



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113130861 A

(43) 申请公布日 2021.07.16

(21) 申请号 202011169352.1

H01M 4/136 (2010.01)

(22) 申请日 2020.10.28

H01M 10/052 (2010.01)

(30) 优先权数据

10-2019-0178164 2019.12.30 KR

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 郑熙树 朴辉烈 金敬焕 孙精国

李俊亨 任成镇 许晋硕

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 翟然

(51) Int. Cl.

H01M 4/36 (2006.01)

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 4/131 (2010.01)

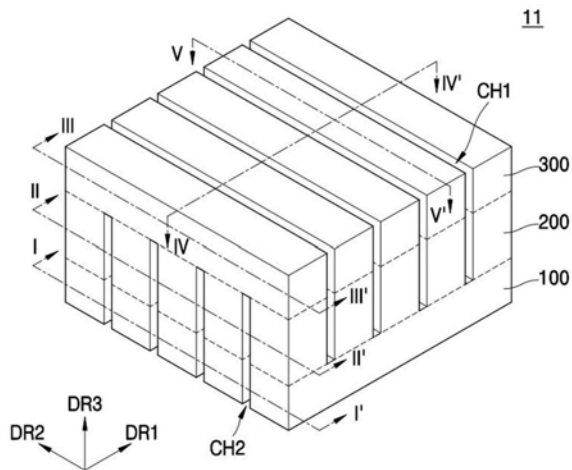
权利要求书6页 说明书16页 附图31页

(54) 发明名称

活性材料结构及其制造方法、电极结构和二次电池

(57) 摘要

本公开涉及活性材料结构、包括其的电极结构、包括其的二次电池及其制造方法。所述活性材料结构包括在第一方向上布置的第一活性材料线、在与第一方向相交的第二方向上布置的第二活性材料线以及在与第一方向和第二方向相交的第三方向上在第一活性材料线和第二活性材料线之间的中间活性材料线,该中间活性材料线提供在第一活性材料线和第二活性材料线的重叠区域中,其中上部活性材料线和第二活性材料线通过中间活性材料线被电连接。



1. 一种活性材料结构,包括:  
在第一方向上布置的第一活性材料线;  
在与所述第一方向相交的第二方向上布置的第二活性材料线;以及  
在与所述第一方向和所述第二方向相交的第三方向上在所述第一活性材料线和所述第二活性材料线之间的中间活性材料线,所述中间活性材料线提供在所述第一活性材料线和所述第二活性材料线的重叠区域中,  
其中所述第一活性材料线和所述第二活性材料线通过所述中间活性材料线被电连接。
2. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中所述中间活性材料线的在所述第一方向上测量的长度等于所述中间活性材料线的在所述第二方向上测量的宽度。
3. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中  
所述中间活性材料线包括:  
在所述第一方向上彼此相邻的第一对中间活性材料线,以及  
在所述第二方向上彼此相邻的第二对中间活性材料线;以及  
所述第一对中间活性材料线之间在所述第一方向上的距离等于所述第二对中间活性材料线之间在所述第二方向上的距离。
4. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中所述中间活性材料线在所述第三方向上延伸。
5. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中  
所述第一活性材料线在所述第二方向上延伸,以及  
所述第二活性材料线在所述第一方向上延伸。
6. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中  
所述第二活性材料线具有在所述第三方向上测量的长度,以及  
所述中间活性材料线具有在所述第三方向上测量的宽度,  
其中所述中间活性材料线的所述宽度大于所述第二活性材料线的所述长度。
7. 权利要求6的活性材料结构,其中  
所述第一活性材料线具有在所述第三方向上测量的厚度,  
其中所述中间活性材料线的所述宽度大于所述第一活性材料线的所述厚度。
8. 根据权利要求7所述的活性材料结构,其中所述第二活性材料线的所述长度等于所述中间活性材料线的所述厚度。
9. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中  
所述第二活性材料线具有第一烧结密度,  
所述中间活性材料线具有第二烧结密度,以及  
所述第一活性材料线具有第三烧结密度,  
其中所述第一烧结密度、所述第二烧结密度和所述第三烧结密度相等。
10. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中  
所述第二活性材料线具有第一烧结密度,  
所述中间活性材料线具有第二烧结密度,以及  
所述第一活性材料线具有第三烧结密度,  
其中所述第二烧结密度大于所述第一烧结密度和所述第三烧结密度。

11. 根据权利要求10所述的活性材料结构,其中所述第一烧结密度和所述第三烧结密度相等。

12. 权利要求1的活性材料结构,其中  
所述第二活性材料线具有第一烧结密度,  
所述中间活性材料线具有第二烧结密度,以及  
所述第一活性材料线具有第三烧结密度,  
其中所述第一烧结密度小于所述第二烧结密度和所述第三烧结密度。

13. 根据权利要求12所述的活性材料结构,其中所述第二烧结密度和所述第三烧结密度相等。

14. 权利要求1的活性材料结构,其中  
所述第二活性材料线包括第一活性材料,  
所述中间活性材料线包括第二活性材料,以及  
所述第一活性材料线包括第三活性材料,  
其中所述第一活性材料、所述第二活性材料和所述第三活性材料相同。

15. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中  
所述第二活性材料线包括第一活性材料,  
所述中间活性材料线包括第二活性材料,以及  
所述第一活性材料线包括第三活性材料,  
其中所述第一活性材料、所述第二活性材料和所述第三活性材料中的至少两个不同。

16. 根据权利要求1所述的活性材料结构,其中  
所述中间活性材料线的侧表面包括(101)面和{hk0}面中的至少一个,  
其中h和k每个表示大于或等于1的整数并且相同。

17. 根据权利要求16所述的活性材料结构,其中所述第二活性材料线的侧表面包括(101)面和{hk0}面中的至少一个。

18. 根据权利要求17所述的活性材料结构,其中所述第一活性材料线的侧表面包括(101)面和{hk0}面中的至少一个。

19. 根据权利要求18所述的活性材料结构,其中  
所述第一活性材料线包括彼此相反的第一表面和第二表面,  
所述第二活性材料线包括彼此相反的第三表面和第四表面,  
所述第三表面在所述第二表面和所述第四表面之间,  
所述第二表面在所述第一表面和所述第三表面之间,以及  
所述第一表面、所述第二表面、所述第三表面和所述第四表面包括(003)面,  
其中,当使用CuK $\alpha$ 射线通过X射线衍射分析时,对应于(003)面的峰的强度、对应于(101)面的峰的强度和对应于{hk0}面的峰的强度满足以下关系

$$(B+C)/A \geq 2.7,$$

其中A代表对应于(003)面的峰的强度,B代表对应于(101)面的峰的强度,C代表对应于{hk0}面的峰的强度。

20. 一种活性材料结构,包括:  
在第二活性材料层上的第一活性材料层;

在所述第二活性材料层和所述第一活性材料层之间的中间活性材料层；  
第一通道，在所述第一活性材料层和所述中间活性材料层中沿第一方向延伸；以及  
第二通道，在所述第二活性材料层和所述中间活性材料层中沿与所述第一方向相交的第二方向延伸，

其中所述第一通道和所述第二通道在所述中间活性材料层中彼此相交。

21. 权利要求20的活性材料结构，其中

所述第一活性材料层包括彼此相反的第一表面和第二表面，  
所述第二活性材料层包括彼此相反的第三表面和第四表面，  
所述第三表面在所述第二表面和所述第四表面之间，  
所述第二表面在所述第一表面和所述第三表面之间，  
所述第一通道从所述第一活性材料层的所述第一表面延伸到所述第二活性材料层的所述第三表面，从而暴露所述第二活性材料层的所述第三表面，以及  
所述第二通道从所述第二活性材料层的所述第四表面延伸到所述第一活性材料层的所述第二表面，从而暴露所述第一活性材料层的所述第二表面。

22. 根据权利要求21所述的活性材料结构，其中

所述第一通道延伸到所述第二活性材料层中，以及  
所述活性材料结构包括在所述第二活性材料层的经由所述第一通道暴露的所述第三表面和所述第二活性材料层的与所述第一活性材料层相邻的表面之间的台阶。

23. 根据权利要求22所述的活性材料结构，其中

所述第二通道延伸到所述第一活性材料层中，以及  
所述活性材料结构包括在所述第一活性材料层的经由所述第二通道暴露的所述第二表面和所述第一活性材料层的与所述第二活性材料层相邻的表面之间的台阶。

24. 根据权利要求20所述的活性材料结构，还包括在所述第一活性材料层和所述中间活性材料层中延伸的第三通道，所述第三通道在与所述第一方向和所述第二方向相交的第三方向上延伸，

其中所述第三通道在所述中间活性材料层中与所述第一通道和所述第二通道相交。

25. 根据权利要求24所述的活性材料结构，其中所述第一通道和所述第三通道在所述第一活性材料层中彼此相交。

26. 一种电极结构，包括：

集流体层；以及

在所述集流体层上的活性材料结构，

其中

所述活性材料结构包括第一部分和第二部分，  
所述活性材料结构的所述第二部分在所述活性材料结构的所述第一部分与所述集流体层之间，

所述活性材料结构的所述第二部分包括彼此相反的第一表面和第二表面，

所述第一表面在所述活性材料结构的所述第一部分与所述第二表面之间，

所述集流体层包括彼此相反的第三表面和第四表面，

所述第三表面在所述活性材料结构与所述第四表面之间，

所述活性材料结构包括：

第一通道，在平行于所述集流体层的所述第三表面的第一方向上延伸；以及

第二通道，与所述第一通道相交并在平行于所述集流体层的所述第三表面的第二方向上延伸，

所述集流体层的所述第三表面经由所述第一通道暴露，以及

所述活性材料结构的所述第二部分的所述第一表面经由所述第二通道暴露。

27. 根据权利要求26所述的电极结构，其中

所述活性材料结构的所述第二部分包括在所述第一方向上延伸的第二活性材料线，其中所述第一通道提供在所述第二活性材料线之间。

28. 根据权利要求26所述的电极结构，其中

所述活性材料结构的所述第一部分包括彼此相反的第一表面和第二表面，

所述活性材料结构的所述第一部分的所述第二表面在所述活性材料结构的所述第一部分的所述第一表面与所述活性材料结构的所述第二部分之间，

所述第二通道穿过所述活性材料结构的所述第一部分，以及

所述活性材料结构的所述第一部分的所述第二表面经由所述第一通道暴露。

29. 根据权利要求28所述的电极结构，其中

所述活性材料结构的所述第一部分包括在所述第二方向上延伸的第一活性材料线，其中所述第二通道提供在所述第一活性材料线之间。

30. 根据权利要求26所述的电极结构，其中

在第三方向上测量的第一通道的深度为在所述第三方向上测量的所述活性材料结构的厚度的50%至80%，所述第三方向垂直于所述集流体层的所述第三表面，

在所述第三方向上测量的第二通道的深度为所述活性材料结构的所述厚度的50%至80%，

其中所述活性材料结构的所述厚度在50微米至1,000微米的范围内。

31. 根据权利要求26所述的电极结构，其中

在所述第二方向上测量的第一通道的宽度在0.5微米至10微米的范围内，

在所述第一方向上测量的第二通道的宽度在0.5微米至10微米的范围内，

彼此相邻的一对第一通道之间的距离在1微米至500微米的范围内，以及

彼此相邻的一对第二通道之间的距离在1微米至500微米的范围内。

32. 根据权利要求26所述的电极结构，还包括第三通道，所述第三通道与所述第一通道和所述第二通道相交并且在平行于所述集流体层的所述第三表面的第三方向上延伸，

其中所述活性材料结构的所述第二部分的所述第一表面经由所述第三通道暴露。

33. 根据权利要求26所述的电极结构，其中所述第一通道和所述第二通道在所述活性材料结构的所述第二部分与所述活性材料结构的所述第一部分之间彼此相交。

34. 一种二次电池，包括：

在第二电极结构上的第一电极结构；以及

在所述第二电极结构和所述第一电极结构之间的隔板，

其中所述第二电极结构包括：

在第一方向上布置的第一活性材料线；

在与所述第一方向相交的第二方向上布置的第二活性材料线;以及  
中间活性材料线,在与所述第一方向和所述第二方向相交的第三方向上提供在所述第一活性材料线和所述第二活性材料线之间,所述中间活性材料线提供在所述第一活性材料线和所述第二活性材料线的重叠区域中,

其中所述第一活性材料线和所述第二活性材料线通过所述中间活性材料线被电连接。

35. 根据权利要求34所述的二次电池,其中所述第二电极结构还包括集流体层,所述集流体层提供在所述中间活性材料线的相反侧,并且所述第二活性材料线在其间。

36. 根据权利要求34所述的二次电池,还包括:

在所述第一活性材料线之间的第一通道;以及

在所述第二活性材料线之间的第二通道,

其中

所述第一活性材料线包括彼此相反的第一表面和第二表面,

所述第二活性材料线包括彼此相反的第三表面和第四表面,

所述第三表面在所述第二表面和所述第四表面之间,

所述第二表面在所述第一表面和所述第三表面之间,

所述第一通道在所述中间活性材料线之间延伸,从而暴露所述第三表面,

所述第二通道在所述中间活性材料线之间延伸,从而暴露所述第二表面,以及

所述第一通道和所述第二通道在所述中间活性材料线之间彼此相交。

37. 根据权利要求36所述的二次电池,还包括在所述第一通道和所述第二通道中的电解质。

38. 一种制造活性材料结构的方法,所述方法包括:

提供活性材料膜;

在所述活性材料膜中形成第一通道,所述第一通道在第一方向上布置;

在所述活性材料膜中形成第二通道,所述第二通道在与所述第一方向相交的第二方向上布置;以及

烧结所述活性材料膜,

其中所述第一通道包括所述活性材料膜的凹入区域,所述凹入区域从所述活性材料膜的第一表面凹入第一深度,

所述第二通道包括所述活性材料膜的凹入区域,所述凹入区域从所述活性材料膜的第二表面凹入第二深度,所述活性材料膜的所述第二表面与所述活性材料膜的所述第一表面相反,以及

所述第一深度和所述第二深度之和大于在第三方向上测量的所述活性材料膜的厚度,所述第三方向与所述第一方向和所述第二方向相交。

39. 根据权利要求38所述的方法,其中

所述第一通道的形成包括用第一压模按压所述活性材料膜的所述第一表面,使得所述第一压模被插入到所述活性材料膜中,以及

所述第二通道的形成包括用第二压模按压所述活性材料膜的所述第二表面,使得所述第二压模被插入到所述活性材料膜中。

40. 根据权利要求38所述的方法,其中

提供所述活性材料膜包括：

形成初始第二活性材料层；

在所述初始第二活性材料层上形成初始中间活性材料层；以及

在所述初始中间活性材料层上形成初始第一活性材料层。

41. 根据权利要求40所述的方法，其中

所述第一深度等于在所述第三方向上测量的所述初始中间活性材料层的厚度与在所述第三方向上测量的所述初始第一活性材料层的厚度之和，以及

所述第二深度等于在所述第三方向上测量的所述初始中间活性材料层的所述厚度与所述初始第二活性材料层的厚度之和。

42. 根据权利要求40所述的方法，其中

所述第一深度大于在所述第三方向上测量的所述初始中间活性材料层的厚度与在所述第三方向上测量的所述初始第一活性材料层的厚度之和，以及

所述第二深度大于在所述第三方向上测量的所述初始中间活性材料层的所述厚度与所述初始第二活性材料层的厚度之和。

43. 根据权利要求38所述的方法，还包括：

在所述活性材料膜的烧结之前在所述活性材料膜中提供粘合剂；以及

在所述活性材料膜的烧结期间从所述活性材料膜除去所述粘合剂。

44. 根据权利要求38所述的方法，还包括在所述活性材料膜中形成第三通道，所述第三通道在与所述第一方向和所述第二方向相交的第三方向上布置，

其中所述第三通道包括所述活性材料膜的凹入区域，所述凹入区域从所述活性材料膜的所述第一表面凹入第三深度。

45. 一种制造包括通道的活性材料膜的方法，所述方法包括：

将包括电极活性材料、粘合剂和溶剂浆料的活性材料施加到传送带上；

干燥所述活性材料浆料以形成活性材料膜；以及

将压模按压到所述活性材料膜的表面中以制造包括通道的所述活性材料膜。

## 活性材料结构及其制造方法、电极结构和二次电池

### 技术领域

[0001] 本公开涉及活性材料结构、电极结构、二次电池及制造该活性材料结构的方法。

### 背景技术

[0002] 二次电池是可充电和可放电的电池,与不可充电的一次电池不同。与镍镉电池或镍氢电池相比,锂二次电池可以具有高电压和每单位重量的高能量密度。

### 发明内容

[0003] 提供了具有改善的性能的活性材料结构。

[0004] 提供了具有改善的性能的电极结构。

[0005] 提供了具有改善的性能的二次电池。

[0006] 提供了制造具有改善的性能的活性材料结构的方法。

[0007] 然而,各方面不限于此。

[0008] 另外的方面将在下面的描述中被部分地阐述,并且部分地从该描述中将是明显的,或者可以通过实践本公开的所呈现的实施方式而被了解。

[0009] 根据一实施方式,一种活性材料结构包括:在第一方向上布置的第一活性材料线;在与第一方向相交的第二方向上布置的第二活性材料线;第三活性材料线,在与第一方向和第二方向相交的第三方向上在第一活性材料线和第二活性材料线之间,中间活性材料线提供在第一活性材料线和第二活性材料线的重叠区域中,其中第一活性材料线和第二活性材料线通过中间活性材料线被电连接。

[0010] 在第一方向上测量的中间活性材料线的长度可以等于在第二方向上测量的中间活性材料线的宽度。

[0011] 中间活性材料线可以包括在第一方向上彼此相邻的第一对中间活性材料线以及在第二方向上彼此相邻的第二对中间活性材料线;所述第一对中间活性材料线之间的在第一方向上的距离可以等于所述第二对中间活性材料线之间的在第二方向上的距离。

[0012] 中间活性材料线可以在第三方向上延伸。

[0013] 第一活性材料线可以在第二方向上延伸,第二活性材料线可以在第一方向上延伸。

[0014] 第二活性材料线可以具有在第三方向上测量的长度,中间活性材料线可以具有在第三方向上测量的宽度,其中中间活性材料线的宽度可以大于第二活性材料线的长度。

[0015] 第一活性材料线可以具有在第三方向上测量的厚度,其中中间活性材料线的宽度可以大于第一活性材料线的厚度。

[0016] 第二活性材料线的长度可以等于第一活性材料线的厚度。

[0017] 第二活性材料线可以具有第一烧结密度,中间活性材料线可以具有第二烧结密度,并且第一活性材料线可以具有第三烧结密度,其中第一烧结密度、第二烧结密度和第三烧结密度可以相等。

[0018] 第二活性材料线可以具有第一烧结密度,中间活性材料线可以具有第二烧结密度,并且第一活性材料线可以具有第三烧结密度,其中第二烧结密度可以大于第一烧结密度和第三烧结密度。

[0019] 第一烧结密度和第三烧结密度可以相等。

[0020] 第二活性材料线可以具有第一烧结密度,中间活性材料线可以具有第二烧结密度,并且第一活性材料线可以具有第三烧结密度,其中第一烧结密度可以小于第二烧结密度和第三烧结密度。

[0021] 第二烧结密度和第三烧结密度可以相等。

[0022] 第二活性材料线可以包括第一活性材料,中间活性材料线可以包括第二活性材料,并且第一活性材料线可以包括第三活性材料,其中第一活性材料、第二活性材料和第三活性材料可以相同。

[0023] 第二活性材料线可以包括第一活性材料,中间活性材料线可以包括第二活性材料,并且第一活性材料线可以包括第三活性材料,其中第一活性材料、第二活性材料和第三活性材料中的至少两个可以不同。

[0024] 中间活性材料线的侧表面可以包括(101)面和{hk0}面中的至少一个,其中h和k可以每个表示大于或等于1的整数并且可以相同。

[0025] 第二活性材料线的侧表面可以包括(101)面和{hk0}面中的至少一个。

[0026] 第一活性材料线的侧表面可以包括(101)面和{hk0}面中的至少一个。

[0027] 第一活性材料线可以包括彼此相反的第一表面和第二表面,第二活性材料线可以包括彼此相反的第三表面和第四表面,第一表面可以在第二表面和第四表面之间,第二表面可以在第一表面和第三表面之间,并且第一表面、第二表面、第三表面和第四表面可以包括(003)面,其中,当通过使用CuK $\alpha$ 射线的X射线衍射分析时,对应于(003)面的峰的强度、对应于(101)面的峰的强度和对应于{hk0}面的峰的强度可以满足以下关系:

[0028]  $(B+C)/A \geq 2.7$ ,

[0029] 其中A代表对应于(003)面的峰的强度,B代表对应于(101)面的峰的强度,C代表对应于{hk0}面的峰的强度。

[0030] 根据一实施方式,一种活性材料结构包括:在第二活性材料层上的第一活性材料层;在第二活性材料层和第一活性材料层之间的中间活性材料层;在第一活性材料层和中间活性材料层中沿第一方向延伸的第一通道;以及在第二活性材料层和中间活性材料层中沿与第一方向相交的第二方向延伸的第二通道,其中第一通道和第二通道在中间活性材料层中彼此相交。

[0031] 第一活性材料层可以包括彼此相反的第一表面和第二表面,第二活性材料层可以包括彼此相反的第三表面和第四表面,第三表面可以在第二表面和第四表面之间,第二表面可以在第一表面和第三表面之间,第一通道可以从第一活性材料层的第一表面延伸到第二活性材料层的第三表面,从而暴露第二活性材料层的第三表面,并且第二通道可以从第二活性材料层的第四表面延伸到第一活性材料层的第二表面,从而暴露第一活性材料层的第二表面。

[0032] 第一通道可以延伸到第二活性材料层中,并且活性材料结构可以包括在第二活性材料层的经由第一通道暴露的第三表面和第二活性材料层的与第一活性材料层相邻的表

面之间的台阶。

[0033] 第二通道可以延伸到第一活性材料层中,并且活性材料结构可以包括在第一活性材料层的经由第二通道暴露的第二表面和第一活性材料层的与第二活性材料层相邻的表面之间的台阶。

[0034] 活性材料结构还可以包括在第一活性材料层和中间活性材料层中延伸的第三通道,第三通道在与第一方向和第二方向相交的第三方向上延伸,其中第三通道在中间活性材料层中与第一通道和第二通道相交。

[0035] 第一通道和第三通道可以在第一活性材料层中彼此相交。

[0036] 根据一实施方式,一种电极结构包括:集流体层;以及在集流体层上的活性材料结构,其中活性材料结构包括第一部分和第二部分,活性材料结构的第二部分在活性材料结构的第一部分与集流体层之间,活性材料结构的第二部分包括彼此相反的第一表面和第二表面,第一表面在活性材料结构的第一部分与第二表面之间,集流体层包括彼此相反的第三表面和第四表面,第三表面在活性材料结构与第四表面之间,活性材料结构包括:第一通道,在平行于集流体层的第三表面的第一方向上延伸;以及第二通道,与第一通道相交并在平行于集流体层的第三表面的第二方向上延伸,集流体层的第三表面经由第一通道暴露,活性材料结构的第二部分的第一表面经由第二通道暴露。

[0037] 活性材料结构的第二部分可以包括在第一方向上延伸的第二活性材料线,其中第一通道可以提供在第二活性材料线之间。

[0038] 活性材料结构的第一部分可以包括彼此相反的第一表面和第二表面,活性材料结构的第一部分的第二表面可以在活性材料结构的第一部分的第一表面与活性材料结构的第二部分之间,第二通道可以穿过活性材料结构的第一部分,并且活性材料结构的第一部分的第二表面可以经由第一通道暴露。

[0039] 活性材料结构的第一部分可以包括在第二方向上延伸的第一活性材料线,其中第二通道提供在第一活性材料线之间。

[0040] 在第三方向上测量的第一通道的深度可以为在第三方向上测量的活性材料结构的厚度的约50%至约80%,第三方向垂直于集流体层的第一表面,在第三方向上测量的第二通道的深度可以为活性材料结构的厚度的约50%至约80%,其中活性材料结构的厚度可以在约50微米( $\mu\text{m}$ )至约1,000 $\mu\text{m}$ 的范围内。

[0041] 在第二方向上测量的第一通道的宽度可以在约0.5 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 的范围内,在第一方向上测量的第二通道的宽度可以在约0.5 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 的范围内,彼此相邻的一对第一通道之间的距离可以在约1 $\mu\text{m}$ 至约500 $\mu\text{m}$ 的范围内,并且彼此相邻的一对第二通道之间的距离可以在约1 $\mu\text{m}$ 至约500 $\mu\text{m}$ 的范围内。

[0042] 电极结构还可以包括与第一通道和第二通道相交并且在平行于集流体层的第三表面的第三方向上延伸的第三通道,其中活性材料结构的第二部分的第一表面可以经由第三通道暴露。

[0043] 第一通道和第二通道可以在活性材料结构的第二部分和活性材料结构的第一部分之间彼此相交。

[0044] 根据一实施方式,一种二次电池包括:在第二电极结构上的第一电极结构;以及在第二电极结构和第一电极结构之间的隔板,其中第二电极结构包括:在第一方向上布置的

第一活性材料线;在与第一方向相交的第二方向上布置的第二活性材料线;以及中间活性材料线,在与第一方向和第二方向相交的第三方向上提供在第一活性材料线和第二活性材料线之间,中间活性材料线提供在第一活性材料线和第二活性材料的重叠区域中,其中第一活性材料线和第二活性材料线通过中间活性材料线被电连接。

[0045] 第二电极结构还可以包括集流体层,该集流体层提供在中间活性材料线的相反侧,第二活性材料线插置其间。

[0046] 二次电池还可以包括:在第一活性材料线之间的第一通道;以及在第二活性材料线之间的第二通道,其中第一活性材料线可以包括彼此相反的第一表面和第二表面,第二活性材料线可以包括彼此相反的第三表面和第四表面,第三表面可以在第二表面和和第四表面之间,第二表面可以在第一表面和第三表面之间,第一通道在中间活性材料线之间延伸,从而暴露第三表面,第二通道在中间活性材料线之间延伸,从而暴露第二表面,第一通道和第二通道在中间活性材料线之间彼此相交。

[0047] 二次电池还可以包括在第一通道和第二通道中的电解质。

[0048] 根据一实施方式,一种制造活性材料结构的方法包括:提供活性材料膜;在活性材料膜中形成第一通道,第一通道在第一方向上布置;在活性材料膜中形成第二通道,第二通道在与第一方向相交的第二方向上布置;以及烧结活性材料膜,其中第一通道是活性材料膜的凹入区域,该凹入区域从活性材料膜的第一表面凹入第一深度,第二通道是活性材料膜的凹入区域,该凹入区域从活性材料膜的第二表面凹入第二深度,活性材料膜的第二表面与活性材料膜的第一表面相反,并且第一深度和第二深度之和大于在第三方向上测量的活性材料膜的厚度,第三方向与第一方向和第二方向相交。

[0049] 第一通道的形成可以包括用第一压模按压活性材料膜的第一表面,使得第一压模被插入到活性材料膜中,第二通道的形成可以包括用第二压模按压活性材料膜的第二表面,使得第二压模被插入到活性材料膜中。

[0050] 活性材料膜的提供可以包括:形成初始第二活性材料层;在初始第二活性材料层上形成初始中间活性材料层;以及在初始中间活性材料层上形成初始第一活性材料层。

[0051] 第一深度可以等于在第三方向上测量的初始中间活性材料层的厚度与在第三方向上测量的初始第一活性材料层的厚度之和,并且第二深度可以等于在第三方向上测量的初始中间活性材料层的厚度与初始第二活性材料层的厚度之和。

[0052] 第一深度可以大于在第三方向上测量的初始中间活性材料层的厚度与在第三方向上测量的初始第一活性材料层的厚度之和,并且第二深度可以大于在第三方向上测量的初始中间活性材料层的厚度和初始第二活性材料层的厚度之和。

[0053] 粘合剂可以在活性材料膜的烧结之前被提供在活性材料膜中,并且在活性材料膜的烧结期间从活性材料膜除去。

[0054] 该方法还可以包括在活性材料膜中形成第三通道,该第三通道在与第一方向和第二方向相交的第三方向上布置,其中第三通道可以是活性材料膜的凹入区域,该凹入区域从活性材料膜的第一表面凹入第三深度。

## 附图说明

[0055] 通过以下结合附图的描述,本公开的某些实施方式的以上和其他方面、特征和优

点将更加明显,附图中:

- [0056] 图1是活性材料结构的一实施方式的透视图;
- [0057] 图2A是沿图1的线I-I'截取的剖视图;
- [0058] 图2B是沿图1的线II-II'截取的剖视图;
- [0059] 图2C是沿图1的线III-III'截取的剖视图;
- [0060] 图2D是沿图1的线IV-IV'截取的剖视图;
- [0061] 图2E是沿图1的线V-V'截取的剖视图;
- [0062] 图3是制造参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E描述的活性材料结构的方法的流程图;
- [0063] 图4A是用于说明制造图3的活性材料结构的方法的透视图;
- [0064] 图4B是用于说明制造图4A的活性材料膜的方法的概念图;
- [0065] 图4C是用于说明制造图3的活性材料结构的方法的透视图;
- [0066] 图4D是用于说明制造图3的活性材料结构的方法的透视图;
- [0067] 图5是活性材料结构的一实施方式的透视图;
- [0068] 图6A是沿图5的线IV-IV'截取的剖视图;
- [0069] 图6B是沿图5的线V-V'截取的剖视图;
- [0070] 图7是示出制造图5、图6A和图6B的活性材料结构的方法的流程图;
- [0071] 图8A是用于说明制造图7的活性材料结构的方法的透视图;
- [0072] 图8B是用于说明制造图7的活性材料结构的方法的透视图;
- [0073] 图8C是用于说明制造图7的活性材料结构的方法的透视图;
- [0074] 图9是活性材料结构的一实施方式的透视图;
- [0075] 图10A是沿图9的线IV-IV'截取的剖视图;
- [0076] 图10B是沿图9的线V-V'截取的剖视图;
- [0077] 图11是活性材料结构的一实施方式的透视图;
- [0078] 图12是图11的活性材料结构的分解透视图;
- [0079] 图13A是沿图12的活性材料结构的线I-I'截取的剖视图;
- [0080] 图13B是沿图12的活性材料结构的线II-II'截取的剖视图;
- [0081] 图13C是沿图12的活性材料结构的线III-III'截取的剖视图;
- [0082] 图14是制造图11、图12、图13A、图2B和图13C的活性材料结构的方法的流程图;
- [0083] 图15A是用于说明制造图14的活性材料结构的方法的透视图;
- [0084] 图15B是用于说明制造图14的活性材料结构的方法的透视图;
- [0085] 图15C是用于说明制造图14的活性材料结构的方法的透视图;
- [0086] 图16是电极结构的一实施方式的透视图;以及
- [0087] 图17是二次电池的一实施方式的概念图。

### 具体实施方式

[0088] 现在将详细参考实施方式,其示例在附图中示出,其中相似的附图标记始终指代相似的元件。就这一点而言,本实施方式可以具有不同的形式,并且不应被解释为限于这里阐述的描述。因此,下面仅通过参考附图描述实施方式来说明各方面。当在此使用时,术语

“和/或”包括一个或多个相关所列项目的任何和所有组合。诸如“……中的至少一个”的表达,当在一列元素之后时,修饰整列元素而不修饰列中的单独元素。

[0089] 在下文中,将参考附图详细描述实施方式。在附图中,相同的附图标记表示相同的元件,并且为了清楚和便于描述,每个元件的尺寸可以被夸大。下面描述的实施方式仅是示例,并且可以在其中进行各种修改。

[0090] 当在此使用时,术语“在”一元件“上”或“上方”可以理解为表示该元件可以直接在所述另一元件上,或者在所述另一元件上而不与所述另一元件接触。

[0091] 当在此使用时,单数表述也旨在包括复数形式,除非上下文另外明确指示。将理解,当一元件被称为“包括”另一元件时,除非另外提及,否则该元件还可以包括其他元件。

[0092] 将理解,尽管在这里可以使用术语“第一”、“第二”、“第三”等来描述各种元件、部件、区域、层和/或部分,但是这些元件、部件、区域、层和/或部分不应受这些术语的限制。这些术语仅用于将一个元件、部件、区域、层或部分与另一元件、部件、区域、层或部分区分开。因此,在不脱离这里的教导的情况下,下面讨论的“第一元件”、“部件”、“区域”、“层”或“部分”可以被称为第二元件、部件、区域、层或部分。

[0093] 这里使用的术语仅出于描述特定实施方式的目的,而不旨在进行限制。例如,除非上下文另外明确指出,否则“一元件”具有与“至少一个元件”相同的含义,“至少一个”不被解释为限制“一”或“一个”。“或”意思是“和/或”。

[0094] 此外,相对术语,诸如“下部”或“底部”以及“上部”或“顶部”,可以在此用于描述如图所示的一个元件与另一元件的关系。将理解,除了图中描绘的取向之外,相对术语旨在涵盖装置的不同取向。例如,如果附图之一中的装置被翻转,则被描述为在其他元件“下”侧的元件将取向在所述其他元件的“上”侧。因此,取决于附图的特定取向,示例性术语“下部”可以涵盖“下部”和“上部”两取向。类似地,如果附图之一中的装置被翻转,则描述为在其他元件“下方”或“之下”的元件将被取向为在其他元件“上方”。因此,示例性术语“在……下方”或“在……之下”可以涵盖上方和下方两取向。

[0095] 当在此使用时,“约”包括所述值并且表示由本领域普通技术人员确定的对于特定值在可接受的偏差范围内,其考虑了所讨论的测量以及与特定量的测量相关的误差(即,测量系统的限制)。例如,“约”可以表示在一个或多个标准偏差内,或者在所述值的 $\pm 30\%$ 、 $20\%$ 、 $10\%$ 或 $5\%$ 内。

[0096] 除非另有定义,否则这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本公开所属领域的普通技术人员通常所理解的含义相同的含义。还将理解,诸如通用词典中定义的术语的术语应被解释为具有与它们在相关领域和本公开的上下文中的含义一致的含义,并且将不在理想化或过度形式化的意义上被解释,除非在此明确地如此定义。

[0097] 在这里参考截面图示描述了示例性实施方式,所述截面图示是理想化示例实施方式的示意图示。因此,作为例如制造技术和/或公差的结果的相对于图示的形状的变化将被预料到。因此,这里描述的实施方式不应被解释为限于这里所示的区域的特别形状,而将包括例如由制造引起的形状上的偏离。例如,示出或描述为平坦的区域通常可以具有粗糙和/或非线性特征。此外,所示的锐角可以是圆化的。因此,附图中示出的区域本质上是示意性的,并且它们的形状不旨在示出区域的精确形状,也不旨在限制本权利要求的范围。

[0098] 当在此使用时,短语“等于”或术语“相同”在用于比较值时是指彼此相差 $5\%$ 以内、

彼此相差4%以内、彼此相差3%以内、彼此相差2%以内、彼此相差1%以内或彼此完全相等的值。

[0099] 当在此使用时,术语“垂直”是指线或表面之间的相交角在 $85^{\circ}$ 至 $95^{\circ}$ 的范围内、在 $86^{\circ}$ 至 $94^{\circ}$ 的范围内、在 $87^{\circ}$ 至 $93^{\circ}$ 的范围内、在 $88^{\circ}$ 到 $92^{\circ}$ 的范围内、在 $89^{\circ}$ 到 $91^{\circ}$ 的范围内或为 $90^{\circ}$ 。

[0100] 当在此使用时,在其间具有“台阶”的表面是指不在同一平面内的表面。

[0101] 高容量二次电池可以包括具有三维结构的电极。

[0102] 图1是根据一实施方式的活性材料结构的透视图。图2A是沿图1的线I-I'截取的剖视图。图2B是沿图1的线II-II'截取的剖视图。图2C是沿图1的线III-III'截取的剖视图。图2D是沿图1的线IV-IV'截取的剖视图。图2E是沿图1的线V-V'截取的剖视图。

[0103] 参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E,可以提供活性材料结构11。活性材料结构11可以是包括在二次电池的阴极中的阴极活性材料结构。活性材料结构11可以包括例如下部(例如第二)活性材料线100、中间活性材料线200和上部(例如第一)活性材料线300。

[0104] 下部活性材料线100可以在第一方向DR1上延伸。下部活性材料线100可以在第二方向DR2上布置,该第二方向DR2与第一方向DR1交叉,例如相交。例如,下部活性材料线100可以在第二方向DR2上彼此间隔开相同的距离。例如,下部活性材料线100在第二方向DR2上的尺寸(例如宽度)可以基本相同。当在此使用时,除非另外指出,特征(例如线或层)的“宽度”是指特征在第二方向(例如DR2)上的测量。

[0105] 下部活性材料线100可以包括阴极活性材料。例如,下部活性材料线100可以包括 $\text{LiCoO}_2$  (“LCO”)、 $\text{Li}(\text{Ni}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c)\text{O}_2$  (其中 $0 < a < 1, 0 < b < 1, 0 < c < 1$ , 并且 $a+b+c=1$ ) (“NCM”)、 $\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Al}_z)\text{O}_2$ , (其中 $0 < x < 1, 0 < y < 1, 0 < z < 1$ , 并且 $x+y+z=1$ ) (“NCA”)、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  (“LMO”)或 $\text{LiFePO}_4$  (“LFP”)。下部活性材料线100可以具有第一烧结密度。

[0106] 上部活性材料线300可以在第二方向DR2上延伸。上部活性材料线300可以在第一方向DR1上布置。例如,上部活性材料线300可以在第一方向DR1上彼此间隔开相同的距离。例如,上部活性材料线300在第一方向DR1上的尺寸(例如长度)可以基本上相同。当在此使用时,除非另外指出,否则特征(例如线或层)的“长度”指的是特征在第一方向(例如DR1)上的测量。

[0107] 上部活性材料线300可以包括阴极活性材料。上部活性材料线300可以包括与下部活性材料线100基本相同的材料。例如,上部活性材料线300可以包括LCO、NCM、NCA、LMO或LFP。上部活性材料线300可以具有与第一烧结密度基本相同的第二烧结密度。

[0108] 中间活性材料线200可以提供在下部活性材料线100和上部活性材料线300之间。中间活性材料线200可以沿第三方向DR3在上部活性材料线300和下部活性材料线100之间,第三方向DR3与第一方向DR1和第二方向DR2相交(例如,垂直于第一方向DR1和第二方向DR2)。中间活性材料线200可以提供在上部活性材料线300和下部活性材料线100沿第三方向DR3彼此重叠的区域上,第三方向DR3与第一方向DR1和第二方向DR2相交(例如,垂直于第一方向DR1和第二方向DR2)。中间活性材料线200可以将下部活性材料线100连接(例如电连接)到上部活性材料线300。上部活性材料线300可以直接在中间活性材料线200上,中间活性材料线上200可以直接在下部活性材料线100上,或者上部活性材料线300可以直接在中间活性材料线200上并且中间活性材料线200可以直接在下部活性材料线100上。中间活性

材料线200可以在第三方向DR3上延伸。中间活性材料线200在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)可以大于下部活性材料线100在第三方向DR3上的尺寸以及上部活性材料线300在第三方向DR3上的尺寸。下部活性材料线100在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)可以与上部活性材料线300在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)相同。当在此使用时,除非另外指出,否则特征(例如线或层)的“厚度”指的是特征在第三方向(例如DR3)上的测量。

[0109] 中间活性材料线200可以在第一方向DR1和第二方向DR2上布置。例如,中间活性材料线200可以在第一方向DR1和第二方向DR2上彼此间隔开相同的距离。例如,中间活性材料线200在第一方向DR1和第二方向DR2上的尺寸(例如长度)可以基本相同。

[0110] 中间活性材料线200可以包括阴极活性材料。中间活性材料线200可以包括与下部活性材料线100和上部活性材料线300基本相同的材料。例如,中间活性材料线200可以包括LCO、NCM、NCA、LMO或LFP。中间活性材料线200可以具有与第一烧结密度和第三烧结密度基本相同的第二烧结密度。

[0111] 下部活性材料线100、中间活性材料线200和上部活性材料线300可以是单层结构。例如,下部活性材料线100和中间活性材料线200可以彼此连接(例如电连接)而在它们之间没有界面。中间活性材料线200可以直接在下部活性材料线100上。例如,上部活性材料线300和中间活性材料线200可以彼此连接(例如电连接)而在它们之间没有界面。上部活性材料线300可以直接在中间活性材料线200上。

[0112] 第一通道CH1可以提供在上部活性材料线300之间以及在沿第一方向DR1布置的中间活性材料线200之间。第一通道CH1可以指的是在沿第一方向DR1布置的上部活性材料线300之间的区域以及在沿第一方向DR1布置的中间活性材料线200之间的区域。第一通道CH1可以从上部活性材料线300的上表面延伸到下部活性材料线100的上表面。上部活性材料线300的侧表面、中间活性材料线200的侧表面和下部活性材料线100的上表面可以经由第一通道CH1暴露。中间活性材料线200的经由第一通道CH1暴露的侧表面可以与第一方向DR1交叉。第一通道CH1可以在第二方向DR2上延伸。

[0113] 第二通道CH2可以提供在下部活性材料线100之间以及在沿第二方向DR2布置的中间活性材料线200之间。第二通道CH2可以指的是在沿第二方向DR2布置的下部活性材料线100之间的区域以及在沿第二方向DR2布置的中间活性材料线200之间的区域。第二通道CH2可以从下部活性材料线100的底表面(例如第二表面)延伸到上部活性材料线300的底表面。下部活性材料线100的侧表面、中间活性材料线200的侧表面以及上部活性材料线300的底表面可以经由第二通道CH2暴露。中间活性材料线200的经由第二通道CH2暴露的侧表面可以与第二方向DR2交叉。第二通道CH2可以在第一方向DR1上延伸。

[0114] 第一通道CH1和第二通道CH2可以在下部活性材料线100和上部活性材料线300之间彼此交叉(例如相交)。换言之,第一通道CH1和第二通道CH2可以在中间活性材料线200之间彼此交叉(例如相交)。

[0115] 经由第一通道CH1和第二通道CH2暴露的下部活性材料线100的侧表面、中间活性材料线200的侧表面、以及上部活性材料线300的侧表面中的至少一个可以包括至少一个(101)面和 $\{hk0\}$ 面。这里,h和k可以每个是大于或等于1的相同整数。当在此使用时,符号 $\{hk\ell\}$ 表示通过晶格对称性等于 $(hk\ell)$ 的所有面的集合。

[0116] 上部活性材料线300的顶表面和底表面和下部活性材料线100的顶表面和底表面

中的至少一个可以包括(003)表面。

[0117] 当使用CuK $\alpha$ 射线通过X射线衍射分析活性材料结构11时,对应于(003)面的峰的强度、对应于(101)面的峰的强度和对应于{hk0}面的峰的强度可以满足以下关系:

[0118]  $(B+C)/A \geq 2.7$ ,

[0119] 其中A代表对应于(003)面的峰的强度,B代表对应于(101)面的峰的强度,C代表对应于{hk0}面的峰的强度。

[0120] 在一实施方式中,活性材料结构11的数值可以如下。活性材料结构11在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)可以在约50 $\mu\text{m}$ 至约1,000 $\mu\text{m}$ 的范围内,例如在约100 $\mu\text{m}$ 至约900 $\mu\text{m}$ 、约200 $\mu\text{m}$ 至约800 $\mu\text{m}$ 或约300 $\mu\text{m}$ 至约700 $\mu\text{m}$ 的范围内。第一通道CH1和第二通道CH2中的每个的宽度可以在约0.5 $\mu\text{m}$ 至约10 $\mu\text{m}$ 的范围内,例如在约1 $\mu\text{m}$ 至约9 $\mu\text{m}$ 、约2 $\mu\text{m}$ 至约8 $\mu\text{m}$ 或约3 $\mu\text{m}$ 至约7 $\mu\text{m}$ 的范围内。第一通道CH1和第二通道CH2中的每个的深度可以在活性材料结构11在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)的约50%至约80%的范围内,例如约55%至约75%,或约60%至约70%的范围内。第一通道CH1和第二通道CH2的深度在第三方向DR3上被测量。中间活性材料线200上的中心点CP和与中心点CP相邻的两个通道之间的距离之和可以被称为通道距离。例如,所述两个通道可以是彼此紧邻的一对第一通道CH1、彼此紧邻的一对第二通道CH2或者彼此紧邻的第一通道CH1和第二通道CH2。通道距离可以在约1 $\mu\text{m}$ 至约500 $\mu\text{m}$ 的范围内,例如在约50 $\mu\text{m}$ 至约450 $\mu\text{m}$ 、约100 $\mu\text{m}$ 至约400 $\mu\text{m}$ 或约150 $\mu\text{m}$ 至约350 $\mu\text{m}$ 的范围内。

[0121] 在具有拥有烧结密度的活性材料结构的二次电池的情况下,可能需要具有高烧结密度的活性材料结构以增加二次电池的能量密度。为了增加烧结密度,可能需要具有小宽度的通道。当活性材料结构仅具有在一个方向上延伸的通道时,活性材料结构的结构稳定性可随着通道的宽度减小而降低。

[0122] 本公开可以为活性材料结构11提供彼此交叉(例如相交)的第一通道CH1和第二通道CH2。由于第一通道CH1和第二通道CH2,可以提高活性材料结构11的结构稳定性。因此,第一通道CH1和第二通道CH2可以具有较小的宽度并增加活性材料结构11的烧结密度。此外,下部活性材料线100的侧表面和上部活性材料线300的侧表面可以经由第一通道CH1和第二通道CH2暴露,因此,下部活性材料线100和上部活性材料300也是可用的。因此,本公开可以提供用于提供具有高能量密度的二次电池的活性材料结构11。

[0123] 图3是制造参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E描述的活性材料结构的方法的流程图。图4A是用于说明制造图3的活性材料结构的方法的透视图。图4B是用于说明制造图4A的活性材料膜的方法的概念图。图4C是用于说明制造图3的活性材料结构的方法的透视图。图4D是用于说明制造图3的活性材料结构的方法的透视图。为了描述的简洁,对图3、图4A、图4B、图4C和图4D的与以上参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省略。

[0124] 参考图3和图4A,可以提供活性材料膜1(S110)。活性材料膜1可以具有均匀的烧结密度。活性材料膜1可以通过流延法形成。下面将参考图4B详细描述通过流延法的活性材料膜1的制造方法。

[0125] 参考图4B,可以准备活性材料浆料1”。活性材料浆料1”可以通过将活性材料粉末、分散剂、粘合剂、增塑剂、溶剂等混合而形成。活性材料粉末可以包含阴极活性材料。例如,活性材料粉末可以包含LCO、NCM、NCA、LMO或LFP。

[0126] 活性材料浆料1"可以被施加到传送带20上。例如,传送带20可以在一个方向上移动,并且活性材料浆料1"可以被提供在移动中的传送带20上。活性材料浆料1"可以以均匀的厚度施加到传送带20上。例如,施加到传送带20上的活性材料浆料1"的厚度可以通过刮刀(未示出)均匀地调节。

[0127] 施加到传送带20上的活性材料浆料1"可以被干燥,以形成大面积活性材料膜1'。例如,活性材料浆料1"可以通过加热工艺被干燥。在大面积活性材料膜1'中,活性材料粉末可以通过粘合剂粘合在一起。大面积活性材料膜1'可以被切割以形成图4A的活性材料膜1。

[0128] 参考图3和图4C,第一通道CH1 (S120) 可以例如通过任何适当的工艺(诸如通过冲压)形成,例如可以在活性材料膜1上执行第一冲压工艺以形成第一通道CH1 (S120)。第一冲压工艺可以包括通过刀片30按压活性材料膜1的上表面,使得刀片30插入到活性材料膜1中。通过刀片30被对准以在第二方向DR2上延伸,刀片30可以被插入到活性材料膜1中。因此,第一通道CH1可以形成为在第二方向DR2上延伸的形状。第一通道CH1可以指的是通过第一冲压工艺获得的活性材料膜1的凹入区域。

[0129] 参考图3和图4D,第二通道CH2 (S130) 可以例如通过任何适当的工艺(诸如通过冲压)形成,例如可以在活性材料膜1上执行第二冲压工艺以形成第二通道CH2 (S130)。第二冲压工艺可以包括通过刀片30按压活性材料膜1的底表面,使得刀片30被插入到活性材料膜1中。刀片30可以通过对准以在第一方向DR1上延伸而被插入到活性材料膜1中。因此,第二通道CH2可以形成为在第一方向DR1上延伸的形状。第二通道CH2可以指的是通过第二冲压工艺获得的活性材料膜1的凹入区域。

[0130] 执行第一冲压工艺时刀片30的插入深度与执行第二冲压工艺时刀片30的插入深度之和可以大于活性材料膜1在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)。因此,第一通道CH1和第二通道CH2可以彼此交叉,例如相交。

[0131] 参考图3和图1,可以烧结活性材料膜1以形成活性材料结构11 (S140)。

[0132] 如果通道的宽度较小,则当烧结活性材料膜时,通道可以被消除(例如消失)(S140)。一实施方式的活性材料膜1可以包括在烧结期间彼此交叉(例如相交)的第一通道CH1和第二通道CH2。第一通道CH1和第二通道CH2可以增加活性材料膜1的结构稳定性。因此,即使第一通道CH1和第二通道CH2具有较小的宽度,第一通道CH1和第二通道CH2在烧结工艺期间也可以保留而不被消除(例如丢失)。

[0133] 图5是根据一实施方式的活性材料结构的透视图。图6A是沿图5的线IV-IV' 截取的剖视图。图6B是沿图5的线V-V' 截取的剖视图。为了描述的简洁,对图5、图6A和图6B的与以上参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省略。

[0134] 参考图5、图6A和图6B,可以提供活性材料结构12。活性材料结构12可以包括阴极活性材料结构,该阴极活性材料结构被包括在二次电池的阴极中。活性材料结构12可以包括下部活性材料线102、中间活性材料线202和上部活性材料线302。

[0135] 下部活性材料线102、中间活性材料线202和上部活性材料线302可以是多层结构。界面可以提供在下部活性材料线102与中间活性材料线202之间。下部活性材料线102与中间活性材料线202之间的界面可以与下部活性材料线102经由第一通道CH1暴露的上表面共面。例如,下部活性材料线102和中间活性材料线202之间的界面可以与下部活性材料线102

的经由第一通道CH1暴露的上表面在相同的水平处。界面可以提供在上部活性材料线302和中间活性材料线202之间。上部活性材料线302和中间活性材料线202之间的界面可以与上部活性材料线302的通过第二通道CH2暴露的底表面共面。例如，上部活性材料线302和中间活性材料线202之间的界面可以与上部活性材料线302的经由第二通道CH2暴露的底表面在相同水平处。

[0136] 下部活性材料线102、中间活性材料线202和上部活性材料线302可以分别具有第一烧结密度、第二烧结密度和第三烧结密度。第一烧结密度可以小于第二烧结密度。第三烧结密度可以小于第二烧结密度或与第二烧结密度基本相同。例如，当第三烧结密度小于第二烧结密度时，第三烧结密度可以与第一烧结密度基本相同。

[0137] 下部活性材料线102、中间活性材料线202和上部活性材料线302可以分别包括第一活性材料、第二活性材料和第三活性材料。例如，第一活性材料、第二活性材料和第三活性材料中的每个可以包括LCO、NCM、NCA、LMO或LFP。在一个示例中，第一活性材料、第二活性材料和第三活性材料可以相同。第一活性材料、第二活性材料和第三活性材料中的至少两个可以彼此不同。

[0138] 由于第一通道CH1和第二通道CH2，活性材料结构12可以具有高的结构稳定性。因此，可以提供活性材料结构12，其能够提供具有高能量密度的二次电池。

[0139] 图7是示出制造图5、图6A和图6B的活性材料结构12的方法的流程图。图8A是用于说明图7的制造活性材料结构12的方法的透视图。图8B是用于说明图7的制造活性材料结构12的方法的透视图。图8C是用于说明图7的制造活性材料结构12的方法的透视图。为了描述的简洁，对图7、图8A、图8B和图8C的与以上参考图3、图4A、图4B、图4C、图4D以及图5、图6A和图6B描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省略。

[0140] 参考图7和图8A，可以形成包括初始下部活性材料层102'、初始中间活性材料层202'和初始上部活性材料层302'的活性材料膜2(S210)。作为一个示例，可以通过以上参考图4B描述的流延法通过在初始下部活性材料层102'上顺序形成初始中间活性材料层202'和初始上部活性材料层302'来形成活性材料膜2。活性材料膜2可以通过层压经由单独的工艺形成的初始下部活性材料层102'、初始中间活性材料层202'和初始上部活性材料层302'来形成。例如，初始下部活性材料层102'、初始中间活性材料层202'和初始上部活性材料层302'可以每个使用流延法形成。

[0141] 参考图7和图8B，第一通道CH1可以通过对活性材料膜2执行以上参考图3和图4C描述的第一冲压工艺来形成(S220)。刀片30可以被插入到活性材料膜2中以与初始下部活性材料层102'的上表面接触。因此，初始下部活性材料层102'的上表面可以经由第一通道CH1暴露。

[0142] 参考图7和图8C，第二通道CH2可以通过对活性材料膜2执行以上参考图3和图4C描述的第二冲压工艺来形成(S230)。刀片30可以被插入到活性材料膜2中以与初始上部活性材料层302'的底表面接触。因此，初始上部活性材料层302'的底表面可以经由第二通道CH2暴露。

[0143] 参考图5和图7，可以烧结活性材料膜2以形成活性材料结构12(S240)。

[0144] 本实施方式的活性材料膜2包括在烧结期间彼此交叉(例如相交)的第一通道CH1和第二通道CH2，因此可以具有高的结构稳定性。因此，即使第一通道CH1和第二通道CH2具

有较小的宽度时,第一通道CH1和第二通道CH2在烧结工艺期间也可以保留而不被消除(例如丢失)。

[0145] 图9是根据一实施方式的活性材料结构的透视图。图10A是沿图9的线IV-IV'截取的剖视图。图10B是沿图9的线V-V'截取的剖视图。为了描述的简洁,对图9、图10A和图10B的与以上参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E以及图5、图6A和图6B描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省略。

[0146] 参考图9、图10A和图10B,可以提供活性材料结构13。活性材料结构13可以包括阴极活性材料结构,该阴极活性材料结构被包括在二次电池的阴极中。活性材料结构13可以包括下部活性材料线104、中间活性材料线204和上部活性材料线304。第一通道CH1可以在第三方向DR3上延伸,以在下部活性材料线104的上部中凹入。在下部活性材料线104的经由第一通道CH1暴露的上表面104t与下部活性材料线104的最上表面104tm之间可以存在台阶。下部活性材料线104的经由第一通道CH1暴露的上表面104t可以在比下部活性材料线104的最上表面104tm低的水平处。下部活性材料线104的经由第一通道CH1暴露的上表面104t与下部活性材料线104的底表面之间的距离可以小于下部活性材料线104的最上表面104tm和底表面之间的距离。

[0147] 第二通道CH2可以在第三方向DR3上延伸以在上部活性材料线304的下部中凹入。在上部活性材料线304的经由第二通道CH2暴露的底表面304b和上部活性材料线304的最下表面304bm之间可以存在台阶。上部活性材料线304的经由第二通道CH2暴露的底表面304b可以在比上部活性材料线304的最下表面304bm高的水平处。上部活性材料线304的经由第二通道CH2暴露的底表面304b和上部活性材料线304的上表面之间的距离可以小于上部活性材料线304的最下表面304bm和上表面之间的距离。

[0148] 由于第一通道CH1和第二通道CH2,一实施方式的活性材料结构13可以具有高的结构稳定性。因此,可以提供用于提供具有高能量密度的二次电池的活性材料结构13。

[0149] 图11是根据一实施方式的活性材料结构的透视图。图12是图11的活性材料结构的分解透视图。图13A是沿图12的活性材料结构的线I-I'截取的剖视图。图13B是沿图12的活性材料结构的线II-II'截取的剖视图。图13C是沿图12的活性材料结构的线III-III'截取的剖视图。为了描述的简洁,对图11、图12、图13A、图2B和图13C的与以上参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E以及图5、图6A和图6B描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省略。

[0150] 参考图11、图12、图13A、图2B和图13C,可以提供活性材料结构14。活性材料结构14可以是阴极活性材料结构,该阴极活性材料结构包括在二次电池的阴极中。活性材料结构14可以包括下部活性材料线106、中间活性材料线206和上部活性材料线306。

[0151] 与以上参考图5、图6A和图6B描述的不同,上部活性材料线306可以在第四方向DR4和第五方向DR5上布置。第四方向DR4和第五方向DR5可以分别与第一方向DR1和第二方向DR2交叉(例如相交),并且与第三方向DR3相交(例如,垂直于第三方向DR3)。上部活性材料线306可以在第三方向DR3上延伸。

[0152] 第一通道CH1中的每个可以提供在沿第五方向DR5布置的上部活性材料线306之间。第二通道CH2中的每个可以提供在沿第四方向DR4布置的上部活性材料线306之间。第一通道CH1和第二通道CH2可以在中间活性材料线206之间延伸。第一通道CH1可以提供在沿第

五方向DR5布置的中间活性材料线206之间,以暴露下部活性材料线106的上表面。第二通道CH2可以提供在沿第四方向DR4布置的中间活性材料线206之间,以暴露下部活性材料线106的上表面。第一通道CH1和第二通道CH2可以在上部活性材料线306和中间活性材料线206之间彼此交叉(例如相交)。

[0153] 第三通道CH3的每个可以提供在下部活性材料线106之间。下部活性材料线106和第三通道CH3可以与以上参考图5、图6A和图6B描述的下部活性材料线102和第二通道CH2基本相同。第三通道CH3可以在中间活性材料线206之间延伸。第三通道CH3可以提供在沿第二方向DR2布置的中间活性材料线206之间,以暴露下部活性材料线106的上表面。

[0154] 第一通道CH1、第二通道CH2和第三通道CH3可以在中间活性材料线206之间彼此交叉(例如相交)。

[0155] 在一实施方式中,活性材料结构14的数值可以如下。活性材料结构14在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)可以在约 $50\mu\text{m}$ 至约 $1,000\mu\text{m}$ 的范围内,例如在约 $100\mu\text{m}$ 至约 $900\mu\text{m}$ 、约 $200\mu\text{m}$ 至约 $800\mu\text{m}$ 、或约 $300\mu\text{m}$ 至约 $700\mu\text{m}$ 的范围内。第一至第三通道CH1、CH2和CH3中的每个的宽度可以在约 $0.5\mu\text{m}$ 至约 $10\mu\text{m}$ 的范围内,例如在约 $1\mu\text{m}$ 至约 $9\mu\text{m}$ 、约 $2\mu\text{m}$ 至约 $8\mu\text{m}$ 或约 $3\mu\text{m}$ 至约 $7\mu\text{m}$ 的范围内。第一至第三通道CH1、CH2和CH3中的每个的深度可以在活性材料结构14在第三方向DR3上的尺寸(例如厚度)的约50%至约80%的范围内,例如约55%至约75%或约60%至约70%的范围内。第一至第三通道CH1、CH2和CH3的深度在第三方向DR3上被测量。中间活性材料线206上的中心点CP和与中心点CP相邻的两个通道之间的距离之和可以被称为通道距离。例如,所述两个通道可以指的是彼此紧邻的第一通道CH1和第二通道CH2、彼此紧邻的第一通道CH1和第三通道CH3、或者彼此紧邻的第三通道CH3和第二通道CH2。通道距离可以在约 $1\mu\text{m}$ 至约 $500\mu\text{m}$ 的范围内,例如在约 $50\mu\text{m}$ 至约 $450\mu\text{m}$ 、约 $100\mu\text{m}$ 至约 $400\mu\text{m}$ 或约 $150\mu\text{m}$ 至约 $350\mu\text{m}$ 的范围内。

[0156] 由于第一至第三通道CH1、CH2和CH3,一实施方式的活性材料结构14可以具有高的结构稳定性。因此,可以提供用于提供具有高能量密度的二次电池的活性材料结构14。

[0157] 图14是制造图11、图12、图13A、图2B和图13C的活性材料结构14的方法的流程图。图15A是用于说明图14的制造活性材料结构14的方法的透视图。图15B是用于说明图14的制造活性材料结构14的方法的透视图。图15C是用于说明图14的制造活性材料结构14的方法的透视图。为了描述的简洁,对图14、图15A、图15B和图15C的与以上参考图3、图4A、图4B、图4C和图4D以及图11、图12、图13A、图13B和图13C描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省略。

[0158] 参考图14,可以形成包括初始下部活性材料层106'、初始中间活性材料层206'和初始上部活性材料层306'的活性材料膜3(S310)。作为一个示例,可以通过以上参考图4B描述的流延法通过在初始下部活性材料层106'上顺序形成初始中间活性材料层206'和初始上部活性材料层306'来形成活性材料膜3。活性材料膜3可以通过经由流延法形成初始下部活性材料层106'、初始中间活性材料层206'和初始上部活性材料层306'并层压初始下部活性材料层106'、初始中间活性材料层206'和初始上部活性材料层306'而形成。

[0159] 参考图14和图15A,可以在活性材料膜3上执行第一冲压工艺以形成第一通道CH1(S320)。除了刀片30的对准方向之外,第一冲压工艺可以与以上参考图3和图4C描述的第一冲压工艺基本相同。与图3和图4C所示的不同,刀片30可以被对准为平行于第四方向DR4。刀

片30可以插入到活性材料膜3中以与初始下部活性材料层106'的上表面接触。因此,第一通道CH1可以被形成以暴露初始下部活性材料层106'的上表面。

[0160] 参考图14和图15B,可以在活性材料膜3上执行第二冲压工艺以形成第二通道CH2(S330)。除了刀片30的对准方向之外,第二冲压工艺可以与以上参考图3和图4C描述的第一冲压工艺基本相同。与图3和图4C所示的不同,刀片30可以被对准为平行于第五方向DR5。刀片30可以被插入到活性材料膜3中以与初始下部活性材料层106'的上表面接触。因此,第二通道CH2可以被形成以暴露初始下部活性材料层106'的上表面。第一通道CH1和第二通道CH2可以形成为在初始上部活性材料层306'和初始中间活性材料层206'上彼此交叉(例如相交)。

[0161] 参考图14和图15C,第三通道CH3(S340)可以例如通过任何合适的工艺(诸如通过冲压)形成,例如可以在活性材料膜3上执行第三冲压工艺以形成第三通道CH3(S340)。第三冲压工艺可以与以上参考图3和图4D描述的第二冲压工艺基本相同。刀片30可以被对准为平行于第一方向DR1。刀片30可以被插入到活性材料膜3中以与初始上部活性材料层306'的底表面接触。因此,初始上部活性材料层306'的底表面可以经由第三通道CH3暴露。

[0162] 参考图14和图11,可以烧结活性材料膜3以形成活性材料结构14(S350)。

[0163] 本实施方式的一实施方式的活性材料膜3包括在烧结期间彼此交叉(例如相交)的第一通道CH1、第二通道CH2和第三通道CH3,因此可以具有高的结构稳定性。因此,即使第一通道CH1、第二通道CH2和第三通道CH3具有小的宽度时,第一至第三通道CH1、CH2和CH3在烧结工艺期间也可以保留而不被消除(例如丢失)。

[0164] 图16是根据一实施方式的电极结构的透视图。为了描述的简洁,对图16的与以上参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省略。

[0165] 参考图16,可以提供电极结构15。电极结构15可以包括二次电池的阴极结构。电极结构15可以包括集流体层400和在集流体层400上的活性材料结构。活性材料结构可以包括下部活性材料线100、中间活性材料线200和上部活性材料线300。活性材料结构可以与以上参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E描述的图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E的活性材料结构11基本相同。活性材料结构可以与上述活性材料结构12、13和14之一基本相同。

[0166] 集流体层400可以提供在下部活性材料线100的底表面上。例如,集流体层400可以与下部活性材料线100的底表面直接接触。集流体层400的上表面可以经由第二通道CH2暴露。集流体层400的上表面可以面对上部活性材料线300的底表面,并且第二通道CH2在其间。

[0167] 集流体层400可以包括阴极集流体材料。集流体层400可以包括导电材料。例如,集流体层400可以包括铜(Cu)、金(Au)、铂(Pt)、银(Ag)、锌(Zn)、铝(Al)、镁(Mg)、钛(Ti)、铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)、锗(Ge)、铟(In)和铅(Pd)中的至少一种。

[0168] 一实施方式的电极结构15可以包括由于第一通道CH1和第二通道CH2而具有高结构稳定性的活性材料结构。因此,可以提供用于提供具有高能量密度的二次电池的电极结构15。

[0169] 图17是根据一实施方式的二次电池的概念图。为了描述的简洁,对图17的与以上参考图1、图2A、图2B、图2C、图2D和图2E描述的部分基本相同的部分的描述在此可以被省

略。

[0170] 参考图17,可以提供二次电池1000。二次电池1000可以包括一对子二次电池1510和1520。二次电池1000可以包括一个子二次电池或者三个或更多个子二次电池。

[0171] 一对子二次电池1510和1520可以包括下部电极结构1110和1120、上部电极结构1210和1220以及隔板1310和1320。下部电极结构1110和1120中的每个可以是阴极结构。上部电极结构1210和1220中的每个可以是阳极结构。

[0172] 下部电极结构1110和1120的每个可以是包括上述活性材料结构11、12、13和14之一的电极结构。例如,下部电极结构1110和1120中的每个可以与以上参考图16描述的电极结构15基本相同。

[0173] 上部电极结构1210和1220可以被提供为与下部电极结构1110和1120分离。上部电极结构1210和1220的每个可以包括阳极集流体层(未示出)和阳极活性材料结构(未示出)。

[0174] 阳极集流体层可以包括导电材料。例如,阳极集流体层可以包括铜箔、镍箔、不锈钢箔、钛箔、泡沫镍、泡沫铜和涂覆有导电金属的聚合物基板中的至少一种。

[0175] 阳极活性材料结构可以包括阴极活性材料。例如,阳极活性材料结构可以包括包含用于可逆地嵌入/脱嵌锂离子的材料、锂金属、锂金属合金、用于掺杂和去掺杂锂的材料、过渡金属氧化物等的组合物。阳极活性材料结构还可以包括粘合剂、导电材料和/或增稠剂。阳极活性材料结构可以包括孔。

[0176] 隔板1310和1320可以分别提供在下部电极结构1110和上部电极结构1210之间以及在下部电极结构1120和上部电极结构1220之间。隔板1310和1320可以将下部电极结构1110和1120与上部电极结构1210和1220分离并为锂离子提供通道。隔板1310和1320可以具有对电解质的离子迁移的低抵抗性,并具有优良的电解液吸湿能力。例如,隔板1310和1320可以包括玻璃纤维、聚酯、聚乙烯(“PE”)、聚丙烯(“PP”)和聚四氟乙烯(“PTFE”)中的至少一种。例如,隔板1310和1320可以是非织造或织造形式。例如,隔板1310和1320可以用包含陶瓷组分或聚合物材料的覆盖膜来覆盖,因此具有优良的耐热性或机械强度。隔板1310可以具有单层或多层结构。

[0177] 下部电极结构1110和1120、上部电极结构1210和1220以及隔板1310和1320可以被壳体(未示出)围绕。壳体可以根据需要具有各种形状。

[0178] 可以在壳体中提供电解质(未示出)。因此,下部电极结构1110和1120的活性材料结构中的通道可以被电解质填充。上部电极结构1210和1220的阳极活性材料结构中的孔可以填充有电解质。

[0179] 一实施方式的二次电池1000可以包括下部电极结构1110和1120,下部电极结构1110和1120由于第一通道CH1和第二通道CH2而包括具有高结构稳定性的活性材料结构。因此,可以提供具有高能量密度的二次电池1000。

[0180] 本公开可以提供具有高结构稳定性的活性材料结构。

[0181] 本公开可以提供具有高能量密度的电极结构和二次电池。

[0182] 本公开可以提供具有高结构稳定性的活性材料结构的制造方法。

[0183] 然而,效果不限于此。

[0184] 应理解,这里描述的实施方式应仅在描述性意义上考虑,而不是出于限制的目的。每个实施方式内的特征或方面的描述通常应被认为可用于其他实施方式中的其他类似特

征或方面。尽管已经参考附图描述了一个或更多个实施方式,但是本领域普通技术人员将理解,可以在不脱离由所附权利要求限定的精神和范围的情况下在其中进行在形式和细节上的各种改变。

[0185] 本申请要求享有2019年12月30日在韩国知识产权局提交的韩国专利申请第10-2019-0178164号的优先权和权益,其全部内容通过引用在此合并。

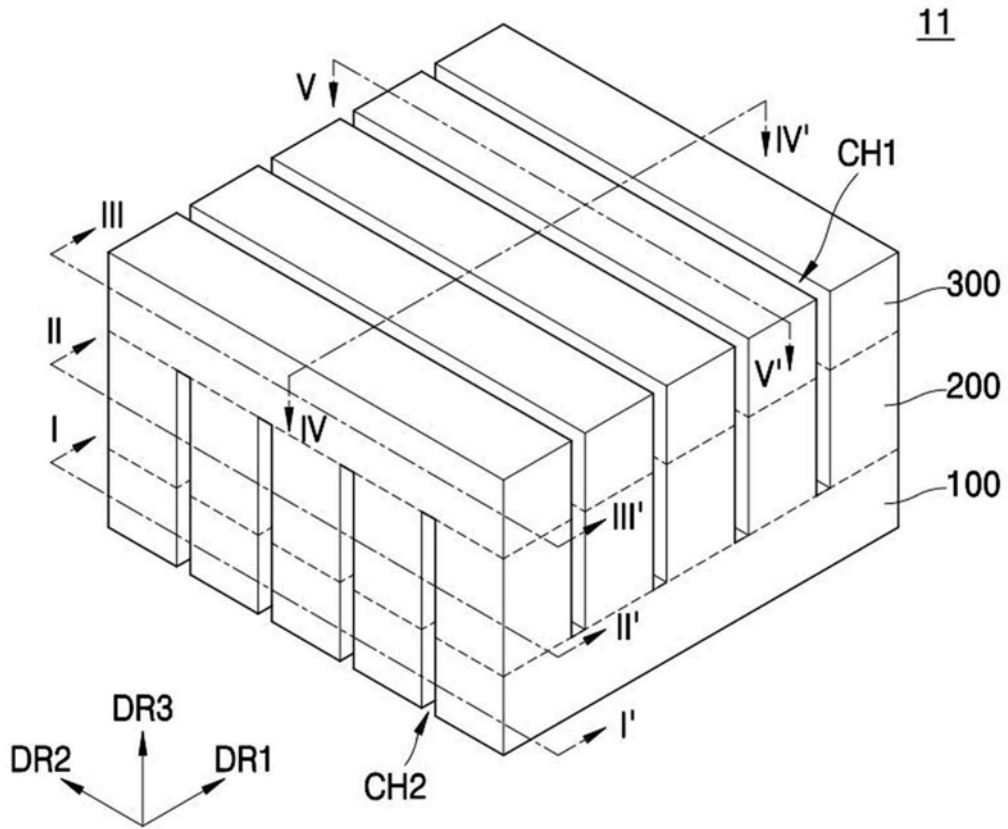


图1

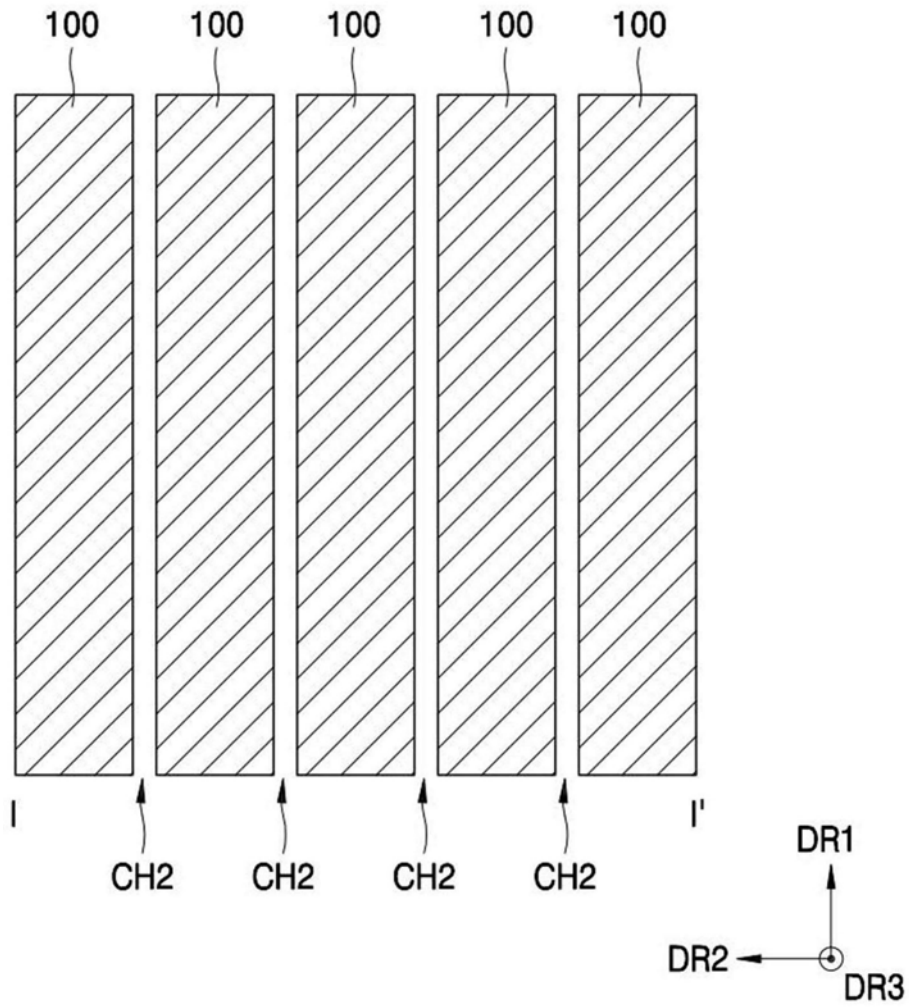


图2A

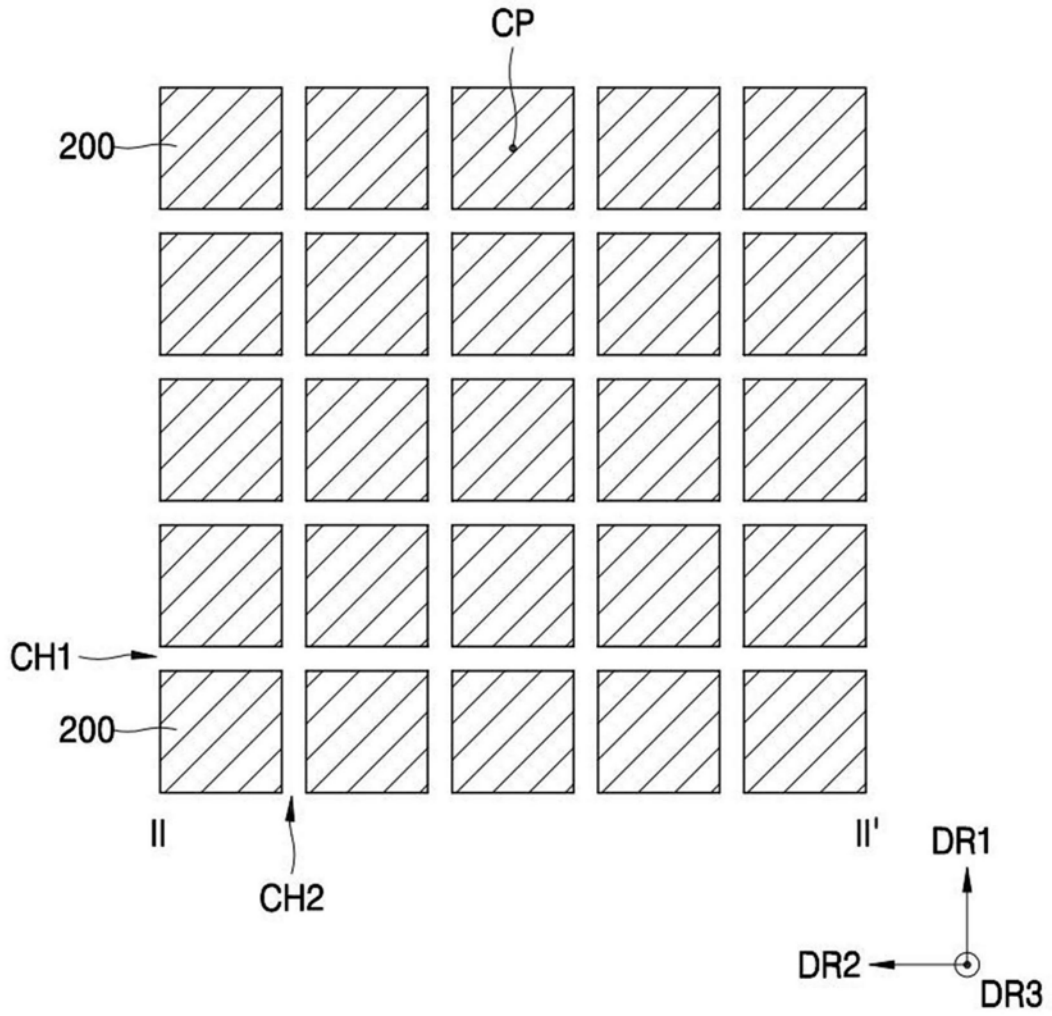


图2B

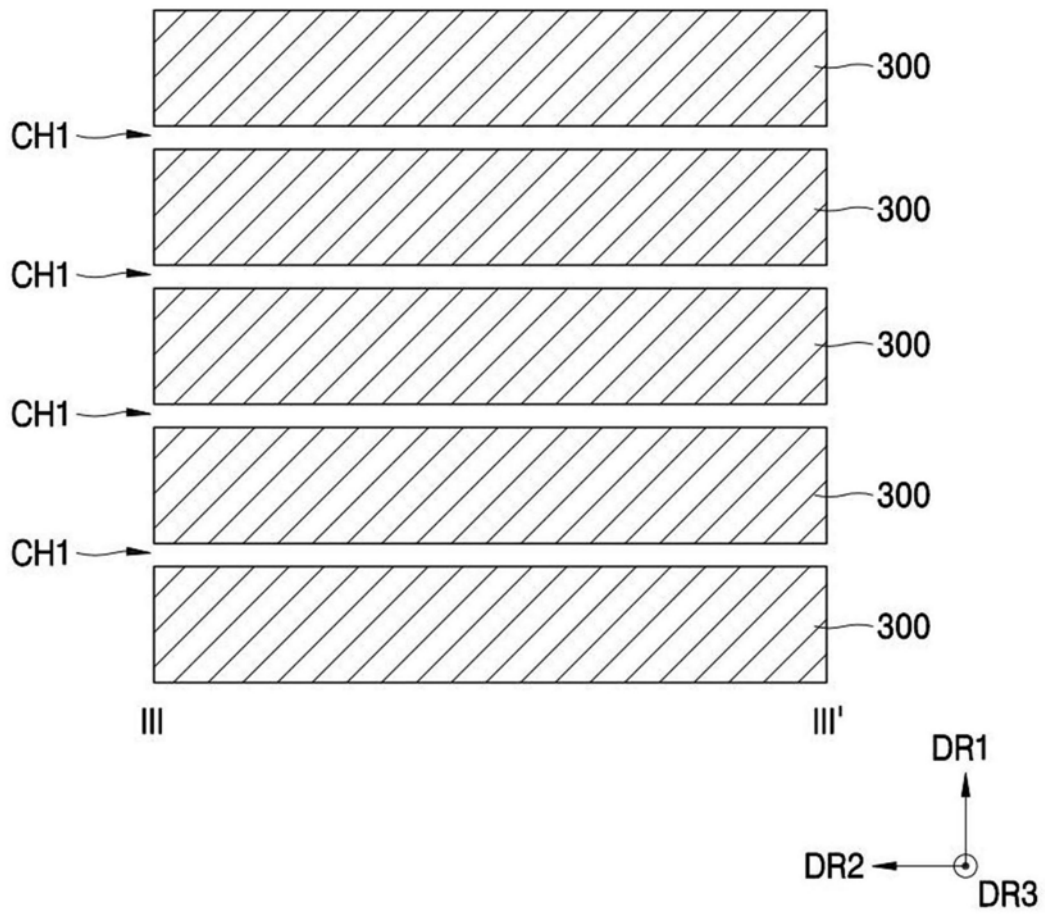


图2C

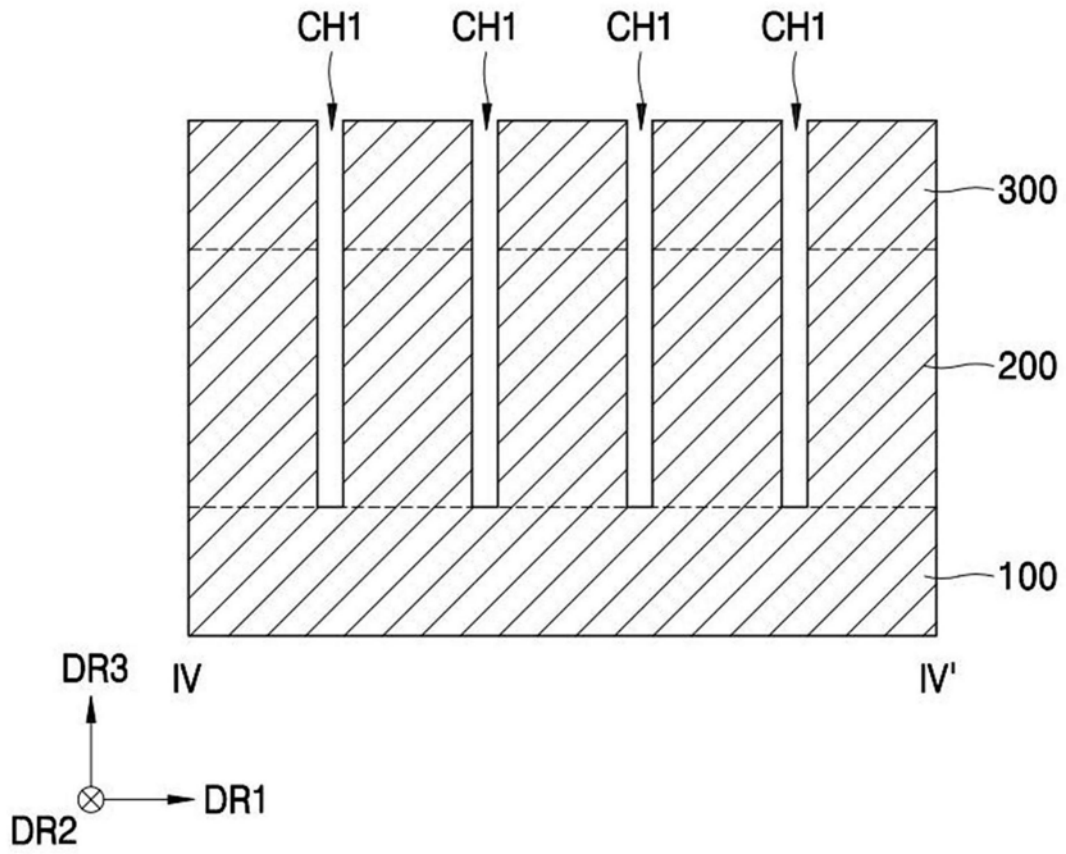


图2D

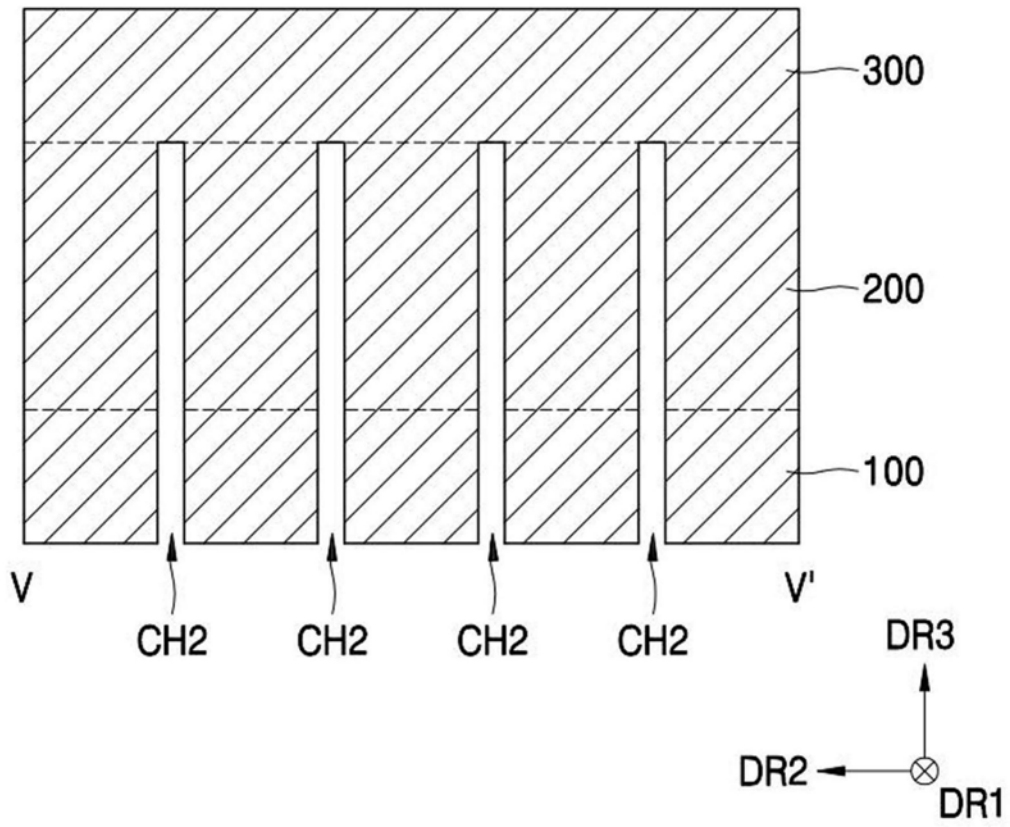


图2E

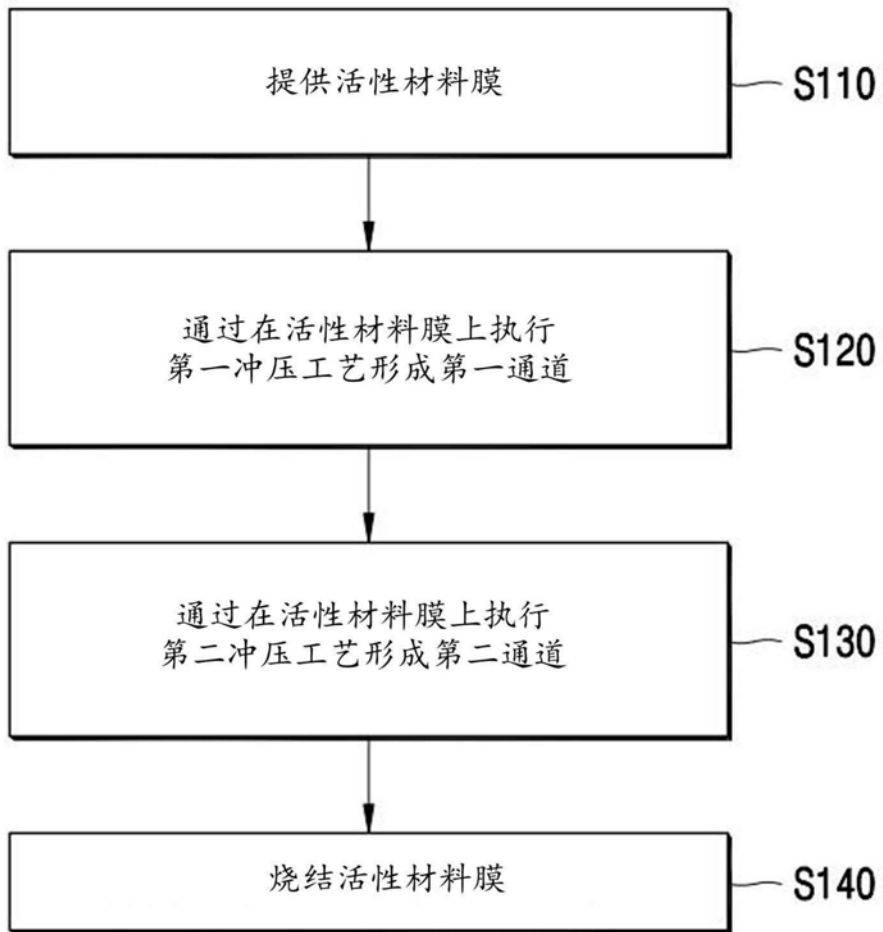


图3

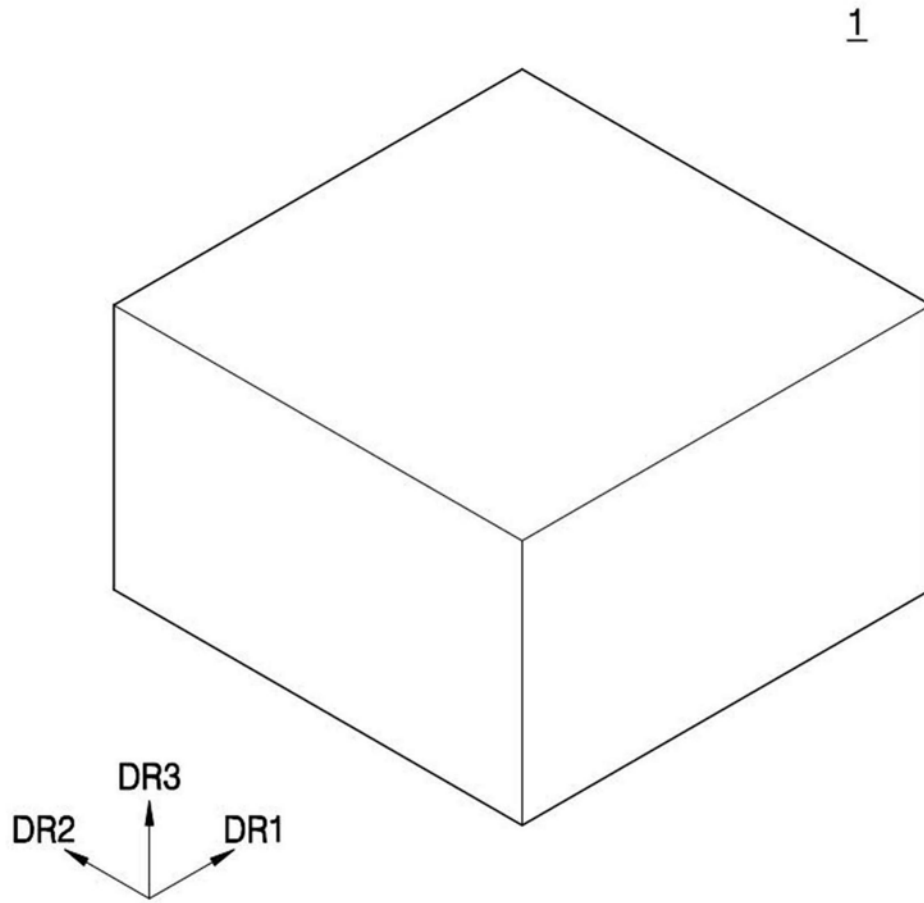


图4A

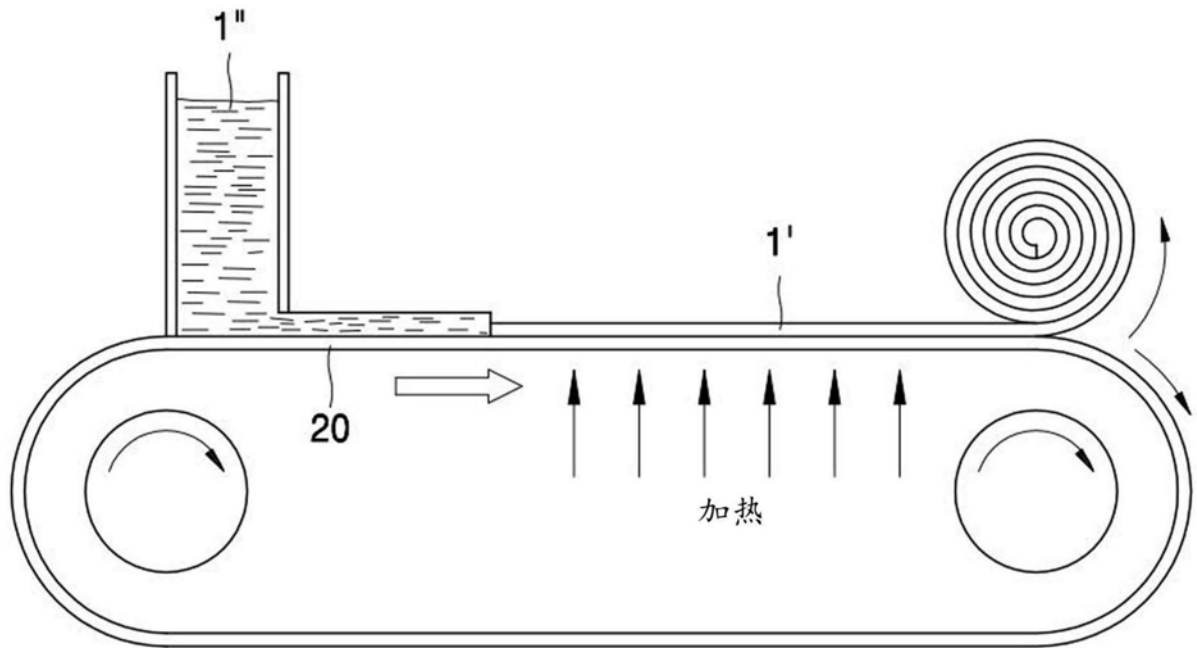


图4B

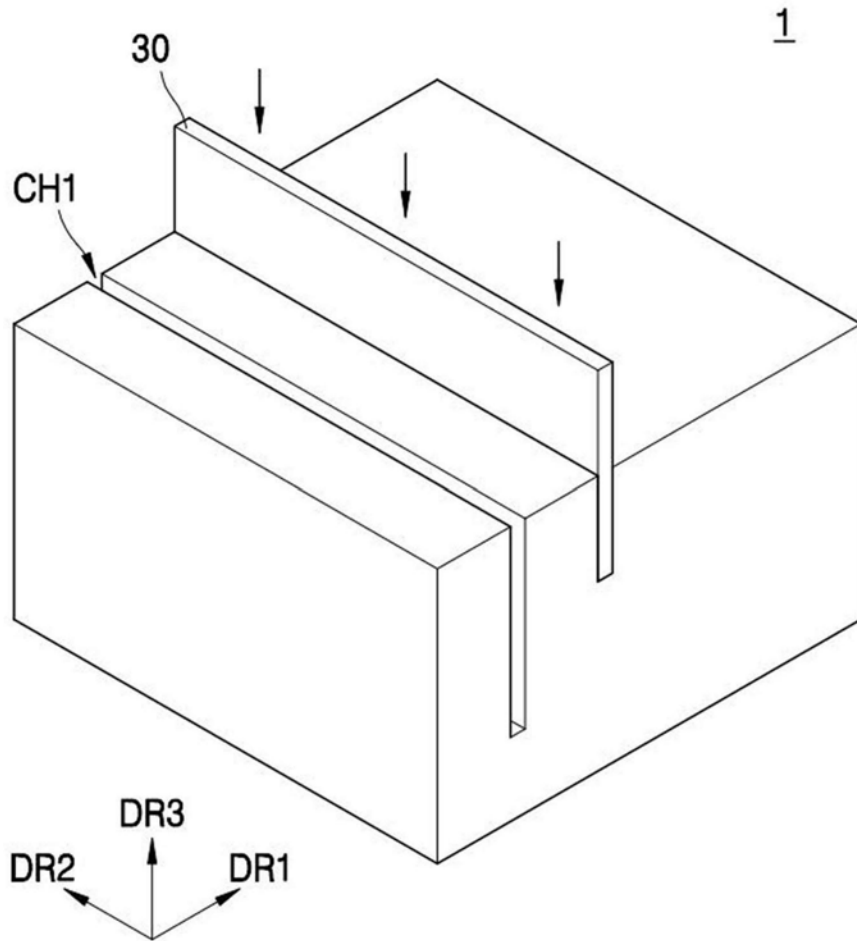


图4C

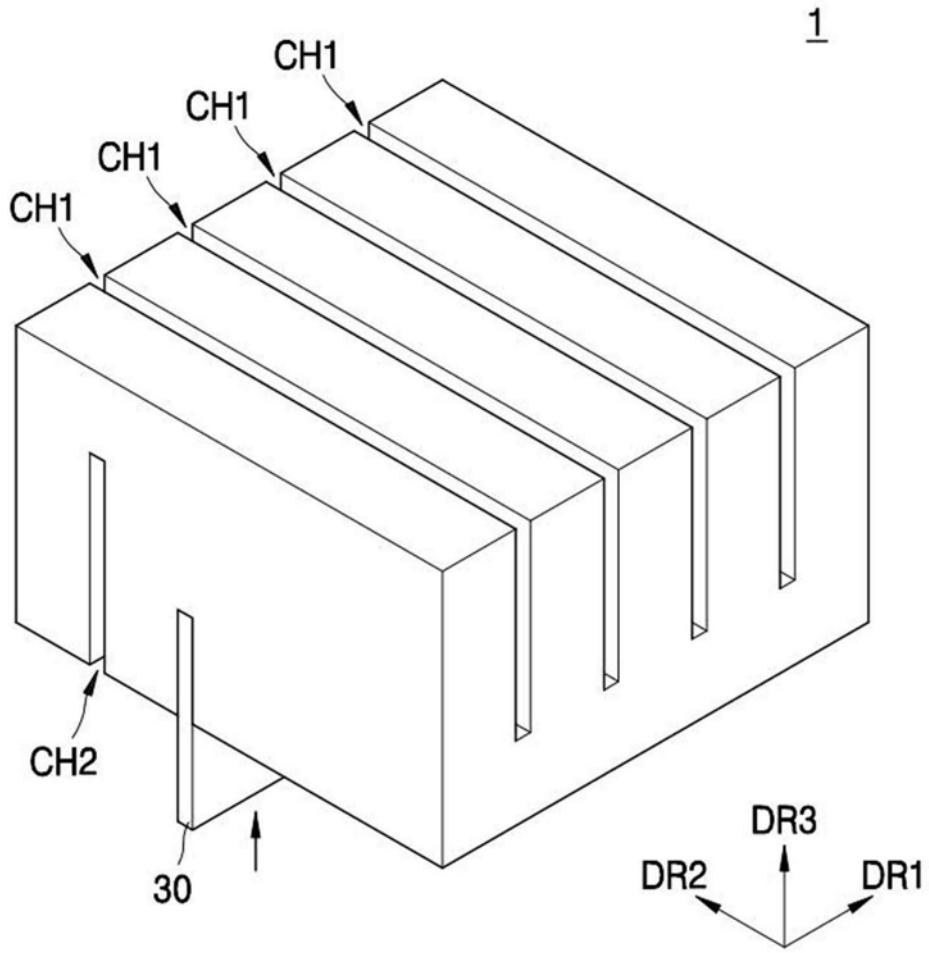


图4D

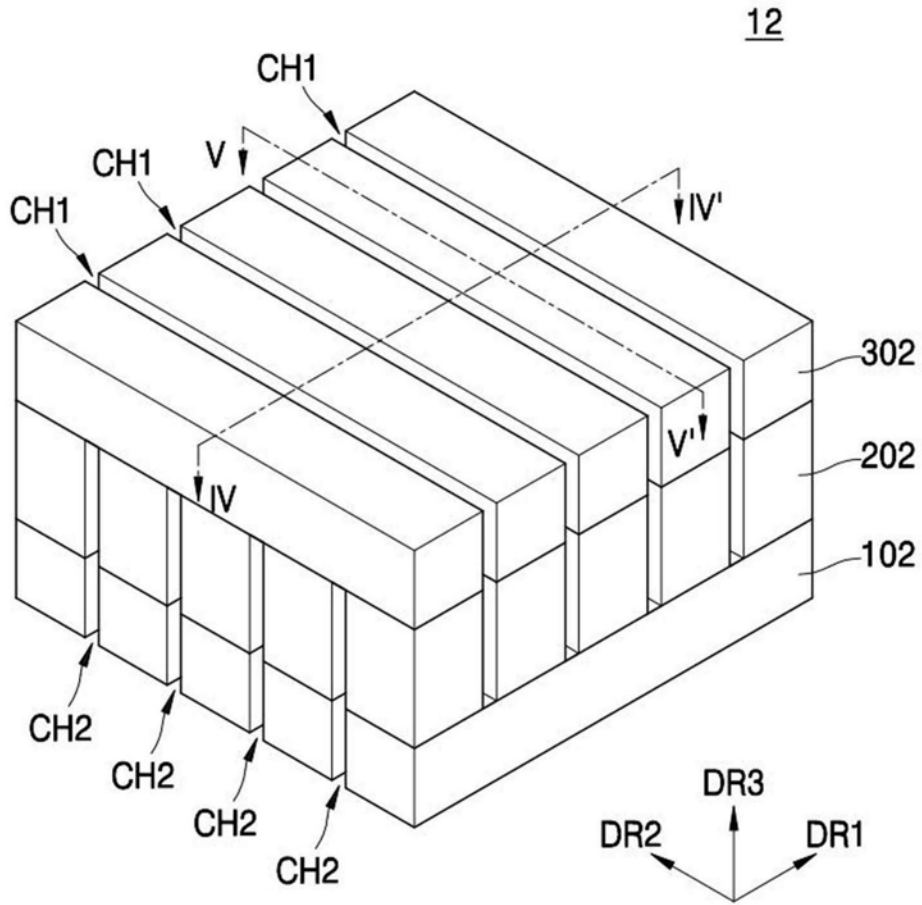


图5

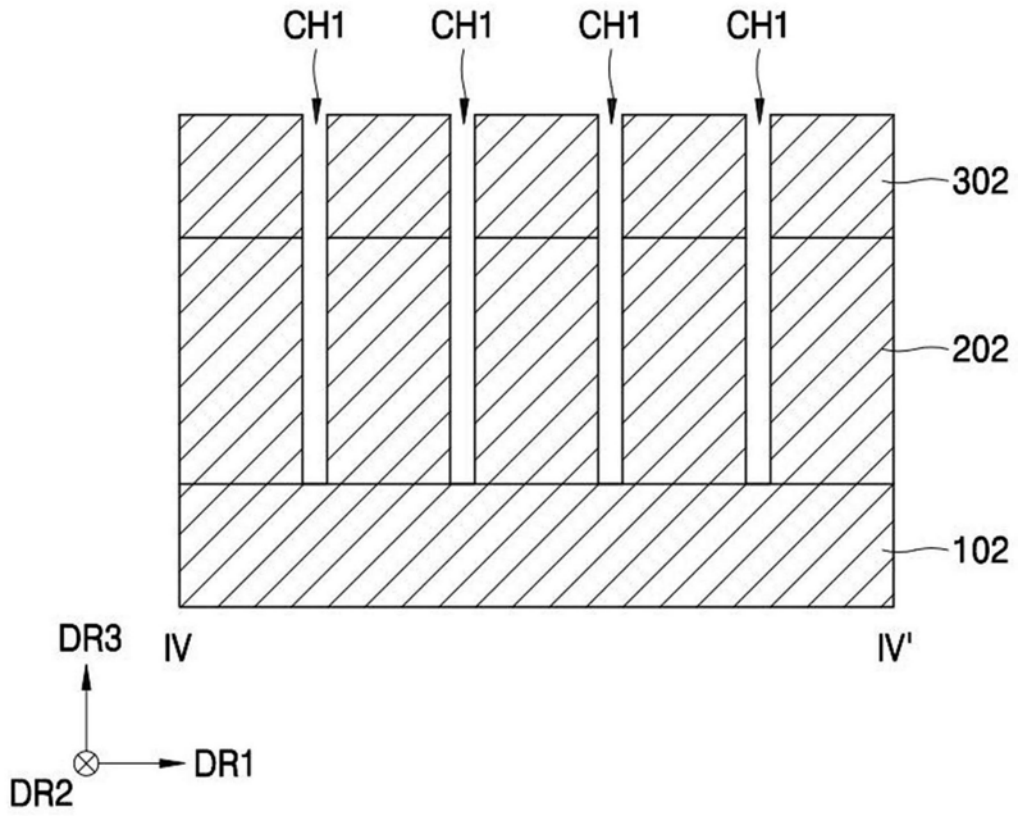


图6A

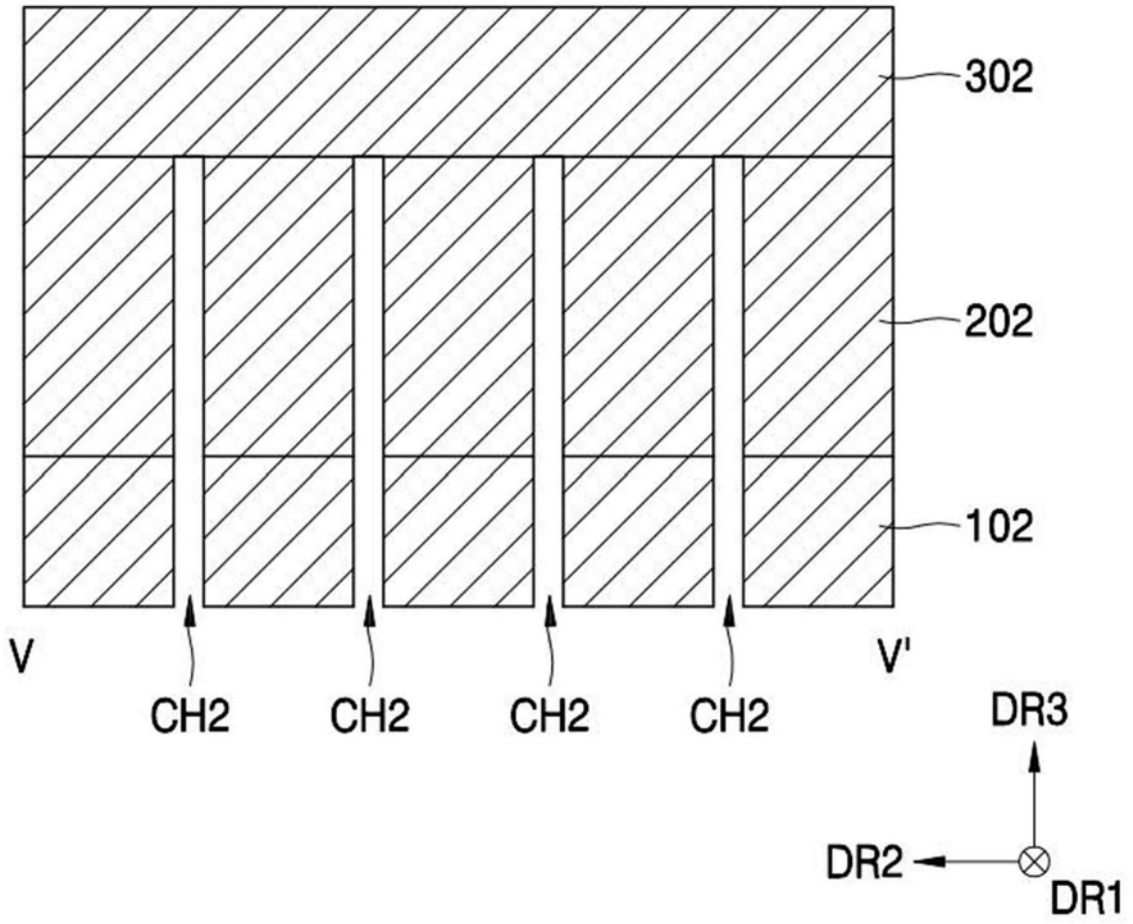


图6B

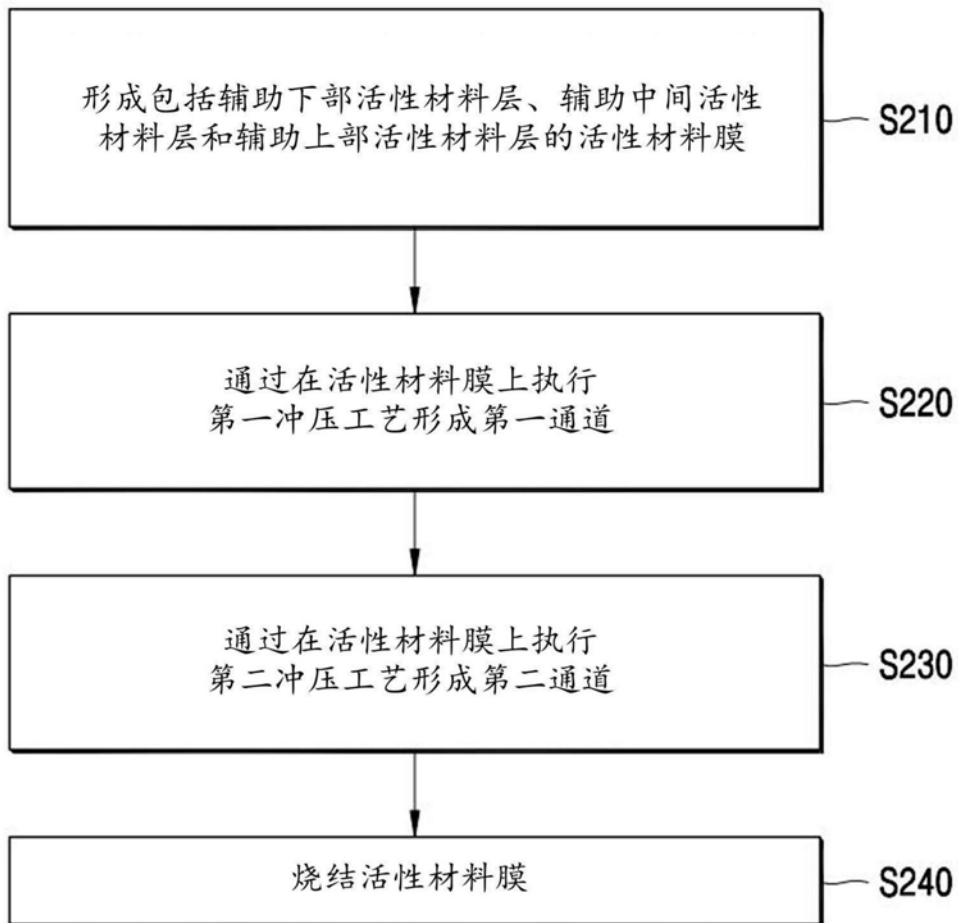


图7

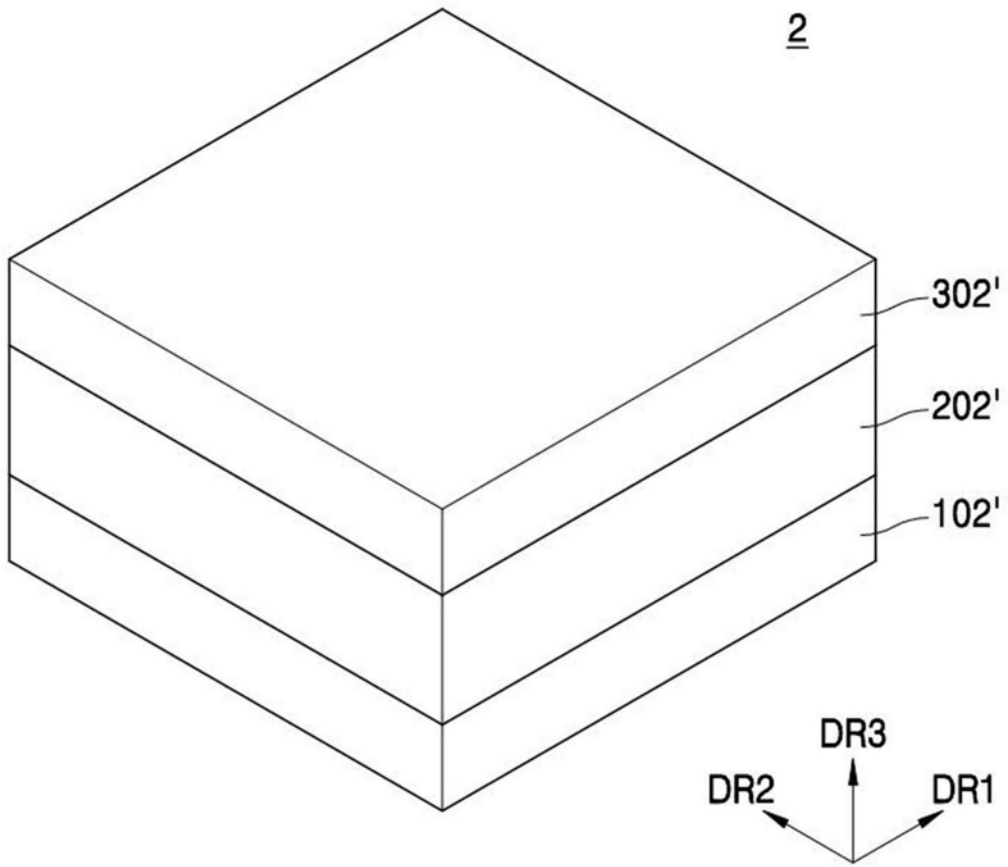


图8A

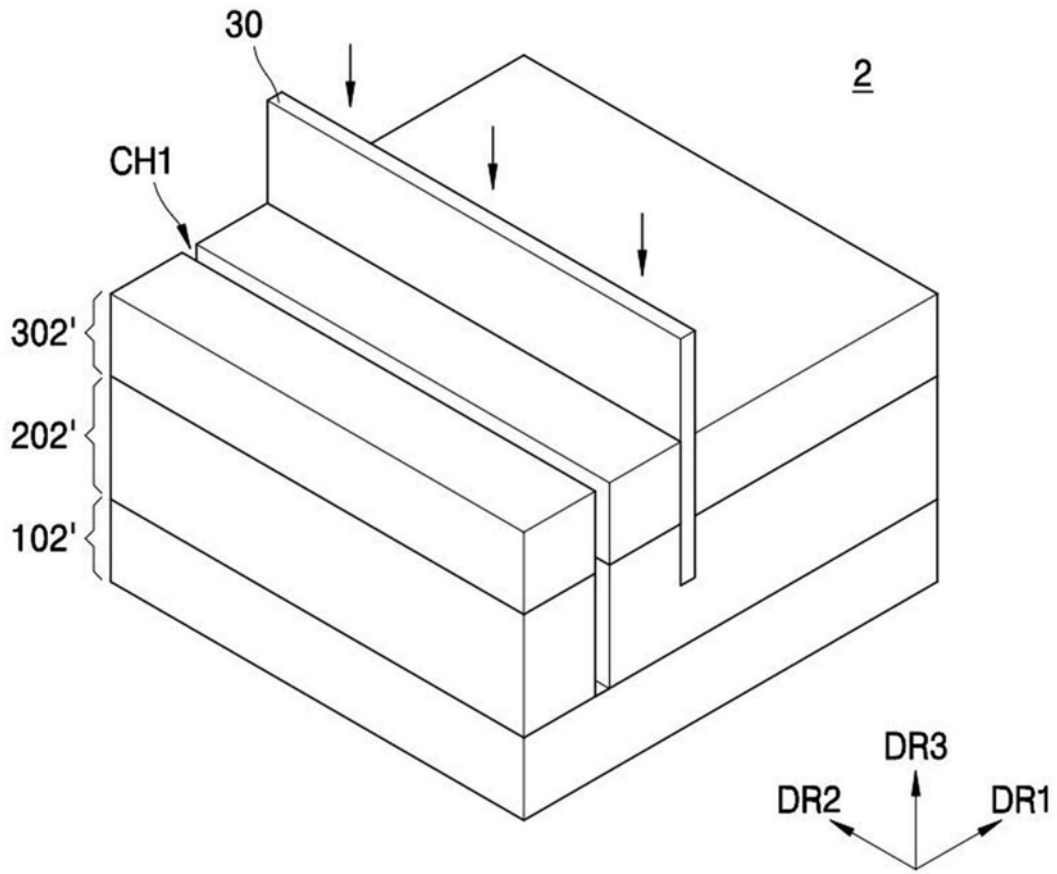


图8B

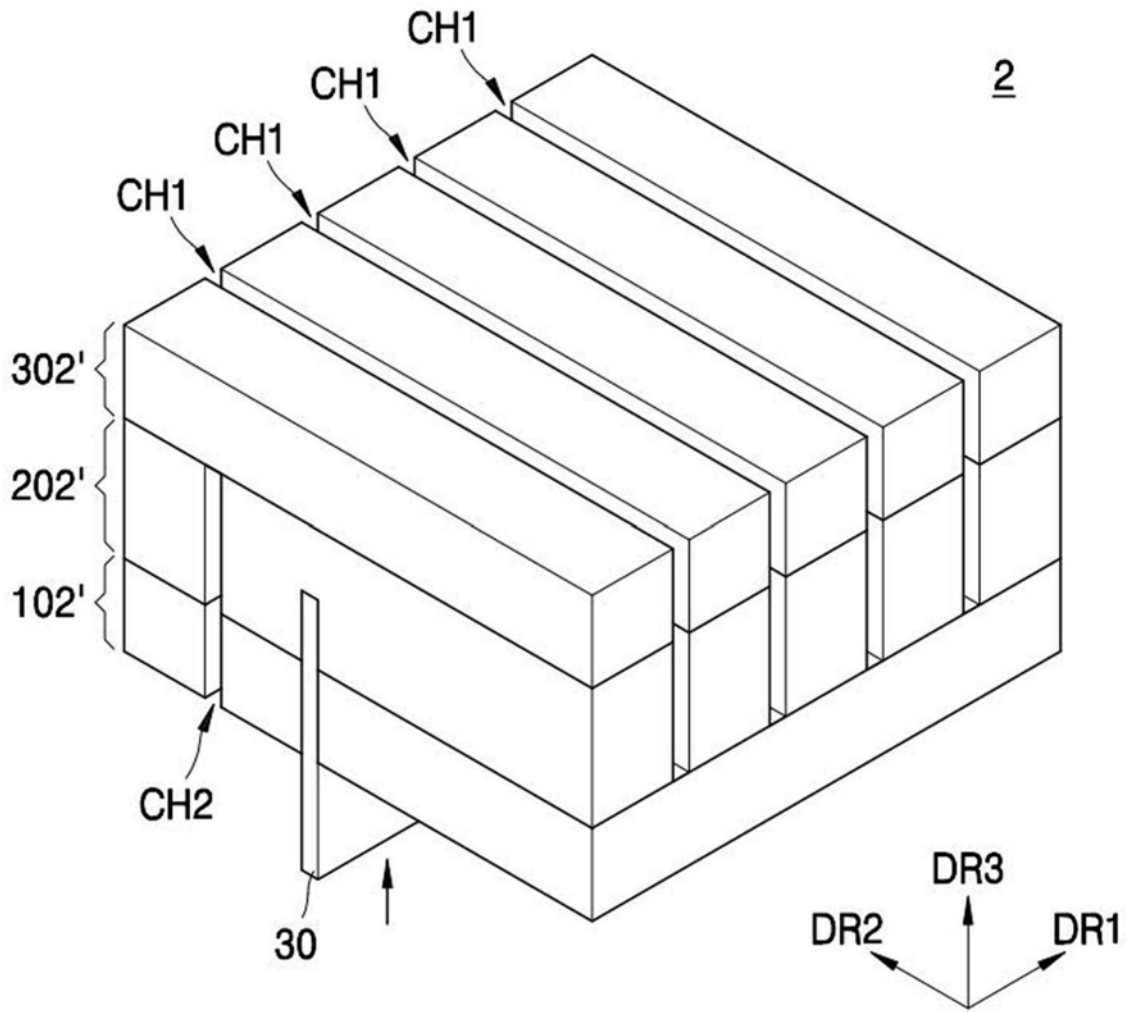


图8C

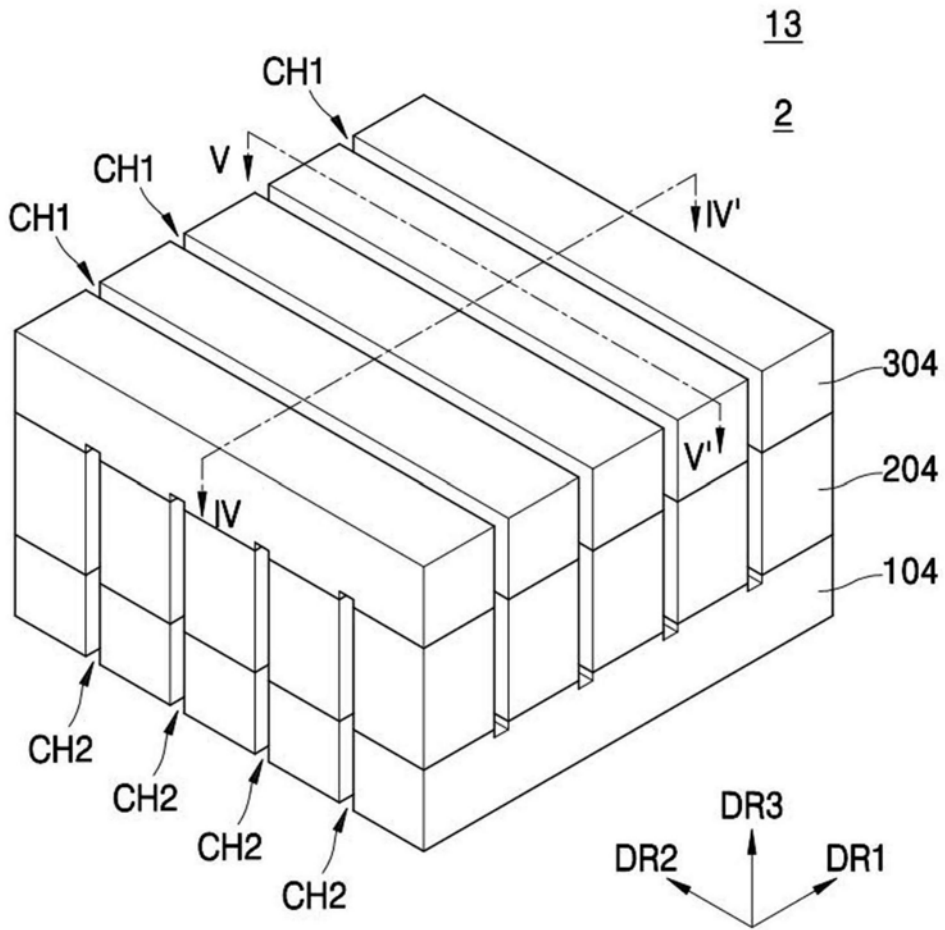


图9

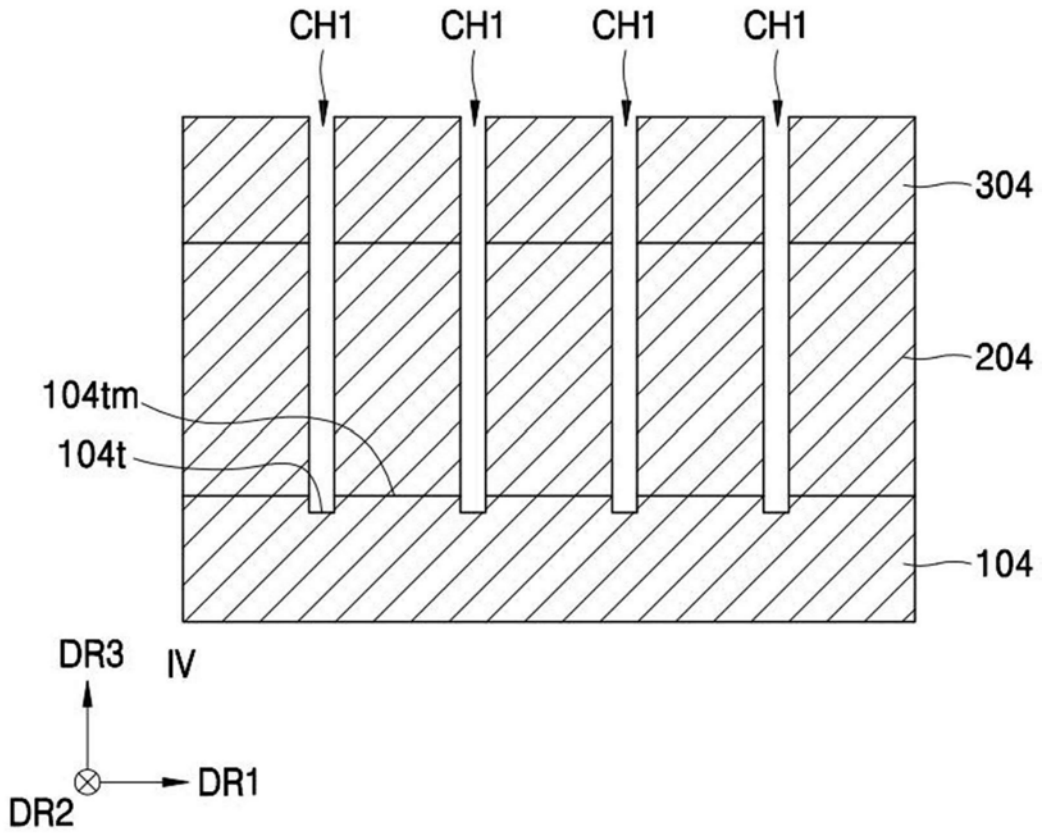


图10A

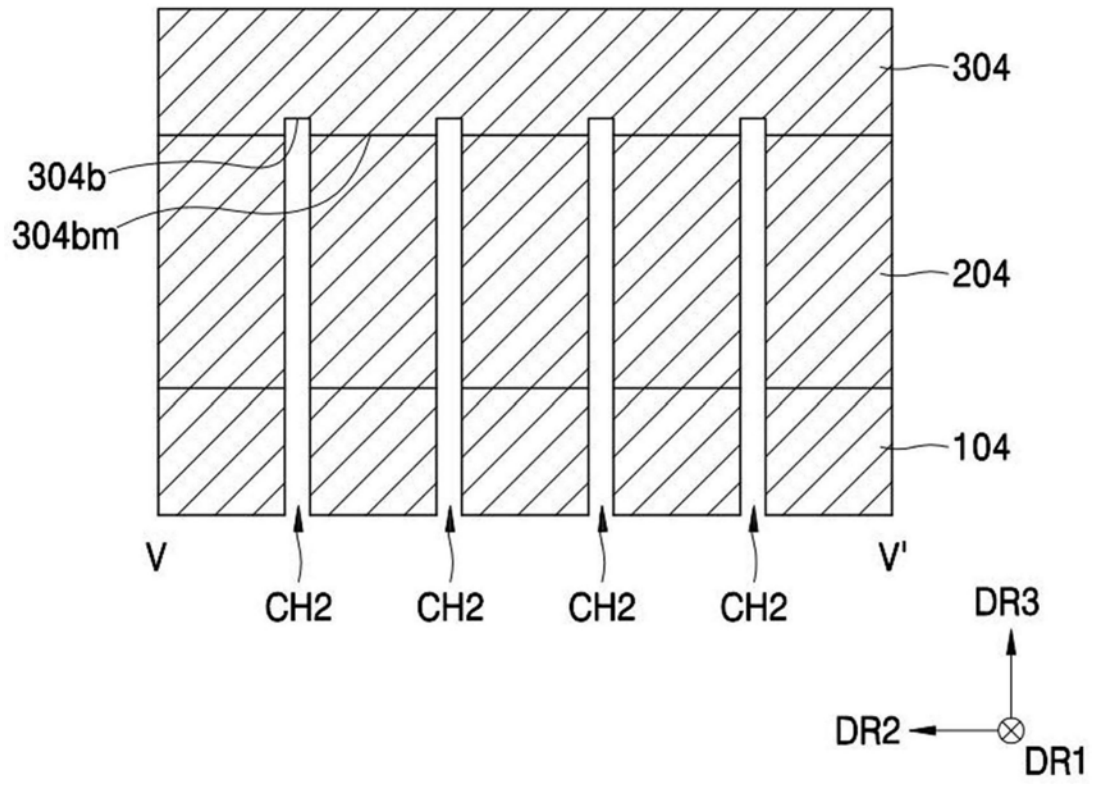


图10B

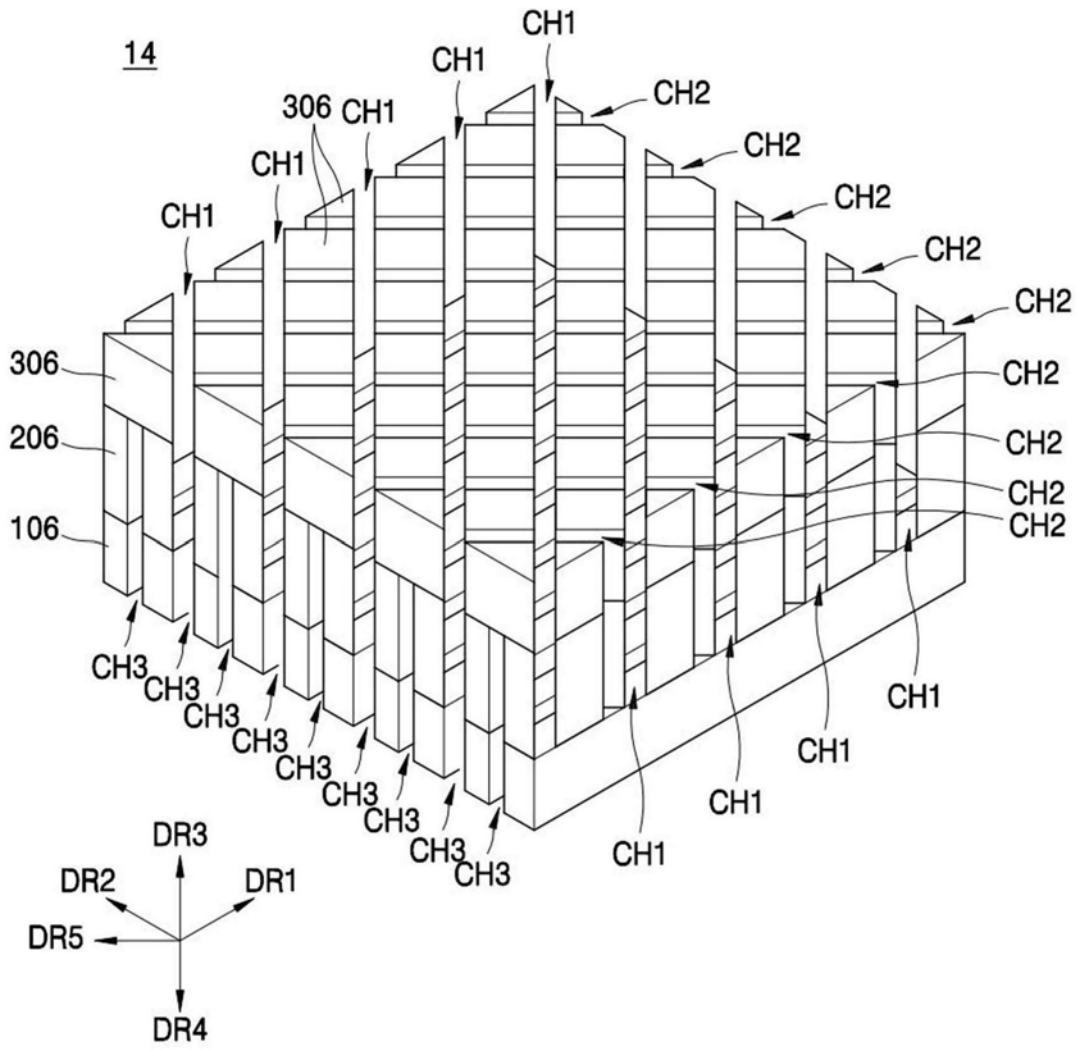


图11

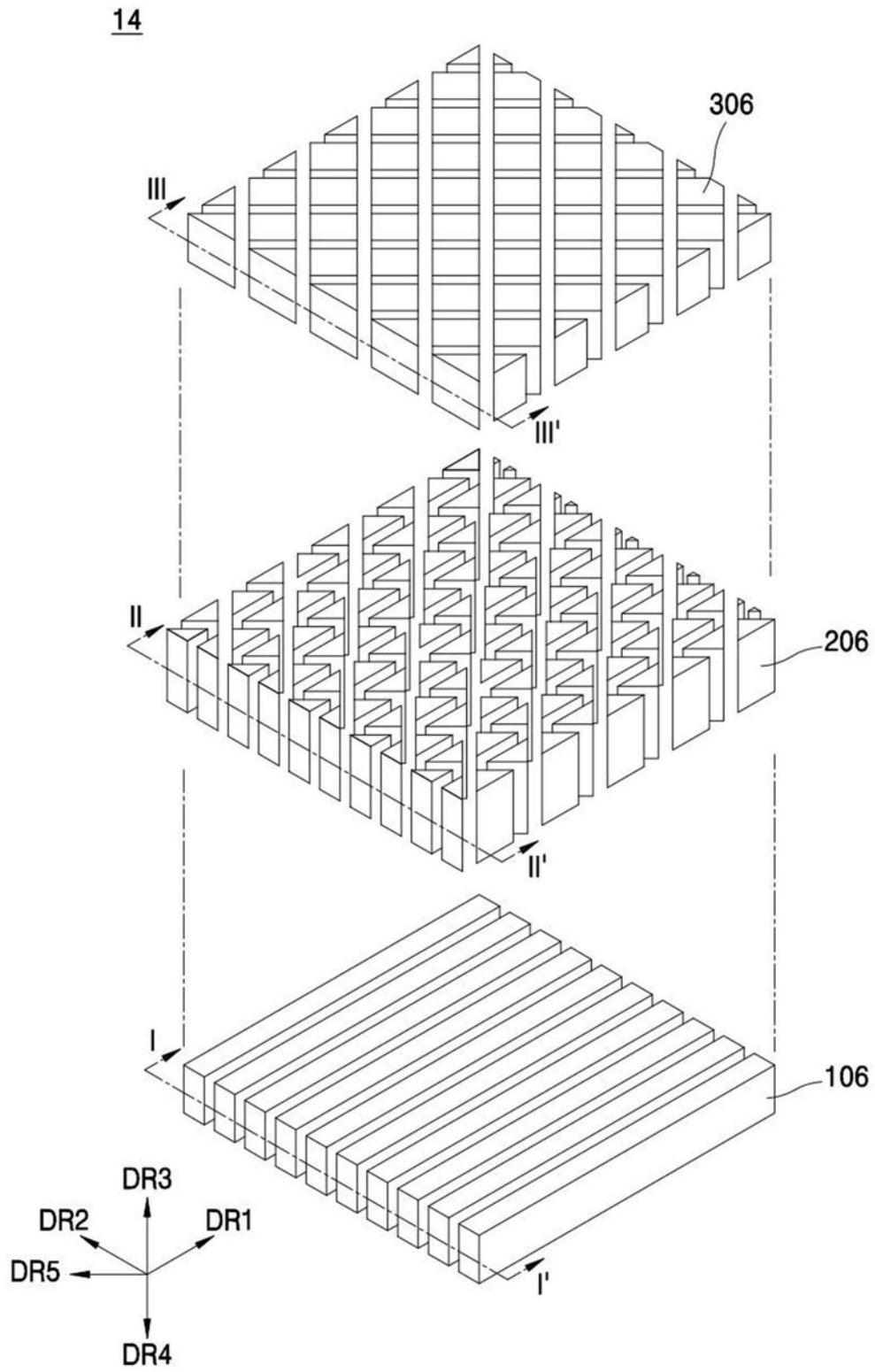


图12

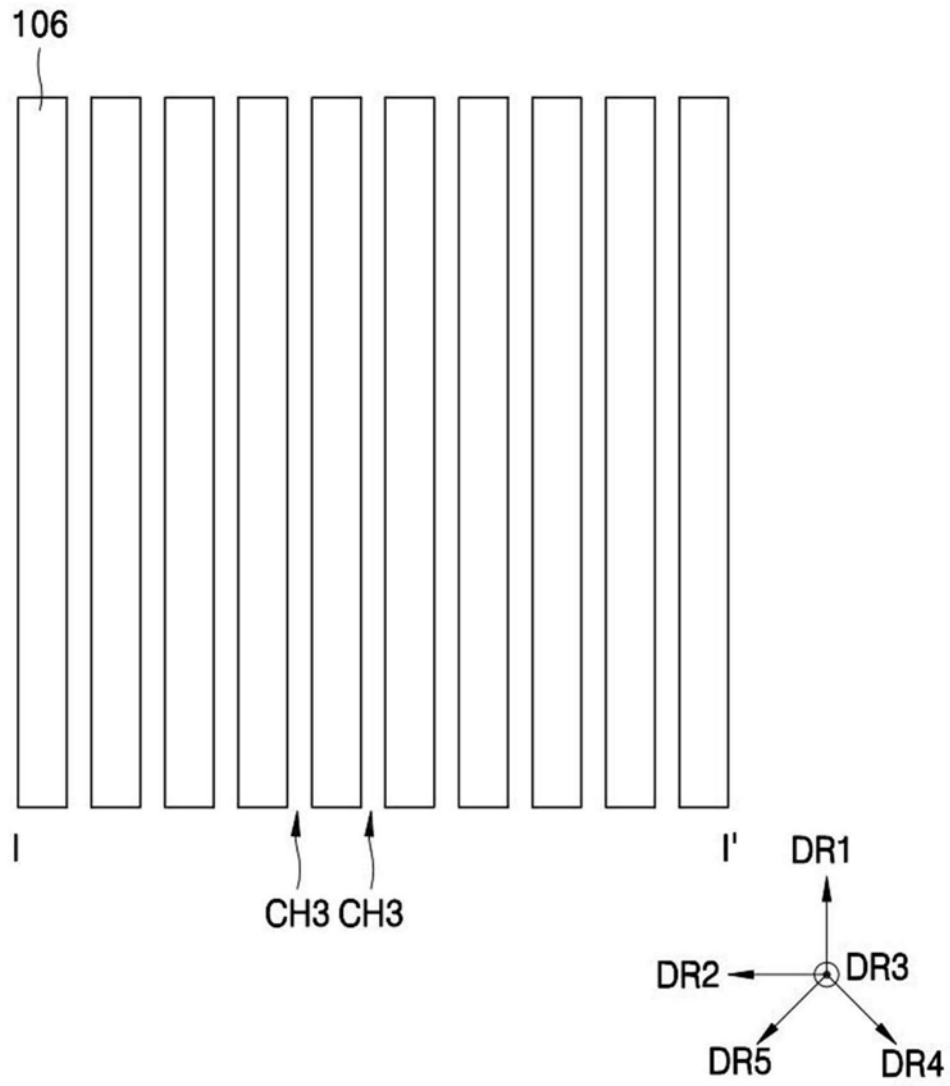


图13A

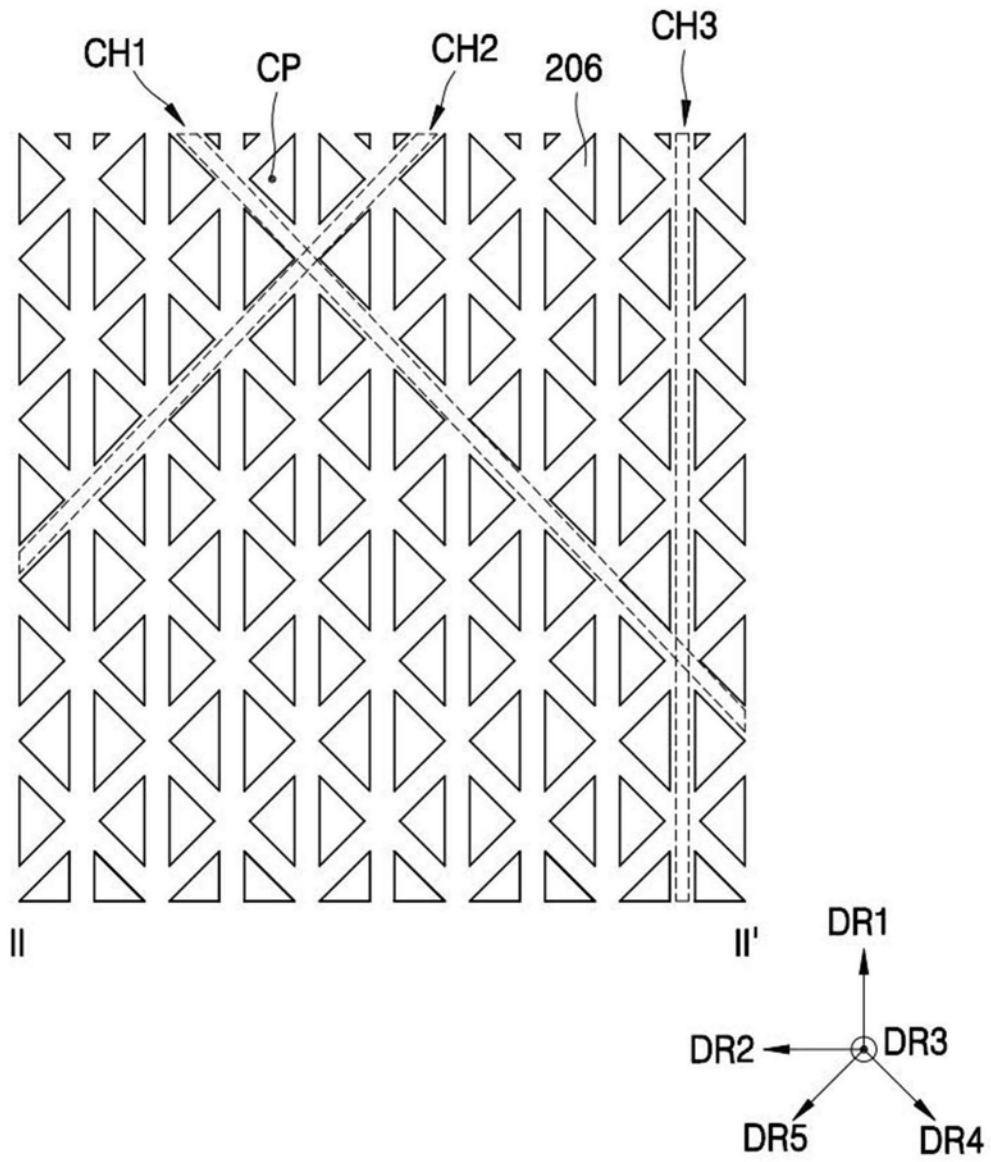


图13B

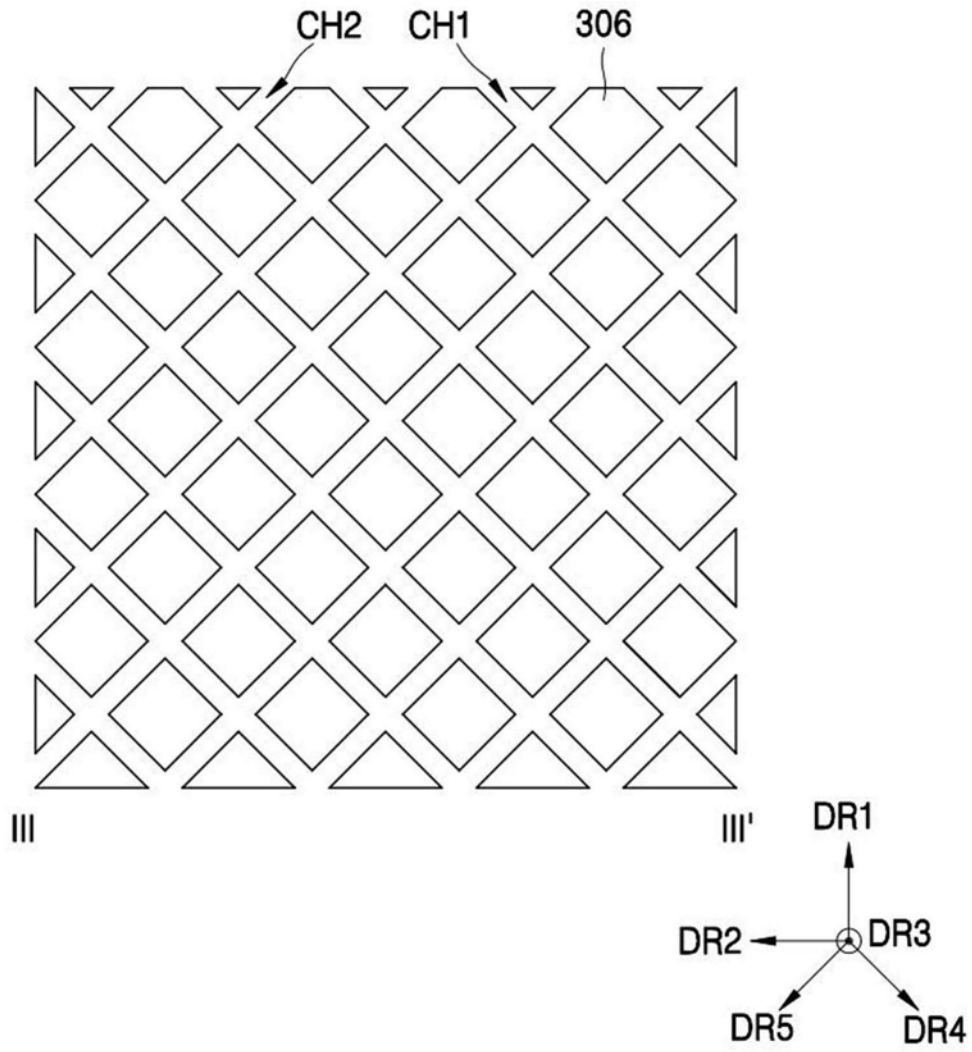


图13C

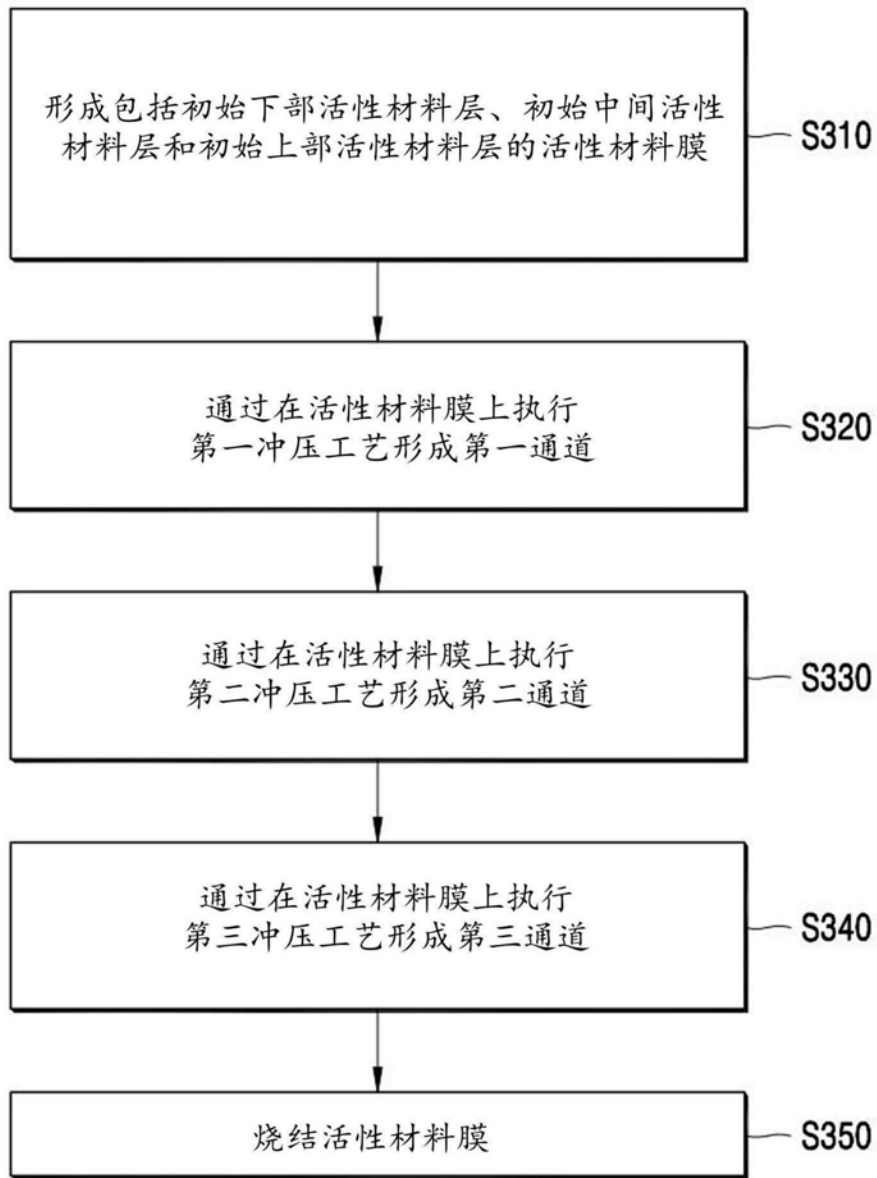


图14

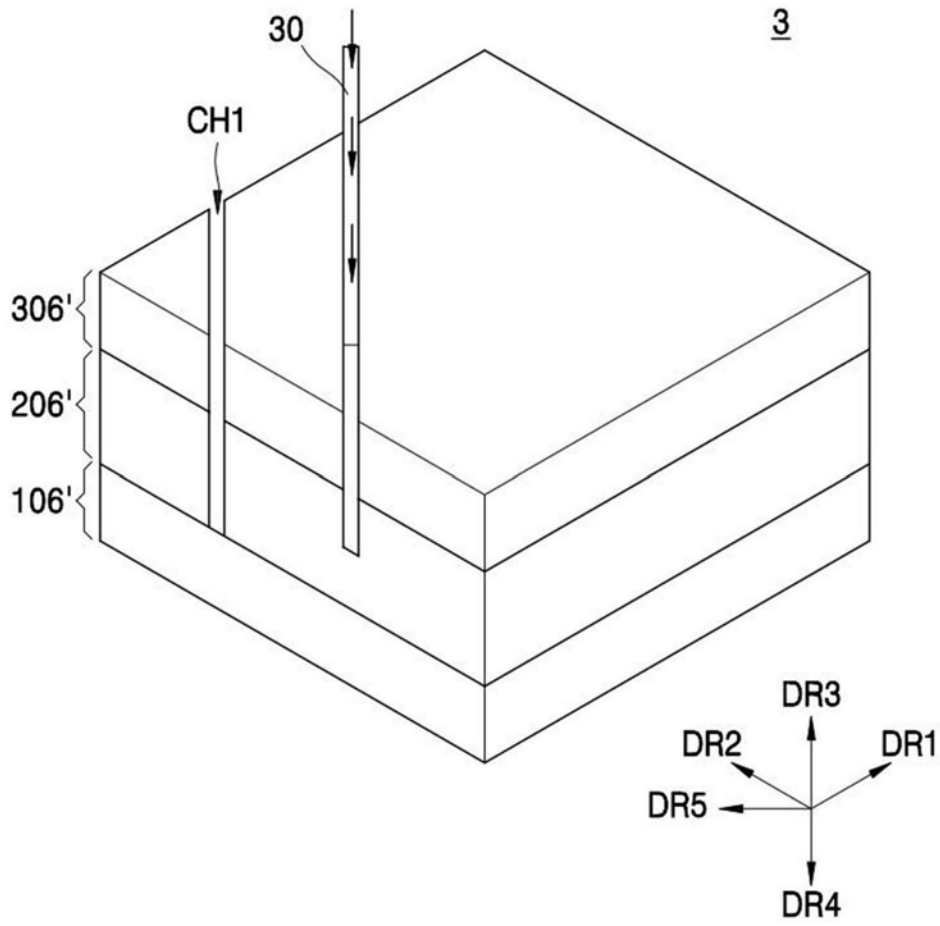


图15A

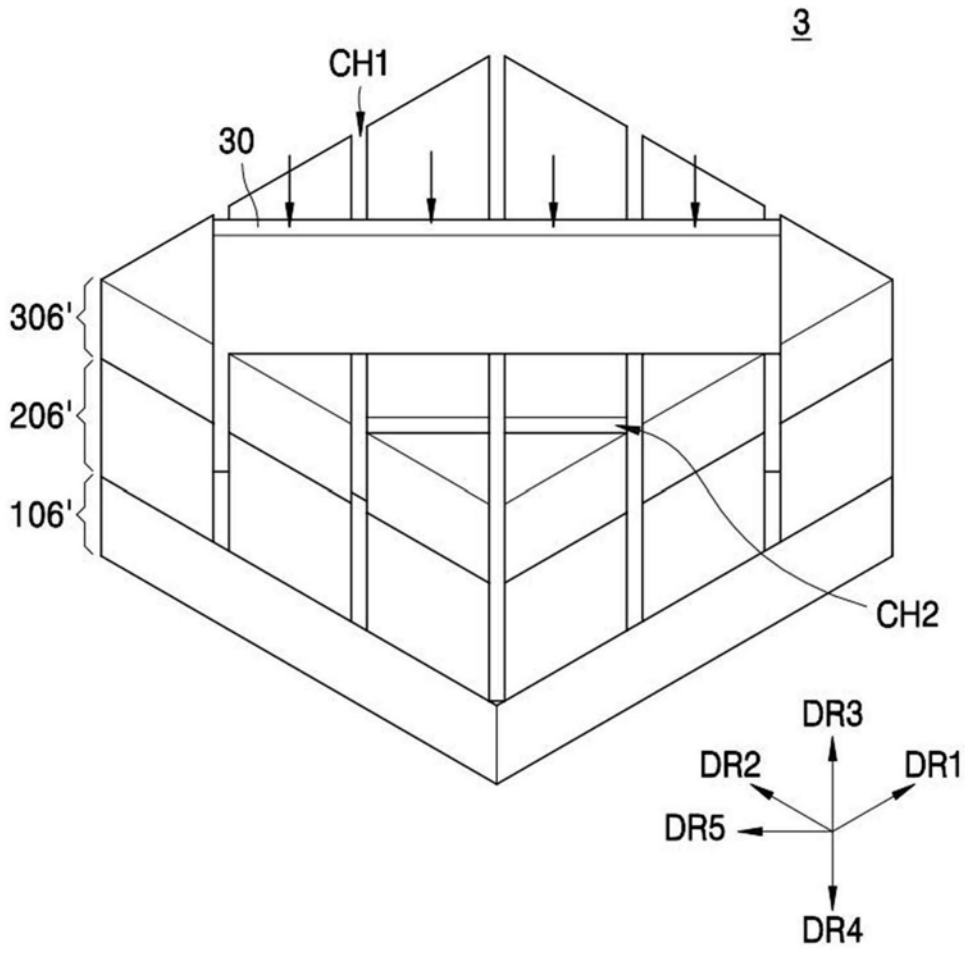


图15B

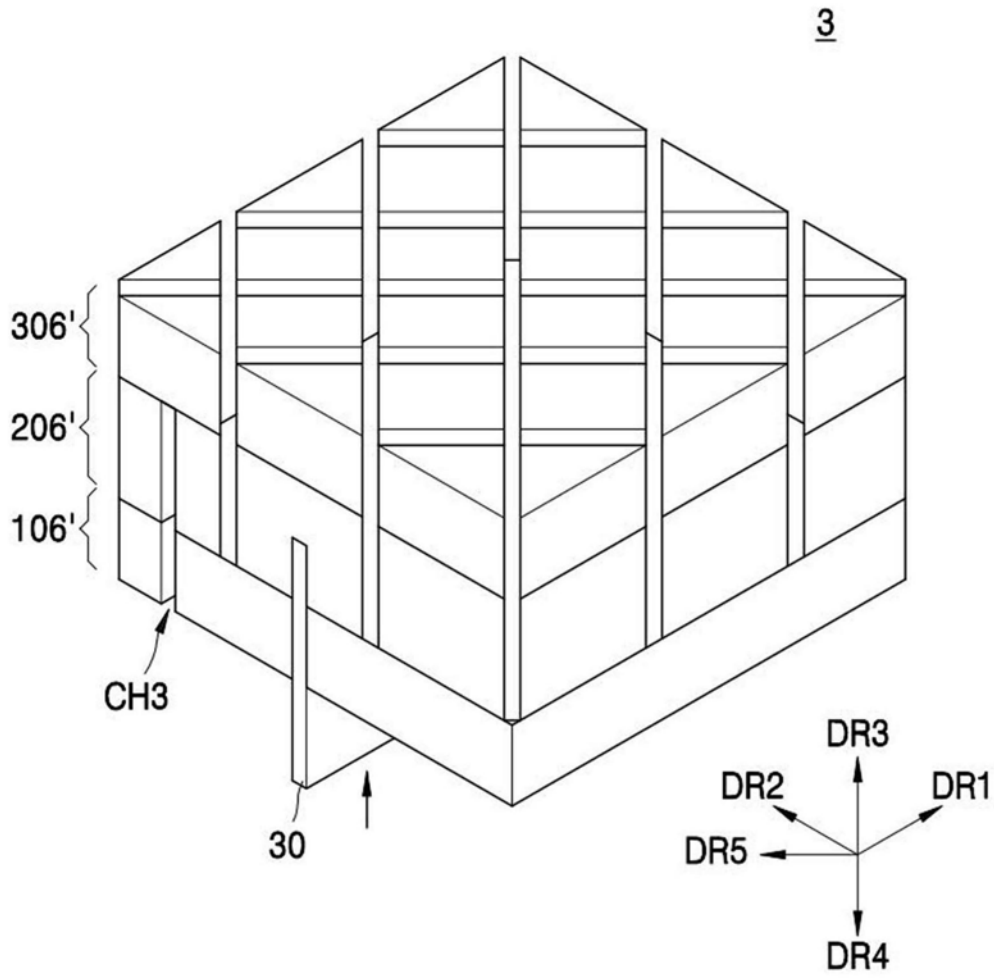


图15C

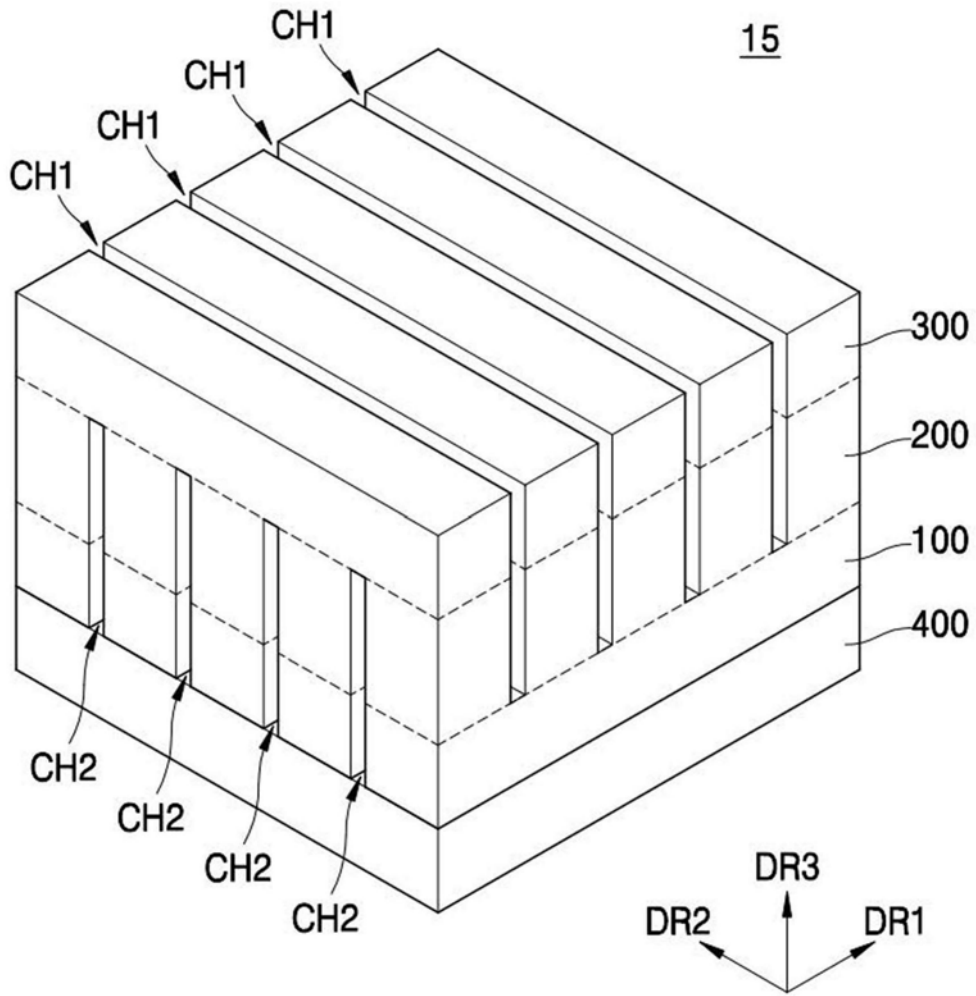


图16

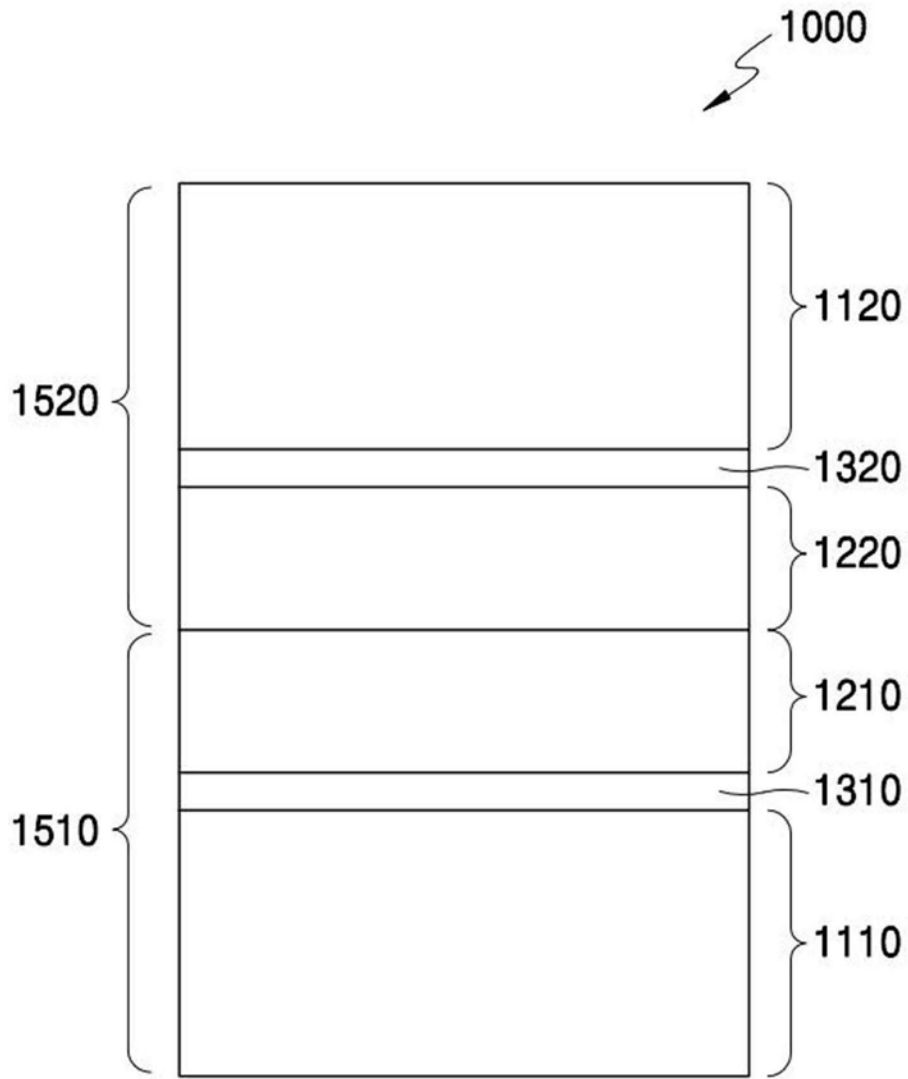


图17