

文章编号:1007-1180(2011)08-0022-05

# 光刻机投影物镜安装方式研究

齐克奇

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 应用光学国家重点实验室, 吉林 长春 130033)

**摘要:** 不同的投影物镜安装方式对应不同的隔振方式, 不同的隔振方式对投影光刻系统的图形传递能力也有较大影响。对两种主要的光刻投影物镜安装方式进行了研究, 并对各自特点进行了讨论。

**关键词:** 投影物镜; 安装方式; 隔振方式; 投影光刻系统

中图分类号: TH703      文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI20112808.0022

## Installation Methods of Lithography Projection Lens

QI Ke-qi

(State Key Laboratory of Applied Optics, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

**Abstract:** Different installation method of projection lens corresponds to different method of vibration isolation, different isolation method of lithography projection system affects transfer ability of the graphics. Two main installation methods of lithography projection lens were studied in this paper, and their characteristics were discussed.

**Keywords:** projection lens; installation methods; method of vibration isolation; lithography projection system

### 1 引言

投影光刻对大规模集成电路的制造来说至关重

要, 可以说投影光刻工艺的水平决定了集成电路的制造水平<sup>[1-2]</sup>。而投影物镜决定了投影光刻机的图形传递能力, 是光刻机的核心<sup>[3-5]</sup>。然而, 不同的投影

物镜安装方式对应不同的隔振方式，不同的隔振方式对投影光刻系统的图形传递能力有较大影响，所以，对投影物镜的安装方式的研究非常必要。

本文对国内和国外光刻机投影物镜安装方式的相关结构特点进行了讨论和研究，并对其特点进行对比分析。在对国内外光刻机投影物镜安装方式进行深入研究后，发现其支撑方式主要有两种：悬挂式和支撑式。下面就对这两种方式分别讨论。

## 2 悬挂式

悬挂式光刻机投影物镜定位系统，就是将投影光刻物镜悬挂起来的安装定位方式。图1为日本NIKON公司申请专利<sup>[6-7]</sup>的悬挂式光刻机投影物镜的安装定位方式示意图。

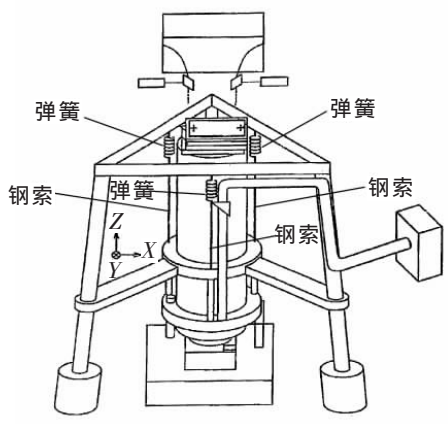


图1 悬挂式结构

由图1中可以看出，整个结构通过等角度分布的3个立柱支撑于地面，立柱顶端支撑着一个三角形框架。在三角形框架各边的中部分别通过一个弹簧和钢索构成的机构悬挂着一个支撑法兰，用于支撑物镜。立柱通过3个梁将支撑法兰连接起来，形成一个空间桁架。

图2为支撑法兰上部截断的横截面图。图中，3个加速度传感器用来检测支撑法兰的Z向和周向加速度，并将检测结果实时传递给控制器。控制器通过音圈电机来调整物镜的位置。实际上，图2中的机构相当于一个六维主动隔振系统。音圈电机可以

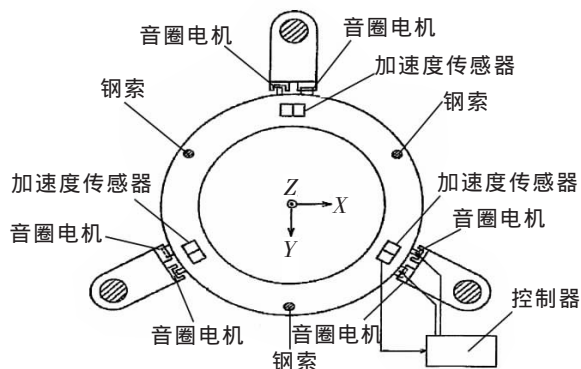


图2 悬挂式结构的横截面图

用其他的非接触式电磁驱动装置取代，弹簧和钢索的组合可以用柔性杆和其他被动减振装置取代。

## 3 支撑式

支撑式光刻机投影物镜安装定位系统是最为常见的光刻机物镜的安装定位系统。支撑式光刻机投影物镜定位系统大体上有两种形式：一种是投影物镜与安装平台直接相连，另一种是投影物镜不与安装平台直接相连。

### 3.1 与安装平台直接相连式的支撑方式

NIKON和CANON公司申请的专利<sup>[8-10]</sup>中，以投影物镜与安装平台直接相连式的支撑方式较多。如图3所示为NIKON专利中的一种形式。

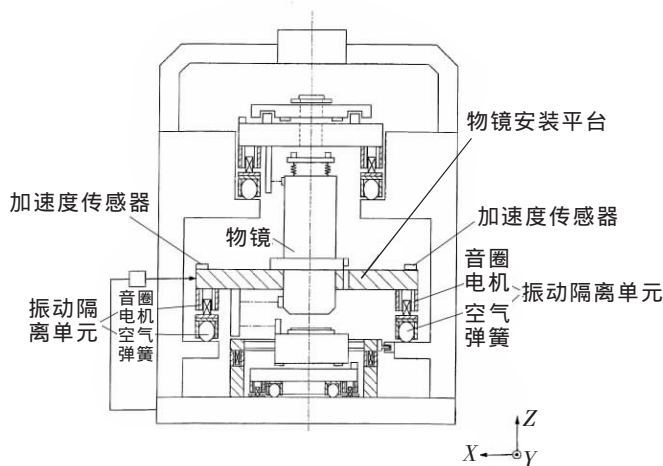


图3 支撑式结构

由图3可以看到，物镜直接固定在了物镜安装平台上，而物镜安装平台通过3个（或多个）振动

隔离单元来支撑。振动隔离单元由两部分组成：空气弹簧和音圈电机。安装于物镜支撑平台与振动隔离单元相连位置上方的加速度传感器将检测到的振动信号输出给控制器（图中并未标明），控制器驱动音圈电机来调整物镜的姿态，以抵消外界振动的扰动。

### 3.2 与安装平台不直接相连式的支撑方式

荷兰著名的光刻机制造商 ASML 近年来与荷兰 Twente 大学合作，先后研制出了 Smart Lens Support (SLS) 和 2D Piezo Active Lens Mount (2D PALM)，并在应用中取得了较好的效果<sup>[12-15]</sup>。它以三点均布方式安装于物镜法兰和安装平台之间，并采用柔性铰链与压电促动单元相结合的办法对物镜进行调整。其中压电促动单元包括压电位置传感器和压电致动器。如图 4，图 5 所示。

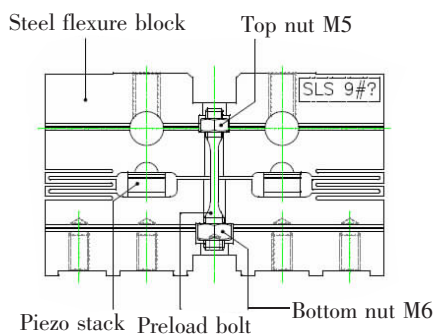


图 4 Smart Lens Support (SLS)

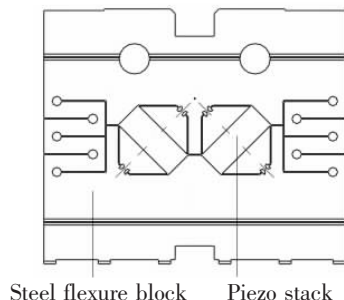


图 5 2D Piezo Active Lens Mount (2D PALM)

压电位置传感器可以实时将物镜姿态反馈给控制器，控制器再驱动压电致动器抵消外部扰动对物镜的影响。SLS 只具有 3 个自由度的调整能力，而 2D PALM 具有 6 个自由度的调整能力。

与此相类似的结构还有图 6，图 7，图 8 所示的上海微电子装备有限公司采用的柔性光刻投影物镜支撑机构<sup>[16-18]</sup>。

图 6 所示为一柔性支撑机构，它主要由柔性块和大阻尼橡胶组成。图 7 为一可调柔性支撑机构，它通过调整具有左右两种螺纹的调节螺栓驱动安装在柔性块上的两调节螺母，使柔性块的高度变化，进而调节物镜。图 8 为一可调柔性杠杆机构，它通

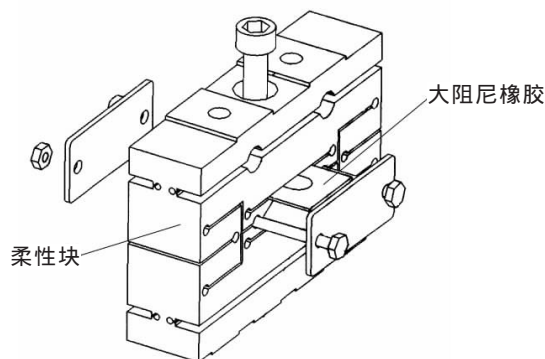


图 6 柔性支撑机构

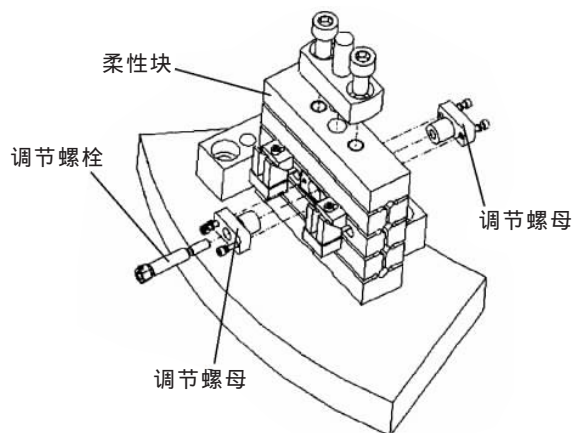


图 7 可调柔性支撑机构

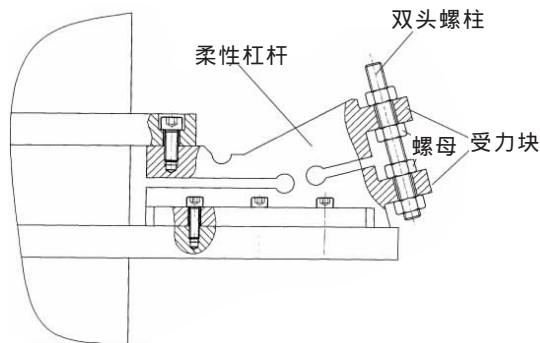


图 8 可调柔性杠杆支撑机构

过调节调节螺母实现柔性杠杆的俯仰,进而调整物镜。但与上述 SLS 和 2D PALM 不同的是,这 3 个机构都是被动隔振机构。

#### 4 总 结

悬挂式光刻机投影物镜安装定位系统中的弹簧、钢索组合或柔性杆可以很好地将结构的模态特征降得很低,可以阻隔掉大部分的高频外界干扰,但需要通过音圈电机等非接触式电磁驱动装置构成的主动控制系统对物镜进行实时调整,防止物镜发

生钟摆运动和低频振动。支撑式光刻机投影物镜安装定位系统既可以将物镜直接安装于安装平台上,对平台进行振动控制和姿态调整;也可以在物镜和安装平台间安装振动控制和姿态调整机构,来满足投影物镜的位置和振动控制需求。

它们之间的区别在于:悬挂式结构必须要有主动隔振机构来隔离振动和保持姿态,而支撑式结构既可以使用主动隔振也可以使用被动隔振的方式来减小外界扰动。

#### 参考文献

- [1] 周虎明, 韩隽. 光刻机的匹配和调整[J]. 电子与封装, 2003, 3(3): 40-44.
- [2] 袁琼雁, 王向朝. 国际主流光刻机研发的最新进展[J]. 激光与光电子学进展, 2007, 41(1): 57-63.
- [3] 拓普选. 投影光刻机镜头的装校关键工艺与技术[J]. 电子工业装用设备, 2001, 30(3): 8-14.
- [4] 王帆, 王向朝, 马明英, 等. 光刻机投影物镜像差的现场测量技术[J]. 激光与光电子学进展, 2004, 41(6): 33-37.
- [5] 李连进. 光刻机镜头的结构设计与装配[J]. 天津理工学院学报, 2004, 20(1): 24-27.
- [6] Ebihara A, Lee M E, Yuan B. Projection device and exposure apparatus: US Patent, US20080068568A1[P]. 2008-03-20.
- [7] Ebihara A. Exposure apparatus and making method thereof: US Patent, US20070206170A1[P]. 2007-09-06.
- [8] Takahashi M. Stage apparatus, vibration control method and exposure apparatus: US Patent, US20020080339A1[P]. 2002-01-27.
- [9] Hayashi Y. Exposure apparatus: UK Patent, GB2299867A[P]. 1996-10-16.
- [10] Ohsaki T. Vibration isolator and exposure apparatus: US Patent, US6038013[P]. 2000-03-14.
- [11] Takabayashi Y, Tokuda Y. Exposure apparatus having mount means to suppress vibrations: US Patent, US5187519[P]. 1993-02-16.
- [12] Auer F, Cornelis F A, Spanjers J, et al. Lithographic apparatus, device manufacturing method, and device manufacturing thereby: US Patent, US6791664B2[P]. 2004-09-14.
- [13] Jansen B. *Smart Disc Tuning and Application in an ASML Wafer Stepper* [D]. The Netherlands: University of Twente, 2000.
- [14] Holterman J. *Vibration Control of High-Precision Machines with Active Structural Elements* [D]. The Netherlands: University of Twente, 2002.
- [15] van den Elzen S. *Design of a Smart Lens Support with Two Active Degrees of Freedom* [D]. The Netherlands: University of Twente, 2001.
- [16] 王天明, 严天宏. 一种大阻尼精密柔性支撑机构: 中国专利, CN200720067425.X[P]. 2008-02-06.

- [17] 邹恒杉, 袁志扬. 一种精密可调定位装置: 中国专利, CN200510024016.7[P]. 2005-09-21.
- [18] 唐海明, 朱岳彬. 一种光刻机投影物镜安装调平装置: 中国专利, CN200810033381.8[P]. 2008-07-23.

作者简介: 齐克奇 (1985-), 男, 蒙古族, 内蒙古锡林郭勒人, 硕士, 研究实习员, 2009年于吉林大学获得硕士学位。主要从事机械结构设计和仿真方面的研究。E-mail: qikeqi1985@126.com

## 《发 光 学 报》

### ——EI核心期刊 (物理学类; 无线电电子学、电信技术类)

《发光学报》是中国物理学会发光分会与中国科学院长春光学精密机械与物理研究所共同主办的中国物理学会发光分会的学术会刊。该刊是以发光学、凝聚态物质中的激发过程为专业方向的综合性学术刊物。

《发光学报》于1980年创刊, 曾于1992年, 1996年, 2000年和2004年连续四次被《中文核心期刊要目总览》评为“物理学类核心期刊”, 并于2000年同时被评为“无线电电子学、电信技术类核心期刊”。2000年获中国科学院优秀期刊二等奖。现已被《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》和“万方数据资源系统”等列为源期刊。英国《科学文摘》(SA)自1999年; 美国《化学文摘》(CA)和俄罗斯《文摘杂志》(AJ)自2000年; 美国《剑桥科学文摘社网站》自2002年; 日本《科技文献速报》(CBST, JICST)自2003年已定期收录检索该刊论文; 2008年被荷兰“Elsevier Bibliographic Databases”确定为源期刊; 2010年被美国“EI”确定为源期刊。2001年在国家科技部组织的“中国期刊方阵”的评定中, 《发光学报》被评为“双效期刊”。2002年获中国科学院2001~2002年度科学出版基金“择重”资助。2004年被选入《中国知识资源总库·中国科技精品库》。本刊内容丰富、信息量大, 主要反映本学科专业领域的科研和技术成就, 及时报道国内外的学术动态, 开展学术讨论和交流, 为提高我国该学科的学术水平服务。

《发光学报》自2011年改为月刊, A4开本, 144页, 国内外公开发行。国内定价: 40元, 全年480元, 全国各地邮局均可订阅。《发光学报》欢迎广大作者、读者广为利用, 踊跃投稿。

地 址: 长春市东南湖大路3888号

电 话: (0431) 86176862, 84613407

E-mail: fgxbt@126.com

国内统一刊号: CN 22-1116/O4

国内邮发代号: 12-312

邮 编: 130033

http://www.fgxb.org

国际标准刊号: ISSN 1000-7032

国外发行代号: 4863BM