



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102397117 A

(43) 申请公布日 2012.04.04

(21) 申请号 201010277917.8

(22) 申请日 2010.09.07

(71) 申请人 郑泽钧
地址 中国香港

(72) 发明人 郑泽钧

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
代理人 瞿卫军

(51) Int. Cl.

A61F 2/16(2006.01)

A61F 9/007(2006.01)

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

人工晶体及其制造方法和使用人工晶体治疗白内障的方法

(57) 摘要

本发明在一方面提供了一种制造人工晶体的方法，包括以下步骤：在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率，在第二分析范围量度角膜后表面曲率，该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心点，在所述中心点量度角膜的厚度，通过一个等式计算角膜屈光度，量度眼轴，从所述角膜后表面曲率计算有效晶体位置，根据所述角膜屈光度，眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度，和以所述屈光度制造所述人工晶体。本发明的另一方面是一种根据上述方法制造的人工晶体。本发明的另一个方面是一种使用人工晶体以治疗白内障的方法。

在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率
和在第二分析范围量度角膜后表面曲率

46

在所述中心点量度角膜的厚度

48

计算角膜屈光度

50

1. 一种制造人工晶体的方法,其特征在于,包括以下步骤:

在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率,

在第二分析范围量度眼睛的角膜后表面曲率,该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心点,

在所述中心点量度角膜的厚度,

通过以下等式计算角膜屈光度:

$$K = P1 + P2 - \frac{d}{n1} P1 P2$$

其中, K 为角膜屈光度, P1 为角膜前表面屈光度, 即 $\frac{n1 - n0}{r1}$, P2 为角膜后表面屈光度,

即 $\frac{n2 - n1}{r2}$, d 为使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度, n0 为空气的屈光系数, n1 为角膜的屈光系数, n2 为房水的屈光系数, r1 为角膜前表面曲率, r2 为角膜后表面曲率,

量度眼轴,

从所述角膜后表面曲率计算有效晶体位置,

根据所述角膜屈光度,眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度,和以所述屈光度制造所述人工晶体。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一分析范围为直径 3 毫米的圆。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第二分析范围为直径 10 毫米的圆。

4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第二分析范围为外直径为 10 毫米,而内直径为 7 毫米的圆环。

5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述中心点为瞳孔的中心点。

6. 一种如权利要求 1-5 中任一项的方法制造的人工晶体,所述人工晶体的屈光度根据角膜屈光度,眼轴和有效晶体位置计算出来,其中:

角膜屈光度根据在第一分析范围量度出来的角膜前表面曲率,在第二分析范围量度出来的角膜后表面曲率,和使用超声角膜测厚仪量度出来的角膜厚度,通过以下等式计算:

$$K = P1 + P2 - \frac{d}{n1} P1 P2$$

其中, K 为角膜屈光度, P1 为角膜前表面屈光度, 即 $\frac{n1 - n0}{r1}$, P2 为角膜后表面屈光度,

即 $\frac{n2 - n1}{r2}$, d 为使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度, n0 为空气的屈光系数, n1 为角膜的屈光系数, n2 为房水的屈光系数, r1 为角膜前表面曲率, r2 为角膜后表面曲率,和

有效晶体位置通过所述角膜后表面曲率计算。

7. 一种使用人工晶体以治疗白内障的方法,其特征在于,包括以下步骤:

在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率,

在第二分析范围量度角膜后表面曲率,该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心点,

在所述中心点量度角膜的厚度,

通过以下等式计算角膜屈光度：

$$\text{角膜屈光度} = P_1 + P_2 - \frac{d}{n_1} P_1 P_2$$

其中，P₁ 为角膜前表面屈光度，即 $\frac{n_1 - n_0}{r_1}$ ，P₂ 为角膜后表面屈光度，即 $\frac{n_2 - n_1}{r_2}$ ，d 为

使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度，n₀ 为空气的屈光系数，n₁ 为角膜的屈光系数，n₂ 为房水的屈光系数，r₁ 为角膜前表面曲率，r₂ 为角膜后表面曲率，

量度眼轴，

从所述角膜后表面曲率计算有效晶体位置，

根据所述角膜屈光度，眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度，

以所述屈光度制造所述人工晶体，

摘除白内障患者的晶体，和

将所述人工晶体植入在患者眼内的所述有效晶体位置。

8. 如权利要求 7 所述的用途，其特征在于，所述第一分析范围为直径 3 毫米的圆。

9. 如权利要求 7 所述的用途，其特征在于，所述第二分析范围为直径 10 毫米的圆。

10. 如权利要求 7 所述的用途，其特征在于，所述第二分析范围为外直径为 10 毫米，而内直径为 7 毫米的圆环。

11. 如权利要求 7 所述的用途，其特征在于，所述中心点为瞳孔的中心点。

12. 一种计算人工晶体的屈光度的方法，其特征在于，包括以下步骤：

在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率，

在第二分析范围量度眼睛的角膜后表面曲率，该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心点，

在所述中心点量度角膜的厚度，

通过以下等式计算角膜屈光度：

$$K = P_1 + P_2 - \frac{d}{n_1} P_1 P_2$$

其中，K 为角膜屈光度，P₁ 为角膜前表面屈光度，即 $\frac{n_1 - n_0}{r_1}$ ，P₂ 为角膜后表面屈光度，即

$\frac{n_2 - n_1}{r_2}$ ，d 为使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度，n₀ 为空气的屈光系数，n₁ 为角膜的屈光系数，n₂ 为房水的屈光系数，r₁ 为角膜前表面曲率，r₂ 为角膜后表面曲率，

量度眼轴，

从所述角膜后表面曲率计算有效晶体位置，和

根据所述角膜屈光度，眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度。

人工晶体及其制造方法和使用人工晶体治疗白内障的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种人工晶体及其制造方法,特别地涉及一种根据角膜前表面和角膜后表面的弧度来制造的人工晶体及其制造方法。

背景技术

[0002] 在对病人进行白内障手术之前,医生必须先计算人工晶体的弧度和摆放的位置。其中,人工晶体的弧度是由病人眼角膜的弧度计算的。传统的方法只是使用一个估计的数字来计算角膜的弧度。可是,在曾经接受屈光手术如激光矫视的人中,这个估计的数字会变得不准确。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是,在曾经接受屈光手术如激光矫视的人中,现有的计算方法对角膜曲率的计算并不准确。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明在一方面提供了一种制造人工晶体的方法,包括以下步骤:

[0005] 在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率,

[0006] 在第二分析范围量度眼睛的角膜后表面曲率,该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心点,

[0007] 在所述中心点量度角膜的厚度,

[0008] 通过以下等式计算角膜屈光度:

$$[0009] K = P1 + P2 - \frac{d}{n1} P1P2$$

[0010] 其中,K 为角膜屈光度,P1 为角膜前表面屈光度,即 $\frac{n1 - n0}{r1}$,P2 为角膜后表面屈光度,即 $\frac{n2 - n1}{r2}$,

度,即 $\frac{n2 - n1}{r2}$,d 为使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度,n0 为空气的屈光系数,n1 为角膜的屈光系数,n2 为房水的屈光系数,r1 为角膜前表面曲率,r2 为角膜后表面曲率,

[0011] 量度眼轴,

[0012] 从所述角膜后表面曲率计算有效晶体位置,

[0013] 根据所述角膜屈光度,眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度,和

[0014] 以所述屈光度制造所述人工晶体。

[0015] 在本发明的一个实施例中,所述第一分析范围为直径 3 毫米的圆。

[0016] 在本发明的一个实施例中,所述第二分析范围为外直径为 10 毫米,而内直径为 7 毫米的圆环。

[0017] 在本发明的一个实施例中,所述中心点为瞳孔的中心点。

[0018] 本发明的另一方面是一种根据上述方法制成的人工晶体,所述人工晶体的屈光度

根据角膜屈光度,眼轴和有效晶体位置计算出来,其中:

[0019] 角膜屈光度根据在第一分析范围量度出来的角膜前表面曲率,在第二分析范围量度出来的角膜后表面曲率,和使用超声角膜测厚仪量度出来的角膜厚度,通过以下等式计算:

$$[0020] K = P1 + P2 - \frac{d}{n1} P1P2$$

[0021] 其中,K 为角膜屈光度,P1 为角膜前表面屈光度,即 $\frac{n1 - n0}{r1}$, P2 为角膜后表面屈光

度,即 $\frac{n2 - n1}{r2}$, d 为使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度,n0 为空气的屈光系数,n1 为角膜

的屈光系数,n2 为房水的屈光系数,r1 为角膜前表面曲率,r2 为角膜后表面曲率,和

[0022] 有效晶体位置通过所述角膜后表面曲率计算。

[0023] 本发明的另一个方面是一种使用人工晶体以治疗白内障的方法,包括以下步骤:

[0024] 在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率,

[0025] 在第二分析范围量度角膜后表面曲率,该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心点,

[0026] 在所述中心点量度角膜的厚度,

[0027] 通过以下等式计算角膜屈光度:

$$[0028] K = P1 + P2 - \frac{d}{n1} P1P2$$

[0029] 其中,K 为角膜屈光度,P1 为角膜前表面屈光度,即 $\frac{n1 - n0}{r1}$, P2 为角膜后表面屈光

度,即 $\frac{n2 - n1}{r2}$, d 为使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度,n0 为空气的屈光系数,n1 为角膜

的屈光系数,n2 为房水的屈光系数,r1 为角膜前表面曲率,r2 为角膜后表面曲率,

[0030] 量度眼轴,

[0031] 从所述角膜后表面曲率计算有效晶体位置,

[0032] 根据所述角膜屈光度,眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度,

[0033] 以所述屈光度制造所述人工晶体,

[0034] 摘除白内障患者的晶体,和

[0035] 将所述人工晶体植入在患者眼内的所述有效晶体位置。

[0036] 本发明的有益效果是:不论病人以前是否进行过屈光手术如激光矫视手术,都可以准确地计算到人工晶体的弧度和摆放的位置,从而减低因为人工晶体屈光度错误而造成人工晶体植入白内障患者后出现永久性远视的可能性。对比现有技术,本发明对那些曾经进行角膜屈光手术的白内障患者,在角膜屈光度和有效晶体位置的计算上更加准确。

[0037] 其中,本发明利用由仪器量度出来的曲率和厚度,分别计算出角膜前表面和角膜后表面的屈光度,并两个表面之间的距离所需要作出的调整,从而可以更准确地计算出角膜屈光度。使用角膜外围作分析范围所量度的角膜后表面曲率亦可更准确地估计屈光手术如激光矫视手术前的角膜屈光度,以更准确的计算有效晶体位置。

附图说明

[0038] 参照本说明书的余下部分和附图可以对本发明的性能和优点作进一步的理解；这些附图中同一个组件的标号相同。在某些情况下，子标记被放在某个标号与连字符后面以表示许多相似组件的其中一个。当提到某个标号但没有特别写明某一个已有的子标记时，就是指所有这些类似的组件。

[0039] 图 1a 为正常人类眼睛的简化横切面图。

[0040] 图 1b 为人类眼睛在进行激光矫视手术前后的简化横切面图。手术后的角膜前表面的变化以虚线表示。

[0041] 图 2 为根据本发明一个实施例，一种制造人工晶体的方法的流程图。

[0042] 图 3 为根据本发明一个实施例，一种获得角膜屈光度的方法的流程图。

[0043] 图 4a 为角膜前表面的前视图，显示第一分析范围和激光矫视手术影响的范围的关系。

[0044] 图 4b 为角膜后表面的前视图，显示第二分析范围和激光矫视手术影响的范围的关系。

[0045] 图 5a 为使用 Orbscan 以角膜顶点为中心点量度角膜某表面曲率的视图。

[0046] 图 5b 为使用 Orbscan 以瞳孔中心为中心点量度角膜某表面曲率的视图。

具体实施方式

[0047] 先参照图 1a，此图为人类眼睛 20 的简化横切面图。角膜 30 为眼睛 20 的最外部。在角膜 30 外面为空气 28，而角膜 30 和晶体 26 之间为房水 32。光线从外进入，经过角膜 30 和晶体 26 的屈光，最后聚焦在视网膜 31 上。

[0048] 现参照图 1b，此图显示了眼睛在进行角膜屈光手术例如近视性激光矫视手术的前后对比。角膜 30 有角膜前表面 22 和角膜后表面 24。在进行屈光手术前，角膜前表面 22 和角膜后表面均为大约球状。角膜前表面 22 的中间部份在手术中会被切去或磨平，因而变得扁平，形成手术后新的角膜前表面 34。

[0049] 图 2 显示了一个制造人工晶体方法的流程图。该方法包括获得角膜屈光度（步骤 36），量度眼轴（步骤 38）和计算有效晶体位置（步骤 40），并根据上述屈光度，眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度（步骤 42），再以此屈光度制造所述人工晶体（步骤 44）。

[0050] 从图 2 的流程图可得知，要制造人工晶体先要知道角膜屈光度，而在传统的角膜曲率仪中，计算出来的角膜的屈光度为 $\frac{n-1}{r}$ ，其中 r 为量度出来的角膜前表面的曲率，而 n 为一个根据 Gullstrand 的眼部模型所虚构的单一屈光系数 1.3375。此数字背后的其中一个假设为角膜前表面 22 和角膜后表面 24 的曲率成一个固定的比率（6.8 : 7.7），因此角膜前表面和角膜后表面在此模型中被当作单一表面计算。在进行近视性激光矫视手术时，因为角膜前表面 34 的曲率减少和角膜在中间部份的厚度变薄，上述假设不再成立，因此使用上述虚构数字计算出来的角膜屈光度会出现误差。

[0051] 图 3 为根据本发明一个实施例去获得角膜屈光度（步骤 36）的方法的流程图。该方法首先在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率和在第二分析范围量度角膜后表面

曲率(步骤46),该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心点。然后在所述中心点量度角膜的厚度(步骤48),即角膜前表面和角膜后表面之间的距离。在获得这些参数后,该方法通过以下等式计算角膜屈光度(步骤50):

$$[0052] \quad K = P1 + P2 - \frac{d}{n1} P1P2 \text{ [等式 (1)]}$$

[0053] 其中,K为角膜屈光度,P1为角膜前表面屈光度,即 $\frac{n1-n0}{r1}$,P2为角膜后表面屈光度,即 $\frac{n2-n1}{r2}$,d为使用超声角膜测厚仪量度的角膜厚度,n0为空气的屈光系数(1.0),n1为角膜的屈光系数(1.376),n2为房水的屈光系数(1.336),r1为角膜前表面曲率(毫米),r2为角膜后表面曲率(毫米)。

[0054] 使用上述方法计算角膜屈光度比起只使用虚构的数字计算来得更为准确,因为本方法并没有错误地假设角膜前表面曲率和角膜后表面曲率是一个固定的比率。上述方法使用量度出来的曲率r1,r2和厚度d,先分别计算出角膜前表面和角膜后表面的屈光度P1,P2,并两个表面之间的距离所要作出的调整,角膜屈光度便可以从等式(1)准确地计算出来。

[0055] 分析范围的选择对上述方法的准确度会产生重大的影响。因为在不同的分析范围所量度出的曲率会有不同。在本发明的一个实施例中,第一分析范围为如图4a中所示的一个直径3毫米的圆52。选择3毫米的原因是所有进行激光矫视手术的病人的角膜前表面都会在此范围中变得扁平。如果直径大过3毫米,特别是大过5毫米时,范围的边缘可能已经脱离了激光矫视手术影响的范围(以虚线圆54表示)。这会造成范围中心和边缘的曲率不同,而引致最后得出的结果出现误差。在另一个实施例中,第一分析范围的直径为5毫米或以下。

[0056] 比起角膜前表面,角膜后表面曲率的量度更易出现误差,原因在于角膜曲率仪如Orbscan II必须先经过角膜前表面的折射才能量度角膜后表面的数据。有文献已经记载到Orbscan II在量度曾进行激光矫视手术病人的角膜后表面曲率的不准确性。激光矫视手术会改变角膜前表面中间部份的曲率和厚度,从而令量度出来的角膜后表面曲率比实际情况高。

[0057] 在本发明的一个实施例中,第二分析范围为直径10毫米的圆。此10毫米为大约整个角膜的大小,而因为量度的偏差主要在中间部份发生的关系,因此量度整个角膜所得出来的误差比起只使用中间部分得出的数据为低。在本发明的另一个实施例中,如图4b显示的,第二分析范围为角膜的外围。外围成圆环状,圆环56的外圆58的直径为跟上面一样的10毫米,而内圆60的直径为7毫米。在近视性激光矫视手术中,因为角膜前表面在此范围受激光矫视手术的影响较少,所以角膜前后表面曲率比率的假设仍然生效,从而提高计算的准确度。激光矫视手术影响的范围基本上是中间的大约5-6毫米,而直径5毫米的圆以虚线圆54表示。基本上只使用外围得出的数据比起使用整个角膜为准确。一些角膜曲率仪如Orbscan II可以自由选择分析范围,因此能够只使用外围作量度。如果另一些角膜曲率仪不能做到这点,则需要使用整个角膜范围以便将误差减到最低。

[0058] 传统角膜曲率的计算均以光学中心,或角膜的顶点62为中心点。图5a为使用

Orbscan 以角膜顶点为中心点去量度角膜其中一个表面屈光度的视图。可是,光必须先经过瞳孔才能到达视网膜,而瞳孔的中心并不一定跟角膜的顶点重叠。如果使用角膜的顶点为分析范围的中心点,量度出来的曲率可能不是最适合病人的。如在图 5a 中所示的,白点代表瞳孔中心,而白圈为以瞳孔中心为圆心的圈。从图中可见白圈偏离了同心的黑圈,即以角膜顶点为圆心的圈。因此,从黑圈量度出来的曲率对病人并不是最适合的。

[0059] 在本发明的一个实施例中,如图 5b 所示,第一个及第二分析范围的中心点设为瞳孔的中心点。因为所有量度均以瞳孔为中心,所以不再理会瞳孔偏离角膜顶点所造成错误和修正,而得出的结果是最适合病人的。一些角膜曲率仪如 Orbscan II 拥有选择瞳孔为分析范围中心点的功能。

[0060] 如以上提到,要计算人工晶体的屈光度,除了获得角膜屈光度,还要量度眼轴和计算有效晶体位置。眼轴可以通过已知的方法量度例如 A 型超声波扫描等。有效晶体位置的计算可以通过 double-K 方法计算。这里的两个 K 分别为做屈光手术如激光矫视手术前的角膜屈光度和手术后的角膜屈光度。如果在手术前没有任何角膜屈光度的数据,就需要估计此屈光度以作计算用途。

[0061] 在本发明的一个实施例中,手术前的角膜屈光度从手术后的角膜后表面屈光度来估计。此方法先使用上述的方法以外围为分析范围去量度角膜后表面的屈光度。因已知角膜后表面前方为角膜组织而后方为房水,并知道它们的屈光系数,角膜后表面的屈光度便可以使用 $\frac{n_2 - n_1}{r_2}$ 计算,其中 n_1, n_2 和 r_2 的定义跟以上一样。由此值再乘上一个常数就可以得知角膜前表面的屈光度,再代入等式 (1) 便可以得出手术前的角膜屈光度。因角膜后表面外围受激光矫视手术的影响最少,以上计算得出的角膜屈光度可更准确地估计手术前角膜屈光度。

[0062] 手术后的角膜屈光度可根据图 3 所述的方法或其它方法获得。在得知这两个数值后,有效晶体位置可通过 double-K 方法计算。

[0063] 在得到角膜屈光度,眼轴和有效晶体位置后,人工晶体的屈光度可使用已知的方法计算,例如 Holladay 1, Holladay 2, Haigis, SRK/T, Hoffer Q 方法等。

[0064] 本发明的另一方面是一种人工晶体,人工晶体的屈光度根据角膜屈光度,眼轴和有效晶体位置计算出来。角膜屈光度从在第一分析范围量度出来的角膜前表面曲率,在第二分析范围量度出来的角膜后表面曲率,和使用超声角膜测厚仪量度出来的角膜厚度,通过上述等式 (1) 计算角膜屈光度。有效晶体位置通过所述角膜后表面曲率计算。

[0065] 在一个优选实施例中,所述角膜屈光度通过图 2 和图 3 所示的方法获得。

[0066] 本发明的另一个方面是一种使用人工晶体以治疗白内障的方法。该方法先获得角膜屈光度,量度眼轴和计算有效晶体位置,并根据上述屈光度,眼轴和有效晶体位置计算所述人工晶体的屈光度,再以此屈光度制造所述人工晶体。获得所述角膜屈光度的方法是首先在第一分析范围量度眼睛的角膜前表面曲率和在第二分析范围量度角膜后表面曲率,该第一分析范围和第二分析范围有同一个中心。然后在所述中心量度角膜的厚度,即角膜前表面和角膜后表面之间的距离。在获得这些参数后,该方法通过上述等式 (1) 计算角膜屈光度。有效晶体位置通过所述角膜后表面曲率计算。

[0067] 制造了人工晶体之后,该方法还包括摘除白内障患者的晶体,然后将所述人工晶

体植入在所述有效晶体位置。

[0068] 以上内容是结合具体的实施方式对本发明所作的进一步详细说明，不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干简单推演或替换，都应当视为属于本发明的保护范围。

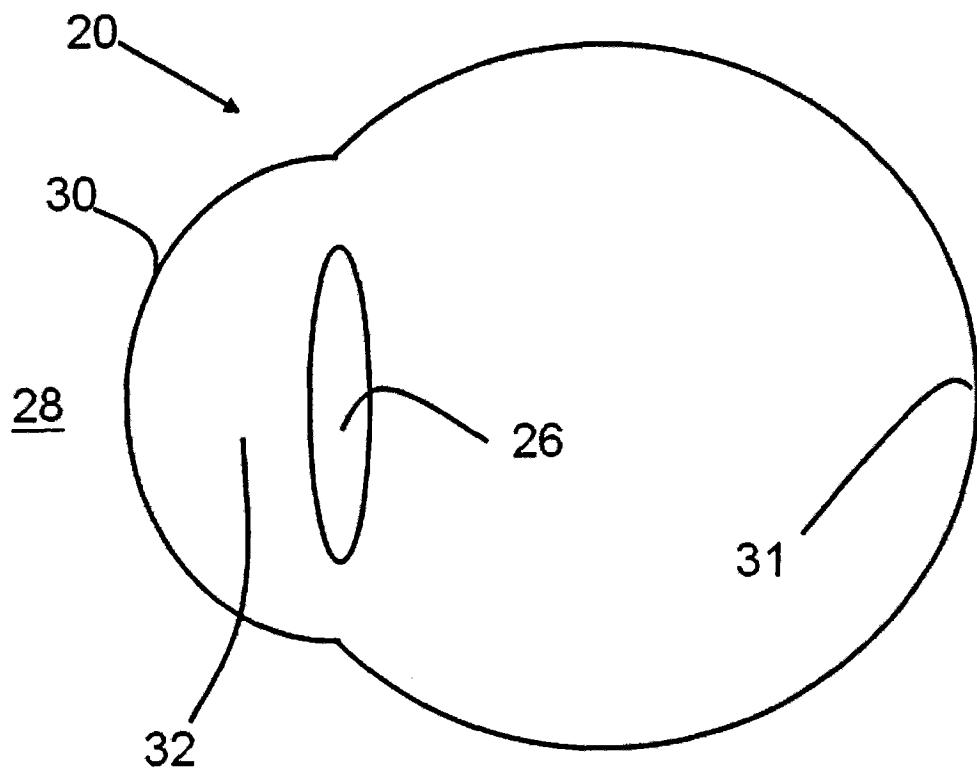


图 1a

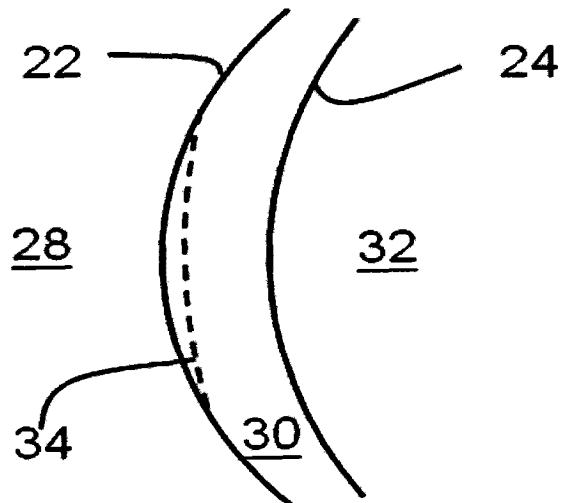


图 1b

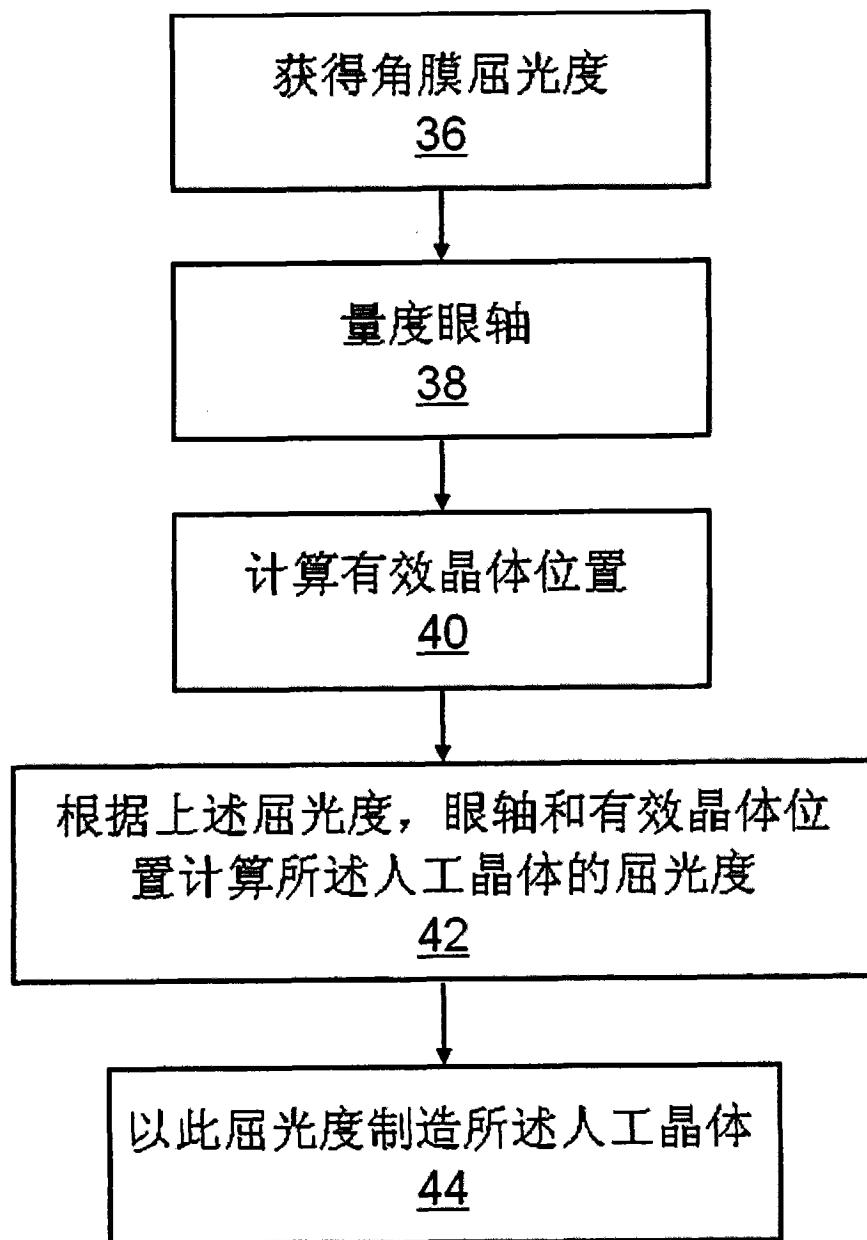


图 2

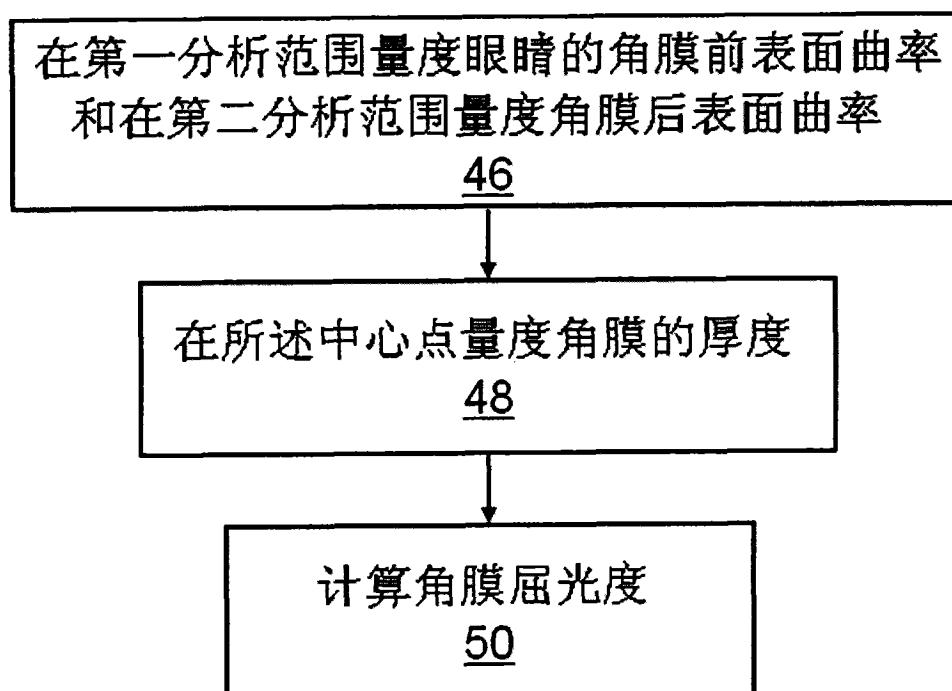


图 3

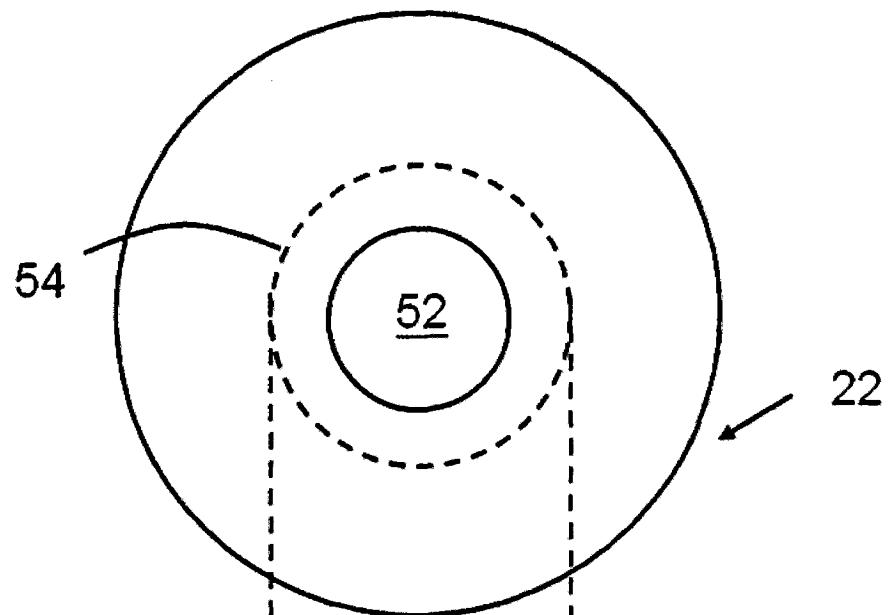


图 4a

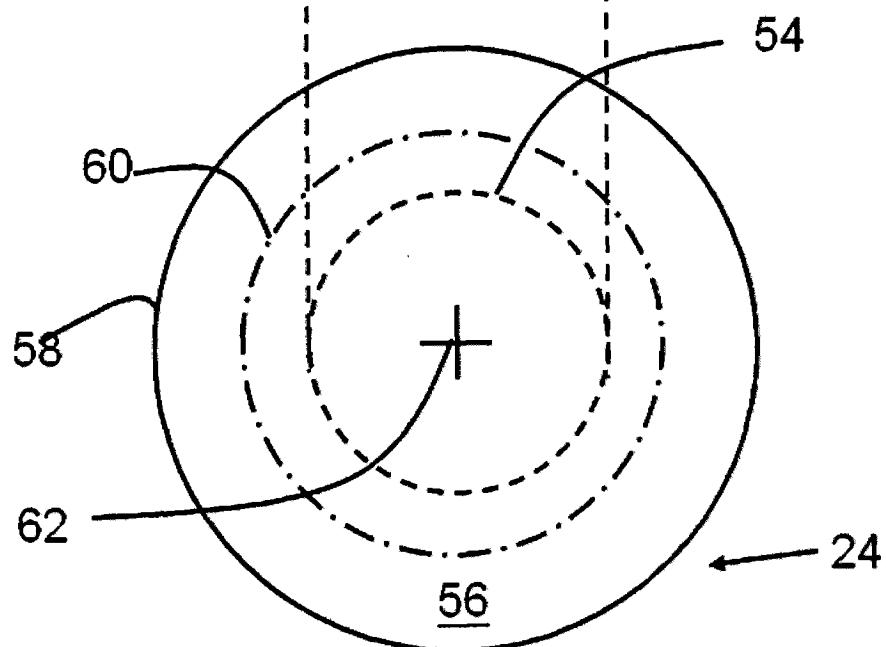


图 4b

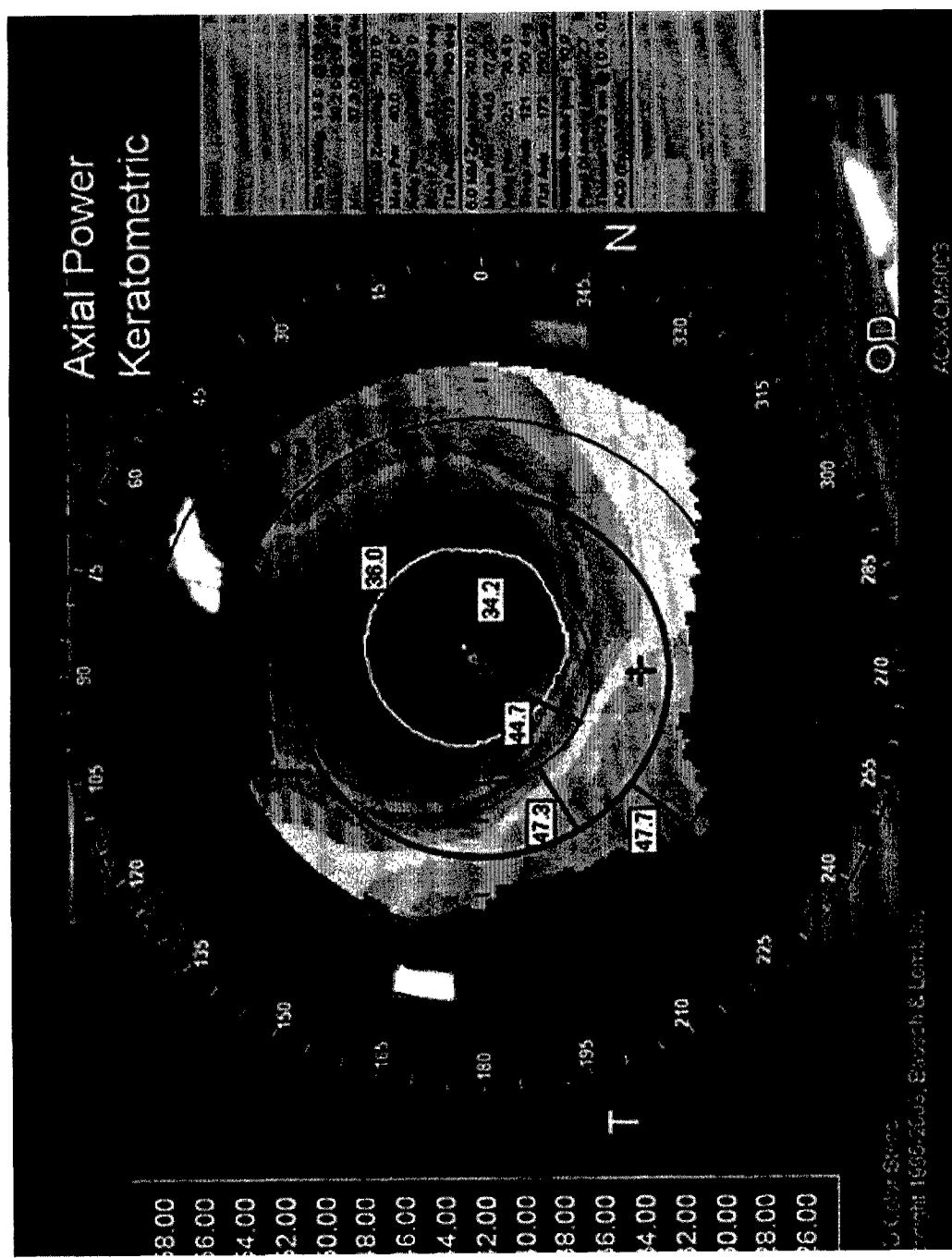


图 5a

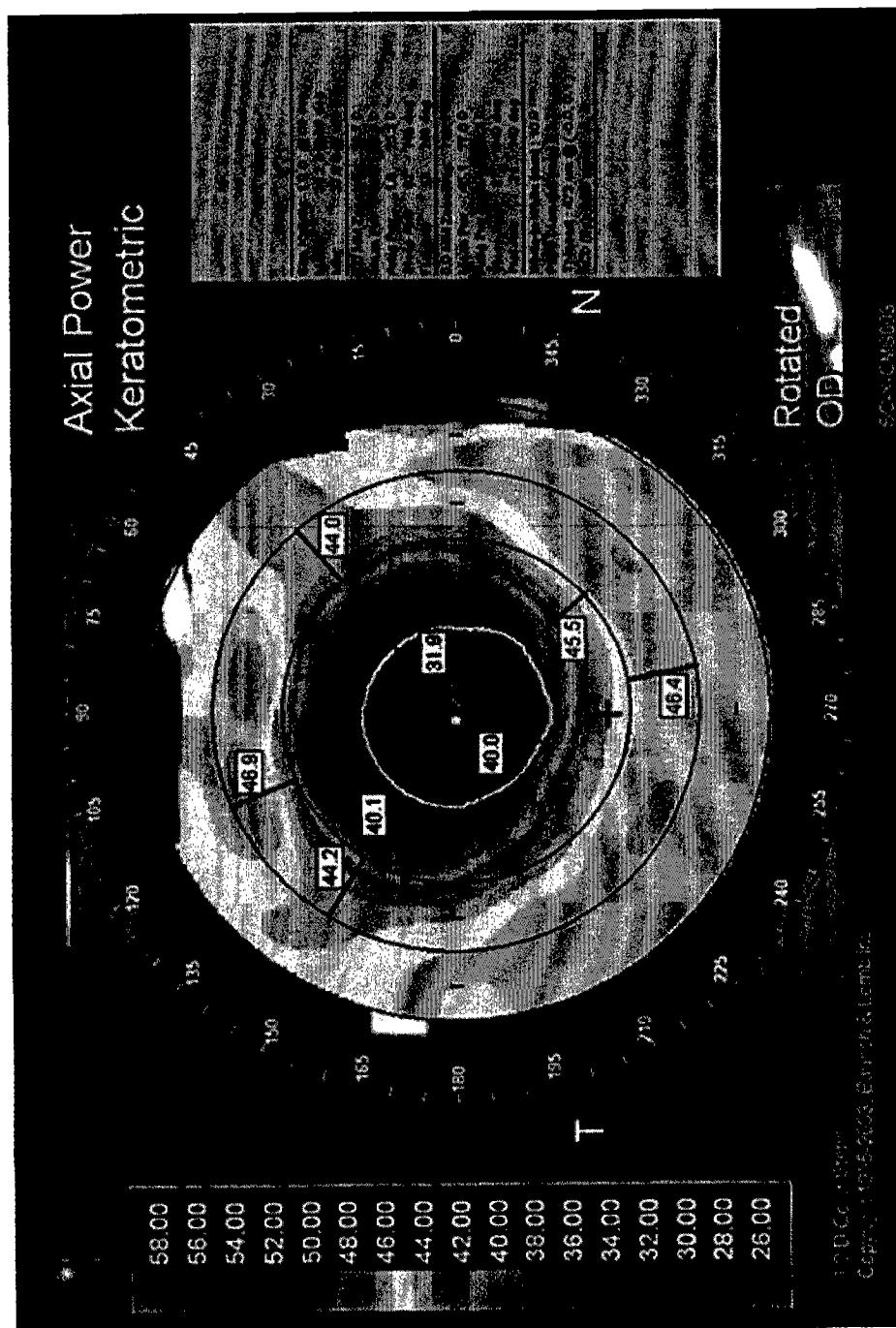


图 5b