调节的自然状态时，无限远物体正好成像在视网膜上。当观察近距离物体时，眼睛自动产生调节信号，睫状肌收缩，晶状体表面曲率半径减小。但是随着年龄的增长，肌肉调节能力的衰退，晶状体的调节能力逐渐降低，从而形成老视眼，只能对一特定距离清晰成像。随着我国老年人口的增加，老视眼的矫正受到越来越多的关注，同时也带来了很大的市场。

[0003] 矫正老花眼最传统的方法是框架眼镜。一般的框架眼镜都有特定的屈光度，只能看清楚特定距离(一般为读书距离)的物体，其他距离看不清楚。为了克服普通老花镜的单一焦点的不足，双焦点眼镜、渐进镜的设计相继被提出并应用于市场。与此同时，旨在为人眼提供更多成像范围的多焦点(大多为双焦点)隐形眼镜和眼用人工晶体的设计被提出。这类设计存在的主要缺陷(部分可以通过新三焦点设计克服)就是能看清楚远处和近处两点，中间部分看不清楚。

[0004] 人眼在40岁后出现老视，随着年龄的增长，其老视程度逐渐增加。同时，我国是一个近视眼大国，这部分近视人群步入老年后，其视力在受到近视困扰的同时也会受到老视的困扰。这部分人群有一个特点，尽管存在老视，但是还存在一定的调节力。因此，针对这部分有近视同时并发老视的人眼，本发明设计了能够提供连续景深范围的隐形眼镜。另外，人眼与其他光学系统的一个显著不同是，其光阑(瞳孔)会根据光强的不同而发生改变，因此该隐形眼镜的性能在瞳孔大小变化时应该保持稳定。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有隐形眼镜的上述不足，把实际人眼的剩余调节力考虑进去，提供一种用于矫正带有一定调节的近视并发老视的人眼的非球面衍射型隐形眼镜，提高佩戴隐形眼镜眼的光学性能。

[0006] 本发明提供的用于矫正近视并发老视，同时具有一定调节能力人眼的非球面衍射型隐形眼镜，光学部件包括前表面和后表面，所述光学部件具有大景深性能，能够矫正具有一定调节力的近视并发老视人眼的中程距离到远程距离即450mm～无穷远距离的视力；所述光学部件上存在衍射环，能够矫正具有一定调节力的近视并发老视人眼的近程距离即240mm～260mm的视力。所述前表面衍射环半径分别为：0.743mm、1.057mm、1.296mm、1.494mm、1.664mm、1.815mm、1.954mm、2.087mm、2.224mm、2.409mm、2.578mm、2.693mm、2.751mm、2.794mm、2.829mm、2.858mm、2.883mm、2.906mm、2.927mm、2.945mm、2.963mm、2.979mm、2.994mm。

[0007] 本发明所述光学部件具有大景深性能，其大景深性能由光学部件的前表面提供，

前表面的面型设为偶次非球面，隐形眼镜前表面的面型描述为

[0008] $$z=\frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1-k)c^2r^2}}+a_1r^4+a_2r^6+a_3r^8+a_4r^8+a_5r^{10}$$

[0009] 其中，a_1～a_5依次为从4阶到10阶的偶次非球面系数，c为非球面顶点处的曲率，r为非球面上任一点到光轴的距离，k为二次圆锥系数。所述前表面的非球面系数为：a_1＝-3.840E-003、a_2＝-1.560E-004、a_3＝-8.060E-005、a_4＝-5.170E-005、a_5＝-8.150E-006。

[0010] 所述光学部件后表面与人眼角膜贴合，曲率半径与角膜前表面一致。

[0011] 所述的非球面衍射型隐形眼镜的前表面的基本参数为：前表面的曲率半径8.11mm，隐形眼镜的中心厚度在0.05mm～0.25mm之间，二次圆锥系数为-17.772；光学部直径为6mm。

[0012] 隐形眼镜视力随瞳孔变化保持稳定，在不同直径瞳孔下，佩戴隐形眼镜眼对于450mm～无穷远距离以及240mm～260mm上的视力都好于0.8。

[0013] 为了能够更好的矫正老视眼的视觉缺陷，同时考虑到人眼有一定的视场范围，本发明在±4°视场视力保持稳定。

[0014] 本发明的优点和有益效果

[0015] 本发明使用Zemax光学设计软件，优化隐形眼镜的面型，获得非球面衍射型隐形眼镜。该发明具有以下功能及优点：

[0016] 第一，非球面衍射型隐形眼镜是指隐形眼镜表面做了非球面的处理，提供了大景深性能，获得了连续的中程到远程视力。

[0017] 第二，在非球面上增加了衍射环，提供了附加光焦度，获得了近程阅读视力。

[0018] 第三，该隐形眼镜可以矫正带有近视的老视人眼。

[0019] 第四，在不同直径瞳孔下，佩戴隐形眼镜眼在450mm～无穷远距离以及240mm～260mm上的视力都好于0.8。

[0020] 第五，隐形眼镜光学部直径为6mm，基本符合实际人眼的需要。

[0021] 第六，视网膜的黄斑中心凹处聚集了大量视锥细胞，其密度随到中心凹的距离而急剧下降。距离中心凹1mm位置处，视锥细胞的密度会下降一个量级，此位置恰好对应±4°视场。为了能够更好的矫正老视眼的视觉缺陷，本发明验证了±4°视场上佩戴隐形眼镜眼的光学性能，并且发现在±4°视场上调制传递函数曲线在不同瞳孔的不同物距上下降很小，大部分在空间频率100c/mm处都高于0.4。

附图说明

[0022] 图1是非球面衍射型隐形眼镜的侧视图。

[0023] 图2是在0°视场2.8mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0024] 图3是在0°视场3mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0025] 图4是在0°视场4.5mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0026] 图5是在0°视场5mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0027] 图6是在0°视场6mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0028] 图7是在4°视场2.8mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0029] 图8是在4°视场3mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0030] 图9是在4°视场4.5mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0031] 图10是在4°视场5mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0032] 图11是在4°视场6mm瞳孔直径下不同物距下的MTF曲线。

[0033] 图12是在0°视场2.8mm瞳孔直径下450mm～无穷远物距下的视力曲线，其中D为屈光度，是指透镜焦度的单位，如一透镜的焦距1m时，则此镜片的屈折力为1D屈光度。因此不同物距可以用屈光度来表示，即1/物距(m)。

[0034] 图13是在0°视场3mm瞳孔直径下450mm～无穷远物距下以及235mm～270mm物距下的视力曲线。

[0035] 图14是在0°视场4.5mm瞳孔直径下450mm～无穷远物距下以及235mm～270mm物距下的视力曲线。

[0036] 图15是在0°视场5mm瞳孔直径下450mm～无穷远物距下以及235mm～270mm物距下的视力曲线。

[0037] 图16是在0°视场6mm瞳孔直径下450mm～无穷远物距下以及235mm～270mm物距下的视力曲线。

[0038] 具体的实施方式

[0039] 下面结合附图和实施例对本发明提供的矫正近视和老视的非球面衍射型隐形眼镜的具体内容做进一步说明。

[0040] 实施例1

[0041] 如图1所示，非球面衍射型隐形眼镜的侧视图。非球面衍射型隐形眼镜包括光学部前表面1和后表面2。隐形眼镜整体是轴向对称的，所述光学部前表面为凸非球面并附有衍射环。

[0042] 通过优化，最终设计了一款实现大景深(450mm～无穷远距离)并且有附加光焦度(250mm)的非球面衍射型隐形眼镜，隐形眼镜前表面设为偶次非球面，选用的材料是硬性高透氧隐形眼镜材料，其折射率指数为1.432，阿贝数为55.15。

[0043] 其基本结构参数如表1所示：

[0044] 表1隐形眼镜的基本参数

[0045]

前表面曲率半径/mm	二次元锥系数	厚度/mm
8.110	-17.722	0.2

[0046] 非球面隐形眼镜表面的面型可以描述为：

[0047] $$z=\frac{cr^2}{1+\sqrt{1-(1-k)c^2r^2}}+a_1r^4+a_2r^6+a_3r^8+a_4r^{10}+a_5r^{12}$$

[0048] 其中，a_1～a_5依次为从4阶到10阶的偶次非球面系数，c为非球面顶点处的曲率，r为非球面上任一点到光轴的距离，k为二次圆锥系数。

[0049] 前表面非球面系数a_1～a_5，如表2所示：

[0050] 表2隐形眼镜的前表面非球面系数

[0051]

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
-3.840E-003	-1.560E-004	-8.060E-005	-5.170E-005	-8.150E-006

[0052] 前表面的衍射环的半径，如表3所示：

[0053] 表3隐形眼镜的前表面相位系数

[0054]

半径序号	半径/mm
-1	0.743
-2	1.057
-3	1.296
-4	1.494
-5	1.664
-6	1.815
-7	1.954
-8	2.087
-9	2.224
-10	2.409
-11	2.578
-12	2.693
-13	2.751
-14	2.794
-15	2.829
-16	2.858
-17	2.883
-18	2.906
-19	2.927
-20	2.945
-21	2.963
-22	2.979
-23	2.994

[0055] 侧视图(和俯视图)如图1。并在眼模型中，分析了不同位置450mm～无穷远距离以及240mm～260mm范围的调制传递函数(MTF)和视觉敏锐度(VA)。得到此款隐形眼镜的性能，如下：

[0056] 1)在0°视场下隐形眼镜在不同瞳孔直径下、不同物距位置上，MTF曲线都很均衡。如图3到图7，MTF曲线下降缓慢，在100c/mm空间周期频率处均高于0.2。

[0057] 2)在0°视场下隐形眼镜在不同物距下获得的人眼视锐度，如图13到图16，在不同瞳孔直径下450mm～无穷远距离以及240mm～260mm的位置上除个别位置视力在0.6到1.0之间，大部分位置上视力都好于1.0，得到了良好的矫正效果。

[0058] 3)本发明验证了±4°视场佩戴隐形眼镜眼的光学性能，如图8到图12，发现在±4°调制传递函数曲线在不同瞳孔的不同物距上下降很小，大部分在空间频率100c/mm处都高于0.4。

[0059] 综上，在整个物距位置450mm～无穷远距离(中程到远程)范围内以及240mm～260mm(明视距离)的位置上，佩戴隐形眼镜眼均获得了良好的光学性能，达到了大景深的效果。

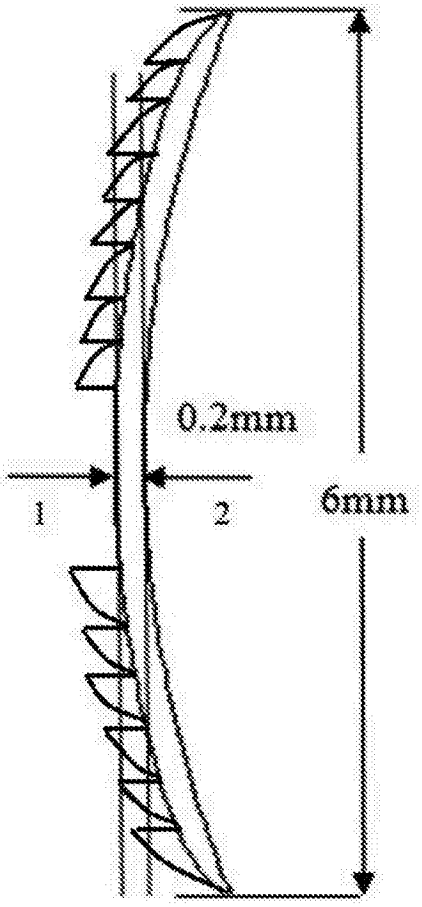


图1

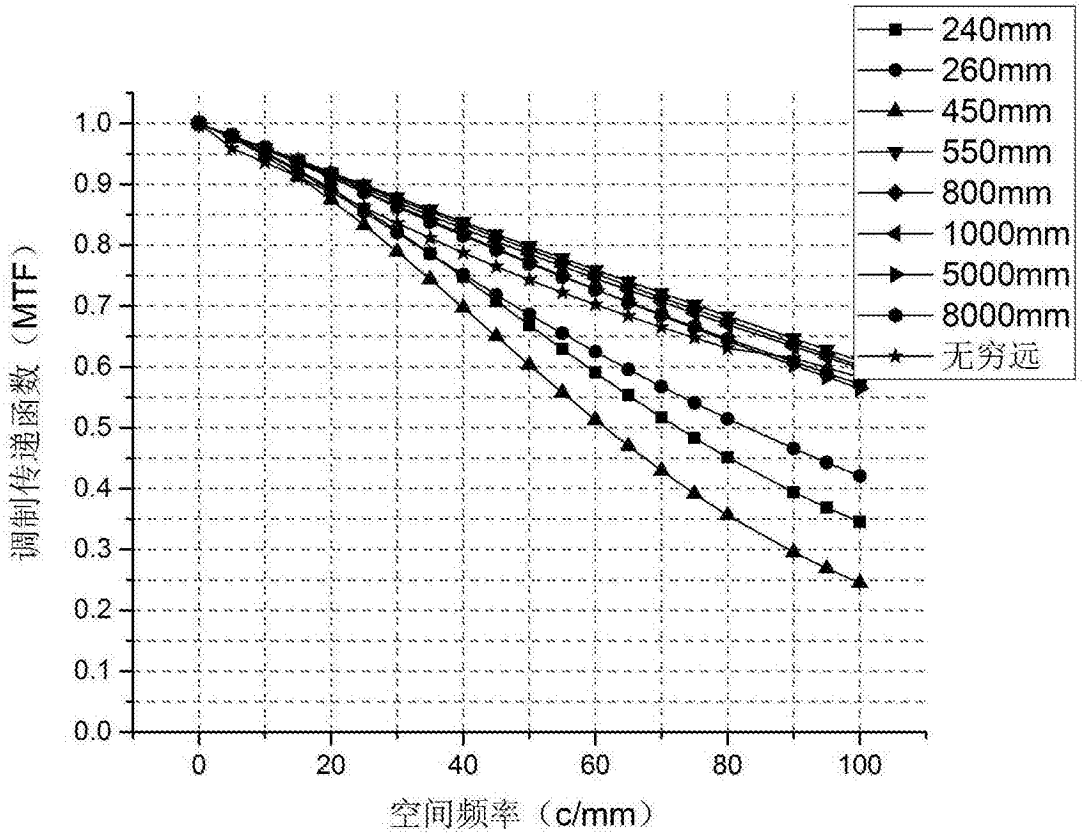

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图2

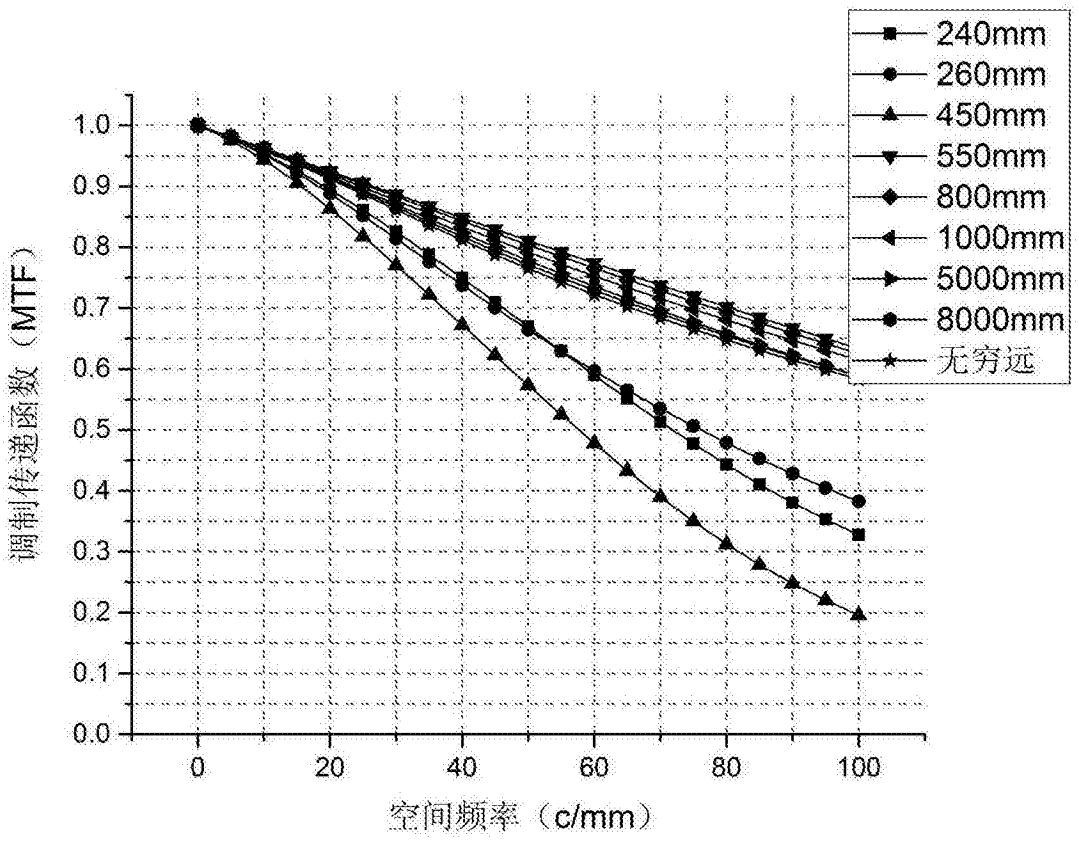

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图3

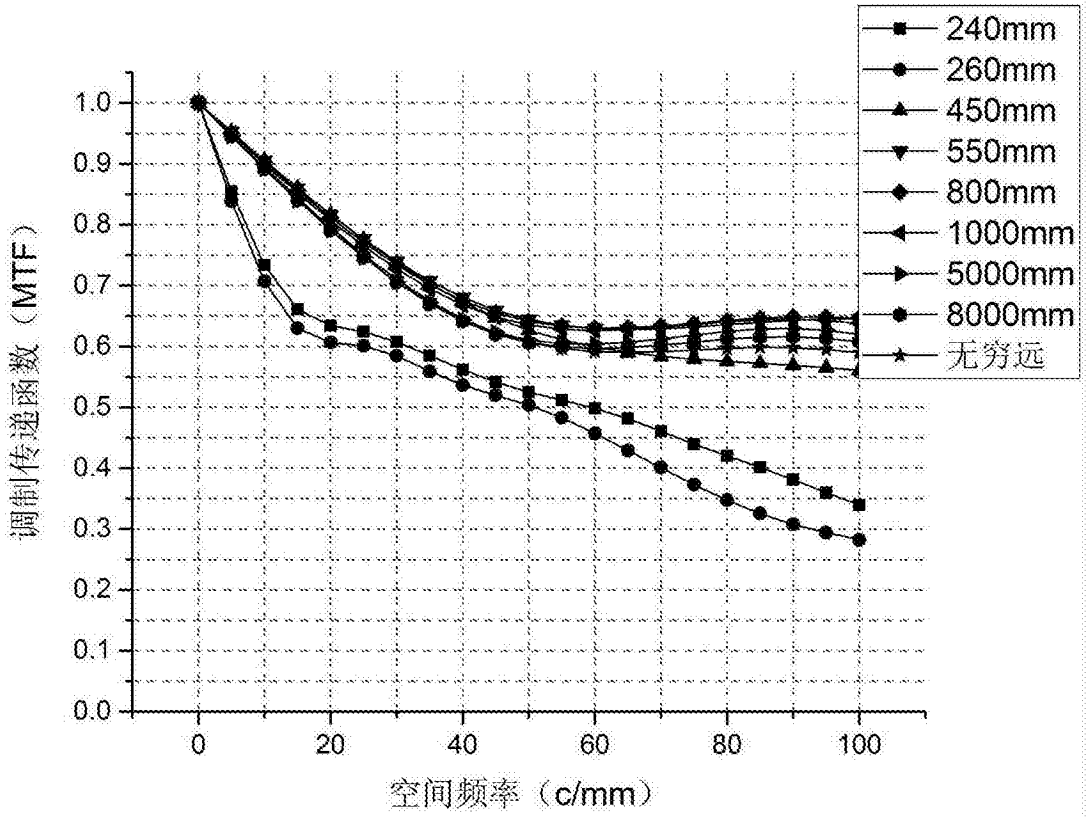

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图4

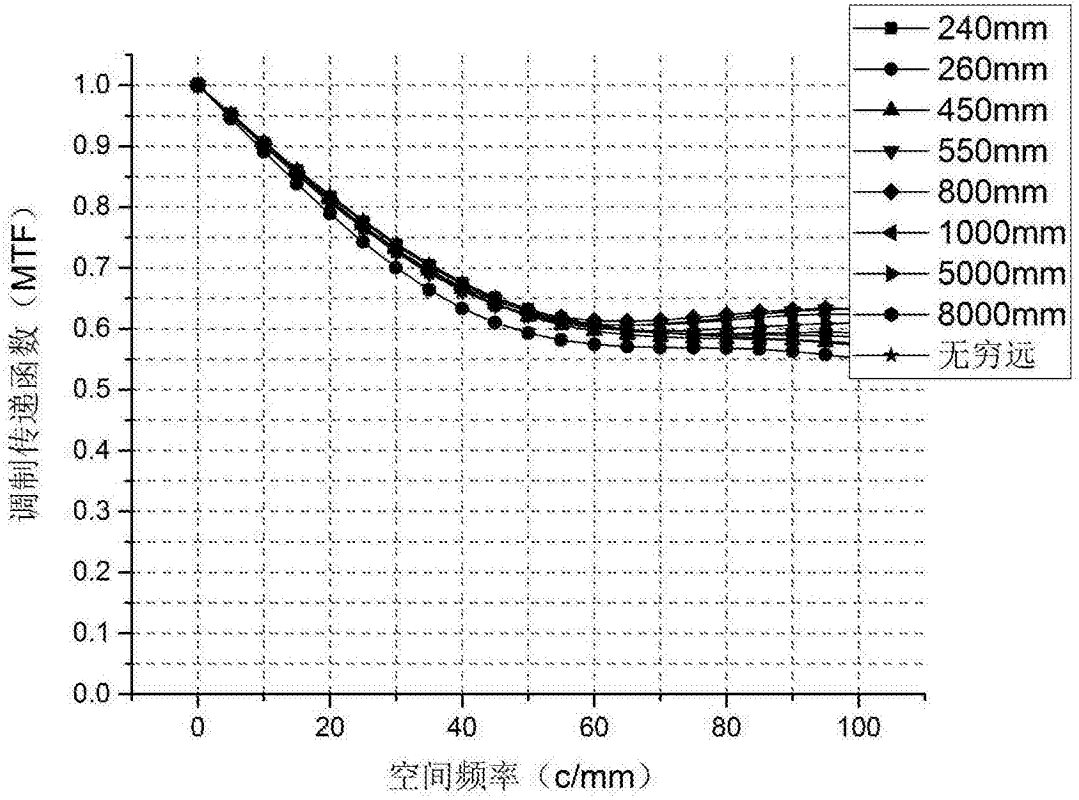

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图5

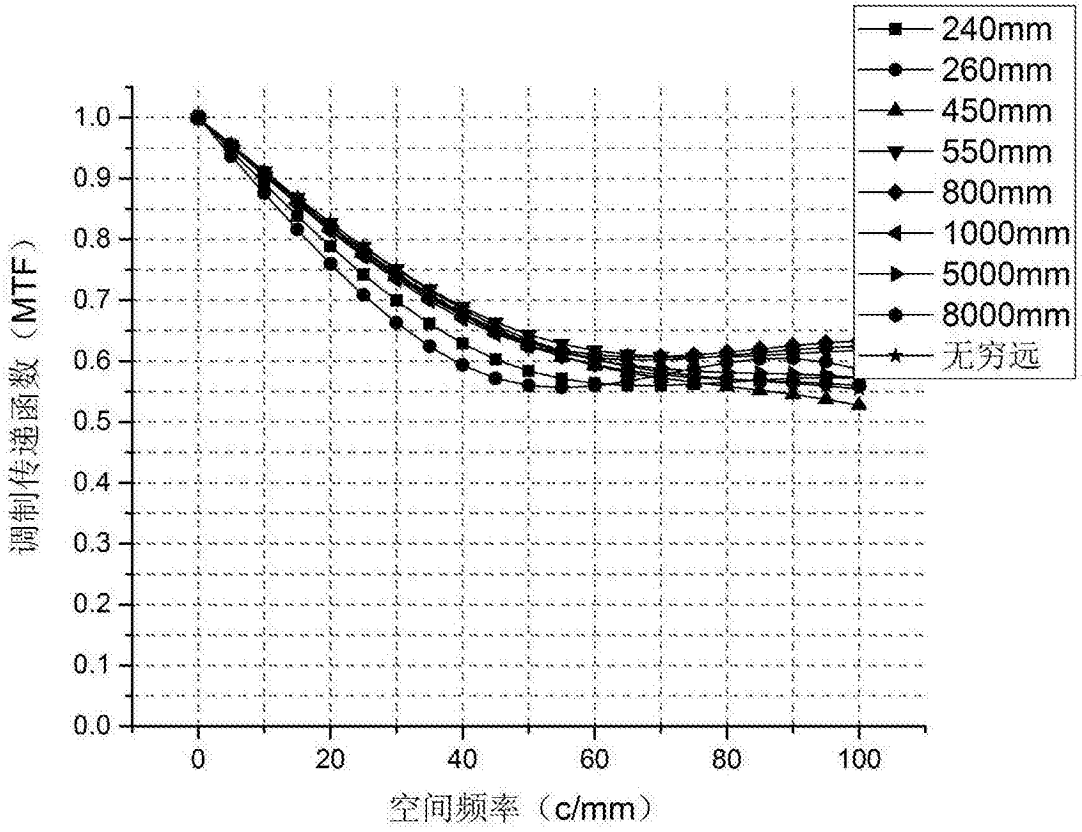

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图6

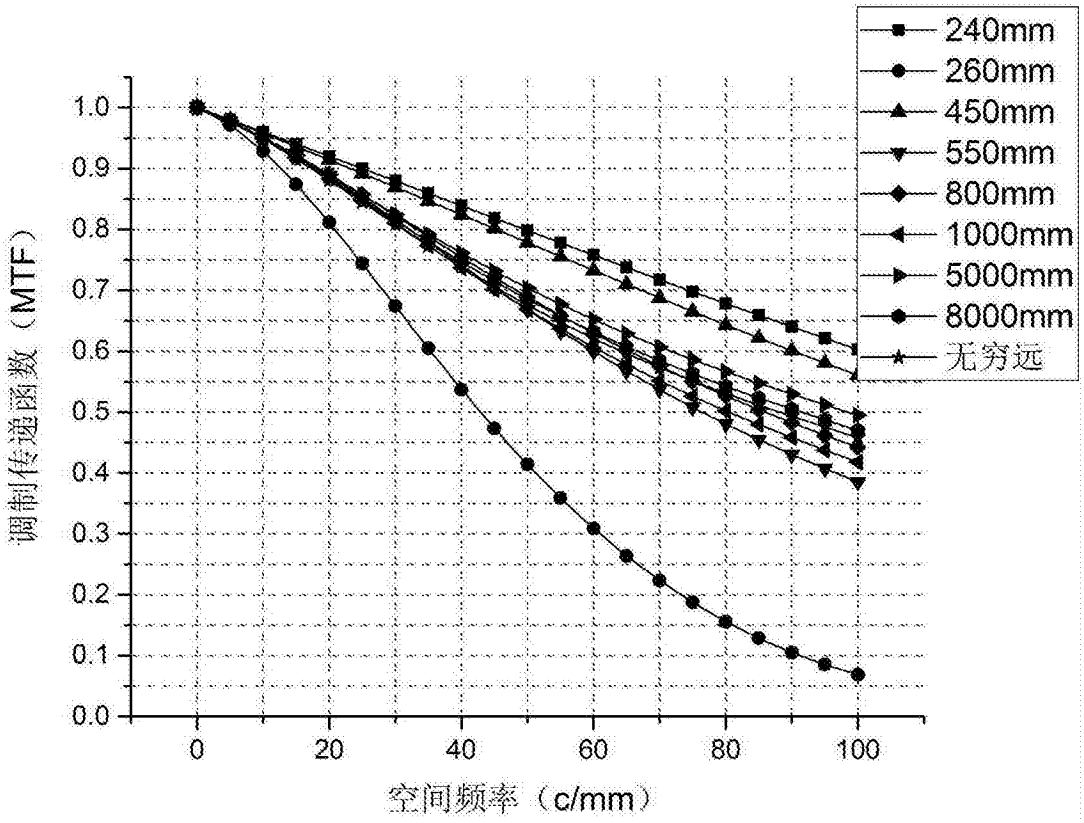

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图7

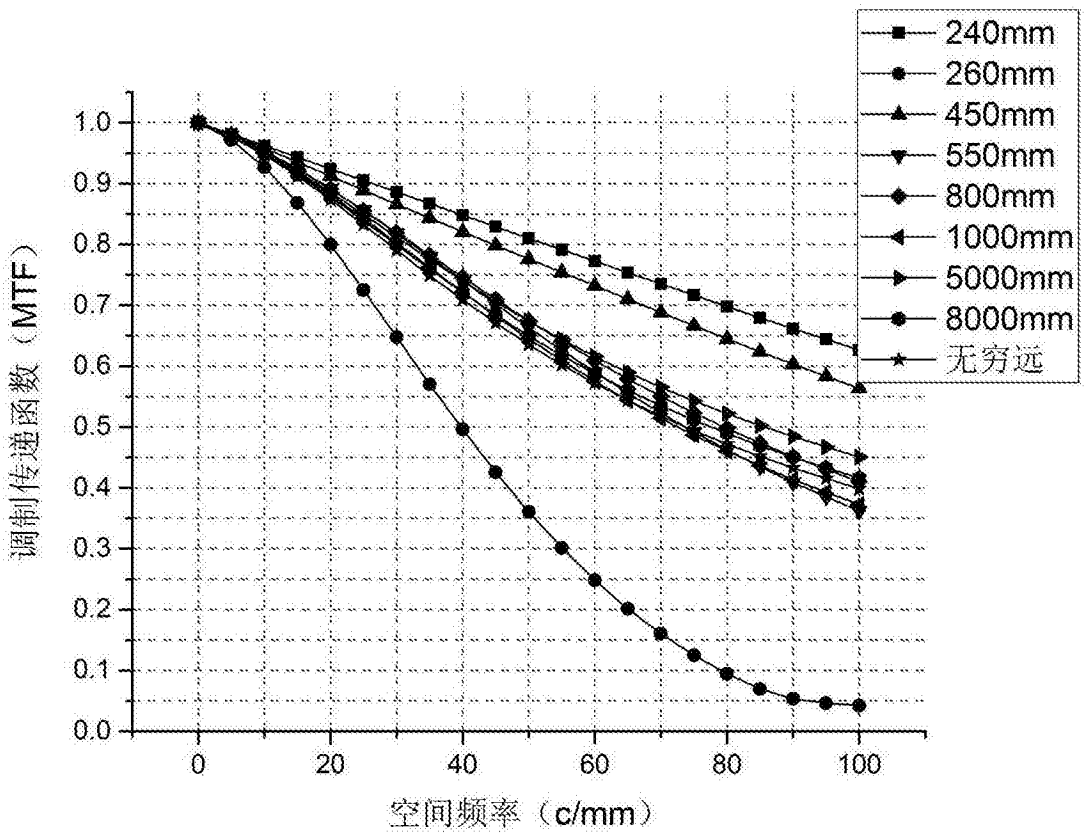

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图8

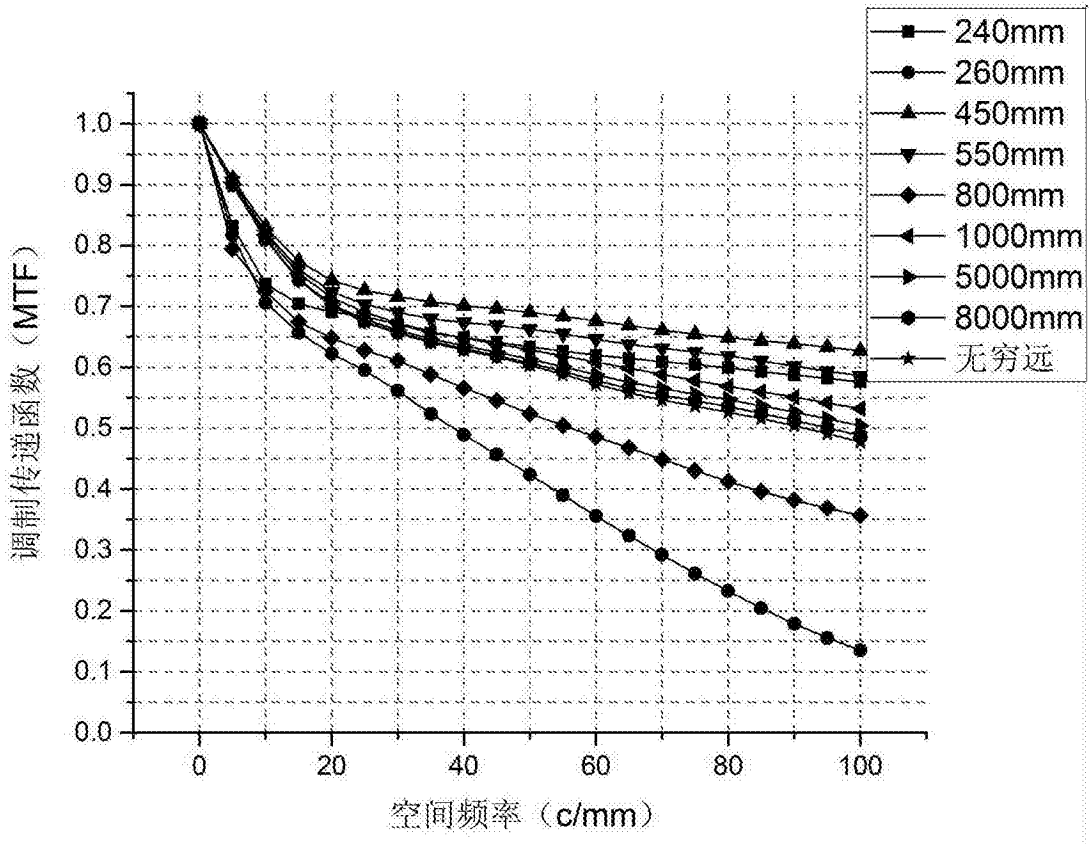

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图9

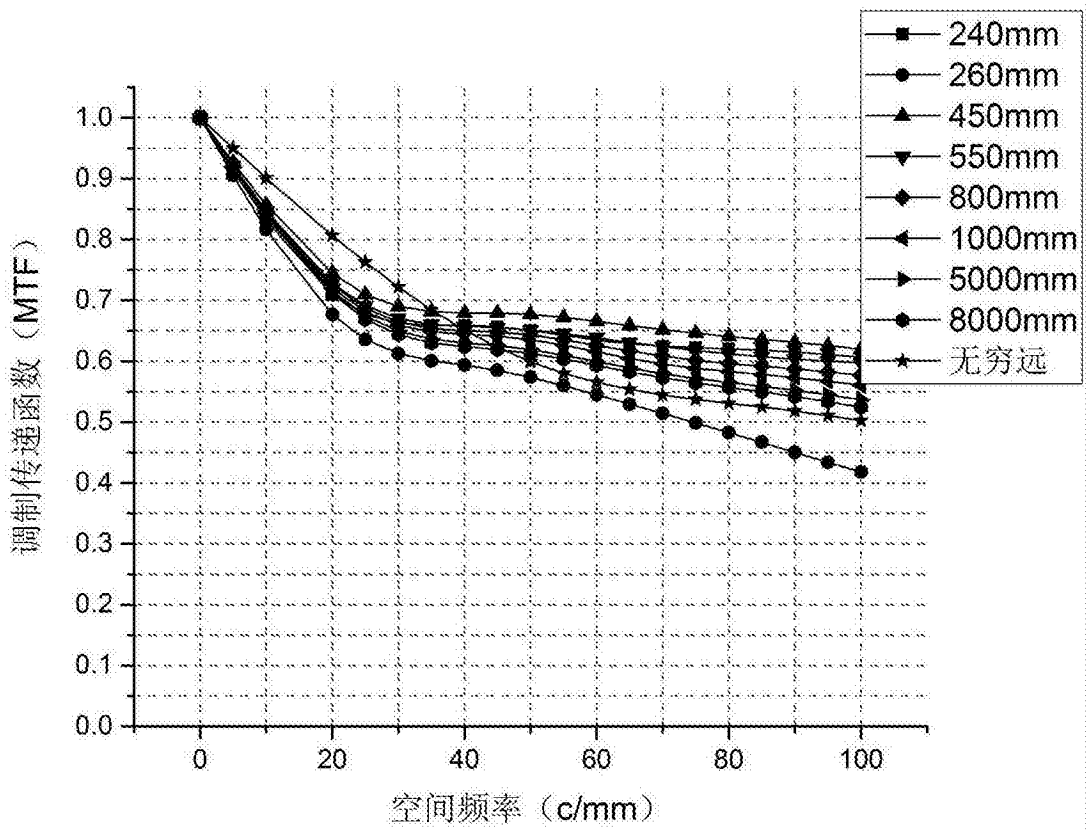

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
20
40
60
80
100

图10

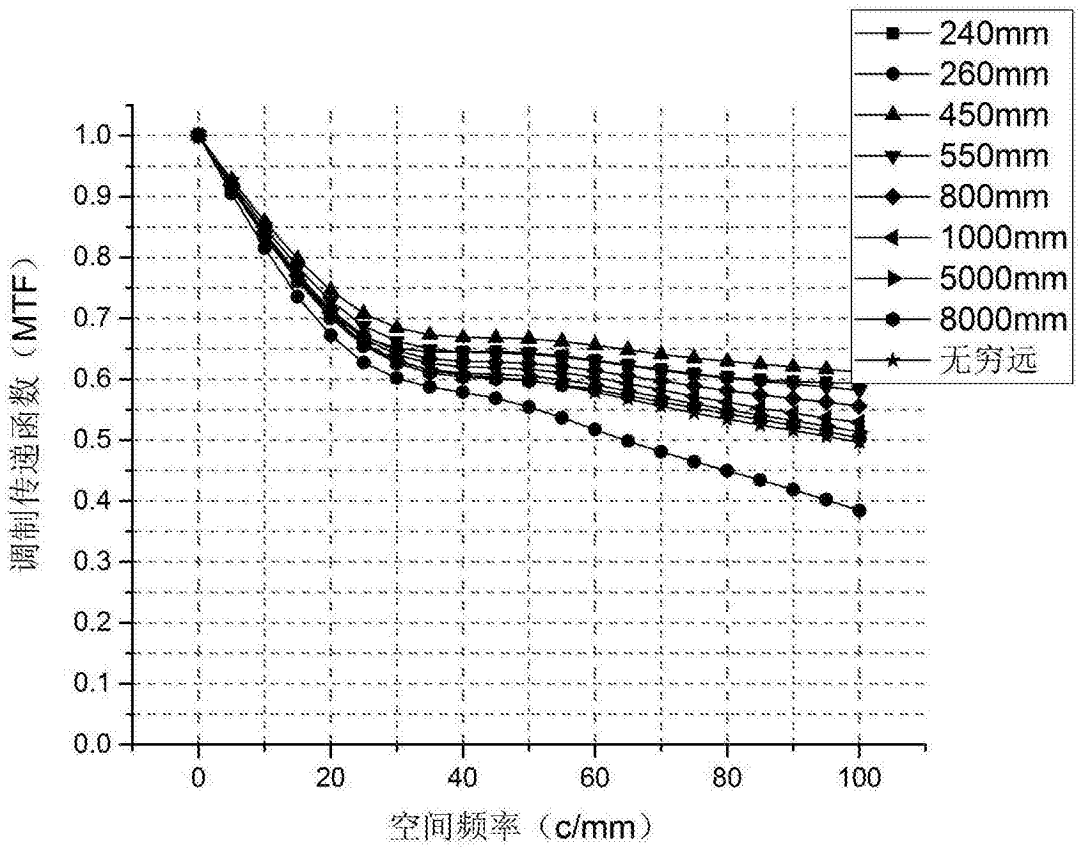

240mm
260mm
450mm
550mm
800mm
1000mm
5000mm
8000mm
无穷远
调制传递函数（MTF）
空间频率（c/mm）
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
0
20
40
60
80
100

图11

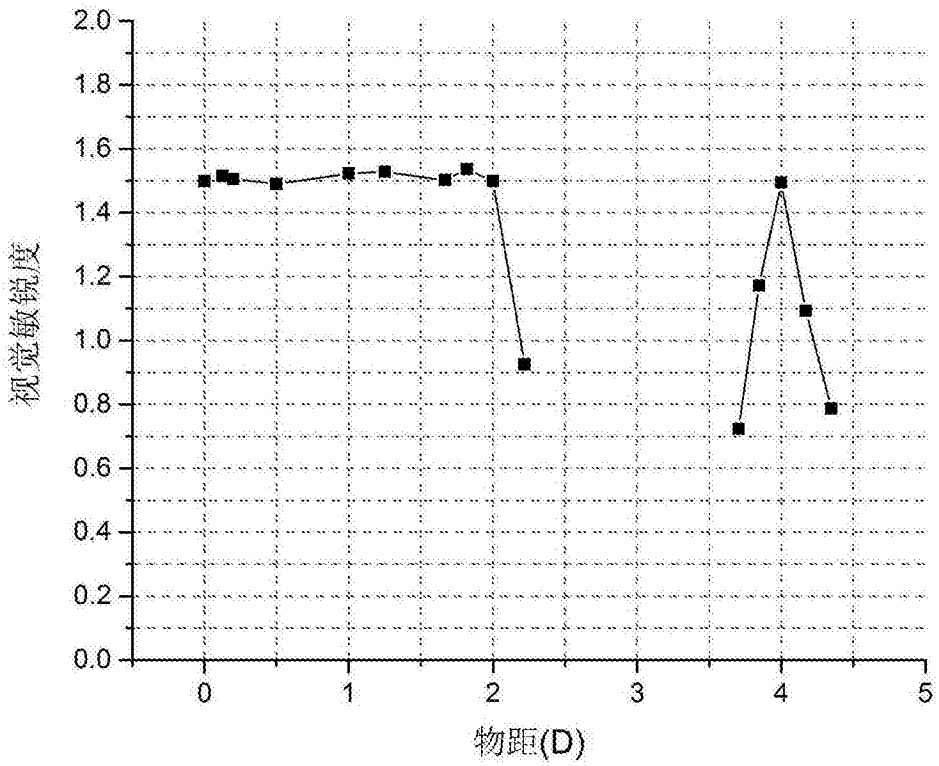

视觉敏锐度
物距(D)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
0
1
2
3
4
5

图12

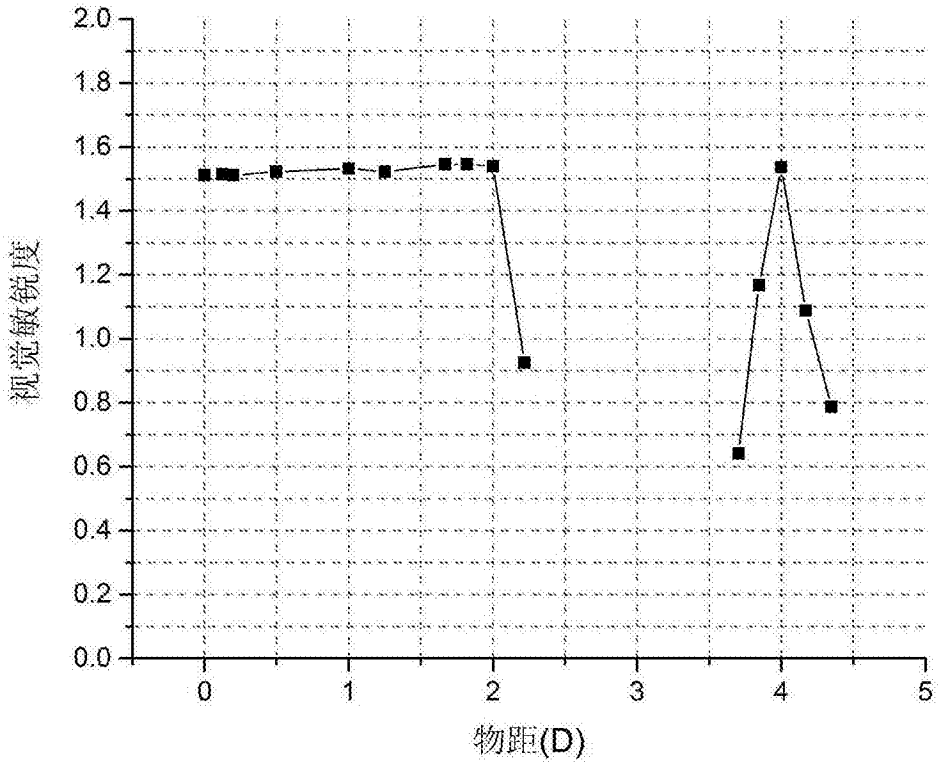

视觉敏锐度
物距(D)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5

图13

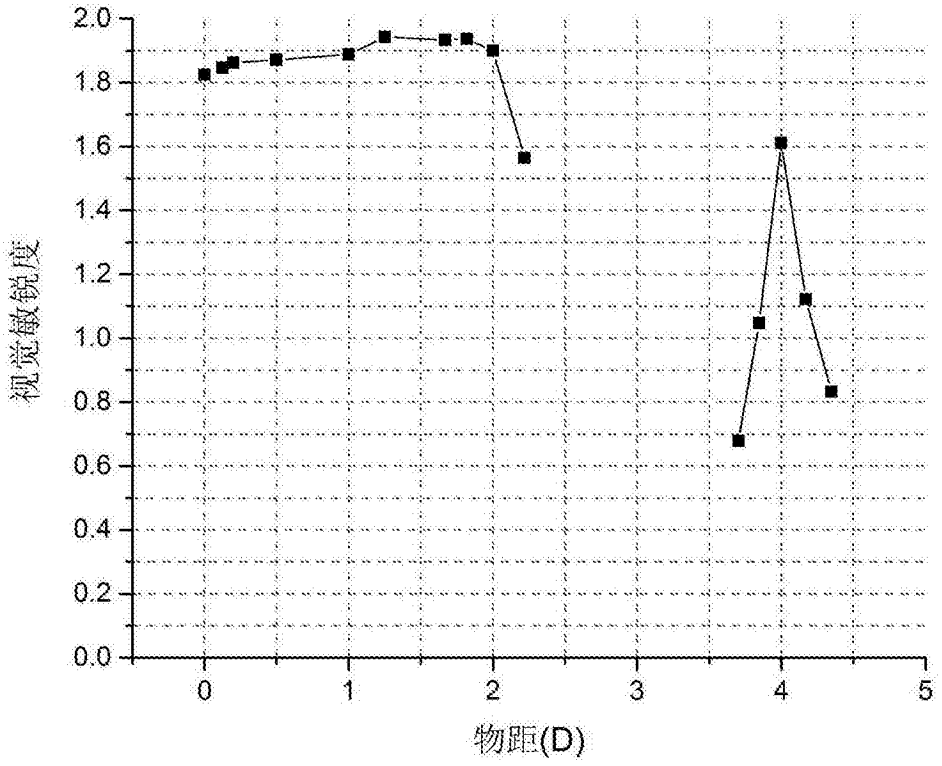

视觉敏锐度
物距(D)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5

图14

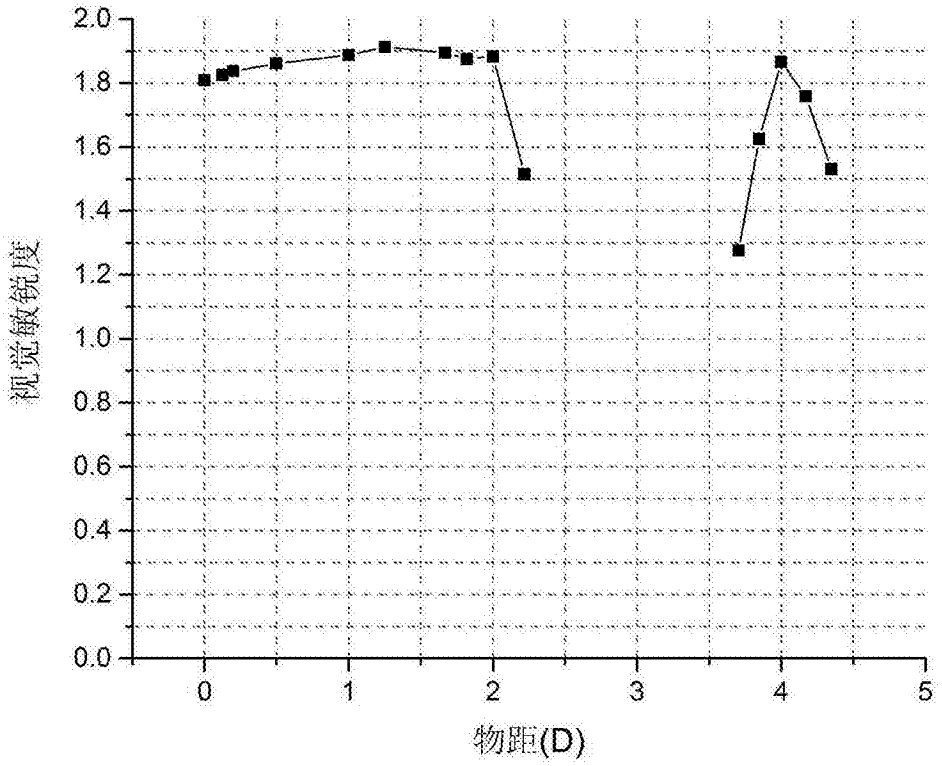

视觉敏锐度
物距(D)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5

图15

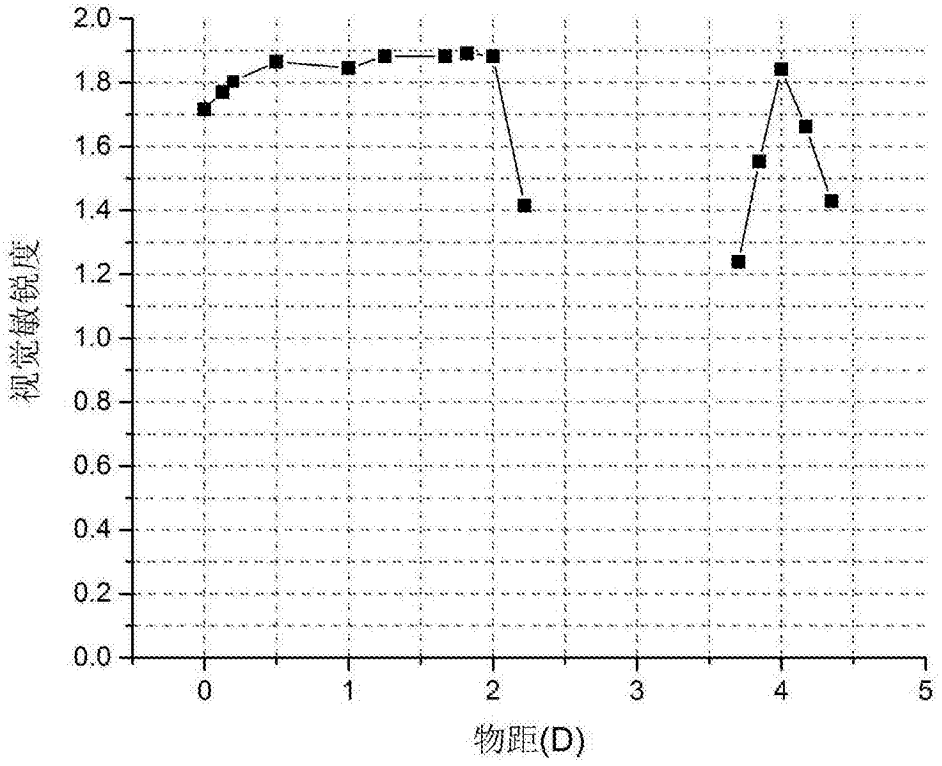

视觉敏锐度
物距(D)
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
1
2
3
4
5

图16