

国外光学分步曝光技术的新进展

电子工业部第四十五研究所 葛 励 冲

摘要: 本文从光源波长、照明系统和工艺控制方面介绍了国外光学分步曝光技术的最新进展。着重叙述了世界几大著名光刻设备公司在其研究领域的设计更新和实施效果,展望了光学分步曝光技术在甚大规模集成电路(ULSI)制造中的潜力。

关键词: 光学分步曝光 变形照明 移相技术 抗反射涂层技术

前 言

集成电路工业的发展与光刻技术的发展息息相关。器件图形线宽的缩小、集成密度的提高和尽可能多的信息含量体现了现代微电子工业的成本——效益特性。光学光刻技术长期以来跟踪集成电路工业的发展,不断更新设计和完善工艺、满足器件设计微细化要求,充分发挥了光学微光刻技术的活力。

微光刻技术在微细加工技术领域应用最多、最广,是集成电路制造领域的核心技术。因此,世界各国半导体设备制造商竞相争夺这一市场的霸主地位,致使微光刻技术最近几年有了突飞猛进的发展,进而推动了全球微电子制造业的发展。

1994年7月11~14日在台湾新竹举办的

第七届国际微细加工技术研讨会上,日立公司研究中心的研究人员向与会者介绍,他们采用移相掩模技术和NA0.55KrF准分子激光步进机成功地制作了130nm线对特征尺寸。这一事实是光学光刻技术最新报道的实用生产极限,体现了光学光刻技术的潜力。而且,新型照明技术的采用,使得光学光刻技术将会在今后的半导体微细加工领域再展雄姿。

VLSI和ULSI时代先进的DRAM设计指标发展曲线见图1。从图1可以看出,先进器件制造的最小光刻线宽向着0.1 μ m的前沿发展,这与光刻设备的曝光成像分辨率直接相关。因此,实现光刻线宽缩小的关键是提高曝光系统的成像分辨率;同时解决成像系统焦深缩小的矛盾,选择最佳的成像焦深,改进工艺控制条件。本文将从光学分步曝光

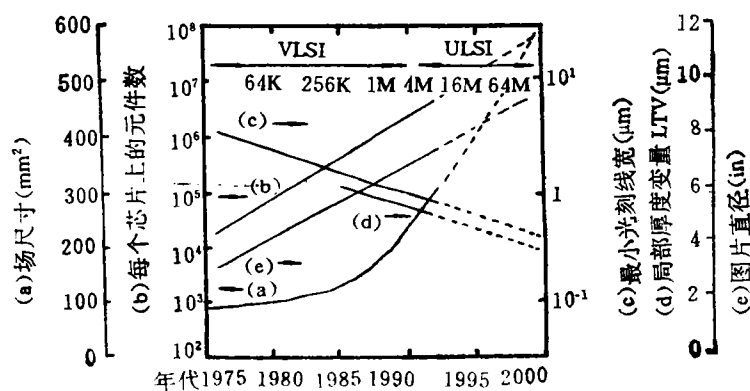


图1 先进的DRAM的几种设计规格曲线

技术的曝光波长、照明系统和工艺控制辅助设计三大领域介绍国外光学分步曝光技术的新进展。

光学曝光技术的三大进展

1. 光学曝光技术已进入极远紫外研究领域

由于受瑞利成像法则的制约，每一种曝光波长都有其成像分辨率极限，致使采用某种曝光波长的分步曝光机只适应一定设计规格的微器件制造。批量生产16MDRAM采用i线（365nm）分步曝光机取代了4M及以前几代DRAM批量生产的g线（436nm）分步曝光机，远紫外步进机、准分子激光步进机（248nm或193nm）的问世欲使64M及至4G位DRAM的批量生产变为现实，欲将光学曝光技术的分辨率极限提高到0.087μm。所有这些更替显示了缩短曝光波长对新一代器件的批量生产具有相当的实效。美国共同研究开发协议（CRADAs）正瞄准0.12μm 4G位DRAM设计的微细曝光技术。该协议负责人认为，0.12μm光刻技术将是光学投影曝光技术的延伸，是未来半导体工业的动力。过去曾把极远紫外（EUV，13nm）光刻技术称为“软X射线”光刻技术，他们计划到1997年使EUV光刻技术达到实用化。

美国加州劳伦斯利费莫尔实验室的研究表明，在过去十多年中，制造有效的反射光路已取得了较大的进展，对13nm波长的EUV光可获得66%的正常入射光反射率。采用强激光源聚焦产生等离子体光束，并经过处理变为13nm左右的窄带辐射光束，从而获得EUV辐射光束。这种新型的光刻技术是一种13nm波长全反射的光刻技术，可生产0.12μm的最小特征尺寸，焦深可达2.0μm。有专家预测，这种光刻技术将会被0.05μm特征尺寸的制作所采用。

美国 Hoya Micro Mask、Ultratech

Stepper、AT & T、Tropel、KLA、Micrion、Jamar、Lawrence Livermore、Sandia和NIST等公司参与了美国共同联合研究开发协议。EUV光刻技术将是美国今后10年内投资额达数十亿美元的绝对领先技术。CRADAs研究人员预计，到1996年，这种新型光刻技术的一些悬而未决的问题能够得以解决。Sandia National Laboratories公司正在开发磁控悬浮（Maglev）超精密光刻定位辅助装置，由ARPA和Sematech-Sandia共同承担，联合开发。下一步计划就是将Maglev技术应用到EUV光刻技术中去。预计Maglev—EUV光刻技术将用于未来的0.1~0.2μm光刻领域，并可生产平板显示器件和印制板电路。

当DRAM生产进入64MDRAM生产时代后，曝光波长248nm或193nmDUV光谱线比365nmI线更具优势。因为在同等条件下与g线光刻相比，i线曝光波长可使分辨率提高20%，而DUV曝光波长则可使分辨率提高76%。因此，远紫外曝光技术将是今后几年光学分步曝光技术领域最炽热的增长技术。1993年g线、i线和DUV步进机分别销售了157台、251台和40台。预计到1998年，g线步进机年销售量将减少到80台，但i线步进机的年销售量仍将增加到320台。与93年相比，增幅最大的将是DUV步进机，98年DUV步进机市场需求将达到223台，是光学光刻领域的尖端曝光技术。图2描述了几种

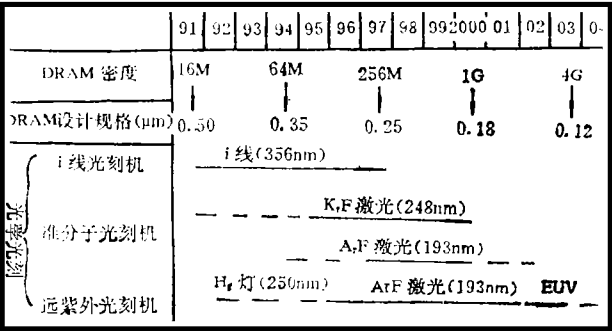


图2 短波长光谱线光学光刻技术在先进的DRAM生产中的应用里程

光学分步曝光技术 在先进 的DRAM生产中的
应用里程。

2. 变形照明技术为光学分步曝光技术
增添了活力

近几年来，国外光学曝光技术的成像系

统取得了较大的进展，踊跃推出各种变形照
明方法，提高了现存光学曝光技术的成像分
辨率，增大了成像系统焦深。图 3 是变形照
明技术的成像示意图。

南韩三星电子有限公司研制成功的一种

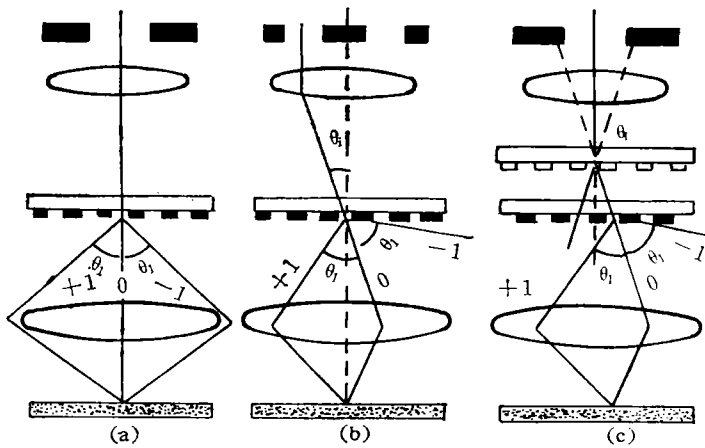


图 3 变形照明技术成像示意图

(a) 常规照明 (b) 常规的变形照明 (c) 先进的掩模上斜射照明 (ATOM)

新型变形照明技术称为先进的掩模上倾斜照
明技术 (ATOM)。据实验测定，i线步进
机采用ATOM技术后，制作 $0.36\mu\text{m}$ 特征尺
寸可获得 $0.28\mu\text{m}$ 的分 辨 率 和 $2.0\mu\text{m}$ 的焦
深，是常规照明方法效果的 2 倍；被NA0.45
KrF准分子激光步进机采用后，制作
 $0.28\mu\text{m}$ 特征尺寸可 得 到 $0.22\mu\text{m}$ 的分辨率
和 $2.0\mu\text{m}$ 的焦深，是采用常规照明方法效果
的1.5倍；被大数值孔径 ($\text{NA}>0.5$) i线
步进机采用，可生产 $0.30\mu\text{m}$ 设计规格的 缩
小型64M DRAM器件，用于KrF准分子激光
步进机可生产 $0.25\mu\text{m}$ 设计规格的256M
DRAM器件，几种入射光束的照明 形 状 见
图 4。表 1 对上述几种照明方法的照明强度
和所需的曝光时间作了比较。

日本Nikon和Canon公司在变形 照 明
技术研究方面的革新分别称之为“照明控制
超高分辨率技术” (Shrinc) 和“步进 机
四极效应技术” (Quest)。两种技术的原
理基本相似，被i线步进 机 (NA0.52) 采
用，Shrinc 技术可使i线步进机生产 $0.35\mu\text{m}$

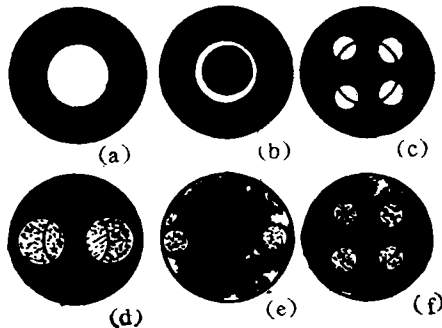


图 4 几种入射光束的照明形状

(a) 常规照明 (b) 环形照明 (c) 四极照明
(d) ATOM 1：高 σ 双极照明 (e) ATOM 2：
低 σ 双极照明 (f) ATOM 3：四极照明

表 1 几种入射光的照明强度
及所需的曝光时间

照 明 方 法	强 度 (mW/cm^2)	曝光时间 (ms)
常 规 照 明	450	550
ATOM $\sigma = 0.5$	450	830
ATOM $\sigma = 0.3$	250	1360
四 极 照 明	120	2710

线对图形的极限分辨率达到 $0.275\mu\text{m}$ ，焦深超过 $2.8\mu\text{m}$ ，空间成像对比度超过60%，是常规照明的2.5倍。Canon公司采用常规照明方法，i线步进机制作 $0.3\mu\text{m}$ 和 $0.35\mu\text{m}$ 线对图形时，焦深分别为 $0.25\mu\text{m}$ ($k_2 = 0.2$) 和 $0.75\mu\text{m}$ ($k_2 = 0.6$)；Quest 技术采用后，i线步进机制作上述两种特征尺寸，焦深分别可达到 $1.5\mu\text{m}$ ($k_2 = 1.2$) 和 $2.0\mu\text{m}$ ($k_2 = 1.6$)。Shrinc和Quest照明技术与移相掩模技术虽在形式上截然不同，但在成像原理上却有共同之处。移相掩模的主要特征之一是仅让 ± 1 级光束穿过透镜成像，0级光束发生相消干涉。因此，成像频率减半， ± 1 级光束穿过移相掩模后的成像夹角也减小到常规掩模的一半。极限分辨率取决于0级和1级 (± 1 级) 光束间的夹角。采用移相掩模使 ± 1 级光束的入射夹角减半，从而改进了极限分辨率。在Quest条件下，0级光束和1级 (或 -1 级) 光束的倾斜入射照明起到了移相掩模条件下 ± 1 级光束的功能。这说明Quest技术对分辨率提高的有效性可与移相掩模技术相媲美。然而，在成像对比度方面，Quest技术与移相掩模技术不同，0级光束的振幅与1级 (或 -1 级) 光束振幅的比值 $1:2/\pi$ ，而 +1 级与 -1 级光束的振幅比为 $1:1$ 。图5描述了传统照明方法 (5-1)、Quest照明方法 (5-2) 和移相掩模技术 (5-3) 的成像效果比较。前

两种均采用常规掩模。

日本Hitachi公司将变形照明技术的另一种特殊形式——环形照明技术进行改进，在其成像光路采用了空间频率互补共轭滤光片，推出一种新型的超高分辨率分步曝光机。互补共轭空间频率滤光片的采用，强化了高空间频率图形的衍射光束，从而获得了深亚微米的非重复图形。NA0.5的i线步进机采用该技术后，用常规掩模也能生产 $0.3\mu\text{m}$ 的线对图形。互补共轭空间滤光片成像光路传输见图6。

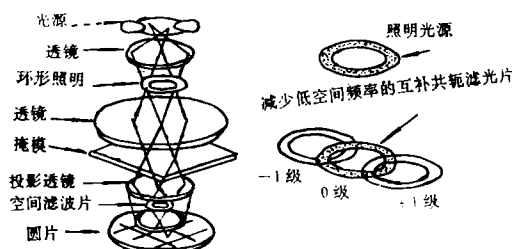


图6 采用互补共轭空间滤光片成像原理

移相掩模、扩大焦深范围的曝光技术 (FLEX)、环形照明技术以及互补共轭空间频率滤光片等成像辅助技术的应用，使i线、远紫外以及准分子激光光刻技术的成像分辨率扩展到深亚微米领域。图7描述了新技术采用对光学分步曝光技术发展的效果。

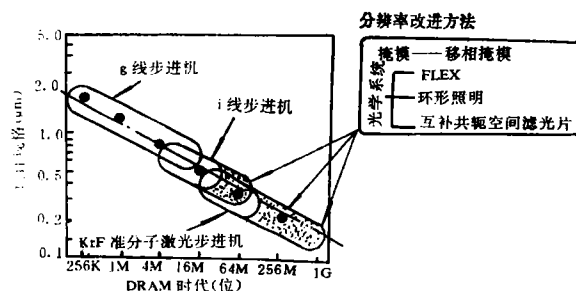


图7 新技术采用对光学分步曝光技术发展的效果

Ultratech公司的远紫外步进机却采用Half-Field Dyson照明系统，并已广泛用于IC微光刻领域。采用该照明系统可在整个视场及相当宽的谱线范围内获得极高的

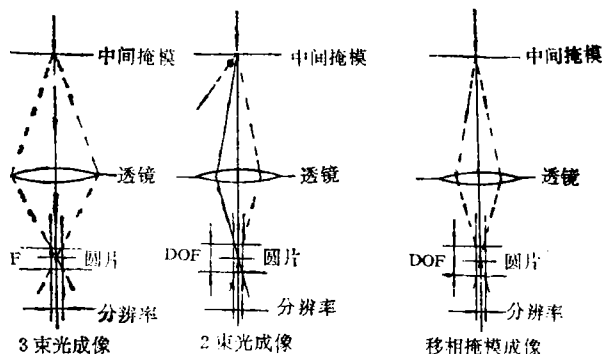


图5 3束光成像、2束光成像与移相掩模成像

分辨率。NA0.7的Half-Field Dyson 装置的可行性已通过常规掩模获得了 $0.25\mu\text{m}$ 特征尺寸成像能力。采用移相掩模后, Ultratech公司的远紫外光刻系统的成像分辨率可提高到 $0.13\mu\text{m}$ 。图8是Half-Field Dyson照明系统的结构图。该装置的投影系统长约为2英尺,主反射镜的曲率半径为600mm,NA为0.7,可产生58mm直径的像场,略小于像场的一半被采用来作图。每个像场至少可曝光两个256M或一个1G芯片,并具有曝光三个256M或两个1G芯片的能力。该透镜可传输 3×10^{10} 个像素,是目前领先装置的3倍多,并能容易地满足2004年SIA逻辑芯片曝光场尺寸的要求。

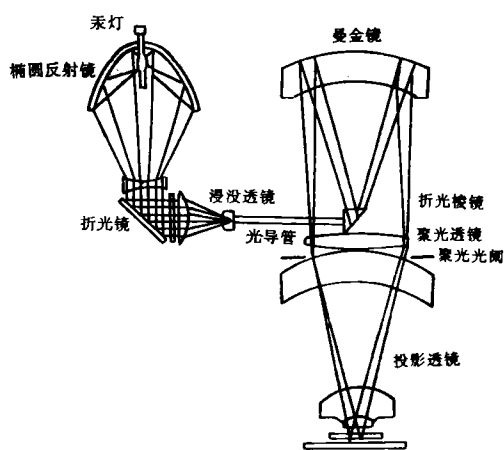


图8 Half-Field Dyson 照明系统结构图

Half-Field Dyson装置可增大数值孔径和像场尺寸,并可与变形照明技术、移相掩模技术、193nm光源及其它新技术匹配使用。因此,这一新设计扩展了光学分步曝光技术的加工能力,可实现 $0.18\mu\text{m}$ 1G位逻辑DRAM器件甚至更高密度的IC图形制作。成像照明系统方面的上述诸多新进展,为光学分步曝光技术增添了新的活力。

3. 工艺控制技术的发展优化了光学分步曝光技术的加工能力

湿法显影 $1\mu\text{m}$ 厚度单层抗蚀剂的传统

电子工业专用设备 1995年第2期

方法存在着光吸收率过高的主要问题。酚醛型或聚合树脂型抗蚀剂对193nm准分子激光的吸收率超过了 10^5cm 。这与小于100nm的光贯穿深度相当。采用多层或表面成像抗蚀工艺替代传统的单层抗蚀工艺,解决了较长波长的小焦深和单层抗蚀处理所致的反射性问题,同时对193nm曝光波长的准分子激光光刻也可产生同样的结果。硅甲烷化工艺特别明显地成为较长波长单层抗蚀剂光刻的重点研究课题,该工艺非常适合193nm准分子激光光刻。

采用5X、0.22NA、193nm的准分子激光步进机和硅甲烷化抗蚀工艺进行分辨率和曝光容限测定,曝光 $0.4\mu\text{m}$ 线对图形($k_1 = 0.46$),焦深可达 $4\mu\text{m}$ 。硅甲烷化抗蚀工艺可使NA为0.33的193nm准分子激光步进机在聚乙烯苯酚抗蚀剂中产生 $0.20\mu\text{m}$ 的成像分辨率。

负性双层抗蚀工艺也对193nm光学光刻技术起到了优化作用。它由约 $1\mu\text{m}$ 厚的有机平面化层上再旋涂20~100nm厚的含硅薄成像层构成,称为表面成像抗蚀工艺。采用薄成像层后,对193nm波长提出了更加严格的要求,尤其使关键尺寸控制和图形侧边陡直度控制变得更为苛刻。IBM公司通过对光学分步投影微光刻系统的研究,发现单层抗蚀系统的最佳工艺常数 K_1 在0.57~0.87范围内,多层抗蚀系统的最佳工艺常数 K_1 在0.42~0.7范围内。图9描述了1M~1G位

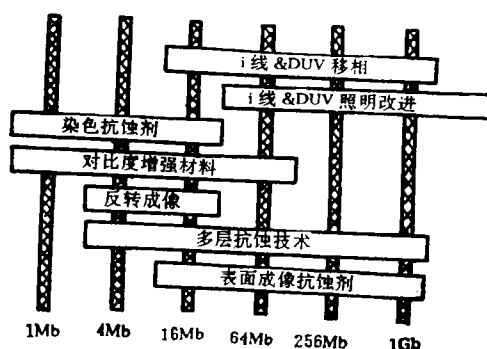


图9 先进成像工艺应用前景

DRAM生产中先进的成像工艺应用前景。

当光刻技术进入 $0.5\mu\text{m}$ 以下特征尺寸微光刻工艺范畴,单层抗蚀剂的反射衬底和不平整的衬底形貌严重影响成像质量。为克服反射衬底产生的干涉效应,先进的芯片生产厂家大都采用抗反射涂层技术(ARCs),抑制抗蚀剂顶部和底部的成像光速反射,实现掩模图形的信息全息传输,提高作图质量。由此可见,采用抗反射涂层技术有两种形式:TARCs和BARCs型。光抗蚀剂中的光干涉效应对亚微米成像的影响更为明显,采用单层抗蚀剂,BARCs尤为重要。而且,曝光波长缩短,薄膜干涉效应相对增强。图10描述了随抗蚀剂变化,g线、i线及DUV曝光波长平均成像强度的变化曲线。假定硅衬底和抗蚀剂的吸收系数为恒定量,对 436nm 曝光波长,抗蚀剂变化 40nm ,成像强度改变 20% ;而对于 248nm 曝光波长,厚度只要改变 20nm 便可产生同样的成像强度增强效果。因此,在 436nm 波长情况下,波动强度 $S\approx 0.3$,而在 248nm 情况下,波动强度 $S\approx 0.5$ 。采用染色抗蚀剂是增加其吸收系数 α 值、控制 S 值的方法之一。但最常用、最方便的方法是采用抗反射涂层减小反射率 R 控制 S 值,改进亚微米光刻工艺。在这方面,日本日立公司开发成功的抗蚀剂上抗反射涂层(ARCOR)就是用于深亚微米关键尺寸光学光刻工艺控制优化的例证,与

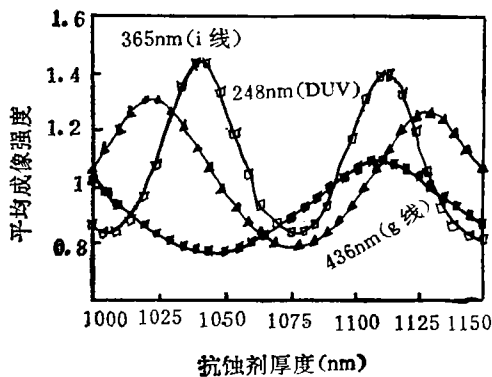


图10 平均成像强度与抗蚀剂厚度的变化关系曲线

前面提到的TARCs是同一种技术形式。

图11描述了曝光光束在传统抗蚀工艺和ARCOR抗蚀工艺中的传输对比。日立公司在PVA和添加剂的基础上研制成功一种新型ARCOR材料,称为ARCOR-2,是一种水溶物,吸水性为 1.33 ,折射率为 1.48 。该公司将此材料用于 $\text{NA}0.48\text{g}$ 步进机和 $\text{NA}0.4\text{i}$ 线步进机光刻工艺进行对比实验。实验结果表明,g线曝光 $0.8\mu\text{m}$ 线对图形,采用 70nm 厚度ARCOR-2,波动曲线幅度为 $0.07\mu\text{m}$,减小到传统抗蚀工艺 $0.14\mu\text{m}$ 的 50% ,抗蚀剂的最佳厚度范围为 $0.9\sim 1.6\mu\text{m}$;i线曝光 $0.6\mu\text{m}$ 线对图形,采用 60nm 厚度的ARCOR-2,波动曲线幅度为 $0.09\mu\text{m}$,减小到传统抗蚀工艺 $0.15\mu\text{m}$ 的 60% ,且抗蚀剂的最佳厚度范围为 $0.7\sim 1.35\mu\text{m}$,关键尺寸(CD)偏差从 $0.04\mu\text{m}$ 减小到 $0.02\mu\text{m}$ 。

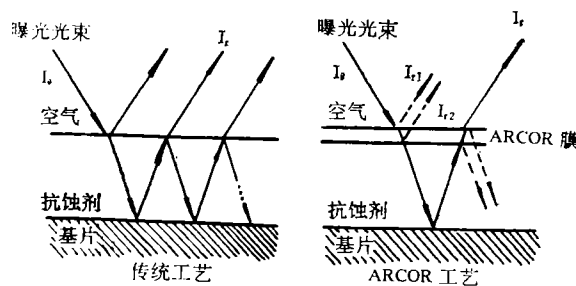


图11 传统抗蚀工艺与ARCOR抗蚀工艺光传输对比

进入 $0.5\mu\text{m}$ 以下光学微细加工时代,大数值孔径曝光设备的成像焦深有限,致使对抗蚀剂、衬底等材料曝光面的平面化提出了更为严格的要求。因此,平面化处理工艺将成为光学微光刻技术发展的一个重要补偿环节。这样可获得良好的反射、折射表面,产生均匀对称的光通量,通过曝光、蚀刻、显影获得高陡直度、高纵横比、粗细均匀的亚微米线宽图形。平面化处理方法采用局部处理($\leq 10\mu\text{m}$)和整体处理($\geq 10\mu\text{m}$)两种。目前许多集成电路生产厂家采用牺牲深腐蚀技术对多层互连的介质层进行平面化处理取得了较好的效果。化学机械抛光技术将更具优

势,对氧化物、多晶硅及金属形貌光刻表面进行平面化处理,得到比以往技术都好的整体平面化精度,改进了微光刻工艺性能,拓宽了光学微光刻技术的曝光范围。

欲实现光学光刻技术的高分辨率能力,工艺控制技术不可忽视。尤其是进入ULSI集成电路制造时代,工艺控制技术被视为光学分步曝光技术性能改进的一个重要补偿环节。

国外几大著名光刻设备 公司的新成果

国外先进的光刻设备公司纷纷推出满足不同设计规格的微光刻设备,采用分步重复对准方式,实现了 $0.5\mu\text{m}$ 以下的光学微细加工要求。ASML公司推出10个系列的步进机,采用汞灯和准分子激光光源,最高分辨率达到 $0.25\mu\text{m}$,焦深为 $10\mu\text{m}$ 左右,实用线宽实现了 $0.35\mu\text{m}$ 。该公司到目前为止,步进机全球销售已突破了400台,94年销售额实现了2.5亿美元,占同年全球步进机市场的20%。美国加州Cypress Semiconductor公司94年订购了ASML 5台PAS 5500/100i线步进机,总价值为1600万美元。据94年《EN》第2038期报道,ASML公司最新研制成功一种用于“混合匹配”光刻领域非关键层图形制作的PAS5500/22型i线步进机,价格250.5万美元。

Canon U.S.A.公司7个系列的步进机,FPA-3000Ex 1和FPA-2500i 3型最具有代表性。前者采用准分子激光光源,后者则采用了新型的照明技术。FPA-3000i 4型步进机是该公司1994年推出的用于 $0.35\mu\text{m}$ 器件生产的新机型,工作台由平面电机驱动,数字伺服系统控制。另外,Canon公司看到了美国SVGL公司微扫描步进机的技术优势,合作未达成一致同意,并准备独立投资开发微扫描光刻技术。将Micrascan采用的先进技术转化为Canon的研究成果。

GCA公司的XLS7500/29型和XLS

7800/31型分步曝光机均属 $0.5\mu\text{m}$ 以下的光刻设备,其中XLS7800/31型远紫外分步曝光机可称为远紫外光刻系列的代表产品,分辨率达 $0.225\mu\text{m}$,可用于 $0.2\mu\text{m}$ 特征尺寸的制作。

Ultratech Stepper公司2244i线步进机采用同步重复对准方式,是用于混和匹配光刻的佼佼者。据1994年1月《EN》第1999期报道,Ultratech Stepper公司已收到日本和太平洋地区先进DRAM生产厂家的1400多万美元2244i线步进机定货合同。Shipley公司对日本市场增大投资,在日本Sasagami兴建一个抗蚀剂加工和销售中心,真正将Ultratech公司的步进机打入日本市场。到目前为止,日本用户已购买了36台该公司的步进机。

日本Nikon公司是目前世界市场售出远紫外步进机最多的公司之一。NSR-2005Ex 8 A和NSR-2005Ex 10 B型分步重复曝光机均采用准分子激光系统,获得 248nm 的曝光波长,推出了三代准分子激光步进机。NSR-2005i 9 C型和NSR-2005i 10 C型步进机均已采用了新型的照明技术,分辨率可达到 $0.35\mu\text{m}$ 。NSR-2205i 11 D型步进机是该公司i线步进机94年的创新设计,采用了一个 $0.5\sim 0.63$ 的可变数值孔径缩小透镜,增加了扫描掩模对准新技术,对准精度可达 70nm (3σ)。表2将列举上述几家公司光学分步曝光设备的主要技术指标,多数型号的设备是 $0.5\mu\text{m}$ 以下光刻的选择。

结 束 语

光学分步曝光技术目前已延伸到极远紫外(EUV, 13nm 波长)光刻研究领域,照明控制方法为世界领先的光刻设备公司的光学分步曝光机提供了亚 $0.5\mu\text{m}$ 的成像能力,工艺控制技术的逐步完善为光学分步曝光机的实用可靠性、稳定性提供了微细化加工的环境保障。光学分步曝光技术的这些进展为

表2

国外先进的步进曝光机性能指标

公司及其设备型号	曝光波长 (nm)	数值孔径	曝光场尺寸 (mm) ²	同机套 刻精度 (nm)	分辨率 μm	焦深 μm	最大容 片直径 (mm)	实用线宽 (μm)	输片率 枚/片径
ASML PAS2500/10	436	0.38	14×14	<125	0.80	>2.0	150	0.90	>66/150
PAS2500/30	436	0.43	15×15	<125	0.65	>1.6	150	0.80	>69/150
PAS2500/40	365	0.40	15×15	<125	0.50	>2.1	150	0.70	>70/150
PAS5000/50	365	0.48	15×15	<125	0.35	>1.2	150	0.50	>50/150
PAS5000/70	248	0.42	15×15	<125	0.35	>1.0	150	0.45	>30/150
PAS5500/60	365	0.54	18×26.2	<85	0.325	>1.0	200	0.45	>80/150
PAS5500/80	365	0.48	21×27.6	<85	0.35	1.2	200	0.50	>88/150
PAS5500/90	248	0.50	21×27.7	<70	0.25	1.0	200	0.35	>80/150
PAS5500/100	365	0.60	21×27.6	<70	0.35	1.0	200	0.40	>88/150
PAS-5500/22	365	0.40	$\phi 31.1$	<125	0.70	—	200	—	>70/200
PAS5500/60B	365	0.54	$\phi 25.5$	<70	0.45	—	200	—	>48/200
PAS5500/80B	365	0.48	$\phi 29.7$	<70	0.50	—	200	—	>51/200
PAS5500/90B	248	0.5—0.4	$\phi 29.7$	<70	0.35	—	200	—	>60/200
PAS5500/100/C	365	0.6—0.48	$\phi 31.1$	<70	0.40	—	200	—	>61/200
Canon U.S.A. Inc. FPA-2000i1	365	0.52	20×20	120	0.50	1.2	200	0.50	67/150
FPA-2500i2	365	0.54	22×22	120	<0.45	>1.0	200	0.45	73/150
FPA-2500i3	365	0.6	20×20	120	<0.40	1.0	200	0.4	62/150
FPA-3000Ex1	248	0.45	20×20	100	<0.40	>1.0	200	0.3	66/150
FPA-1550MWW	436	0.55	20×20	130	<0.65	>1.2	200	0.65	58/150
GCA XLS 7500/29	365	0.55	21×21	90	0.5	>1.1	200	0.5	70/150
XLS 7800/31	248	0.53	22×22	70	0.225	>1.2	200	0.35	72/150
SVGL Micrascan I	244~252	0.5	22×32.5	70	0.25	0.8	200	0.35	51/200
Micrascan I i	360~370	0.5	22×32.5	70	0.40	1.2	200	0.5	51/200
Ultratech Stepper 2244i	355~375	0.32	22×44	—	0.8	2.0	200	0.8	80/200
2000gh	390~450	0.24~0.4	18×18	—	0.8~1.0	2~3	200	0.8~1.0	78/150
1500	390~450	0.24~0.4	39×11	—	0.8~1.2	2~4	200	0.8~1.2	55/150

续表2

公司及其设备型号	曝光波长 (nm)	数值孔径	曝光场尺寸 (mm) ²	同机套 刻精度 (nm)	分辨率 μm	焦深 μm	最大容 片直径 (mm)	实用线宽 (μm)	输片率 枚/片径
Nikon Corporation NSR-2005Ex8A	248	0.5	21.2×21.2	100	0.35	—	200	0.40	34/200
NSR-2005Ex10B	248	0.55	22×22	80	0.32	—	200	0.40	—
NSR-2005i9C	365	0.57	22×22	100	0.45	—	200	0.45	47/200
NSR-2005i10C	365	0.57	22×22	90	0.45	2	200	0.45	50/200
NSR-4425i	365	0.3	44×44	90	0.8	4	200	0.8	90/200
NSR-2205i11D	365	0.50~0.63	22×22	70	0.25	—	200	0.35	58/200

九十年代微电子工业的发展将发挥更大的作用。

尼康公司推出新型步进扫描光刻技术

尼康公司技术人员在94年的SEMICON/Japan展览会上透露, 该公司最新开发的扫描式片子步进机。该机利用远紫外光通过缩小镜头狭缝扫描4倍的一次版成象。

大多数专家认为i线光刻的极限是 $0.35\mu\text{m}$, 或许可能扩展到 $0.25\mu\text{m}$ 。但发展趋势表明, 将i线光刻推向这个水平是不经济的。同时, 由于视场尺寸的增大将使镜头的制造变得更为困难, 过高的光刻费用又会抑制i线技术的进一步拓宽。尼康公司的专家认为, 由于视场尺寸的增大, 导致材料费用和镜头直径增加了一倍。

尼康公司预见, 光学光刻的进一步推进要通过扫描式远紫外步进机曝光。它不同于现有的技术原理, 是通过一种折射式光学系统, 即采用一个狭缝通过传统的步进机透镜的“扫描光斑”成象。其主要优点在于视场尺寸的增大不受镜片尺寸的影响, 同时还由于狭缝和扫描均分技术的采用而改进了图形畸变和聚焦偏差。该技术的另一个重大贡献还在于与先进的步进机曝光技术相比, 改进了光刻工艺中的成本特性, 缓减了不断上升的光刻费用。

尼康的第一台步进扫描远紫外样机将在1995年早期运往美国一家半导体制造厂家进行256Mb DRAMs器件及先进的微处理机系统的开发, 第二台步进扫描曝光系统的视场尺寸为 $25\times 25\text{mm}^2$, 分辨率优于 $0.25\mu\text{m}$, 总套刻精度优于70毫微米, 可采用TTL和行进对准及新的工作台技术。该公司发言人透露, 公司准备在95年7月的SEMICON/West展览会上展出这种扫描式步进机系列产品。

(童志义)