



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03806638.6

[43] 公开日 2005年7月20日

[11] 公开号 CN 1643453A

[22] 申请日 2003.3.19 [21] 申请号 03806638.6

[30] 优先权

[32] 2002.3.21 [33] SE [31] 0200864-7

[86] 国际申请 PCT/SE2003/000462 2003.3.19

[87] 国际公布 WO2003/081338 英 2003.10.2

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.21

[71] 申请人 麦克罗尼克激光系统公司

地址 瑞典泰比

共同申请人 ASML 荷兰公司

[72] 发明人 安德斯·瑟伦 卡雷尔·范德马斯特

阿尔诺·布利克

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

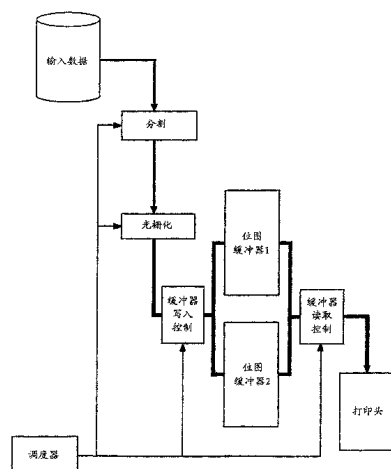
代理人 黄小临 王志森

权利要求书2页 说明书9页 附图7页

[54] 发明名称 打印大数据流的方法和装置

[57] 摘要

本发明的一个方面包括一种用于在至少部分被对电磁辐射敏感的层覆盖的工件上形成图案的方法，包括步骤：提供将要成像到所述工件的多个位置上的至少一个图像的数据表示；将所述数据表示分割成多个扫描场条纹；重复下面步骤：光栅化所述数据表示的第一扫描场条纹，根据所述光栅化的扫描场条纹调制调制器，在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹，在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹的同时，光栅化所述数据表示的第二扫描场条纹，当预定量的所述图像被成像到所述工件的所述多个位置上时，终止该重复。本发明的其它方面详细地反映在说明、附图和权利要求中。



1. 一种用于在至少部分被对电磁辐射敏感的层覆盖的工件上形成图案的方法，包括步骤：
- 5 提供将要成像到所述工件的多个位置上的至少一个图像的数据表示；
将所述数据表示分割成多个扫描场条纹；
重复下面步骤：
- 光栅化所述数据表示的第一扫描场条纹，
根据所述光栅化的扫描场条纹调制调制器，
- 10 在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹，
在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹的同时，光栅化
所述数据表示的第二扫描场条纹，
当所述图像的预定量被成像到所述工件的所述多个位置上时，终止该重
复。
- 15 2. 根据权利要求1所述的方法，其中所述扫描场条纹属于互相不相邻的
两个连续的行程。
3. 根据权利要求1所述的方法，其中所述扫描场条纹属于互相相邻的两个
连续的行程。
4. 根据权利要求1所述的方法，其中通过由所述电磁辐射照射的 SLM
- 20 所述图像被成像到所述工件上。
5. 根据权利要求1所述的方法，其中所述工件是晶片。
6. 根据权利要求1所述的方法，其中所述图像表示集成电路。
7. 根据权利要求1所述的方法，其中属于两个连续行程的扫描场条纹被
以相反方向成像在所述工件上。
- 25 8. 一种用于在至少部分被对电磁辐射敏感的层覆盖的工件上形成图案的
方法，包括步骤：
- 提供将要成像到所述工件的多个位置上的至少一个图像的数据表示；
将所述数据表示分割成多个扫描场条纹；
重复下面步骤：
- 30 光栅化所述数据表示的第一扫描场条纹，
根据所述光栅化的扫描场条纹调制调制器，

- 在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹，
在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹的同时，光栅化
所述数据表示的第二扫描场条纹，
当预定数量的所述图像已被成像到所述工件的所述多个位置上时，终止
5 该重复。
9. 根据权利要求8所述的方法，其中所述扫描场条纹属于互相不相邻的
两个连续的行程。
10. 根据权利要求8所述的方法，其中所述扫描场条纹属于互相相邻的
两个连续的行程。
- 10 11. 根据权利要求8所述的方法，其中通过由所述电磁辐射照射的 SLM，
所述图像被成像到所述工件上。
12. 根据权利要求8所述的方法，其中所述工件是晶片。
13. 根据权利要求8所述的方法，其中所述图像表示集成电路。
14. 根据权利要求8所述的方法，其中属于两个连续行程的扫描场条纹
15 被以相反方向成像在工件上。
15. 一种用于在工件上形成图案的装置，包括：存储器，用于存储将要
刻写在所述工件上的至少一个图像的数据表示；分割设备，将所述数据表示
分割成多个扫描场条纹；光栅化设备，光栅化所述扫描场条纹；至少两个缓
冲存储器，缓冲光栅化的扫描场条纹；缓冲写入控制，控制向哪个缓冲存储
20 器写入光栅化的数据；缓冲器读取控制，控制从哪个缓冲存储器读取将要在
工件上成像的光栅化的数据；调度器，在缓冲光栅化的数据时和读取将要在
工件上成像的数据时，调度光栅化哪个扫描场条纹；以及调制器，能够根据
将要在所述工件的多个位置上成像的所述光栅化的数据调制电磁辐射束，其
中所述装置能够在所述工件上成像一个扫描场条纹的同时，光栅化另一个扫
25 描场条纹。
16. 根据权利要求15的方法，其中所述工件是晶片。
17. 根据权利要求15的方法，其中所述图像表示集成电路。
18. 根据权利要求15的装置，其中通过由所述电磁辐射照射的 SLM，
所述图像被成像在所述工件上。

打印大数据流的方法和装置

5 技术领域

本发明涉及一种在工件(workpiece)上形成布线图案的方法,特别涉及一种用于在诸如掩膜衬底(mask substrate)或集成电路衬底等工件上形成期望的图案(pattern)的直接刻写平板印刷方法(direct-writing lithographic method)。

10 背景技术

以前,只是或多或少地通过使用包括在集成电路中的层的图案的许多掩膜(mask)或刻线(reticle),来制造集成电路。如今集成电路的层数可以多达30层。可以通过使用例如用于曝光对所选光束类型敏感的材料层的电子束或激光束,来预备所述的掩膜或刻线。该掩膜材料在其附着不透明材料薄层的一侧之上一一般是能透射的。在所述薄材料中创建所述集成电路的一层的图案。该掩膜一般具有比将被打印在用于形成所述集成电路的半导体衬底上的图案大N倍的图案。在使用形成所述集成电路的掩膜的步进器(stepper)中执行尺寸的缩减。

最近,由于一些原因,例如由于制造复杂而造成制造掩膜的成本增加,需要很小系列的集成电路的小规模开发等,越来越显出对除通过采用传统掩膜之外的其他方式来制造集成电路的需要。

不幸的是,所有不采用传统掩膜或刻线来形成集成电路的已知技术都有缺点和限制。

例如,本领域已知的大多直接刻写器(direct-writer)是基于通常称为定形光束(shaped beam)的电子束,其中,图案是从多个闪光(flash)集合而成的,每个闪光都定义了一个简单的几何图形。使用高斯(Gaussian)射束的光栅扫描的其它系统是已知的。使用用于在工件上形成图案的电子束或激光束的传统掩膜刻写器,被限制在相对较低的扫描速度,以及最糟糕的是,只能扫描单一的尺度(single dimension)。

30 在诸如由本发明的一个受让人的、并引用于此作为参考的WO 01/18606以及美国专利申请第09/954721号等其它专利申请中公开的SLM刻写器涉

及光栅扫描(raster scanning), 其意义在于它允许位图图案, 但是区别于不是从单个像素来构建图案, 而是在一个闪光中打印整幅(frame)图案。

空间光调制器(SLM)包括许多调制器元件, 调制器元件可以以期望的方式来设置以形成期望的图案。反射 SLM 可以被任何类型的电磁辐射曝光, 例如 DUV 或 EUV, 用于在掩膜上形成想要的图案。

用于直接从数据刻写半导体设计中的特定层的直接刻写图案产生器将具有很高的工业价值。然而, 现代芯片的复杂度极高, 并随着每一个新的技术的产生而变得越来越高。直接刻写器必须在 300 mm 晶片上刻写不是一个, 而是 100 个复杂的图案。

图 1 以简化的形式表示现有技术直接刻写器用粒子束流刻写一个芯片时的图像。

图 2a 说明了所构思的直接刻写系统 200 的图像, 直接刻写系统 200 具有多个 e-射束列(column)250、图案存储器 240、光栅化单元 230、存储器单元 220 和列缓冲器(column buffer)210。图 1 和 2a 来自于在 2002 年 8 月 ISMT/SRC Maskless Lithography Workshop 2002 上, 由 Mark Gesley 对 ETEC Systems 的演示。该演示描述了所构思的、利用光栅扫描灰度级原理(raster scan gray-scale principle)的多微型列 e-射束系统(multiple micro-column e-beam system)。该微型列形成有规则的、具有 5×5 到 20×20 mm 间距的阵列。该阵列覆盖晶片区域的主要部分, 并且对台架(stage)扫描以只充满 5×5 mm(等)的区域。可以使用到下一个微型列空间的跨越扫描(over scanning)以用来备选(redundancy)。然而从演示还是不清楚是如何内部表示信息的。多个微型列的图像指示相同的数据被发射到每一个微型列, 并且字段的数量等于列的数量。

UC Berkley 的研究人员已经探索了处理大数据流(large data flow)的另一方面。由直接刻写器处理的一个项目是向传感器载入数据, 这里传感器是微型机械的 SLM(micro-mechanical SLM)。通过强力地压缩图案, 能够在硬盘上存储, 并且在刻写时在若干级联步骤(cascaded step)中解压。图 2b 是根据 UC Berkley 的用于处理大数据流的并行体系结构的说明。在 SLM 芯片上至少完成了解压缩的一个步骤。通过这种方法, 存储和传输问题都被认为解决了。

现在微电子设计十分复杂, 以致设计文件的完全存储(sheer storage)和传输成了问题。当设计被拉平时(flatten out), 即当它的层次被分解时, 数据量扩张, 并且最后当它被转换为位图时, 数据量扩张到超出所有的实际的存储

选择(option)。对于一个晶片, 从一个一般 10-100G 字节的设计文件, 产生 1000T 字节的位图量。该图只是数量级(order of magnitude)的一个指示, 并且当然会随着晶片尺寸和技术重点而改变。只有压缩不能解决数据流的带宽问题, 因为数据必须在转换到位图数据的期间进行处理和修改。一个例子是重叠必须被去除, 并在重叠的去除之后加入处理偏重(process bias)。

所需为一种方法和装置, 其在工件上比现有技术实质上更快地创建图案, 并且能够处理所需的大数据流。

发明内容

10 因此, 本发明的一个目的是提供一种在工件上形成图案的方法, 其克服或至少减少了上述由于大数据流的消耗制造时间的问题。

所述本发明的目的是根据本发明的第一方面, 通过用于在至少部分被对电磁辐射敏感的层覆盖的工件上形成图案的方法来达到的, 该方法包括步骤: 提供将要成像到所述工件的多个位置上的至少一个图像的数据表示; 将所述数据表示分割(fracture)成多个扫描场(field)条纹(stripe); 重复下面步骤: 光栅化(rasterizing)所述数据表示的第一扫描场条纹, 根据所述光栅化的扫描场条纹调制调制器, 在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹, 在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹的同时, 光栅化所述数据表示的第二扫描场条纹, 当在所述工件的所述多个位置上成像了所述图像的预定量时, 终止该重复。

20 在根据发明的另一个实施例中, 所述扫描场条纹属于互相不相邻的两个连续的行程(stroke)。

在发明的另一个实施例中, 所述扫描场条纹属于互相相邻的两个连续的行程。

25 在根据发明的另一个实施例中, 通过由所述电磁辐射照射的 SLM 在工件上成像所述图像。

在根据发明的另一个实施例中, 所述工件是晶片。

在根据发明的另一个实施例中, 所述图像表示集成电路。

30 在根据发明的另一个实施例中, 属于两个连续行程的扫描场条纹被以相反方向成像在工件上。

本发明的另一个方面涉及一种用于在至少部分被对电磁辐射敏感的层覆

- 盖的工件上形成图案的方法，包括步骤：提供将要成像到所述工件的多个位置上的至少一个图像的数据表示；将所述数据表示分割成多个扫描场条纹；重复下面步骤：光栅化所述数据表示的第一扫描场条纹，根据所述光栅化的扫描场条纹调制调制器，在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹，
- 5 在所述工件的多个位置上成像所述第一扫描场条纹的同时，光栅化所述数据表示的第二扫描场条纹，当预定数量的所述图像已被成像到所述工件的所述多个位置上时，终止该重复。

在根据本发明的另一个实施例中，所述扫描场条纹属于互相不相邻的两个连续的行程。

- 10 在发明的另一个实施例中，所述扫描场条纹属于互相相邻的两个连续的行程。

在根据发明的另一个实施例中，通过由所述电磁辐射照射的 SLM 在工件上成像所述图像。

在根据发明的另一个实施例中，所述工件是晶片。

- 15 在根据发明的另一个实施例中，所述图像表示集成电路。

在根据发明的另一个实施例中，属于两个连续行程的扫描场条纹被以相反方向成像在工件上。

- 发明还涉及一种用于在工件上形成图案的装置，包括：存储器，用于存储将要刻写在所述工件上的至少一个图像的数据表示；分割设备，将所述数据表示分割成多个扫描场条纹；光栅化设备(rasterizing device)，光栅化所述扫描场条纹；至少两个缓冲存储器，用于缓冲光栅化的扫描场条纹；缓冲写入控制，控制向哪个缓冲存储器写入光栅化的数据；缓冲器读取控制，控制从哪个缓冲存储器读取将要在工件上成像的光栅化的数据；调度器，在缓冲光栅化的数据和读取将要在工件上成像的数据时，调度光栅化哪个扫描场条纹；
- 20 以及调制器，能够根据将要在所述工件的多个位置上成像的所述光栅化的数据调制电磁辐射束，其中所述装置能够在所述工件上成像一个扫描场条纹的同时，光栅化另一个扫描场条纹。
- 25

在根据发明的另一个实施例中，所述工件是晶片。

在根据发明的另一个实施例中，所述图像表示集成电路。

- 30 在根据发明的另一个实施例中，通过由所述电磁辐射照射的 SLM 在工件上成像所述图像。

发明的其它特征及其优点将通过下面的本发明的优选实施例和附图 1-8 的详细描述而更加清楚, 所述优选实施例和附图仅用作说明, 因此并不是本发明的限制。

5 附图说明

图 1 描述了在晶片上形成图案的现有技术的方法。

图 2a 描述了具有微型列的阵列的直接刻写器的概念上的现有技术数据通路(data path)。

10 图 2b 说明了允许直接刻写器从存储在硬盘上的脱机准备的(off-line prepared)数据刻写的概念上的现有技术数据压缩电路。

图 3 描述了根据本发明的用于在工件上形成图案的一个实施例。

图 4 描述了根据本发明的用于在工件上形成图案的另一个实施例。

图 5 描述了软刻线及其到芯片条纹(chip stripe)中的分割。

图 6 说明了根据图 3 和图 4 的发明方法的示意性实现。

15 图 7 说明了如何使用刻线设计来创建物理刻线(physical reticle)和 / 或一个或几个软刻线(soft reticle)。

图 8 表示其中只有一个实例需要光栅化的重复的芯片的软刻线。

具体实施方式

20 参考附图进行下面详细的描述。对优选实施例进行描述以说明本发明, 而不是限制其范围, 其范围由权利要求书定义。本领域的普通技术人员将认识到关于下面描述的各种等价的变换。

此外, 优选实施例是参考 SLM 来描述的。本领域的普通技术人员将很清楚除了 SLM 之外的其它执行器也同样适用; 例如包括声光驱动传感器阵列、
25 例如 LCD 类型的能透射执行器的二维阵列、或类似的二维调制器件的二维调制器阵列。

本发明涉及诸如半导体晶片或掩膜衬底的工件的直接刻写。使用任何类型的辐射都可以执行直接刻写, 即来自 IR 到 EUV 的光、X 射线或诸如电子、离子或原子束的粒子束。

30 本发明的方法卸载对相同芯片的反复处理相同数据的数据通路重复。这是以增加机械的开销的代价来实现的。一个优选实施例设计一种结构, 其中

在没有影响生产量的(throughput penalty)情况下吸收了所述增加的机械的开销。图案缓冲和技术发展水平(state-of-the-art)的晶片扫描器台架的组合,减少了在一行中或一个晶片上相同扫描场的数量的数据处理。对于在晶片上的每种类型的扫描场,一般只有一个,数据只被呈递给位图一次。而且,在每个扫描场都具有内置的重复功能,以便在扫描场中的相同芯片只需要光栅化一次。

图 3 表示在固定的刻写光束下的扫描台架 302 上的晶片 301、图像形成光学器件或等效的刻写机械装置 307。台架 302 的运动 305 在行程 306 中是连续的,每个行程刻写经过晶片的一个条纹。所述晶片包括许多已经准备的芯片 303。相应于在步进器中的刻线的区域 308 被分割和光栅化,并且该数据被缓冲并在沿着该条纹的几个或所有扫描场中重复使用。该区域 308 在输入数据中由“软刻线”描述,与将用于产生真实物理刻线的掩膜文件紧密相关的数据集,用于打印相同扫描场。这将在后面更详细地描述。

缓冲的区域是在软刻线 308 和条纹之间的横断区域的所谓的扫描场条纹 309,包括任何需要刻写和需要数据通路处理的条纹重叠。

一旦台架和数据准备完毕,机械装置开始刻写一个条纹,从扫描场条纹位图缓冲器取得数据。扫描场条纹是在图 6 所描述的分割步骤中产生的。在执行行程的刻写的同时,第二缓冲器装载由光栅化器产生的位图数据。图 6 所示的实施例,软刻线数据存在于一般为硬盘的大容量存储器中。调度器读取描述将要打印的扫描场的数量、它们的位置等的工作定义文件,并产生数据通路和台架控制的控制序列。调度器指示分割单元取来正确的数据,并为光栅化对其进行预处理。该数据采用适当的缓冲被传送到光栅化器。

图 5 表示软刻线,其中虚线框 501 指示石英衬底是否已经被物理刻线,能够进一步示例该序列。图案区域 502 被划分为扫描场条纹 503,并可选地进行重叠。在刻写晶片期间的某一时刻,一定数量的条纹已经被刻写 506。一个扫描场条纹作为位图数据存在于位图缓冲器 1 中,见图 6。在序列中的下一个扫描场条纹(不必是相邻的)被光栅化到位图缓冲器 2 中。图 6 中的调度器和缓冲器刻写控制将光栅化的数据导入刻写缓冲器,同时该缓冲器读取控制将数据从其它缓冲器导入打印头。缓冲器读取控制还具有另一个功能:其根据在图 3 和 4 中的条纹的方向,向前和向后读取缓冲的数据。

本领域的任何从业者将能够设计图 6 的另外的硬件结构。具有两个分离

的缓冲器区域的结构是合理的,因为事先知道用于扫描场条纹的缓冲器大小,并且给出最大的扫描场尺寸,就将有恒定的最大值。但是具有邻近的存储器和存储器的动态分配的另一结构也是同样可用的,并且根据在特定系统类型中的详细要求也可能是最优的。使用多于两个物理存储器区域也是可用的,5 例如连接多于一个的光栅化单元到一个打印头的方式。

图 4 表示具有非常快的和精确的台架的另一个实施例,其中从扫描场的一行步进(step)到另一行并停留在那里的时间都在所要求的布置精度之内,以致于不会导致系统的任何实际减速。在 ASML 的技术发展水平的扫描器中使用的 ATLAS 台架具有每秒 500 mm 的最大速度、 12 m/s^2 的加速度和小于 0.2 10 秒的从一行到下一行的步进时间。即使以最快的台架速度 500 mm/s,以 0.6 秒的刻写经过 300 mm 晶片的条纹的时间,机械的开销是总时间的 25%或更少。

更重要的是步进时间少于用来改变扫描运动的方向的时间。从而机械的开销基本上与图 3 和图 4 中的方案相同。由于一次刻写在晶片上的所有出现的扫描场条纹 402,所以对于整个晶片只光栅化一次软刻线 401。由于在 300 15 mm 晶片中的扫描场的数量是大约 100,所以与图 1 比较,在数据处理量中的缩减也是 100 倍的。

在优选实施例中,在使用在先前形成图案的步骤中、已经在晶片上放置的对准标记(alignment mark)304 的全局对准(global alignment)之后,对晶片进行刻写。这里示出了 4 个标记,但是这里可以有从 2 往上的任何数量的标记, 20 并且还可以使用打印在芯片中的图案来对准,该标记被测量,并计算晶片的任选非线性坐标系统。或者读入从测量中事先创建的失真文件,或基于各种因素、图案密度、先前层失真(previous layer distortion)等的失真预报(distortion prediction)。如果使用分离的失真图(distortion map),其与对准标记的测量组 25 合,并且创建晶片的坐标系统。然后用这个坐标系统作为参考对晶片进行刻写。

同样的,在刻写开始之前测量晶片的高度图(height map),并且利用基于该高度图的绝对值(dead count)进行打印头的调焦。

图 7 表示如何从掩模图案文件中产生物理和软刻线。物理的刻线可以有一些图像(在步进器中利用标尺屏蔽的图案区域并被分开使用)、对准标记、条 30 形码、掩膜过程测试结构等。软刻线具有图案区域和描述对准标记的位置和

类型的可选数字信息。这有益于定义一种软刻线数据结构，所述软刻线数据结构允许一个软刻线包括几个软刻线，每个所述软刻线具有一个图案文件。如此定义的刻线格式非常近似于具有几个图像的物理刻线。

图 7 表示当软刻线和硬(物理)刻线被创建时它们之间的类似处，以及当它们被使用时存在的相应的类似处。最极端的情况意味着同样的数据文件被用来创建软刻线和硬刻线，同样的工作文件被用在步进扫描器和直接刻写器上使用它们。该工作文件具有如下原理代码：

```

Start job
10  measure height map,
    align wafer to alignment marks,
    call reticle #34567, image #1,
    set dose 100%,
    set focus -130 nm,
15  expose fields:
        xxxx.xxxx1 yyyy.yyyy1
        xxxx.xxxx2 yyyy.yyyy2
        xxxx.xxxx3 yyyy.yyyy3
        xxxx.xxxx4 yyyy.yyyy4
20  ...
    call reticle #34567, image #2
        xxxx.xxxx103 yyyy.yyyy103
        xxxx.xxxx104 yyyy.yyyy104
    End job
25

```

该步进器从刻线存储调用刻线，同时直接刻写器从数字存储器取来它。实际上，软刻线需要适合于直接刻写器，这由在图 7 中的“DW 预处理”框表示。在图 8 中示出了一个例子，其中掩膜图案具有 4 个相同的芯片。只需要它们中的一个被光栅化，并且工作文件可以被修改以通过重复更小的软刻线来创建其它三个部分。

一个优选实施例是基于在分配给本发明的申请人之一并引用于此作为参

考的美国专利 6,285,488 中描述 SLM 原理、和使用 193 nm 发射线的用于 300 mm 晶片的直接刻写器。其具有 4 个 SLM，每个具有 2048×4096 个镜面。该发射光学器件将每个镜面减小到硅上的 40 nm 正方的像素。每小时包括开销的两个打印 5 个晶片，闪光速率必须为 4 kHz。每个像素具有 65 个灰度值，
5 并被分配了一个字节的数据。则数据率为 $4 \times 4000 \times 2048 \times 4096 = 134 \text{ G 字节/秒}$ 。台架速度在刻写行程期间为 320 mm/s，一个行程用 1 秒钟经过一个 300 mm 晶片。软刻线尺寸被限制在沿着条纹的 38 mm，并且缓冲器尺寸为 16 G 字节。该系统具有上述 ATLAS 台架，并且每条条纹的机械的开销为 17%。假设一个 16×32 mm 的典型的图案。实际缓冲的数据量为 14 Gb，并且在晶片上的有 19 行扫描场。从而使用 $19 \times (1 + 0.2) = 23$ 秒来在一次通过中刻写晶片上的所有扫描场。在这 23 秒钟期间，给出光栅容量 $14 / 23 = 0.6 \text{ G 字节/秒}$ 的下一个缓冲器必须被光栅化。该光栅化器已经在美国专利申请第 09/954,721 中进行了描述，并在正在开发中的 Micronic SIGMA 掩膜刻写器中运行。

如果在相同晶片上打印多于一个扫描场，所需的光栅化的容量成比例地
15 增加：2 个不同的扫描场需要 1.6 G 字节/秒，4 个扫描场需要 2.4 G 字节/秒。然而，在非常复杂图案并使用典型的设计文件之后，形成光栅化器和分割模块所需的尺寸，可以很好地以 0.6 G 字节/秒的速率在晶片上刻写 4 个不同的设计。

第二个实施例使用 EUV 照射，并具有在晶片上的 12.5 nm 的像素格(pixel grid)。其具有 12 个以 5 kHz 更新的 2560×8196 个镜面的 SLM。数据流为 1258 G 字节/秒，台架速度为 160 mm/s 而一个条纹用 2 秒钟进行刻写。则缓冲器尺寸为 256 G 字节，而光栅化容量对一个单一设计需要 6.2 G 字节/秒。

在给出根据这个方法的前述例子的同时、可以很容易地理解采用该方法的设备和系统。一个磁存储器包含能够在一个这样的设备中执行所要求的方法的程序。具有装载有执行所要求的方法的程序的存储器的计算机系统是另
25 一个这样的设备。

虽然本发明通过参考优选实施例和例子在上面进行了详细地公开，应当理解这些例子是说明性的而不是限制性的。预期本领域的技术人员将容易地想到修改和组合，而这些修改和组合将落在本发明的精神和后面权利要求书
30 的范围之内。

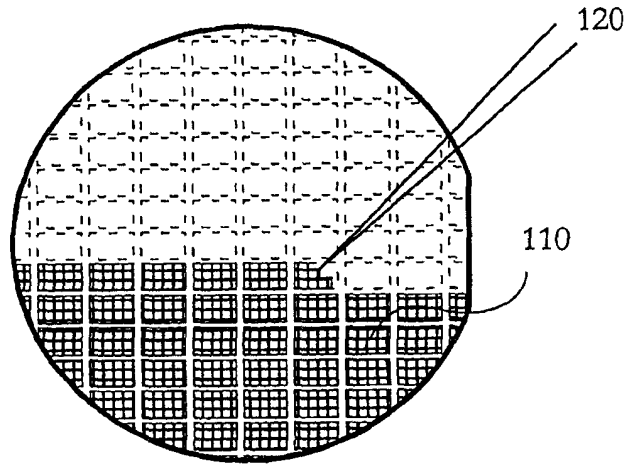


图 1

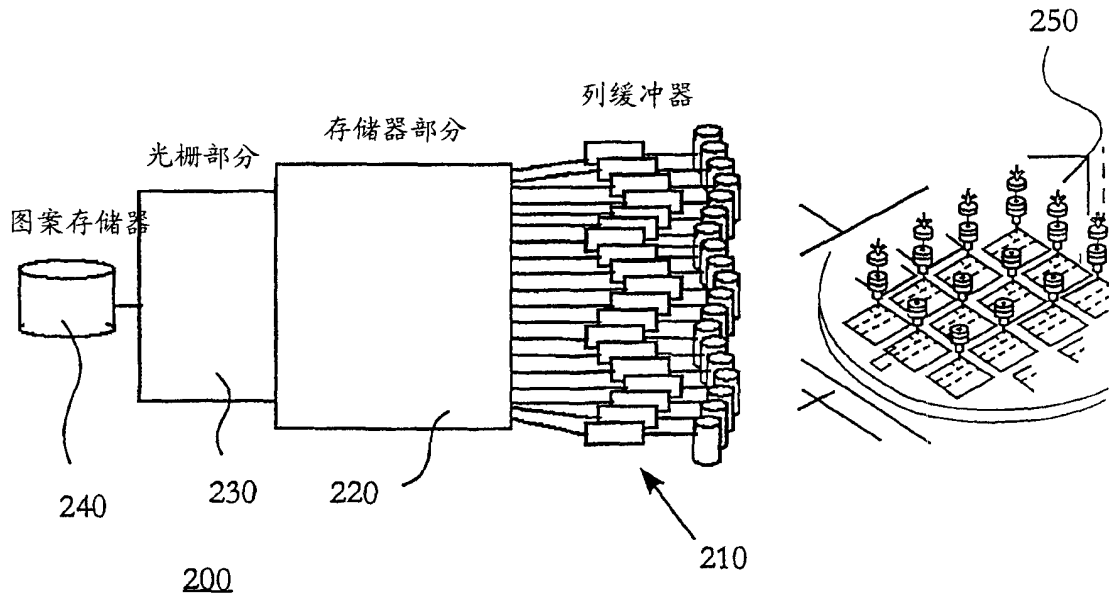


图 2a

- 高度并行体系结构以适应生产量
- 刻写器阵列电路必须密集以适应镜面

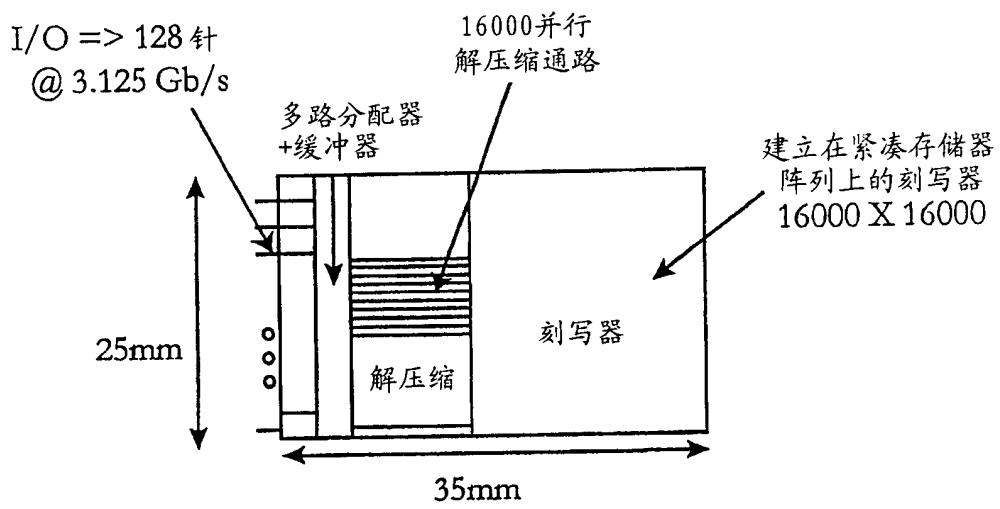


图 2b

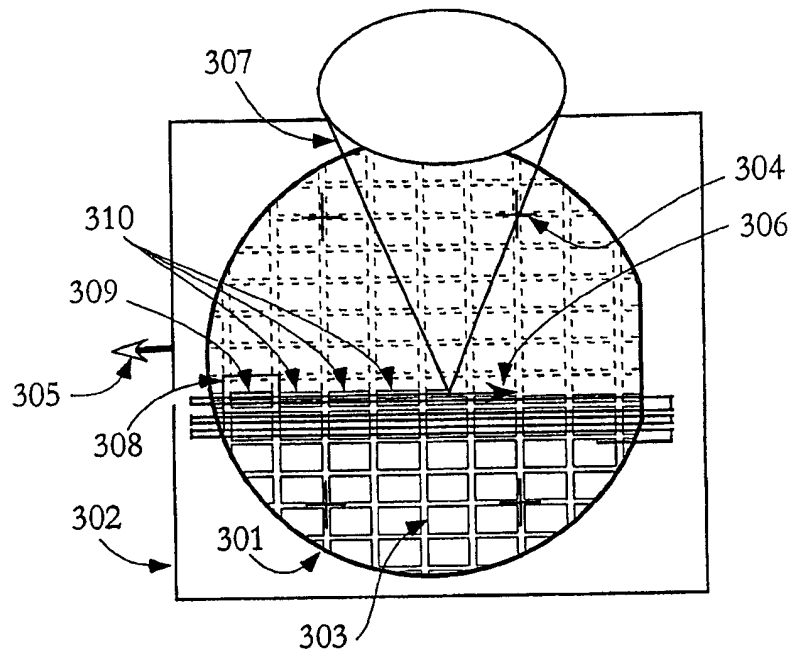


图 3

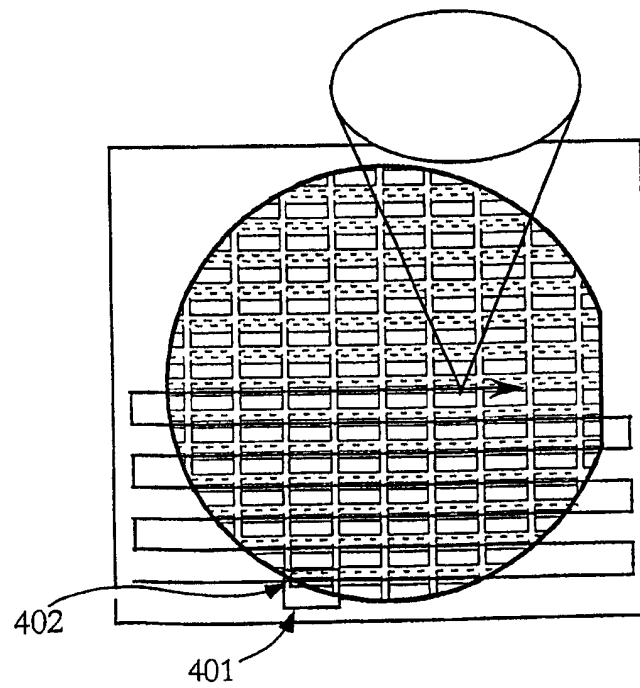


图 4

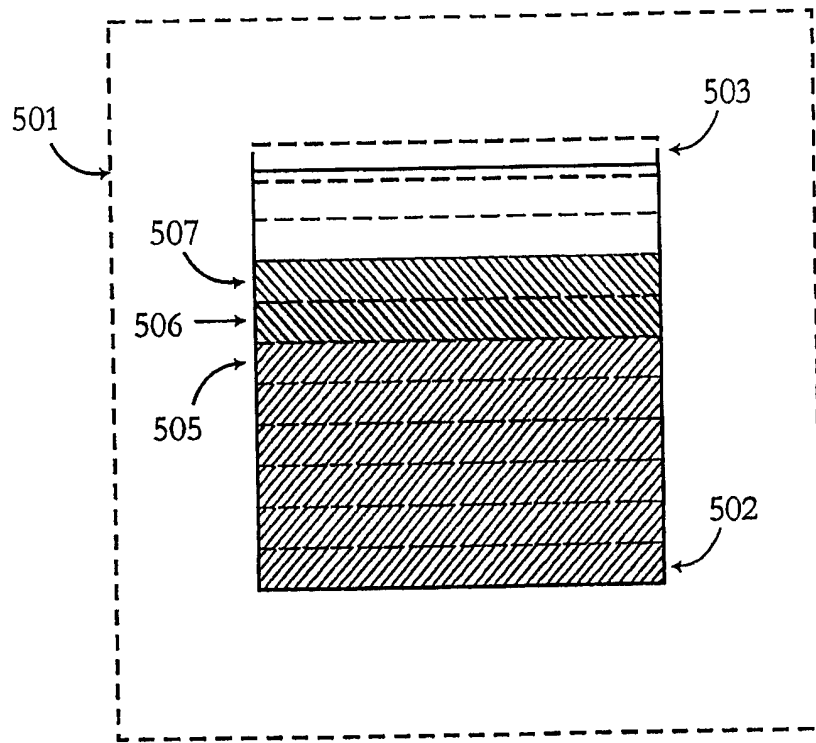


图 5

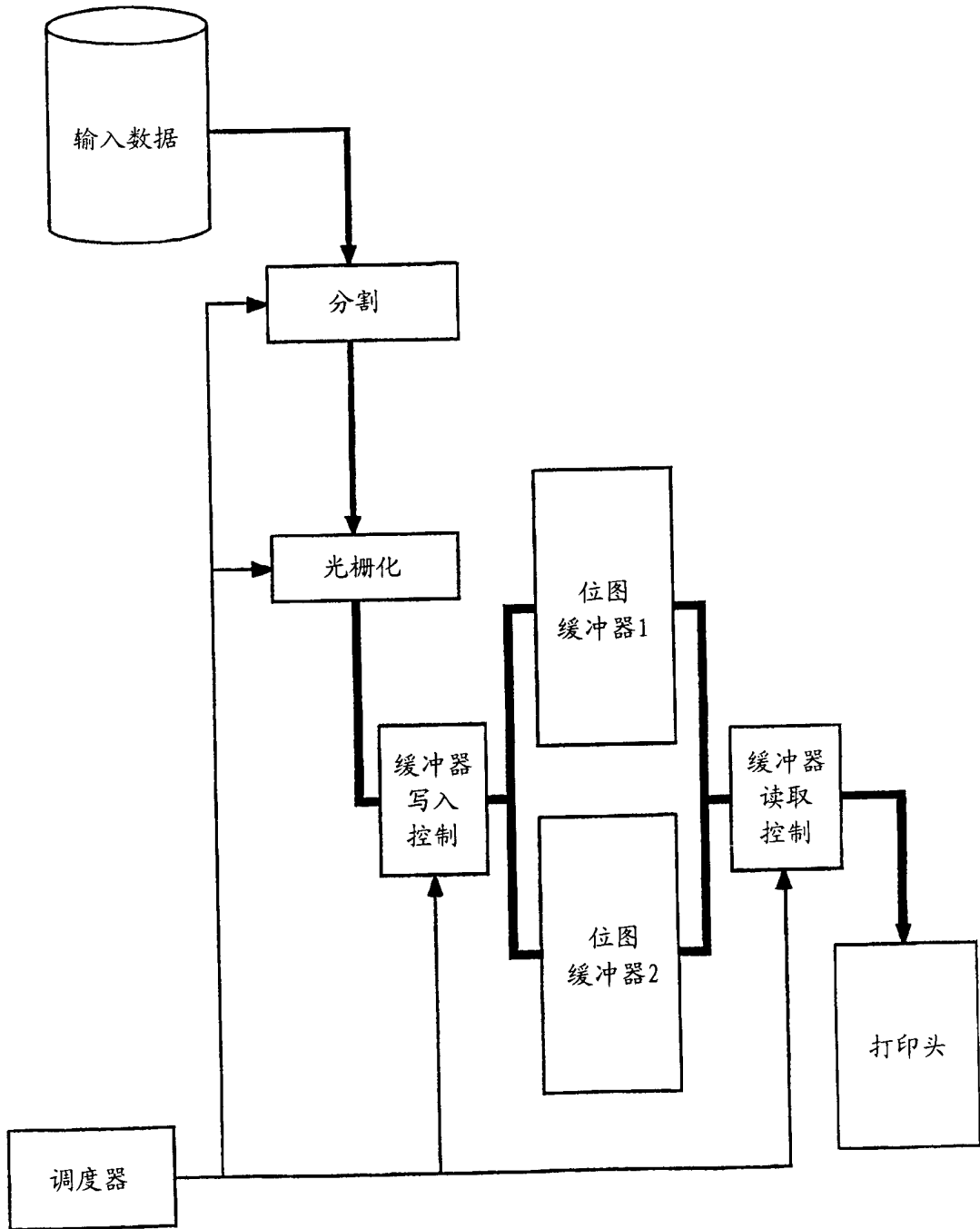


图 6

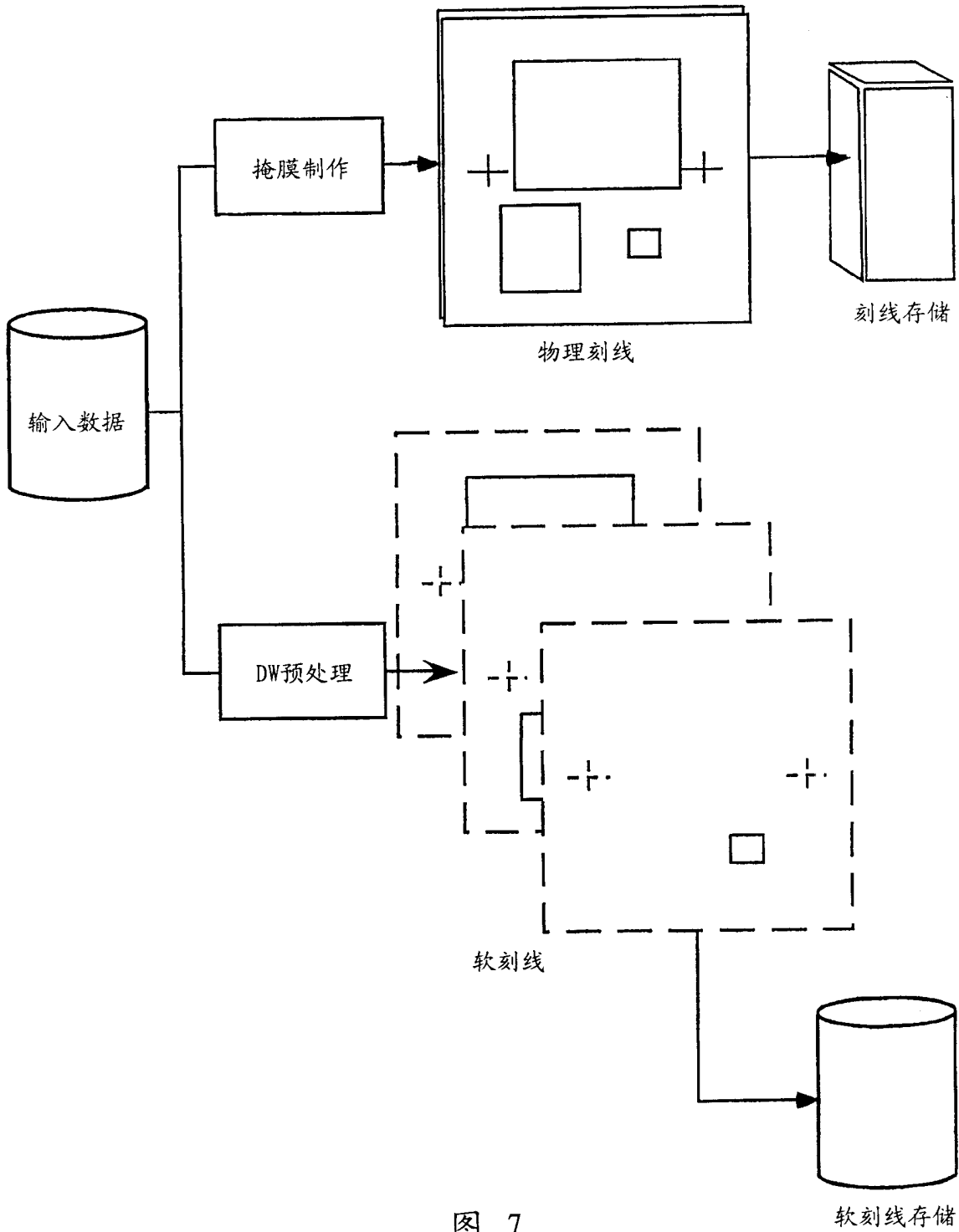


图 7

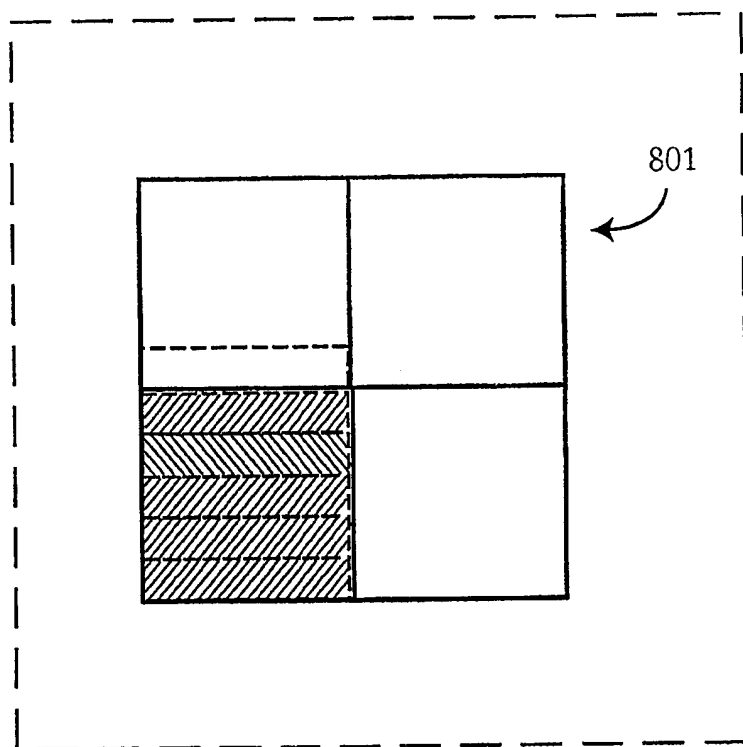


图 8