



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112955810 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 07

(21) 申请号 201980059474.4

(22) 申请日 2019.09.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112955810 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(30) 优先权数据
62/730,800 2018.09.13 US
62/822,331 2019.03.22 US
16/569,374 2019.09.12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.11

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/051007 2019.09.13

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/056251 EN 2020.03.19

(73) 专利权人 唯酷美国有限公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 李风华

(74) 专利代理机构 深圳紫藤知识产权代理有限公司 44570
专利代理师 苏蕾

(51) Int.Cl.
G02C 7/10 (2006.01)
G02C 7/12 (2006.01)

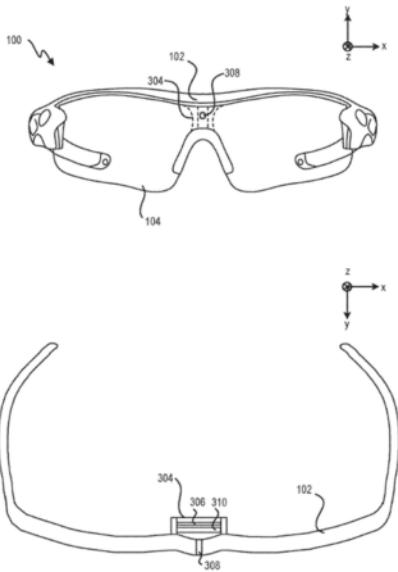
(56) 对比文件
CN 206096661 U, 2017.04.12
US 5184156 A, 1993.02.02
US 2009213282 A1, 2009.08.27
CN 105607284 A, 2016.05.25
CN 102879919 A, 2013.01.16
US 2017068112 A1, 2017.03.09
CN 104730729 A, 2015.06.24
US 5276539 A, 1994.01.04
WO 2014079574 A1, 2014.05.30
CN 206649236 U, 2017.11.17
EP 0341519 A2, 1989.11.15
CN 103941421 A, 2014.07.23
CN 101592793 A, 2009.12.02
CN 101592794 A, 2009.12.02

审查员 臧自欣

权利要求书2页 说明书10页 附图16页

(54) 发明名称
可调光眼镜

(57) 摘要
在一个实施例中,提供了一种眼镜。所述眼镜包括透镜组件,所述透镜组件包括透镜和形成于所述透镜上的液晶层;以及与所述液晶层耦合的驱动电路,所述驱动电路被配置为基于入射的环境光线强度向所述液晶层施加信号,以控制所述透镜组件的透光率。



1. 一种眼镜,包括:透镜组件,含有透镜,和形成于所述透镜上的液晶层;第一偏振层和第二偏振层;驱动电路以及与所述液晶层和所述驱动电路耦合的传感器、外壳、光导、位于所述透镜组件后方的摄像头、覆盖部分所述透镜组件和所述摄像头的涂层,其中,所述透镜和所述液晶层夹设于所述第一偏振层和所述第二偏振层之间;

所述传感器包括一个或多个太阳能电池,配置为基于环境光线强度生成传感器数据,所述外壳封装所述一个或多个太阳能电池,所述外壳包括用于将所述一个或多个太阳能电池暴露于环境光线的针孔;

所述光导位于所述针孔和所述一个或多个太阳能电池之间,配置为:将通过所述针孔接收的细束的环境光线转化为一环的环境光线,并将所述一环的环境光线投向所述一个或多个太阳能电池,所述驱动电路与所述液晶层耦合,配置为基于所述传感器数据向所述液晶层施加信号,以控制所述透镜组件的透光率,所述透镜被配置为选择性通过与所述频率范围内的可见光,所述第一偏振层和所述第二偏振层被配置为选择性通过蓝光,使得在所述透镜组件的透光率达到最大值时环境光线经过所述透镜、所述第一偏振层和所述第二偏振层后合成白光,在所述透镜组件的透光率低于所述最大值的情况下,环境光线经过所述透镜、所述第一偏振层和所述第二偏振层后合成深色光;

所述摄像头配置为通过所述透镜组件接收光线,以生成图像;所述涂层配置为设置独立于所述透镜组件的剩余部分的所述部分的光学性质,所述涂层包括在每个透镜组件的液晶层基板上蚀刻的氧化锡层,所述氧化锡层用于过滤和控制通过液晶层并由摄像头和捕获的光的波长范围。

2. 如权利要求1所述的眼镜,其特征在于,所述液晶层包括扭曲向列(TN)液晶装置。

3. 如权利要求2所述的眼镜,其特征在于,所述透镜组件进一步包括位于所述透镜以及所述第一偏振层之间的薄膜;以及,其中所述薄膜配置为减少所述透镜对通过所述透镜透射的环境光线所施加的双折射效应。

4. 如权利要求2所述的眼镜,其特征在于,所述扭曲向列液晶装置的扭曲角度范围为0至90度;以及,所述第一偏振层的第一吸收轴以及所述第二偏振层的第二吸收轴呈90度。

5. 如权利要求2所述的眼镜,其特征在于,所述扭曲向列液晶装置的扭曲角度范围为0至110度;以及,所述第一偏振层的第一吸收轴以及所述第二偏振层的第二吸收轴呈110度。

6. 如权利要求1所述的眼镜,其特征在于,所述液晶层至少包括:宾-主液晶装置、电控双折射(ECB)液晶装置或者Pi-cells中的一种。

7. 如权利要求6所述的眼镜,其特征在于,所述液晶层夹设于第一基板和第二基板之间;其中,所述第一基板和第二基板具有不同的摩擦布置;其中,响应于所述驱动电路施加的信号,所述液晶层的液晶分子的取向在均一的沿面取向和垂面取向之间变化。

8. 如权利要求1所述的眼镜,进一步包括一层或多层透明薄膜,所述薄膜含有所述一个或多个太阳能电池;其中,所述一层或多层透明薄膜至少附着于所述透镜或所述液晶层中的一个上。

9. 如权利要求1所述的眼镜,所述外壳封装所述驱动电路。

10. 如权利要求9所述的眼镜,其特征在于,所述透镜组件为第一透镜组件,包括第一透镜和第一液晶层;其中,所述眼镜包括第二透镜组件,包括第二透镜和第二液晶层;其中,所述眼镜包括连接所述第一透镜组件和所述第二透镜组件的连接结构;以及,其中,所述外壳

连接于所述连接结构。

11. 如权利要求1所述的眼镜,其特征在于,所述外壳连接于所述透镜组件。

12. 如权利要求1所述的眼镜,其特征在于,所述光导包含非循环材料。

13. 如权利要求1所述的眼镜,进一步包括部分覆盖所述外壳的涂层。

14. 如权利要求1所述的眼镜,进一步包括开关,所述开关能够使用户基于环境光线强度选择所述透镜组件的透光率;以及,其中,所述驱动电路配置为基于所述开关的选择控制所述透镜组件的透光率。

15. 如权利要求1所述的眼镜,进一步包括以下至少一个:用于发射和接收无线信号的无线接口;或输入或输出音频信号的音频接口。

可调光眼镜

[0001] 相关申请

[0002] 本专利申请要求享受下述专利申请的优先权：于2018年9月13日提交，申请号：No.62/730800，标题为“液晶太阳镜和多色液晶书写装置”的美国临时专利申请；于2019年3月22日提交，申请号：No.62/822331，标题为“可调光眼镜”的美国临时专利申请；于2019年9月12日提交，申请号：No.16/569374，标题为“可调光眼镜”的美国临时专利申请，这些临时申请在此转让给受让人，并通过引用将其全部并入本文。

背景技术

[0003] 本发明大体涉及眼镜，更具体的，涉及基于液晶技术的可调光眼镜。

[0004] 防护眼镜，例如太阳眼镜，可以阻止高能光线（例如，阳光）伤害眼睛或使眼睛不适。太阳眼镜通常包括能够阻挡和/或吸收至少一部分光线的透镜，从而降低进入眼睛的光强，保护眼睛免受高能光线的伤害。所述透镜可以包括，例如，偏振层和彩色涂层等，其具有预先设定的透光率以阻挡和/或吸收一定比例的光强，以防止眼睛收到全部的光强。

[0005] 尽管太阳眼镜可以保护眼睛免受高能光线，但是具有固定透光率的太阳眼镜可能会给用户带来不便，尤其是当用户从一个光强相对较强的环境（例如，室外）中移动到一个光强相对较弱的环境（例如室内或公路隧道）时。因为即便在弱光环境下，太阳眼镜仍阻挡和/或吸收相同比例的光功率。因此，用户可能需要在弱光环境下摘下太阳眼镜，这降低了用户体验。

发明内容

[0006] 本发明总体涉及眼镜，更具体的，涉及基于液晶技术的可调光眼镜。

[0007] 在一个实施例中，包括一幅眼镜。所述眼镜包括透镜组件，所述透镜组件包括透镜以及形成于透镜上的液晶层。所述眼镜还包括与所述液晶层耦合的驱动电路，所述驱动电路基于入射的环境光线强度控制所述透镜组件的透光率。

[0008] 在一方面，所述透镜组件进一步包括第一偏振层和第二偏振层。所述透镜和液晶层夹设于所述第一偏振层和第二偏振层之间。所述液晶层包括扭曲向列相(TN)液晶装置。

[0009] 在一方面，所述透镜配置为选择性通过与橙色相关联的频率范围内的可见光，由此通过所述透镜的光线经过所述第一偏振层和第二偏振层后合成白光。

[0010] 在一方面，所述透镜组件进一步包括位于所述透镜以及所述第一偏振层之间的薄膜。所述薄膜配置为减少透镜对通过透镜透射的环境光线所施加的双折射效应。

[0011] 在一方面，所述TN液晶装置的扭角范围为0至90度，所述第一偏振层的第一吸收轴和所述第二偏振层的第二吸收轴呈90°。

[0012] 在一方面，所述TN液晶装置的扭角范围为0至110度，所述第一偏振层的第一吸收轴和所述第二偏振层的第二吸收轴呈110°。

[0013] 在一方面，所述液晶层至少包括：宾-主液晶装置，电控双折射(ECB)晶体装置或者Pi-盒(Pi-cells)中的一种。

[0014] 在一方面,所述液晶层夹设于第一基板和第二基板之间。所述第一基板和第二基板具有不同的摩擦布置。响应于驱动电路施加的信号,液晶层的液晶分子的取向在均一的沿面取向和垂面取向之间变化。

[0015] 在一方面,所述眼镜进一步包括传感器,所述传感器与所述驱动电路耦合。所述传感器配置为基于环境光线强度生成传感器数据。所述驱动电路配置成基于所述传感器数据控制信号。

[0016] 在一方面,所述传感器包括一个或多个太阳能电池。

[0017] 在一方面,所述眼镜进一步包括一层或多层透明薄膜,所述薄膜含有一个或多个太阳能电池。所述一层或多层透明薄膜至少附着于所述透镜或液晶层中的一个上。

[0018] 在一方面,所述眼镜进一步包括外壳,所述外壳封装一个或多个太阳能电池和所述驱动电路。所述眼镜进一步包括针孔,用于将一个或多个太阳能电池暴露于环境光线。

[0019] 在一方面,所述透镜组件为第一透镜组件,包括第一透镜和第一液晶层。所述眼镜包括第二透镜组件,包括第二透镜和第二液晶层。所述眼镜包括连接所述第一透镜组件和第二透镜组件的连接结构。所述外壳连接于所述连接结构。

[0020] 在一方面,所述外壳连接于所述透镜组件。

[0021] 在一方面,所述眼镜进一步包括光导管,位于针孔和所述一个或多个太阳能电池之间。所述光导管配置为:通过所述针孔接收环境光线的细光束,将所述细光束转化为环境光线的光片,并将所述环境光线的光片投向所述一个或多个太阳能电池。

[0022] 在一方面,所述光导包含非循环材料。

[0023] 在一方面,所述眼镜进一步包括部分覆盖所述外壳的涂层。

[0024] 在一方面,所述眼镜进一步包括开关,所述开关能够使用户基于环境光线强度选择所述透镜组件的透光率。所述驱动电路配置为基于所述开关的选择控制所述透镜组件的透光率。

[0025] 在一方面,所述眼镜进一步包括位于所述透镜组件后方的摄像头,所述摄像头配置为通过透镜组件接收光线,以生成图像。所述眼镜进一步包括覆盖部分所述透镜组件和所述摄像头的涂层,所述涂层配置为设置独立于所述透镜组件的剩余部分的所述部分的光学性质透光率。

[0026] 在一方面,所述眼镜进一步包括以下至少一个:用于发射和接收无线信号的无线接口,或输入或输出音频信号的音频接口。

附图说明

[0027] 参照以下附图描述说明性实施例:

[0028] 图1A,图1B,图1C和图1D为根据本发明实施例的可调光眼镜及其操作的示意图。

[0029] 图2A,图2B,图2C和图2D为根据本发明实施例的图1A-图1D的可调光眼镜的透镜组件的示意图。

[0030] 图3A、图3B、图3C、图3D和图3E为根据本发明实施例的具有光学传感器的可调光眼镜的示意图。

[0031] 图4A、图4B和图4C为根据本发明实施例的具有用户输入/输出接口的可调光眼镜的示意图。

[0032] 图5A和图5B为根据本发明实施例的图1A到图1D的可调光眼镜的透镜组件的示意图。

[0033] 图6A、图6B和图6C为根据本发明实施例的图1A-图3E的示例性可调光眼镜组件的示意图。

[0034] 所述附图描述了本发明的实施例,仅用于说明。本领域技术人员将容易地从以下描述中认识到,在不偏离本发明的原理或所宣传的优点的情况下,可以采用所示结构和方法的替代实施例。

[0035] 在附图中,类似的组件和/或特征可以具有相同的参考标签。此外,可以通过在参考标签后面加上在相似部件之间进行区分的破折号和第二标签来区分相同类型的各种部件。如果说明书中仅使用第一参考标签,则说明适用于具有相同第一参考标签的任何一个类似部件,而不考虑第二参考标签。

具体实施方式

[0036] 出于解释的目的,在下述说明中阐述了具体细节,以便提供对某些创造性实施例全面的理解。但是,显而易见的是,可以在不具有这些具体细节时实施各种实施例。附图及说明不具有限制性。

[0037] 防护性眼镜,例如太阳眼镜,可以防止高能光线(例如,阳光)伤害眼睛或使眼睛不舒服。太阳眼镜通常包括阻断和/或吸收一定比例的光功率的透镜,以此保护眼睛免于接收到全部的光功率。尽管太阳眼镜能够保护眼镜免受高能光线,但是由于对光功率的吸收和阻隔,戴太阳眼镜的用户在弱光环境下的视觉感知可能受到阻碍。因此,用户在弱光环境下可能需要摘掉眼镜,这降低了用户的体验。

[0038] 本发明公开的实施例提供了一种能够解决上述问题的可调光眼镜。所述眼镜包括透镜组件和电路。所述透镜组件包括透镜和形成于所述透镜上的液晶层。所述驱动电路与所述液晶层耦合,并被配置为基于环境光线的强度的指示向液晶层施加信号以调整液晶分子的取向。液晶分子的取向调整引起基于环境光线强度对透镜组件的透光率的调整。

[0039] 液晶层能够基于各种机制调整所述透镜组件的透光率,例如,包括扭曲向列(TN)效应,宾-主效应,电控双折射(ECB),Pi-cells等。在这些示例中,所述驱动电路可以调整液晶层上的电场以调整液晶层的液晶分子的取向和排列,这可以改变通过所述透镜组件进入到用户眼睛的入射光部分,从而调整所述透镜组件的透光率。所述驱动电路可以基于环境光强度调整电场。例如,所述驱动电路可以调整电场以在弱光环境(如,室内)下增加所述透镜组件的透光率,以及在强光环境(如,室外)下降低所述透镜组件的透光率。

[0040] 所述驱动电路可以从多种来源接收环境光线强度信息。在某些实施例中,所述可调光眼镜可以包括用于感应环境光线强度的光学传感器。光学传感器的一个示例可以是太阳能电池,其可以产生反映环境光线强度的电压(或电流),并且向所述驱动电路提供所述电压/电流以产生用于液晶层的相应电场。在某些实施例中,一个或多个太阳能电池可以封装在一个外壳内。所述外壳可以是连接结构的一部分,所述连接结构连接一对透镜组件以形成眼镜,或者可以位于所述眼镜的透镜组件后方以获得更好的外观。所述外壳还可包括针孔,以将所述太阳能电池暴露于环境光线。可在针孔和太阳能电池之间提供光导,以将环境光线更均匀地分布在太阳能电池表面上,使得太阳能电池的输出可以更好地表示环境光

线强度。在一些实施例中,眼镜可以包括开关,所述开关允许用户选择透镜组件的透光率,并且所述驱动电路可以基于用户的选择调整透镜组件的透光率。

[0041] 附加的配置用于进一步改善用户体验。例如,透镜组件可包括一对偏振器以将液晶层夹在其间,基于由液晶层控制的偏振光的偏振角产生可调节的光透射率。为了减少由偏振器的变化的光吸收率引起,用户经由眼镜感知的视觉伪影(例如,黑带),可以在液晶层的偏振光的旋转角度之间引入相对于偏振器的偏振轴之间的角度的轻微失配。作为另一个实施例,透镜组件可包括额外的聚酯膜,例如超复屈折薄膜(Super Retarder Film)(SRF®),以减少或消除由透镜的双折射引起,随后在偏振层处产生干涉并被用户感知的彩虹纹(rainbow mura)。另一实施例,透镜组件的透镜可被配置成选择性地通过特定频率范围(例如,橙色)的可见光,以补偿两个偏振器对光的选择性吸收和液晶层对可见光的延迟,这可改善用户通过眼镜获得的视觉感知。

[0042] 在本发明实施例中,所述眼镜能够基于环境光线强度调整透光率,这使得用户无论处于何种环境下,都能通过眼镜获得良好的视觉感知,同时免受曝光于高能光线。因此,用户体验能够得到改善。

[0043] 图1A、图1B、图1C和图1D示出了根据一些实施例的可调光眼镜100及其操作。如图1A所示,眼镜100包括可选框架102和一个或多个透镜组件104。在图1A的实施例中,眼镜100可以包括通过连接结构106连接的两个透镜组件104a和104b。在图1B的实施例中,眼镜100可以包括由框架102保持的单个透镜组件104。在一些实施例中,眼镜100可以是无框的,并且可以包括单个透镜组件104或通过连接结构106连接的两个透镜组件104a和104b。在这两个实施例中,所述一个或多个透镜组件104可以具有可配置的透光率,所述透光率可以基于环境光线强度进行配置/调整。具体而言,如图1C所示,在具有高环境光线强度的环境中(例如,在阳光下的室外),可以降低所述一个或多个透镜组件104的透光率以降低通过一个或多个透镜组件104进入用户眼睛(图1A-图1D中未示出)的光线强度,保护眼睛免受高能光线的照射。此外,如图1D所示,在具有弱环境光线强度的环境中(例如,夜间室外、室内等),可以增加所述一个或多个透镜组件104的透光率,以使用户在弱光环境中佩戴眼镜100时能够保持合适的视觉。

[0044] 图2A和图2B示出了根据一些实施例的一个或多个透镜组件104。如图2A所示,所述一个或多个透镜组件104可以包括透镜202、液晶层204、以及可选的第一偏振层206和第二偏振层208。入射光210可以射入一个或多个透镜组件104并穿过一个或多个透镜组件104作为出射光212出射,出射光212可以进入用户的眼睛214。透镜202可以由玻璃、聚酯、聚碳酸酯等制成。在一些实施例中,透镜202可以是平的,以便在光线通过时不改变光的性质。在一些实施例中,透镜202可具有特定形状(例如下凹、上凸等)以改变输出光212的性质以校正用户的视力(例如凹透镜用以校正近视(近视)、凸透镜用以校正远视(远视)等)。近视矫正镜片通常呈球形弯曲。液晶层204可以是柔性的但足够坚固以经受三维变形,从而将液晶204层压到近视校正球面透镜上。

[0045] 液晶层204可以改变一个或多个透镜组件104的透光率,以调整入射光210中通过一个或多个透镜组件104的部分,使其成为出射光212。图2A示出了液晶层204的一个示例性结构,以提供可调节的透光率。如图2A所示,液晶层204可配置为扭曲向列相(TN)液晶层,其可在偏振光穿过液晶层时旋转偏振光的偏振轴,可通过驱动电路施加在液晶层上的电场调

节旋转角度。例如,如图2A所示,如果不施加电场,则液晶分子可以具有扭曲形态以形成螺旋结构。当偏振光穿过液晶层时,螺旋结构使偏振光的偏振轴旋转一定角度(例如,90度角)。此外,如果施加电场,液晶分子可以与电场平行排列。当光穿过排列的液晶分子时,偏振光的偏振轴可以保持不变并且不旋转。

[0046] 液晶层204可以夹在第一偏振层206和第二偏振层208之间。第一偏振层206可以具有偏振轴A,而第二偏振层208可以具有偏振轴B。两个偏振轴可以彼此形成90度角。入射光210可经由透镜202入射并通过第一偏振层206变成线性偏振。线偏振光可以由液晶层204依照上述的电场配置的角度旋转。根据Gooch-Tarry理论,线偏振光在零场下的传输速率(以下标记为 T_{NW})取决于波长,如下所示:

$$[0047] \quad T_{NW} = 1 - \frac{\sin^2(\phi\sqrt{1+u^2})}{1+u^2} \quad (\text{公式 1})$$

[0048] 在公式1中, ϕ 可以为扭转角($\phi = \frac{\pi}{2}$ in *TN mode*),以及 u 可以为由下述公式给出的延迟指数。

$$[0049] \quad u = \frac{\pi \Delta n d}{\lambda \phi} \quad (\text{公式 2})$$

[0050] 在公式2中, λ 可以为波长, Δn 可以为液晶混合物的双折射率,而 d 为常数。

[0051] 在不施加电场的情况下能够得到最大透光率,使得液晶层204旋转偏振光的偏振轴,使其与第二偏振层208的偏振轴B相互平行。在偏振光的偏振轴由于使用电场而不旋转时,能够得到最小透光率,使得偏振光的偏振轴不旋转,且与第二偏振层208的偏振轴B相互垂直。在这种情况下,所述偏振光与第二偏振层208的吸收轴对齐,并可以被第二偏振层208以最大吸收率吸收。可以调整电场的大小以调整偏振光的旋转角度,偏振光的旋转角度可以改变入射光210通过透镜组件104的部分,形成出射光212。

[0052] TN液晶可以提供多种技术优势。例如,TN液晶通常具有非常快的响应特性,并且可以在非常短的时间内(例如,100毫秒或更少)调整光的透射率。此外,TN液晶还具有良好的阻光性能。例如,TN液晶的最小透光率可以达到0.1%。所有这些特性使得眼镜100能够提供宽的透光率配置范围以及快速切换,这可以改善用户体验。

[0053] 图2B描述了其他液晶层204的示例性配置,以提供可调节的透光率。如图2B所示,一个或多个透镜组件104包括透镜202和液晶层204,但不包括第一和第二偏振层206和208。液晶层204可以包括液晶分子230作为主材料,以及染料分子240作为宾材料。液晶分子230和染料分子240被夹在两个基板250和252中,可以连接到电极或为电极的一部分(图2B并未示出)。液晶分子230和染料分子240可以基于宾主体效应调制一个或多个透镜组件104的透光率。具体地,取决于染料分子240的类型,染料分子240可以吸收具有垂直于(或平行于)染料分子长轴的电场的光。当驱动电路对基板250和252之间的液晶分子230施加电场时,液晶分子230以及染料分子240的取向可以根据电场改变,这改变了染料分子相对于入射光210的电场的相对取向。因此,可以通过施加在液晶层204上的电场来调整被染料分子240吸收的入射光210的部分以及一个或多个透镜组件104的透光率。

[0054] 相较于TN液晶,应用宾主效应的液晶层无需依赖于偏振吸收入射光,可以提高一个或多个透镜组件104的整体可达到的透光率,同时提供可观的光阻挡性质。例如,使用宾-

主效应,透光率的范围可以在10%到80%之间。为了获得10%到80%的透光率范围,两个宾-主单元(Guest-Host cells)的吸收轴相隔90度。在宾-主混合物中不添加手性掺杂剂(或添加很少量的手性掺杂剂)。

[0055] 提出了其他可以获得可变透光率的技术。在一个实施例中,可以摩擦基板250和252。摩擦在基板表面产生凹槽,其引入表面能以将液晶分子230的初始取向设置为均匀的平面取向,此处液晶层的透光率最小。当在基板250和252之间施加电压时,在基板250和252之间引入的电场可以抵消表面能,使液晶分子230相对于每个基板的倾斜角度 θ ,并且倾斜角度随电压增加而增加,可以提高液晶层的透光率。例如,如图2C所示,在电压 v_1 下,液晶分子230相对于每个基板以 θ_1 的角度倾斜,而在电压 v_2 下,液晶分子230相对于每个基板以 θ_2 的角度倾斜。随着液晶分子230的取向向垂直取向(homeotropic orientation)转变,透光率增加。

[0056] 在一些实施例中,为了获取十分连续/单调的可变透光率(例如,当电压降低时透光率增加,反之亦然),可以提供不平衡或不对称的摩擦布置。例如,基板250和252可以具有不同密度的凹槽,并且可以向液晶分子230引入不同水平的表面能。当施加的电压处于与透射率范围相对应的电压范围的中间值时,这样的布置可以提高液晶分子230的稳定性。具体来说,如果两个基板具有相似的摩擦并引入相似的表面能,当施加的电压处于中间时,电场可能同时对抗两个非常相似的表面能。于是,液晶分子230可能不稳定并且可以表现出不同的取向,这可以产生畴(domain)并且导致变朦胧,并且可以导致透光率的突变。由于基板之间具有非平衡或非对称的摩擦布置,因此可以在两个基板之间形成能量梯度,并且来自施加电压的电场不再同时抵消两个相似的表面能。这可以提高液晶分子230的稳定性,并且可以确保液晶分子230响应于电压而均匀地取向。

[0057] 图2D示出了液晶层204的透光率相对于输入电压的曲线图。如图2D所示,当在每个单元上施加低电压时,每个单元可以将液晶从垂直平面取向重新定向到均匀的平面取向,这可以增加透光率。当在每个单元上施加高电压时,每个单元可以处于垂直平面取向,这可以降低透光率。此外,透光率相对于电压单调地改变,包括在中点(5V)。通过这种布置,眼镜100可以提供宽的透光率配置范围,这可以改善用户体验。

[0058] 除了TN和宾-主效应之外,液晶层204还可以具有其他配置以提供可调节的透光率。例如,可以将液晶层204配置为提供电控双折射(ECB)。ECB模式利用外加电压改变液晶分子在基板法线和分子长轴之间的倾斜角 θ (也称为极角),从而改变液晶的双折射。作为另一实施例,可以将液晶层204配置为Pi-cell。Pi-cell也称为光学补偿弯曲。在Pi-cell中,两个基板上的预倾角方向相同,也称为基板的平行排列。在弗雷德里克兹(Freedericksz) ECB盒(cell)中,分子可以在两个基板上以相反方向的预倾角均匀排列,也称为基板的反平行排列。可以在Pi-cell上施加电场,然后关闭电场。关闭电场会使分子松弛回到原来的状态,从而导致分子流动。中间层中的分子可能会受到扭矩的影响,这会导致材料回流(back-flow),并导致分子旋转一个大角度到原始状态。然而,这会减慢开关速度。对于Pi-cell,当电场关闭时,中间层的分子在放松回到关闭状态时不受扭矩的影响。分子只旋转一个相对较小的角度回到原来的状态,这可以使开关速度更快。

[0059] 在图2A和图2B的两个实施例中,驱动电路可以在液晶层204上施加电场以改变液晶分子的取向和/或扭曲结构。为了降低功耗,可以将液晶层204配置为具有相对低的开关

阈值,使得需要相对弱的电场来改变液晶分子的取向和/或扭曲结构。在一些实施例中,阈值电压可设置为0.6-0.8V。可使用各种技术来降低液晶层204的阈值电压,例如选择具有非常高的介电各向异性、高弹性常数和极高纯度的液晶。扭曲向列相的阈值电场方程如下:

[0060]
$$E_c = (\pi/h)\sqrt{K_{22}/\epsilon_0\Delta\epsilon}$$
 (公式3)

[0061] 在公式3中,h为液晶盒厚度(cell thickness), K_{22} 为扭曲弹性常数,以及 $\Delta\epsilon$ 为液晶混合物的介电各向异性。

[0062] 所述驱动电路输出穿过液晶层204的交流(AC)电压以生成电场。使用交流电压驱动电场可以提高可靠性以及避免对液晶的损害,因为液晶中的杂质可以保持直流(DC)电流流动从而分解液晶分子。可以基于液晶层204的阈值电压以及环境光线强度来配置AC电压的大小,使得液晶分子的取向和/或扭曲角度可以反应环境光强度。通过这种布置,可以基于环境光线强度来配置一个或多个透镜组件104的透光率。

[0063] 所述驱动电路可以从多种来源接收环境光线强度信息。在一些实施例中,可调光眼镜可包括用于感测环境光线强度的光学传感器。图3A示出了具有用于感测环境光线强度的光学传感器302的眼镜100。光学传感器302可以位于例如连接结构106和/或框架102上的任何位置。光学传感器302可以包括任何能够将光转换为电信号的装置,例如光电二极管。

[0064] 光学传感器302可以是光伏电池,例如太阳能电池,其可以向反映环境光强度的驱动电路提供直流电流或直流电压。太阳能电池还可以为驱动电路提供电力,因此不需要电池,这可以减少眼镜100的重量和尺寸。驱动电路可以包括功率转换器,用于将DC电流/电压转换为AC电压以产生穿过液晶层204的电场。在一些实施例中,太阳能电池可以包括具有矩形形状的微型硅基太阳能电池,并且具有6毫米(mm) x 8毫米(mm)到10mm x 10mm之间的尺寸范围。

[0065] 图3B-图3E描述了眼镜100中的太阳能电池的示例性结构。如图3B所示,眼镜100可以包括封装太阳能电池306的外壳304。外壳304可以位于框架102上透镜组件104后方(在朝向用户的一侧,朝向负Y方向)。外壳304还封装驱动电路,驱动电路可以与封装在框架102内的电极电连接。所述驱动电路可以接收来自太阳能电池306的DC电流/电压并产生相应的AC电压,并且将AC电压传输到电极以在液晶层204上产生可变电场。

[0066] 在一些实施例中,如图3B所示,框架102可以包括针孔308,使封装在外壳304内的所述太阳能电池暴露于环境光线。针孔308可以配置为便于光线从用户的前侧(例如,从正Y方向)进入外壳304,并且阻止来自其他方向(例如,从侧方向、从用户的上方或下方等)的光线进入外壳304。在某些实施例中,针孔308的尺寸为3mm x 3mm。

[0067] 针孔308可增加太阳能电池306对能准确表征环境光线强度的光源(例如,太阳、灯等)直接发射的光线的灵敏度,同时降低太阳能电池306对不能准确表征环境光强度的反射光的灵敏度。这种布置可以改善太阳能电池306的输出(和驱动电路的输出)与环境光强度之间的相关性。此外,针孔308还可以防止暴露整个太阳能电池,同时允许太阳能电池收集光线,这可以改善眼镜100的视觉外观,同时保持眼镜感测环境光强度和对透光率进行相应调整的能力。

[0068] 在一些实施例中,眼镜100还包括位于针孔308和太阳能电池之间的光导310。光导310可以通过针孔308接收一细束的光,并且可以一片的光投射到太阳能电池上,从而使太阳能电池上的光能更加均匀。光导310可以包括丙烯酸材料,并且可以具有配置成漫射光的

表面。基于经由光导310接收的一片光,太阳能电池的典型电压范围可以在0到2.1V之间。

[0069] 图3C和图3D示出了太阳能电池和外壳304的其他结构。如图3C所示,涂层320可位于框架102上、外壳304上(例如,其中外壳304是两个透镜组件104之间的连接结构106的一部分)和/或如图3D所示的透镜组件104上,以部分覆盖外壳304。涂层320可以是较暗的涂层,并且可以基于溅射工艺置于框架102和/或透镜组件104上。涂层320可部分阻挡光并允许一些光线进入外壳304和太阳能电池306。这样的布置可以部分地覆盖外壳304和太阳能电池306,以改善没有针孔308的眼镜100的视觉外观。此外,通过移除针孔308,太阳能电池306可以在没有光导310的情况下接收均匀的一片光。由此可以减小外壳304的尺寸和重量以及眼镜100的整体尺寸和重量。针孔308的移除还可以提高壳体304定位的灵活性。在图3D中,外壳304a和304b(以及太阳能电池306)可以分别位于透镜组件104a和104b的后面,并且可以被涂层320a和320b部分覆盖,以最大化太阳能电池306接收的光量。

[0070] 图3E示出了太阳能电池的另一结构。如图E所示,所述太阳能电池可以为一层或多层透明太阳能薄膜330(如,薄膜330a,330b等)的形式。在一些实施例中,可以在(透镜组件104的)透镜202朝向用户眼睛214的边缘(例如,上边缘和下边缘、侧边缘等)上形成(例如,通过电镀)所述一层或多层透明太阳能薄膜。也可以基于将由驱动电路提供的所需电压范围来配置所述一层或多层透明太阳能薄膜330的总面积,该电压范围可以基于由眼镜100提供的透射率范围。与图3B-图3D描述的硅太阳能电池相比,透明太阳能膜330可以作为透镜组件104的一部分与透镜202集成并且不占用额外的空间,这使得框架102更紧凑并且具有更轻的重量。

[0071] 除了光学传感器(可包括光伏电池)外,驱动电路也可由用户手动控制设置一个或多个透镜组件104的透光率。图4A示出了具有输入接口402的眼镜100的实施例,该输入接口402用于接收用户的输入以控制透光率。输入接口402可以包括,例如,机械开关、触摸板等,并且可以位于框架102、连接到框架102的镜腿404上的任何位置等。驱动电路的微控制器可以基于在输入接口402处检测到的用户的输入电压,输出不同的电压来调整施加在液晶层上的电场和透镜组件104的透光率。在一些实施例中,通过手动控制设置的透光率范围可以在1%到40%之间。如上所述,可以基于偏振器的特性来设置透光率的范围。眼镜100还包括电池,例如锂电池,以向驱动电路和输入接口402供电。当液晶阈值电压设置为0.8V时,眼镜100的功耗可达到0.25mw。在这种工作条件下,一个常见的锂电池可以提供大约120小时的电池寿命。

[0072] 除输入接口402外,眼镜100可以包括其他接口电路以改善用户体验。例如,如图4B所示,眼镜100可以包括一对摄像头406(例如,406a,406b等),摄像头置于透镜组件104a和104b后方,可以捕捉透过透镜组件104a和104b的光线形成图像。在一些实施例中,眼镜100可以包括分别涂覆于摄像头406a和406b上的涂层408a和408b。所述涂层可以包括,例如,在每个透镜组件的液晶层204基板上蚀刻的氧化锡(ITO)层。所述ITO层可以形成与液晶层204的其余部分分开操作的区域。例如,ITO层可以过滤和控制通过液晶层204并由摄像头406a和406b捕获的光的波长范围。另一实施例中,ITO层还可以在由ITO层覆盖的液晶层204的区域上形成单独的一对电极。这种布置允许由ITO层覆盖的液晶层204的区域的透光率独立于液晶层204的其余部分进行控制,以提高摄像头406a和406b的成像操作的质量。

[0073] 除此之外,如图4C所示,眼镜100还可以包括设于镜腿404处的接口电路410。接口

电路410可以包括,例如,无线接口电路(例如,基于(例如,蓝牙®标准)以及音频输入/输出接口(例如麦克风,扬声器等))。所述无线接口电路可以接收,例如,携带音频数据的无线信号,并将音频数据提供给扬声器以输出为音频信号。所述无线接口电路还可以将由摄像头406a和406b以及麦克风捕获的图像数据传输给其他装置。3

[0074] 除了可调整的透光率外,还提出了其他的技术以改善眼镜100的用户体验,例如减轻由第一偏振层206和第二偏振层208导致的视觉缺陷。如上所述,透镜组件104可以包括夹设于第一偏振层206和第二偏振层207之间的液晶层204,以调整透光率。当液晶层204中的液晶分子对齐,并且(被第一偏振层206偏振)的偏振光没有旋转成与第二偏振层208的偏振轴相互垂直时,光线的透射率达到最小。在这种情况下,大部分入射光210可被第二偏振层208吸收,可使透镜组件104的透光率最小化。

[0075] 然而,第二偏振层208的光吸收率可基于入射光210相对于第二偏振层208的入射角而变化,这可在用户以不同视角透过透镜组件104观看时产生视觉缺陷并影响用户的视觉感知。图5A示出了这样的实施例。如图5A所示,用户可以以不同角度通过透镜组件104的不同点观看,其中液晶层204被配置为提供最小透光率。当用户通过位于透镜组件104的中心的点(由标签“C”标记)观看时,第二偏振层208的吸收率达到最高,而当用户通过靠近透镜组件104的侧面的点(由标签“D”标记)观看时,第二偏振层208的吸收率降低。由于吸收率的差异,与透镜组件104的侧面相比,透镜组件104的中心(光吸收率最高的地方)可能呈现为黑带。黑带的出现会通过眼镜100影响用户的视觉感知,并降低用户体验。

[0076] 为了减少所述黑带的出现,如图5B所示,第一偏振层206以及第二偏振层207可以被定向,使其偏振轴不会相互垂直。通过这种设置,即使当液晶分子对齐,且不旋转来自第一偏振层206的偏振光时,偏振光也不会与第二偏振层208的吸收轴完全对齐,并且不以最大吸收率被吸收。这样的布置可以减小第二偏振层208在透镜组件104的中心和其他部分之间的吸收率差,这可以减少或消除透镜组件104的中心处黑带的出现。在一些实施例中,第一偏振层206和第二偏振层206可以被定向,使得它们的偏振轴形成110度角。在需要提供最大透光率的情况下,液晶层204可被配置成将偏振光旋转110度角以匹配分隔第一偏振层206和第二偏振层206的偏振轴的110度角。

[0077] 除此之外,透镜组件104的其他构件可以配置为补偿由第一偏振层206和第二偏振层208导致的视觉缺陷。例如,当其吸收轴相互垂直时,第一偏振层206和第二偏振层208的结合可以选择性地吸收特定波长范围的光线。于是,用户可以通过第一偏振层206和第二偏振层208看到蓝光,而透镜组件104也可能在外部呈现出蓝色,这两者都会降低用户的体验。为了补偿由第一偏振层206和第二偏振层208选择性地吸收光线而产生的视觉缺陷,如图6A所示,可以将透镜602配置成选择性地穿过橙色光604(例如,波长范围590-635纳米(nm)的光),同时阻挡其他波长的光。同时,第一偏振层206和第二偏振层208可以通过蓝光606,当透镜组件104的透光率最大时,蓝光606可以与橙光604结合形成白光/透明光。在镜头组件104的透光率降低的情况下,由于橙光604和蓝光606的组合,用户还可以经由镜头组件104感知深色(例如,灰色、灰黑色等),并且可以具有与佩戴传统太阳镜相似的体验。

[0078] 除此之外,如图6B所示,可以在透镜202和第一偏振层206之间添加聚酯薄膜620,例如超复屈折薄膜(Super Retarder Film(SRF))。添加所述聚酯薄膜620用以减少或消除用户感知到的彩虹纹。所述彩虹纹可能由透镜202的非均匀双折射造成,其可以将线性偏振

光变成圆偏振光。所述圆偏振光可在第一偏振层206处经受干涉以形成彩虹纹。为了减少彩虹纹,聚酯薄膜620可以将来自透镜202的圆偏振光转换成线偏振光,这可以减少光通过第一偏振层206时产生的干涉和彩虹纹。

[0079] 另外,如图6C所示,可以使用具有衍射光栅的透镜630代替透镜202和第一偏振层206。透镜630可以由石英制成。衍射光栅可以阻挡偏振轴平行于光栅的光线,并且可以产生类似于第一偏振层206的偏振效果。透镜630的偏振轴可以垂直于第二偏振层208,这使得能够基于通过液晶层204调整旋转角度来调整透镜组件104的透光率。

[0080] 以上对本发明实施例的描述是为了说明的目的而呈现的;其并不意在详尽无遗或将本发明限制为所公开的准确形式。根据上述公开内容,相关领域的技术人员可以理解许多修改和变化是可能的。

[0081] 本说明书的一些部分通过算法和符号的表达方式描述了本发明实施例的操作信息。所属的数据处理领域的技术人员通常使用这些算法描述和表示来将其工作的实质有效地传达给所属领域的其他技术人员。这些操作虽然从功能、计算上或逻辑上进行描述,但应被理解为通过计算机程序或等效电路、微码等来实现。此外,将这些操作布置称为模块有时也被证明是方便的,而不丧失普遍性。所描述的操作及其相关模块可以用软件、固件和/或硬件来实现。

[0082] 所描述的步骤、操作或过程可以单独的使用用一个或多个硬件或软件模块或与其它装置结合来执行或实现。在一些实施例中,软件模块由计算机程序产品实现,该计算机程序产品包括包含计算机程序代码的计算机可读介质,该计算机程序代码可由计算机处理器执行以执行所描述的任何或所有步骤、操作或过程。

[0083] 本发明的实施例还可涉及用于执行所述操作的装置。该装置可为所需目的而特别构造,和/或其可包括由存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重新配置的通用计算设备。这样的计算机程序可以存储在非暂时的、有形的计算机可读存储介质中,或者存储在可以耦合到计算机系统总线的适合于存储电子指令的任何类型的介质中。此外,说明书中提及的任何计算系统可以包括单处理器或者可以是采用多处理器设计以增加计算能力的架构。

[0084] 本发明的实施例还可涉及通过本文所述的计算过程生产的产品。这种产品可以包括由计算过程产生的信息,其中该信息存储在非暂时的、有形的计算机可读存储介质上,并且可以包括本文所述的计算机程序产品或其他数据组合的任何实施例。

[0085] 出于可读性和教学目的,选择了本说明书中使用的语言,并不是为了描绘或限定发明主题而选择的。因此,本发明的范围不受该详细说明的限制,而是受基于该详细说明所要求的所有权利要求的限制。因此,实施例的公开旨在说明但不限制在以下权利要求中阐述的公开的范围。

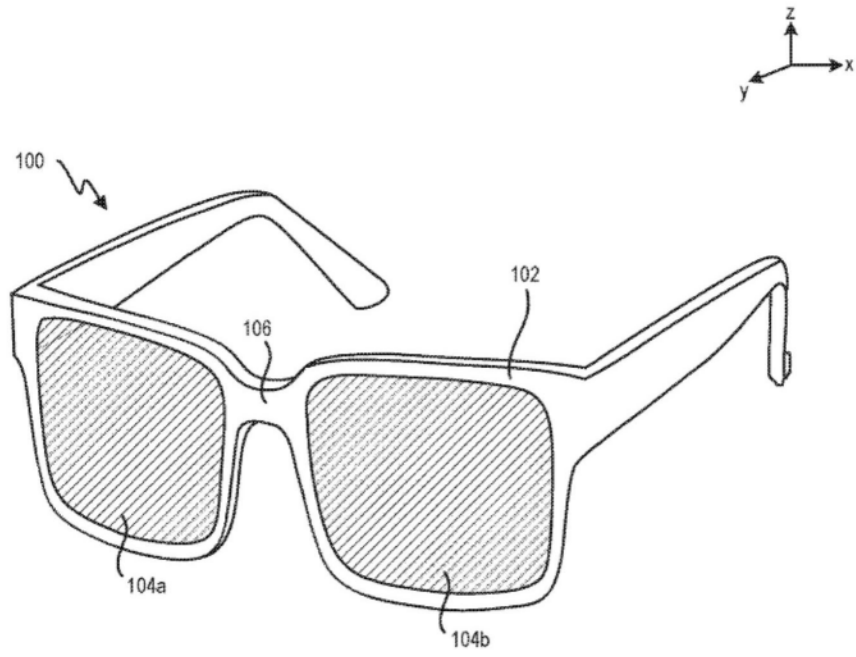


图1A

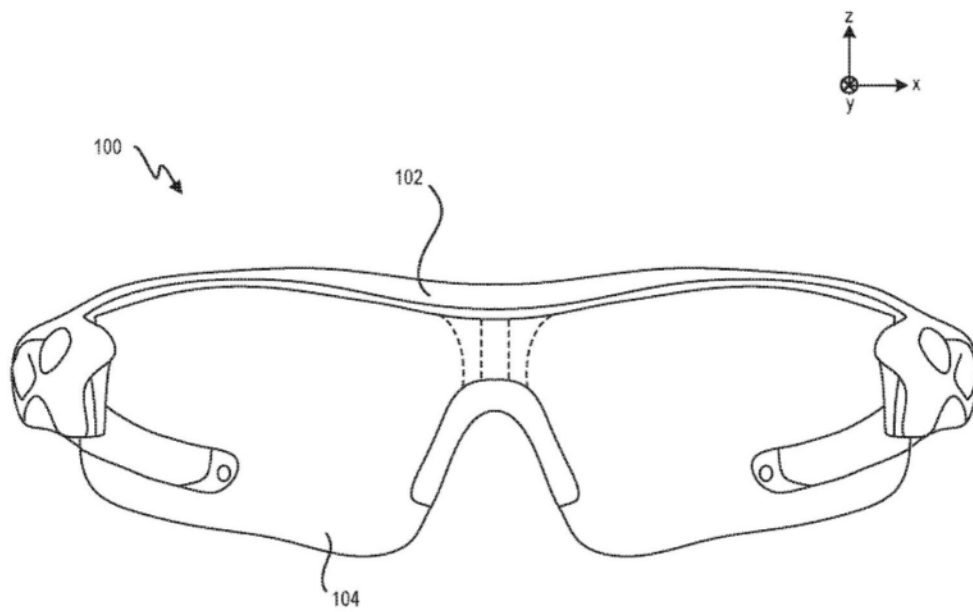


图1B

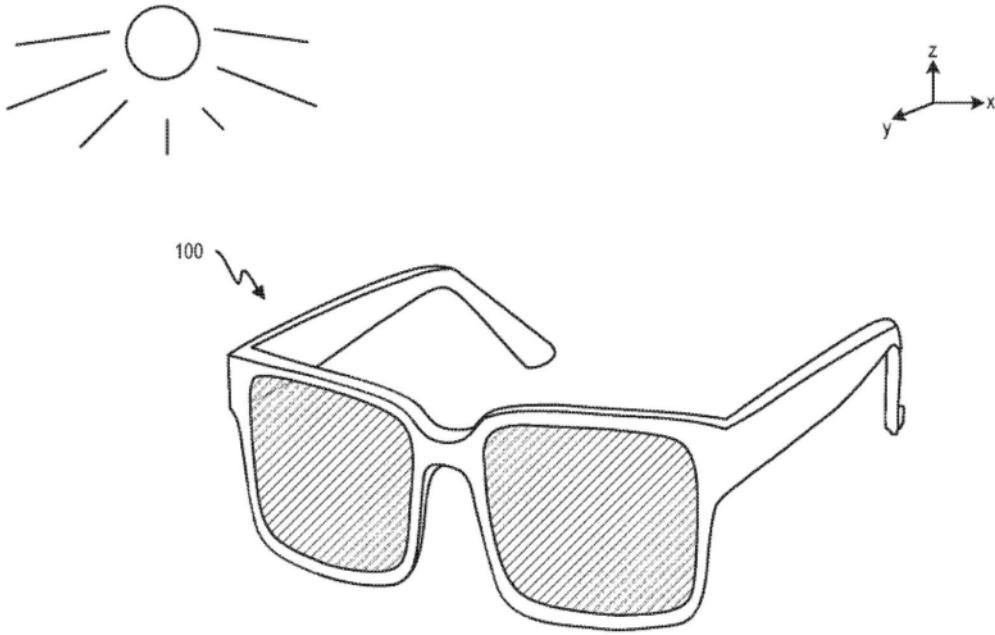


图1C

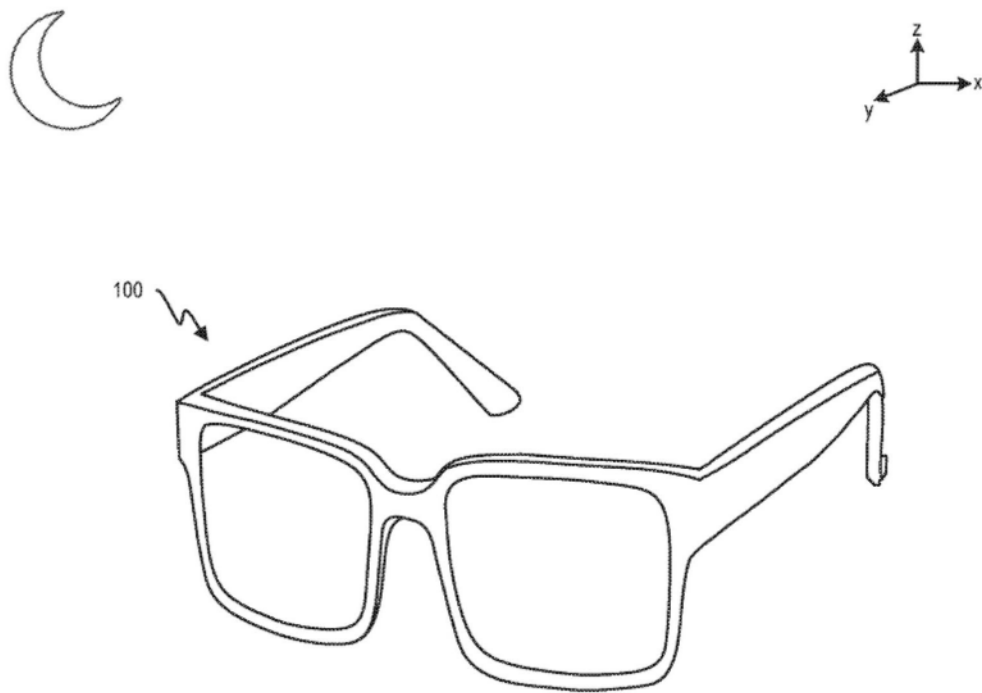


图1D

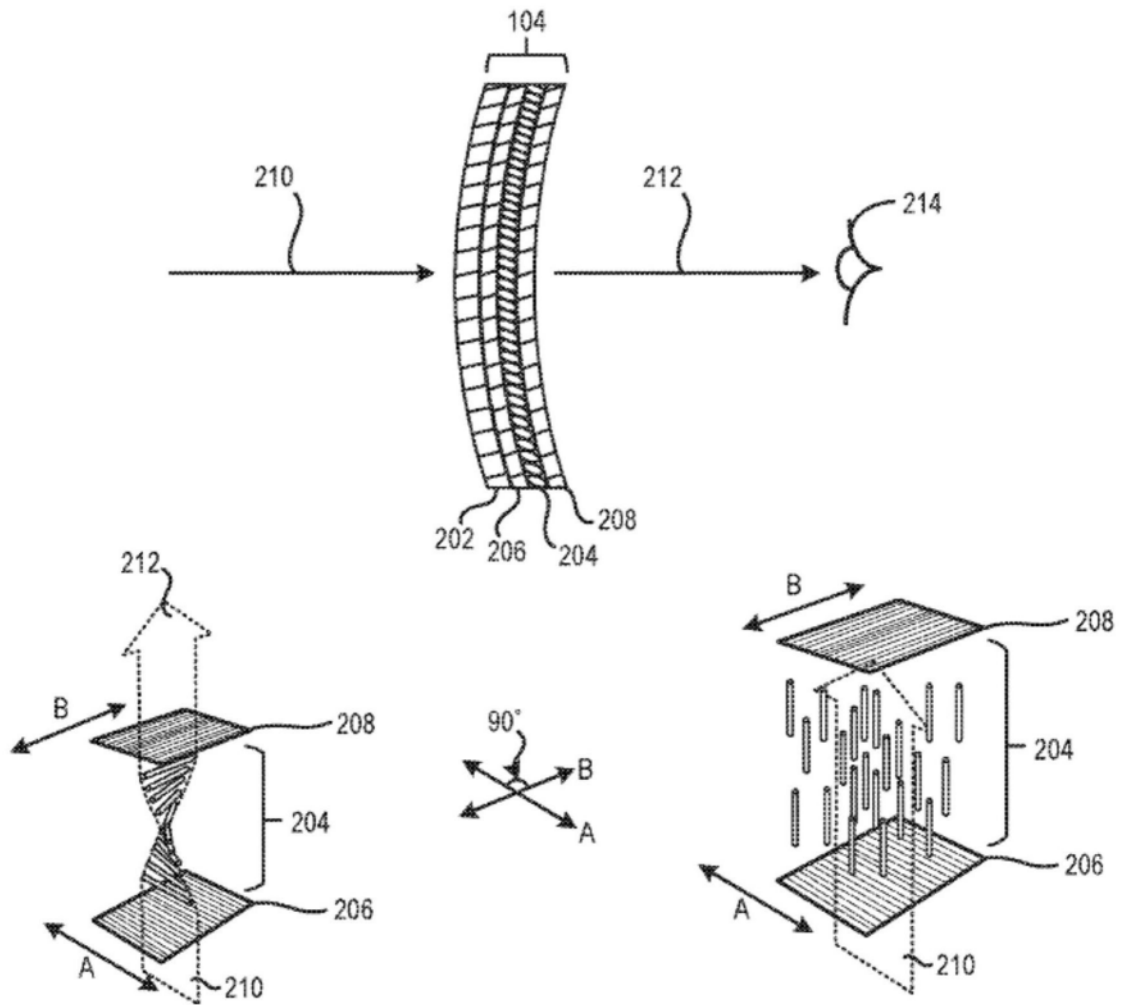


图2A

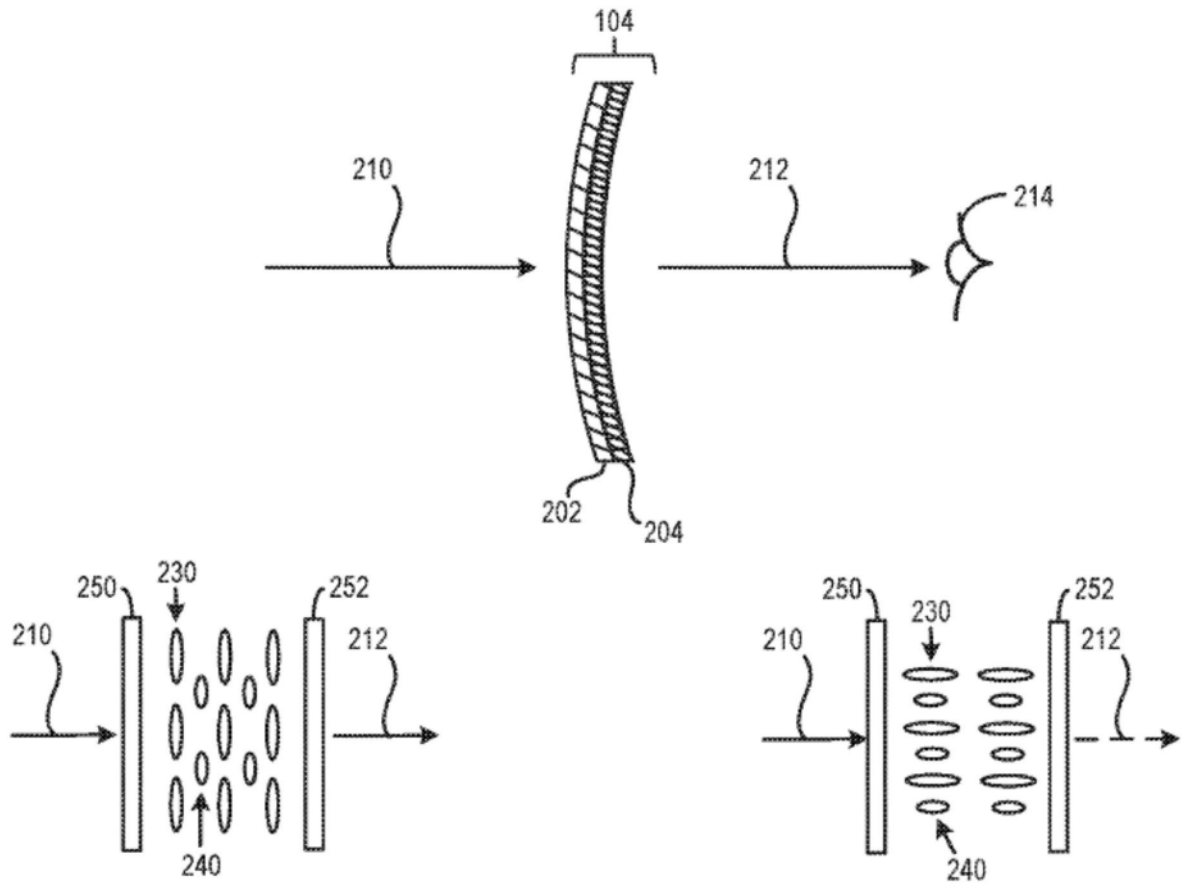


图2B

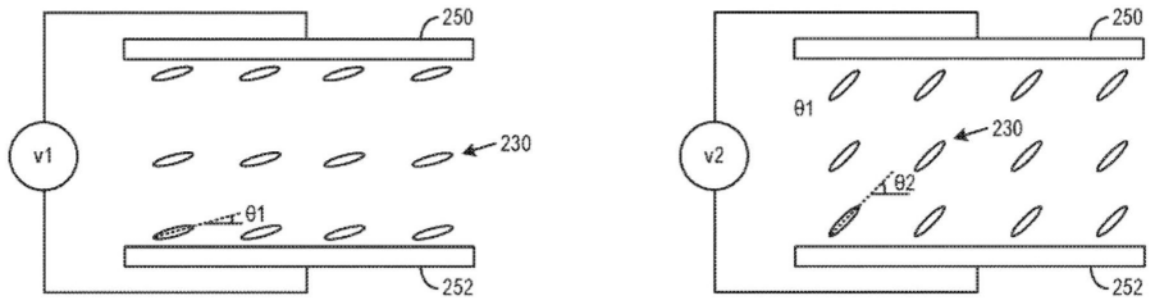


图2C

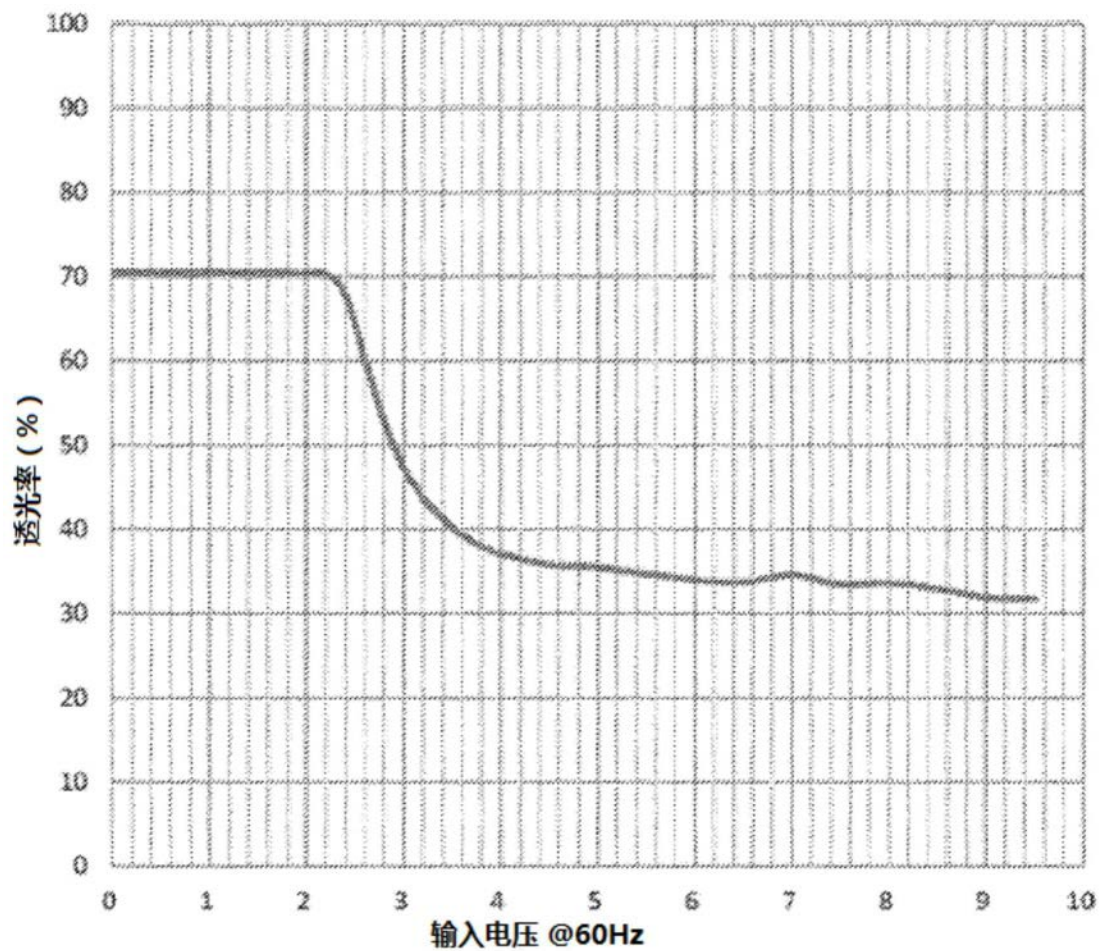


图2D

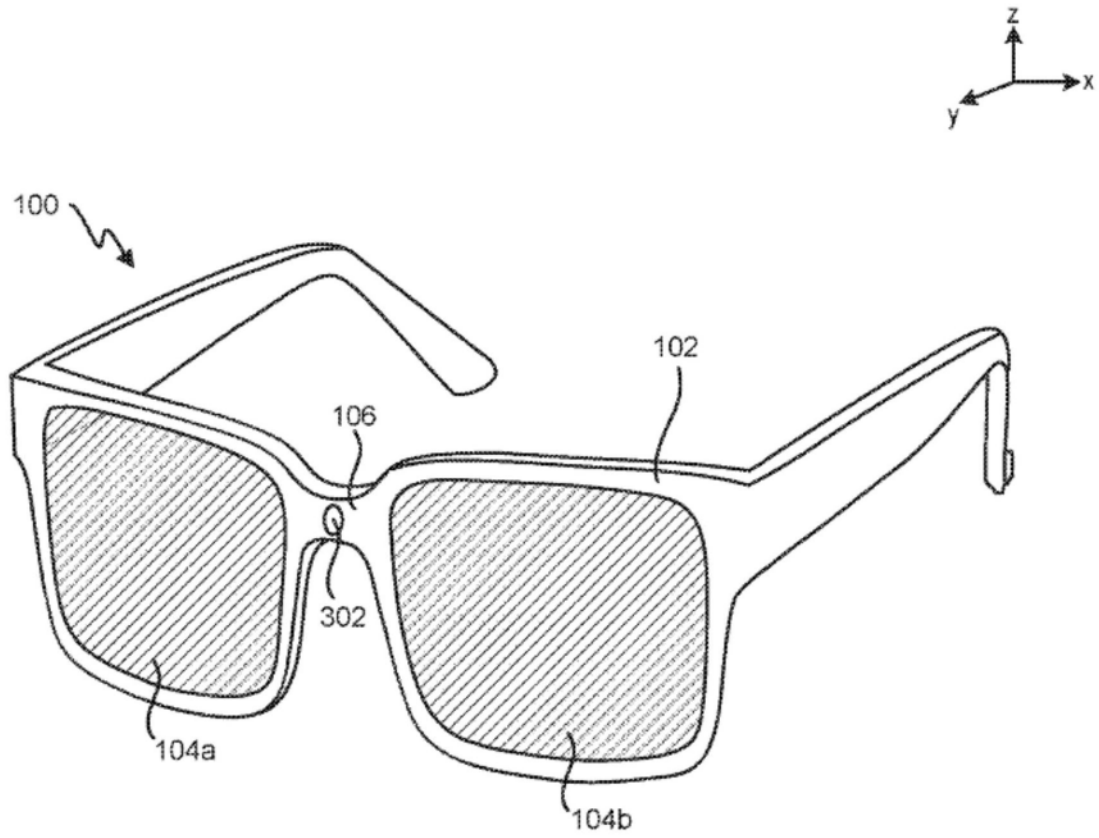


图3A

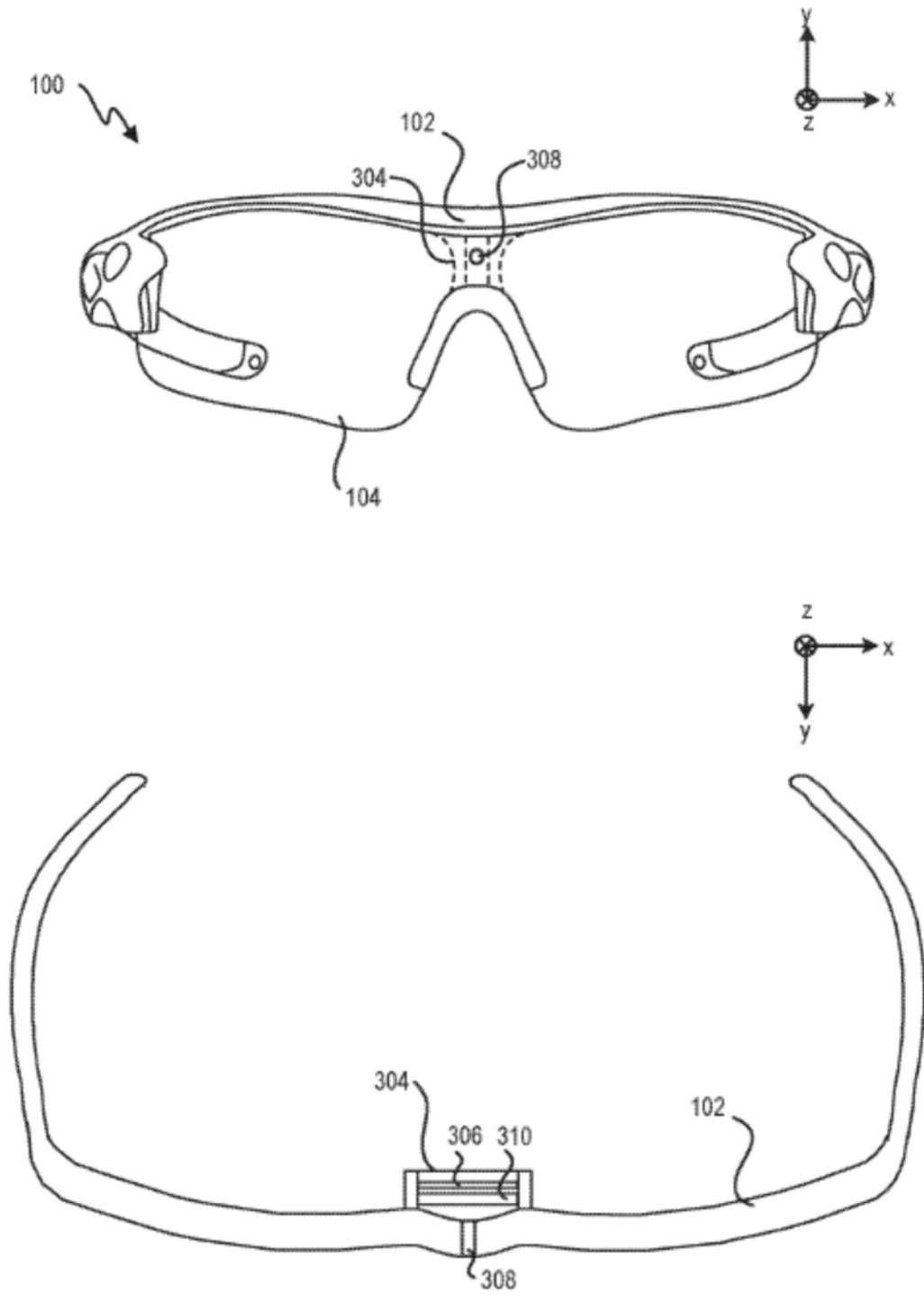


图3B

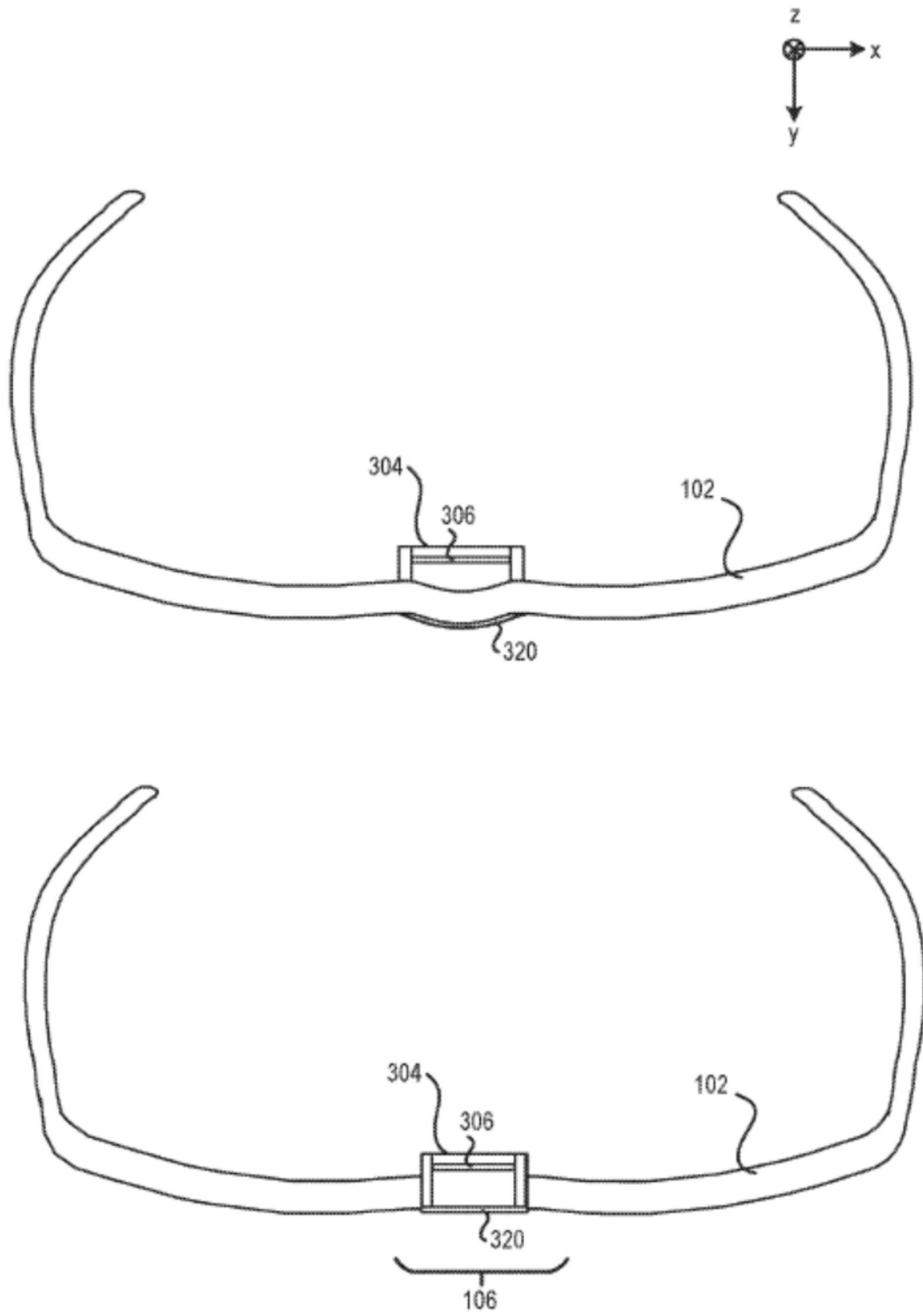


图3C

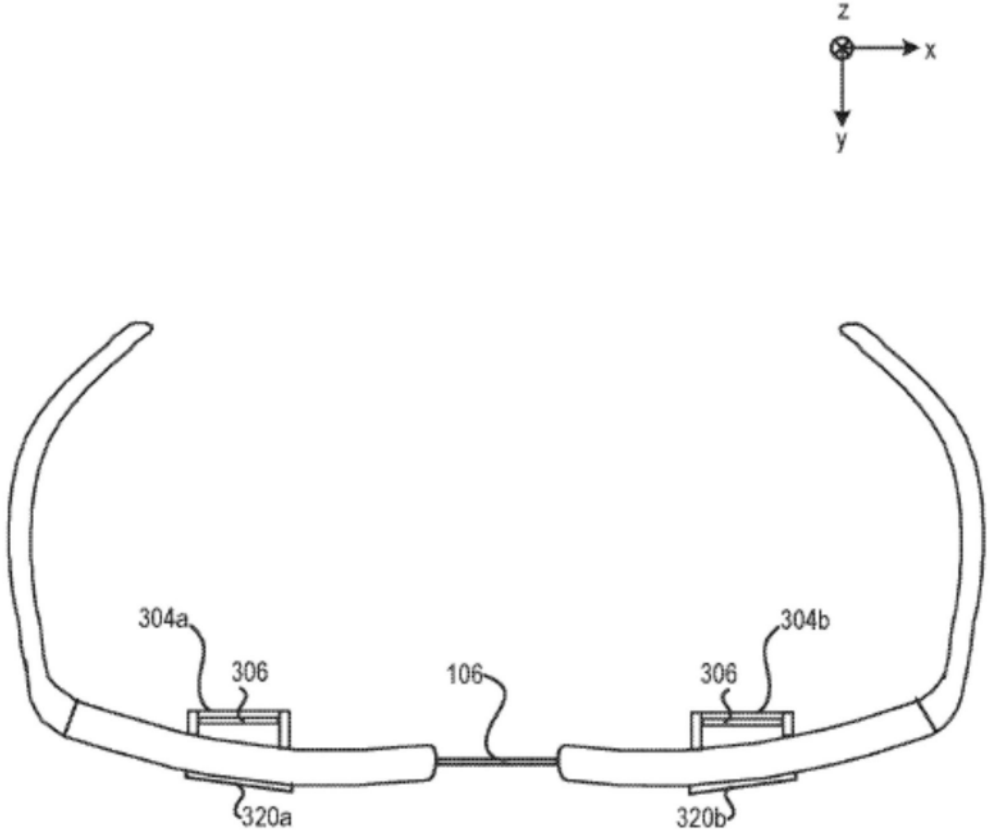


图3D

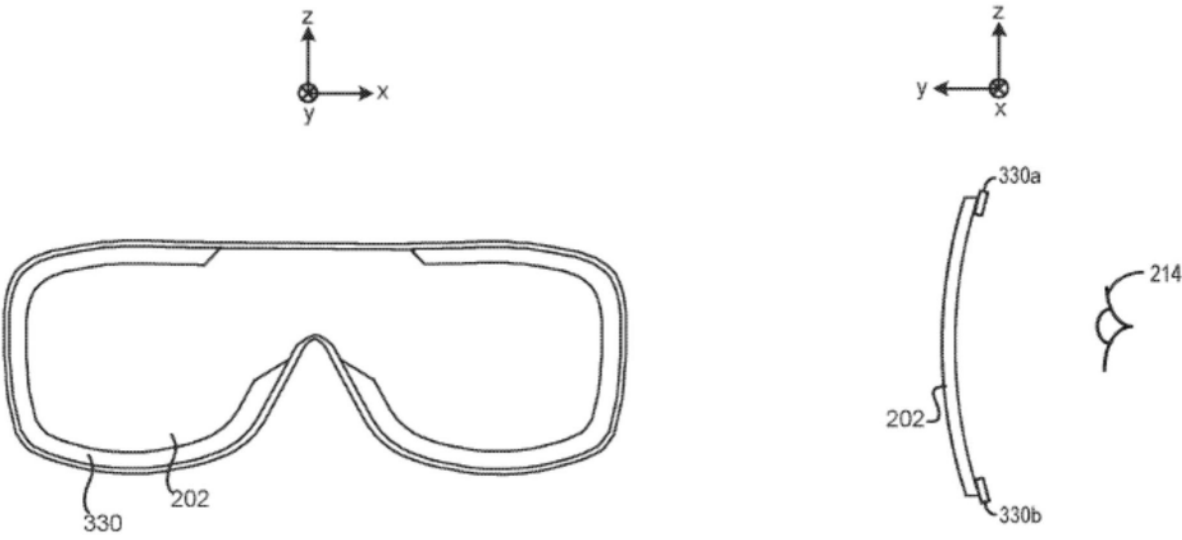


图3E

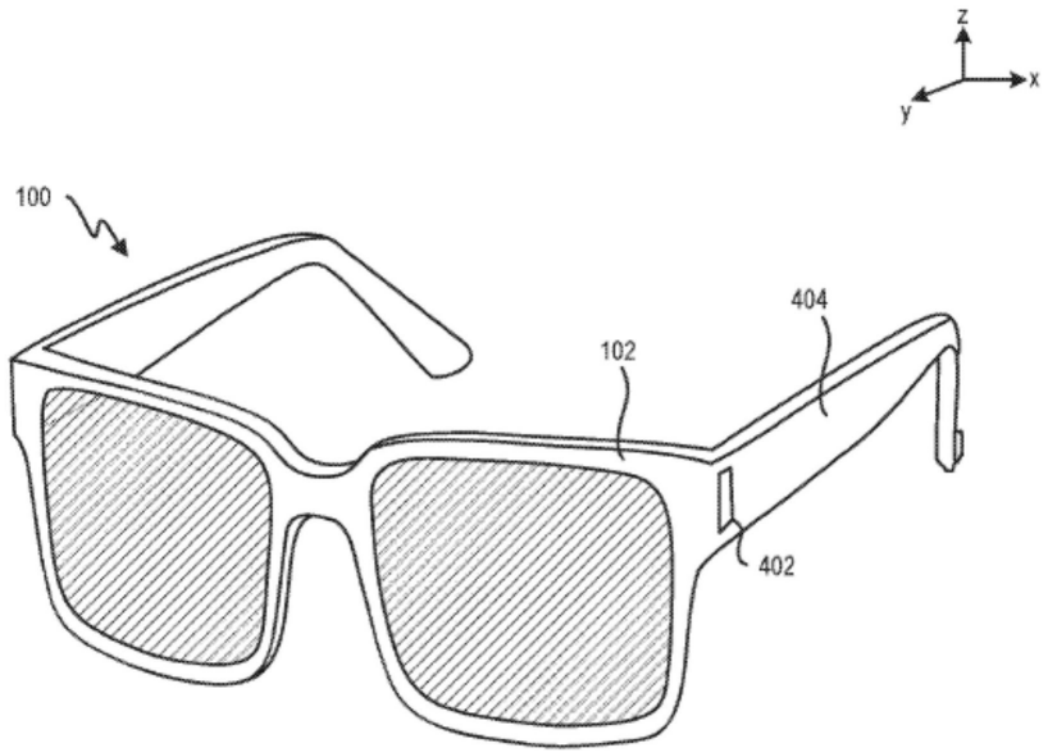


图4A

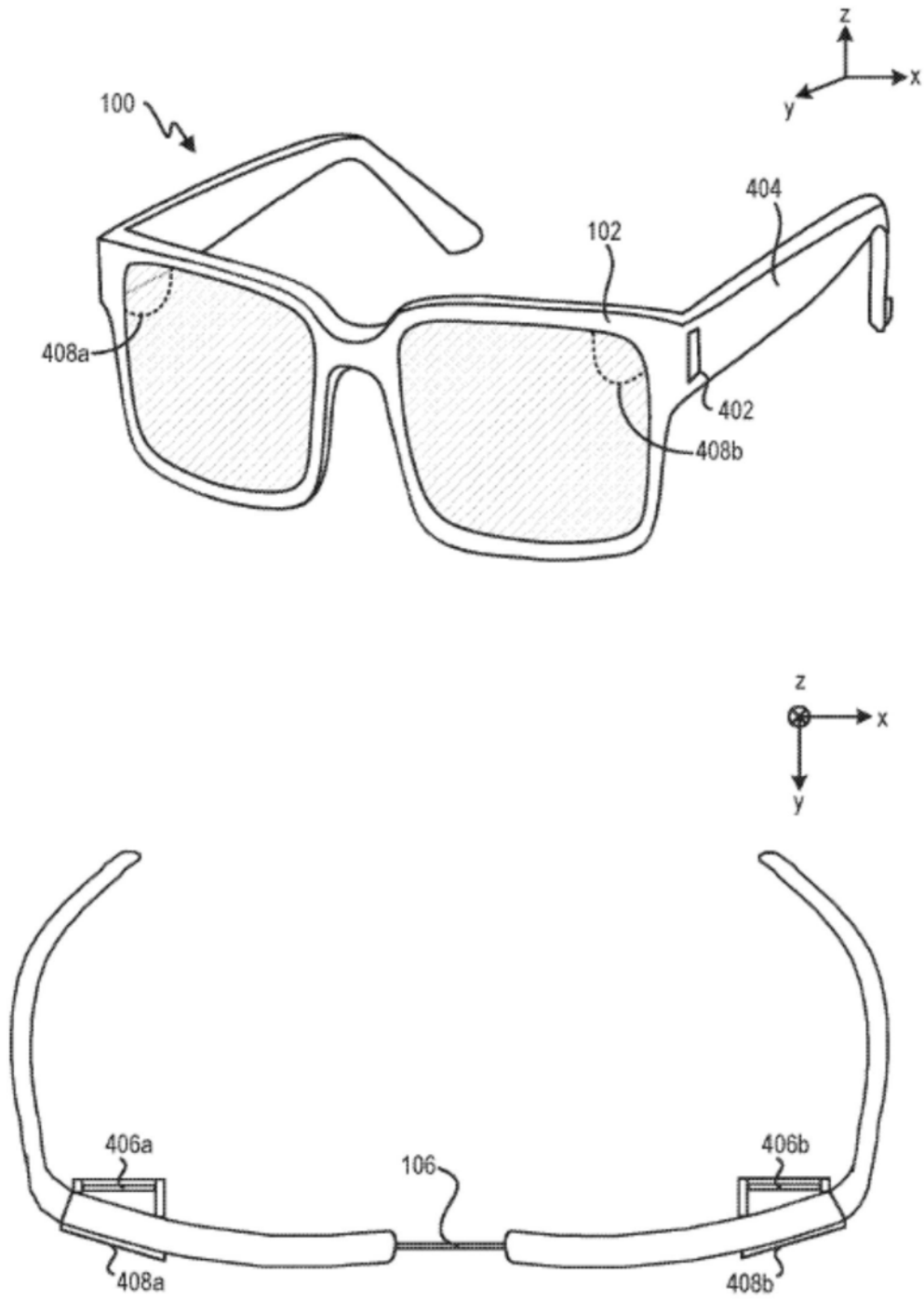


图4B

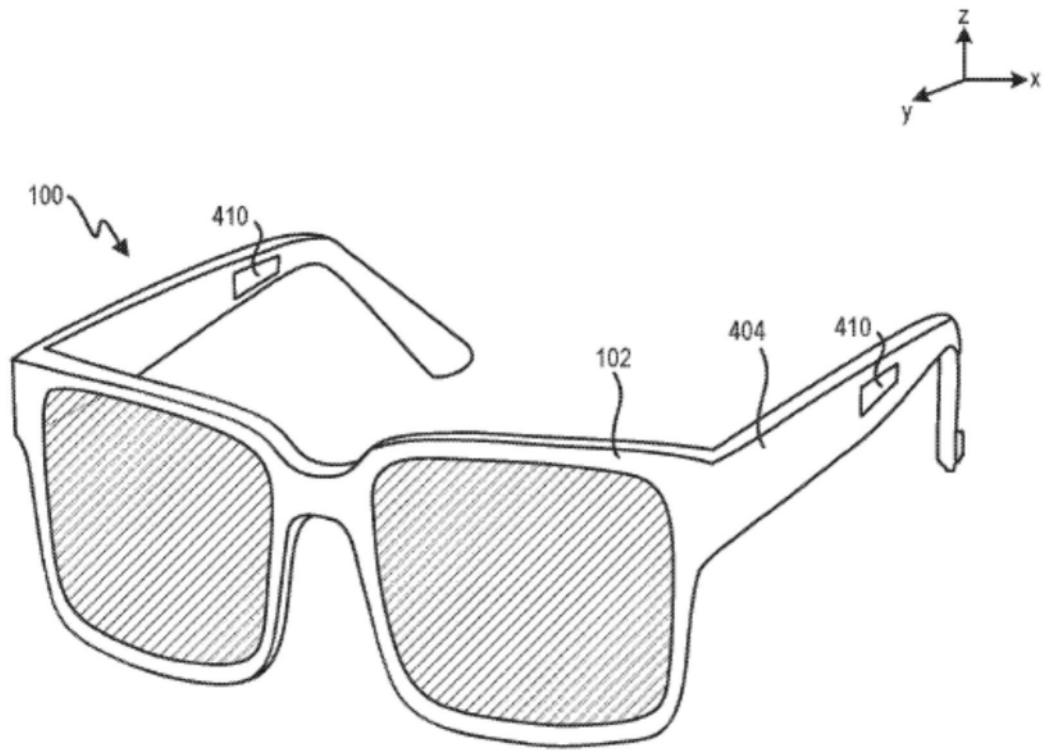


图4C

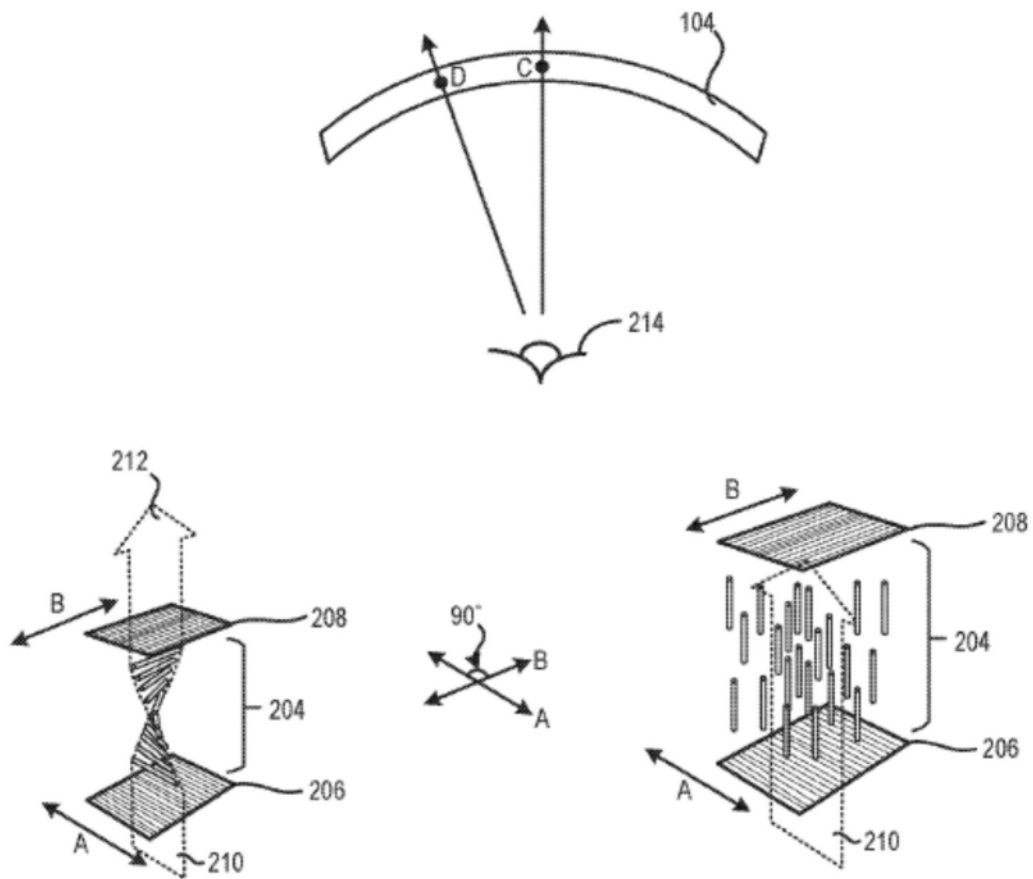


图5A

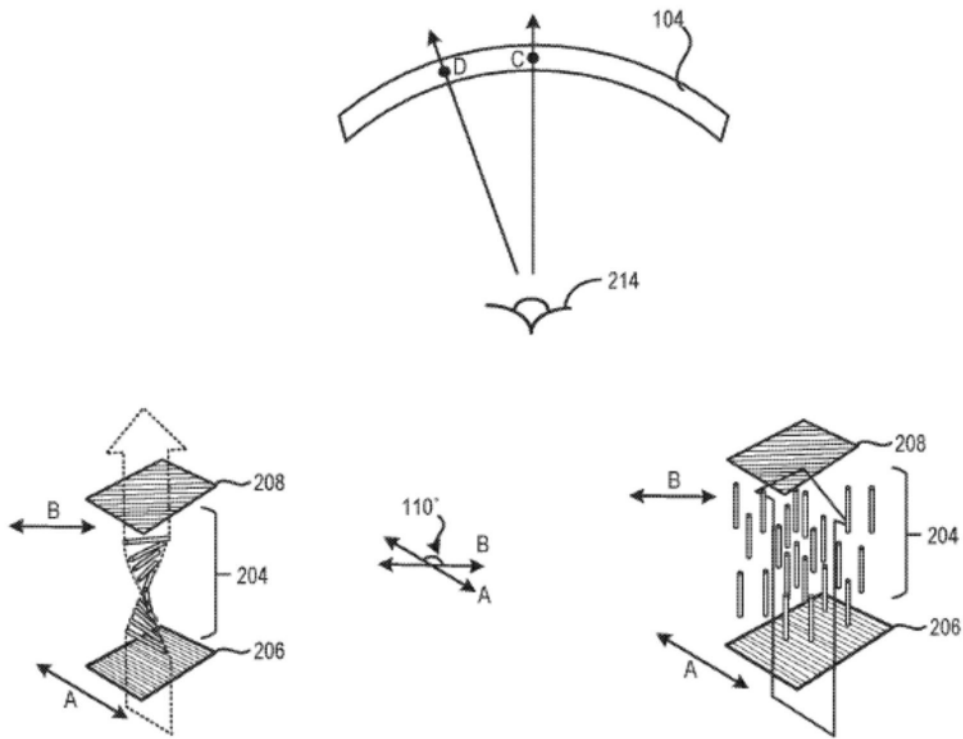


图5B

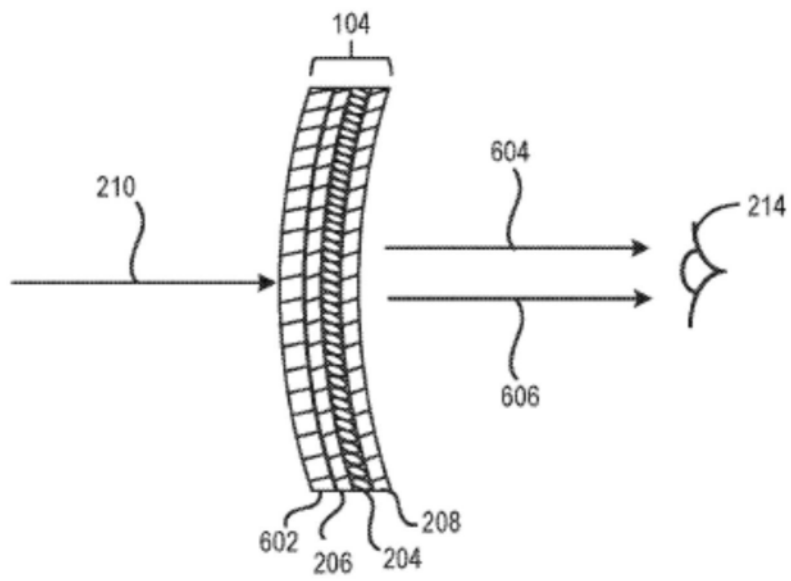


图6A

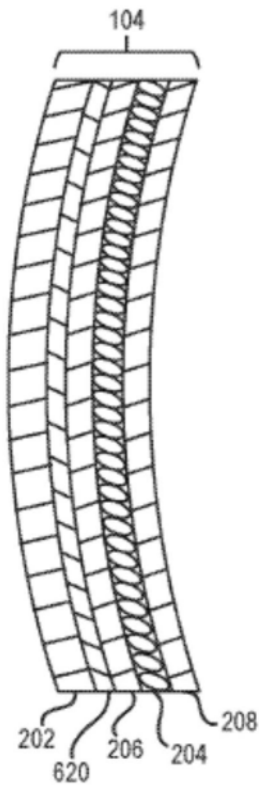


图6B

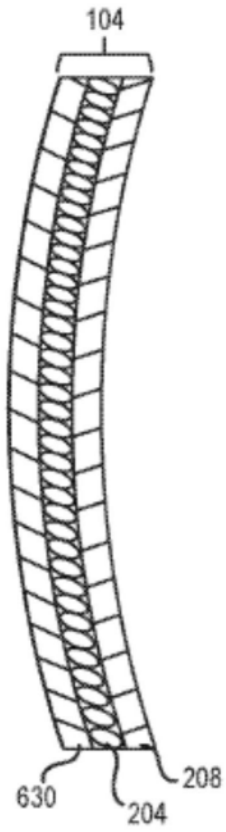


图6C