



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102317839 B

(45) 授权公告日 2013.11.13

(21) 申请号 201080007885.8

(56) 对比文件

(22) 申请日 2010.02.11

US 5182585 A, 1993.01.26,

(30) 优先权数据

US 5182585 A, 1993.01.26,

12/370,938 2009.02.13 US

US 5739959 A, 1998.04.14,

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 7369321 B1, 2008.05.06,

2011.08.15

审查员 吴坤军

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/023830 2010.02.11

(87) PCT申请的公布数据

W02010/093751 EN 2010.08.19

(73) 专利权人 阿德伦丝必康公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 阿米塔瓦·古普塔 卡里姆·哈罗斯  
尔本·肖纳勒

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理  
有限责任公司 11258

代理人 王安武

(51) Int. Cl.

G02C 7/02 (2006.01)

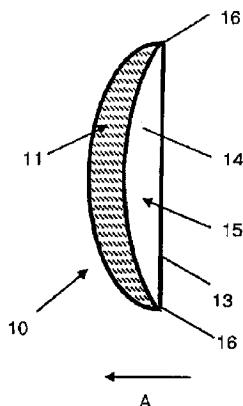
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

变焦液体填充透镜设备

(57) 摘要

本申请涉及变焦液体填充透镜设备，一种变焦透镜设备包括至少一个刚性光学盘状物、至少一个柔性光学薄膜以及至少一层与流体通道及蓄液器连通的透明流体。当被结合在眼镜透镜中时，该透镜系统使得佩戴者能够单独调节各个透镜的屈光度，从而实现优选的双眼视觉性能，以于任意希望的物平面处的最大的立体双眼合成相符。



1. 一种变焦光学设备,包括 :

刚性、弯曲、透明的光学部件,该部件具有前表面和后表面;

两个透明的可扩张薄膜,其连接至所述刚性光学部件的外周以界定两个腔,即所述光学部件与所述第一薄膜之间的第一腔以及所述第一薄膜与所述第二薄膜之间的第二腔;

填充每个所述腔的可变量的流体,以及

蓄液器,其容纳额外流体并与所述腔中的至少一个腔流体地连通,所述蓄液器用于响应于力或脉冲而将流体注入所述至少一个腔或将流体从所述至少一个腔引出,

其中,所述光学部件的前表面和所述光学部件的后表面沿相同方向弯曲,

所述前表面的曲率半径小于所述后表面的曲率半径,使得所述前表面和所述后表面的交点是所述光学部件的外周边缘。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦光学设备,还包括在所述蓄液器与所述腔中的一个或多个腔之间提供流体连通的连通通道。

3. 根据权利要求 2 所述的变焦光学设备,其中,所述腔、所述蓄液器以及所述连通通道包括被密封的系统。

4. 根据权利要求 1 所述的变焦光学设备,其中,至少一个所述薄膜至少部分通过粘合剂密封或激光焊接而连接至所述刚性光学部件的外周。

5. 根据权利要求 1 所述的变焦光学设备,其中,至少一个所述薄膜至少部分地接合至支撑元件,所述支撑元件又接合至所述刚性光学部件的外周。

6. 根据权利要求 1 所述的变焦光学设备,其中,至少一个所述薄膜至少部分地布置于所述刚性光学部件位于环内的外周以实现连接,所述环是与该薄膜接合的座。

7. 根据权利要求 6 所述的变焦光学设备,其中,所述环包括在所述蓄液器与所述腔中的一个或多个腔之间提供流体连通的连通通道。

8. 根据权利要求 1 所述的变焦光学设备,其中,所述刚性光学部件的前表面具有从中央向边缘逐渐变化的非球形几何形状。

9. 根据权利要求 1 所述的变焦光学设备,其中,所述刚性光学部件具有屈光度,该屈光度等于或低于被设计来由所述变焦光学设备提供的屈光度范围的最小值。

10. 根据权利要求 1 所述的变焦光学设备,其中,所述刚性光学部件用抗冲击的聚合物、抗刮的涂层、或防反射涂层制成。

11. 一种被设计用在眼科应用领域的眼镜片组,包括两个透镜,所述眼镜片组包括:

至少一个如权利要求 1 所述的变焦光学设备,

致动器,和

透镜保持器。

12. 根据权利要求 11 所述的眼镜片组,其中,其透镜中至少一个透镜的光学屈光度是可由佩戴者单独调节的。

13. 根据权利要求 11 所述的眼镜片组,其中,所述蓄液器布置在所述透镜保持器内并可由所述致动器操作。

14. 根据权利要求 11 所述的眼镜片组,其中,所述透镜中至少一个透镜的光学屈光度是可由所述致动器调节的,并随后被改变以防止进一步调节。

15. 根据权利要求 11 所述的眼镜片组,还包括位于所述透镜保持器内的连通通道,该

通道在所述蓄液器与所述腔中的一个或多个腔之间实现流体连通。

## 变焦液体填充透镜设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及变焦(variable focus)透镜技术领域,具体涉及至少部分地填充流体或液体的消费型眼科透镜。

### 背景技术

[0002] 公知人眼的适应能力(即,改变眼睛中自然晶状体的焦距)会随着年龄的增长而逐渐弱化。在35至45岁的年龄范围,人的适应能力弱化至3D(屈光度)或更甚。此时,人眼需要阅读眼镜或一些其他形式的视力校正方式以对近处的对象(例如书或杂志中的文本行)聚焦。随着年龄进一步增长,适应能力跌落至2D以下,此时需要在计算机前工作时或在以中等距离进行一些视觉任务时进行视觉校正。

[0003] 为了实现最佳的结果及最佳的视觉舒适度,需要使各个眼睛聚焦在同一观察目标(例如,计算机屏幕)上。大部分人需要对各个眼睛进行不同的视觉校正。这些人(被称为屈光参差者)需要对各个眼睛进行不同的视觉校正以在阅读或在计算机前工作时实现最佳的视觉舒适度。已知如果屈光参差者的两个眼睛中任一者未聚焦在同一观察平面上,则最终的屈光参差影像模糊会导致立体感(深度知觉)丧失。立体感丧失是双眼功能丧失的一个最显著征兆。在阅读平面处双眼能力的丧失会导致阅读速度及理解比率下降,并且在连续阅读或于计算机前工作时会加速疲劳感的产生。因此,配有可分别调节的液体透镜的阅读眼镜特别适合丧失双眼功能的个体的视觉需求。

[0004] 变焦透镜可采取以下形式,即使得一定体积的液体被封闭在柔性透明片之间。通常,两个上述片(一个形成透镜前表面,而另一个形成透镜后表面)直接或通过片之间的载体间接地在其边缘相互连接以形成容纳液体的密封腔。两个片可均为柔性,或一个可以为柔性,而另一个可以为刚性。流体可被引入腔或从腔去除以改变其体积,并且随着液体体积的变化,片的曲率也发生变化,从而使得透镜的屈光度发生变化。因此,液体透镜特别适用于阅读眼镜,即老视者为阅读而使用的眼镜。

[0005] 至少从1958年开始就已经出现了变焦液体透镜(例如参见对de Swart授权的美国专利号2,836,101)。在Tang等人所著的“Dynamically Reconfigurable Liquid Core Liquid Cladding Lens in a Microfluidic Channel”, LAB ON A CHIP, Vol. 8; No. 3, pp. 395-401(2008)以及发明名称为“Liquid Lenses with Polycyclic Alkanes”的国际专利申请公开号WO 2008/063442中可找到近期的示例。这些液体透镜通常涉及光电子技术、数字电话及照相机技术以及微电子技术。

[0006] 已经提出对消费型眼科应用领域使用液体透镜。例如参见对Floyd授权的美国专利号5,684,637以及6,715,876以及对Silver授权的美国专利号7,085,065。这些文献教导了将液体泵入或泵出透镜腔以改变弹性薄膜表面的曲率,从而调节液体透镜的焦点。例如,发明名称为“Variable Focus Optical Apparatus”美国专利号7,085,065教导了由包括两个片材(至少一者为柔性)的流体封套形成的变焦透镜。柔性片材在两个环(两个环例如通过粘合剂、超声波焊接或任意类似工艺及其他方式而直接紧固在一起)之间被保持

在位,刚性片材可被直接紧固至一个环。在装配后透镜上贯通钻成孔,以允许利用透明流体来填充柔性薄膜与刚性片材之间的腔。

[0007] 液体透镜具有很多优点,包括较广的动态范围,提供适应校正的能力,强度高,且成本低。但是,在所有情况下,液体透镜的优点都必须与其缺点(例如,孔径尺寸的限制、渗漏的可能性以及性能不稳定)进行平衡。具体而言,Silver 已经揭示了数种用于有效地使流体容纳在用于眼科应用的液体透镜中的改进及实施例,尽管这些改进及实施例并非限制(例如,参见对 Silver 授权的美国专利号 6,618,208,以及其所引用的文献)。已经通过将额外流体注入透镜腔,通过电润湿法,通过应用超声波脉冲并通过利用在引入诸如水的膨胀剂时交联聚合物中的膨胀力,实现了对液体透镜的屈光度的调节。

[0008] 假定可以克服上述一些限制,那么使液体透镜商品化指日可待。即使如此,现有的液体透镜的体积也过大,对于消费者而言并不美观,消费者需要具有更薄透镜的眼镜以及小框架眼镜。对于通过将液体注入或泵入透镜体而工作的透镜而言,通常需要复杂的控制系统,从而导致这种透镜体积较大,昂贵,且对振动敏感。

[0009] 此外,目前,现有液体透镜均不能使得消费者自己能够相对于透镜腔引入或去除液体,从而改变其体积以改变透镜的屈光度。

## 发明内容

[0010] 根据本发明的各种目的,提供了用于消费型眼科应用领域的液体填充透镜。该透镜包括由玻璃或塑料制成的光学器件设置的刚性前构件,具有在刚性光学器件的边缘上伸展的柔性薄膜的后表面,并且流体填充在前光学器件与柔性薄膜之间形成的腔。液体填充透镜可包括一个或更多液体填充腔,其由对应数量的薄膜包含。各个液体填充膜被密封,并处于正压力以将薄膜保持在伸展状态。前光学器件可具有非球形表面结构,并可呈新月形。

[0011] 在一些实施例中,本发明提供了一种变焦光学设备,包括:刚性的、弯曲的、透明的光学部件;至少一个透明的可扩张薄膜,其连接至刚性光学部件的外周以在两者之间界定腔;填充腔的可变(variable)量流体;蓄液器,其容纳额外流体并与腔流体地连通,蓄液器用于响应于力或脉冲而将流体注入腔或将流体从腔引出。

[0012] 连通通道可在蓄液器与腔之间提供流体连通,从而形成密封的系统。在蓄液器与腔之间提供流体连通的连通通道可处于环内,在环内,薄膜及刚性光学部件外周至少部分地实现连接。

[0013] 在其他实施例中,本发明可提供一种变焦光学设备,其包括:两个薄膜,它们连接至刚性光学部件的外周以界定两个腔;填充各个腔的可变量的流体;蓄液器,其与腔中的一个腔流体地连通。

[0014] 在其他实施例中,本发明可提供被设计用在眼科应用领域的眼镜片组,其包括至少一个变焦透镜、蓄液器致动器以及框架,其中,透镜中至少一者的光学屈光度可由佩戴者独立调节。在眼镜片组的一些实施例中,蓄液器可被布置在框架内并可由致动器操作以调节透镜中至少一者的光学屈光度。在眼镜片组的一些实施例中,连通通道可设置在所述框架内,其在蓄液器与腔之间实现流体连通。

[0015] 液体填充透镜能够提供高达 4.00D 的范围的光学屈光度变化。

[0016] 参考以下对具体实施例的详细描述以及示出说明这些实施例的附图,可以更好地

理解本发明。

## 附图说明

[0017] 结合非依比例绘制的附图,根据以下详细描述可更加全面地理解领会本发明的实施例,在附图中类似的参考标号表示对应、类似或同样的元件,其中:

- [0018] 图 1A 是用在眼镜等中的液体填充透镜的第一实施例的示意性剖视图;
- [0019] 图 1B 是用在眼镜等中的液体填充透镜的第二实施例的示意性剖视图;
- [0020] 图 2 是使用液体填充透镜的眼镜设备的实施例的分解示意性剖视图;
- [0021] 图 3A 及图 3B 是对液体填充透镜的性能的图形软件分析;
- [0022] 图 4A 及图 4B 是对液体填充透镜的性能的图形软件分析。

## 具体实施方式

[0023] 附图中示出的下述优选实施例是对本发明的说明,而并非意在对本申请权利要求界定的发明范围构成限制。

[0024] 图 1A 示出了取变焦透镜 10 形式的光学设备的第一优选实施例的剖视图,佩戴者沿箭头方向 A 透过该光学设备进行观察。透镜 10 由两个光学部件构成,即大致刚性的前侧(即,相对于佩戴者的前方)光学器件 11 以及作为液体的后侧(即,相对于佩戴者的后方)光学器件 15。

[0025] 前侧光学器件 11 是优选地由刚性透明衬底制成的大致刚性透镜,该刚性透明衬底例如是洁净塑料或聚碳酸盐、玻璃板、透明水晶板或透明刚性聚合物,例如,双酚 A 的聚碳酸盐或 CR-39(二甘醇双烯丙基碳酸)。前侧光学器件 11 可由抗冲击聚合物制成,并可具有抗刮涂层或防反射涂层。

[0026] 在优选实施例中,前侧光学器件 11 呈新月状,即,在其前侧为凸面,在其后侧为凹面。因此,前侧光学器件 11 的前表面及后表面沿相同方向弯曲。但是,与校正老视眼(无适应能力)的所有透镜类似,前侧光学器件 11 在中央较厚,边缘较薄,即,前侧光学器件 11 的前表面的曲率半径小于前侧光学器件 11 的后表面的曲率半径,从而前侧光学器件 11 的前表面及后表面各自的曲率半径相交,从而前表面与后表面自身相交。前侧光学器件 11 的前表面与后表面的相交部分为前侧光学器件 11 的外周边缘 16。

[0027] 与现有眼镜透镜类似,在一些实施例中,前侧光学器件 11 的前表面为球形,即其在其整个表面上具有相同的曲率。在优选实施例中,前侧光学器件 11 为非球形,具有从透镜中央向外朝向边缘逐渐变化的更复杂的前表面曲率,从而提供较薄的轮廓以及作为观察角度的函数的期望的屈光度分布,在这里,将观察角度定义为在实际视线与透镜的主轴之间形成的角度。

[0028] 后侧光学器件 15 是由流体 14 构成的液体透镜。流体 14 被局限在腔内,该腔形成于前侧光学器件 11 的后表面与薄膜 13 之间,薄膜 13 连接至前侧光学器件 11 的那些边缘。薄膜 13 优选地由柔性透明不渗水材料制成,例如清澈和弹性的聚烯烃,多环芳烃脂肪,聚醚,聚酯,聚酰胺和聚氨酯,例如聚偏二氯乙烯薄膜,包括可商购膜,例如 Mylar® 或 Saran® 制造的膜。已经确认上述膜的一个优选方案是由聚对苯二甲酸乙二醇酯制成的专用清澈透明膜。

[0029] 通过将薄膜 13 密封至前侧光学器件 11 的外周或外周边缘 16 来形成图 1A 中前侧光学器件 11 的后表面与薄膜 13 之间的腔。可通过任意已知方法来将薄膜 13 密封至前侧光学器件 11，例如热密封、粘合剂密封或激光焊接。薄膜 13 可至少部分地接合至支撑构件，支撑构件然后接合至前侧光学器件 11 的外周。薄膜 13 在密封时优选为平坦，但可以热成型为特定曲率或球形结构。

[0030] 在薄膜 13 与前侧光学器件 11 的后表面之间封闭的流体 14 优选为无色。但是，取决于应用领域，例如期望用于太阳镜，则流体 14 可染色。具有适用于流体填充透镜的适当的折射率及粘性的流体 14 例如可以是脱气水、矿物油、甘油和有机硅制品，以及其他已知或用于流体填充透镜的流体。一种优选的流体 14 由 Dow Corning® 制造，产品名称为 704 扩散泵油，也被称为硅油。

[0031] 在一些实施例中，薄膜 13 对其光学特性并无限制。在其他实施例中，薄膜 13 对其光学特性（例如折射率）存在限制，以与流体 14 的光学特性匹配。

[0032] 在使用时，至少一个透镜 10 被装配在佩戴者使用的眼镜片组或眼镜框架内。如图 1A 所示，在轮廓方面，透镜 10 允许使用者穿过前侧光学器件 11 及后侧光学器件 15 两者进行观看，相比于单一的前侧光学器件 11，两者共同在透镜 10 的中央形成了较厚的轮廓以及更强的老视视觉校正。从而使得佩戴者能够调整后侧光学器件 15 内流体 14 的量，从而调整透镜 10 的屈光力。在一些实施例中，如下所述，框架配备有多余流体 14 的蓄液器以及使蓄液器与透镜 10 的后侧光学器件 15 连通的流体路径。眼镜框架还优选地具有调节机构，以允许佩戴者自己调节后侧光学器件 15 内流体 14 的量，从而使可引入或排出蓄液器的流体 14 进入后侧光学器件 15，从而根据需要调节透镜 10 的屈光力。

[0033] 图 1B 示出了变焦透镜 20 形式的光学设备的第二优选实施例的剖视图，佩戴者沿箭头方向 A 透过该光学设备进行观察。与由两个光学部件构成的图 1A 中的透镜 10 不同，图 1B 中的变焦透镜 20 由三个光学部件构成，即，大致刚性的前侧光学器件 21、作为液体的中间光学器件 25 以及作为液体的后侧光学器件 35。

[0034] 前侧光学器件 21 为大致刚性透镜，其结构及设计与图 1A 中所示的前侧光学器件 11 类似。与图 1A 的前侧光学器件 11 类似，前侧光学器件 21 也呈新月形，即，前侧光学器件 11 的前表面及后表面两者均沿相同方向弯曲，并且前侧光学器件 21 的前表面的曲率半径小于前侧光学器件 21 的后表面的曲率半径，从而前侧光学器件 21 的前表面与后表面的相交部分为前侧光学器件 21 的外周边缘 26。但是，前侧光学器件 21 的后表面的曲率半径大于图 1A 的前侧光学器件 11 的后表面的曲率半径。类似的，相比于图 1A 的前侧光学器件 11，前侧光学器件 21 可略薄于图 1A 的前侧光学器件 11，从而相比于图 1A 的透镜 10 保持变焦透镜 20 大致相同的总厚度。

[0035] 中间光学器件 25 是由流体 24（其类似于依图 1A 描述的流体 14）构成的液体透镜，流体 24 被局限在于前侧光学器件 21 与连接至前侧光学器件 21 的边缘 26 的薄膜 23 之间形成的腔内，薄膜 23 在结构及设计方面与图 1A 所示的实施例的薄膜 13 类似。流体 24 具有选择的折射率 ( $n_{23}$ )。

[0036] 中间光学器件 25 优选地也呈新月形，使得其前表面及后表面两者均沿相同方向弯曲。自然地，可在制造期间使得前侧光学器件 21 的后表面形成具有曲率。但是，薄膜 23 的凹面曲率可通过在将其密封至前侧光学器件 21 的边缘 26 时将其热成型为特定曲率或球

形形状来实现。这可通过使在薄膜 23 与前侧光学器件 21 的后表面之间形成的密封腔内的压力降低来实现。因此,前侧光学器件 21 的后表面的曲率半径小于薄膜 23 的曲率半径,并且前侧光学器件 21 的后表面与薄膜 23 相交的部分是前侧光学器件 21 的外周边缘 26。

[0037] 后侧光学器件 35 是由流体 34(其类似于依图 1A 描述的流体 14) 构成的液体透镜,流体 34 被局限在于薄膜 23 与薄膜 33 之间形成的腔内。流体 34 具有选择的折射率 ( $n_{34}$ )。

[0038] 薄膜 33 在结构及设计方面与根据图 1A 所示的实施例所描述的薄膜 13 类似。薄膜 33 也可连接至前侧光学器件 21 的边缘 26,但晚于连接的薄膜 23,即在薄膜 23 的边缘之上。替代地,可以使用一个或多个环或半环来提供座以密封薄膜 23 及薄膜 33。

[0039] 在密封时薄膜 33 优选平坦,但其可热成型为特定曲率或球形形状。在优选实施例中,中间光学器件 25 内的正压力低于后侧光学器件 35 内的正压力。后侧光学器件 35 内更大的正压力控制薄膜 23 的形状以及于前侧光学器件 21 的后表面与薄膜 23 之间的腔内的中间光学器件 25 以及于薄膜 23 与薄膜 33 之间的腔内的后侧光学器件 35 各自的屈光力。

[0040] 在使用时,至少一个透镜 20 被装配在设计用于佩戴者使用的眼科应用领域的眼镜片组或眼镜框架内。如图 1B 所示,在侧面,透镜 20 允许使用者看透前侧光学器件 21、中间光学器件 25 及后侧光学器件 35 全部,相比于单一前侧光学器件 21,这三者一起提供了透镜 20 中央处更厚的轮廓以及更强的老视视觉校正。在一些实施例中,使得佩戴者能够调节中间光学器件 25 内的流体 24 的量或后侧光学器件 35 内的流体 34 的量,或同时调节两者的量,从而调节透镜 20 的屈光力。在一些实施例中,如下所述,框架配备有流体 24 的蓄液器及流体 34 的蓄液器,或配备有两者的蓄液器,并配备有将各个蓄液器连通至透镜 20 的中间光学器件 25 或后侧光学器件 35 的流体路径。眼镜框架还优选地具有一个或多个致动器或调节机构,以允许佩戴者自己分别调节中间光学器件 25 及后侧光学器件 35 内流体 24 及流体 34 的量,从而可使引入或排出各自蓄液器的流体 24 及流体 34 进入中间光学器件 25 及后侧光学器件 35,从而根据需要调节透镜 20 的屈光力。

[0041] 具有更多光学部件的光学设备的其他实施例也是可行的。除了由一个刚性光学器件及一个液体光学器件构成的图 1A 中的透镜 10 以及由一个刚性光学器件及两个液体光学器件构成的图 1B 中的透镜 20 之外,光学设备还可以由一个刚性光学器件与超过两个液体光学器件构成。在这里并未示出的上述实施例可为使用者提供便利,并可允许相比于依图 1A 及图 1B 描述的实施例更精密及复杂的眼科调节。

[0042] 因此,在优选实施例中,可将透镜 10 或 20 应用于眼镜片。优选地,用于左右眼的透镜 10 或 20 被独立设计,并能够由佩戴者分别对各个眼镜片透镜进行调节。在这种情况下,优选地使分离的液体蓄液器与各个透镜流体连通,即,通过其自身液体路径完成连接。在最优选的实施例中,包括液体透镜的液体透镜组件、蓄液器以及上述液体一同构成密封系统,从而使水的侵入或液体的蒸发或渗漏最小化。在期望调节屈光力时,液体被使用者生成的一些力驱动,从而引入或从各个蓄液器排出进入流体光学器件。通过腔与蓄液器之间的液体传输来实现对液体透镜的屈光力的调节机构。

[0043] 图 2 示出了使用液体填充透镜的眼镜片或眼镜 1 的实施例的分解示意性剖视图。眼镜 1 具有框架或透镜支撑体 5,变焦透镜布置在框架 5 内。为了简化起见,图 2 仅示出了具有两个眼镜片(即,每只眼睛一片)的眼镜组的一侧(左侧)。此外,图 2 示出了仅具有一个流体光学器件(例如,类似图 1A 的透镜 10)的变焦透镜。

[0044] 在图2的分解图中可见前侧光学器件11及薄膜13，并且还示出了同前侧光学器件11与薄膜13之间形成的腔流体连通的蓄液器6。为了简化起见，在这里参考具有一个流体光学器件的透镜10的实施例来描述图2。在其他实施例中，如果眼镜1具有超过一个流体光学器件（例如图1B的透镜20），则会需要超过一个蓄液器，其分别与各个腔流体连通。

[0045] 蓄液器6在一些实施例中连接至框架5或框架5内；蓄液器6具有中空的腔，其容纳可通过流体连通通道被注入透镜10的多余流体14。蓄液器6内的多余流体14优选地并非完全填满蓄液器6，以允许将来自透镜10的额外流体14引入蓄液器6。蓄液器6具有机构或致动器以将流体注入或引出液体透镜光学器件。在一个实施例中，蓄液器6由刚性材料制成，并装配有机械连接至调节机构或致动器（例如指轮（thumb wheel）、镜筒（barrel）、钳（clamp）或杠杆）的活塞，致动器可连接至边缘或透镜保持器，或连接至安装至透镜保持器的框架。在图2中并未示出使流体14移动进入蓄液器6或离开蓄液器6进入腔的致动器。在一些实施例中，一旦透镜10的光学能力由致动器调节，就可改变致动器，以防止佩戴者对透镜10的光学特性的进一步调节。

[0046] 如上所述，蓄液器6可以连接至起数种作用的中空环（未示出）。作为密封柔性薄膜的座，该环提供了接合薄膜13的具有限定宽度及倾角的平台。环还可以环内的中空空间的形式来界定流体通道。在一个实施例中，可设置在框架或透镜支撑体5中的环可设置一系列径向孔或开口，液体可通过其进入液体透镜腔。这一系列孔可以固定角度间隔布置，从而以受控的速率来将流体输送进入腔。

[0047] 在一些实施例中，与图1B的透镜20类似，眼镜1具有超过一个液体光学器件，每一个液体透镜腔均可优选地设置有专用蓄液器，并且各个液体透镜腔也可优选地设置有专用环，从而液体通道对于各个腔保持分离。

[0048] 液体透镜的光学及机械设计在实现了其主要功能（即使得能够在尽可能广的范围内对光学能力进行调节）的同时不会过分影响外观、耐用性或光学性能。设计的目的在于优选地通过减小其厚度来使液体透镜的体积减小。液体透镜的厚度取决于前侧光学器件11的后表面的曲率以及前侧光学器件11的直径。因此，前侧光学器件11的后表面的曲率需要尽可能地大（例如前侧光学器件11的后表面尽可能地平坦），以与要由前侧光学器件11提供的光学屈光度的规程相符。前侧光学器件11的光学屈光度的规格取决于设计液体透镜所针对的光学屈光度的范围。

[0049] 例如对于1.0D至5.0D的范围，优选设计构造为使用以下前侧光学器件，其屈光度范围介于-1.0D至+0.75D，更优选地介于-0.5D至+0.5D，最优选地为0.0D，并且其曲率半径与上述范围内的光学性能及美感相符。公知前侧光学器件11的前曲面（曲率半径）与要提供的视觉校正范围相关，以实现远端最佳视场曲率。例如，使用更深的曲率来提供远视校正，而为近视校正使用更平的曲率。

[0050] 选择基础曲线的光学原理是已知的（例如参见M. Jalie所著“*The Principles of Ophthalmic Lenses*”4th Edition, Chapter 18, The Association of British Dispensing Opticians, London, 1988, 以及LM. Borish所著“*Clinical Refraction*”3rd Edition, Chapter 26, The Professional Press, Inc., New York, 1970）。

[0051] 对于处于1.0D至5.0D范围内的屈光校正，取决于用于制造前侧光学器件11所使用的材料的折射率，前侧光学器件11的曲率半径的优选范围介于100mm至700mm，更优选

地介于 500mm 至 550mm, 厚度的优选范围为 0.7mm 至 2.5mm, 更优选地介于 1.0mm 至 1.5mm。公知在远离其中心时会影响光学器件提供的有效屈光力的球面像差会取决于观察角度及中心位置的屈光力。对于 20 度的最大观察角度、直径为 30–40mm 的光学器件以及对于 1.0D 至 5.0D 的傍轴屈光力而言, 预期的屈光力的离轴偏差约为 0.25–0.50D。

[0052] 透镜 10 的优选实施例由其厚度等于 1.2mm 的具有零屈光度的前侧光学器件 11 构成。前侧光学器件 11 的前表面优选为非球形, 使得前侧光学器件 11 的屈光度在 10mm 的半径处连续下降 0.25D。整个透镜 10 具有位于中心的等于 1.21D 的屈光度, 作为液体层的后侧光学器件 15 在中心具有 0.32mm 的厚度, 透镜直径为 35mm, 而薄膜 13 的曲率半径为无穷大, 因为薄膜 13 以平坦方式接合。

[0053] 当通过将更多液体从蓄液器 6 注入腔内而增大了流体 14 的压力时, 透镜 10 的屈光度增大。当透镜屈光度达到 3.25D 时, 薄膜 13 的曲率半径为 274mm。需要 300 微升的流体以达到形成薄膜 13 的需要形变(扩张)程度所需的正压力级别。

[0054] ZEMAX 是广泛使用的由 Washington, Bellevue 的 Zemax Development Corporation 销售的光学设计程序, 其用于设计并分析光学系统。通过使用 ZEMAX 软件, 发明人能够测试透镜 10 在基线处的性能以及超过 2.0D 的屈光度增量。图 3A 及图 3B 示出了对透镜 10(前侧光学器件 11 及后侧光学器件 15)在基线处的轴上(图 3A)及 20 度离轴(图 3B)性能的 ZEMAX 软件分析。图 4A 及图 4B 示出了对透镜 10(前侧光学器件 11 及后侧光学器件 15)超过 2.0D 的屈光度增量的轴上(图 4A)及 20 度离轴(图 4B)性能的 ZEMAX 分析。如图 3 及图 4 所示, 轴上及离轴的光学性能均良好, 在 20 度的观察角度, 弧矢屈光度与切向屈光度之间的差异小于 0.1D。

[0055] 因此, 已经提供了液体填充透镜。本领域的技术人员将理解可通过不同于上述实施例(其仅用于说明而非限制)的方式来实施本发明, 并且本发明仅受限于所附权利要求。

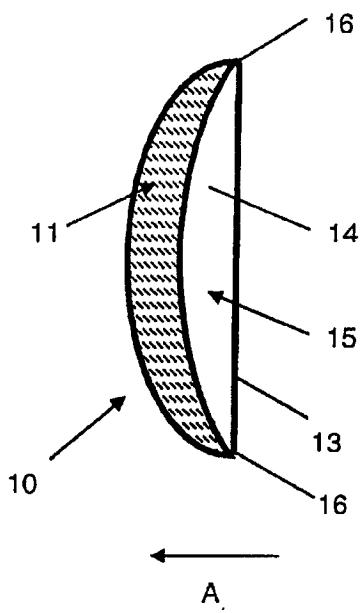


图 1A

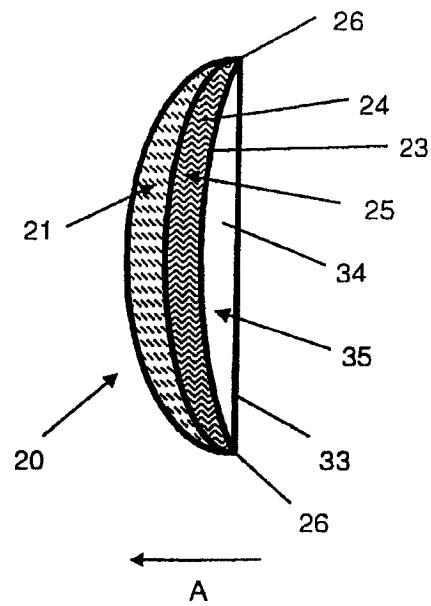


图 1B

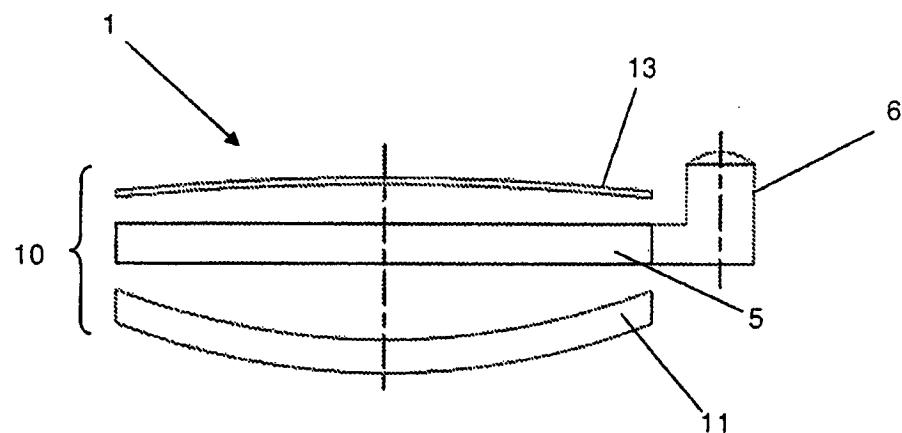


图 2

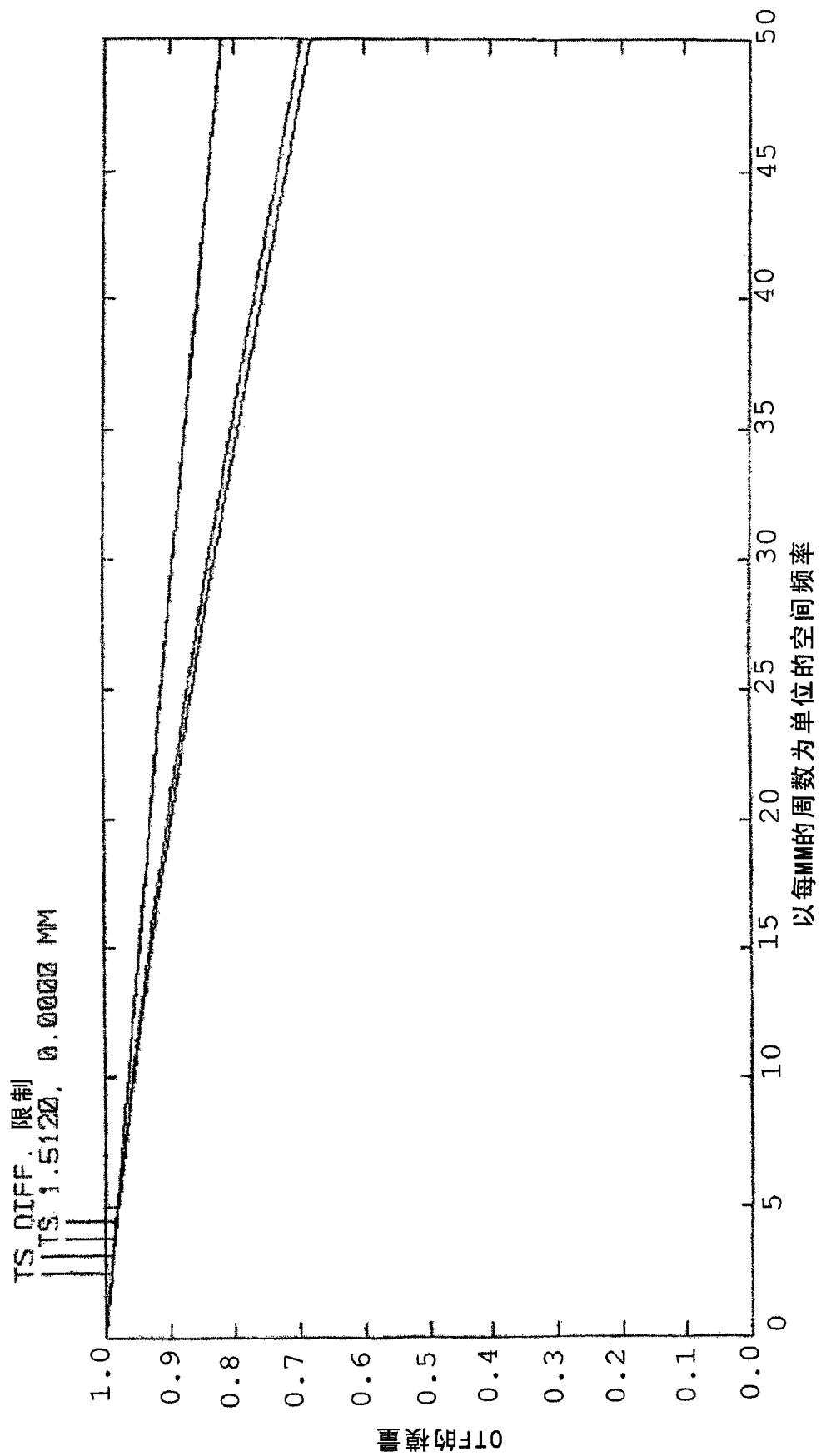


图 3A

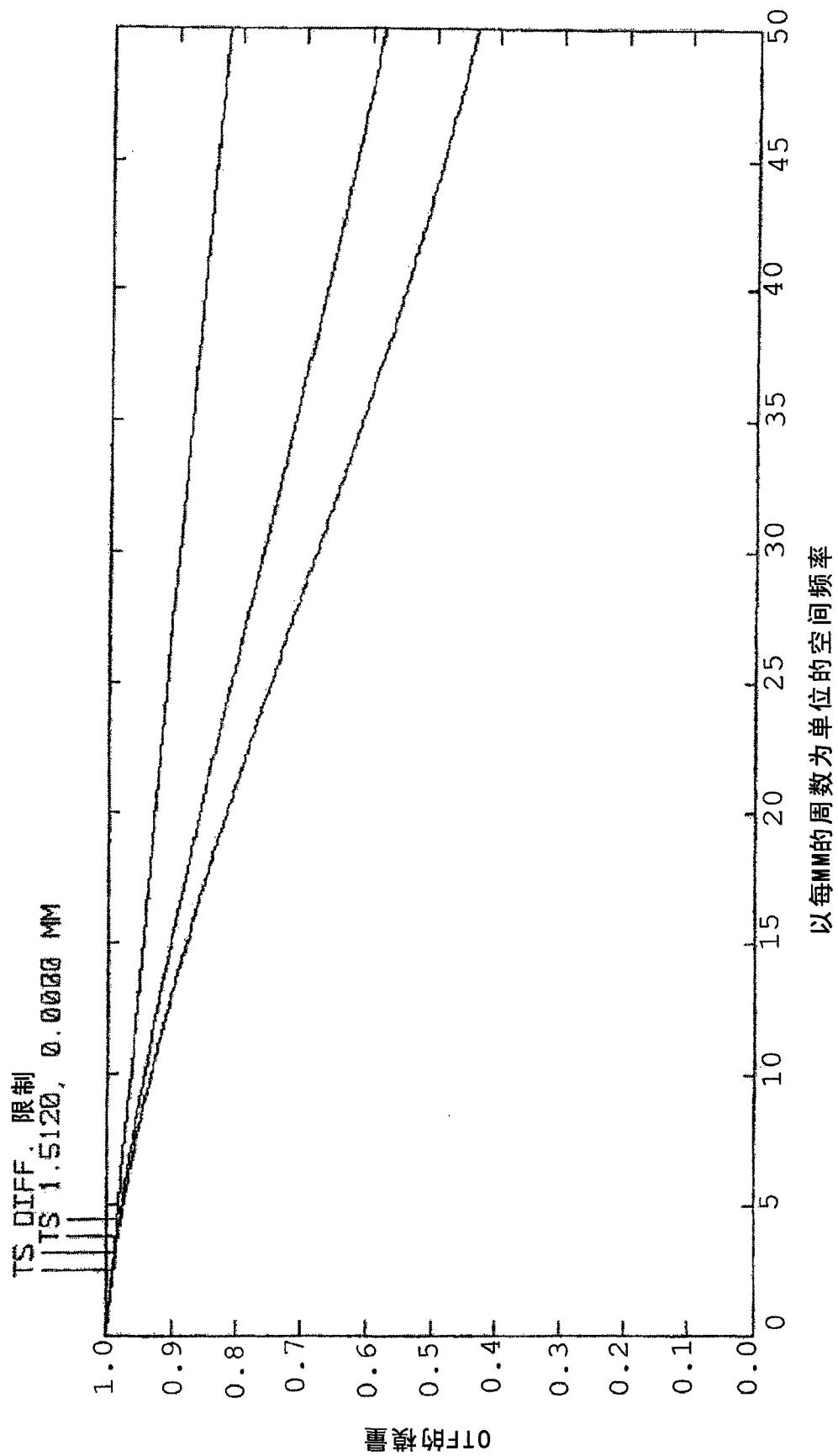


图 3B

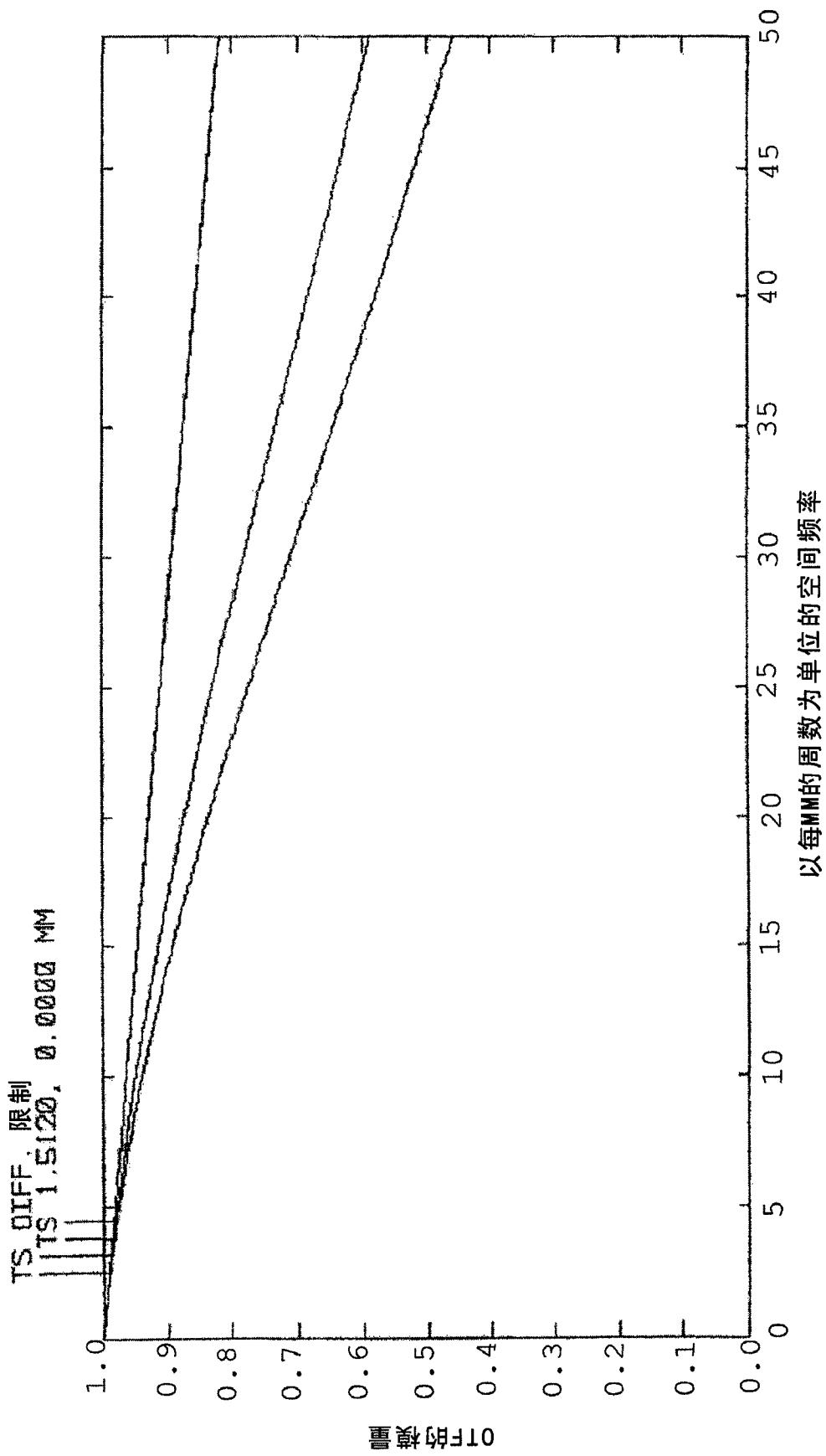


图 4A

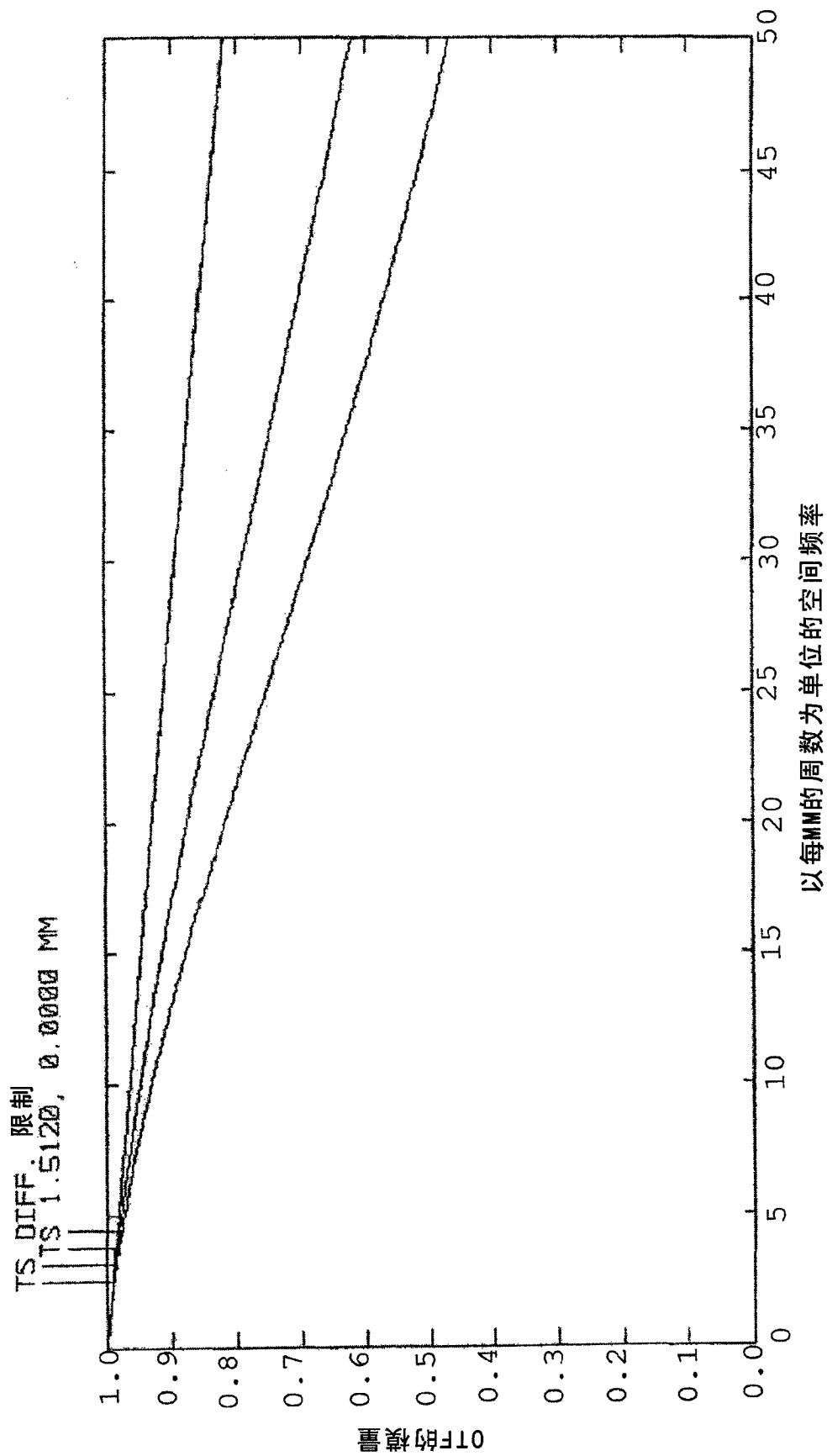


图 4B