

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01B 9/02 (2006.01)

G01B 11/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200610066827.8

[43] 公开日 2006 年 11 月 1 日

[11] 公开号 CN 1854678A

[22] 申请日 2006.3.29

[21] 申请号 200610066827.8

[30] 优先权

[32] 2005.4.29 [33] US [31] 11/118,949

[71] 申请人 安捷伦科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 威廉·克莱·施卢赫特尔

罗伯特·托德·贝特

[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

代理人 王安武

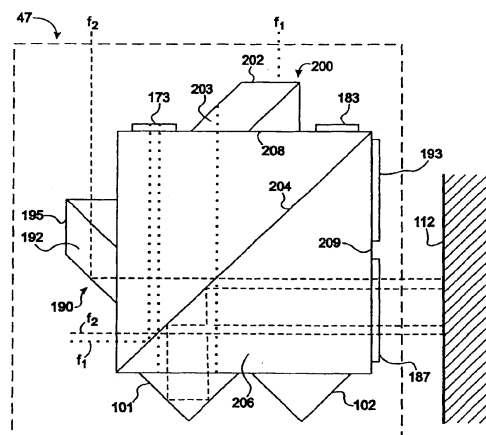
权利要求书 6 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称

低非线性误差的位移测量干涉仪

[57] 摘要

本发明提供了一种使引入位移测量的非线性误差最小的干涉仪。在一种实施例中，通过在参考光束和测量光束各自通往检测器的大部分光路上将它们隔离开来，并通过对输入干涉仪的每个光束使用单独的分振幅非偏振分束器，减小了非线性误差。此外，干涉仪可调整到任意数目的光轴或输入。



1. 一种单块干涉仪组件，包括：

5 第一输入菱体子组件，所述第一输入菱体子组件具有第一输入表面和第一输出表面，在它们之间设置第一分振幅非偏振界面；

第二输入菱体子组件，所述第二输入菱体子组件具有第二输入表面和第二输出表面，在它们之间设置第二分振幅非偏振界面；

偏振分束器子组件，所述偏振分束器子组件包括至少第一面、第二面和第三面并具有位于它们之间的偏振分束器界面；

10 其中所述第一输入菱体子组件的第一输出表面安装到所述偏振分束器子组件的第一面，所述第二输入菱体子组件的第二输出表面安装到所述偏振分束器子组件的第二面，所述输入菱体和所述偏振分束器子组件彼此设置并安装使得分别具有第一频率和第二频率的第一光束和第二光束可以分别经过所述第一输入表面和所述第二输入表面空间分离地进入所述干涉仪
15 组件，所述第一分振幅非偏振界面和所述第二分振幅非偏振界面对所述第一光束和所述第二光束进行分光。

2. 根据权利要求 1 所述的单块干涉仪组件，还包括具有第一输入面的第一四分之一波片。

20 3. 根据权利要求 2 的所述单块干涉仪组件，其中，所述第一四分之一波片的第一输入面安装到所述偏振分束器子组件的第三面。

4. 根据权利要求 1 所述的单块干涉仪组件，还包括具有第二输入面的第二四分之一波片。

5. 根据权利要求 4 的所述单块干涉仪组件，其中，所述第二四分之一波片的第二输入面安装到所述偏振分束器子组件的第三面。

25 6. 根据权利要求 1 所述的单块干涉仪组件，其中，所述干涉仪组件设置为用作单程干涉仪。

7. 根据权利要求 1 所述的单块干涉仪组件，其中，所述干涉仪组件设置为用作双程干涉仪。

8. 根据权利要求 1 所述的单块干涉仪组件，其中，所述干涉仪组件设

置为用作具有三个或更多光轴的干涉仪。

9. 根据权利要求 1 所述的单块干涉仪组件，其中，所述干涉仪组件还包括至少一个角隅用于对测量光束和参考光束中的至少一个进行反射。

10. 一种干涉测量激光源和传送系统，包括：

5 激光源，所述激光源用于产生并发射第一激光束和第二激光束，所述第一激光束和第二激光束具有第一频率和第二频率，所述第一频率与所述第二频率不同，所述激光源提供包括所述第一激光束和所述第二激光束的第一输出；

10 偏振分束器，所述偏振分束器与所述激光源提供的所述第一输出串联，所述偏振分束器接收并用非环形装置将所述第一激光束与所述第二激光束分开，所述偏振分束器提供分别包括所述第一激光束和所述第二激光束的空间分离的第二输出和第三输出；

15 光纤系统，所述光纤系统与所述偏振分束器提供的所述第二输出和所述第三输出串联，所述光纤系统分别接收所述第一激光束和所述第二激光束并在所述光纤系统内部将它们在所述第一光束和所述第二光束各自的至少部分光路长度上彼此光学隔离。

11. 根据权利要求 10 所述的干涉测量激光源和传送系统，其中，所述激光源是氦氖激光源。

20 12. 根据权利要求 10 所述的干涉测量激光源和传送系统，其中，所述第一光束与所述第二光束在所述系统内对应于所述第一光束和所述第二光束各自的大部分光路长度上分离开来。

13. 一种用于将第一激光束和第二激光束传送到干涉仪的系统，所述第一激光束和第二激光束是空间分离、非环形间隔的并分别具有第一频率和第二频率，所述系统包括：

25 用于产生和发射所述第一激光束和所述第二激光束的装置；

偏振装置，所述偏振装置用于接收所述发射的第一激光束和第二激光束，所述偏振装置将所述第一光束非环形地与所述第二光束空间分离并提供第一输出和第二输出，所述第一输出和所述第二输出分别包括非环形地空间分离的第一光束和第二光束；

用于接收所述空间分离的第一光束和第二光束并维持其空间分离的装置，所述接收和维持装置还包括用于将所述空间分离的第一光束和第二光束传送到单独的分振幅非偏振输入菱体子组件的装置。

14. 根据权利要求 13 所述的系统，其中，所述产生和发射装置是氦氖
5 激光源。

15. 根据权利要求 13 所述的系统，其中，所述第一光束与所述第二光束在所述接收、维持和传送系统内其大部分光路长度上空间分离开来。

16. 一种干涉仪组件，包括第一和第二输入菱体分振幅非偏振子组件以及偏振分束器子组件，所述第一和第二输入菱体子组件设置为用分振幅
10 装置对空间分离的第一和第二光束分别进行接收、透射和反射，所述第一和第二光束具有第一和第二频率，所述输入菱体子组件的输出光束被导入所述偏振分束器以及设置在其内部的偏振分束器界面。

17. 根据权利要求 16 所述的干涉仪组件，还包括安装到所述偏振分束器子组件的第一四分之一波片，所述第一四分之一波片设置为接收和反射
15 所述第一光束。

18. 根据权利要求 16 所述的干涉仪组件，还包括安装到所述偏振分束器子组件的第二四分之一波片，所述第二四分之一波片设置为接收和反射所述第二光束。

19. 根据权利要求 16 所述的干涉仪组件，其中，所述第一输入菱体子组件和所述第二输入菱体子组件中至少一个包括沿第一和第二表面胶合在一起的
20 第一和第二块光学级玻璃，所述第一和第二表面之间的胶合界面形成分振幅界面。

20. 根据权利要求 16 所述的干涉仪组件，还包括至少第三输入菱体分振幅非偏振子组件用于接收第三光束，所述第三光束具有与所述第一和第二光束不同的频率。
25

21. 根据权利要求 16 所述的干涉仪组件，其中，所述组件是单块的。

22. 一种位移测量干涉仪系统，包括：

激光源，所述激光源用于产生并发射至少第一参考激光束和第二测量激光束，所述第一激光束具有与第二频率不同的第一频率；

第一偏振分束器，所述第一偏振分束器用于接收由所述激光源发射的所述第一和第二光束，所述偏振分束器将所述第一光束与所述第二光束非环形地空间分离开来并提供分离的第一和第二光束输出，以及

5 干涉仪组件，所述干涉仪组件包括第一和第二输入菱体分振幅非偏振子组件和第二偏振分束器子组件，所述输入菱体子组件设置为接收从所述第一偏振分束器输出的所述第一和第二光束，所述第一和第二输入菱体子组件将所述第一和第二光束的振幅分开的部分反射和透射入所述第二偏振分束器和设置在其中的偏振分束器界面。

10 23. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统，还包括具有第一输入面的第一四分之一波片。

24. 根据权利要求 23 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述第一四分之一波片的第一输入面安装到所述偏振分束器的一个面。

25. 根据权利要求 23 所述的位移测量干涉仪系统，还包括具有第二输入面的第二四分之一波片。

15 26. 根据权利要求 25 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述第二四分之一波片的第二输入面安装到所述偏振分束器的一个面。

27. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述系统设置为用作单程干涉仪系统。

20 28. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述系统设置为用作双程干涉仪系统。

29. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述系统设置为用作具有三个或更多光轴的干涉仪系统。

30. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述系统还包括至少一个角隅用于反射参考光束和测量光束中的至少一个。

25 31. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述第一输入菱体子组件、所述第二输入菱体子组件和所述第二偏振分束器子组件中的至少一个是单块的。

32. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统，其中，所述位移干涉仪是单块的。

33. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统, 其中, 所述系统还包括至少一个后向反射角隅和反射镜面用于接收并反射所述第二测量光束。

34. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统, 其中, 所述系统还包括第一和第二检测器用于接收所述干涉仪组件输出的第一和第二光束。

35. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统, 其中, 所述系统还包括反馈控制系统用于使来自所述激光源的输出维持恒定。

36. 根据权利要求 22 所述的位移测量干涉仪系统, 其中, 所述系统还包括设置在所述第一偏振分束器与所述干涉仪组件之间的隔离器, 所述隔离器至少部分地对所述第一光束和所述第二光束进行空间上和光学上的隔离。

37. 根据权利要求 36 所述的位移测量干涉仪系统, 其中, 所述隔离器包括第一和第二光纤装置用于隔离所述第一和第二光束。

38. 一种制造单块干涉仪组件的方法, 所述方法包括:

提供第一输入菱体子组件, 所述第一输入菱体子组件具有第一输入表面和第一输出表面, 在它们之间设置第一分振幅非偏振界面;

提供第二输入菱体子组件, 所述第二输入菱体子组件具有第二输入表面和第二输出表面, 在它们之间设置第二分振幅非偏振界面;

提供偏振分束器子组件, 所述偏振分束器子组件包括至少第一面、第二面和第三面并具有位于它们之间的偏振分束器界面;

将所述第一输入菱体子组件的第一输出表面直接安装到所述偏振分束器子组件的第一面;

将所述第二输入菱体子组件的第二输出表面直接安装到所述偏振分束器子组件的第二面;

其中所述输入菱体和所述偏振分束器子组件彼此设置并安装使得分别具有第一频率和第二频率的第一光束和第二光束可以分别经过所述第一输入表面和所述第二输入表面空间分离地进入所述干涉仪组件, 所述第一分振幅非偏振界面和所述第二分振幅非偏振界面设置为对所述第一光束和所述第二光束进行分光。

39. 根据权利要求 38 所述的制造单块干涉仪组件的方法，其中，所述第一输出表面被胶合到所述第一面。

40. 根据权利要求 38 所述的制造单块干涉仪组件的方法，其中，所述第二输出表面被胶合到所述第二面。

低非线性误差的位移测量干涉仪

5 技术领域

本发明涉及低非线性误差的位移测量干涉仪。

背景技术

10 位移测量干涉仪（“DMI”）是本领域熟知的，并且用于以高精度和分辨率水平测量小位移和长度已有数十年。在这些设备中，氦氖位移测量激光干涉仪由于其高度的稳定性和单色性而得到了比较普遍的应用。干涉仪需要对反射镜进行仔细的对准，这种对准必须长期维持，但是这可能存在相当大的实际困难。

通过两次经过干涉仪的每个臂并在两次经过之间加入对波前进行倒转的装置，双程 DMI 对反射镜失调表现出部分的不敏感性。参见例如 S. J. Bennett 的 “A Double-Passed Michelson Interferometer”，Optics Communications, Volume 4, Number 6, February/March, 1972，其中用偏振分束器、两个四分之一波片和一个用作倒转元件的角隅反射器实现了两次经过。因此 Bennett 的前述论文的全部内容通过引用而结合于此。由于
20 其商业上的活力、鲁棒性、稳定性和精度，双程位移测量干涉仪在高精度位移测量中得到了相当普遍的使用。

尽管在 DMI 领域已经普遍取得了许多进步，但是仍然存在测量误差和不准确性。在对这种误差和不准确性有贡献的因素中，包括了对准误差和程长误差、光学混合、热效应、偏振态泄漏（或者测量光束与参考光束的
25 无意混合）、衍射引起的条纹、相位与位移之间的非线性关系、以及其他误差。参见例如 Norman Bobroff 的 “Recent Advances in Displacement Measuring Interferometry”，Meas. Sci. Technol. 4（1993），907-926，以及 Schmitz 和 Beckwith 的 “An Investigation of Two Unexplored Periodic Source Errors in Differential-Path Interferometry”，Precision Engineering，27

(2003), 311-322, 其中详细讨论了这些因素中的一些。因此 Bobroff 和 Schmitz 等人的前述论文各自的全部内容通过引用而结合于此。

发明内容

5 根据本发明的一个方面, 将参考光束和测量光束以非同轴方式彼此平行地导入干涉仪的光学部分从而降低衍射引起的误差, 各光束彼此不是环形地间隔开的。

根据本发明的另一个方面, 将参考光束和测量光束在它们各自的大部分光路上彼此隔离开并传送到空间分离的分振幅偏振或非偏振输入菱体,
10 以减小干涉效果和伴随的非线性。

根据本发明的另一个方面, 提供了一种干涉仪, 它可以以紧凑的形式调整到任意数目的光轴。

在本发明的另一个方面, 提供了一种干涉仪组件, 它将测量光束与参考光束重新合并但不对这些光束进行分光, 因此参考光束在通往检测器的
15 路径上没有相位改变或只有最小程度的相位改变。

附图说明

图 1 示出出现有技术的线性位移测量干涉仪的框图;

图 2 示出本发明的线性位移测量干涉仪的一种实施例的框图;

20 图 3 示出本发明的分振幅非偏振分束器的一种实施例, 以及经过它的具有频率 f_1 的参考光束所采用的光路;

图 4 示出本发明的分振幅非偏振分束器的一种实施例, 以及经过它的具有频率 f_2 的测量光束所采用的光路;

图 5 示出本发明的双程位移测量干涉仪的一种实施例, 以及经过它的
25 参考光束和测量光束所采用的光路;

图 6 示出本发明的隔离器和干涉仪的一种实施例;

图 7 示出本发明的光纤隔离器和干涉仪的另一实施例; 并且

图 8 示出本发明的某些实施例中, 由光源 10 发射的本地振荡器光束和探测光束是如何在干涉仪或干涉测量系统中混合以分别提供参考光束测

量光束的。

具体实施方式

图 1 示出现有技术的线性位移测量干涉仪的框图。双频塞曼氦氖激光源 10 产生并发射具有频率 f_1 和 f_2 的第一和第二光束，其中第一光束具有第一圆偏振态，第二光束具有与第一偏振态不同的第二圆偏振态（下文称为“光束 f_1 和 f_2 ”）。从光源 10 发射的光束 f_1 和 f_2 通常分别是右旋和左旋偏振的。两个激光模式在光源 10 的腔内受到放大，所述两个模式对应于两种偏振态。在塞曼分裂激光器中，两个偏振态是圆偏振并具有相反旋向的。望远镜 15 提供了用于对光源 10 发射的光束 f_1 和 f_2 进行扩束和准直，以便传送到干涉测量系统的其余部分的手段。

接下来，光束 f_1 和 f_2 经过四分之一波片 20，它们在该处从圆偏振态转换为线偏振态，然后被导向非偏振的分束器 30。（注意图 1 中未示出用于将线偏振光束与偏振分束器 204 或者说“PBS 204”的入射面正确对准的装置）。

一旦线偏振光束与干涉仪 40 的偏振分束器 204 的入射面正确对准，则光束 f_1 被透射到测量角隅 110，而光束 f_2 被反射到参考角隅 100。在光束 f_1 和 f_2 从它们各自的角隅 100 和 110 后向反射之后，光束 f_1 和 f_2 在偏振分束器（或者“PBS 204”）处重新合并。干涉仪 40 接收线偏振光束 f_1 和 f_2 的透射部分，然后将这些光束各自的部分导向参考角隅 100 和测量角隅 110。

从参考角隅 100 和测量角隅 110 反射的光束 f_1 和 f_2 被导向为经过 45 度偏振器 120。第一和第二 45 度偏振器 90 和 120 分别对测量和参考光束 f_1 和 f_2 进行重新合并。来自相位检测器 130 和 140 的输出输入到锁相环检测器 150 和 160，它们一起产生一个差 Δf ，根据这个差确定测量角隅 110 移动的位移。重新合并的光束 f_1 和 f_2 经过偏振器 120，它使两个正交偏振的光束之间产生干涉。得到的干涉光束由偏振器 120 透射到光电二极管 140 用于检测。得到的干涉光束的频率对应于测量角隅 110 相对于参考角隅 110 沿着测量光束轴线的相对速度。干涉光束的相位对应于测量角隅

110 沿着参考光束轴线的相对位置。

接着参考图 1，在从四分之一波片 20 射出时，每个光束 f_1 和 f_2 的一部分透射穿过干涉仪 40 方向上的分束器 30（它是干涉仪系统的光学部分）。每个光束 f_1 和 f_2 的剩余部分朝向非偏振分束器 50 和第一 45 度偏振器 90 反射。液晶偏振器 60、功率检测器 70 和激光调谐伺服机构 80 组成反馈控制装置用于监视并控制激光源 10 输出的一致性。为了稳定，用根据光源 10 产生的两个激光模式功率差的反馈对光源 10 的激光腔进行温度控制。经过非偏振分束器 30 和 50 发送的部分光束被导向液晶偏振器 60，它交替地透射具有第一和第二偏振态的光。光电二极管 70 测量随时间的功率差并将这些信息提供给激光调谐伺服机构 80。

图 1 以及此处所附的说明书说明了 Agilent 的 10705 型线性干涉仪的各个方面。10705 线性干涉仪具有单块的设计和结构。

注意在本说明书、附图和权利要求中以及对 DMI、DMI 的一部分或 DMI 系统的讨论、描述和/或权利要求的上下文中使用的术语“单块”表示干涉仪至少具有偏振或非偏振的分束器子组件以及至少一个角隅的、输入的、输出的、反射的或后向反射的菱体子组件，所述分束器子组件包括玻璃或光学上等效的材料，所述菱体子组件也包括玻璃或光学上等效的材料，其中所述的分束器和所述的至少一个角隅的、输入的、输出的、反射的或后向反射的菱体子组件在实体上彼此位置相近，并且用粘性的、机械的、化学的、电磁的和/或磁性的装置彼此直接连接，使得干涉仪的光学部分（不包括 DMI 或 DMI 系统的光源、检测器或者测量角隅或平面反射镜）形成单一的组件。

下列美国专利中公开了图 1 所图示的 DMI 的各个方面，因此其各自的全部内容通过引用而结合于此：授权给 Bockman 的题为“Linear-and-angular measuring plane mirror interferometer”的美国专利 No. 5,064,280；授权给 Bockman 的题为“Multi-axis interferometer with integrated optical structure and method for manufacturing rhomboid assemblies”的美国专利 No. 6,542,247；以及授权给 Bockman 的题为“Method and interferometric apparatus for measuring changes in displacement of an object in a rotating

reference frame”的美国专利 5,667,768。

根据图 8，为了防止混乱，注意本说明书、附图和权利要求中以及对 DMI、DMI 的一部分或 DMI 系统的讨论、描述和/或权利要求的上下文中所使用的术语“参考光束”，取决于其使用之处具体的上下文，可以表示
5 “本地振荡器光束”或“参考光束”。还要注意根据图 8，本说明书、附图和权利要求中以及对 DMI、DMI 的一部分或 DMI 系统的讨论、描述和/或权利要求的上下文中所使用的术语“测量光束”，取决于其使用之处具体的上下文，可以表示“探测光束”或“测量光束”。

图 8 示出根据本发明的某些实施例，光源发射“本地振荡器光束”和
10 “探测”光束，本地振荡器光束和参考光束在干涉仪内部进行混合以产生输出处的测量光束和参考光束。尽管为了简单起见，下文中继续采用“参考光束”和“测量光束”，但是这些术语应当如下面紧接着的段落中所阐述的那样进行解释，取决于其出现之处具体的上下文。

图 2、3、4 示出本发明的线性或单程位移测量干涉仪的一种实施例的
15 各个方面。

参考图 2，双频激光源 10 产生并发射具有频率 f_1 和 f_2 的第一和第二光束（下文中称为“光束 f_1 和 f_2 ”）。第一光束 f_1 为第一圆偏振态，第二光束 f_2 为与第一偏振态不同的第二圆偏振态，其中光束 f_1 和 f_2 通常是相互正交偏振的。第一和第二光束 f_1 和 f_2 接下来穿过四分之一波片 20，它们在该
20 处被转换为第一和第二线偏振光束 f_1 和 f_2 。

接下来，第一和第二线偏振光束 f_1 和 f_2 经过非偏振分束器 30，每个光束的部分能量在该处穿过分束器 30 沿隔离器 35 的方向透射，每个光束剩余部分的能量反射到液晶偏振器 60、功率检测器 70 和激光调谐伺服机构 80（它们与在图 1 中一样用作反馈控制装置以监视并控制激光源 10 输出
25 的一致性）。

在一种实施例中，隔离器 35 包括与光纤传送和准直系统串联的偏振分束器，所述系统将第一和第二光束 f_1 和 f_2 将它们在隔离器 35 与干涉仪
45 之间各自光路长度的大部分上彼此隔离开来。申请人为 Sullivan 等人的题为“Direct combination of fiber optic light beams”的待决美国专利申请公

开 No. US 2005/0008322 A1 中对隔离器 35 及其各种元件中的一些进行了说明。

接下来, 将光学分开的第一和第二光束 f_1 和 f_2 传送到干涉仪 45, 所述干涉仪 45 在本发明的一种实施例中包括两个输入光束分振幅非偏振分束器子组件 200 和 190。测量角隅 110 对入射到其上并源于干涉仪 45 的测量光束 f_2 进行后向反射。

在图 2、3、4 所示的本发明的实施例中, 四分之一波片 170 和 180 被结合到干涉仪 45 中。四分之一波片 170 的特征是反射镜式的反射表面, 而四分之一波片 180 没有反射镜式的表面。因此, 入射到波片 170 上的线偏振光束被转换为圆偏振态, 而入射到波片 180 上的线偏振光束保持线偏振。

输入光束分振幅非偏振菱体子组件 190 和 200 可以根据授权给 Bockman 的题为 “Multi-axis interferometer with integrated optical structure and method for manufacturing rhomboid assemblies ” 的美国专利 No.6,542,247 的指导来构成。在图 2、3、4 所图示的本发明的实施例中, 为每个输入的参考和测量光束设置一个菱体子组件。图 2、3、4 所示的干涉仪 45 提供的两个输出光束优选为具有相等的功率, 参考光束是垂直偏振的, 测量光束是水平偏振的。

由干涉仪 45 输出的参考光束和测量光束接下来被导向通过各个 45 度偏振器 90 和 120, 使其射出的光束具有共同的偏振态。来自相位检测器 130 和 140 的输出被输入到锁相环检测器 150 和 160, 它们与上行/下行计数器 200 的组合产生一个差 Δf , 根据这个差确定测量角隅 110 相对于干涉仪 45 移动的距离或位移。参考光束或通道的输出用于测量系统的共同漂移, 它通常由各向同性热漂移决定, 或者称为 Δf_{them} 。优选地从每个测量通道或光束中减去这个量 Δf_{them} 。图 3 和图 4 示出了干涉仪 45 的更多细节。

图 3 示出参考光束 f_1 的光路, 而图 4 示出测量光束 f_2 的光路。光路长度 l_a 和 l_b 标称的长度相等, 从而在干涉仪 45 的尺寸随温度改变时光路长度不会产生不同的改变。参考和测量光束 f_1 和 f_2 经过额外的光路长度, 所述

光路长度等于偏振分束器子组件 206 的一个长度加上经过四分之一波片 170 和 180 的光路长度的两倍。因此，当干涉仪 45 的尺寸随温度改变时，参考和测量光束 f_1 和 f_2 各自的光路长度改变相同的量，实现了消热差设计。

5 接着参考图 3 和 4，干涉仪 45 包括第一输入菱体子组件 200，它具有第一输入表面 201 和第一输出表面 203，以及设置在二者之间的第一分振幅非偏振界面 202。第二输入菱体子组件 190 包括第二输入表面 191 和第二输出表面 192，以及设置在二者之间的第二分振幅非偏振界面 195。偏振分束器子组件 206 包括至少各个第一、第二和第三表面 207、208 和
10 209，并包括位于它们之间的偏振分束器界面 204。偏振分束器界面 204 优选地包括夹在两层光学玻璃之间的浸入式 (immersed) 偏振分束涂层或介质涂层，所述涂层可以选择性地使入射到其上的光束起偏振。第一四分之一波片 170 具有第一输入面 171，而第二四分之一波片 180 具有第二输入面 181。

15 第一输入菱体子组件 200 的第一输入表面 203 安装到分束器子组件 206 的第一面 208，所述安装优选地通过光学透明或基本上光学透明的粘合剂或胶进行。第二输入菱体子组件 190 的第二输入表面 192 安装到分束器子组件 206 的第二面 207，所述安装也优选地通过光学透明或基本上光学透明的粘合剂或胶进行。第一和第二四分之一波片 170 和 180 的第一和
20 第二输入面 171 和 181 安装到分束器子组件 206 的第三面 209，还是优选地通过光学透明或基本上光学透明的粘合剂或胶来进行。

输入菱体子组件 200 和 190、四分之一波片 170 和 180 以及分束器子组件 206 设置并安装为彼此相连以使第一光束 f_1 和第二光束 f_2 可以经过第一和第二输入表面 191 和 201 分别进入干涉仪组件 45，第一和第二分振幅
25 界面 202 和 195 对部分第一和第二光束 f_1 和 f_2 进行分束和反射。

如授权给 Bockman 的美国专利 No. 6,542,247 中所述，输入菱体子组件 200 和 190、偏振分束器子组件 206 和四分之一波片 170 和 180 各自优选地包括适当地机加工（或用其他方式形成）并涂敷的玻璃片或元件的叠层。在本发明的优选实施例中，每个分振幅非偏振输入菱体子组件 200 和

190 是通过将两块玻璃粘合或胶合在一起形成的，粘合剂或胶的界面形成其分振幅界面。

如上所述，这些子组件的面 203 和 208、192 和 207、171 和 209 以及 181 和 209 也如授权给 Bockman 的美国专利 No. 6,542,247 中所述优选地彼此胶合。因此，图 2、3、4 所示的干涉仪 45 是单块的，与上文所述的术语“单块”的定义相符。

图 5 示出本发明的双程平面反射镜分振幅非偏振分束器的一种实施例，以及经过它们的参考光束和测量光束所采用的光路。图 5 所示本发明的实施例包括第一和第二分振幅非偏振输入菱体子组件 200 和 190 用于分别接收空间分离的输入参考和测量光束 f_1 和 f_2 ，它们是由例如图 2 所示类型的隔离器（隔离器 35）提供的。分振幅非偏振界面 195 和 202 使输入光束 f_1 和 f_2 各自的部分透射和反射。偏振分束器子组件 206 的偏振分束器界面 204 用于对入射到其上的垂直或水平偏振的光束（或者说 P 偏振光束和 S 偏振光束）进行阻断和反射，或者使之通过。

四分之一波片 173、183 和 193 涂敷有高反射性涂层以对入射到其上的光束引起偏振态改变。四分之一波片 187 涂敷有减反射涂层以便于测量光束 f_2 有效地从其透射。四分之一波片 173 和 187 设置为接收测量光束 f_2 并使其反射或透射，而四分之一波片 183 和 193 设置为接收和反射参考光束 f_1 。

图 5 所图示的本发明的双程实施例中提供了测量反射镜 112 来代替图 2 所示的测量角隅 110。注意，与图 2 所图示的提供了测量角隅 110 的本发明的实施例不同，平面反射镜 112 可以在维持干涉仪 47 测量精度的同时沿着垂直轴线平移。因此，图 5 所图示的本发明的双程实施例中包括了角隅 101 和 102，它提供的功能与典型双程平面反射镜干涉仪所提供的功能等效。

输入菱体子组件 200 和 190、偏振分束器子组件 206 以及四分之一波片 173、183、187 和 193 各自优选地包括适当地机加工（或用其他方式形成）并涂敷的玻璃片叠层，如授权给 Bockman 的美国专利 No. 6,542,247 中所述。这些子组件的面 203 和 208、192 和 207、171 和 209 以及 181 和

209 也如授权给 Bockman 的美国专利 No. 6,542,247 中所述优选地彼此粘合、胶合或用其他方式连接或固定。因此，图 5 所示的双程干涉仪 47 是单块的，与上文所述的术语“单块”的定义相符。

图 6 和 7 示出本发明的隔离器 35 以及附带的干涉仪 45/47 的两种不同
5 光纤传送实施例。注意，图 6 和 7 所图示的干涉仪 45/47 是单块的，并包括彼此直接连接的光学元件，不需要框架或类似物用于在其上对各个光学元件进行夹持或定位。

尽管已确定 Schott 公司的 BK-7 玻璃是特别适用于此处所述类型的单块干涉仪的玻璃，但可以使用除了玻璃之外的光学上合适的材料来构成本
10 发明的输入菱体和偏振分束器子组件。如上所述，本发明可以用于单程或双程干涉仪以及具有三个或更多光轴的干涉仪。本发明的各种实施例中也可以采用除了氦氖光源之外的激光源。此外，此处所公开的各种结构、构造、系统、组件、子组件、元件和概念可以用于非单块的干涉仪中。

因此，此处提出的某些权利要求意在限于本发明的单块实施例，而其
15 他权利要求不限于此处附图中明确示出的或说明书中明确讨论的本发明的各种实施例。

（潜在军事应用的通知）

发明人相信此处所说明的发明可能特别适用于某些军事应用中。

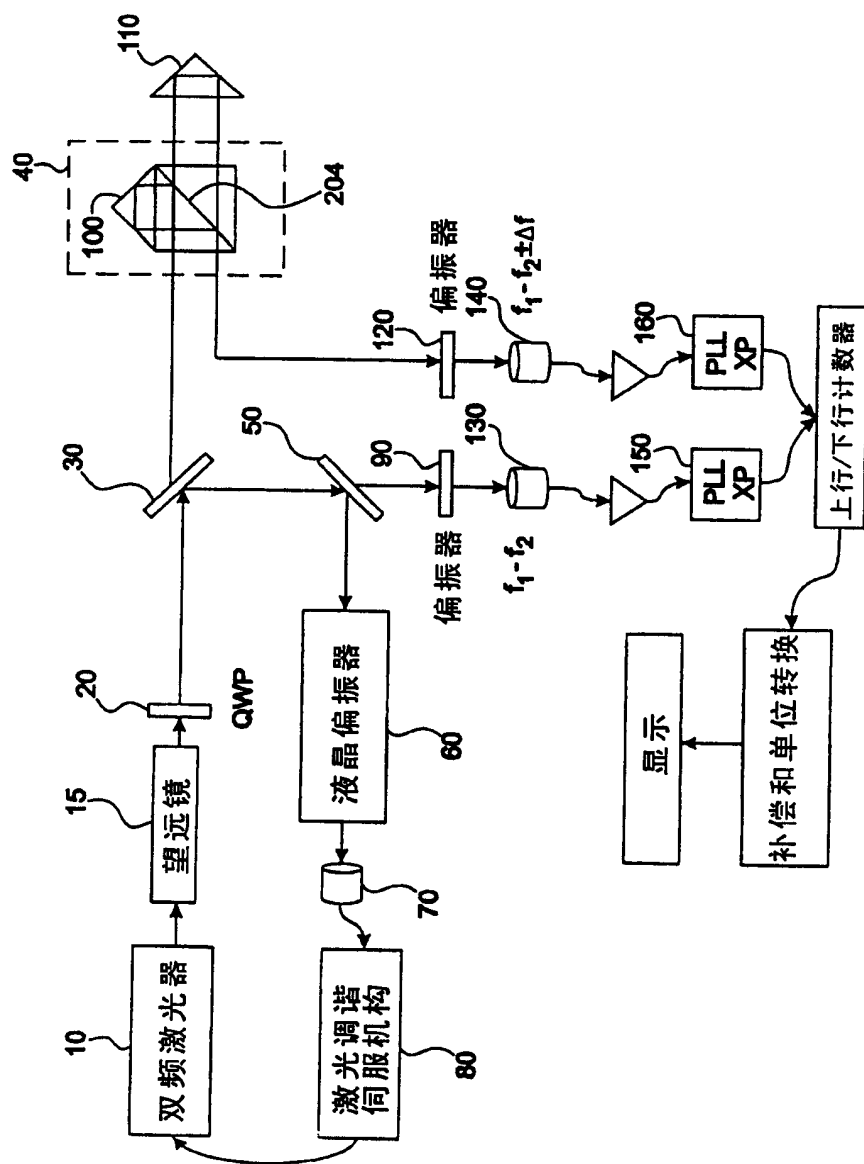


图1

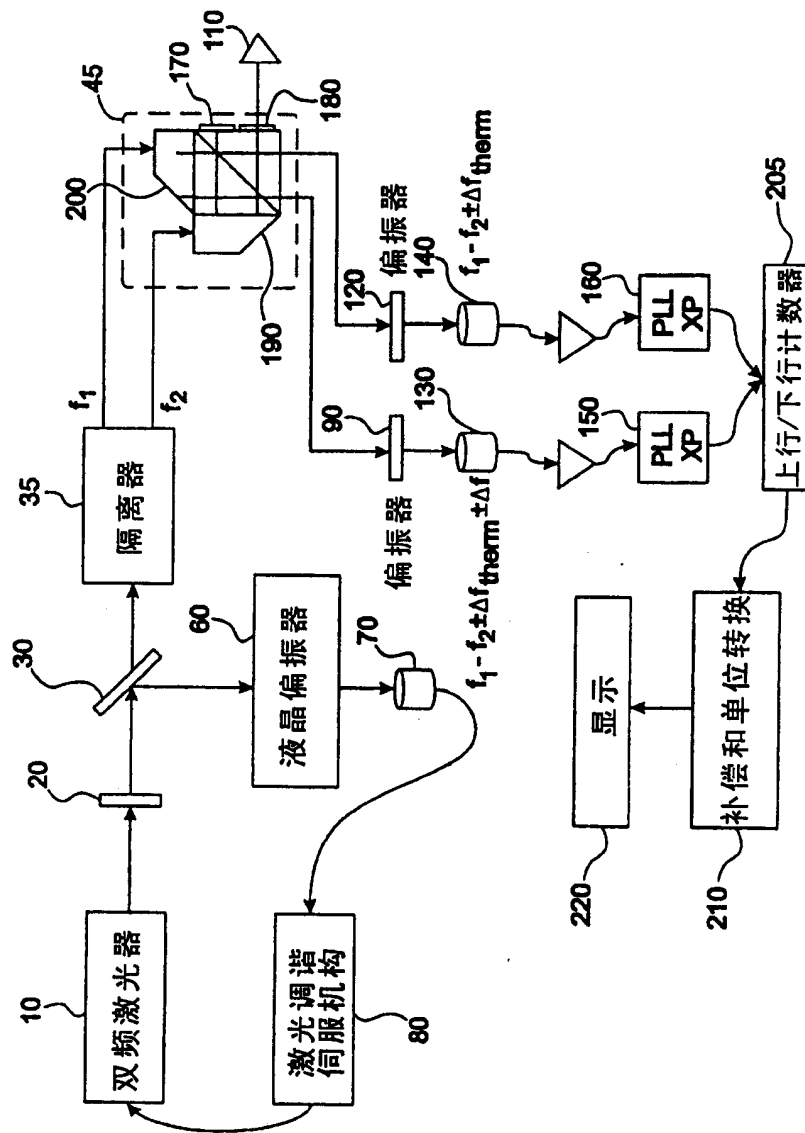


图2

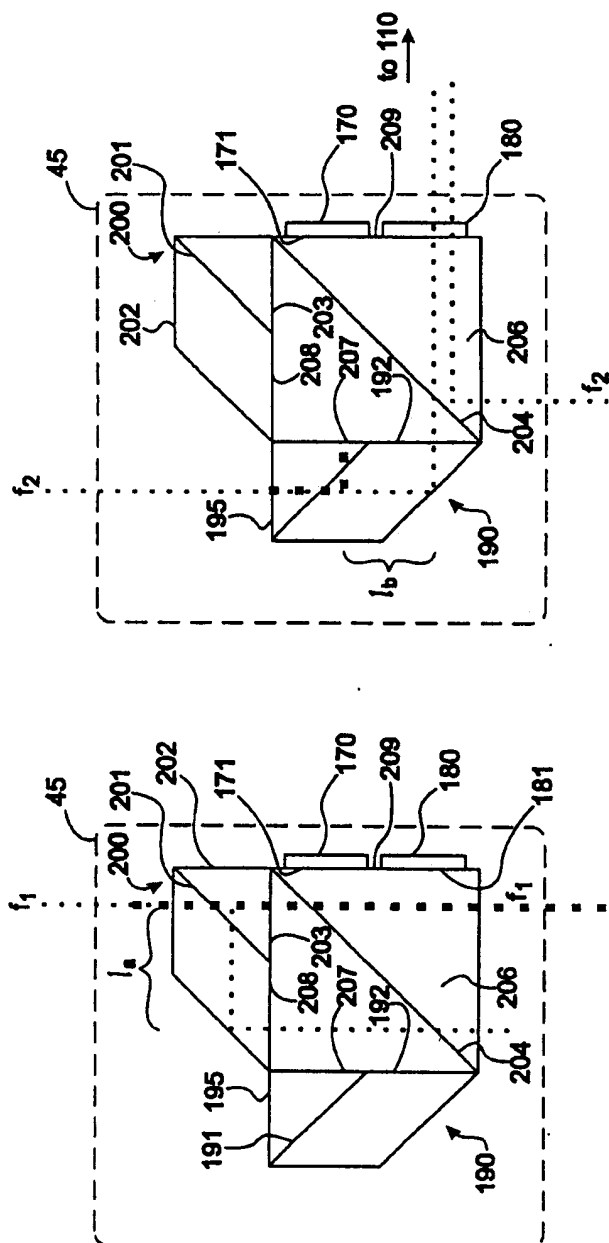


图4

图3

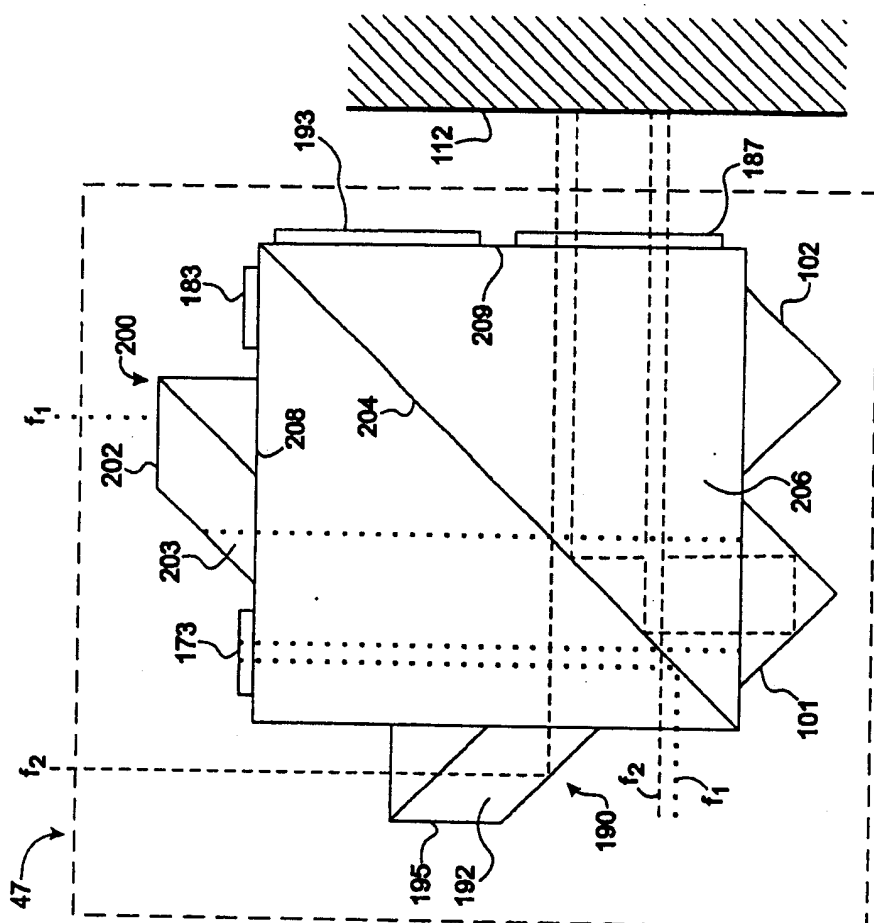


图5

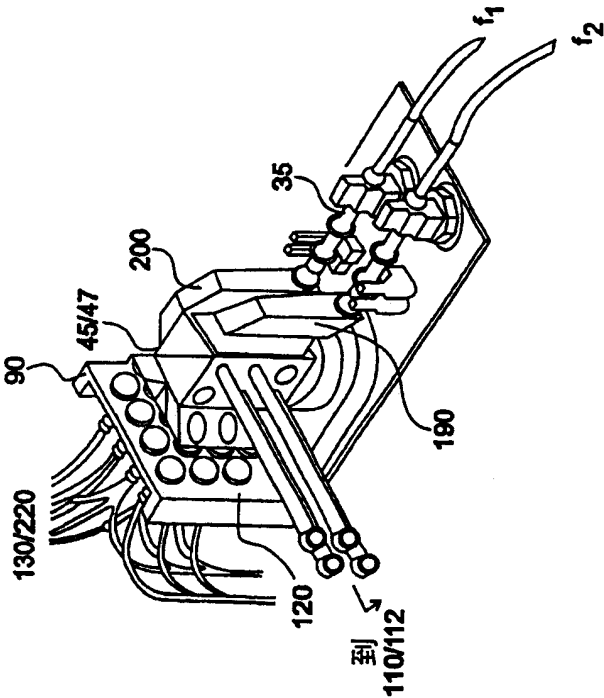


图6

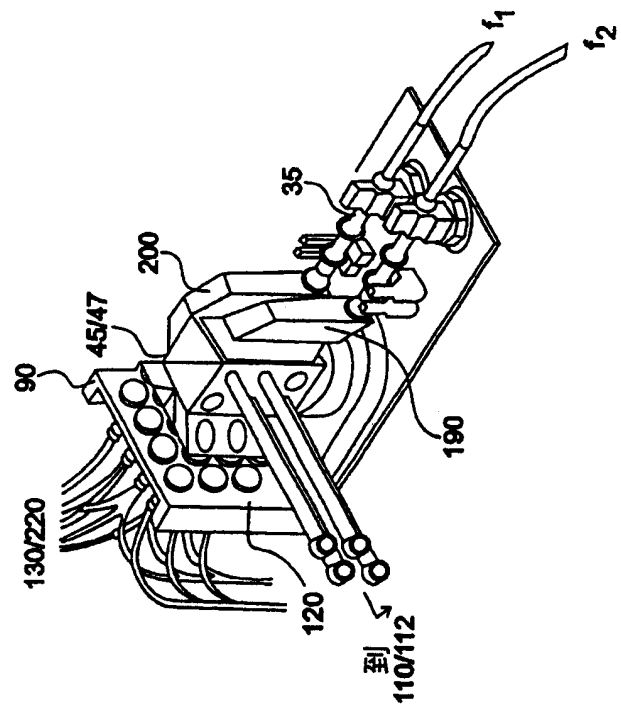


图7

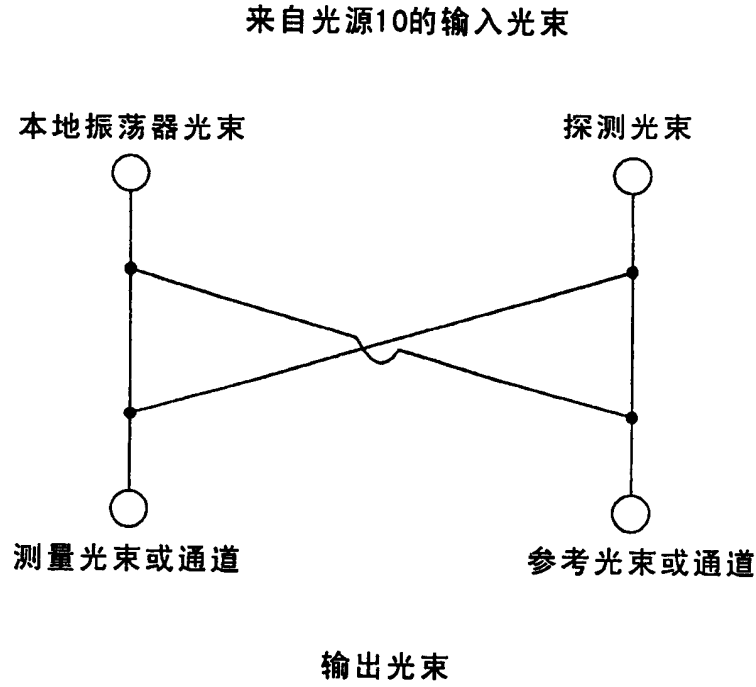


图8