



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103217874 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 24

(21) 申请号 201310106402. 5

(22) 申请日 2013. 03. 29

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 蓝鼎 吴奎 魏同波 王育人

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所 (普通合伙) 11390

代理人 王艺

(51) Int. Cl.

G03F 7/207(2006. 01)

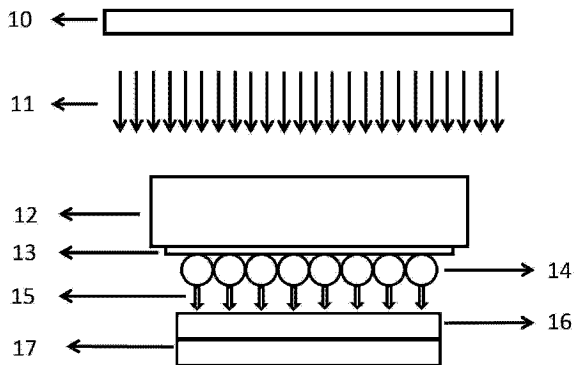
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

基于胶体微球纳米透镜的无掩模光刻系统

(57) 摘要

本发明公开一种基于胶体微球纳米透镜的无掩模光刻系统,用以实现微纳米结构的转移。本系统基于现有光刻系统,利用胶体微球制备的纳米透镜对光束进行聚集,形成的聚焦阵列对光刻胶感光,可以实现间距为 100nm-2000nm 的点阵排列。此系统实现微纳米点阵结构,工艺简单,不需要添加额外的设备,克服了纳米球光刻工艺中,需要重复组装微纳米球所导致的产业化困难、工艺效率低下以及由此产生的质量不可控等缺点。本发明在图形转移上高度可控、图形高度精确有序、图形花样多样、操作简单、成本低廉,便于工业化生产,在制备纳米图形衬底、量子点、等离子体、网孔电极、光子晶体和微纳米器件等上有很好的应用前景。



1. 一种无掩模光刻系统,包括曝光光源,其特征在于,所述无掩模光刻系统还包括由胶体微球纳米透镜和胶体微球纳米透镜支撑基片组成的聚焦元件,所述聚焦元件位于曝光光源和待曝光元件之间。

2. 如权利要求 1 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,

所述无掩模光刻系统还包括曝光移动平台,所述曝光移动平台位于所述胶体微球纳米透镜支撑基片之上,用于调整聚焦元件与待曝光元件之间的距离。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,

所述无掩模光刻系统还包括结像元件,所述结像元件位于所述曝光光源和聚焦元件之间,所述曝光光源发出的光束通过结像元件形成所需图案的阵列光束,投向聚焦元件。

4. 如权利要求 3 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,

所述结像元件通常为微型反射镜阵列或者掩模板。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,

所述胶体微球纳米透镜为胶体微纳米球所形成的具有点阵结构的单层胶体微纳米球阵列。

6. 如权利要求 5 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,

所述胶体微纳米球可以是高分子微球,例如聚苯乙烯微球;或者为无机氧化物透明微球,如二氧化硅微球。

7. 如权利要求 5 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,

所述单层胶体微纳米球阵列的形成可以通过旋涂或者自组装的方法获得。

8. 如权利要求 5 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,

所述胶体微纳米球可以是球形、半球或椭球体。

9. 如权利要求 5 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,所述胶体微纳米球的直径为 0.05-3 μm 。

10. 如权利要求 2 所述的无掩模光刻系统,其特征在于,所述曝光移动平台的位移精度为纳米。

基于胶体微球纳米透镜的无掩模光刻系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体微纳米加工设备,特别涉及一种基于胶体微球纳米透镜的无掩模光刻系统。

背景技术

[0002] 传统光刻工艺是将掩模图案通过光学系统缩小若干倍(1-20 倍)后投影到光刻胶上,然后经过显影得到所需的图案。随着半导体产业的发展,特征尺寸日益缩小,传统的光刻面临越来越大挑战。在光刻纳米级别图形上有瓶颈,而采用电子束曝光会使得成本大,且不利于大面积工业化生产。另外掩模的制备费用以及制备时间(制备效率)也是一个重要的挑战。例如一套 90nm 集成电路的掩模价格高达数百万美元,制造周期长达数月,并且成品率低。这导致小批量制备成本难以承受。

[0003] 而目前发展起来的胶体微纳米球光刻(Nanosphere Lithography)由于其成本低廉,微纳米尺度控制精确等优点受到广泛重视。这一方法主要用于纳米图形的制备。基于胶体微球聚光光刻(Colloidal Lithography)利用微球聚光将球点阵结构转移到光刻胶上,可以实现更丰富的纳米结构制备,但工艺过程需要重复组装微纳米球使得制备效率低下并且导致质量不可控。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题就是克服现有的胶体微纳米球光刻技术需要重复组装微纳米球使得制备效率低下并且导致质量不可控的问题,提出一种基于胶体微球纳米透镜的无掩模光刻系统,无需重复制备单层胶体微球。

[0005] 为了解决上述问题,本发明提供一种无掩模光刻系统,包括曝光光源,所述无掩模光刻系统还包括由胶体微球纳米透镜和胶体微球纳米透镜支撑基片组成的聚焦元件,所述聚焦元件位于曝光光源和待曝光元件之间。

[0006] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0007] 所述无掩模光刻系统还包括曝光移动平台,所述曝光移动平台位于所述胶体微球纳米透镜支撑基片之上,用于调整聚焦元件与待曝光元件之间的距离。

[0008] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0009] 所述无掩模光刻系统还包括结像元件,所述结像元件位于所述曝光光源和聚焦元件之间,所述曝光光源发出的光束通过结像元件形成所需图案的阵列光束,投向聚焦元件。

[0010] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0011] 所述结像元件通常为微型反射镜阵列或者掩模板。

[0012] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0013] 所述胶体微球纳米透镜为胶体微纳米球所形成的具有点阵结构的单层胶体微纳米球阵列。

[0014] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0015] 所述胶体微纳米球可以是高分子微球,例如聚苯乙烯微球;或者为无机氧化物透明微球,如二氧化硅微球。

[0016] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0017] 所述单层胶体微纳米球阵列的形成可以通过旋涂或者自组装的方法获得。

[0018] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0019] 所述胶体微纳米球可以是球形、半球或椭球体。

[0020] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0021] 所述胶体微纳米球的直径为 0.05-3 μ m。

[0022] 优选地,上述无掩模光刻系统还具有以下特点:

[0023] 所述曝光移动平台的位移精度为纳米。

[0024] 本发明基于现有光刻系统,利用胶体微球制备的纳米透镜对光束进行聚集,形成的聚焦阵列对光刻胶感光。可以实现间距为 100nm-2000nm 的点阵排列。纳米透镜与样品工作距离为 0-5000nm。此系统实现微纳米点阵结构,工艺简单,不需要添加额外的设备。该工艺克服了纳米球光刻工艺中,需要重复组装微纳米球所导致的产业化困难、工艺效率低下以及由此产生的质量不可控等缺点。

[0025] 本发明在图形转移上高度可控、图形高度精确有序、图形花样多样、操作简单、成本低廉,便于工业化生产。在制备纳米图形衬底、量子点、等离子体、网孔电极、光子晶体和微纳米器件等上有很好的应用前景。能广泛应用于 LED、LD、HEMT、量子点存储器、太阳能电池、燃料电池双极板、微流控器件等半导体光电子器件微纳米结构制造。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明实施例的基于胶体微球纳米透镜的无掩模光刻系统;

[0027] 图 2 为本发明实施例的附加形成阵列光束的结像元件的基于胶体微球纳米透镜的无掩模光刻系统;

[0028] 图 3 为本发明实施例的球形纳米微球透镜片制备方法示意图;

[0029] 图 4 为本发明实施例的半球形纳米微球透镜片制备方法示意图;

[0030] 其中,10—光源;11—光束;12—移动平台;13—纳米微球透镜支撑基片,14—纳米微球透镜,13 与 14 共同构成聚焦元件;15—纳米微球透镜聚焦后的阵列光束;16—光刻胶,17—基片,16 与 17 共同构成待曝光元件;18—形成阵列光束的结像元件;19—形成的阵列光束,20—水液面,21—水,22—水槽。

具体实施方式

[0031] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0032] 本发明提供一种基于胶体微球纳米透镜作为聚焦元件的无掩模光刻系统,采用胶体微球纳米透镜作为聚焦元件。

[0033] 如图 1 所示,本发明实施例的无掩模光刻系统包括曝光所需的曝光光源 10 (其形成光束 11)、曝光移动平台 12 以及由胶体微球纳米透镜支撑基片 13 和胶体微球纳米透镜 14 组成的聚焦元件,聚焦元件之下有光刻胶 16 和基片 17 构成待曝光元件。

[0034] 采用曝光移动平台 12 为了调整聚焦元件(由胶体微球纳米透镜支撑基片 13 和胶体微球纳米透镜 14 构成)与待曝光元件(由光刻胶 16 和基片 17 构成)之间的距离,由于是微纳米球构成胶体纳米微球透镜 14,其焦距较短,因此曝光移动平台 12 的位移精度为纳米。

[0035] 胶体微球纳米透镜 14 为胶体微纳米球所形成的具有点阵结构的单层胶体微纳米球阵列。胶体微纳米球可以是高分子微球,例如聚苯乙烯微球;或者为无机氧化物透明微球,如二氧化硅微球。阵列的形成可以通过旋涂(spin coating)或者自组装方法获得。形成阵列的微球可以是球形、半球或者椭球体。

[0036] 这里对聚焦元件的形成做些详细说明:

[0037] 方法一:取一胶体微球纳米透镜支撑基片 13,在上面覆盖一单层的胶体微球纳米透镜 14,通过高温退火形成半球或者凸面球,且和基片结合的牢固,构成一个整体移动透镜片。胶体微球纳米透镜支撑基片 13,其材料是双抛光蓝宝石、石英片、硅片、玻璃片、塑料、树脂、硅胶等有机、无机材料,只要对所曝光波段基本完全透明的介质材料即可。胶体微球纳米透镜 14,可以是聚苯乙烯球、二氧化硅球、PDMS 球、氧化铝球、氯化铯球等能通过自组装技术排列的单层透明球,直径为 0.05-3 μ m。

[0038] 方法二:如图 1 取一胶体微球纳米透镜支撑基片 13,在上面覆盖一胶体微球纳米透镜 14,在间隙处填充胶,构成一个整体微纳米透镜片。填充胶可以是 PDMS, PDMA, 氧化硅凝胶,氧化钛凝胶,常见光刻胶等其它有机和无机胶体,要求必须和胶体微球纳米透镜 14 的折射率相近或相等。这样填充之后,相当于单层微纳米球变成了单层微纳米半球,构成微纳米透镜片。也可以用溅射的方法填充二氧化硅、氮化硅等介质材料来将胶体微球纳米透镜 14 固定在微纳米透镜支撑基片 13 上。

[0039] 如图 2 所示,所述无掩模光刻系统还可包括结像元件 18,其位于曝光光源 10 和聚焦元件之间,可实现选择性的使曝光光源 10 发出的光束 11 形成阵列后投向聚焦元件(胶体微球纳米透镜支撑基片 13 和胶体微球纳米透镜 14 构成),形成所需图案阵列光束 19。结像元件 18 通常为微型反射镜阵列或者掩模板。

[0040] 下面简单介绍单层微纳米球(粒径 50nm-3000nm)膜(胶体微球纳米透镜)制备方法:制备胶体微球纳米透镜采用的胶体微球主要是高分子和无机胶体微球,如聚苯乙烯微球(PS)和二氧化硅(SiO₂)微球,这些胶体微球的粒径在 50nm—3000nm。试验中,根据所需微纳米图形特征尺度来选用相应的微球粒径。目前制备二维胶体晶体通常采用的方法有 LB 膜方法,自组装或者旋涂法(spin-coating)组成规则排列的单层胶体晶体薄膜。

[0041] 自组装法:本实例利用液体表面张力,通过微球在水面自组装形成单层微纳米球膜,如图 3 所示。实施过程如下:胶体微球在水中扩散剂混合液中分散,超声均匀备用。此溶液标记为 A。在一水槽 22 内装水 21,用将 A 缓慢在水表面滴加,由于表面张力的作用,微球会在表面自组装成胶体微球纳米透镜 14 并浮在水的表面。将涂有光刻胶的衬底插入水中缓慢提起,这样单层微纳米球膜就能转移到光刻胶表面。当胶体微球纳米透镜 14 漂浮在水液面 20 上时,在纳米微球透镜 14 上方通甲苯、乙酸乙酯、丙酮、四氯甲烷等可溶胀聚苯乙烯的有机溶剂,可以制备出半球形微纳透镜,如图 4 所示。

[0042] 旋涂法:利用 spin coating 设备,在衬底表面滴加微球水(有机溶剂)溶液,通过旋转作用,在衬底表面形成单层微纳米球膜。胶体微球在水(有机溶剂)中分散,超声均匀备

用。此溶液标记为 B。将涂有感光胶的衬底放置于 spin coating 设备中准备涂膜。在感光胶表面滴加 B 致完全铺满表面,静置 10-1000s,调节转动程序,转速控制在 100-30000r/min,时间为 5-1000s。在光刻胶表面得到单层微纳米球膜。

[0043] 综上所述,胶体微球纳米透镜的制备不再需要重复制备单层胶体微球,利用胶体微球纳米透镜作为聚光元件,可以实现微纳米结构的转移。解决了微纳米球的重复制备。

[0044] 胶体微球纳米透镜聚光元件只需要对现有光刻系统进行简单改装即可实现为纳米结构的转移。相比现有的制备方式,如纳米压印而言,不需要增加新的设备以及特殊的高分子胶。整个工艺成本低廉,制备效率高。

[0045] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

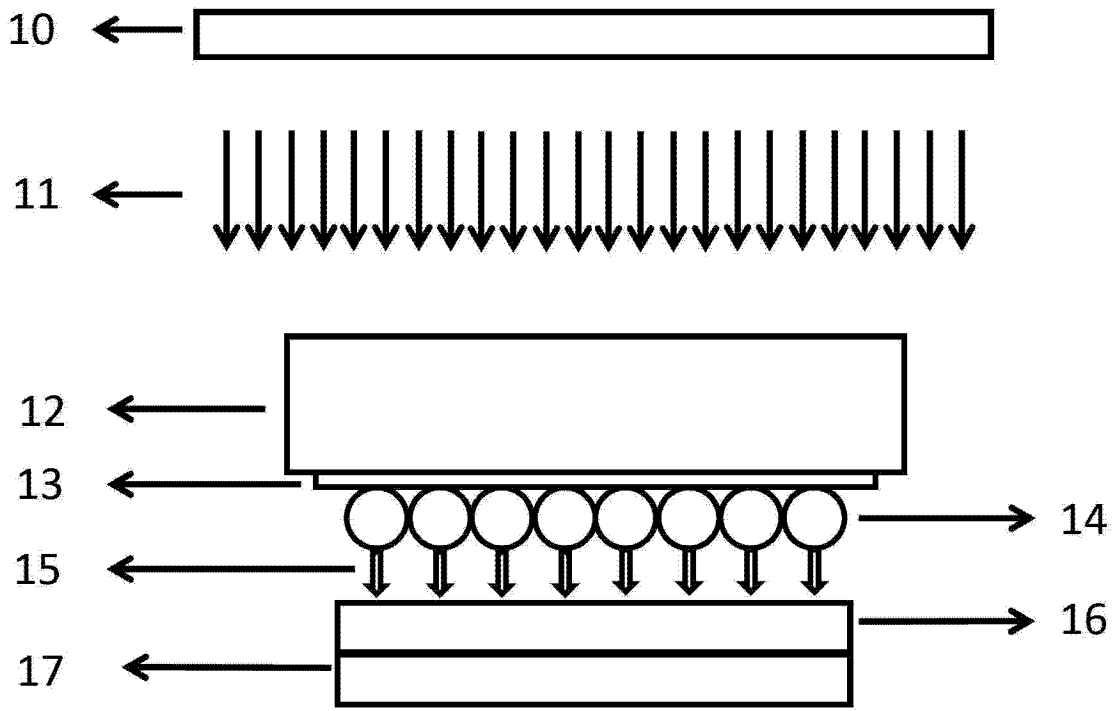


图 1

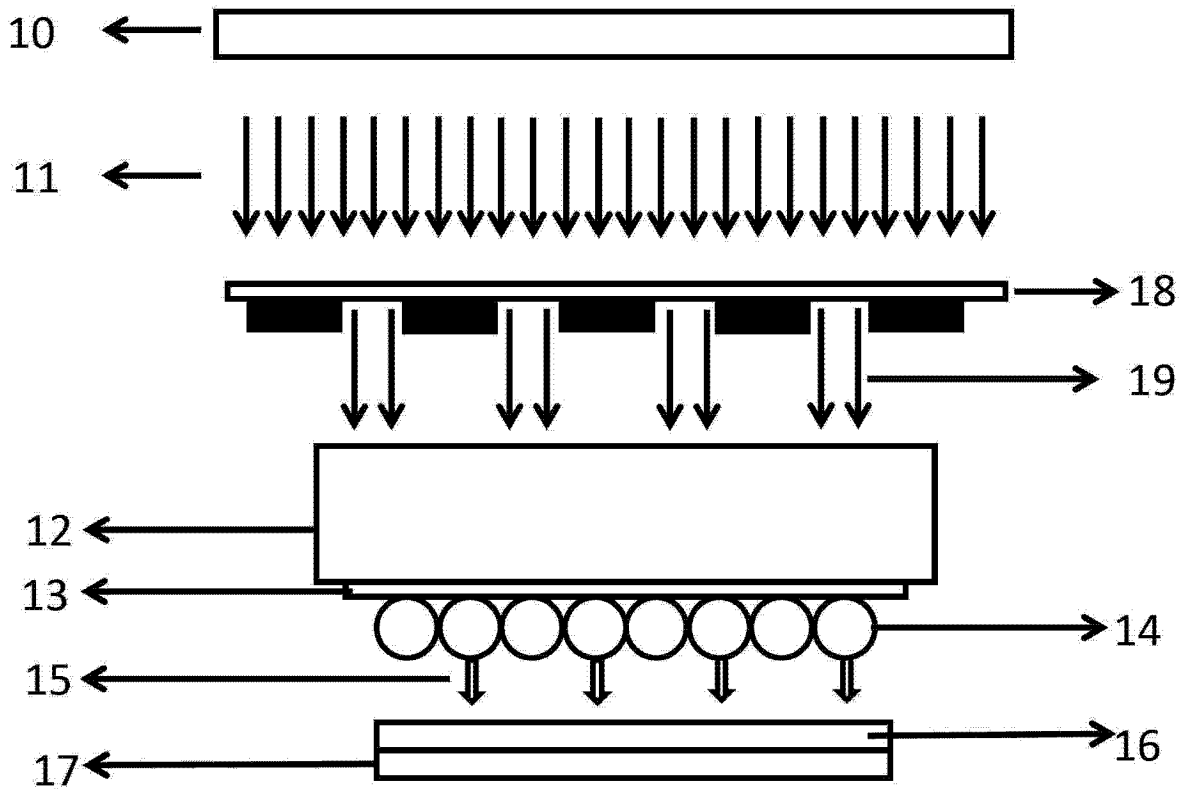


图 2

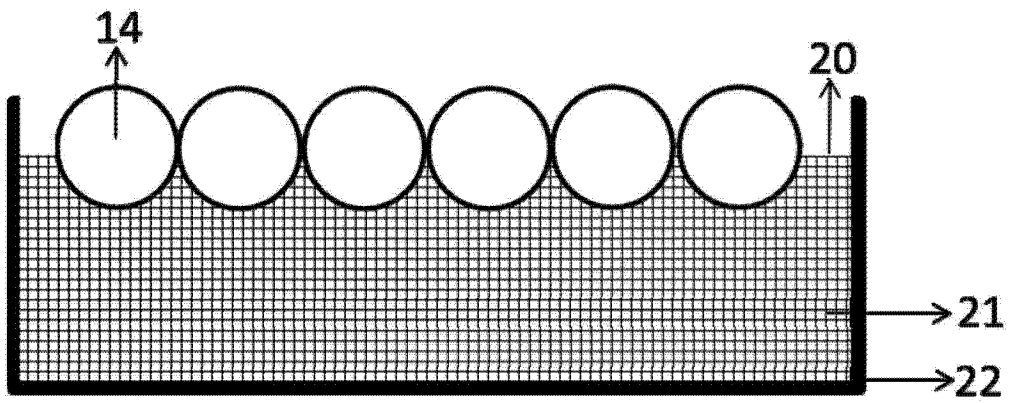


图 3

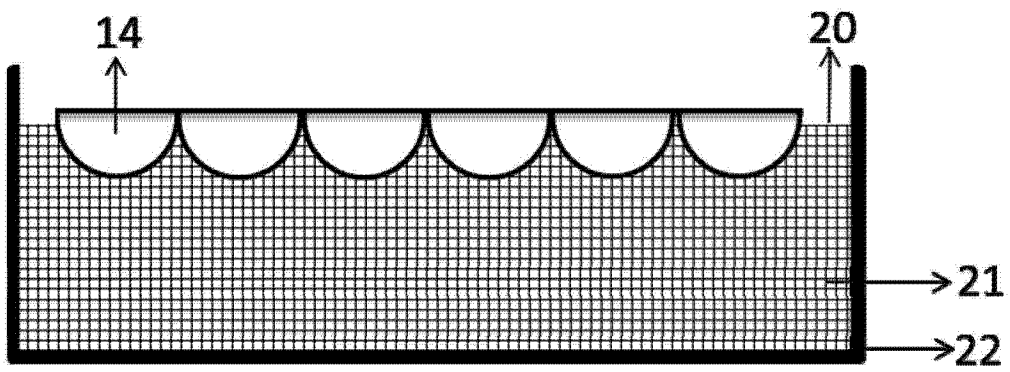


图 4