



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101686856 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 200880018343. 3

(22) 申请日 2008. 05. 30

(30) 优先权数据

11/756, 973 2007. 06. 01 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 12. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/065269 2008. 05. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02008/150982 EN 2008. 12. 11

(73) 专利权人 博士伦公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 G · E · 阿尔特曼

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 蔡胜利

(51) Int. Cl.

A61F 2/16 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 0343067 A1, 1989. 11. 23, 全文.

US 2006/0098163 A1, 2006. 05. 11, 全文.

CN 1833192 A, 2006. 09. 13, 全文.

审查员 王翠平

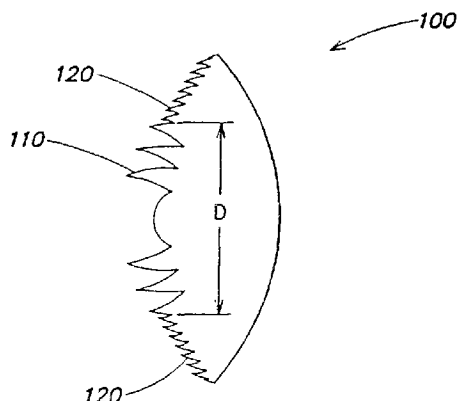
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

衍射型人工晶状体

(57) 摘要

一种 IOL (100), 包括第一衍射区域 (110), 和具有与该第一衍射区域 (110) 不同量级光焦度的第二衍射区域 (120), 该第一区域适于将从其投射的在第一选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射, 和该第二区域适于将从其投射的在第二选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射。



1. 一种 IOL,包括:

第一衍射区域;和

具有与所述第一衍射区域不同量级的光焦度的第二衍射区域,所述第一区域适于将从其投射的在第一选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射,和所述第二区域适于将从其投射的在第二选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射。

2. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,还包括具有与所述第一和第二区域不同量级的光焦度的第三衍射区域,所述第三衍射区域适于将从其投射的在第三选定波长的基本上全部光线衍射成相应的单一非零级衍射。

3. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,所述第一区域和第二区域将光线投射成相应的第一级衍射。

4. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,所述第一区域和第二区域同心放置。

5. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,所述 IOL 包括一个或多个触觉件。

6. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,所述 IOL 由具有硅树脂、PMMA、可折叠吸水丙烯酸和可折叠非吸水丙烯酸中至少之一的材料制成。

7. 根据权利要求4所述的 IOL,其特征在于,还包括第三区域,所述第三区域与第一和第二区域同心,其中所述第一区域、第二区域和第三区域形成近焦和远焦的切换区域。

8. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,所述第一选定波长和所述第二选定波长为可见光谱中基本上相同的波长。

9. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,所述第一选定波长和所述第二选定波长为可见光谱中相同的波长。

10. 根据权利要求9所述的 IOL,其特征在于,所述相同的波长为大约 555nm。

11. 一种方法,包括:

投射选定波长的光线于 IOL 的第一衍射区域和第二衍射区域,所述第一区域具有第一衍射光焦度,和所述第二区域具有与所述第一衍射光焦度不同量级的第二衍射光焦度;

将投射于所述第一区域上的在第一选定波长的基本上全部光线衍射形成单一非零级衍射;和

将投射于所述第二区域上的在第二选定波长的基本上全部光线衍射形成单一非零级衍射。

12. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述第一选定波长和第二选定波长为可见光谱中基本上相同的波长。

13. 根据权利要求11所述的方法,其特征在于,所述第一选定波长和所述第二选定波长为可见光谱中相同的波长。

14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述相同的波长为大约 555nm。

15. 根据权利要求1所述的 IOL,其特征在于,所述第一选定波长为发生最大敏感度的波长,和所述第一区域被设计成在所述第一选定波长时具有峰值衍射效率和更低效率地衍射具有更长和更短波长的光线。

16. 权利要求11所述的方法,其中所述第一选定波长为发生最大敏感度的波长,和所述第一区域被设计成在所述第一选定波长时具有峰值衍射效率和更低效率地衍射具有更长和更短波长的光线。

衍射型人工晶状体

技术领域

[0001] 本发明涉及衍射型人工晶状体 (IOL), 且更具体地涉及衍射多焦点 IOL。

背景技术

[0002] IOL 是人造晶状体, 用于当天然晶状体有疾病或其他损伤时, 替代病人的天然晶状体。在一些情况下, 天然晶状体可能仍在病人眼内与植入 IOL 一起。IOL 可被植入在眼内前房或后房内。

[0003] 通常 IOL 具有一定的光焦度。位于后房中的 IOL 通常具有足够的光焦度以弥补天然晶状体的摘除。位于前房中的晶状体可以弥补天然晶状体的光焦度或可以具有光焦度以补偿天然晶状体的摘除。IOL 采用各种结构和材料。

[0004] 一些 IOL 是多焦点的。多焦点 IOL 为具有至少两个不同光焦度的 IOL。通常, 这种多焦点 IOL, 通过给佩带者提供光焦度来改善远视眼的影响进而实现近视视力和远近视力。多焦点 IOL 中至少一个光焦度通过利用衍射表面至少部分地提供, 与仅用于折射的 IOL 相比, 多焦点 IOL 具有其在轮廓上相对小的优势。因此, 衍射 IOL 通常可通过更加小的切口更加容易被注入病人眼内。

[0005] 附图 1 为现有的多焦点 IOL 10, 其中曲面 12 具有位于其上的衍射组件 14, 衍射组件 14 被构造成使得入射在该衍射组件上的光线的第一部分折射并聚焦在第一聚焦距离 (也就是, 该光线的第一部分入射该衍射组件的第一级衍射)。该第一部分的第一聚焦距离由该衍射组件和该曲 (即折射) 面组合而成的光焦度决定。

[0006] 该光线的第二部分穿过该衍射组件而没有被衍射 (即, 该光线射入该衍射组件的第零级衍射)。该光线的第二部分穿过该晶状体的衍射组件由于衍射而没有偏离。尽管如此, 位于第零级次的光线由于表面的曲度而被折射进而在第二焦距距离上聚焦。

[0007] 附图 2 显示第二种现有的多焦点 IOL 20, 其中 IOL 一个表面的第一区域 22 具有衍射组件 24。表面的第一区域被构造成使得光线的第一部分被投射进入该衍射组件的第一级次, 其和该表面屈光度结合, 提供足以用于近视视力的光焦度。穿过在衍射部分第零级次的第一区域的光仅仅被折射并与来自晶状体外部 26 的光线结合用于远近视力。因此, 位于第一级衍射的光在第一距离聚焦而在该第零级衍射的光在第二距离聚焦。

发明内容

[0008] 依赖第零级次折射的衍射多焦点 IOL 的缺点是, 由于需要适度弯曲折射表面以在该第零级次上聚焦光线, 晶状体的厚度相对的更大。在第零级次聚焦的另一缺点是, 与至少部分被衍射的光相比, 仅被折射的光 (即, 在第零级次没有被衍射的光) 具有相对更大的正色差; 所以, 穿过在第零级次光线的 IOL 的正屈光的折射表面加重了由病人角膜和 / 或天然晶状体引起的正色差。

[0009] 本发明的各方面涉及一种 IOL, 该 IOL 具有至少两个区域, 该至少两个区域具有彼此不同量级的衍射光焦度, 每个区域仅具有基本上单一非零级衍射 (即, 基本上无第零级

衍射)以对透镜上的入射光线提供聚焦光焦度。所以,基本上穿过透镜给定区域的全部光线衍射到相应单级衍射。通常,该第一和第二区域位于透镜的相同表面;尽管如此,依据本发明的实施例并不这样受限制。

[0010] 此外,在一些实施例中,两个或多个区域覆盖整个或基本上整个透镜表面。值得注意的是在这些实施例中,没有或基本没有光线穿过透镜而未被衍射。在一些实施例中,衍射表面可能位于仅前表面的部分上或者仅位于后表面的部分上;尽管如此,该部分被设计成没有光线穿透透镜而未被衍射。

[0011] 本发明的第一方面涉及一种 IOL,该 IOL 包括第一衍射区域和第二衍射区域,该第二衍射区域具有与第一衍射区域不同量级的光焦度。该第一区域适于将从其投射的在第一选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射,而该第二区域适于将从其投射的第二选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射。

[0012] 在一些实施例中,该第一选定波长和该第二选定波长为可见光谱中基本上相同的波长(即在 100nm 内的一个)。在一些实施例中,该第一选定波长和该第二选定波长为可见光谱中的相同波长(即,大约 555nm)。

[0013] 在一些实施例中,该 IOL 进一步具有第三衍射区域,该第三衍射区域具有与第一和第二区域不同量级的光焦度。该第三区域适于将从其投射的基本上全部光线(在选定波长)衍射成相应的单一非零级衍射。

[0014] 在一些实施例中,该第一区域和第二区域投射光线于各自第一级衍射。该第一和第二区域可被同心放置。该 IOL 可具有一个或多个触觉件(襻)。在一些实施例中,该 IOL 由具有硅树脂、PMMA、可折叠吸水丙烯酸和可折叠非吸水丙烯酸中至少之一的材料制成。在一些实施例中,该 IOL 进一步包括与所述第一和第二区域同心设置的第三区域,其中所述第一区域、第二区域、和第三区域形成近焦和远焦的切换区域。

[0015] 本发明的另一方面涉及一种方法,该方法包括以下步骤:(1)将光线投射到 IOL 的第一衍射区域和第二衍射区域,该第一区域具有第一衍射光焦度,该第二区域具有第二衍射光焦度,该第二衍射光焦度与该第一衍射光焦度具有不同量级;(2)将投射到第一区域的第一选定波长的基本上全部光线衍射形成单级衍射;和(3)将投射到第二区域的第二选定波长的基本上全部光线衍射形成单级衍射。

附图说明

[0016] 现将以举例的方式结合附图来说明本发明的用于解释而非限制的实施例,其中,在不同的附图中,相同的附图标记用于表示相同或相似部件,和在附图中:

[0017] 附图 1 是现有的多焦点衍射 IOL 的横截面示意图;

[0018] 附图 2 示出了另一种现有的多焦点衍射 IOL;

[0019] 附图 3A 依据本发明的各方面构成的 IOL 实施例的示例的横截面视图;和

[0020] 附图 3B 为附图 3A 中透镜的平面图。

具体实施方式

[0021] 附图 3A 是依据本发明的各方面构成的一个 IOL 100 实施例的示例的横截面图。

[0022] IOL 100 具有包括具有直径 D 的第一衍射区域 110,和第二衍射区域 120。第一和

第二衍射区域具有彼此不同量级的光焦度并因此具有不同的焦点。该光焦度根据现有技术进行选择以给病人在两个不同的距离提供视力。例如,第一光焦度可给病人提供近距离视力以用于阅读,而第二光焦度可被选择用于远距离视力。尽管所介绍的透镜具有两个具有不同量级的光焦度的区域,但是也可提供任何合适数量的区域(例如,三个、四个或多个区域)。通常,当具有三个或更多不同光焦度的区域时,第一区域提供近距离视力,第二区域提供远距离视力,而剩下的区域在一种或多种距离上提供中间距离的视力。

[0023] 依据本发明的各方面,该第一区域适于将从其投射的在第一选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射,和该第二区域适于将从其投射的在第二选定波长的基本上全部光线衍射成单一非零级衍射。

[0024] 值得注意的是这样使用的透镜可被构造为比用于将光线投射到第零级次的透镜更薄,因为没有必要在第零级次折射光线(即,可提供的任何光焦度由于衍射表面提供的屈光度而减少)。通常,由于制造的难易程度和/或衍射为第一级次所能够达到的效率,非零级次会成为第一正级次或第一负级次。但是,根据本发明的各方面,任何正级次衍射或负级次衍射可用于在不同的区域提供不同的光焦度。衍射区域可以形成在 IOL 的前部和/或后部表面。

[0025] 在一些实施例中,该第一选定波长和该第二选定波长在可见光谱中为相同的波长或在可见光谱中为基本上相同的波长(例如,彼此在 20nm 内);但是该第一选定波长可以和第二选定波长不同。在一些实施例中该第一选定波长和第二选定波长相同,该波长位于高视觉敏感性波长(例如,大约 555nm)。即使该第一和第二选定波长彼此不相同,在一些实施例中,两波长均位于高视觉敏感性波长(例如,该第一选定波长为 555nm 而该第二选定波长为 548nm)。

[0026] 值得注意的是,依据本发明的各方面,由于利用 IOL 形成图象的所有的光线至少部分是由衍射表面形成的,所以,和穿透第零级衍射光线的衍射透镜相比,该 IOL 贡献减少的色差量。在一些实施例中,该透镜传播具有减少的正色差的光线,在一些实施例中,该透镜传播具有负色差的光线,这样更能够补偿由病人角膜、天然晶状体和/或其他眼内介质引起的正色差。

[0027] 术语“适于将从其投射的在选定波长的基本上全部光线衍射成单级衍射”含义为入射在透镜区域内给定位置的选定波长的光线中,至少光线的 90% 进入该区域的选定单级衍射。值得注意的是,通常在给定区域的衍射发生一些耦合而进入非选定级次的其他级次。由于一定量的这些光的损失可能在误差范围内,所以通常需要更高的传播效率。例如,更高传播效率将导致更好的低光视力和对对比度更强的敏感度。在一些实施例中,至少 95% 或更多的光线涉及指定级次。

[0028] 方程 1 为提供给定波长的格栅间距离和衍射焦距长度之间关系的等式。

[0029] $r_q = \sqrt{2 \cdot q \cdot \lambda \cdot d}$ 方程 1

[0030] 其中

[0031] q = 区域号

[0032] r_q = 同心环区域直径(即,间距)

[0033] λ = 设计波长

[0034] d = 衍射元件的焦距长度

[0035] 从等式中看出,区域之间间距 r 与焦距长度 d 成比例。由于光焦度与焦距长度成相反关系,减少区域间距就可以获得更大衍射光焦度。

[0036] 方程 2 提供对给定波长的给定衍射光级次的格栅深度和传播效率之间关系的等式。

[0037] $I = \text{sinc}^2(m - \alpha)$ 方程 2

[0038] 其中

[0039] m = 衍射级次

[0040] $\alpha = (n' - n) * \Delta / \lambda$

[0041] n' = IOL 材料的折射率

[0042] n = 周边材料 (即,水状体) 的折射率

[0043] Δ = 格栅的最大深度

[0044] 在本发明的一些实施例中,衍射区域被设计为在使得眼球最敏感的波长的光 (即,大约 555nm) 得到衍射效率的峰值,其结果是,具有更短或更长波长的光被更低效率地衍射。依据这些方面的 IOL 的优点是基本短于 555nm 波长的光波 (例如,蓝光,紫光和 / 或紫外线光) 至少部分位于眼球焦距之外。蓝光、紫光和 UV 光与与年龄相关的斑点恶化相关。人们认为散焦的蓝光、紫光和 UV 光对人体的视网膜中枢 (即视网膜) 破坏更少,因为散焦时能量强度已经被减少。

[0045] 值得注意的是,作为波长的函数散焦的量值在衍射区域所获得的要比通常获得的多,这是由于在折射 IOL 中的纵向色差。例如,通常,衍射透镜可在紫光 (400nm) 和绿光 (555nm) 之间提供 1 个屈光度的光焦度差异 (正色差),而衍射元件可以在紫光和绿光之间提供 10 个屈光度的光焦度差异 (负色差)。

[0046] 更进一步说明,与通常加入 IOL 中以减少或消除发生在病人视网膜上的蓝光的蓝色阻碍发色团不同,采用依据本发明各方面的 IOL,蓝光仍然可到达病人视网膜。即使被散焦的蓝光,其到达病人的视网膜仍然被认为能对季节性障碍提供一些益处。

[0047] 附图 3B 为附图 3A 中透镜 100 的平面图。值得注意的是透镜区域 110 和 120 为同心放置。但是,也可使用任何合适的区域分布方式。同时,尽管图中显示两个同心区域,在一些实施例中也可使用三个、四个或更多同心放置区域。例如,这些区域可被设计为同心区域,其中切换区域提供近或远聚焦。

[0048] 依据本发明各方面的透镜可被构造为放置于病人眼内任何内部区域 (例如,前房或后房)。尽管显示的透镜 100 不具有触觉件,一个或多个触觉件可被加入以方便将 IOL 放置入眼内。该触觉件可以为任何合适的形状 (例如,丝状或片状)。依据本发明各方面的透镜可使用任何合适的制作技术制作。但是一种合适的用于形成所述良好衍射特性的技术是注模成型。

[0049] 依据本发明各方面的透镜可使用任何合适的材料制造。例如,可以使用硅树脂、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、可折叠吸水丙烯酸和可折叠非吸水丙烯酸中至少之一的材料制成。

[0050] 在介绍的实施例中,穿透透镜的每个部分的光被衍射。值得注意的是虽然在介绍的实施例中穿透透镜的每个部分的光被衍射,在任何给定的透镜实施例中,当透镜在眼内提供色差校正时,光线仅穿透部分透镜。透镜的其他部分 (即透镜的周边) 可以构造为或

可以不构造为衍射光。

[0051] 下面为依据本发明各方面由硅树脂制成的 20- 屈光度“中心附加”双焦点、衍射 IOL 的设计例子。由于使用衍射光焦度, 尽管透镜为 20 屈光度透镜, 该基础透镜设计有 15 屈光度的屈光度, 因此, 它比标准 20- 屈光度的透镜更薄。尽管该透镜的形状被形成用于提供屈光度, 在一些实施例中, 全部的光焦度被衍射地提供。

[0052] 下面的表格显示该基础透镜的光学参数, 以及位于示例透镜前表面的衍射光栅。

[0053] 区域 1-7 对应于中心附加区域并具有 8.75 屈光度的衍射光焦度和 23.75 屈光度的总和光焦度。区域 8-40 对应于外环区域并具有 5 屈光度的衍射光焦度和 20 屈光度的总和光焦度。因此该中心附加光焦度为 3.75 屈光度。该中心区域的直径为 1.9mm。

[0054] 每个该第一区域 (包括区域 1-7) 和第二区域 (包括区域 8-40) 适于将从其投射的基本上全部光线衍射成相应的单级衍射。

[0055]

设计波长	555nm
用于设计波长的 IOL 材料的折射率	1.427
用于设计波长的水状体的折射率	1.336
前表面半径	12.0996
后表面半径	-12.0996
视区直径	6mm
视体直径	6mm
中心厚度	1.056mm
边缘厚度	0.3mm
光栅深度	6.099 μm

[0056]

区域号 半径

[0057]

1	0.3562
2	0.5037
3	0.6169
4	0.7123
5	0.7964

6	0.8724
7	0.9423
5	1.0536
6	1.1541
7	1.2466
8	1.3327
9	1.4135
10	1.4900
11	1.5627
12	1.6322
13	1.6988
14	1.7630
15	1.8248
16	1.8847
17	1.9427
18	1.9990
19	2.0538
20	2.1071
21	2.1592
22	2.2100
23	2.2596
24	2.3082
25	2.3558
26	2.4025

27	2. 4483
28	2. 4932
29	2. 5373
30	2. 5807
31	2. 6234
32	2. 6653
33	2. 7067
34	2. 7474
35	2. 7875
36	2. 8270
37	2. 8660
38	2. 9045
39	2. 9424
40	2. 9799

[0058] 上述描述了本发明的发明理念和多个典型的实施例,很明显对于本领域技术人员该发明可以有不同的实施方式,以及对于本领域技术人员而言易于想到一些修改和改进。因此,该实施例目的并不是限制本发明而只作为本发明的举例。本发明通过所附权利要求或其等同物进行限定。

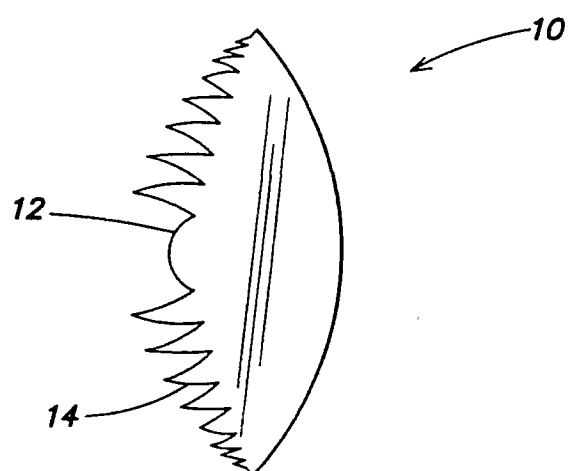


图 1

现有技术

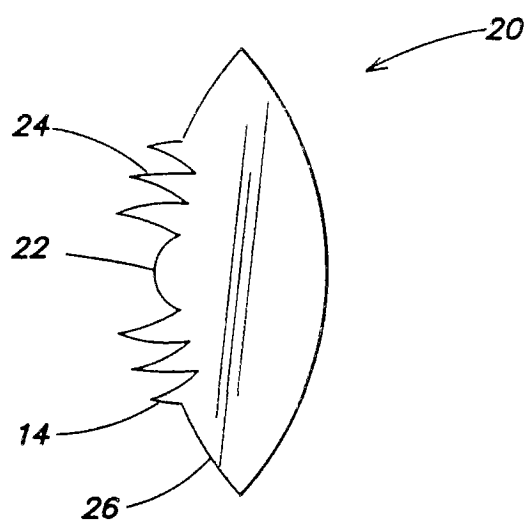


图 2

现有技术

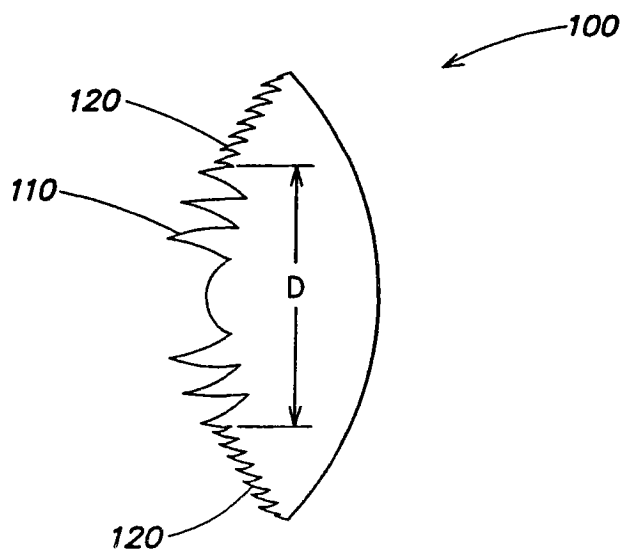


图 3A

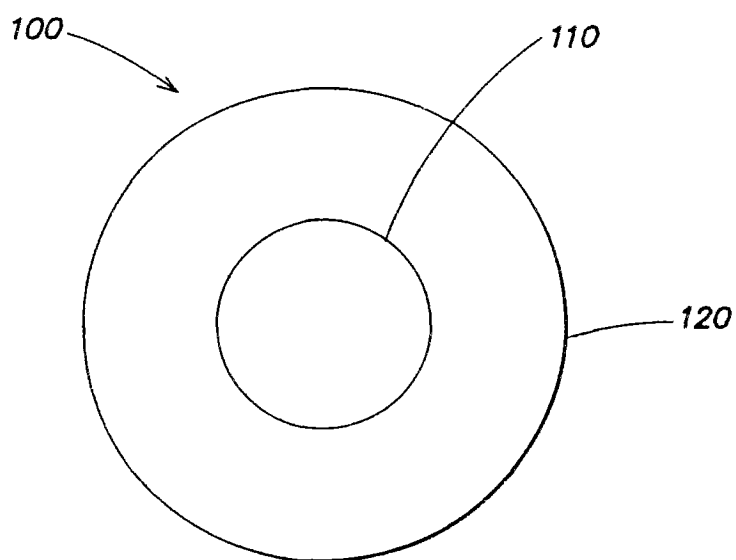


图 3B