



# 国家知识产权局

**100004**

北京市朝阳区建国门外大街1号(一期)16幢3层0C316室 北京思  
益华伦专利代理事务所(普通合伙)  
赵飞(010-65055213-006) 佟巍(010-65055213-217)

发文日:

2019年10月18日



国际申请号: PCT/EP2018/000140

发文序号: 2019101500676880

国际申请日: 20180329

申请人: 康斯坦丁·罗格兹

发明创造名称: 增强现实(AR)眼镜和用于将虚拟图像混合到眼镜的佩戴者通过至少一个眼镜镜片可见的图像中的方法

## 国际申请进入中国国家阶段通知书

上述国际申请, 申请人办理的进入中国国家阶段手续, 经审查, 符合专利法实施细则第 103 条和第 104 条的规定, 该国际申请已进入中国国家阶段。现将给予的国家申请号和确定的进入中国国家阶段的日期通知如下:

国家申请号: 201880022772.1

进入中国国家阶段日期: 2019年09月29日

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

国际申请进入中国国家阶段声明(发明) 1份, 每份3页; 权利要求书 1份, 每份5页  
说明书 1份, 每份15页; 说明书附图 1份, 每份5页  
说明书摘要 1份, 每份1页; 摘要附图 1份, 每份1页  
专利代理委托书(中英文) 1份, 每份2页。

自从收到本通知书之日起, 申请人向国家知识产权局办理各种手续时, 均应使用上述国家申请号。

审查员: 赵霞

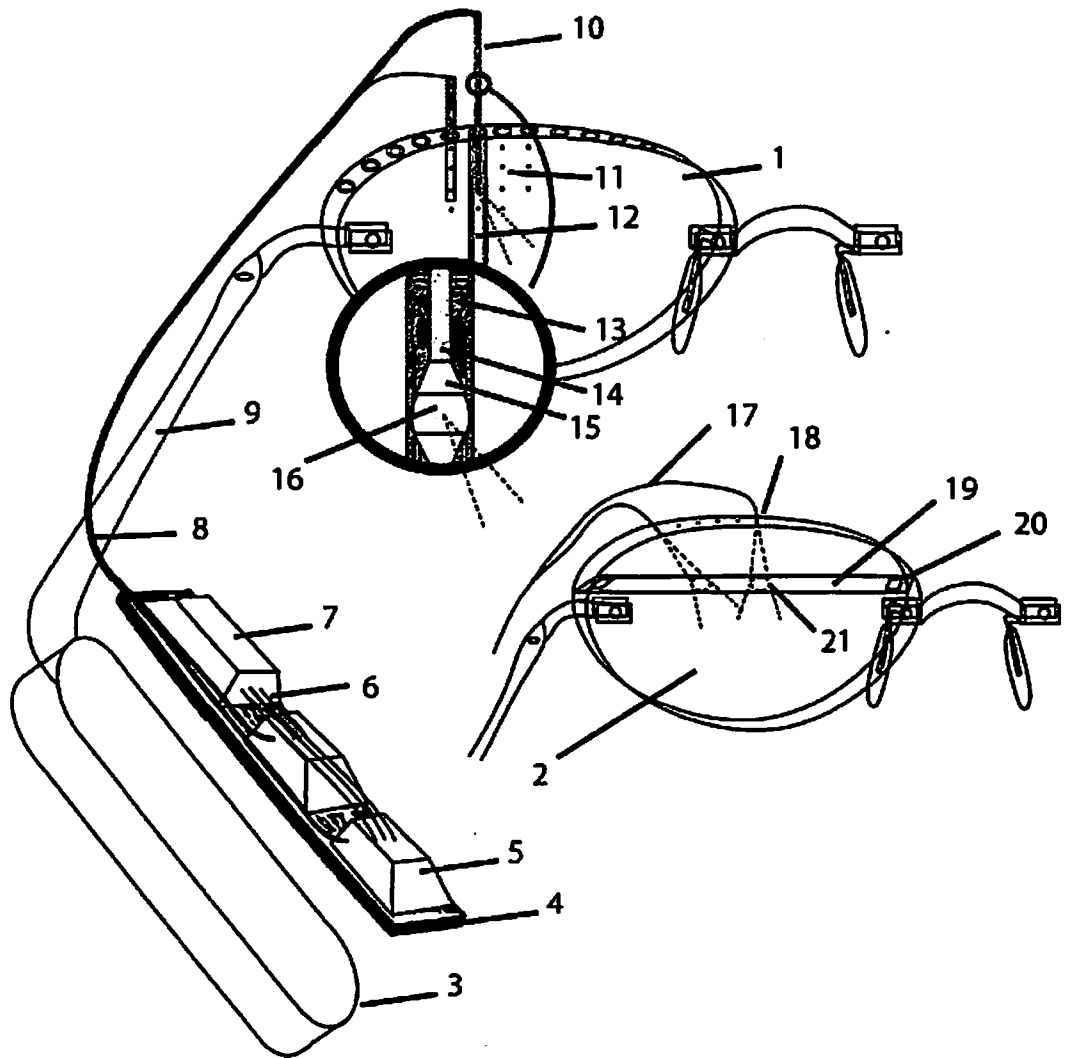
审查部门: 专利局初审及流程管理部

联系电话: 010-62088291

250302  
2018.10

纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处收  
电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

本发明涉及具有最高分辨率、任意视野、完全透明度、连续可变对象焦距、最小的眼睛照明以及在耳朵后面的投影仪单元 (3) 而在用户的脸周围没有任何社会危害性的技术暗示的简约 AR 眼镜。在无框眼镜 (1) 中建立全景图像栅格 (11)，其中使用多模光纤投影仪和 MEMS 切换杆 (10) 通过梯度折射率伪装光学管 (12) 直接在眼睛前方提供各个图像，优选地通过用于感觉不到地提供高分辨率全息投影的多模光纤投影仪、用于任意水平分辨率和视野的全景成像概念、用于巨大图像生成通量的快速 SLM DMD 芯片 (5)、用于完美地隐藏无框眼镜镜片中的硬件的梯度折射率伪装光学器件 (12) 和用于实现巨大的虚拟分辨率的由眼动追踪控制的自适应分辨率控制器件的组合提供各个图像。优化的 SLM 硬件和梯度折射率优化的光纤输入和输出还可提高眼镜的图像分辨能力。



1. 一种用于将虚拟图像混合到眼镜的佩戴者通过至少一个眼镜镜片可见的图像中的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 由多模光纤 (42) 制成的多个光纤投影仪 (59) 将具有大景深的虚拟图像投影到眼镜佩戴者的至少一只眼睛中, 其中所述虚拟图像是彼此相邻且彼此上下布置的各个投影 (48) 的栅格的全景图像 (全景成像), 当近距离观看时, 对于所述眼镜佩戴者, 所述各个投影合并成整体投影, 其中所述各个投影中的每一个均是所述虚拟图像的一部分 (37), 其中在每根光纤 (42) 入口端处安装有由计算机控制的空间光调制器 (SLM) (24) 或其他成像系统, 计算机为其计算复合的像素图案, 所述复合的像素图案由通过光纤 (42) 的传输矩阵 (36) 对原始图像进行变换而确定; 并且, 光学器件将由所述空间光调制器 (SLM) 提供的波前作为全息图或作为具有振幅和相对相移 (39) 的复合投影耦合到所述光纤 (42) 中; 并且, 在每根光纤 (42) 的出射端, 能够提供另一个光学系统, 以将从所述光纤 (42) 发出的原始图像投影到所述眼镜佩戴者的眼睛中。

2. 根据权利要求 1 所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 所述光纤投影仪 (42) 或相邻的延伸微光学系统直接布线穿过所述眼镜镜片中的伪装通道到达全景图像栅格 (64) 的最佳位置, 其中梯度光学器件使穿过所述眼镜镜片的光在所述通道 (66) 周围偏转并且使所述通道从外部不可见, 其中所述梯度光学器件的光学介质的折射率梯度沿所述通道 (69) 的方向从周围的高指数向较低指数减小。

3. 根据权利要求 1 所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 多个光纤投影仪末端位于眼镜镜片的边缘周围并且从那里被引导到所述眼镜镜片 (18) 中, 并且, 所述眼镜镜片设置有多多个可快速切换的镜面 (19), 所述多个可快速切换的镜面彼此相邻或彼此上下定位, 当所述多个可快速切换的镜面 (19) 被切换成为反射式时, 它们使投影 (21) 偏转并将其从所述眼镜镜片引导到眼睛上。

4. 根据权利要求 2 所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 整个微光学系统 (10) 隐藏在所述伪装通道中, 所述伪装通道另外集成 IC 开关逻辑和/或 MEMS 微型机械或 DMD 镜场和/或 3D 打印的梯度微光学器件 (70, 15)。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 所述全景图像的投影点位于至少两个平行的栅格平面 (47, 46) 中, 为每个平面提供不同的出射光学器件、不同的出射角, 从而提供不同的分辨率。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 彼此相邻且彼此上下布置的各个投影的重叠能通过选择全景投影点彼此之间相对于所述眼镜佩戴者 (58) 的最佳或最小瞳孔尺寸的距离 (11) 以彼此匹配的分辨率有效的方式 (51) 进行修剪; 和/或投影点的出射光学器件以这样的方式形成, 使得所述投影产生有效的有用方形形状; 并且, 安装至少一个眼睛摄像机 (53), 其测量瞳孔的尺寸。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 在面部区域之外安装至少一个 SLM (空间光调制器) (24); 并且, 所述 SLM (24) 被至少一个光源 (22) 照亮; 并且, 由所述 SLM (24) 产生的光前入射到另一个 SLM 表面 (76) 上或直接入射到耦合输入光学器件 (26) 上; 并且, 将至少一根具有前述的耦合输入光学器件的光纤放置在耦合输入场 (28) 中; 并且, 所述光纤被引导通过眼镜侧臂 (9) 或者在另一条路径上到达所述眼镜镜片, 其中投影出射点位于至少一个点 (18), 所述投影出射点能具有其他光学器件, 或者具有光学开关和微光学器件的光导延伸件, 或者具有 IC 逻辑 (10) 以及呈开关和微光学器件形式的 MEMS 元件的整个芯片系统。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 针对 AR 光纤投影优化的 DMD 芯片 SLM (空间光调制器) 用于利用多个光源或复合光源, 所述 DMD 芯片 SLM 能够倾斜或者相应地在其他方向和位置上调整 DMD 芯片上的多个微反射镜, 和/或在各个反射镜上具有多个附加的反射镜或衍射结构, 以使用来自不同方向的不同光源进行投影。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 针对 AR 光纤投影优化的 FLCOS (硅上铁电液晶) SLM 中, 位于其上的反射镜包括多个可独立调节的 FLCOS (铁电液晶显示器) 层, 以独立设置灰度值和相移。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 通过安装用于传输光的光纤和/或使用振动压电移动反射镜或柔光镜来减少所述光源的相干性。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 将具有多个耦合输入光学器件的耦合输入场 (28) 用作第一级, 如光纤多路开关, 其中在全息投影仪中, 全息图本身能够控制相应的耦合输入光学器件, 而未使用的光纤能够通过前述的 FLCOS (铁电液晶显示器) 膜片 (27) 或其他膜片

来关闭。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 在耦合输入场有源光纤后面的单个开关或连续切换开关系统能够控制投影点 (10), 所述投影点 (10) 由 MEMS 元件切换, 或者通过 DMD 反射镜或电致变色反射镜或压电致动器切换。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的增强现实 (AR) 眼镜, 其特征在于, 在光纤末端上安装梯度折射率光纤放大或收缩元件, 用于波前的进入和出射, 这使得能够产生更高的分辨率或更好的点光源。

14. 一种用于将增强现实 (AR) 眼镜中的虚拟图像混合到眼镜的佩戴者通过至少一个眼镜镜片可见的图像中的方法, 其特征在于, 通过由多模光纤 (42) 制成的多个光纤投影仪 (59), 将具有大景深的虚拟图像投影到眼镜佩戴者的至少一只眼睛中, 其中所述虚拟图像是彼此相邻且彼此上下布置的各个投影 (48) 的栅格的全景图像 (全景成像), 当近距离观看时, 对于所述眼镜佩戴者, 所述各个投影合并成整体投影, 其中所述各个投影中的每一个是所述虚拟图像的一部分 (37); 并且, 对于安装在每根光纤 (42) 的入口端处的计算机控制的空间光调制器 (SLM) (24) 或另一个成像系统, 由计算机计算复合的像素图案, 所述复合的像素图案通过所述光纤 (42) 的传输矩阵 (36) 对原始图像进行变换而确定; 并且, 通过光学器件 (40) 将由所述空间光调制器 (SLM) (24) 提供的波前作为全息图或作为具有振幅和相对相移 (39) 的复合投影耦合到 (41) 所述光纤 (42); 并且, 从所述光纤 (42) 发出的原始图像被投影到所述眼镜佩戴者的眼睛中。

15. 根据权利要求 14 所述的用于混合虚拟图像的方法, 其特征在于, 在所有铺设的多模光纤 (92) 的第一校准过程 (87) 中, 针对所有颜色分量和所有可能的传输路径 (102) 分别测量所述光纤的光置乱性质 (96), 并且由此, 统计地计算数学变换矩阵 (98), 或者以其他数据形式存储测量并且对所述测量进行进一步优化以便最佳使用; 并且, 在正常投影过程中, 从要显示的图像本身和存储的变换矩阵或者从其他存储和优化的变换信息 (84), 通过计算机整合和计算 SLM 所需的图像或衍射图案; 并且, 由此产生的波前 (39) 以不同的颜色分量和针对所需的投影点在时域中以快速序列由 SLM 产生, 并且耦合到相应的光纤中; 并且, 在所述眼镜镜片上相应地设置可能的另外的开关 (10) 或镜面 (19),

以将所述光引导到希望的出射点。

16. 根据权利要求 14 至 15 中任一项所述的用于混合虚拟图像的方法，其特征在于，所述光纤投影仪 (42) 或相邻的延伸光通道或光学系统直接穿过所述眼镜镜片 (64) 中的伪装通道到达全景图像栅格的最佳位置，其中梯度光学器件使穿过所述眼镜镜片的光在所述通道 (66) 周围偏转并且使所述通道从外部不可见，其中所述光学介质 (69) 的折射率的梯度构造为由内部的低指数到外部的较高指数，直至周围镜片的指数，并且连续的或没有过渡。

17. 根据权利要求 14 至 16 中任一项所述的用于混合虚拟图像的方法，其特征在于，在至少两个栅格平面 (47, 46) 中的所述全景图像的投影点被并行地控制 (74, 75)；并且，通过眼睛摄像机 (53) 捕获由所述眼镜佩戴者聚焦的区域；并且，确定必须寻址到哪些高分辨率投影点和哪些低分辨率投影点，其中能为每个平面绘制不同的分辨率和颜色深度。

18. 根据权利要求 14 至 17 中任一项所述的用于混合虚拟图像的方法，其特征在于，通过借助眼睛摄像机和传感器确定瞳孔尺寸和/或环境光强度来修剪所述各个全景图像投影的重叠以彼此匹配 (51)，并且将所述各个全景图像投影的重叠结合到所述剪切帧的计算中；并且，在图像绘制期间，突出的图像区域未通过硬或柔过渡被绘制。

19. 根据权利要求 14 至 18 中任一项所述的用于混合虚拟图像的方法，其特征在于，所述图像的生成主要通过全息方法实现，也就是说通过计算机计算的复合衍射图案来实现，所述复合衍射图案显示在所述 SLM 上，用激光或其他光照射，从而产生复合的波前，所述复合衍射图案调整振幅和相移，其中通过用多个光源或更复合的光前照亮 SLM 并且通过使用优化的 SLM 构造，可以增强光纤投影仪的全息图的质量和灰度深度。

20. 根据权利要求 14 至 19 中任一项所述的用于混合虚拟图像的方法，其特征在于，所生成的图像主要通过简单的像素图形来实现，也就是说通过直接传输所计算的复合振幅和相位图案来实现，然而通过使用优化的 SLM 构造和更复合的照明，同样产生振幅和相移区分投影。

21. 根据权利要求 14 至 20 中任一项所述的用于混合虚拟图像的方法，其特征在于，当将光纤投影仪优化的 DMD SLM 与适合于该目的的相应多个光源或复合光源一起使用时，所计算的 SLM 图案整合成给定光源的优化混合，以在耦

合输入点产生最佳振幅和相移图案。

22. 根据权利要求 14 至 21 中任一项所述的用于混合虚拟图像的方法，其特征在于，对于低分辨率光纤投影，对于 3 个颜色分量 3 个 SLM 周期就足够了，因为每个周期的灰度值由所述全息图、所述多个光源确定，或者由每个像素的传输模式 (96) 确定，由此可以利用快速 SLM 来处理大量的环境投影。



增强现实 (AR) 眼镜和用于将虚拟图像混合到眼镜的佩戴者通过至少一个眼镜镜片可见的图像中的方法

### 技术领域

[001] 本发明涉及 AR (增强现实) 眼镜, 它像普通眼镜一样是透明的, 但是还可以以高分辨的方式将虚拟对象或虚拟图像叠加到通过眼镜镜片可见的真实图像中。具体地说, 本发明涉及一种 AR 眼镜, 通过将多个光纤末端直接放置在眼镜佩戴者的瞳孔前方, 它将分辨率动态光场投影到瞳孔中; 其中光纤馈线通过光学伪装装置以从外部看不见的方式被布线穿过镜片, 并且可以通过光学开关加以分配; 并且, 其中在眼镜佩戴者的耳朵或头的后面, SLM 处理器、传输矩阵变换图像被耦合到光纤中, 使得瞳孔前方的光纤末端发出完美的局部图像。

### 背景技术

[002] 已知各种如何功能地构造 AR 眼镜的系统。在这种情况下, 对通过眼镜镜片或棱镜背向反射较小显示器的老式方法进行粗略区分。这种方法使得该显示器的框架过大或者可见部分非常小, 所以在此不再进一步说明 (例如, 谷歌眼镜或 Meta 2)。

[003] 另一种最近的方法是使用平面波导, 所述平面波导允许图像通过衍射光栅从屏幕出来。然而, 这种技术仅提供非常有限的视角和较差的可见度 (例如, 全息透镜或 Magic Leap)。一些尚未实现的较新的方法产生全景图像的多个局部部分的光场, 这些局部部分以栅格图案排列。这些局部图像 (如在 Magic Leap 的一些专利方法中) 通过快速切换镜面棱镜 (光门) 的栅格或者通过衍射光栅 (具有嵌入式衍射光栅的波导) 从侧面投影到眼镜镜片中, 然后进入眼睛中。Magic Leap 还提出使用振荡单模光纤作为特别小的图像投影仪。

[004] 另一个系统 (来自 UNC 的 Pinlight 显示器) 通过 SLM (空间光调制器) 将波前偏转到眼镜镜片上的粗糙点栅格上。当从近距离观看时, 粗糙点像光场区段的屏幕一样工作, 但是其从外面照亮。

[005] 已知 3D 监视器，其通过眼动追踪将计算机生成的全息图投影到观察者的眼睛的方向。同样借助于 SLM，生成子全息图，然后子全息图被整合成总全息图。

[006] 现有技术的缺点

[007] 到目前为止所呈现的设计远远不像具有最小可能框架的可商购获得的眼镜。然而，谷歌眼镜的市场经验清楚地证实：在每天都使用眼镜的情况下，与普通眼镜相比即使是最小的异常也会对市场接受度造成问题。个人的面部表情和目光接触通常是太社交敏感的，以致于不能通过未来的技术使它们没有瑕疵。另外，眼镜的像素分辨率很差、透明度有限、不像真实对象那样聚焦、只提供有限的视野、并且将大量的光投影到眼睛中。

## 发明内容

[008] 本发明的优点和目的

[009] 本发明的优点和目的是将具有直接紧固到镜片上的鼻梁和侧臂的最简约的无框眼镜 (1) 用作模型，并且在其中集成几乎不可见的光学系统 (10)，所述光学系统向眼睛投影从外面不可见的高分辨率的全景光场 (至少 20K) (48)。光场的范围仅受限于眼镜的视野，因此在相应的眼镜设计的情况下，甚至 220 度的视野也是可能的。镜片在前方涂有 LCD 暗化层。另外，容纳至少 2 个指向眼睛的摄像机和 2 个指向视野的摄像机 (53)。

[010] 镜片也可以被设计为普通眼镜商镜片。

[011] 在便携式单元 (3) 中或在耳朵和头后面的耳机的末端处可以容纳任何看起来更繁琐的技术。

[012] 如有需要，投影的光场的图像可以为视野中的每个对象提供调整后的聚焦，以便模拟眼睛-聚散度-聚焦关系，并且另外可以以尽可能高的视网膜分辨率显示聚焦的对象而无需转动头部。该专利表明，“主流”眼镜的构造绝对是可能的。然而，这也需要对“开源”操作系统进行范式转换，这将使用绝对信任的区块链构造来面对 AR 数据隐私问题，并且将使 AR 眼镜成为最终的区块链应用。

[013] 搜索关键词

[014] 针孔投影仪、全景成像、光学隐形装置、多模光纤内窥镜、计算机生成

的全息图 CGH、中心凹形绘制、视觉辐辏调节冲突、时域成像、振幅和相位复合调制 SLM、Magic Leap、全息透镜、SLM、DMD、DLP、FLCOS、增强现实 AR、混合现实 MR、矩阵光学、斑点降低、压电 FTIR、电致变色镜、针孔眼镜。

### 附图说明

[015] 在下文中，针对几个实施例更详细地解释了本发明，所述实施例在附图中示出，其中：

[016] 图 1 是采用微电子机械系统 (MEMS) 技术或开关式反射镜的 AR 眼镜概况；

[017] 图 2 是整个系统的概念视图；

[018] 图 3 是多模光纤投影仪的概念视图；

[019] 图 4 是 AR 眼镜分辨率动态全景图像；

[020] 图 5 是眼镜镜片中的梯度光学隐形通道；

[021] 图 6 是眼镜镜片中用于聚焦和环境的投影平面；

[022] 图 7 是双级投影仪的概念视图；

[023] 图 8 是单级投影仪的概念视图；

[024] 图 9 是 AR 眼镜校准机；和

[025] 图 10 是传输模式测量的概念视图。

### 具体实施方式

[026] 如附图所示，对于 AR 眼镜，全息投影仪 (3) 中低分辨率局部图像 (51) 馈送至少 300 个光纤投影点 (48) 的每个，所述全息投影仪 (3) 位于头的后面，并且由多个 SLM 光处理器组成。输入光纤随意地布线穿过眼镜侧臂 (9) 和眼镜边缘 (62) 以便在眼镜处进行投影。因此，有多种方法 (34) 关于投影如何直接进入眼睛前方的栅格中，以便因此将多个局部图像或全息图直接投影到瞳孔中。线变型 (2) 将投影点定位在眼镜边缘处，并且在镜片内使用快速可切换的镜面 (19)。如这里所述，优选的点变型使用梯度折射率光学隐形系统 (12, 69)。为此目的，眼镜镜片中的光纤布线穿过小型光学隐形管 (12)，使得光纤或连接到其上的最终 MEMS 开关系统 (10, 70) 从所有侧面 (66)

看在镜片中都是不可见的。因此，光导可以在眼睛正前方的镜片中以栅格形式投影到眼睛中。

[027] 从眼镜佩戴者的角度来看，各个投影合并成填充视野的高分辨率全景图像(48)。通过右侧镜片和左侧镜片而从投影仪的立体分离已经产生3D印象。然而，可以为每只眼睛提供全息图像，眼睛可以由远及近平滑地聚焦到所述全息图像上。只有这样，根据头的运动（陀螺传感器）与3D图像的动态计算的相互作用，以及相应的暗化LCD掩膜（31，67）的叠加，才能将完美的全息图像混合成现实。由于光纤投影点非常小，它们甚至提供具有特别高的景深的图像，使得投影仪只能在非常近的对象的情况下调整聚焦。以这种方式，由于光学器件，眼镜镜片也会比普通眼镜（66）更透明。以相反的方式，也可以并行使用或专门使用一些光纤作为摄像机（25，53）。对于每根光纤，处理器或计算机根据各个传输矩阵（23，36）对图像部分进行变换，在校准（87）期间针对每个光纤（92）和每个点（102）测量所述传输矩阵。然后SLM（空间光调制器）（24）产生光前（39），所述光前（39）不仅将精确的光强度分布耦合到光纤（41）中，而且还将相移分布耦合到光纤（41）中。仅通过包括相位分布的该光前转换，对于基本颜色可以相应地使用单个多模光纤（42）作为光通道和投影仪（44）。描述了用于投影图像的各种方法，其仅使用一个SLM（83）或者多个串联的SLM（76，77）以节省计算时间（78，79）。一种方法始终关注计算机生成的全息图以及有效的全息灰度生成（全息投影仪）。第二种方法始终关注用于传输和聚焦的不同矩阵的计算使用（矩阵投影仪），并且需要具有特殊照明的特别优化的SLM以产生相移。AR应用通常仅显示较宽视野（46）内的少数对象。投影仪仅动态控制对象所在位置的那些光纤投影仪。通过追踪眼睛（眼动追踪）（53），另外只有那些当时聚焦的投影仪（47）以更高的分辨率被寻址。因此，大多数投影点仅被给予低的分辨率（45），因为在任何情况下人类视觉感知都不以高分辨的方式感知周围环境。由于强烈的眼球运动（71），使用用于聚焦和环境投影的至少两个并行的全景成像栅格平面，它们通过不同的投影角度（74，75）允许不同的像素密度，并且精确地适应于瞳孔，从而不会获得任何令人不安的眼睛照明。仅仅由于这种大规模的分辨率和工作负荷减少，并且由于大量使用预先计算的模块化衍射图案或图像图案，可以使用最快的SLM光处理器和并行图形处理

器来实现当今的成像过程。通过一系列方法，特别是通过投影中略微不相干的激光，可以滤除干扰斑点效应。

[028] 通过小型伪装管中的 MEMS 光纤开关 (10)，减少了光纤束 (8) 的数量，由此增加了光纤的厚度和分辨率。在 SLM 芯片上进行技术优化，这能够实现 AR 眼镜的最佳的全息图或矩阵投影。通过利用多个不同光源或整个照明全息图照射 SLM 芯片并且利用可在多个方向上倾斜的 DMD 反射镜，可以大大地优化单个耦合输入点的投影。因此，对于极快的 SLM 光处理器，可以在单个成像周期内生成灰度级。然后，对于每只眼睛的全景光场的每个单独投影（例如 150）以及对于每个 RGB 颜色分量以及 60Hz 的图像速率，DMD 芯片的每秒 24000 至 32000 个周期可以建立完整的图像，用于在时域中进行连续显示。然而，实际上，对于普通 AR 应用，仅使用更小的图像区域。

[029] 对于该技术的进一步细节和变型，参考德国专利申请号 102017003336.6，其内容通过引用并入到本专利申请中。

[030] PV 点变型 (11)

[031] 这种变型的名字基于微小的光纤尖端获得，由于所述光纤尖端投射远远超出光学伪装，因此它们实际上只显示出模糊的阴影。如果光纤尖端完全移入伪装区域中，则根本无法再看到它。这种变型的魅力在于从镜片无任何东西到立即出现图像的效果被认为是神奇的。从技术上讲，这种变型特别有吸引力，因为它可以充分利用所呈现的可能性和自由度。

[032] 隐形效果：这里的技术基础是隐形效果 (66)，隐形效果允许薄的空腔 (64) 在致密光学介质 (68) 中光学地不可见。这通过空腔周围的具有急剧下降的折射率的环状层 (69) 实现，其中周围的光学介质必须以相当高的折射率（至少 1.7）开始，而在隐形区域处的最后一层仅具有最小折射率（至多 1.5）。在这种情况下，光束完全围绕空腔 (66) 被引导。因为人们总是将光解释为直的，所以不会感知到空腔。

[033] 完美的伪装体是相应的管 (12)，但是更复杂的空间（如椭圆形）从所有侧面看被完美地伪装。

[034] 特别大量的光纤：对于点变型，大量光纤围绕眼镜边缘布线穿过并且分布到直接终止于眼镜镜片 (11) 内的投影点的栅格。为了进入镜片内部，几个伪装管 (12) 布线穿过镜片彼此相邻。将光纤拧入玻璃管中并且在伪装管

(64) 内以约 1-2mm 的曲率半径弯曲，然后通过管中的孔精确地指向瞳孔的方向(60)。光纤在其末端具有光学系统，该光学系统与伪装管的性质相结合，光学系统在瞳孔方向上发出投影锥。该系统允许沿所需方向 (59) 精确地发出光纤投影。

[035] 通过近光场投影的原理，投影仪的致密栅格将成为全景图像 (48)。通过投影修剪技术 (50, 51)，然后由重叠图像生成完美组合的图像。

[036] 弯曲的管和边缘: 伪装管形成为弯曲的形状，以便符合眼镜镜片的曲率。为了同样地伪装镜片周围的布线通道，采用与伪装的半壳(61) 相同的技术。

[037] 耳机的连接可以通过两个管之间的孔来实现。

[038] 更多投影平面: 设计变型的一个重要条件是能够容纳多个投影平面的可能性。由于用于显示环境的强烈的眼球运动，这是需要的，并且在后面的段落中加以描述。为此目的，可以并行地馈入第二和第三栅格，这提供不同的投影角度。根据眼睛取向，然后投影单元将控制使用哪个平面。

[039] MEMS 技术的使用: 在使用 MEMS 技术的先进实践的情况下，伪装管中容纳复杂的杆状微系统 (10, 70)，其由 MEMS、晶片级光学器件和纳米光学印刷方法产生，并且其由具有偏转反射镜开关和投影光学器件 (16) 的光导体 (14) 以及控制电子器件 (13) 组成。

[040] SV 线变型 (2)

[041] 这种变型的名称基于各个镜片本体之间的细槽获得，然而，在实际中，通过粘合结合这些细槽是不可见的。

[042] 可切换的反射镜: 这里的技术基础是一种方法，该方法允许使得两个镜片本体之间的层以高频率反射或至少部分地反射 (19)。因此，位于眼镜边缘处的光纤投影仪 (18) 可以允许其在镜面 (21) 处的投影沿瞳孔的方向被引导。通过在彼此下方的多个这样的切换反射镜和相应的切换，单个投影仪可以连续地并且从不同的方向生成多个图像。在这种情况下，镜面层在镜片的整个宽度上延伸，使得多个投影仪可以并行地显示一个 Y 坐标的图像。因此，在眼睛前方形成单个图像的光场栅格。可能的切换反射镜方法是:

[043] SV6 受抑全内反射 FTIR: 利用 PIEZO (压电) 元件通过延伸间隙来产生内全反射或仅产生受抑 TIR，PIEZO 元件通过膨胀或振动形成间隙。

[044] SV8 电致变色反射镜:

[045] 电致变色反射镜的系统用作反射镜（电致变色反射镜）。

#### [046] 变型投影仪附件

[047] PA1: 根据小型化程度（3），计算单元可以直接安装在眼镜上，也可以设计为单独的单元。在这种情况下，然后可以以无线或有线结合方式设计连接。

[048] PA2: 投影仪和计算单元可以放置在位于头后面的单元中。

[049] PA3: 投影仪和/或计算单元可以放置在身体上的口袋或皮带中的单元中。计算单元本身还可以无线地保持在手提包中或简单地保持在离用户最多延伸 10 米的环境中。

#### [050] 光场投影剪辑的变型

[051] 全景光场产生重叠的圆形投影（50）。在图像绘制（剪辑）期间必须切掉重叠（51）。

[052] PB1: 通过眼动追踪精确地检测观看方向，并且计算剪辑帧。

[053] PB2: 另外，通过眼动追踪摄像机检测瞳孔宽度，并且调整剪辑帧。

[054] PB3: 柔和过渡：剪辑的边缘轻微地自由过渡且平滑地修剪，使得投影以较小的公差彼此匹配。

#### [055] 覆盖掩码功能

[056] 在前方，AR 眼镜设置有高分辨率的暗化 LCD 显示器（67），所述暗化 LCD 显示器通过眼镜镜片覆盖整个视野。

[057] 非透明虚拟对象的背景覆盖：暗化的主要功能是在需要时使叠加的虚拟对象不透明，从而覆盖现实。为此目的，对于每个虚拟对象，计算相关的掩码。

#### [058] 环境识别和对象识别

[059] 本地 AI 服务器用于模式识别。用环境摄像机（53）扫描环境，并且通过神经网络（深度学习）尽可能将所有对象分配给已知的逻辑对象。在计算机中，设置了可通过用户界面访问的数字破译世界。然后，用户界面可以以对象相关的方式工作。

#### [060] 伪装光学器件的变型

[061] 可以以各种方式在致密的玻璃介质中实现伪装光学器件。形状不必是管状，而是可以采用更复杂的形式，然而伪装不变，如下所示：

- [062] TO1 圆形：伪装通道具有完美的圆柱形状（12）。
- [063] TO2 椭圆形：伪装通道具有完美的椭圆形状。
- [064] TO3 壳形：在镜片的边缘处，伪装光学器件具有壳形状（61），其可由边缘填充。
- [065] TO4 具有弯曲：除了它们的均匀形状外，形状以变化的方式或均匀的方式弯曲。
- [066] TO5 整个栅格：形状形成为具有相应的分支或交叉点的网格或栅格。
- [067] TO6：分支处的弯曲：分支处的急剧过渡是圆润的。
- [068] 伪装功能由光的均匀偏转产生，光的均匀偏转由多个不同的层（69）产生，在空腔周围多个不同的层具有减小的光密度。这些梯度曲线可以不同地进行设计：
- [069] GR1 不同的折射率：这些层具有彼此匹配的不同的折射率。
- [070] GR2 不同的色散值：这些层具有彼此匹配的不同的色散值，以增加伪装的光学一致性。
- [071] GR3 非常厚或非常薄的层：这些层设计得相当薄或相当厚。
- [072] GR4 减少到不等的程度：这些层不是均匀地减少，而是在其密度（折射率）或其厚度方面指数地或以不同的量变化。
- [073] GR5 逐渐或连续地：层以阶梯方式彼此施加，或者层在其密度方面彼此连续地融为一体。
- [074] 伪装光学器件穿孔的变型
- [075] 为了从伪装的内部进行投影，可能需要刺穿伪装护套（穿孔）（69）。这可以通过各种方式进行：
- [076] TP1 孔：在相应的点和角度处制造孔（69）。
- [077] TP2 钻孔深度：校正的光学行为由孔的深度决定。
- [078] TP3 钻孔形式：孔的形状改变行为。形状可以为球形、圆锥形、狭缝、楔形或其他形式。
- [079] TP4 钻孔的填充：用另一种光学介质填充或封闭钻孔。
- [080] TP5 内孔：在层的构造的中间阶段制造孔，封闭孔，然后继续构造。因此，孔仅从内部起作用。
- [081] 伪装光学器件层结构和穿孔印刷



[082] 为了以质量适合的方式配置伪装光学器件的生产，每次逐层构造具有框架的整个栅格。在这种情况下，每次施加一个 UV 固化聚合物层或具有相应折射率的另一种材料。现在为了在伪装管的投影点处进行光学穿孔，使用“气泡喷射”式打印机技术将具有不同折射率的另一种聚合物喷射到这些点上。后一种聚合物在该点处取代先前施加的层。然后将该层 UV 固化并施加下一层。在这种情况下，步骤和打印材料的顺序可以变化。

[083] PD1 在层施加之前进行印刷：在整个层施加之前印刷穿孔点。印刷材料也可以是抗熔剂，所述抗熔剂防止涂层流到这一点。

[084] PD2 在层施加之后进行印刷：在整个层施加之后进行印刷。

[085] PD3 仅印刷掺杂剂：仅注入改变折射率的物质。

[086] PD4 在层施加之前和之后进行印刷：进行印刷前和印刷后的组合，其还可以包括层的中间硬化。

[087] PD5 进一步校正印刷：在层上印刷其他点以进行光学校正，否则可能会干扰穿孔印刷。

[088] 伪装光学器件嵌体的变型

[089] 根据技术状态，可以对伪装管的内部工作进行不同地设计。主要任务是投影的校正定位和光导弯曲。在更高的技术水平下，切换和分支化也可以容纳在其中。另外，还可以安装投影系统和记录系统。

[090] TI1 结构：制造更复杂的保持结构，其中对光纤进行布线并安装其他光学元件。

[091] TI2 光学嵌体：制造窄的微芯片，其具有由晶片级光学器件、偏转光学器件和透镜产生的波导，所述微芯片精确地生成所需的投影点，并且在眼镜边缘提供线条。在眼镜边缘处，然后容纳具有 MEMS 开关和光学器件的窄 IC，这 IC 执行将光纤信号分布到这些线条上。

[092] TI3 MEMS 板 (70)：将极窄且极长的微芯片投入使用，除了电路外，它还集成了许多 MEMS DMD 微反射镜作为光学开关，以及集成了许多光导体和透镜。该芯片可以使用 IC、MEMS (13) 和晶片级光学器件 (15) 技术进行批量生产，并且可以使用纳米聚合物光学打印机进行精制。

[093] 投影平面的描述和变型

[094] 光场投影由玻璃纤维投影仪的栅格组成，所述玻璃纤维投影仪在眼镜镜

片中相对靠近眼睛安装。眼球(58)中的瞳孔位于相对靠近眼镜镜片的位置，因此通过相对大的眼球的旋转显示出相对强的位移(71)。这种强烈的眼球运动发生在右/左以及向上和向下四个方位。因此，目标的位置很大程度上取决于观看方向。

[095] 这对于传统显示器来说没有问题，因为普通屏幕以高视角显示每个像素。屏幕的光，即使在眼镜镜片的反射表面上反射，也会相对强烈地照射到所有方向上并且照亮整个眼睛区域。

[096] 光场根本不同：相比之下，从一个点开始的光场的各个投影在瞳孔方向上辐射出完整的图像，就像电影放映机一样。对于图像如何到达眼睛，这是一个完全不同的原理。因此，仅投影角度(74)受限。

[097] 根据厚度，光纤仅传输有限分辨率的图像，然后所述图像在光纤的末端被带到所需的 $20^{\circ}$ 至 $40^{\circ}$ 的出射角(74, 75)。

[098] 仅仅因为人眼中相对宽的瞳孔，这些投影点将形成圆形图像。投影的出射角决定图像的分辨率密度。

[099] 为了在刚刚聚焦的区域中获得具有尽可能高的分辨率的图像，在光场中，投影仪必须在该方向(59)上提供特别小角度的投影。为了在非聚焦区域中获得环境的低分辨率图像，在光场中，投影仪可以在该方向(60)上提供广角投影，使得投影可以用于瞳孔的最大可能的视角。

[0100] 由于这些局部较小的投影角度，光场必须精确地匹配眼球的视线运动。

[0101] 这些情况也是需要使用至少两个并行的完整投影场平面的原因：一个平面用于聚焦区域(47)，而一个平面用于剩余未聚焦的环境(46)的成像。

[0102] 通过直接位于MEMS技术中的投影点处的光学开关和晶片级光学方法中的最佳光导技术，对于用于不同分辨率的投影点的数量没有限制。要布线的光纤的数量极大降低，因此光纤束非常细。相比之下，单根光纤可能更厚并且可能具有更高的分辨率。

[0103] 降低视野分辨率的变型

[0104] 覆盖整个视野的高分辨率AR眼镜的理论像素分辨率很容易达到2千万到4千万像素。然而，幸运地，实际使用的AR全息投影与传统的图像投影仪或监视器完全不同。

[0105] AR 1 仅存在的对象：在增强现实中，整个视野几乎没有被虚拟对象完

全覆盖。在大多数情况下，只有少数分散的对象（46）混入现实中。

[0106] AR 2 仅聚焦的区域 HQ：实际 AR 的第二个方面是这样的事实：人们总是只能看一个点，并且只有在那个点才能以高分辨和聚焦的方式感知细节（47）。以低得多的分辨率感知整个剩余环境（45）。通过眼动追踪，AR 全息投影仪始终准确地知道眼睛看向了哪里以及看到哪个深度。利用这些信息，投影仪只需要以最高的分辨率投影非常小的部分。剩下的投影仪可以通过少得多的图像周期简单地以较低分辨率工作。这再次导致节省大量的图像速率。分辨率降低的类型可以以更低的图像频率、像素分辨率、颜色深度和可聚焦性的形式用于环境。

[0107] AR 3 聚焦区域中更低的帧速率：第三方面是，聚焦的相对静止的对象的重叠率需要远低于快速移动对象的重叠率。人眼只在外围感知闪烁，而在聚焦区域感觉很慢（47）。

[0108] 因此，从技术上讲，可以降低聚焦区域中的重叠率，并且当移动较快时，可以略微降低分辨率。

[0109] AR 4 仅在聚焦区域中进行聚焦调整：只需要在聚焦区域中实现实际聚焦到对象上的可能性。

[0110] 矩阵全息图和混合投影仪（35）

[0111] A1 矩阵投影仪：变换矩阵 TM 不是通过变换全息图光学地执行，而是应用于计算机中纯粹计算的图像。以正统方式使用 SLM 以将该图像放置在光纤末端的前方。因此节省计算机生成的全息图的复杂性，并且仅需要为其优化并且具有照明系统的 SLM（83）。

[0112] B1 混合投影仪：正统使用的 SLM 的普通像素栅格用作图像。然而，对于光纤变换矩阵的应用，第二 SLM 表面用作 CGH，并且随后在眼睛的前方投影真实的全息图（76，77）。这是可以实现的最简单的实施方式，因为对于 CGH（计算机生成的全息图），只需要使用很少的额外计算能力和专业知识（78，79）。

[0113] B2 混合投影仪：与 B1 中的程序相同，然而不会省去对象的眼睛聚焦。在这种情况下，第二 SLM 不仅转换用于光纤的 TM，还转换各个像素的成像深度。用于此的信息来自先前计算的 2D 图像的 Z 缓冲。

[0114] C1 全息投影仪：在 B 变型中，使用传统的 OpenGL 方法仍然直接由像

素计算图像，C 变型的图像计算可以由模型直接生成全息图数据，即干涉图案，然后它们被传输到 SLM。只有在用相应调制的 RGB 颜色分量激光器照射 SLM 之后，才产生耦合输入光前。可以使用单个 SLM (82) 在一个步骤中执行成像和光纤变换。然而，为此目的，必须将变换相乘或者必须以高频率计算全息图 (84)。

#### [0115] 光源和斑点减少

[0116] E1 降低的相干性：激光光源在一个或多个不同的方面以混合方式调制至全息方法仍然可以容许的程度。

[0117] 1、因此光波长被调制成相应有限的混合光谱。

[0118] 2、在它们的位移（移动柔光镜或多模光纤）方面相位均匀地混合。

[0119] 3、光束相对于彼此的角度（并行度）在相应有限的范围内混合。

[0120] 这些调制可以通过移动柔光镜、压电双晶片、声光调制器或通过多模光纤的无源传输来实现。

[0121] E3 光纤传输：波前通过多模光纤到达瞳孔，这是该系统的特征，实现了相干性相位混合，这极大地抑制了斑点的形成。

[0122] E4 恒定全息图变型：如果衍射图案生成方法用于允许使用多种不同方式来实现相同结果的图像内容，则图像的生成可以永久地使用其他图案变型。随机生成器可以选择相应的下一个变型。斑点图案总是只出现在一个周期中，而所需的图像保留在每个周期中。

[0123] E5 压电位移：通过压电振动反射镜或柔光镜减少相干性。

#### [0124] 分裂域，描述和变型

[0125] AR 眼镜基于光纤投影点的致密栅格，所述光纤投影点位于眼睛附近和眼睛前方。水平最大可感知 220 度的有效视野越大且为此所需的虚拟点分辨率越高，则使用的光纤末端越多。然而，根据所使用的 SLM 投影仪的数量并且根据所使用的投影仪的全息并行使用，仅并行使用这些光纤的少数 (2-32)。这些光纤还必须选择为具有高频率。对此的提取基础是光学开关，并且最终使用不同形式的开关的混合。

[0126] 耦合输入场作为第一开关级：在 AR 眼镜中，除了将图像耦合输入到光纤末端的过程之外，耦合输入场还执行选择光纤末端的功能。在全息投影中，在图像计算期间已经考虑了这种选择，因此这种选择非常有效，并且这

种选择被深入地整合到计算方法中。然而，由于每根光纤最大可能的光学，所以耦合输入场（28）在可选择的光纤的数量方面受到限制。

[0127] 第二开关级：来自耦合输入场的光纤可以以各种方式在到达投影出射点的途中分支，以便达到所需的投影最终的数量。这可以通过单个开关和树结构来完成。然而，也可以使用具有多个分支的开关。

[0128] 有源开关：最好是有源开关，其完全使光通量分支。然而，一些技术几乎不能实现 100% 的余光，所述余光是可容许的或者必须被另外的阻挡层阻挡。

[0129] MEMS 技术：在 MEMS 制造技术中，该方案仍然可以优化到这样的程度，使得还可以大大减少铺设光纤的数量。这通过将开关移位到出射点之前不远来实现。

[0130] 开关和角度：由于 MEMS 或微光学器件的特别小的结构形状，可以在伪装管（16）中直接提供有源开关和 90 度偏转的组合。因此，可以“一石二鸟”，因为 90 度偏转也是一个关键点。由于大量节省光纤，可以将光纤制造得更厚，从而传导更高分辨率的图像。

[0131] 环境光纤和聚焦光纤的组合：如果光纤大规模地合并，则还存在连接用于聚焦投影仪和环境投影仪的光纤的可能性。即，这些类型的投影仪仅在输入光学器件和出射光学器件方面不同。用于聚焦投影仪的更复杂的耦合输入光学器件也可用于更简单的环境投影仪。

[0132] 光纤组件：为了连接聚焦投影仪和环境投影仪，两根光纤也可以合并为一根。

[0133] 开关技术：可以使用各种物理方法来设置开关。

[0134] WT1 压电致动器：光学器件相对于彼此进行物理移位。因此，利用压电致动器，整个场可以在很大程度上移位。

[0135] WT2 FLCN：可以通过简单地打开和关闭 FLCN 膜片（27）来进行选择。

[0136] WT3 FTIR：可调的受抑或完整的内全反射 FTIR。

[0137] WT4 电致变色反射镜：使用电致变色层进行切换。

[0138] WT5 MEMS：微机械旋转、降低或移动反射镜或其他元件。

[0139] WT6 DMD：将 DMD 反射镜（16）进行倾斜作为整个视野或大的反射镜。

[0140] 开关树：通过组合多个开关系统，可以实现许多分支。

[0141] WB1 级联点：一个开关类型可以多次串联，以便在一条线上有许多分支(10)。如果开关类型可以特别有效地在一个开关末端提供信号的向前传输，则这是特别有效的。

[0142] WB2 树状分支：所有开关末端被进一步分支。

[0143] 伪装管嵌体中的特殊开关形式

[0144] 在 AR 眼镜中，最后的开关可以以类似级联的方式安装在伪装管嵌体上，所述伪装管嵌体在 MEMS 和/或晶片级光学技术中生产 (10)。另外，可以使用基于 UV 固化的纳米梯度聚合物打印机来精制投影光学器件。另外，开关可以执行大约 90 度的旋转。以下设计变型对于此目的是有利的：

[0145] 具有耦合输出和重新耦合输入光学器件的 DMD 反射镜：

[0146] 开关功能由一个大 DMD 反射镜或 DMD 反射镜的栅格执行。所述反射镜可以倾斜到不同的位置。一个单个反射镜可以具有聚焦壳形状，或者反射镜阵列也可以进行所需的聚焦。

[0147] 根据倾斜方向，聚焦可以不同。

[0148] 通过其聚焦性质耦合输出可以直接使用，或者可以通过另外的光学器件用作最终投影。反射镜的控制不需要单独进行，而是可以仅对所有反射镜一起进行。

[0149] 在传输过程中，波前被引导回耦合输入光学器件中。

[0150] 通过系统中的扩展和更大的波导，波前可以被修剪的不那么陡峭。可以通过陡峭的全反射镜将波前引导到 DMD 上。另一方面，由于更陡的角度，耦合输出波前可以穿过反射镜。

[0151] 精制的光纤尖端

[0152] 通过使用纳米光学聚合物打印机，光纤的末端可以设置有精细的透镜光学器件。打印机还可以打印梯度光学器件，并且以不干扰复杂光波通量的方式扩展和设计光纤的开口，从而增加整个系统的分辨能力，所述分辨能力受开口的尺寸限制。在这种情况下，没有必要关注几何形状保持，因为几何形状由传输矩阵进行恢复。

[0153] 全息图优化的 FLCOS 和 DMD 系统

[0154] 已知的 SLM 系统主要发展用于普通视频投影。它们也非常适合 CGH

应用。

[0155] 然而，对于 AR 眼镜，应该对 SLM 系统进行优化用于 CGH 和光纤的耦合输入，因为由波前和其余部分仅使用单个视角，与普通投影仪的情况不同，所以是不相关的。

#### [0156] KF2 复杂调制 FLCOS SLM

[0157] 为了实现振幅和可独立调节的相位调制，使用两个厚的 FLCDC 层，这两个厚的 FLCDC 层可以分别在相反的方向上旋转偏振。因此，仅通过这两层的同样强烈的激活可以实现相位调制。在这种情况下，光的偏振首先在一个方向上旋转，然后再精确地向后旋转。最后，偏振保持不变。只有这两层的折射率以及相移的变化取决于激活的强度。

[0158] 另外，激活具有不同强度的两个层产生偏振旋转，并且因此产生振幅调制。

#### [0159] KD2 多个光源

[0160] 通过使用来自不同方向的多个光源，利用光源的相应组合，可以产生许多不同的振幅强度。

[0161] 多个光源还可以提供不同的相移，以便产生具有不同相位的耦合输入图案。

#### [0162] KD3 二元相位调制 MEMS SLM

[0163] 简化的变型允许微反射镜仅在两个相移位置之间切换，例如所用的波长的 0 和  $\pi$ 。作为第三种状态，微反射镜可以完全倾斜，以便另外用作二元振幅调制器。

[0164] CM1: 微反射镜在多个方向上倾斜: 反射镜不仅可以在两个方向上倾斜，而且可以在多个方向上倾斜，以便由照明光前获得更多不同的相位或振幅。

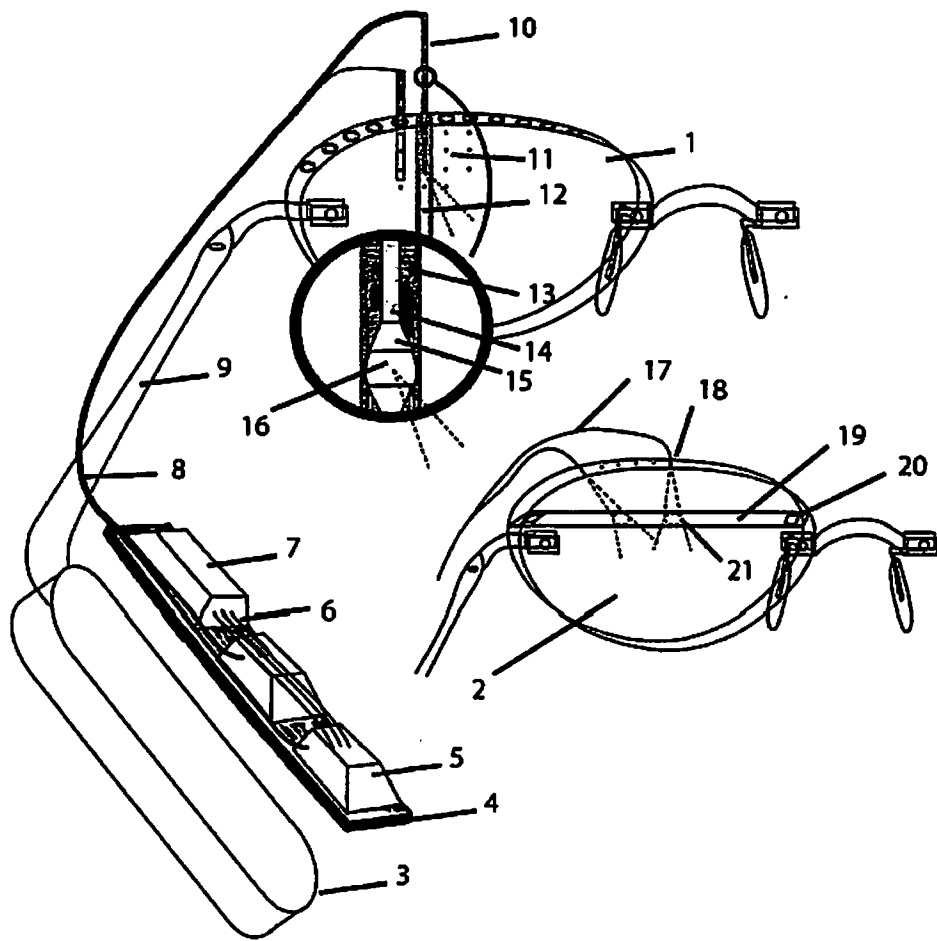


图 1



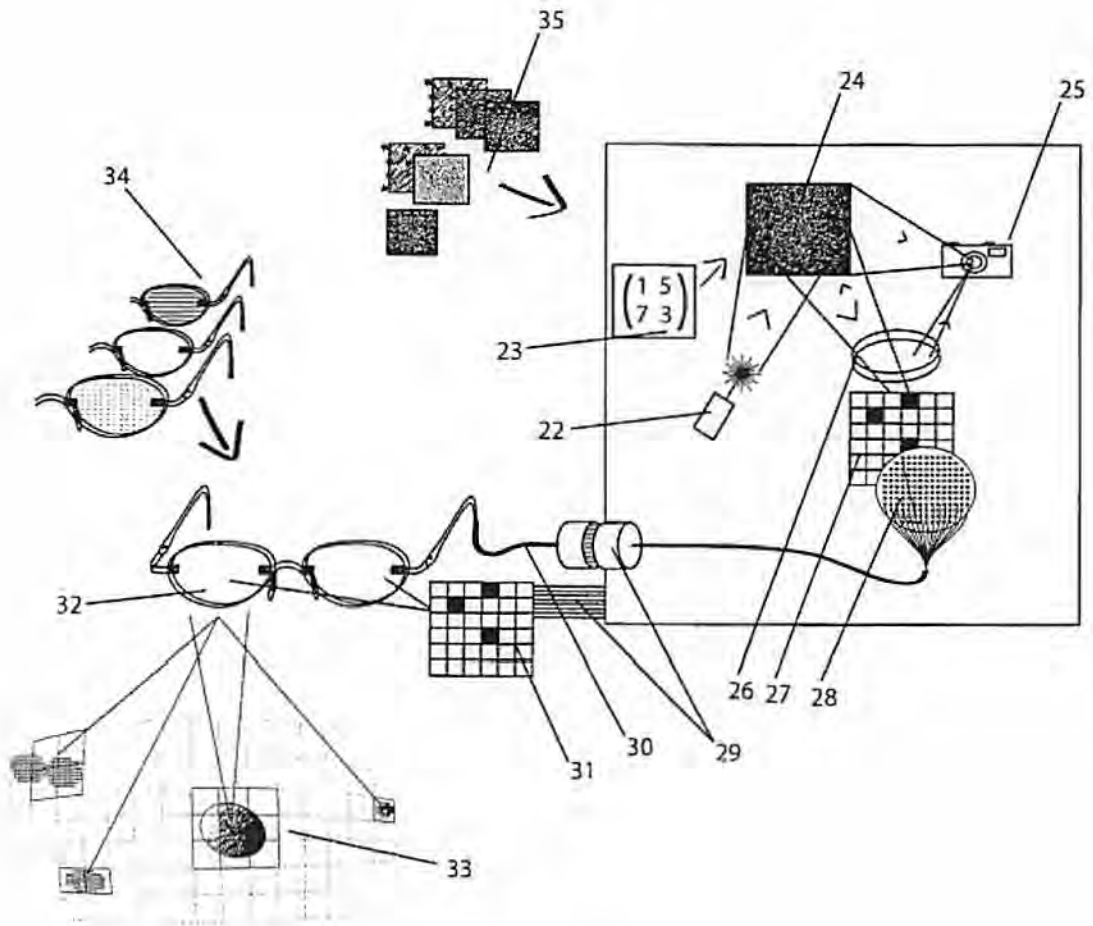


图 2

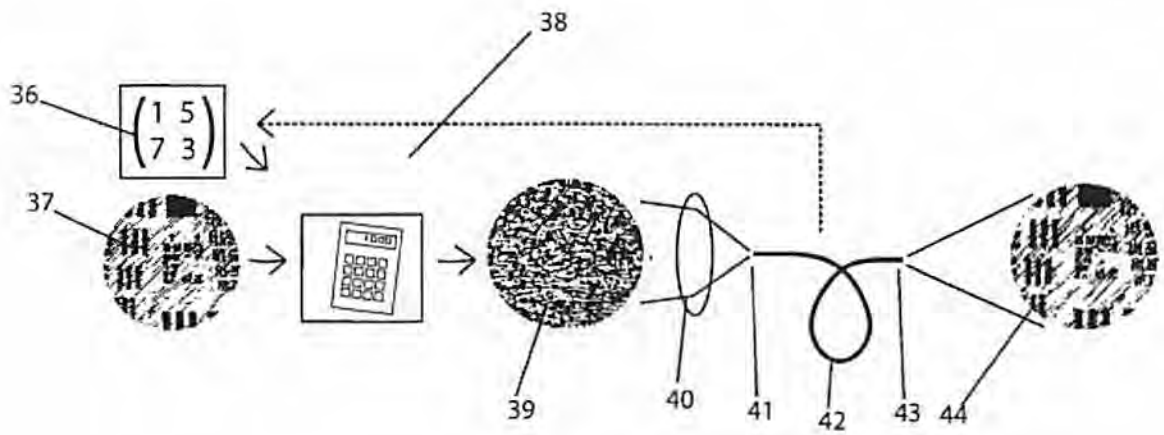


图 3

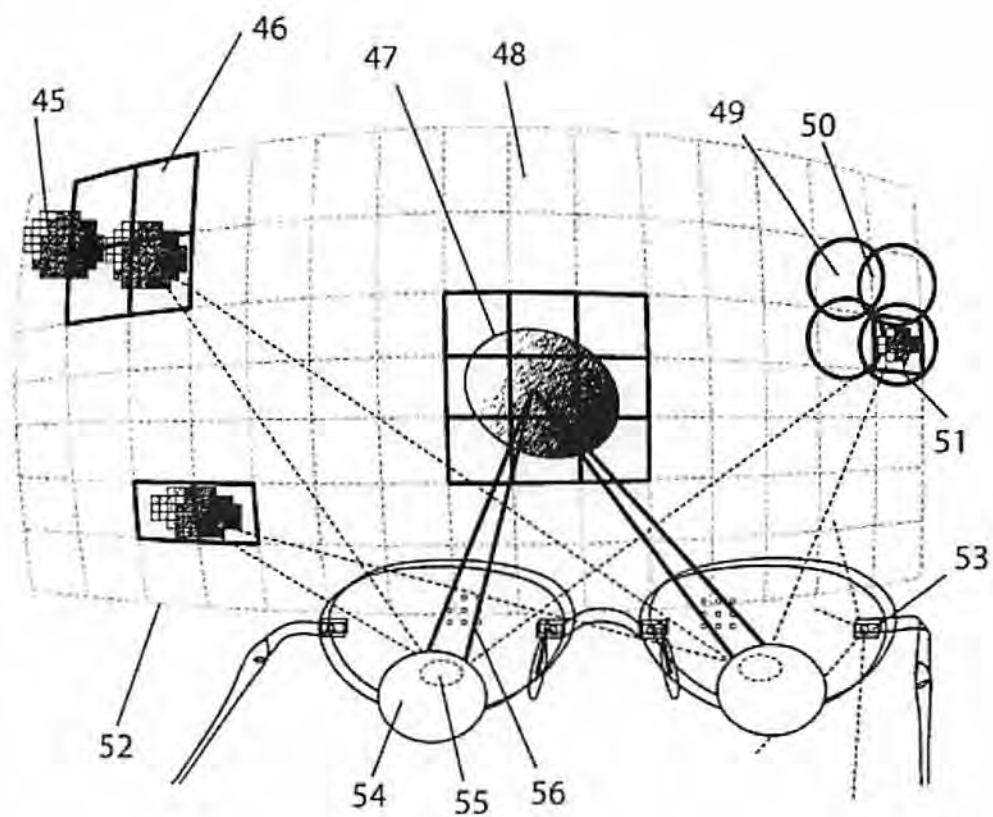


图 4

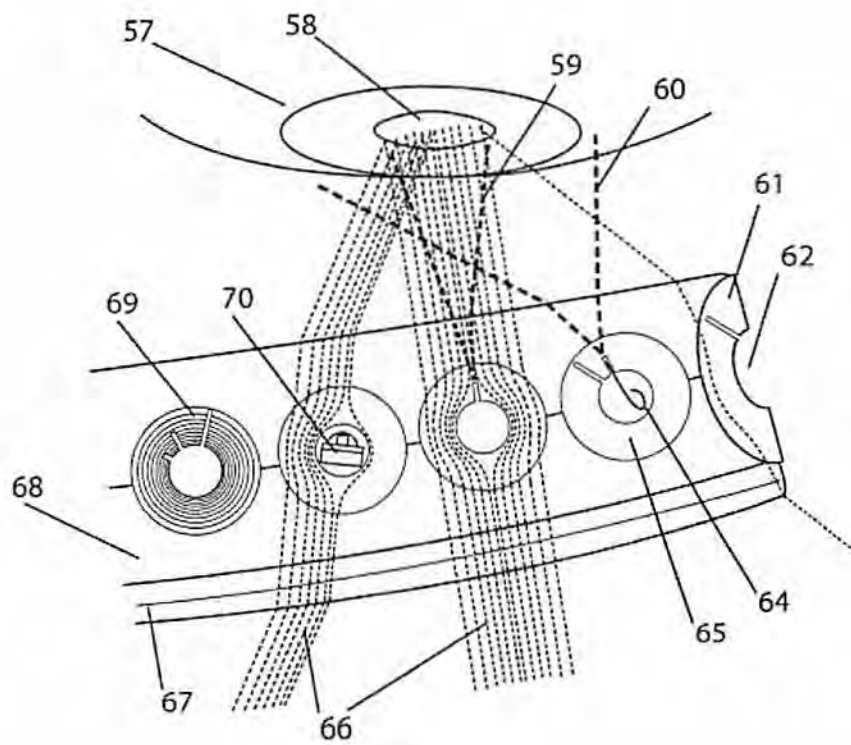


图 5

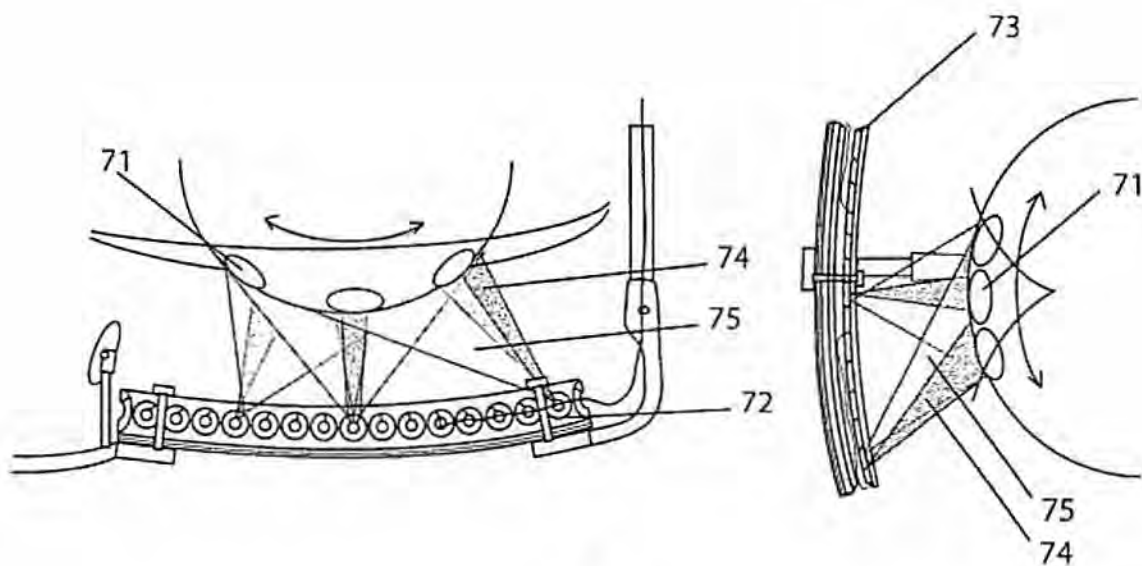


图 6

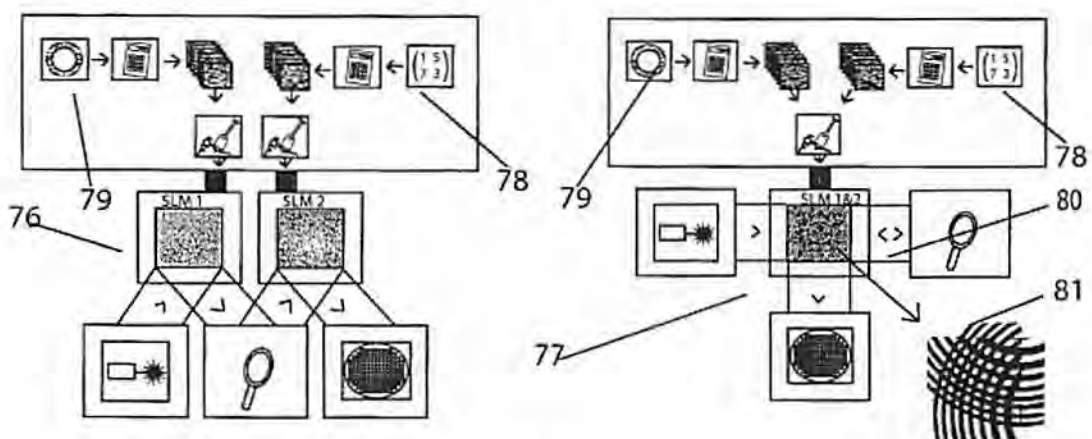


图 7

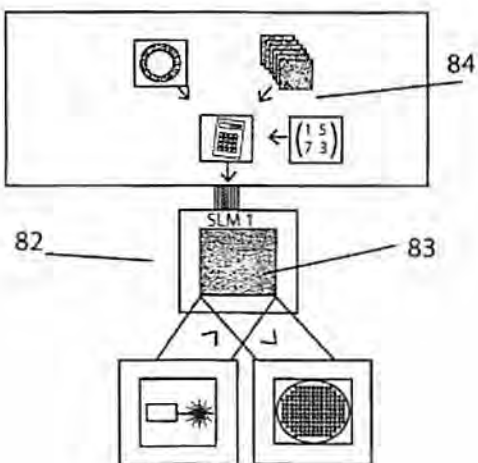


图 8

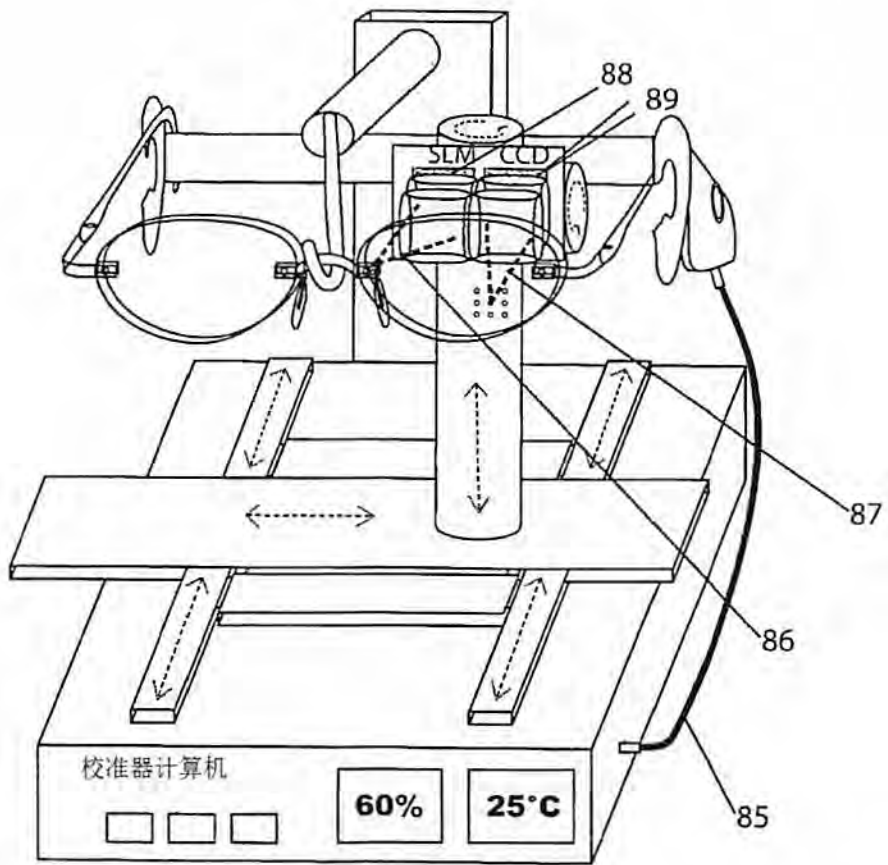


图 9

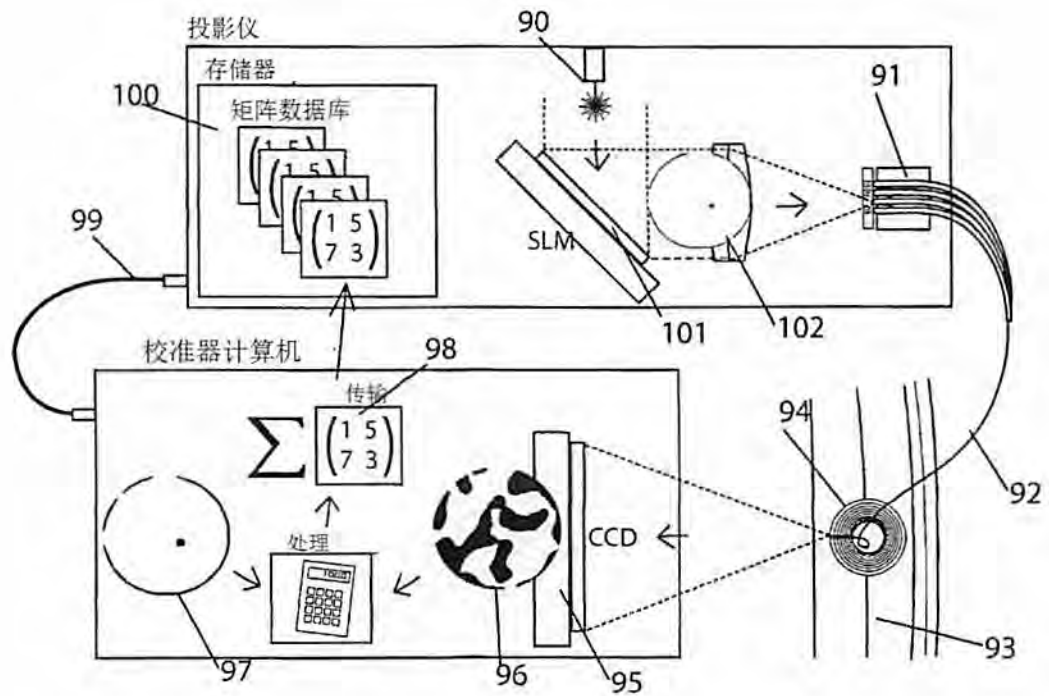


图 10