(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 1614756 B
(45)授权公告日 2013.06.19

(21)申请号 200410097478.7
(22)申请日 1995.12.15
(30)优先权数据
333876/94 1994.12.16 JP
(62)分案原申请数据
95121671.6 1995.12.15
(73)专利权人 株式会社半导体能源研究所
地址 日本神奈川县
(72)发明人 山崎舜平 楠本直人 田中幸一郎
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 梁永
(51)Int.Cl.
H01L 21/324(2006.01)
H01L 21/336(2006.01)
H01L 21/20(2006.01)
H01L 21/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 1092556 A,1994.09.21,
CN 1073300 A,1993.06.16,
CN 1078068 A,1993.11.03,
JP 平4-030220 A,1992.02.03,
CN 1077313 A,1993.10.13,
CN 1090427 A,1994.08.03,
CN 1087750 A,1994.06.08,
CN 1081282 A,1994.01.26,

审查员 白燕

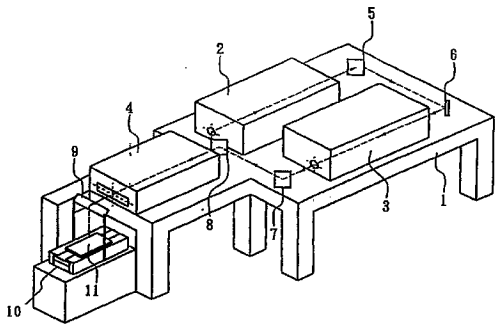
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54)发明名称

半导体器件及其制造方法

(57)摘要

本发明提供了一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：在衬底上形成半导体膜；用第一脉冲线性激光第一次照射所述半导体膜，同时在垂直于所述激光的纵向的方向移动衬底；用第二脉冲线性激光第二次照射半导体膜，同时在垂直于所述激光的纵向的方向移动所述衬底；利用所述半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；所述第一和第二次照射的步骤以每个激光脉冲的照射区域部分地被下一个激光脉冲覆盖的方式进行；和每个上述有源区以使所述源区和漏区连成的直线平行于所述第一和第二脉冲线性激光的纵向的方式形成。根据本发明，能极大地抑制各半导体器件特性的分散。



CN 1614756 B

1. 一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：

在衬底上形成非晶半导体膜；

将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；

实行包括 150 至 300mJ/cm^2 的辐照作为预辐照和 200 至 400mJ/cm^2 的辐照作为主辐照的两步辐照以形成结晶半导体膜；以及

利用所述结晶半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；

其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成，以及

其中预辐射具有的能量密度比主辐射具有的能量密度更低。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述非晶半导体膜通过引入促进结晶的材料并随后进行加热而被结晶化。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中所述线性激光是准分子激光。

4. 一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：

在衬底上形成非晶半导体膜；

将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；

实行包括 150 至 300mJ/cm^2 的辐照作为预辐照和 200 至 400mJ/cm^2 的辐照作为主辐照的两步辐照以形成结晶半导体膜；以及

利用所述结晶半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；

其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成；

其中所述多个薄膜晶体管形成所述半导体器件的像素电路，以及

其中预辐射具有的能量密度比主辐射具有的能量密度低。

5. 一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：

在衬底上形成非晶半导体膜；

将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；

实行包括 150 至 300mJ/cm^2 的辐照作为预辐照和 200 至 400mJ/cm^2 的辐照作为主辐照的两步辐照以形成结晶半导体膜；以及

利用所述结晶半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；

其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成；

其中所述多个薄膜晶体管形成所述半导体器件的缓冲器电路，以及

其中预辐射具有的能量密度比主辐射具有的能量密度更低。

6. 一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：

在衬底上形成非晶半导体膜；

将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；

实行包括 150 至 300mJ/cm^2 的辐照作为预辐照和 200 至 400mJ/cm^2 的辐照作为主辐照

的两步辐照以形成结晶半导体膜；以及

利用所述结晶半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；

其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成；

其中所述多个薄膜晶体管形成所述半导体器件的移位寄存器，以及

其中预辐射具有的能量密度比主辐射具有的能量密度更低。

7. 根据权利要求 4 至 6 中的任一项所述的方法，其中所述非晶半导体膜通过引入促进结晶的材料并随后进行加热而被结晶化。

8. 根据权利要求 4 至 6 中的任一项所述的方法，其中所述线性激光是准分子激光。

半导体器件及其制造方法

[0001] 本申请是2000年2月25日提交的、申请号为00103636.x、发明名称为“半导体器件及其制造方法”的发明专利申请的分案申请，该申请号为00103636.x的申请又是申请日为1995年12月15日、申请号为95121671.6、发明名称为“半导体器件及其制造方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及采用薄膜半导体来集成诸如晶体管一类器件（元件）的方法，特别涉及采用无散射特性的线状激光束制造多个薄膜器件的方法，并涉及由该技术所制成的薄膜器件。

背景技术

[0003] 近来，对降低制造半导体器件工艺的温度格外进行了各种研究，因为要求半导体器件必须形成在成本低并具有高加工性能的诸如玻璃一类的绝缘衬底上。为了支持器件的微结构设计和器件的多层结构也要求降低制作半导体器件的工艺温度。

[0004] 在半导体的制作工艺中，往往要求对含在半导体材料中的非晶成分或非晶半导体材料实行结晶化，来恢复原先是结晶的但由于离子辐照而减少了结晶度的半导体材料的结晶性，进一步改善已结晶的半导体材料的结晶度。对于这些要求，利用热退火。当用硅作为半导体材料时，通过在600～1100℃经0.1～48小时以上的退火，来完成非晶材料（成分）的结晶化、结晶性的恢复、结晶度的改善等。

[0005] 在热退火中，当工艺温度增高时，处理时间可设定得短些，然而，在500℃以下可能达不到效果。为降低工艺温度，需要用另一种方法来替代基于热退火的工艺。特别是，当使用玻璃衬底时，因玻璃衬底的耐热温度大约是600℃，要求其余的方法能与工艺温度在600℃以下的常规热退火相类似。

[0006] 作为满足这些要求的方法是公知的一种通过对半导体材料的激光辐照来完成各种退火处理的技术。对极低温度的工艺的激光辐照技术，给予了较多的注意。这是因为能以与热退火的能量相当的高能用，激光仅辐射到预期的限定的部分，而且无须使整个衬底经受高温。

[0007] 对激光辐照主要曾提出两种方法。第一种方法是使用连续振荡激光如氩离子激光，点状的光束辐照到半导体材料上。使半导体材料熔化，而后由于光束内能量分布差及光束的移动而逐渐固化，使半导体材料结晶。第二种方法是使脉冲振荡激光如准分子激光将大能量激光脉冲辐照到半导体材料上，然后使半导体材料瞬时熔化和固化来推进半导体材料的晶体生长。

[0008] 第一种方法的问题在于加工需要长时间。这是因为连续振荡激光的最大能量受到限制，因而束斑的最大尺寸被设定在毫米见方的量级。第二种方法具有极大的最大激光能量，采用数厘米见方以上的束斑可更进一步改善批量生产。

[0009] 然而，当用常用的方形或矩形光束来加工具有大面积的衬底时，光束必须在左、右

方向、上、下方向移动。于是它需进一步改善批量生产。

[0010] 通过将光束变换成线状、将光束的宽度设定超过待加工衬底的长度，并使光束相对衬底扫描的方法，可获更大的改善。"扫描"一词的含义是当激光一点一点地移动时，辐照是重叠的。

[0011] 然而，在一点一点地位移的重叠辐照线状脉冲激光的技术中，必定在激光辐照的半导体材料表面形成条带。这种条带对在半导体材上形成的或要形成的器件特性有很大效果。特别是，当必须在一块衬底上形成多个元件，并使各器件特性一致时，这种效果是很关键的。在此情况下，各条带的特性是均匀的，在条带之间的特性上出现了分散。

[0012] 在采用线状激光退火中存在与辐照效果的均匀性有关的问题。高均匀性是指当在衬底上的任何部位形成器件时，可以在整个衬底上得到相同的器件特性。改善均匀性是指使半导体材料的结晶性一致。为改善均匀性采用下列方法。

[0013] 众所周知，为了减轻激光辐照效果的非均匀性并改善其均匀性，最好在强脉冲激光辐照（下文称主辐照）之前，预先用较弱的脉冲激光辐照（下文称预辐照）。其效果很好，这可减少特性的分散，因而可显著改善半导体器件电路的特性。

[0014] 预辐照之所以对获得膜的均匀性有作用之原因在于，包含非晶部分的半导体材料膜具有一种半导体材料对激光能量的吸收与多晶膜或单晶膜相差很大的特性。即，两步辐照之作用如下：经首次辐照工艺，使留下膜中的非晶部分结晶，然后经二次辐照工艺来促进全部结晶化。通过适度地结晶化，可以将半导体材料由于线状激光辐照而出现的条状不均匀性抑制到某种程度。因而可明显改善激光辐照效果的均匀性，使条带从肉眼上比较难以察觉。

[0015] 但是，当在玻璃衬底上形成大量（数千或数万量级）的半导体器件如薄膜晶体管(TFT)时，例如在有源矩阵型液晶显示器中，即使采用基于两步辐照的激光辐照方法，在均匀性上还不能获满意的效果。

[0016] 综上所述，采用被处理成线状光速的准分子激光退火，从可与大面积器件设计相匹配的观点上看，虽是优良的，但是它有效果不均匀的缺陷。

发明内容

[0017] 本发明之目的在于提供一种当通过用被处理成线状光束的激光辐照退火形成大量的半导体器件时，能极大地抑制各半导体器件特性的分散的技术。

[0018] 因此，本发明提供了一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：在衬底上形成半导体膜；将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；实行包括150至300mJ/cm^{2}的辐照作为预辐照和200至400mJ/cm^{2}的辐照作为主辐照的两步辐照；以及利用所述半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成。

[0019] 本发明还提供了一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：在衬底上形成半导体膜；将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；实行包括150至300mJ/cm^{2}的辐照作为预辐照和200至400mJ/cm^{2}的辐照作为主辐照的两步辐照；以及利用所述半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在

源区与漏区之间的沟道区；其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成；其中所述多个薄膜晶体管形成所述半导体器件的像素电路。

[0020] 本发明还提供了一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：在衬底上形成半导体膜；将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；实行包括150至300mJ/cm^{2}的辐照作为预辐照和200至400mJ/cm^{2}的辐照作为主辐照的两步辐照；以及利用所述半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成；其中所述多个薄膜晶体管形成所述半导体器件的缓冲器电路。

[0021] 本发明还提供了一种制造半导体器件的方法，包括以下步骤：在衬底上形成半导体膜；将所述衬底放置在设计成用于沿垂直于线性激光的方向移动的台上；实行包括150至300mJ/cm^{2}的辐照作为预辐照和200至400mJ/cm^{2}的辐照作为主辐照的两步辐照；以及利用所述半导体膜形成多个含有有源区的薄膜晶体管，每个所述有源区包括源区、漏区和在源区与漏区之间的沟道区；其中每个所述有源区以使连接所述源区和漏区的直线平行于所述线性激光的长边方向的方式形成；其中所述多个薄膜晶体管形成所述半导体器件的移位寄存器。

[0022] 其中所述半导体膜通过引入促进结晶的材料并随后进行加热而被结晶化。

[0023] 其中所述线性激光是准分子激光。

[0024] 其中所述源区和漏区连成的直线平行于所述源区和漏区之间的载流子的流动方向。

[0025] 线状激光束的使用必然引起条状的不均匀性。因而，根据本发明，通过将改善半导体材料均匀性的技术概念转变为使在半导体材料上待形成或所形成的器件与由于激光辐照而产生的非均匀性一致匹配的技术概念，可以克服上述问题。

[0026] 图1定量地表示出在半导体材料表面上由于两步激光辐照所出现的非均匀性的测量结果。使被处理成1mm宽×125mm长的线状光束的KrF准分子激光（波长248nm，脉宽30ns）辐照到形成于玻璃衬底上的厚500Å的非晶硅膜上，同时沿垂直于光束线条的方向扫描，然后测量硅膜的折射率。

[0027] 在图1中，扫描方向代表线状激光束扫描方向，即垂直于线条的方向的折射率分布。光束横的方向代表线状激光束的线条方向（长边方向）的折射率分布。非晶硅膜经激光辐照而结晶，其结晶性的变化可根据其折射率的变化进行测量。如果薄膜的厚度是已知的，可用椭圆仪测量硅膜的折射率。图1的数据是由经两步辐照而得到的。

[0028] 从图1可见，在平行于线状激光的线条上由方块标记指示的折射率的均匀性优于在基本垂直于线状激光束（由圆圈标记指示的激光扫描方向）的直线的均匀性。折射率紧密地与膜的结晶度相关，折射率无分散就意味着结晶度无分散。因而，可以推论在平行于线状激光的直线上的结晶度的均匀性一直优于垂直于线状激光的直线上的均匀性。另外，在线条方向上由线状激光的退火效果是优良的，因为没有分散，但在扫描方向上有大的分散。

[0029] 在线状激光的线条方向上的分散大约是0.6％。然而，扫描方向上的分散是1.3％，大约是0.6％的两倍。因而，当用线状激光束进行退火，同时使线状激光束沿垂直于

线条方向扫描时，线条方向上的退火效果大约比垂直于线条的扫描方向的效果高一倍。

[0030] 可以预期不仅对硅半导体薄膜，而且对其它薄膜半导体同样都是满意的。图 1 中经激光退火的效果不仅适用于非晶硅膜的结晶性，而且也适用于半导体薄膜的结晶性，结晶性的增强和改善，掺杂杂质的激活等等。

[0031] 在采用线状激光束的各种退火处理中，当在线条方向的退火效果与扫描方向的退火效果有双倍或更大差别时，本发明更为有效。

[0032] 当制造形成于半导体材料上的各个器件时，电路设计是这样设定的，使要求具有相同特性的器件尽可能排成一直线，使线状激光辐照到器件排成一到的器件区（或将要变成器件区的区域）上，实施各种退火处理。因而，可使激光的退火效果对每个使器件排成一列的器件区是均匀的，使多个排成一列的器件的特性不分散。

[0033] 当用图 1 的有退火效果的线状激光束形成结晶硅膜，然后用结晶硅膜形成薄膜晶体管 (TFT) 时，设定连接 TFT 源、漏的线与线状激光的线条方向（长度方向）相重合或基本重合，由此可使载流子运动方向上的结晶度均匀。在此情况下，因为载流子在结晶度均匀的区域内运动，对载流子的运动没有干扰，所以可改善其特性。

[0034] 当在具有绝缘表面的衬底，如玻璃衬底上形成 TFT 时，采用以上步骤。通过后文所述的实施例中指出的光学系统将准分子激光整形成线状而形成线状激光。激光束辐照所沿的长度方向是指呈线状的激光辐照区的直线方向。

[0035] 在本发明中，半导体制造方法包括对薄膜半导体辐照激光的步骤，其中使线状激光辐照到多个半导体器件排列成至少一条直线的区上，以使线状激光的直线方向与器件的排列方向相吻合。

[0036] 在本发明中，半导体制造方法包括对薄膜半导体辐照激光的步骤，其中，使具有线状图形的线状激光沿着与形成 TFT 源区的区域与形成 TFT 漏区的区域的连接方向相重合的方向辐照。

[0037] TFT 可能是错列型、倒错列型、平面型和倒平面型中的任意一种。当采用每个源、沟道和漏区都形成在一个有源层中的平面型 TFT 时，它是特别有用的。为结晶化、促进结晶化、改善结晶化、激活杂质以及各种退火处理而辐照激光。

[0038] 在用具有线状光束图形的激光退火半导体时，可以通过利用沿激光图形的直线方向上的退火效果的均匀性，使在激光图形的直线方向上所形成的多个薄膜的特性均匀。

[0039] 借助于使半导体器件的载流子运动方向与线状激光图形的直线方向相重合，可改善半导体器件的电学特性。这是因为载流子在结晶度均匀的区域内运动。

[0040] 设定结晶硅膜在载流子运动方向的折射率的分散度大约两倍地优于垂直于载流子运动方向的方向的折射率的分散度，因此可获得特性良好的 TFT。

附图说明

[0041] 图 1 表示辐照线状激光的硅膜的折射率的结果；

[0042] 图 2 是激光辐照设备的示意图；

[0043] 图 3A ～ 3C 表示形成具有线状图形的激光的光学系统；

[0044] 图 4 是有源矩阵型液晶显示装置的示意图；

[0045] 图 5 表示在玻璃衬底上所形成的薄膜晶体管 (TFT) 的图形及激光的辐照状态；

[0046] 图 6A 和 6B 是 TFT 的图形的示意图。

具体实施方式

[0047] 实施例 1

[0048] 在本实施例中，本发明适用于使形成于玻璃衬底上的非晶硅膜结晶的情况。使线状激光进一步辐照到经加热而结晶的晶体硅膜上，以改善结晶度。另外，用该结晶硅膜形成具有相同特性的薄膜晶体管 (TFT)。特别是，使 TFT 集成在一块玻璃衬底上构成一个有源矩阵型液晶显示装置。

[0049] 现在描述一种辐照激光的设备。图 2 是用于本实施例的激光退火设备的示意图。由振荡器 2 使激光振荡。由振荡器 2 振荡的激光是 KrF 准分子激光（波长 248nm，脉宽 30ns)。也可使用其它准分子激光器或其它类型的激光器。通过全反射镜 5 和 6 经放大器 3 使由振荡器 2 振荡的激光放大，然后经全反射镜 7 和 8 进入光学系统 4。在镜 8 和光学系统 4 之间放置一个推入和拉出衰减滤光片的机构（未示出）。使用具有不同透射率的滤光片的组合的光束衰减滤光片，以获得预期的辐照强度。

[0050] 在将要进入光学系统 4 之前的激光光束图形具有 $3\times2cm^2$ 的矩形。让激光通过光学系统 4，可以获得长 10 ～ 30cm 宽 0.1 ～ 1cm 的细长光束。通过光学系统 4 的激光能量最大约为 1000mJ/ 次（发射）。

[0051] 将激光处理成这种细长的光束，以改善辐照效率。即，通过光学系统 4 后，使线状光束通过全反射镜 9，然后辐照到衬底（样品）11 上。在此情况下，设定光束的宽度宽于衬底的宽度，让衬底沿一个方向运动，可使激光辐照到衬底的全表面。在结构上可简化为一个放置衬底的台和驱动台的驱动装置 10，而且便于对它进行维护。另外便于进行设定衬底的定位（对准）。另外，因为通过衬底仅沿一个方向的运动即可使激光辐照到目标的全表面，可达到激光辐照工艺的简化和优良的可控性。

[0052] 由一台计算机（未图示）来控制放置待激光辐照的衬底 11 的台 10，让它以预期的速度沿垂直于线状激光的方向运动。倘若放置衬底的台可在其平面内转动，这就便于改变激光扫描的方向。在台 10 的下边安排一个加热器，以便在激光辐照过程中使衬底保持在预期的温度。

[0053] 图 3A ～ 3C 表示光学系统 4 中的光路。图 3A 是光路的顶视图，图 3B 是其侧视图。入射到光学系统 4 的激光通过沿横向的柱面凹透镜 A、柱面凸透镜 B 和飞眼透镜 (flyeye Lenses)C 和 D，以使激光从高斯分布型转变为矩形分布型。激光通过柱面凸透镜 E 和 F 和反射镜 G，然后用柱面透镜 H 汇聚，以获得线状激光。在图 3B 中的反射镜 G 对应于图 2 中的反射镜 9。另外，在反射镜 9 和衬底（样品）11 之间设置柱面透镜 H（图 2 中未图示）。

[0054] 由激光辐照形成于玻璃衬底上的结晶硅膜的情况表示如下。制备一块 10cm 见方的玻璃衬底（例如，Corning 7959 玻璃衬底或 Corning 1737 玻璃衬底）。用 TEOS 作原材料，通过 CVD 法在玻璃衬底上形成厚2000Å的氧化硅膜。该氧化硅膜起到一种底膜作用，防止杂质由玻璃衬底扩散到半导体膜中。

[0055] 通过等离子 CVD 或低压热 CVD 形成厚500Å的非晶硅膜。该厚度可被设定到预期值。

[0056] 将衬底浸入过氧化氢氨中，在 70℃保持 5 分钟，以便在非晶硅膜表面形成氧化硅

膜。接着，用旋涂法，将液相乙酸镍涂敷到非晶硅膜表面。Ni 元素起到一种促进非晶硅膜结晶化的元素作用。要求 Ni 元素在硅膜中的量在 1×10^{16} ～ $5\times10^{19}/cm^3$。具体地讲，调整乙酸镍溶液中的镍浓度，以便控制待引入到硅膜中的 Ni 元素的量。在本实施例中，使用 Ni 元素，但是可使用 Fe、Co、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、Cu 和 Au 中的一种元素来替代 Ni。

[0057] 将衬底在 450℃的氮气气氛中保持 1 小时，以便从非晶硅膜中除去氢。这是因为，通过有意在非晶硅中形成悬空键来降低后序结晶化工艺的阈值能量。通过在 550℃的氮气气氛中 4 小时的热处理，使非晶硅膜结晶化。借助于 Ni 元素的作用，可将结晶化温度设定在 550℃。当热处理温度为 550℃时，对变形点为 593℃的 Coming 7059 玻璃衬底来讲，有个热损伤的问题。一般，必须在低于待用的玻璃衬底的变形点的温度进行热处理。

[0058] 通过以上工艺，可以在衬底上获得结晶硅膜。另外，由图 2 的装置，将 KrF 准分子激光（波长 248nm，脉宽 25ns）辐照到结晶硅膜上。激光辐照进一步增强了结晶度。

[0059] 当使用促进硅结晶化的金属元素，通过热处理获得结晶硅膜时，所获得的膜虽然有一定的结晶性，但是含有大量的非晶成分。因而，用激光辐照，对增强膜的结晶度是很有效的。

[0060] 用图 3A ～ 3C 中的光学系统，将激光整形成线状光束图形，并假定线状激光在辐照部分具有 125mm×1mm 的光束图形。

[0061] 将其上形成硅膜的衬底（样品）放置在台 10 上。让台以 2mm/s 的速度移动，可使激光辐照到衬底的全表面。根据硅膜的质量和膜形成条件，须由实验确定台 10 的运动速度。

[0062] 实行两步辐照。即，进行 150 ～ $300mJ/cm^2$ 的辐照作为预辐照，然后进行 200 ～ $400mJ/cm^2$ 的辐照作为主辐照。脉宽为 30ns，脉冲次数为 30 脉冲 / 秒。进行两次辐照，以便抑制膜表面的均匀性由最大的激光辐照导致的退化，因而形成有良好结晶度的膜。

[0063] 使用组合衰减滤光片来变换激光能量（例如，从预辐照到主辐照的能量转换）。因此，可以在比激光振荡装置能量自身的调整短的时间完成能量转换。

[0064] 当辐照激光时，将衬底保持在 200℃。这是因为衬底表面温度因激光辐照而上升和下降的速度是缓慢的。在本实施例中，衬底温度为 200℃，但是为获得激光退火的最佳温度，可从大约 100 ～ 600℃（由玻璃衬底变形点限定的上限）的温度范围具体选择。对气氛不作特定控制，并在大气（压力）下进行辐照。

[0065] 因而，获得形成于玻璃衬底上的晶体硅膜。在以下的说明中，用激光退火来制作用于有源矩阵型液晶显示装置的 TFT。

[0066] 以往，如图 4 所示，有源（矩阵）型液晶显示装置 20 主要有象素部分 21 和外围电路部分 22 和 23。在象素部分 20，将象素（数百 X 数百）电极排列成矩阵形状，并在每个象素上设置至少一个 TFT 作为开关元素。外围电路驱动安排在象素部分 21 的 TFT 并具有一个移位寄存电路和缓冲电路（具有低阻抗的输出电路），以允许电流流过。外围电路也主要由 TFT 构成。

[0067] 在本实施例中，将设置在象素电路中的 TFT 和设置在外围电路中的 TFT 排列成一直线。另外，这些 TFT 是这样排列的，使源与漏的连线方向与线状激光的直线方向相重叠。

[0068] 图 5 表示 TFT 的实施排列图形。在图 5 中，标号 51 代表安排在外围电路的并可大电流驱动的 TFT 的图形。标号 52 代表安排在象素电路中的 TFT 的图形。在激光辐照时，这

些 TFT 尚未形成。因而，图形 51 和 52 可被看作是最终形成 TFT 的区域。

[0069] 在图 6A 和 6B 中详细地表示出 TFT51 和 52。在图 6A 和 6B 中，将这些 TFT 排列成一条直线。将连接源与漏的直线设置成与线状激光的长边方向一致或基本上一致。

[0070] 当在图 1 的退火中辐照线状激光时，在光束图形的直线方向上的退火效果是极其均匀的。因而，通过将 TFT 排列在激光束的长边方向上，可以使排成一列的 TFT 的特性相互一致。另外，因为通过将每个 TFT 的源、漏之间的连接线与线状光束的长边方向排成一列可使载流子在结晶度均匀的区域内运动，而可获得高迁移率。在源、漏的连接线上的均匀结晶度是指在源 / 漏方向上由于结晶态的不连续导致的陷阱效应是小的。该陷阱能级效应引起一些问题，诸如加大了工作的不稳定性和增大了截止电流。因而，通过减小源、漏连接方向上的陷阱能级的影响，对制造具有低截止电流的稳定元件是有用的。

[0071] 如上所述，使用两步辐照作为激光辐照方法。

[0072] 实施例 2

[0073] 在本实施例中，使激光辐照到形成于玻璃衬底上的非晶硅膜上，以获得结晶硅膜，并用该结晶硅膜制造构成有源矩阵型液晶显示装置的外围电路部分和象素电路部分的 TFT。

[0074] 用溅射法，在玻璃衬底上形成厚3000Å的氧化硅膜作为底膜。另外，通过等离子 CVD 或低压热 CVD 形成厚500Å的非晶硅膜。在此状态下，在 400℃的氮气气氛中进行 1 小时热处理。以便从非晶硅膜中除去氢。

[0075] 使线状准分子激光辐照到非晶硅膜（图 5 中）上，使光与待形成一条直线的 TFT 所在的线状区一致，以便获得结晶硅膜。

[0076] 在获得结晶硅膜后，经 TFT 制作工艺制造 TFT，是按图 5 的状态排成一线。即，TFT 沿辐照激光的线条方向排成一列，并使排成一列的 TFT 的源与漏的连线与线状激光的线条方向相吻合。用图 2 的装置扫描，使激光辐照到全表面。

[0077] 实施例 3

[0078] 在本实施例中，本发明适用于 TFT 制作工艺所需的激活源、漏区的工艺。

[0079] 在用结晶硅膜形成 TFT 的情况下，当用栅电极作掩模，以自对准方式通过离子掺杂或等离子掺杂将提供一种导电类型的杂质离子，如磷或硼离子掺入源和漏区时，由于加速的离子的撞击，使掺杂区变成非晶，或使其结晶度明显下降。于是要求用于恢复源、漏区结晶度的退火工艺。若不进行热处理，则掺入的杂质离子起不到控制导电类型的杂质的作用。于是要求用于激活杂质离子的退火。

[0080] 通过激光辐照进行为达上述目的的退火工艺。根据实施例 1 或 2，按图 5 所示的排列，用该结晶硅膜形成 TFT。在把杂质离子注入到 TFT 的源、漏区后，辐照图 5 中的线状激光。在此情况下，因为源、漏区是设置在线状激光的线条方向上的，可使退火效果在一个 TFT 内均匀。另外，因为 TFT 排列的方向与线状激光的线条方向是相互重叠的，可使对每个 TFT 的退火效果均匀。

[0081] 在本实施例中，制造构成有源矩阵型液晶显示装置的 TFT。然而，本发明也可适用于各种集成电路的制造工艺。本发明不限 TFT，也可适用于制造各种半导体器件，如薄膜二极管，双极型晶体管。

[0082] 本发明的效果是把在对半导体材料进行线状激光辐照同时使激光沿一个方向扫

描的工艺中导致半导体材料特性的非均匀性引发的缺点抑制到最小限度。即，当用半导体薄膜形成液晶显示装置中的多个薄膜器件时，将多个 TFT 排列一条直线，并使线状激光沿排成一列的方向辐照，因而，可使各个 TFT 的特性相互配匹。

[0083] 用线状激光辐照，同时使 TFT 的源、漏的方向与线状激光的线条方向吻合，因而可使载流子运动方向上的结晶态均匀。因此，各 TFT 具有高的载流子迁移率、低的截止电流值以及稳定的特性。

[0084] 本发明可适用于所有的用于半导体器件工艺中的激光处理工艺。特别是，当使用 TFT 作半导体器件，用于制作 TFT 液晶板时，因为可使每个 TFT 的特性均匀，则可获得高质量的液晶显示装置。

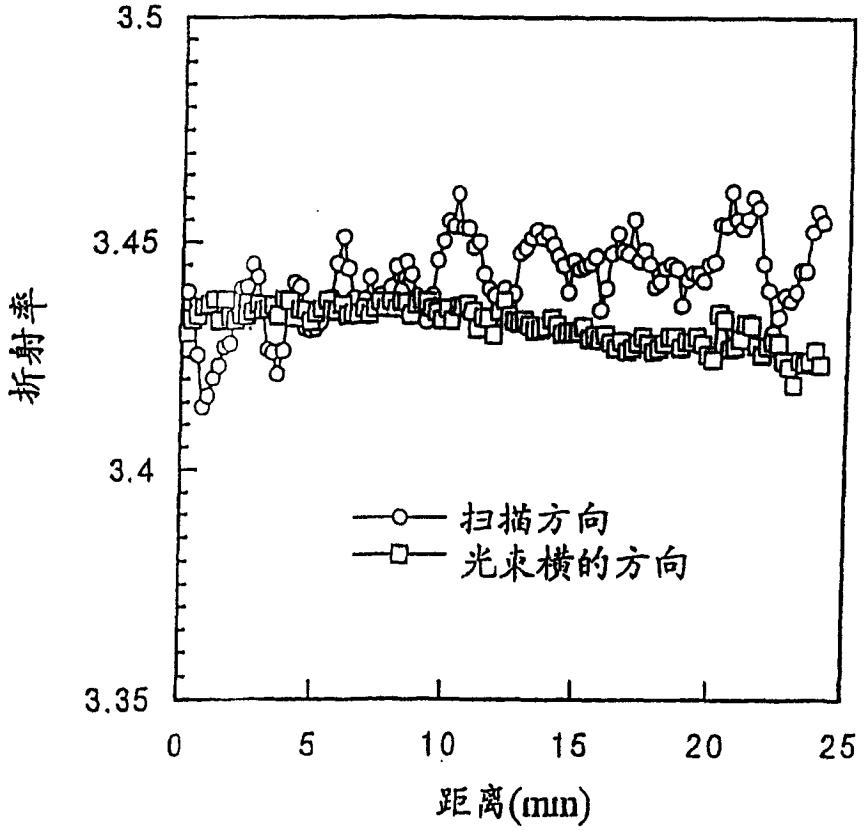


图 1

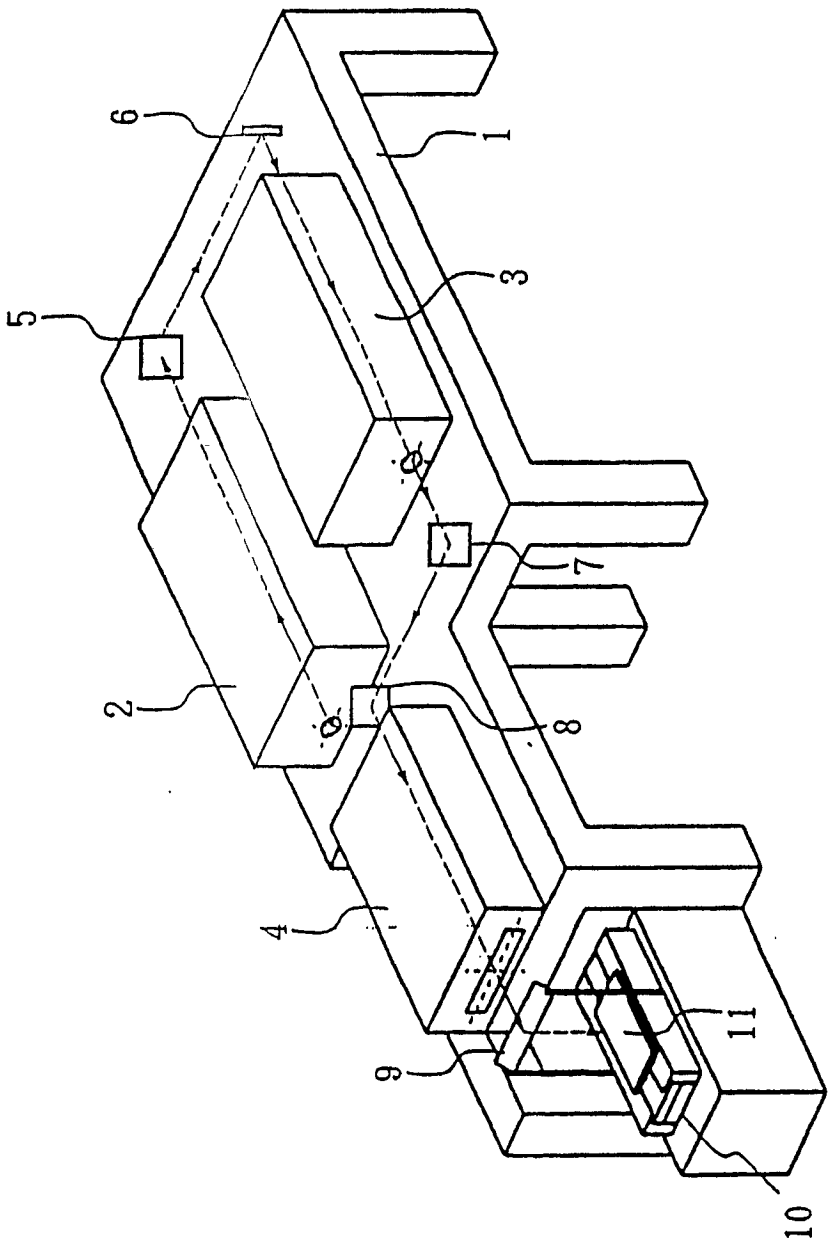
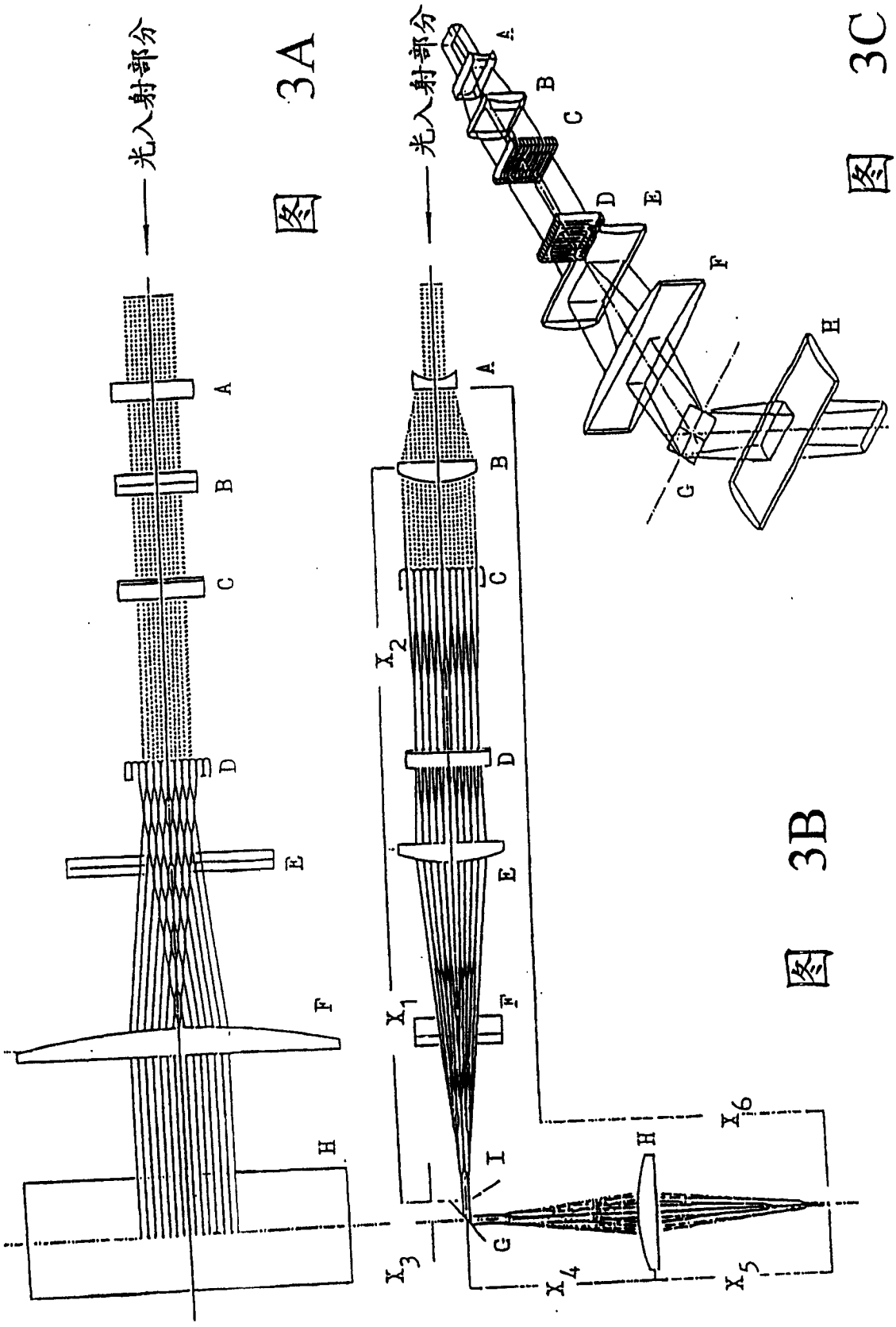


图 2


光入射部分
A
B
C
D
E
F
H
图 3A
光入射部分
A
B
C
D
E
F
G
H
I
X_1
X_2
X_3
X_4
X_5
X_6
图 3B
A
B
C
D
E
F
G
H
图 3C

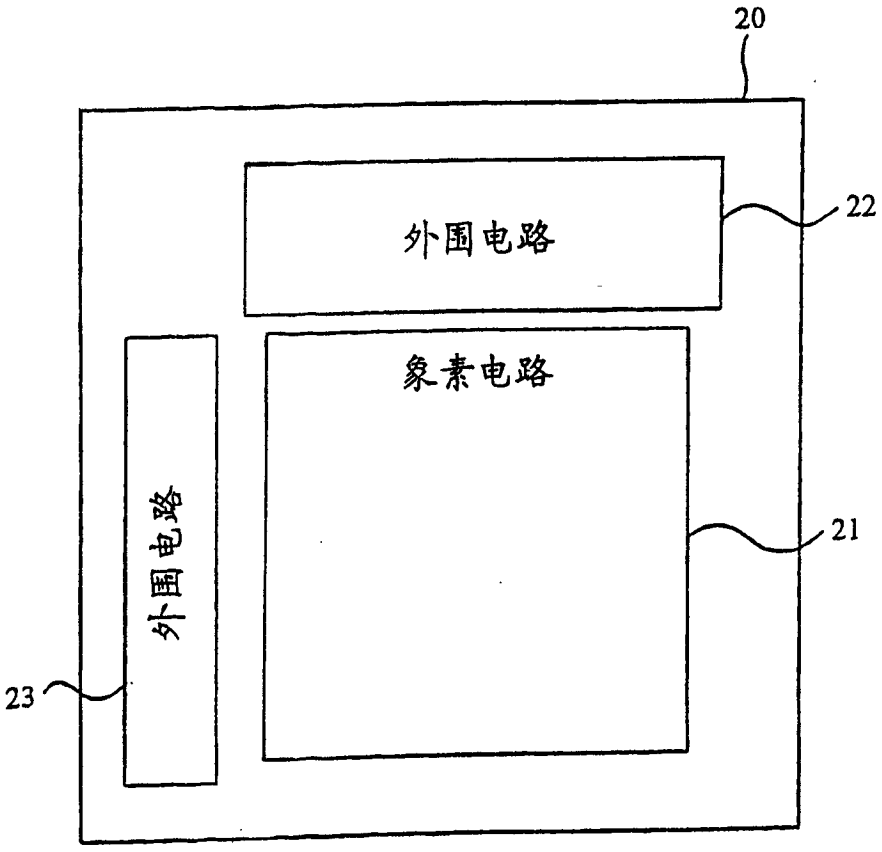


图 4

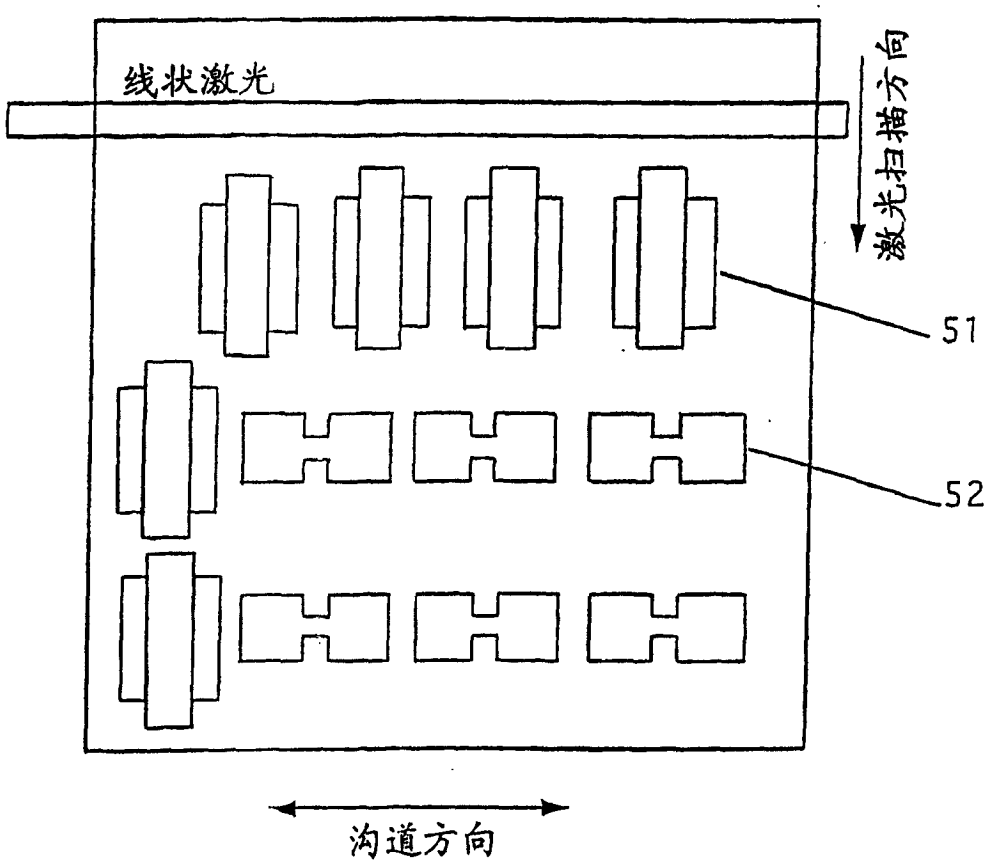


图 5

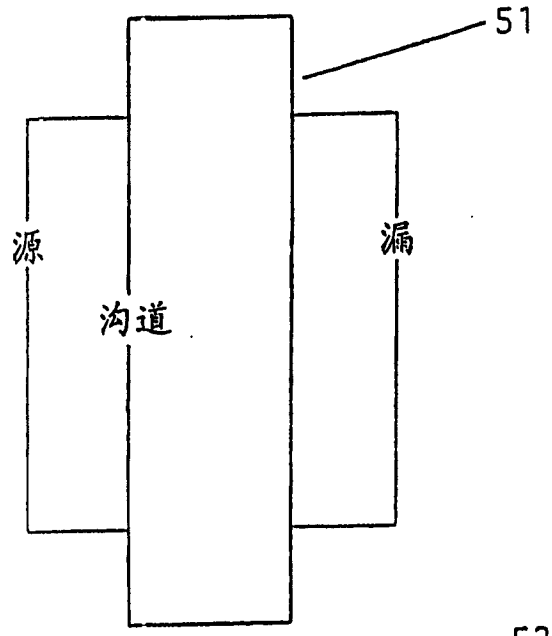


图 6A

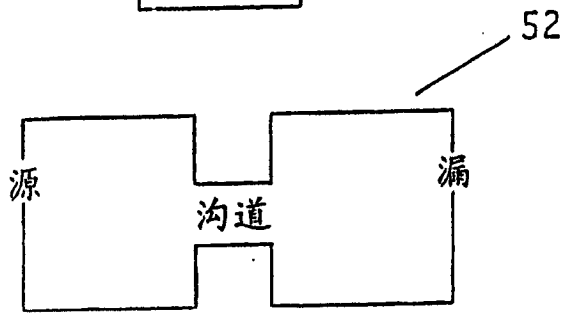


图 6B