

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 1/19 (2006.01)

B23K 1/00 (2006.01)

B23P 6/00 (2006.01)

B23K 1/20 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410088216.4

[45] 授权公告日 2007年7月18日

[11] 授权公告号 CN 1326654C

[22] 申请日 2004.10.21

[21] 申请号 200410088216.4

[30] 优先权

[32] 2003.11.21 [33] JP [31] 392694/2003

[73] 专利权人 三菱重工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 下畠幸郎 妻鹿雅彦 贵志公博
片山圣二

[56] 参考文献

US5071059A 1991.12.10

JP9-110596A 1997.4.28

CN1339996A 2002.3.13

JP2000-102866A 2000.4.11

JP2003-53533A 2003.2.26

审查员 孙 锐

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 樊卫民 郭国清

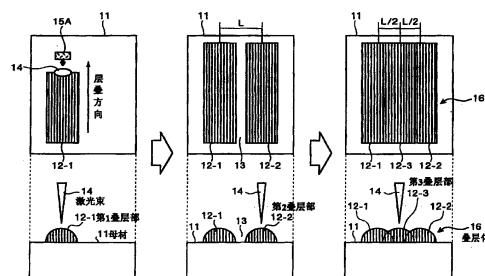
权利要求书 5 页 说明书 16 页 附图 23 页

[54] 发明名称

焊接方法

[57] 摘要

本发明提供一种焊接方法，在单结晶以及单方向凝固的母材上形成叠层部时，通过规定层叠方法，可得到健全的叠层。所涉及的层叠方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材(11)上层叠形成通过加热源加热而成的熔融叠层部(12)，具有预定间隙(13)，形成2根的第1叠层部(12-1)，第2叠层部(12-2)，在所述间隙(13)上形成第3叠层部(12-3)，由于在第1叠层部(12-1)和第2叠层部(12-2)的间隙(13)上，使第3叠层部(12-3)层叠，健全地形成单结晶。



1. 一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：
具有预定的间隙，形成多个叠层部；
在所述间隙上形成叠层部；
设定所述间隙，以使形成在所述间隙上的叠层部在垂直于母材表面的方向上的截面积与所述多个叠层部在所述垂直方向上各自的截面积相等。

2. 一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：
具有预定的间隙，形成多个叠层部；
在所述间隙上形成叠层部，形成第1层叠层体；
在此第1层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；
在所述间隙上形成叠层部，形成第2层叠层体；
设定所述间隙，以使形成在所述间隙上的叠层部在垂直于母材表面的方向上的截面积与所述多个叠层部在所述垂直方向上各自的截面积相等；
和第2层叠层体同样地重复操作第3层叠层体以后的叠层体，形成2层以上的多层叠层体。

3. 一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：
具有预定的间隙，形成多个叠层部；
在所述间隙上形成叠层部，形成第1层叠层体；
在此第1层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；
在所述间隙上形成叠层部，形成第2层叠层体；
和第2层叠层体同样地重复操作第3层叠层体以后的叠层体，形成2层以上的多层叠层体。

4. 一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：

具有预定的间隙，形成多个叠层部；

在所述间隙上形成叠层部，形成第1层叠层体；

在此第1层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；

在所述间隙上形成叠层部，形成第2层叠层体，所述第1叠层体和所述第2叠层体为大致平坦面；

和第2层叠层体同样地重复操作第3层叠层体以后的叠层体，形成2层以上的多层叠层体。

5. 一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：

所述焊接的前处理工序，包括：

以比所述母材的固相线温度还低 30~50℃ 的温度，进行熔体化处理的第1热处理工序；和

以比所述第1热处理温度还高的温度进行热处理，消除析出物或者微偏析的第2热处理工序，

在所述焊接的前处理工序后，具有预定的间隙地形成多个叠层部；

在所述间隙上形成叠层部。

6. 一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：

所述焊接的前处理工序，包括：

以比所述母材的固相线温度还低 30~50℃ 的温度，进行熔体化处理的第1热处理工序；和

以比所述第1热处理温度还高的温度进行热处理，消除析出物或者微偏析的第2热处理工序，

在所述焊接的前处理工序后，具有预定的间隙地形成多个叠层部；

在所述间隙上形成叠层部，形成第1层叠层体；

在此第 1 层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；
在所述间隙上形成叠层部，形成第 2 层叠层体；
和第 2 层叠层体同样地重复操作第 3 层叠层体以后的叠层体，形成 2 层以上的多层叠层体。

7. 根据权利要求 5 或 6 的一种焊接方法，其特征在于：
所述第 2 热处理工序是和固相线温度等同的温度、比固相线温度还高的温度或者液相线温度的任一温度。

8. 根据权利要求 1 至 6 中任一项的焊接方法，其特征在于：
在所述间隙上形成叠层部时，在形成叠层部的间隙的两个相邻的间隙以外的间隙上形成叠层部。

9. 根据权利要求 1 至 6 中任一项的焊接方法，其特征在于：
所述叠层部为点状叠层部或线状叠层部。

10. 根据权利要求 1 至 6 中任一项的焊接方法，其特征在于：
所述母材为单方向凝固结晶构造时，在和所述母材的结晶生长方向垂直的方向上形成线状叠层部。

11. 根据权利要求 5 或 6 的焊接方法，其特征在于：
所述第 2 热处理工序利用局部加热源进行。

12. 根据权利要求 11 的焊接方法，其特征在于：
所述局部加热源包括激光束、电子束和等离子体加热。

13. 一种铸造品的修补方法，其特征在于：
使用权利要求 1 至 6 中任一项的焊接方法，
所述母材是铸造物，削除此铸造物的缺陷部分形成凹部，在此凹部形成叠层体。

14. 根据权利要求 13 的铸造品的修补方法，其特征在于：
所述凹部的相向面为斜面状。
15. 根据权利要求 14 的铸造品的修补方法，其特征在于：
所述凹部的相向面的角度为 $60^{\circ} \pm 20^{\circ}$ 。
16. 根据权利要求 13 的铸造品的修补方法，其特征在于：
形成所述凹部的叠层体的叠层部的数量为奇数。
17. 一种接合件的接合方法，其特征在于：
使用权利要求 1 至 6 中的任一项的焊接方法，
在所述母材上接合接合件时，在所述母材和接合件上实施开槽加工，在此开槽加工部形成叠层体。
18. 根据权利要求 17 的接合件的接合方法，其特征在于：
此开槽加工部的相向面为斜面状。
19. 根据权利要求 18 的接合件的接合方法，其特征在于：
所述开槽加工面的相向面的角度为 $60^{\circ} \pm 20^{\circ}$ 。
20. 根据权利要求 17 的接合件的接合方法，其特征在于：
形成所述开槽加工部的叠层体的叠层部的数量是奇数。
21. 根据权利要求 17 的接合件的接合方法，其特征在于：
贴上具有和母材相同的组织和结晶取向的垫板进行接合。
22. 一种焊接方法，在母材上形成焊接部，其特征在于：
焊接前处理工序包括：
以比所述母材的固相线温度还低 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的温度进行熔体化处理

的第 1 热处理工序；和

以比所述第 1 热处理温度还高的温度进行热处理，消除析出物或者微偏析的第 2 热处理工序。

23. 根据权利要求 22 的焊接方法，其特征在于：

所述第 2 热处理工序是和固相线温度等同的温度、比固相线温度还高的温度或者液相线温度的任一温度。

焊接方法

技术领域

本发明涉及到一种在具有由单方向凝固结晶或单结晶构成的方向凝固结晶的母材上形成叠层体的焊接方法。

背景技术

由于在高速地旋转的涡轮、喷气发动机等翼（桨叶）有大的离心力作用，所以使用具有对着离心力作用方向的结晶取向的单方向凝固翼和由单结晶形成翼全体的单结晶翼，在这些的方向凝固结晶翼上由于使用而产生裂纹、缺损，此外，在制造时也产生铸造缺陷。

这些在翼上产生的缺陷，以往通过钎焊，熔焊进行修补。若是普通铸造的涡轮翼等，通过以往的修补方法没有问题，但对于单方向凝固结晶翼、单结晶翼这样的方向凝固结晶翼，如果进行以往的钎焊、熔焊的修补方法，由于其修补部分的结晶不能成为方向凝固结晶，出现其修补部分的强度降低的问题。

因此，为了解决此问题，对比文件 1 提供一种方法，以使切除面对着母材的优先结晶生长方向的方式削除损伤部位，其后，添加焊填金属的同时，以比较小的输出密度，在照射面的射束直径比较大，并较长时间地照射激光束，生成深宽比较小的熔融池，进行修补。

[专利文件 1]特开平 9-110596 号

然而，此方法必须跨布大范围削除修补部位，而且，由于熔化花费时间，没有效率。另外还有熔融池的宽度方向端部的结晶生长方向和其他的部位相比有显著不同的问题。

此外，作为在母材上层叠单结晶的方法，如图 21 所示，例如虽然有通过半重叠（half overlap）法层叠叠层部的方法，但是存在加热分布以及熔化材料添加量不均匀，没有适合控制组织的温度分布管理，产生别的结晶（异结晶）的问题。

发明内容

本发明课题在于，鉴于上述问题，提供一种在单结晶以及单方向凝固结晶的母材上形成叠层部时，通过规定层叠方法，可得到健全的叠层的焊接方法。并且，焊接包括堆焊等。

用于解决上述课题的本发明的第 1 发明，在于一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：具有预定的间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部；设定所述间隙，以使形成在所述间隙上的叠层部在垂直于母材表面的方向上的截面积与所述多个叠层部在所述垂直方向上各自的截面积相等。

第 2 发明，在于一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：具有预定的间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第 1 层叠层体；在此第 1 层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第 2 层叠层体；设定所述间隙，以使形成在所述间隙上的叠层部在垂直于母材表面的方向上的截面积与所述多个叠层部在所述垂直方向上各自的截面积相等；和第 2 层叠层体同样地重复操作第 3 层叠层体以后的叠层体，形成 2 层以上的多层叠层体。

第 3 发明，在于一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：具有预定的间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第 1 层叠层体；在此第 1 层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第 2 层叠层体；和第 2 层叠层体同样地重复操作第 3 层叠层体以

后的叠层体，形成2层以上的多层叠层体。

第4发明，在于一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：具有预定的间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第1层叠层体；在此第1层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第2层叠层体，所述第1叠层体和所述第2叠层体为大致平坦面；和第2层叠层体同样地重复操作第3层叠层体以后的叠层体，形成2层以上的多层叠层体。

第5发明，在于一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：所述焊接的前处理工序，包括：以比所述母材的固相线温度还低30~50℃的温度，进行熔体化处理的第1热处理工序；和以比所述第1热处理温度还高的温度进行热处理，消除析出物或者微偏析的第2热处理工序，在所述焊接的前处理工序后，具有预定的间隙地形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部。

第6发明，在于一种焊接方法，在单结晶或单方向凝固结晶的母材上形成熔融叠层部，其特征在于：所述焊接的前处理工序，包括：以比所述母材的固相线温度还低30~50℃的温度，进行熔体化处理的第1热处理工序；和以比所述第1热处理温度还高的温度进行热处理，消除析出物或者微偏析的第2热处理工序，在所述焊接的前处理工序后，具有预定的间隙地形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第1层叠层体；在此第1层叠层体上具有预定间隙，形成多个叠层部；在所述间隙上形成叠层部，形成第2层叠层体；和第2层叠层体同样地重复操作第3层叠层体以后的叠层体，形成2层以上的多层叠层体。

第7发明，在于根据第5或6发明的一种焊接方法，其特征在于：所述第2热处理工序是和固相线温度等同的温度、比固相线温度还高的温度或者液相线温度的任一温度。

第 8 发明，在于根据第 1 至 6 发明中任一项的焊接方法，其特征在于：在所述间隙上形成叠层部时，在形成叠层部的间隙的两个相邻的间隙以外的间隙上形成叠层部。

第 9 发明，在于根据第 1 至 6 发明中任一项的焊接方法，其特征在于：所述叠层部为点状叠层部或线状叠层部。

第 10 发明，在于根据第 1 至 6 发明中任一项的焊接方法，其特征在于：所述母材为单方向凝固结晶构造时，在和所述母材的结晶生长方向垂直的方向上形成线状叠层部。

第 11 发明，在于根据第 5 或 6 发明的焊接方法，其特征在于：所述第 2 热处理工序利用局部加热源进行。

第 12 发明，在于根据第 11 发明的焊接方法，其特征在于：所述局部加热源包括激光束、电子束和等离子体加热。

第 13 发明，在于一种铸造品的修补方法，其特征在于：使用权利要求 1 至 6 中任一项的焊接方法，所述母材是铸造物，削除此铸造物的缺陷部分形成凹部，在此凹部形成叠层体。

第 14 发明、在于根据第 13 发明的铸造品的修补方法，其特征在于：所述凹部的相向面为斜面状。

第 15 发明，在于根据第 14 发明的铸造品的修补方法，其特征在于：所述凹部的相向面的角度为 $60^{\circ} \pm 20^{\circ}$ 。

第 16 发明，在于根据第 13 发明的铸造品的修补方法，其特征在于：形成所述凹部的叠层体的叠层部的数量为奇数。

第 17 发明，在于一种接合件的接合方法，其特征在于：使用第 1 至 6 发明中的任一项的焊接方法，在所述母材上接合接合件时，在所述母材和接合件上实施开槽加工，在此开槽加工部形成叠层体。

第 18 发明，在于根据第 17 发明的接合件的接合方法，其特征在于：此开槽加工部的相向面为斜面状。

第 19 发明，在于根据第 18 发明的接合件的接合方法，其特征在于：所述开槽加工面的相向面的角度为 $60^{\circ} \pm 20^{\circ}$ 。

第 20 发明，在于根据第 17 发明的接合件的接合方法，其特征在于：形成所述开槽加工部的叠层体的叠层部的数量是奇数。

第 21 发明，在于根据第 17 发明的接合件的接合方法，其特征在于：贴上具有和母材相同的组织和结晶取向的垫板进行接合。

第 22 发明，在于一种焊接方法，在母材上形成焊接部，其特征在于：焊接前处理工序包括：以比所述母材的固相线温度还低 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的温度进行熔体化处理的第 1 热处理工序；和以比所述第 1 热处理温度还高的温度进行热处理，消除析出物或者微偏析的第 2 热处理工序。

第 23 发明，在于根据第 22 发明的焊接方法，其特征在于：所述第 2 热处理工序是和固相线温度等同的温度、比固相线温度还高的温度或者液相线温度的任一温度。

根据本发明，在单结晶以及单方向凝固的母材上形成叠层部时，通过规定层叠方法，可得到健全的叠层。

附图说明

- 图 1 是实施例 1 的层叠方法的概略图。
- 图 2 是实施例 1 的其他的层叠方法的概略图。
- 图 3 是实施例 1 的叠层部的正面图。
- 图 4 是实施例 2 的层叠方法的概略图。
- 图 5 是实施例 2 的其他的层叠方法的概略图。
- 图 6 是实施例 3 的层叠方法的概略图。
- 图 7 是实施例 4 的层叠方法的概略图。
- 图 8 是实施例 4 的层叠方法的概略图。
- 图 9 是实施例 5 的层叠方法的概略图。
- 图 10 是实施例 6 的处理方法的概略图。
- 图 11 是实施例 6 的其他的处理方法的概略图
- 图 12 是实施例 6 的其他的处理方法的概略图。
- 图 13 是实施例 7 的处理方法的概略图。
- 图 14 是实施例 7 的其他的处理方法的概略图。
- 图 15 是实施例 7 其他的的处理方法的概略图。
- 图 16 是实施例 8 的处理方法的概略图。
- 图 17 是实施例 8 的其他的处理方法的概略图。
- 图 18 是实施例 9 的处理方法的概略图。
- 图 19 是实施例 9 的其他的处理方法的概略图。
- 图 20 是实施例 2 的叠层体的显微镜照片图。
- 图 21 是以往的半重叠(half overlap)法的叠层体的显微镜照片图。
- 图 22 是实施例 6 的叠层体的显微镜照片图。
- 图 23 是以往的存在微偏析的叠层体的显微镜照片图。

具体实施方式

以下，参照附图对本发明进行详细的说明。但是并不以此实施例限定此发明。另外，下述实施例的构成要素，包含本领域普通技术人员可以简单设想的，或者在实质上相同的构成要素。

实施例 1

图 1 是实施例 1 的层叠方法的概略图，图中上段侧是平面工序图，下段侧是对应的侧面工序图。

根据本发明的实施例 1 的层叠方法，是在单结晶或者单方向凝固结晶的母材 11 上，层叠形成通过加热源加热而成的叠层部 12 的焊接方法，其中，具有预定的间隙 13，形成多条的（在本实施例中为 2 条）的第 1 叠层部 12-1，第 2 叠层部 12-2，在上述间隙 13 上形成第 3 叠层部 12-3。

由于在第 1 叠层部 12-1 和第 2 叠层部 12-2 的间隙 13 层叠第 3 叠层部 12-3，可健全地形成单结晶。

即，由于对着第 1 叠层部 12-1，隔着间隙 13，形成第 2 叠层部 12-2，可不受第 1 叠层部 12-1 的热影响，形成第 2 叠层部 12-2。而且，由于形成此间隙 13 的第 1 叠层部 12-1 和第 2 叠层部 12-2 确保左右对称的温度条件，对于在间隙 13 上形成的第 3 叠层部 12-3 的结晶生长，不会有异结晶层叠。

作为加热源，可使用例如激光束、电子束、等离子体加热等可局部加热的公知的任一方式的加热源。在图 1 的实施例中，使用激光束 14 形成焊接部。

另外，关于熔化材料，是金属、高分子材料、陶瓷等，其供给方法不被特别限定，例如可以是线供给、粉末供给、粉末敷设等任一方法。

在图 1 的实施例中，表示以粉末状的熔化材料 15A 供给熔化材料的方法，在图 2 的实施例中表示使用放置粉末（或者放置线）的熔化

材料 15B 的方法。

在本实施例中,例如有 2mm 的圆形的 YAG 激光束(扫描速度 5mm/秒) 14, 通过此激光束 14, 在初期温度 20℃ 的条件下, 以每单位面积的输入热量为 500W/mm² 进行加热, 边以 2g/分的速度供给熔化材料(粒径 50 μ m) 15, 边在母材 11 的表面上形成叠层体(宽度 2mm)。

另外, 如图 3 所示, 应设置第 1 叠层部 12-1 和第 2 叠层部 12-2 间的距离 L, 以使形成于间隙 13 上的第 3 叠层部 12-3 的截面积和第 1 叠层部 12-1 的截面积相同。

由此, 优选第 1 至第 3 叠层部形成的叠层体 16 的表面为大致平坦面。并且, 可在此叠层体 16 上, 如下述, 再使多层的叠层体层叠, 形成柱状的叠层部。

实施例 2

图 4 是实施例 2 的层叠方法的概略图, 而且, 对和实施例 1 的构成部件相同的部件附以相同的标号, 省略其说明。

根据本发明的实施例 2 的层叠方法, 是在单结晶或者单方向凝固结晶的母材 11 上, 层叠形成通过加热源加热而成的叠层部 12 的焊接方法, 其中, 具有预定间隙 13, 形成多条(在本实施例中为 5 条)的第 1 叠层部 12-1、第 2 叠层部 12-2、第 3 叠层部 12-3、第 4 叠层部 12-4、第 5 叠层部 12-5, 在这些的间隙 13-1、13-2、13-3、13-4 形成第 6 叠层部 12-6 至第 9 叠层部 12-9。由此, 形成第 1 叠层体 16-1, 接着, 在第 1 叠层体 16-1 的上面, 形成第 10 叠层部 12-10、第 11 叠层部 12-11、第 12 叠层部 12-12、第 13 叠层部 12-13、第 14 叠层部 12-14, 在这些的间隙 13-5 至 13-8 形成第 15 叠层部 12-15 至第 18 叠层部 12-18。由此, 形成第 2 叠层体 16-2。由此, 由于形成此间隙的间隙两侧的叠层部确保左右对称的温度条件, 对于在间隙上形成的叠层部的结晶生长,

不会有异结晶层叠，可形成良好的第 1 叠层体 16-1，通过在该第 1 叠层体 16-1 上同样的形成叠层部，可形成良好的第 2 叠层体 16-2。

在图 20 表示此叠层体的部分的显微镜照片。图 20 中，表示在第 6 叠层部 12-6、第 2 叠层体以及第 7 叠层部 12-7 上，形成第 11 叠层部 12-11 的样子，如附图所示，证实了根据本发明可形成没有异结晶的良好的叠层体。

图 5 是实施例 2 的其他的层叠方法的概略图。

如图 5 所示，在形成第 2 叠层体 16-2 时，不是在第 11 叠层部 12-11 和第 12 叠层部 12-12 之间，形成第 16 叠层部 12-16，而是使第 16 叠层部 12-16 层叠在第 12 叠层部 12-12 和第 13 叠层部 12-13 之间。其结果，在位于当形成第 15 叠层部 12-15 时受到热影响的第 11 叠层部的邻侧的第 12 叠层部 12-12 和第 13 叠层部 12-13 的间隙 13-6 上，形成第 16 叠层部 12-16，可以没有热影响地控制组织，可得到没有异结晶出现的良好焊缝隆起。

实施例 3

图 6 是实施例 3 的层叠方法的概略图，并且对和实施例 1 的构成部件相同的部件标以相同的标号，省略其说明。

根据本发明的实施例 3 的层叠方法，在母材 11 上出现缺陷部 21 时，除去该缺陷部 21，再在该除去部形成叠层部，修补缺陷。

如图 6 所示，首先，除去母材 11 的含有缺陷部 21 的部分，形成凹部 22。这时，将该凹部 22 的开槽加工部的相向面加工成斜面，形成第 1 斜面部 23-1、第 2 斜面部 23-2。

接着，根据与实施例 1 同样的方法，具有预定的间隙 13，形成多

条（在本实施例为3条）的第1叠层部12-1、第2叠层部12-2、第3叠层部12-3，在这些的间隙13-1、13-2以及第1叠层部12-1和第1斜面部23-1之间的第3间隙13-3、第3叠层部12-3和第2斜面部23-2之间的第4间隙13-4上，形成第4叠层部12-4至第7叠层部12-7。由此，在削除含有缺陷部21的部分而形成的凹部22内形成叠层体16，完成修补。

此斜面的角度不是特别限定的，例如可以是 $60^{\circ}\pm 20^{\circ}$ ，由于通过此斜面部形成的间隙13-3、13-4构成和第1叠层部的斜面相同的角度，可缓和热影响，没有异结晶出现而进行修补。

由此，可无热影响地控制组织，可实现没有异结晶发生的，良好的伴随缺陷部21的削除的修补。

在上述凹部22的形成以及斜面部23-1、23-2的形成时，设定以叠层部成左右对称的方式进行层叠。因此，经常优选形成奇数的叠层部。这是因为如果是偶数的叠层部，就破坏了左右的热平衡。

实施例4

图7是实施例4的层叠方法的概略图。并且，对与实施例1的构成部件相同的部件标以相同的标号，省略其说明。

根据本发明的实施例4的层叠方法，是在母材11上接合其他的接合件31的方法。

如图7所示，首先，在母材11与接合件31上实施开槽加工，形成凹部32。这时，使该凹部32的开槽加工面的相向面为斜面，形成第1斜面部33-1、第2斜面部33-2。

接着，加热凹部底面部分进行熔融接合35。在后叙述此熔融接合。

接着,在第1斜面部33-1和第2斜面部33-2之间,形成第1叠层部12-1,形成第1间隙13-1以及第2间隙13-2。接着,在第1间隙13-1形成第2叠层部12-2,在第2间隙13-2形成第3叠层部12-3,由第1叠层部12-1至第3叠层部12-3形成第1叠层体16-1。由此,从底面开始填埋接合部的凹部,在凹部32内顺次形成第1叠层体16-1至第4叠层体16-4,完成母材11与接合件31的接合。

由此,可无热影响地控制组织,可实现没有异结晶的出现的良好的接合。

图8是实施例4的层叠方法的概略图,是母材的厚度较薄时,贴上具有与母材相同组织和结晶取向的垫板36而接合的情况。

首先,将母材和接合件对接,实施开槽加工,形成第1斜面部33-1以及第2斜面部33-2。

接着,在背面侧贴上垫板36,形成凹部32。

其后,和上述同样地在凹部32内形成叠层部,形成多个叠层体,填埋凹部32,完成两者的接合。

实施例5

图9是实施例5的层叠方法的概略图。并且,对与实施例1中的构成部件相同的部件标以相同的标号,省略其说明。

根据本发明的实施例5的层叠方法,在将接合件31焊接于由多种结晶取向不同的物质构成的母材11时,不发生裂纹地接合接合件31。例如有为了获得母材的对应强度特性在高温的高强度化,而使母材的结晶方向变得不同的情况。

在本实施例中，如图 9 所示，母材为五种结晶取向不同的母材 11-1~11-5 时，在与该母材的结晶生长方向相直交的方向上，隔着间隙 13 形成第 1 叠层部 12-1 和第 2 叠层部 12-2。

接着，在间隙上使第 3 叠层部 12-3 层叠，形成叠层体 16。

此时，以使得母材表面形成的叠层部的结晶取向，和下侧的母材的结晶生长方向的方位相同的方式进行结晶生长。其结果，沿着母材彼此的结晶晶粒边界形成叠层体时，不生成裂纹。并且，图 9 通过付以相同的模样表示母材和在其上层叠的叠层部 12-2 的结晶取向相同的概念。

实施例 6

图 10 是实施例 6 的处理方法的概略图。

在本实施例中，在焊接施工前，通过在母材的熔点以下的条件下，对母材进行热处理，保持单结晶或者单方向性凝固结晶的组织而使析出物或者微偏析消解或者缓和。

在这里，通常的焊接的熔体化处理是指，例如在比向金属的固体和液体的共存区域过渡的温度——固相线温度还低数 10°C 的温度（特别是优选低 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 程度的温度）下，进行数小时的热处理，以一般地达到强度提高为目的的热处理。

另一方面，本发明的热处理中，此熔体化处理的温度范围是指在不同的高的温度范围进行热处理。具体的，是指：1) 进行与固相线温度同程度的热处理的情况；2) 在与固相线温度同等以上的温度进行热处理的情况；3) 在向完全液体过渡的液相线温度以上的温度进行热处理的情况。

因此，在本发明中，在对母材进行堆焊等的焊接时，对母材实施2步骤的热处理。即，进行根据一般熔体化处理的热处理，和根据在该熔体化处理高的高温侧进行的高温热处理，而进行的焊接前的热处理。

具体的，如图10所示，首先，对母材11在第1加热炉61中，作为第1热处理工序62，实施通常的熔体化处理，接着，在第2加热炉63中，作为第2热处理工序64，实施上述1)~3)的任一的高温热处理。

其后，在焊接工序65中，例如通过激光束14进行堆焊，在母材11的表面上形成叠层部12。并且，图10中，18表示供给粉末状的熔体材料15A的供给管。

通过此热处理，使析出物或者微偏析消解或者缓和，可以消除其后的焊接中的因微偏析而引起的别的结晶的生长。

在本实施例中，例如使用镍合金（CM247LC（商品名，canon マスケゴン社制），固相线温度：1280℃，液相线温度：1370℃）铸造单方向凝固母材，其后，在第1热处理工序62中，在1260℃实施3小时的熔体化处理。其后，在第2热处理工序64中，控制表面单位面积对应的输入热量为 $1.5 \times 10^6 \text{J/m}^2$ ，消除了析出物以及微偏析。

图22是对母材11实施第1热处理以及第2热处理，其后，多层地形成叠层部12，形成焊缝隆起的情况的显微镜图。如图22所示，通过实施第1热处理的熔体化处理和高温的第2热处理，焊接中未出现别的结晶。

与此相对，如图23所示，只进行第1热处理时，母材11中产生

微偏析，发现了别的结晶的出现。

在本实施例中，使焊接部 12 为 1 条的线状体，在上述实施例 1 至 5 的多条的焊接中，由于应用本前处理，可以消解微偏析、防止别的结晶的出现。

此外，如图 11 所示，也可以使用放置线状的熔化材料 15B。

此外，如图 12 所示，也可以不使叠层部为线状体，而形成点状的叠层部 12a。

此外，可以同样地进行填埋操作。

此外，本前处理也适用于等轴晶体材料。

实施例 7

图 13 是实施例 7 的处理方法的概略图，并且，对与实施例 6 的构成部件相同的部件标以相同的标号，省略其说明。

在图 10 至图 12 的实施例中，在加热炉 61 对母材的整体进行第 2 热处理，但本发明不限于此。例如在加热炉 61 进行第 1 热处理 62 后，也可以使用激光束 14 进行第 2 热处理工序 64，进行局部的热处理，形成析出物或者微偏析消除（缓和）区域 66。

此外，如图 14 所示，也可以使用放置线状的熔化材料 15B。

此外，如图 15 所示，也可以使叠层部不为线状体，而形成点状的叠层部 12a。这时使用激光束的第 2 热处理工序 64 也以点处理就足够。

实施例 8

图 16 是实施例 8 的处理方法的概略图。并且，对与实施例 6 构成部件相同的部件标以相同的标号，省略其说明。

在本实施例中，母材上有缺陷部分时，除去此缺陷部分 71，对此除去部实施修补时，在修补前实施热处理。

如图 16 所示，除去母材 11 的缺陷部 71，形成凹部 72。其后，在加热炉 73 实施热处理工序 74，使微偏析消解。

其后，通过通常的焊接处理，形成叠层部 12，进行修补工序 75。

图 17 是在缺陷部的修补时，使热处理工序和实施例同样地使用激光束 14。

实施例 9

图 18 是实施例 9 的处理方法的概略图。并且，对和实施例 6 的构成部件相同的部件标以相同的标号，省略其说明。

根据本发明的实施例 9 的前处理方法，适用于在母材 11 上接合其他的接合件 31 的情况。

如图 18 所示，首先，对接合于母材 11 的接合件 31 实施开槽加工，形成斜面状的凹部 81。此时，实施该凹部 81 的预定厚度、第 2 热处理，形成第 1 析出物或偏析除去区域 66-1。其后，翻过来，从背面侧对母材 11 和接合件 31 的接合附近处实施第 2 热处理，形成第 2 析出物或偏析除去区域 66-2。

其后，再翻过来，在凹部 81 形成叠层部 81。

由此，在焊接母材和接合件时，可得到消解微偏析，防止不同结

晶的出现的修补。

图 19 的接合表示实施例 9 的变形例，母材的厚度较薄时，贴上具有和母材有相同组织和结晶取向的垫板 36 而接合。

首先，将母材 11 和接合件 31 对接，实施开槽加工，形成凹部 81。接着，将垫板 36 贴在在背面侧。

接着，对该凹部 81 以及垫板 36 实施第 2 热处理，形成析出物或偏析除去区域 66，其后，在凹部 81 形成叠层部 81，其后，除去垫板。

由此，在焊接母材和接合材时，消解微偏析，可得到防止不同的结晶出现的修补。

其后，和上述同样地在凹部 81 内形成叠层部，形成多个叠层体，填埋凹部 81，完成两者的接合。

如上所述，本发明的焊接方法，在单结晶以及单方向凝固的母材上形成叠层部时，通过规定层叠方法，可得到健全的叠层，适用于涡轮的动翼、静翼等的堆焊、修补、接合等。

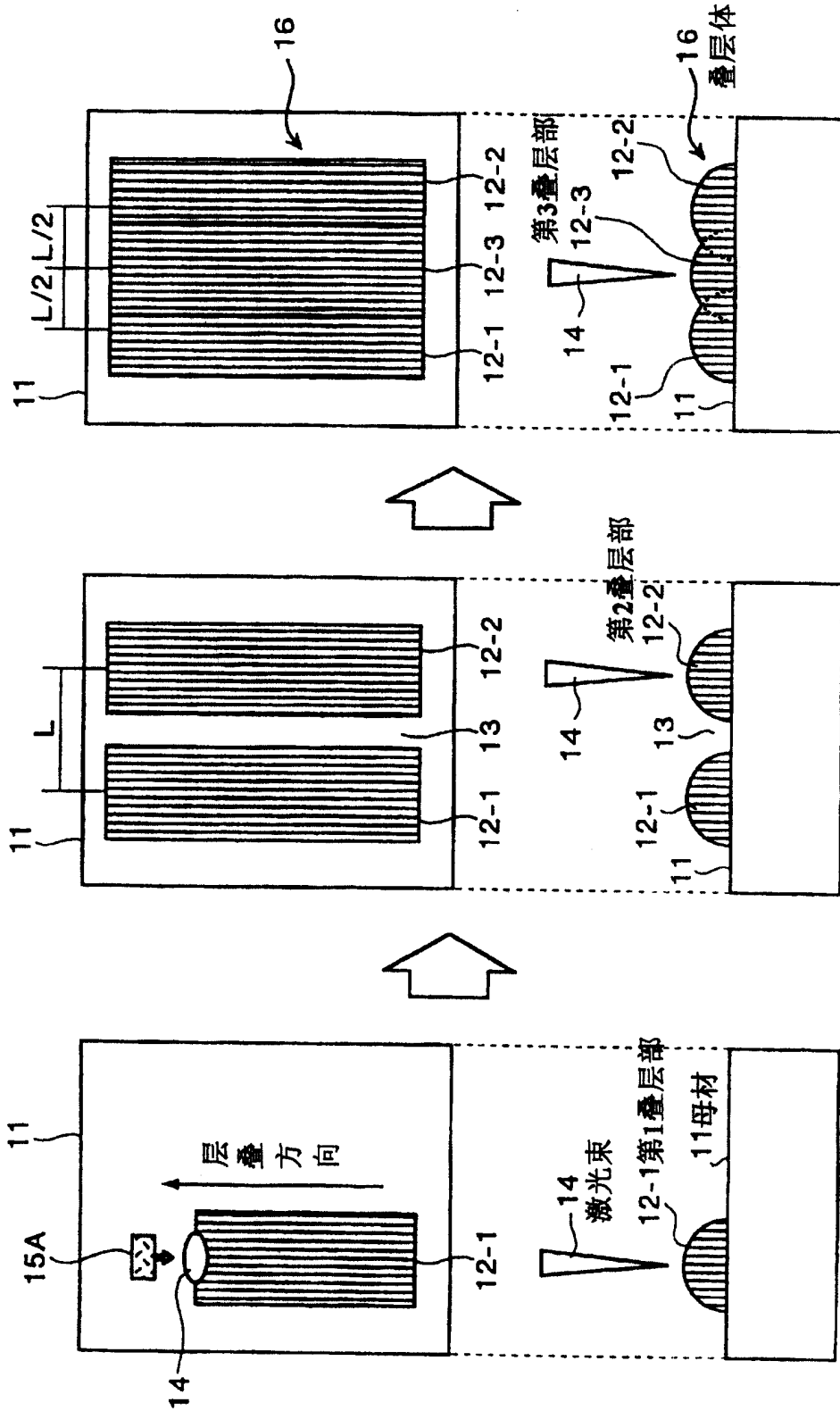


图1

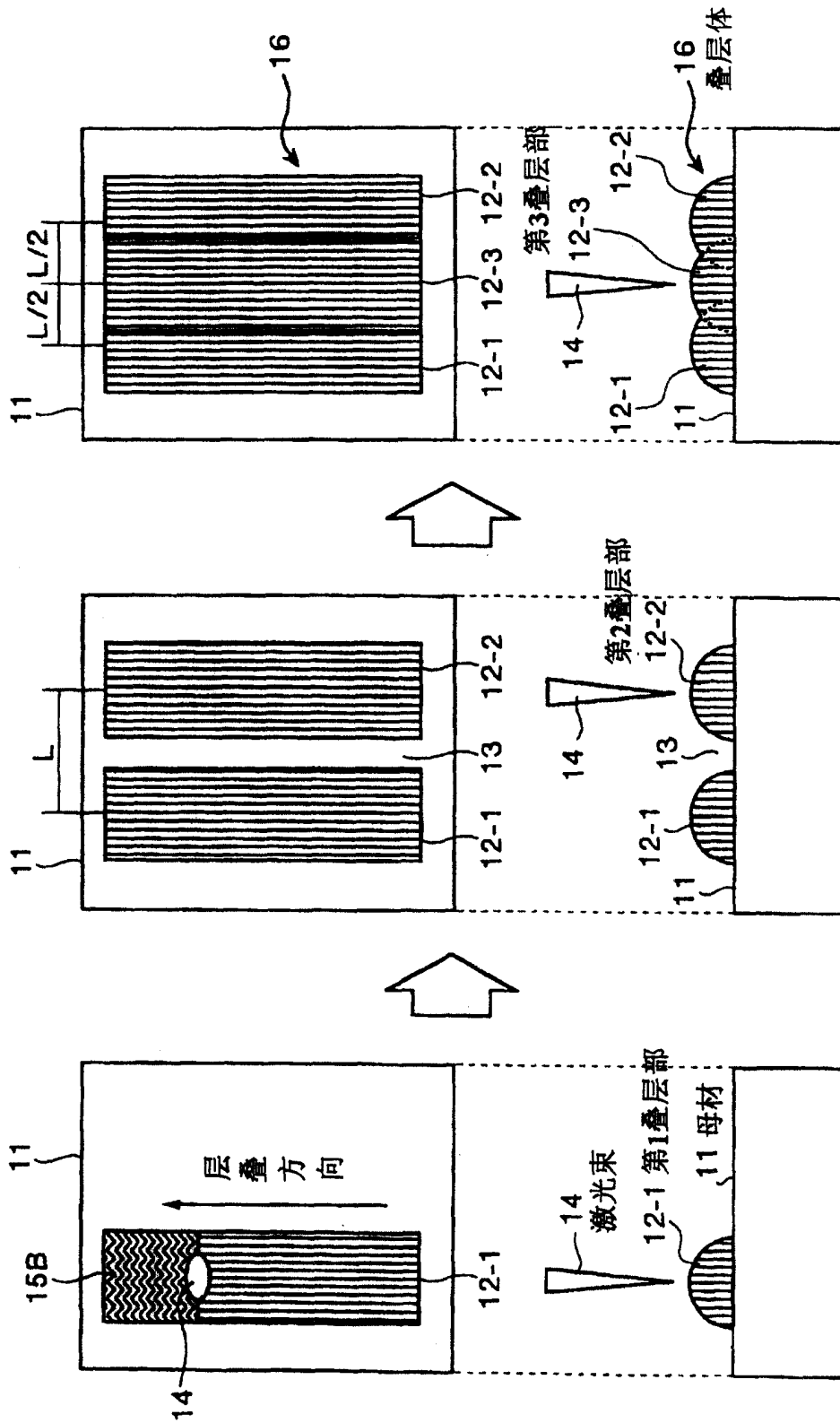


图2

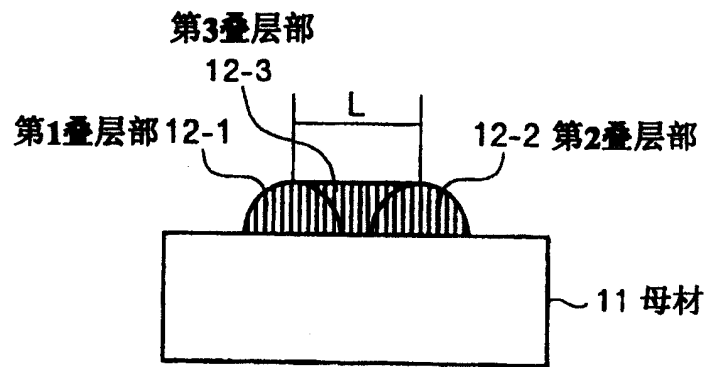


图3

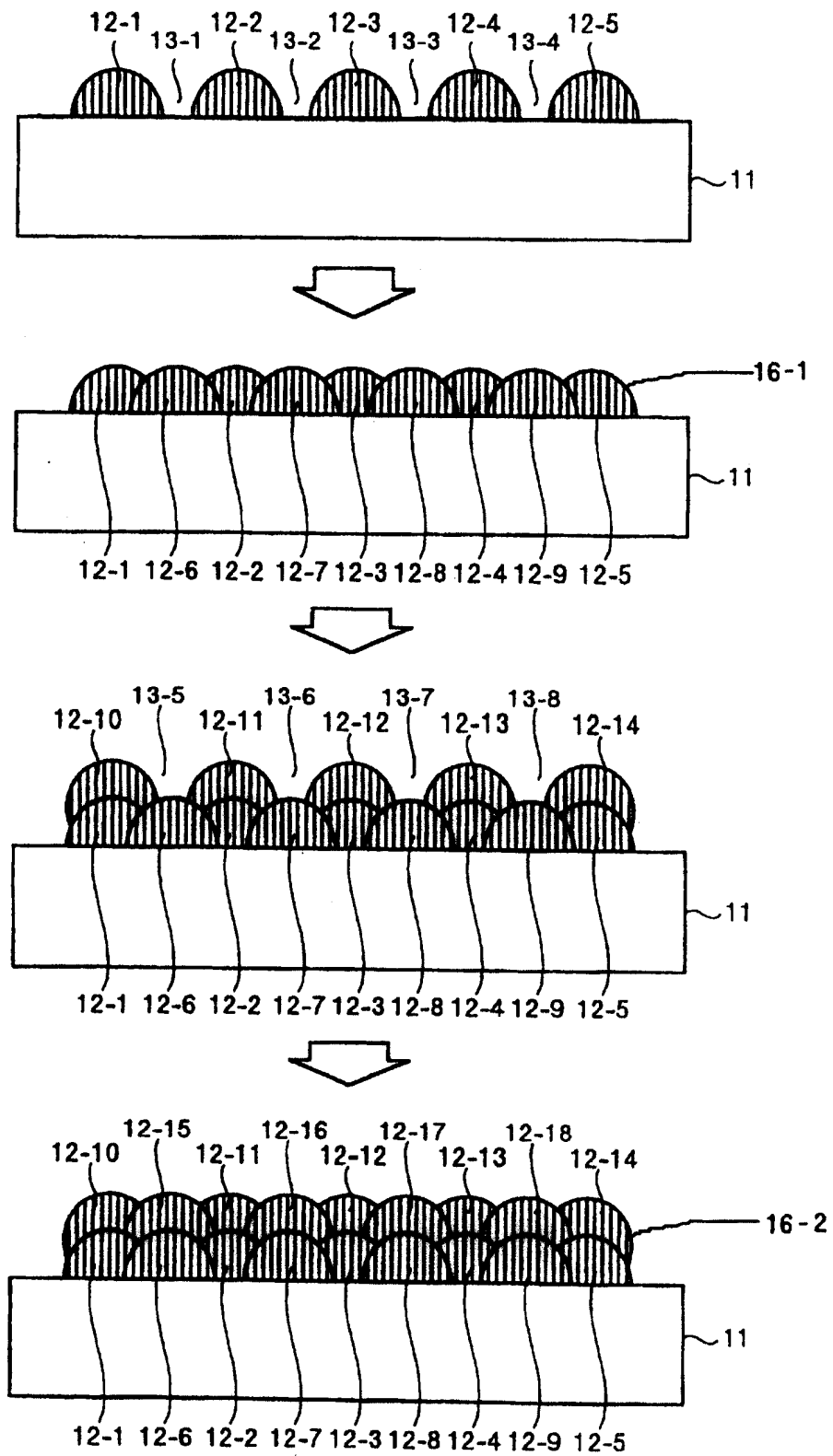


图4

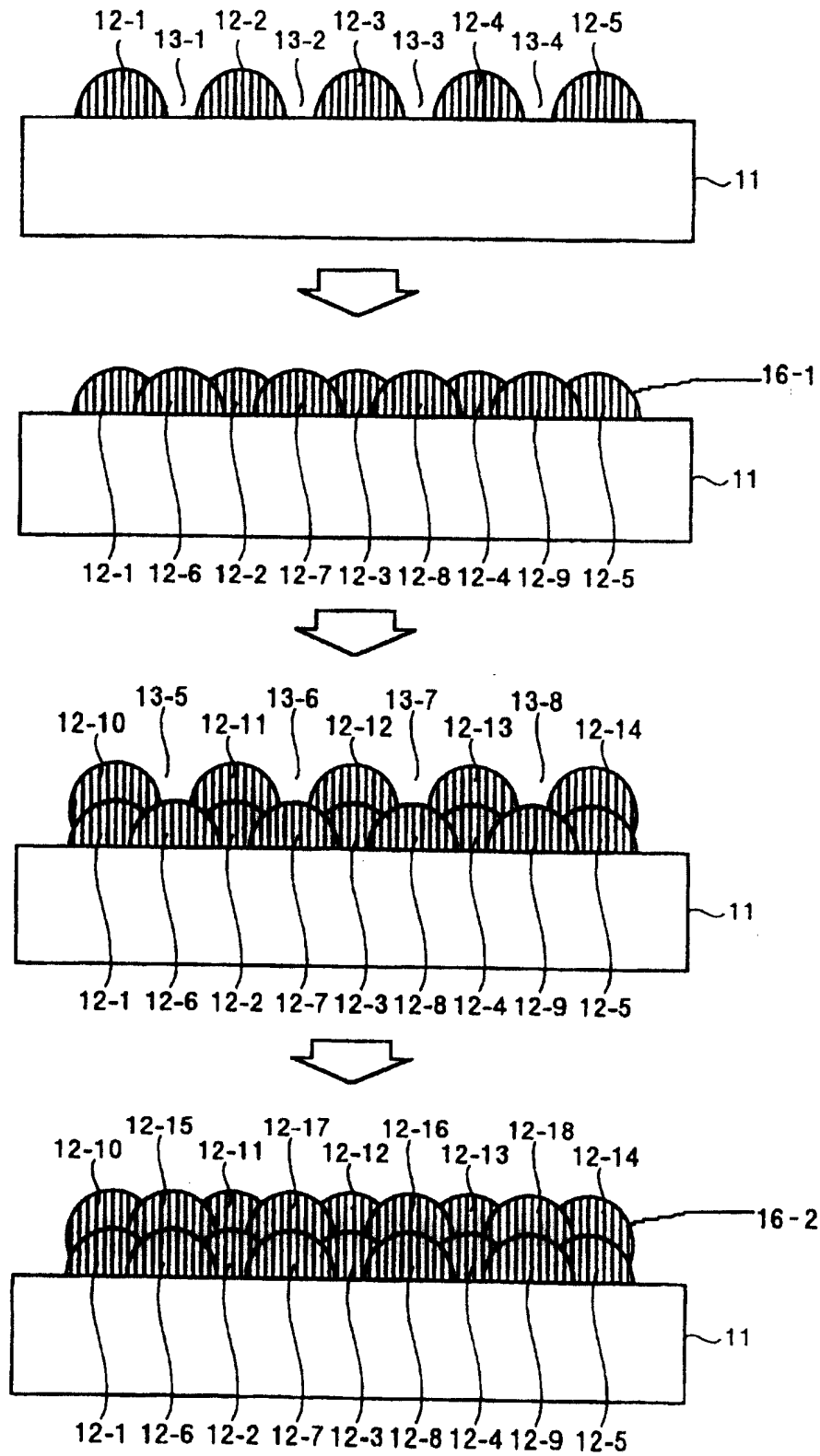


图5

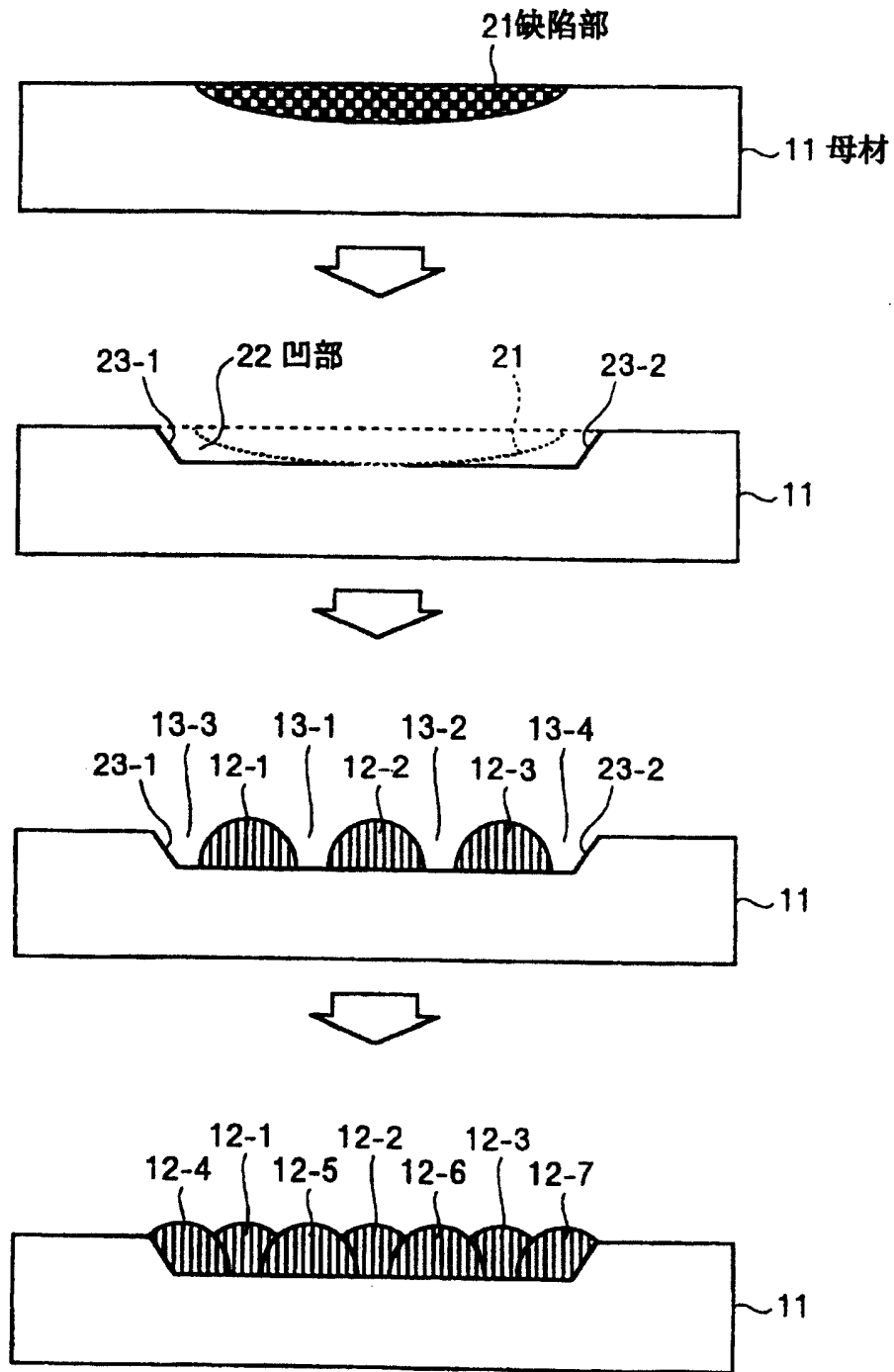


图6

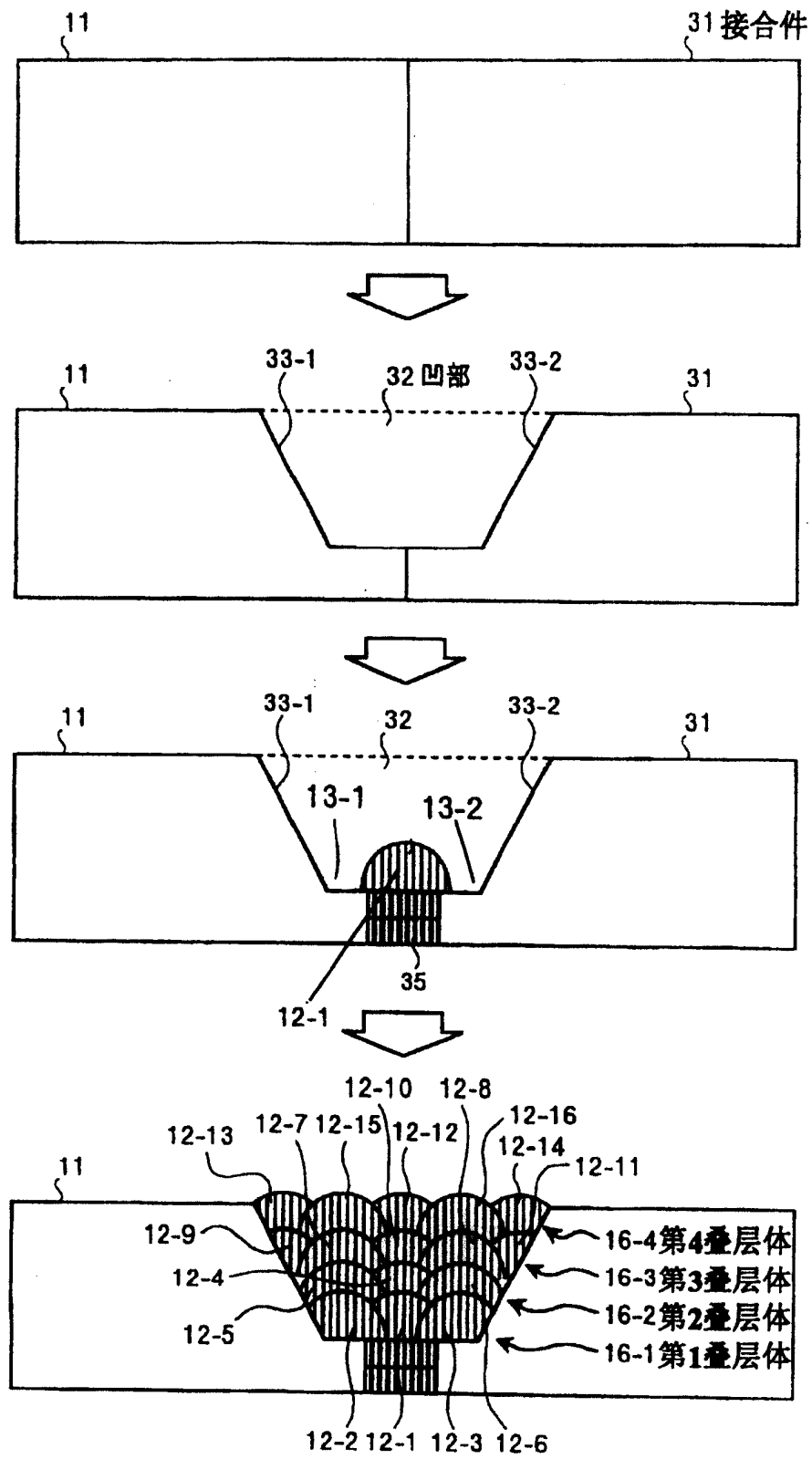


图7

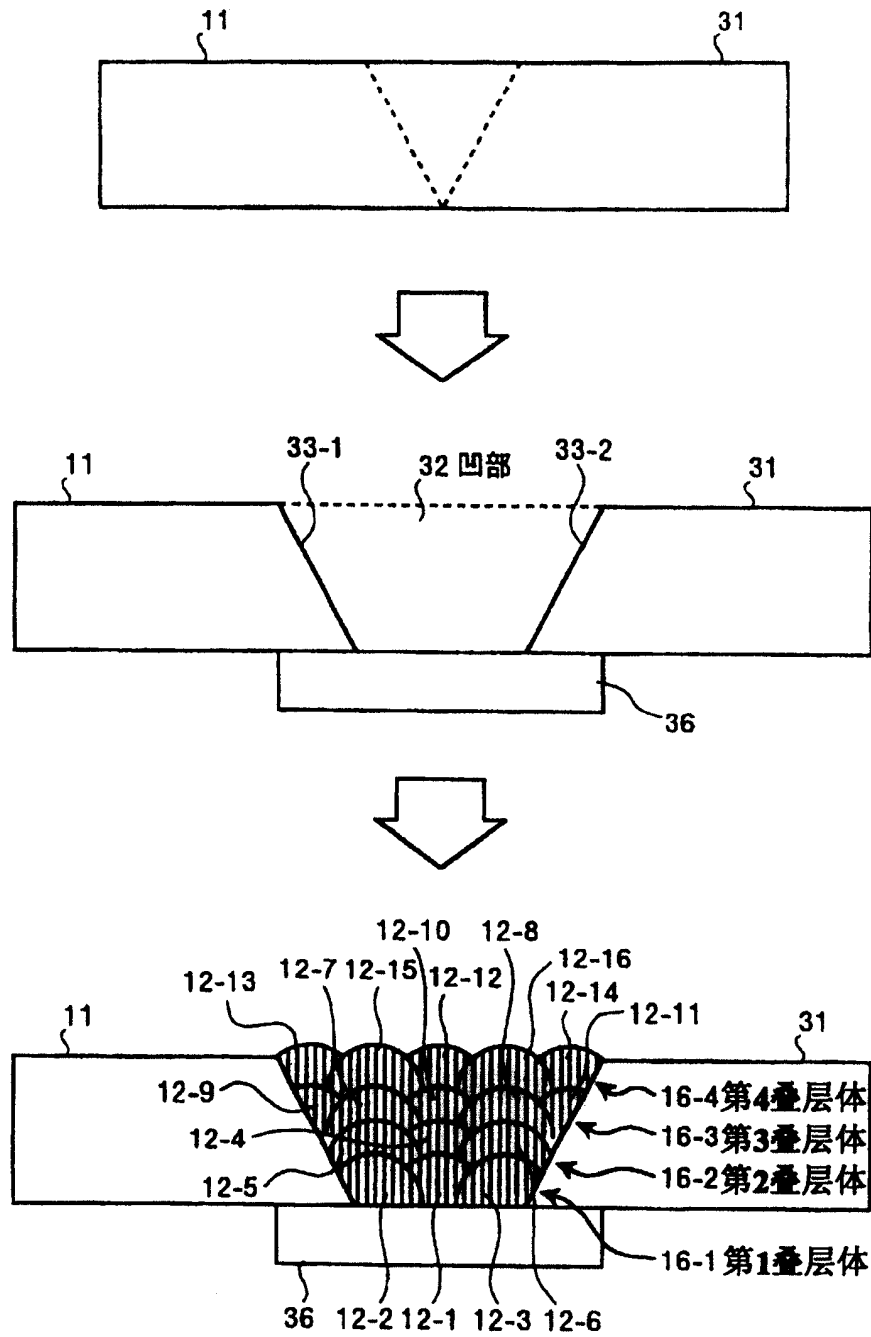


图8

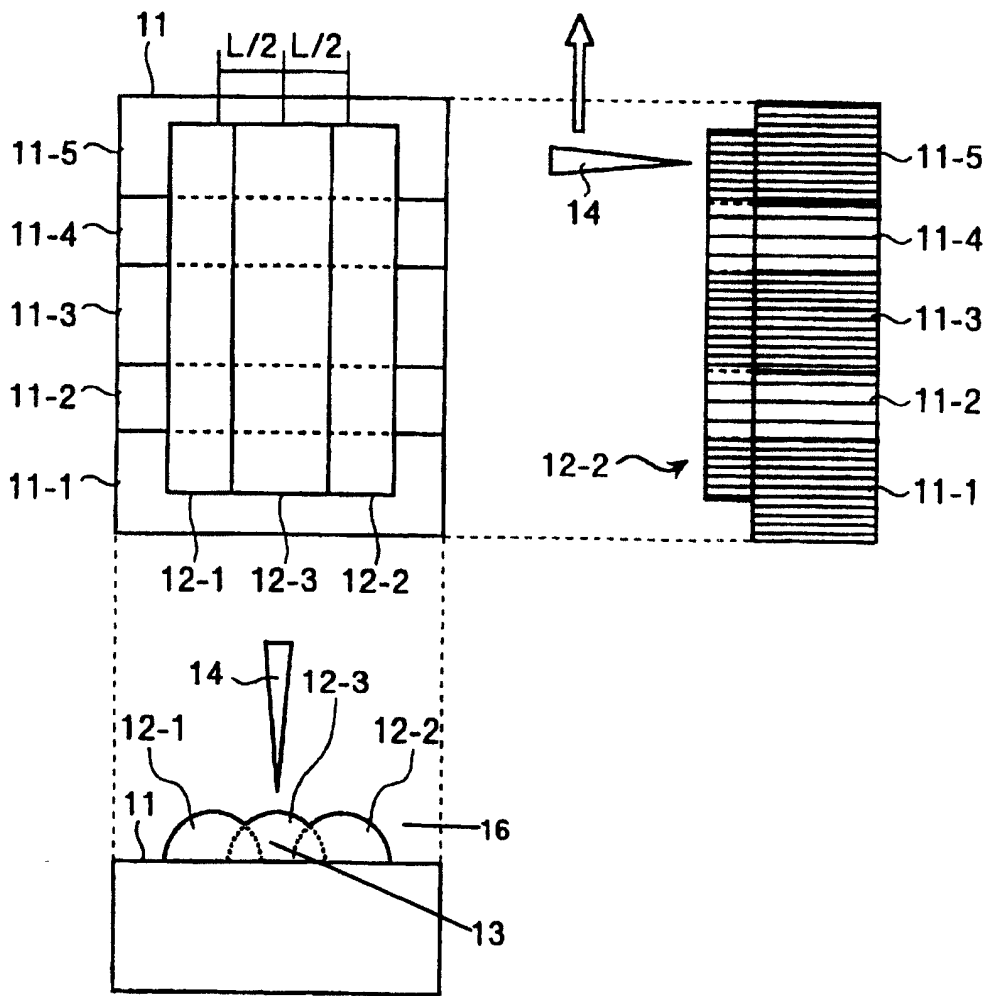


图9

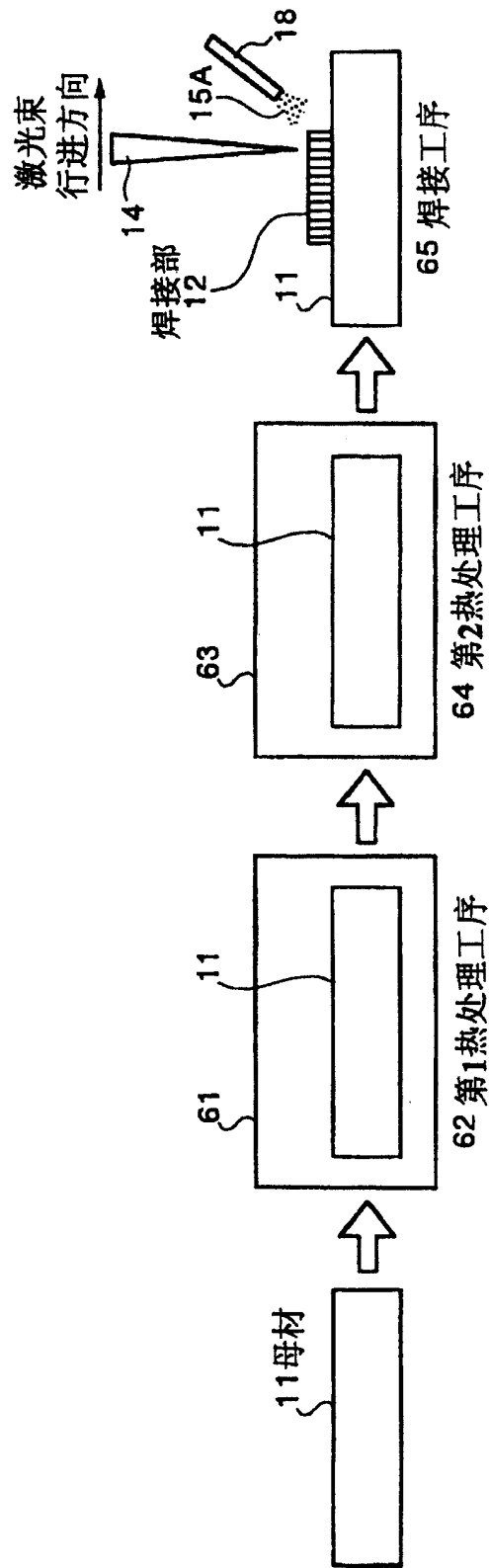


图10

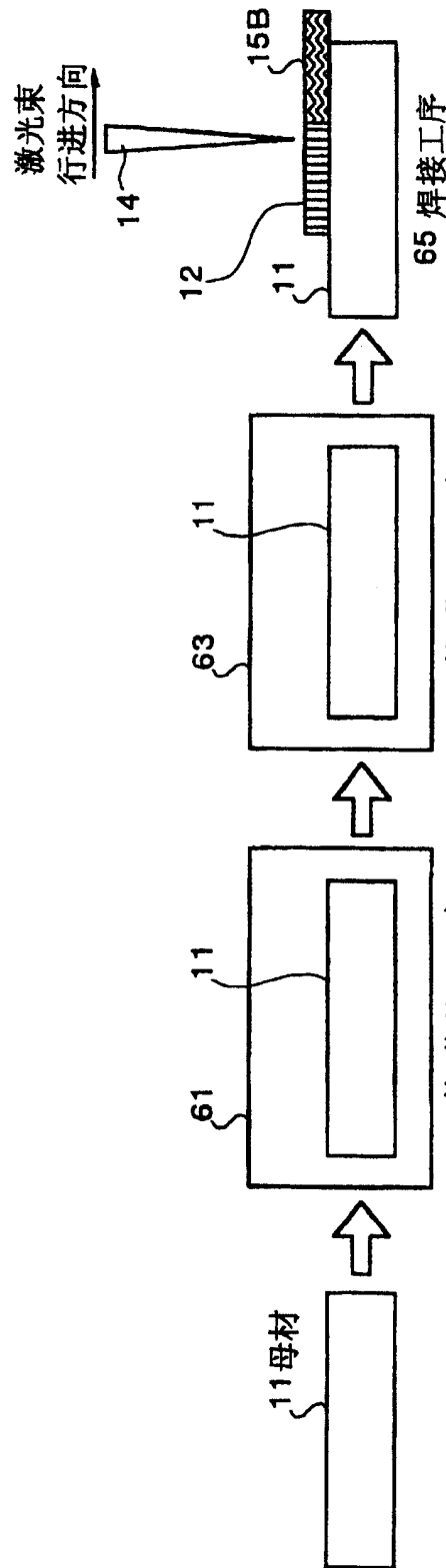


图11

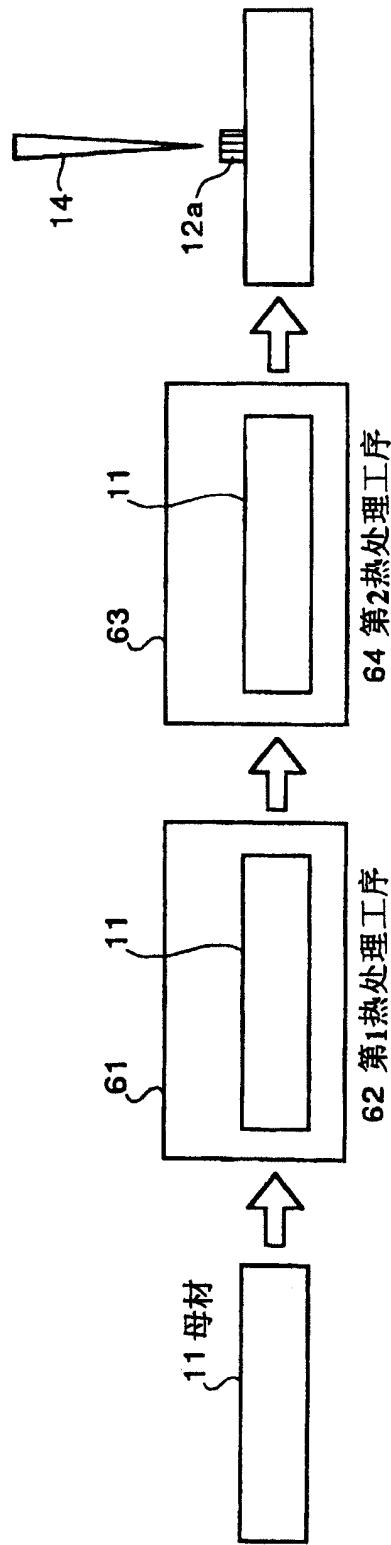


图12

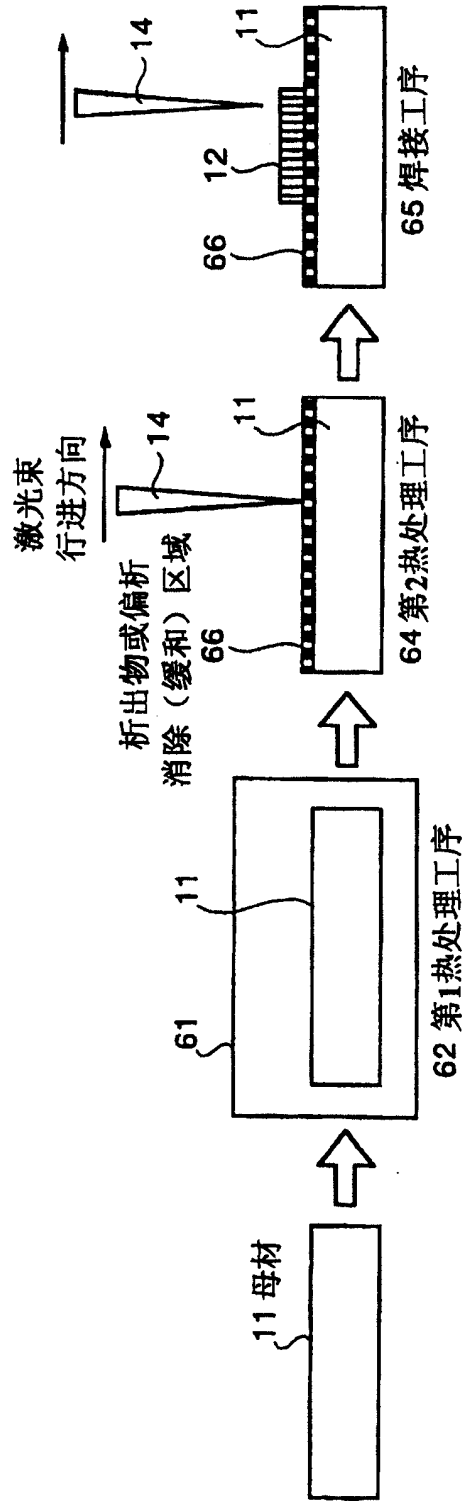


图13

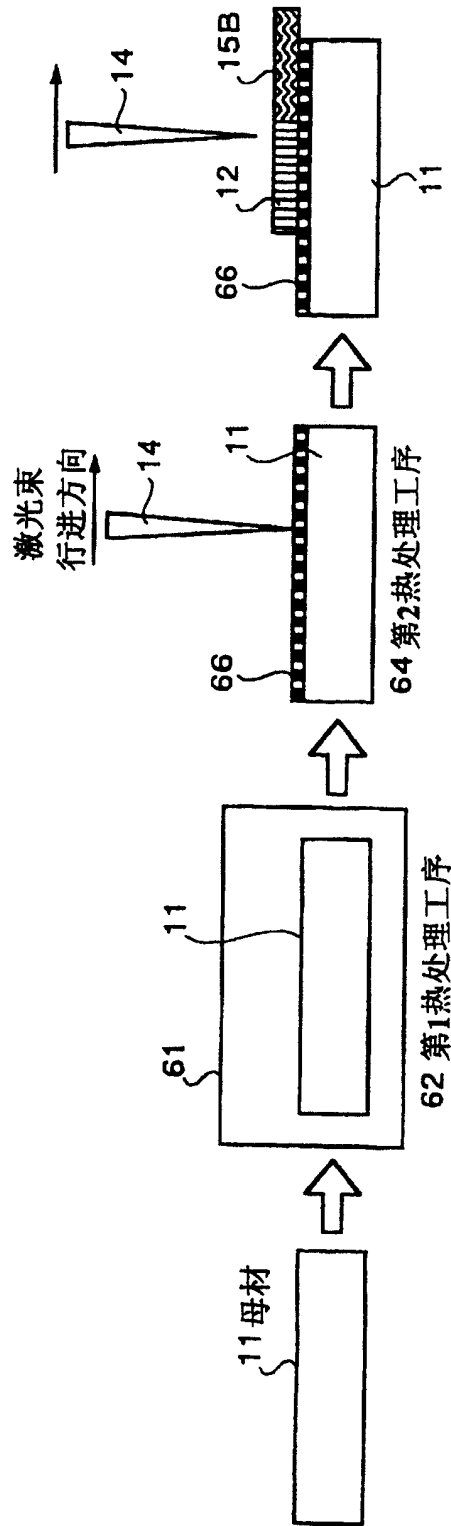


图14

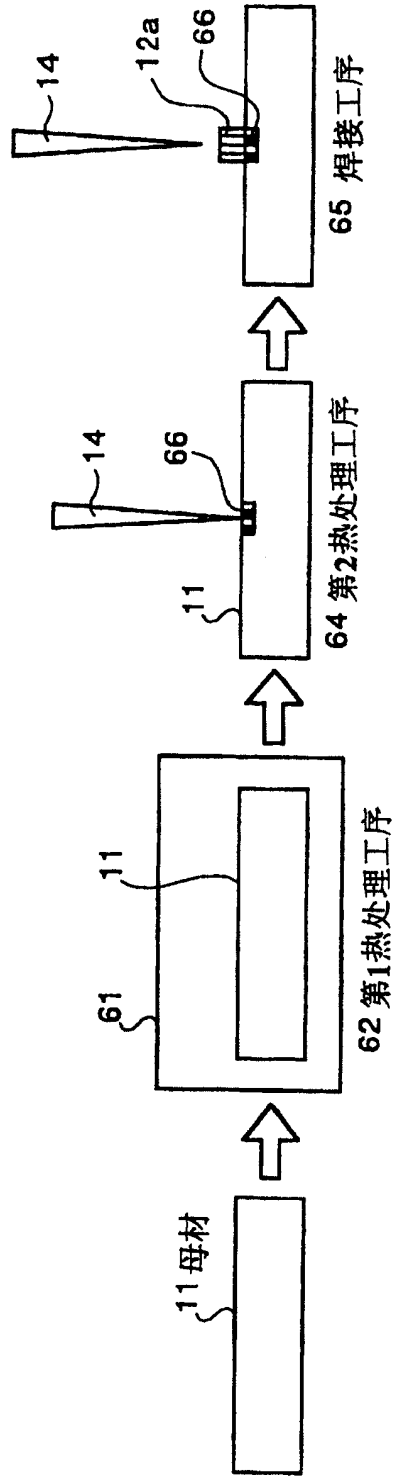


图15

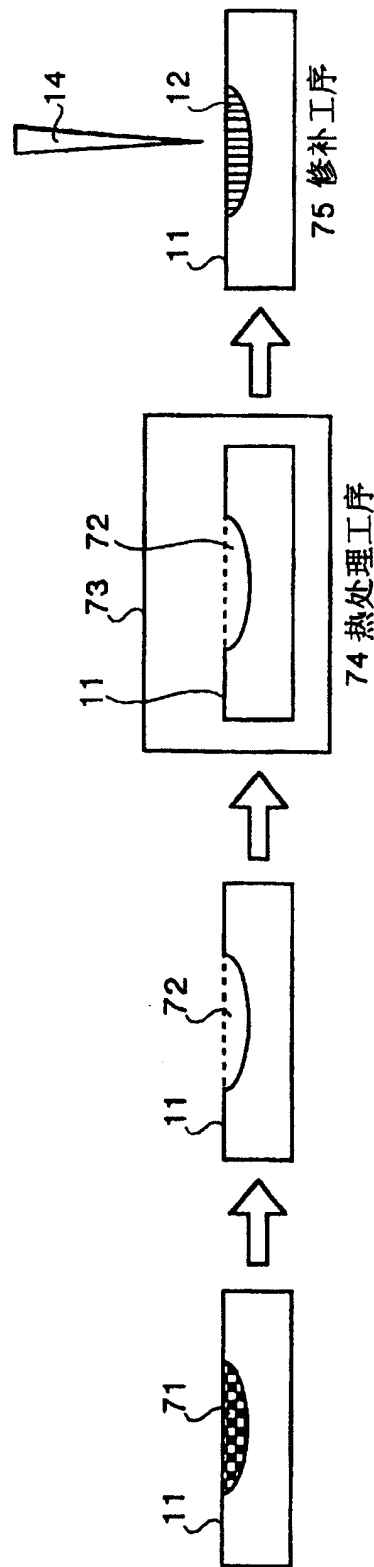


图16

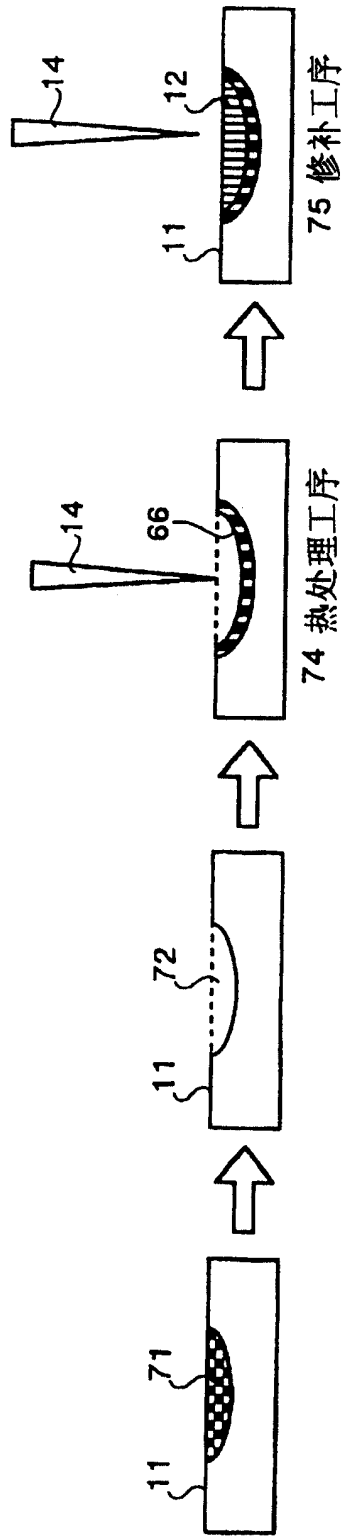


图17

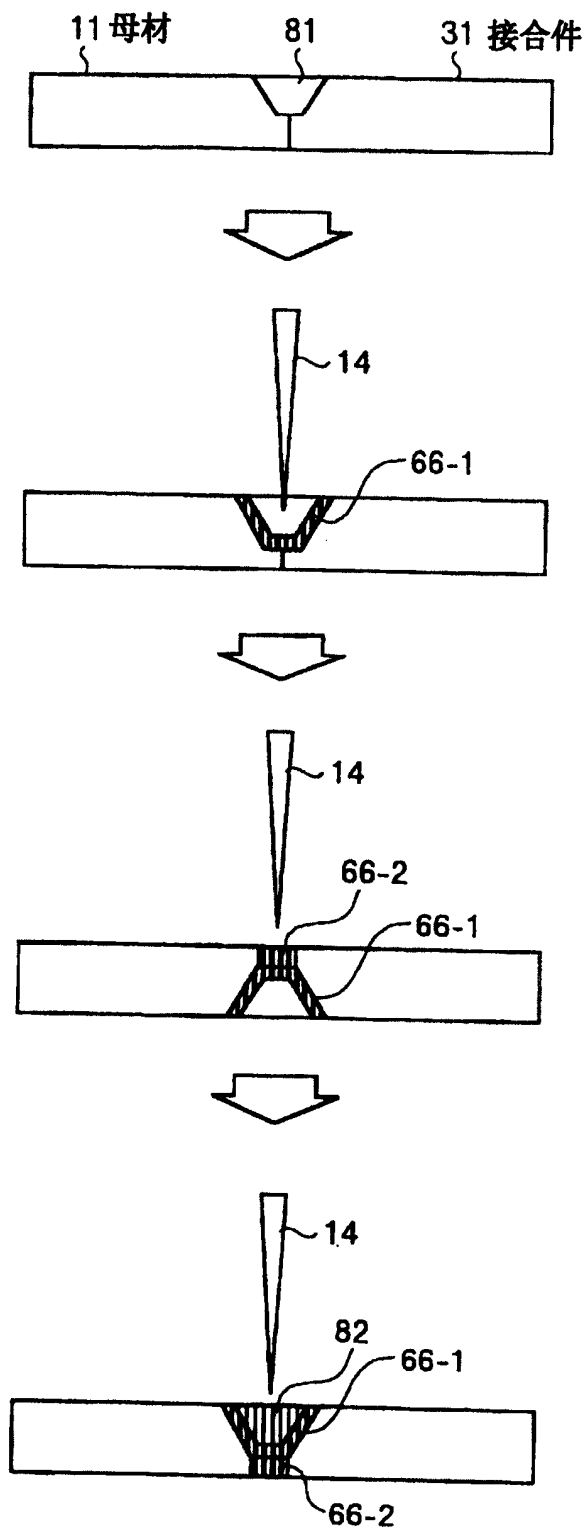


图18

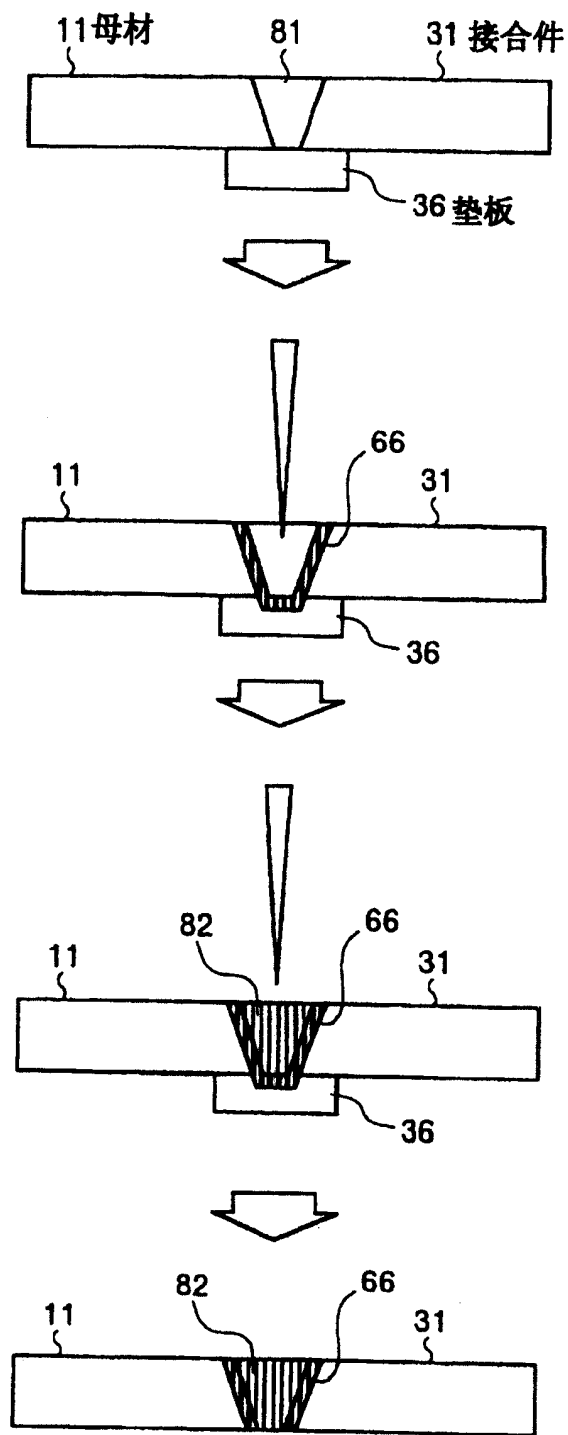


图19

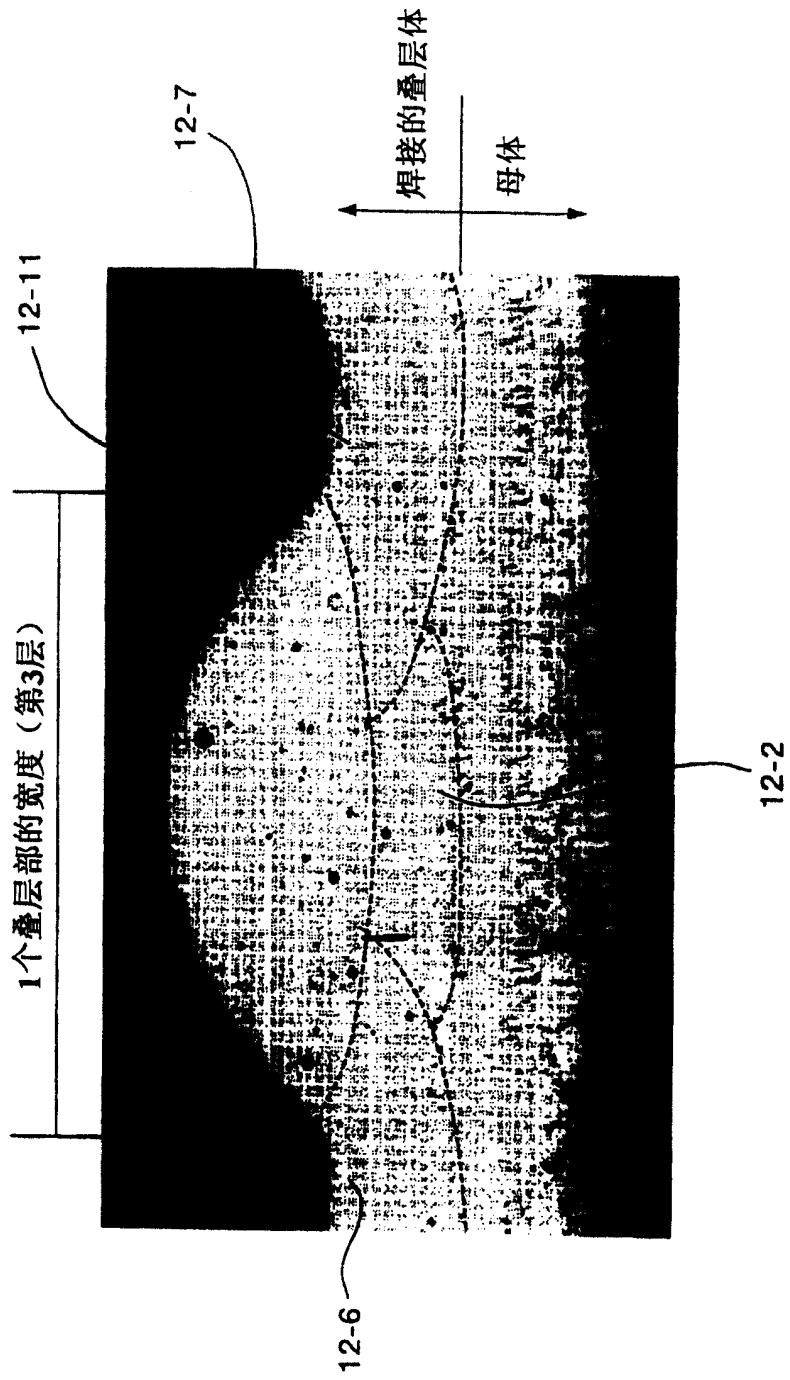


图20

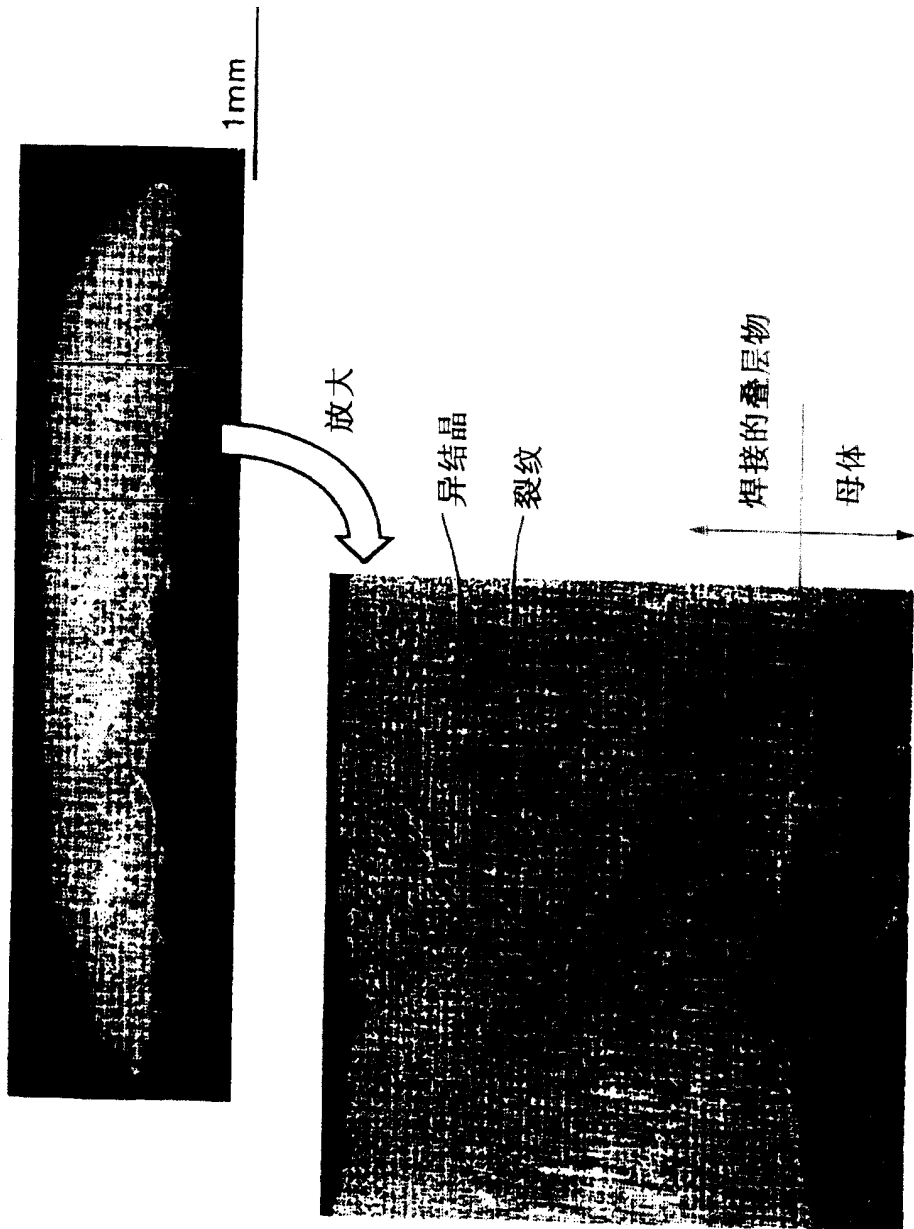


图21

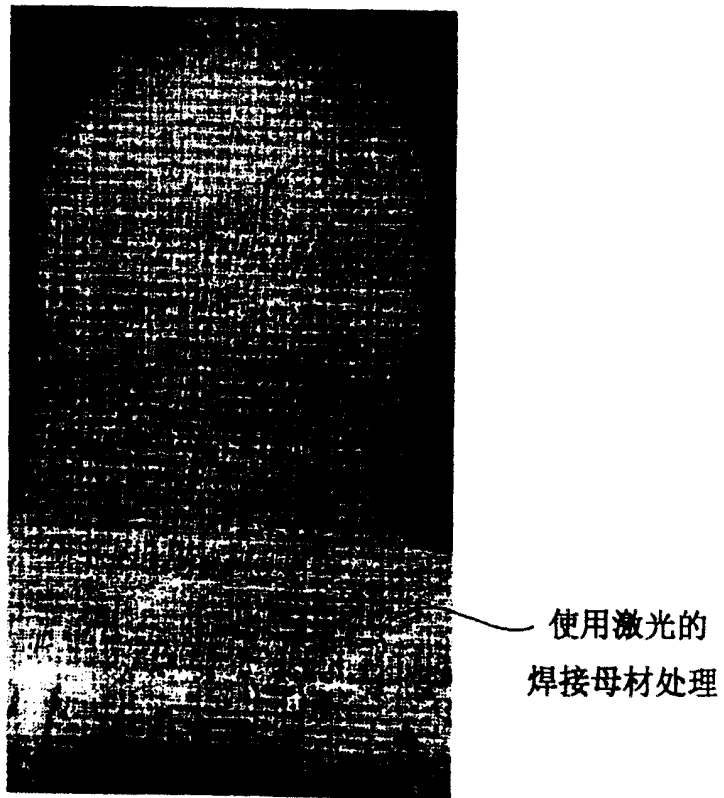


图22

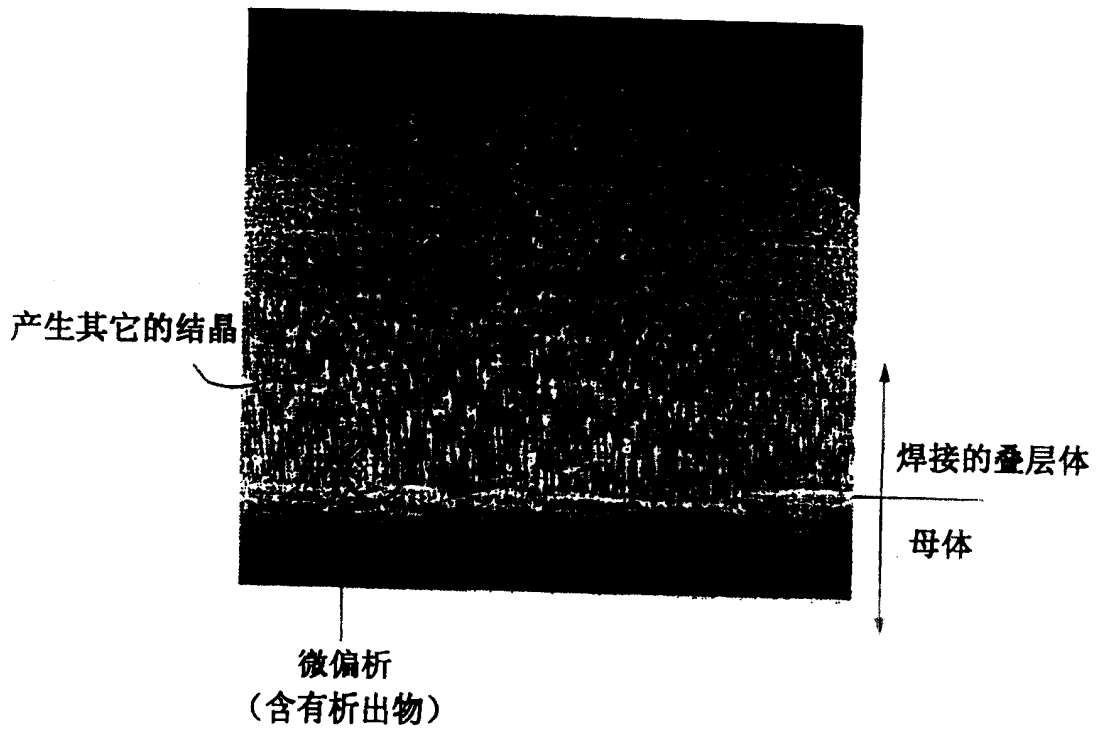


图23