(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110224176 A
(43)申请公布日 2019.09.10

(21)申请号 201910102509.X

(22)申请日 2019.01.31

(30)优先权数据
2018-037099 2018.03.02 JP

(71)申请人 三洋电机株式会社
地址 日本国大阪府

(72)发明人 松政义高 山中友和

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 高颖

(51)Int.Cl.
H01M 10/058(2010.01)
H01M 10/0525(2010.01)
H01M 2/26(2006.01)

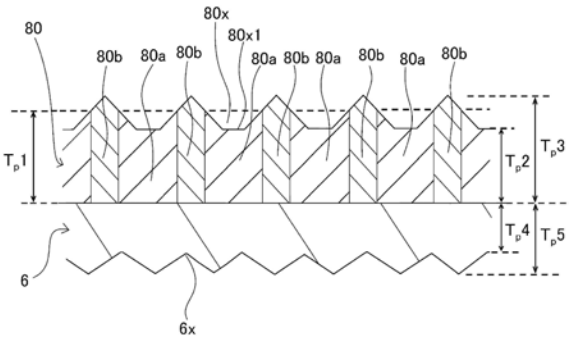
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

二次电池及其制造方法

(57)摘要

本发明提供二次电池及其制造方法。提供芯体与集电体的接合部的可靠性高的二次电池。二次电池具备在正极芯体上形成有正极活性物质层的正极板和与正极芯体接合的正极集电体(6),层叠的正极芯体具有与正极集电体(6)接合的接合部(80),在将正极芯体中不与正极集电体6接合的部分的1片的厚度与接合部(80)中的正极芯体的层叠数之积设为T_p1时,接合部(80)在正极芯体的层叠方向上具有厚度小于T_p1的第1区域(80a)和厚度大于T_p1的第2区域(80b)。



CN 110224176 A

1.一种二次电池,具备:

在金属制的第1芯体上形成有第1活性物质层的第1电极板;和

与层叠的所述第1芯体接合的金属制的第1集电体,

层叠的所述第1芯体具有与所述第1集电体接合的接合部,

在将不与所述第1集电体接合的部分的1片所述第1芯体的厚度与所述接合部中的所述第1芯体的层叠数之积设为T1时,

所述接合部在所述第1芯体的层叠方向上具有厚度小于T1的第1区域和厚度大于T1的第2区域。

2.根据权利要求1所述的二次电池,其中,

在所述第1区域形成凹部,

在所述凹部的底部形成平坦部。

3.根据权利要求1或2所述的二次电池,其中,

所述第2区域具有随着远离所述第1集电体而越来越细的形状。

4.根据权利要求1～3中任一项所述的二次电池,其中,

所述第1芯体是铝或铝合金制,

在将所述第1区域中厚度最小的部分的厚度设为T2,将所述第2区域中厚度最大的部分的厚度设为T3时,

T2/T1是0.70～0.95,T3/T1是1.02～1.53。

5.根据权利要求1～3中任一项所述的二次电池,其中,

所述第1芯体是铜或铜合金制,

在将所述第1区域中厚度最小的部分的厚度设为T2,将所述第2区域中厚度最大的部分的厚度设为T3时,

T2/T1是0.75～0.90,T3/T1是1.10～1.98。

6.根据权利要求1～5中任一项所述的二次电池,其中,

在所述第1区域,相互相接的所述第1芯体彼此被扩散接合。

7.根据权利要求1～6中任一项所述的二次电池,其中,

在所述第1区域,所述第1芯体在所述第1芯体的厚度方向上的中央部具有将所述第1芯体与所述第1集电体接合时不熔融的部分。

8.根据权利要求1～7中任一项所述的二次电池,其中,

所述第1区域中的所述第1芯体间的接合强度大于所述第2区域中的所述第1芯体间的接合强度。

9.根据权利要求1～8中任一项所述的二次电池,其中,

所述第1区域中厚度最小的部分的厚度T2大于所述第1集电体中与所述第1芯体接合的部分当中厚度最小的部分的厚度T4。

10.根据权利要求1～9中任一项所述的二次电池,其中,

在将所述第1区域中厚度最小的部分的厚度设为T2,将所述第1集电体中与所述第1芯体接合的部分当中厚度最小的部分的厚度设为T4,将所述第1集电体中与所述第1芯体接合的部分当中厚度最大的部分的厚度设为T5时,

(T5-T4)大于(T1-T2)。

11.一种二次电池的制造方法,所述二次电池具备:

在金属制的第1芯体上形成有第1活性物质层的第1电极板;和

与层叠的所述第1芯体接合的金属制的第1集电体,

所述二次电池的制造方法具有:

第1工序,在层叠的所述第1芯体的外表面配置所述第1集电体;和

第2工序,通过将所述层叠的第1芯体和所述第1集电体用砧座以及焊头夹着来施加超声波振动,从而将所述层叠的第1芯体和所述第1集电体接合,由此在所述层叠的第1芯体形成与所述第1集电体接合的接合部,

在将接合前的状态下的所述第1芯体的1片的厚度与所述接合部中的所述第1芯体的层叠数之积设为T1时,

通过所述第2工序,在所述接合部,在所述第1芯体的层叠方向上形成厚度小于T1的第1区域和厚度大于T1的第2区域。

12.根据权利要求11所述的二次电池的制造方法,其中,

在所述第2工序中,构成成为所述第1区域的部分的金属的一部分向成为所述第2区域的部分移动。

13.根据权利要求11或12所述的二次电池的制造方法,其中,

在所述第2工序中,所述第1区域中的所述第1芯体的厚度方向的中央部不熔融,所述第1芯体的表面彼此通过扩散结合而接合。

14.根据权利要求11～13中任一项所述的二次电池的制造方法,其中,

在所述第1区域形成凹部,

在所述凹部的底部形成平坦部。

15.根据权利要求11～14中任一项所述的二次电池的制造方法,其中,

所述第2区域具有随着远离所述第1集电体而越来越细的形状。

16.根据权利要求11～15中任一项所述的二次电池的制造方法,其中,

所述第1芯体是铝或铝合金制,

在将所述第1区域中厚度最小的部分的厚度设为T2,将所述第2区域中厚度最大的部分的厚度设为T3时,

T2/T1是0.70～0.95,T3/T1是1.02～1.53。

17.根据权利要求11～15中任一项所述的二次电池的制造方法,其中,

所述第1芯体是铜或铜合金制,

在将所述第1区域中厚度最小的部分的厚度设为T2,将所述第2区域中厚度最大的部分的厚度设为T3时,

T2/T1是0.75～0.90,T3/T1是1.10～1.98。

18.根据权利要求11～17中任一项所述的二次电池的制造方法,其中,

所述第1区域中的所述第1芯体间的接合强度大于所述第2区域中的所述第1芯体间的接合强度。

19.根据权利要求11～18中任一项所述的二次电池的制造方法,其中,

所述第1区域中厚度最小的部分的厚度T2大于所述第1集电体中与所述第1芯体接合的部分当中厚度最小的部分的厚度T4。

20.根据权利要求11～19中任一项所述的二次电池的制造方法,其中,

在将所述第1区域中厚度最小的部分的厚度设为T2,将所述第1集电体中与所述第1芯体接合的部分当中厚度最小的部分的厚度设为T4,将所述第1集电体中与所述第1芯体接合的部分当中厚度最大的部分的厚度设为T5时,

(T5-T4)大于(T1-T2)。

二次电池及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及二次电池及其制造方法。

背景技术

[0002] 非水电解质二次电池等二次电池利用在混合动力电动汽车、电动汽车、大型蓄电系统等中。

[0003] 这些二次电池具备电极体，该电极体将在金属制的正极芯体上具有正极活性物质层的正极板、和在金属制的负极芯体上具有负极活性物质层的负极板隔着隔板层叠或卷绕而成。并且，与正极端子电连接的正极集电体连接于层叠的正极芯体，与负极端子电连接的负极集电体连接于层叠的负极芯体。

[0004] 作为正极集电体与正极芯体的连接方法、以及负极集电体与负极芯体的连接方法，使用超声波接合、电阻焊接、激光焊接等(下述专利文献1、下述专利文献2)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：JP专利第5472687号公报

[0008] 专利文献2：JP特开2009-047609号公报

发明内容

[0009] 本发明的一个目的在于，提供集电体与层叠的芯体的接合部的可靠性高的二次电池。

[0010] 本发明的一个形态的二次电池具备：在金属制的第1芯体上形成有第1活性物质层的第1电极板；和与层叠的所述第1芯体接合的金属制的第1集电体，层叠的所述第1芯体具有与所述第1集电体接合的接合部，在将不与所述第1集电体接合的部分的1片所述第1芯体的厚度与所述接合部中的所述第1芯体的层叠数之积设为T1时，所述接合部在所述第1芯体的层叠方向上具有厚度小于T1的第1区域和厚度大于T1的第2区域。

[0011] 根据本发明的一个形态的二次电池结构，会成为集电体与层叠的芯体的接合部的可靠性高的二次电池。

[0012] 在本发明的一个形态的二次电池的制造方法中，所述二次电池具备：在金属制的第1芯体上形成有第1活性物质层的第1电极板；和与层叠的所述第1芯体接合的金属制的第1集电体，所述二次电池的制造方法具有：第1工序，在层叠的所述第1芯体的外表面配置所述第1集电体；和第2工序，通过将所述层叠的第1芯体和所述第1集电体用砧座以及焊头夹着来施加超声波振动，从而将所述层叠的第1芯体和所述第1集电体接合，由此在所述层叠的第1芯体形成与所述第1集电体接合的接合部，在将接合前的状态下的所述第1芯体的1片的厚度与所述接合部中的所述第1芯体的层叠数之积设为T1时，通过所述第2工序，在所述接合部，在所述第1芯体的层叠方向上形成厚度小于T1的第1区域和厚度大于T1的第2区域。

[0013] 根据本发明的一个形态的二次电池的制造方法，能提供集电体与层叠的芯体的接

合部的可靠性高的二次电池。

[0014] 发明效果

[0015] 能提供集电体与层叠的芯体的接合部的可靠性高的二次电池。

附图说明

[0016] 图1是表示将实施方式所涉及的二次电池的电池壳体正面部分和绝缘薄片正面部分取下的电池内部的主视图。

[0017] 图2是实施方式所涉及的二次电池的顶视图。

[0018] 图3的(a)是实施方式所涉及的正极板的俯视图。(b)是实施方式所涉及的负极板的俯视图。

[0019] 图4是表示将层叠的芯体和集电体用焊头和砧座夹入的状态的图。

[0020] 图5是正极集电体和层叠的正极芯体的连接部附近的图，(a)是表示正极芯体侧的面的图，(b)是表示正极集电体侧的面的图。

[0021] 图6是沿着图5的(a)中的VI-VI线的截面图。

[0022] 图7是负极集电体与层叠的负极芯体的接合部附近的图，(a)是表示负极芯体侧的面的图，(b)是表示负极集电体侧的面的图。

[0023] 图8是沿着图7的(a)中的VIII-VIII线的截面图。

[0024] 附图标记说明

[0025] 100 方形二次电池

[0026] 200 电池壳体

[0027] 1 方形包装体

[0028] 2 封口板

[0029] 3 卷绕电极体

[0030] 4 正极板

[0031] 4a 正极芯体

[0032] 4b 正极活性物质层

[0033] 5 负极板

[0034] 5a 负极芯体

[0035] 5b 负极活性物质层

[0036] 6 正极集电体

[0037] 6x 集电体凹部

[0038] 7 正极端子

[0039] 7a 凸边部

[0040] 8 负极集电体

[0041] 8x 集电体凹部

[0042] 9 负极端子

[0043] 9a 凸边部

[0044] 10 内部侧绝缘构件

[0045] 11 外部侧绝缘构件

[0046] 12 内部侧绝缘构件

[0047] 13 外部侧绝缘构件

[0048] 14 绝缘薄片

[0049] 15 气体排出阀

[0050] 16 电解液注液孔

[0051] 17 密封栓

[0052] 80、81 接合部

[0053] 80a、81a 第1区域

[0054] 80b、81b 第2区域

[0055] 80x、81x 芯体凹部

[0056] 80x1、81x1 平坦部

[0057] 90 焊头

[0058] 90a 焊头突起

[0059] 91 砧座

[0060] 91a 砧座突起

具体实施方式

[0061] 以下说明本发明的实施方式。另外，本发明并不限定于以下的形态。首先使用图1以及图2来说明实施方式所涉及的方形二次电池100的结构。

[0062] 如图1以及图2所示那样，方形二次电池100具备：在上方具有开口的方形包装体1；和将该开口封口的封口板2。由方形包装体1以及封口板2构成电池壳体200。方形包装体1以及封口板2分别是金属制，优选是铝或铝合金制。在方形包装体1内同非水电解质一起收容将正极板和负极板隔着隔板(均图示省略)卷绕而成的扁平状的卷绕电极体3。在正极板中，在金属制的正极芯体上形成包含正极活性物质的正极活性物质层，沿着长边方向形成露出正极芯体的正极芯体露出部。另外，在负极板中，在金属制的负极芯体上形成包含负极活性物质的负极活性物质层，沿着长边方向形成露出负极芯体的负极芯体露出部。另外，优选，正极芯体是铝或铝合金制，负极芯体是铜或铜合金制。

[0063] 卷绕电极体3以将在卷绕轴延伸的方向的一端侧未形成正极活性物质层的正极芯体4a层叠的状态配置。正极芯体4a通过卷绕而成为层叠的状态。在层叠的正极芯体4a连接正极集电体6。另外，正极集电体6优选是铝或铝合金制。

[0064] 卷绕电极体3以将在卷绕轴延伸的方向的另一端侧未形成负极活性物质层的负极芯体5a层叠的状态配置。负极芯体5a通过卷绕而成为层叠的状态。在层叠的负极芯体5a连接负极集电体8。另外，负极集电体8优选是铜或铜合金制。

[0065] 正极端子7具有：配置于封口板2的电池外部侧的凸边部7a；和插入到设于封口板2的贯通孔中的插入部。正极端子7是金属制，优选是铝或铝合金制。另外，负极端子9具有：配置于封口板2的电池外部侧的凸边部9a；和插入到设于封口板2的贯通孔中的插入部。负极端子9是金属制，优选是铜或铜合金制。另外，负极端子9可以具有铝或铝合金制的部分和铜或铜合金制的部分。在该情况下，优选铝或铝合金制的部分比封口板2更向外侧突出，铜或铜合金制的部分与负极集电体8连接。

[0066] 正极端子7以及正极集电体6分别经由树脂制的内部侧绝缘构件10、树脂制的外部侧绝缘构件11固定在封口板2。负极端子9以及负极集电体8分别经由树脂制的内部侧绝缘构件12、树脂制的外部侧绝缘构件13固定在封口板2。内部侧绝缘构件10配置在封口板2和正极集电体6之间，外部侧绝缘构件11配置在封口板2和正极端子7之间。内部侧绝缘构件12配置在封口板2和负极集电体8之间，外部侧绝缘构件13配置在封口板2和负极端子9之间。卷绕电极体3以被绝缘薄片14覆盖的状态收容在方形包装体1内。封口板2通过激光焊接等与方形包装体1的开口缘部焊接连接。封口板2具有电解液注液孔16，该电解液注液孔16在注入电解液后被密封栓17密封。在封口板2形成气体排出阀15，该气体排出阀15用于在电池内部的压力成为给定值以上的情况下将气体排出。

[0067] <电极体的制作>

[0068] 接下来说明卷绕电极体3的制作方法。

[0069] 制作包含作为正极活性物质的锂镍钴锰复合氧化物、导电剂、粘合剂以及分散介质的正极混合剂浆料。接下来，在作为正极芯体4a的厚度15μm的带状的铝箔的两面涂敷正极混合剂浆料。之后，使正极混合剂浆料干燥，除去分散介质。由此，在正极芯体4a的两面形成正极活性物质层4b。然后，将正极活性物质层4b压缩到给定的填充密度，形成正极板4。图3的(a)是正极板4的俯视图。正极板4在短边方向的一侧的端部具有未形成正极活性物质层4b的给定宽度的正极芯体露出部。

[0070] 制作包含作为负极活性物质的石墨粉末、粘合剂以及分散介质的负极混合剂浆料。接下来，在作为负极芯体5a的厚度8μm的带状的铜箔的两面涂敷负极混合剂浆料。之后，使负极混合剂浆料干燥，除去分散介质。由此，在负极芯体5a的两面形成负极活性物质层5b。然后，将负极活性物质层5b压缩成给定的填充密度，形成负极板5。图3的(b)是负极板5的俯视图。负极板5在短边方向的一侧的端部具有未形成负极活性物质层5b的给定宽度的负极芯体露出部。

[0071] 将用上述的方法得到的正极板4的正极芯体露出部和负极板5的负极芯体露出部错开，以便不与分别对置的电极的活性物质层重叠，并使聚乙烯制的多孔质隔板介于之间进行卷绕，成形为扁平状。由此，形成在一个端部层叠正极芯体4a且在另一个端部层叠负极芯体5a的扁平状的卷绕电极体3。

[0072] <部件向封口板的安装>

[0073] 接下来，以正极侧为例来说明正极集电体6、正极端子7、负极集电体8以及负极端子9向封口板2的安装方法。另外，关于负极侧，也能用与正极侧同样的方法进行安装。

[0074] 在封口板2的电池外部侧配置外部侧绝缘构件11，在封口板2的电池内部侧配置内部侧绝缘构件10以及正极集电体6。并且，将正极端子7的插入部从电池外部侧插入到分别设于外部侧绝缘构件11、封口板2、内部侧绝缘构件10以及正极集电体6的贯通孔中，将插入部的前端侧铆接在正极集电体6上。由此，正极端子7、外部侧绝缘构件11、封口板2、内部侧绝缘构件10以及正极集电体6被一体固定。另外，优选将正极端子7的插入部的前端的被铆接的部分与正极集电体6焊接。

[0075] <集电体向电极体的安装>

[0076] 接下来，说明正极集电体6以及负极集电体8向卷绕电极体3的安装方法。

[0077] [正极集电体与正极芯体的连接]

[0078] 在将厚度15μm的铝制的正极芯体4a层叠60片而成的部分的一个外表面配置厚度0.8mm的铝制的正极集电体6。

[0079] 接下来，如图4所示那样，将层叠的正极芯体4a和正极集电体6用超声波接合装置的焊头90和砧座91夹入。这时，焊头90配置成与层叠的正极芯体4a的外表面相接。砧座91配置成与正极集电体6中与正极芯体4a相接的面的相反侧的面相接。

[0080] 然后，通过使焊头90振动来将层叠的正极芯体4a彼此以及正极芯体4a和正极集电体6接合。超声波接合的条件并没有特别限定，优选以焊头负荷1000N～2500N(100kgf～250kgf)、频率19kHz～30kHz、接合时间200ms～500ms进行超声波接合。另外，在频率20kHz的情况下，优选将焊头振幅设为50％～90％。

[0081] 对层叠的正极芯体4a以及正极集电体6施加超声波振动来通过摩擦将正极芯体4a以及正极集电体6的表面的氧化膜去掉，正极芯体4a彼此之间、正极芯体4a和正极集电体6之间进行固相接合而被牢固地接合。

[0082] 在焊头90中与正极芯体4a相接的面形成多个焊头突起90a，以焊头突起90a侵入层叠的正极芯体4a的状态进行超声波接合。

[0083] 另外，在砧座91中与正极集电体6相接的面形成多个砧座突起91a，以砧座突起91a侵入正极集电体6的状态进行超声波接合。

[0084] 通过对层叠的正极芯体4a和正极集电体6进行超声波接合而在层叠的正极芯体4a形成与正极集电体6接合的接合部80。在接合部80形成多个凹凸。另外，在正极集电体6中接合了层叠的正极芯体4a的区域的、配置层叠的正极芯体4a的一侧的相反侧的面形成多个集电体凹部6x。

[0085] 图6是沿着图5(a)中的VI-VI线的截面图。

[0086] 将未与正极集电体6接合的部分的正极芯体4a(例如是正极芯体4a中与正极集电体6对应的部分且是未与正极集电体6接合的部分)的1片的厚度与接合部80中的正极芯体4a的层叠数之积设为T_p1。层叠的正极芯体4a的接合部80具有厚度小于T_p1的第1区域80a和厚度大于T_p1的第2区域80b。通过具有这样的结构，能抑制在正极芯体4a出现损伤、断裂，且能将正极芯体4a和正极集电体6牢固地接合。

[0087] 将第1区域80a中厚度最小的部分的厚度设为T_p2。将第2区域80b中厚度最大的厚度设为T_p3。厚度T_p2、厚度T_p3为了满足超声波接合部的合适的剥离强度、导通、外观而以超声波接合装置的焊头负荷、频率、焊头振幅、接合时间的设定进行控制。特别优选通过焊头振幅的设定进行控制。

[0088] 在第1区域80a中，各正极芯体4a彼此被扩散接合。优选各正极芯体4a彼此固相接合。在第1区域80a中，优选在1片正极芯体4a的厚度方向上的中央部存在超声波接合时不熔融、凝固的区域。由此，能有效地抑制第1区域80a中厚度最小的部分的厚度过于变小，能更有效地防止正极芯体4a损伤、断裂。例如将超声波接合前的正极芯体4a的1片的厚度设为T_px。然后，关于第1区域80a，将超声波接合后的正极芯体4a的厚度方向上一个面侧的扩散层和另一个面侧的扩散层之间的距离设为T_py。这时，优选T_py/T_px为0.5以上，更优选为0.6以上，进一步优选为0.8以上。

[0089] 另外，优选与形成于第1区域80a的芯体凹部80x的数量相比，形成于正极集电体6的集电体凹部6x的数量更多。

[0090] 优选第1区域80a中的正极芯体4a彼此的接合强度(剥离强度)大于第2区域80b中的正极芯体4a彼此的接合强度(剥离强度)。由此,能将层叠的正极芯体4a和正极集电体6牢固地接合,并能更有效地抑制正极芯体4a的损伤、断裂。

[0091] 优选在形成于第1区域80a的芯体凹部80x的底部形成平坦部80x1。若是这样的结构,则在超声波接合时,在成为第1区域80a的部分会促进摩擦作用,从而各正极芯体4a间、正极芯体4a和正极集电体6之间会被更牢固地接合。

[0092] 在沿着正极芯体4a的层叠方向来看时,一个平坦部80x1的面积优选是0.01mm^2～0.60mm^2,更优选是0.01mm^2～0.25mm^2,进一步优选是0.01mm^2～0.16mm^2。

[0093] 另外,优选不在形成于正极集电体6的集电体凹部6x的底部形成平坦部。或者,优选在形成于正极集电体6的集电体凹部6x的底部形成的一个平坦部的面积小于一个平坦部80x1的面积。

[0094] 第2区域80b优选具有随着从正极集电体6远离而越来越细的形状。由此,在超声波接合时,构成成为第1区域80a的部分的金属会延展,成为第2区域80b的部分易于将该延展的构成成为第1区域80a的部分的金属接纳。因而,能更有效地抑制正极芯体4a损伤、断裂。另外,优选将在形成于第1区域80a的一个芯体凹部80x和其他芯体凹部80x之间形成的突出部的顶部包含在内的部分成为第2区域80b。

[0095] 另外,在第2区域80b中,能设为随着从正极集电体6远离而使正极芯体4a彼此的接合强度变低的结构。若是这样的结构,就能更有效地抑制正极芯体4a的损伤、断裂。例如在第2区域80b中,可以在正极芯体4a的层叠方向上的外表面附近,在正极芯体4a彼此之间形成间隙。

[0096] 在正极芯体4a是铝或铝合金制的情况下,在将第1区域80a中厚度最小的部分的厚度设为T_p2,将第2区域80b中厚度最大的部分的厚度设为T_p3时,优选T_p2/T_p1是0.70～0.95,T_p3/T_p1是1.02～1.53。由此,能更可靠地抑制正极芯体4a的损伤、破损,且能将正极芯体4a和正极集电体6更牢固地接合。另外,T_p3/T_p1更优选是1.05～1.23。

[0097] 另外,第2区域80b中厚度最大的部分的厚度T_p3与第1区域80a中厚度最小的部分的厚度T_p2之差(T_p3-T_p2)优选是0.8mm以下,更优选是0.1mm～0.5mm,进一步优选是0.2mm～0.4mm。

[0098] 另外,优选在第1区域80a中,对层叠的正极芯体4a当中最远离正极集电体6的正极芯体4a按照使超声波接合引起的延展率X成为20%以下的方式进行超声波接合。由此,能更可靠地抑制正极芯体4a的损伤、破损。另外,延展率X以(超声波接合后的正极芯体4a的长度-超声波接合前的正极芯体4a的长度)/(超声波接合前的正极芯体4a的长度)×100来算出。

[0099] 另外,优选在第2区域80b中,对层叠的正极芯体4a当中最远离正极集电体6的正极芯体4a按照使超声波接合引起的延展率Y小于延展率X的方式进行超声波接合。由此,能更可靠地抑制正极芯体4a的损伤、破损。优选在第2区域80b中,对层叠的正极芯体4a当中最远离正极集电体6的正极芯体4a按照使超声波接合引起的延展率Y成为5%以下的方式进行超声波接合。

[0100] 优选第1区域80a中厚度最小的部分的厚度T_p2大于正极集电体6中与正极芯体4a接合的部分当中厚度最小的部分的厚度T_p4。

[0101] 将未与正极集电体6接合的部分的正极芯体4a的1片的厚度与接合部80中的正极芯体4a的层叠数之积设为T_p1。

[0102] 将第1区域80a中厚度最小的部分的厚度设为T_p2。

[0103] 将正极集电体6中接合了正极芯体4a的部分当中厚度最小的部分的厚度设为T_p4。

[0104] 将正极集电体6中接合了正极芯体4a的部分当中厚度最大的部分的厚度设为T_p5。

[0105] 这时优选(T_p5-T_p4)大于(T_p1-T_p2)。

[0106] 在正极芯体4a是铝或铝合金制的情况下,正极芯体4a的厚度优选是5μm～30μm,更优选是8μm～25μm,进一步优选是10μm～20μm。

[0107] 另外,在正极芯体4a是铝或铝合金制的情况下,正极芯体4a的层叠数优选是20层～100层,更优选是30层～90层,进一步优选是40层～80层。

[0108] 在正极集电体6是铝或铝合金制的情况下,正极集电体6的厚度优选是0.3mm～2mm,更优选是0.5mm～1.5mm,进一步优选是0.8mm～1.5mm。

[0109] [负极集电体与负极芯体的连接]

[0110] 在将厚度8μm的铜制的负极芯体5a层叠62片而成的部分的一个外表面配置厚度0.8mm的铜制的负极集电体8。

[0111] 接下来,如图4所示那样,将层叠的负极芯体5a和负极集电体8用超声波接合装置的焊头90和砧座91夹入。这时,焊头90配置成与层叠的负极芯体5a的外表面相接。砧座91配置成与负极集电体8中与负极芯体5a相接的面的相反侧的面相接。

[0112] 然后,通过使焊头90振动来将层叠的负极芯体5a彼此、以及负极芯体5a和负极集电体8接合。超声波接合的条件并没有特别限定,但优选以焊头负荷1000N～2500N(100kgf～250kgf)、频率19kHz～30kHz、接合时间300ms～800ms进行超声波接合。另外,在频率20kHz的情况下,优选将焊头振幅设为60％～95％。

[0113] 对层叠的负极芯体5a以及负极集电体8施加超声波振动而通过摩擦将负极芯体5a以及负极集电体8的表面的氧化膜去掉,负极芯体5a彼此之间、负极芯体5a和负极集电体8之间进行固相接合而被牢固地接合。

[0114] 在焊头90中与负极芯体5a相接的面形成多个焊头突起90a,以焊头突起90a侵入层叠的负极芯体5a的状态进行超声波接合。

[0115] 另外,在砧座91中与负极集电体8相接的面形成多个砧座突起91a,以砧座突起91a侵入负极集电体8的状态进行超声波接合。

[0116] 通过将层叠的负极芯体5a和负极集电体8超声波接合来在层叠的负极芯体5a形成与负极集电体8接合的接合部81。在接合部81形成多个凹凸。另外,在负极集电体8中接合了层叠的负极芯体5a的区域的、配置层叠的负极芯体5a的一侧的相反侧的面形成多个集电体凹部8x。

[0117] 图8是沿着图7(a)中的VIII-VIII线的截面图。

[0118] 将不与负极集电体8接合的部分的负极芯体5a(例如是负极芯体5a中与负极集电体8对应的部分且是不与负极集电体8接合的部分)的1片的厚度与接合部81中的负极芯体5a的层叠数之积设为T_n1。层叠的负极芯体5a的接合部81具有厚度小于T_n1的第1区域81a和厚度大于T_n1的第2区域81b。通过具有这样的结构,能抑制在负极芯体5a出现损伤、断裂,且能将负极芯体5a和负极集电体8牢固地接合。

[0119] 将第1区域81a中厚度最小的部分的厚度设为T_n2。将第2区域81b中厚度最大的厚度设为T_n3。厚度T_n2、厚度T_n3为了满足超声波接合部的合适的剥离强度、导通、外观而以超声波接合装置的焊头负荷、频率、焊头振幅、接合时间的设定进行控制。特别优选通过焊头振幅的设定来进行控制。

[0120] 在第1区域81a中，各负极芯体5a彼此被扩散接合。优选各负极芯体5a彼此固相接合。在第1区域81a中，优选在1片负极芯体5a的厚度方向上的中央部存在超声波接合时不熔融、凝固的区域。由此，能有效地抑制第1区域81a中厚度最小的部分的厚度过于变小，能更有效地防止负极芯体5a损伤、断裂。例如将超声波接合前的负极芯体5a的1片的厚度设为T_nx。然后，关于第1区域81a，将超声波接合后的负极芯体5a的厚度方向上一个面侧的扩散层和另一个面侧的扩散层之间的距离设为T_ny。这时，优选T_ny/T_nx是0.5以上，更优选是0.6以上，进一步优选是0.8以上。

[0121] 另外，优选与形成于第1区域81a的芯体凹部81x的数量相比，形成于负极集电体8的集电体凹部8x的数量更多。

[0122] 优选第1区域81a中的负极芯体5a彼此的接合强度(剥离强度)大于第2区域81b中的负极芯体5a彼此的接合强度(剥离强度)。由此，能将层叠的负极芯体5a和负极集电体8牢固地接合，并能更有效地抑制负极芯体5a的损伤、断裂。

[0123] 优选在形成于第1区域81a的芯体凹部81x的底部形成平坦部81x1。若是这样的结构，则在超声波接合时，在成为第1区域81a的部分会促进摩擦作用，从而各负极芯体5a间、负极芯体5a和负极集电体8之间会被更牢固地接合。

[0124] 在沿着负极芯体5a的层叠方向来看时，一个平坦部81x1的面积优选是0.01mm^2～0.60mm^2，更优选是0.01mm^2～0.25mm^2，进一步优选是0.01mm^2～0.16mm^2。

[0125] 另外，优选不在形成于负极集电体8的集电体凹部8x的底部形成平坦部。或者，优选在形成于负极集电体8的集电体凹部8x的底部形成的一个平坦部的面积小于一个平坦部81x1的面积。

[0126] 第2区域81b优选具有随着远离负极集电体8而越来越细的形状。由此，在超声波接合时，构成成为第1区域81a的部分的金属会延展，成为第2区域81b的部分易于将该延展的构成成为第1区域81a的部分的金属接纳。因而，能更有效地抑制负极芯体5a损伤、断裂。另外，优选将在形成于第1区域81a的一个芯体凹部81x和其他芯体凹部81x之间形成的突出部的顶部包含在内的部分成为第2区域81b。

[0127] 另外，在第2区域81b中，能设为随着远离负极集电体8而使负极芯体5a彼此的接合强度变低的结构。若是这样的结构，就能更有效地抑制负极芯体5a的损伤、断裂。例如在第2区域81b中，可以在负极芯体5a的层叠方向上的外表面附近，在负极芯体5a彼此之间形成间隙。

[0128] 在负极芯体5a是铜或铜合金制的情况下，在将第1区域81a中厚度最小的部分的厚度设为T_n2，将第2区域81b中厚度最大的部分的厚度设为T_n3时，优选T_n2/T_n1是0.70～0.95，T_n3/T_n1是1.10～1.98。由此，能更可靠地抑制负极芯体5a的损伤、破损，且能将负极芯体5a和负极集电体8更牢固地接合。另外，T_n3/T_n1更优选是1.27～1.42。

[0129] 另外，在第2区域81b中厚度最大的部分的厚度T_n3与第1区域81a中厚度最小的部分的厚度T_n2之差(T_n3-T_n2)优选是0.8mm以下，更优选是0.1mm～0.5mm，进一步优选是0.2mm

～0.4mm。

[0130] 另外，优选在第1区域81a中，对层叠的负极芯体5a当中最远离负极集电体8的负极芯体5a按照使超声波接合引起的延展率Y成为20％以下的方式进行超声波接合。由此，能更可靠地抑制负极芯体5a的损伤、破损。另外，延展率Y以(超声波接合后的负极芯体5a的长度-超声波接合前的负极芯体5a的长度)/(超声波接合前的负极芯体5a的长度)×100来算出。

[0131] 另外，优选在第2区域81b中，对层叠的负极芯体5a当中最远离负极集电体8的负极芯体5a按照使超声波接合引起的延展率Y小于延展率X的方式进行超声波接合。由此，能更可靠地抑制负极芯体5a的损伤、破损。在第2区域81b中，对层叠的负极芯体5a当中最远离负极集电体8的负极芯体5a按照使超声波接合引起的延展率Y成为5％以下的方式进行超声波接合。

[0132] 优选第1区域81a中厚度最小的部分的厚度T_n2大于负极集电体8中与负极芯体5a接合的部分当中厚度最小的部分的厚度T_n4。

[0133] 将未与负极集电体8接合的部分的负极芯体5a的1片的厚度与接合部8I中的负极芯体5a的层叠数之积设为T_n1。

[0134] 将第1区域81a中厚度最小的部分的厚度设为T_n2。

[0135] 将负极集电体8中接合了负极芯体5a的部分当中厚度最小的部分的厚度设为T_n4。

[0136] 将负极集电体8中接合了负极芯体5a的部分当中厚度最大的部分的厚度设为T_n5。

[0137] 这时优选(T_n5-T_n4)大于(T_n1-T_n2)。

[0138] 在负极芯体5a是铜或铜合金制的情况下，负极芯体5a的厚度优选是5μm～30μm，更优选是5μm～20μm，进一步优选是6μm～15μm。

[0139] 另外，在负极芯体5a是铜或铜合金制的情况下，负极芯体5a的层叠数优选是20层～100层，更优选是30层～90层，进一步优选是40层～80层。

[0140] 在负极集电体8是铜或铜合金制的情况下，负极集电体8的厚度优选是0.3mm～2mm，更优选是0.5mm～1.5mm，进一步优选是0.8mm～1.0mm。

[0141] [实施例1～5]

[0142] 将厚度15μm的铝制的正极芯体4a层叠60片，与厚度0.8mm的铝制的正极集电体6分别在不同条件下进行超声波接合，作为实施例1～5。将实施例1～5中的条件以及结果在表1示出。

[0143] 另外，在表1中，“焊头负荷(N)”、“焊头振幅(％)”、“接合时间(ms)”分别表示超声波接合的条件。另外，频率都是20kHz。

[0144] 在实施例1～5中，焊头90的焊头突起90a的高度是0.26mm，砧座91的砧座突起91a高度使用0.36mm。

[0145] 另外，接合部电阻值用以下的方法测定。

[0146] 测定正极芯体4a中与焊头90的焊头突起90a接触的部分和正极集电体6中与砧座91的砧座突起91a接触的部分之间的交流电阻值。

[0147] 【表1】

[0148]

	T_p2/T_p1	T_p3/T_p1	焊头负荷(N)	焊头振幅(%)	接合时间(ms)	有无芯体断裂	接合部电阻值(mΩ)
实施例1	0.95	1.23	1600	70	300	无	0.008
实施例2	0.90	1.19	1600	74	300	无	0.006
实施例3	0.85	1.14	1600	77	300	无	0.006
实施例4	0.75	1.07	1600	81	300	无	0.005
实施例5	0.70	1.05	1600	83	300	无	0.005

[0149] 如表1所示那样，在T_p2/T_p1是0.70～0.95、T_p3/T_p1是1.05～1.23的情况下，能确认到在正极芯体4a未出现断裂，正极芯体4a彼此以及正极芯体4a与正极集电体6被牢固地接合。

[0150] [实施例6～8]

[0151] 将厚度8μm的铜制的负极芯体5a层叠62片，与厚度0.8mm的铜制的负极集电体8分别在不同条件下进行超声波接合，作为实施例6～8。将实施例6～8中的条件以及结果在表2示出。

[0152] 另外，在表2中，“焊头负荷(N)”、“焊头振幅(%)”、“接合时间(ms)”分别表示超声波接合的条件。另外，频率都是20kHz。

[0153] 另外，在实施例6～8中，焊头90的焊头突起90a的高度是0.26mm，砧座91的砧座突起91a高度使用0.36mm。

[0154] 另外，接合部电阻值用以下的方法测定。

[0155] 测定负极芯体5a中与焊头90的焊头突起90a接触的部分和负极集电体8中与砧座91的砧座突起91a接触的部分之间的交流电阻值。

[0156] 【表2】

[0157]

	T_n2/T_n1	T_n3/T_n1	焊头负荷(N)	焊头振幅(%)	接合时间(ms)	有无芯体断裂	接合部电阻值(mΩ)
实施例6	0.90	1.42	1800	75	600	无	0.003
实施例7	0.85	1.37	1800	80	600	无	0.002
实施例8	0.75	1.27	1800	85	600	无	0.002

[0158] 如表2所示那样，在T_n2/T_n1是0.75～0.90、T_n3/T_n1是1.27～1.42的情况下，能确认到在负极芯体5a未出现断裂，负极芯体5a彼此以及负极芯体5a与负极集电体8被牢固地接合。

[0159] 《其他》

[0160] 电极体可以是层叠多片正极板和多个负极板的层叠型电极体，也可以是卷绕带状的正极板和带状的负极板的卷绕型电极体。

[0161] 在上述的实施方式中，示出通过卷绕带状的芯体露出部来层叠芯体的示例，但并不限于此。也可以在带状的极板形成多个芯体露出部，通过将该多个芯体露出部层叠来成为芯体被层叠的状态。或者也可以在包含多片正极板和多片负极板的层叠型电极体中将各个极性的芯体层叠。

[0162] 焊头突起90a以及砧座突起91a的形状并没有特别限定。作为焊头突起90a以及砧座突起91a的形状，能考虑圆锥、前端部被砍掉的圆锥、多棱锥、前端部被砍掉的多棱锥、圆

筒、球形等。另外，焊头突起90a的形状和砧座突起91a的形状可以相同，也可以不同。另外，焊头突起90a的数量以及砧座突起91a的数量能适当调整。

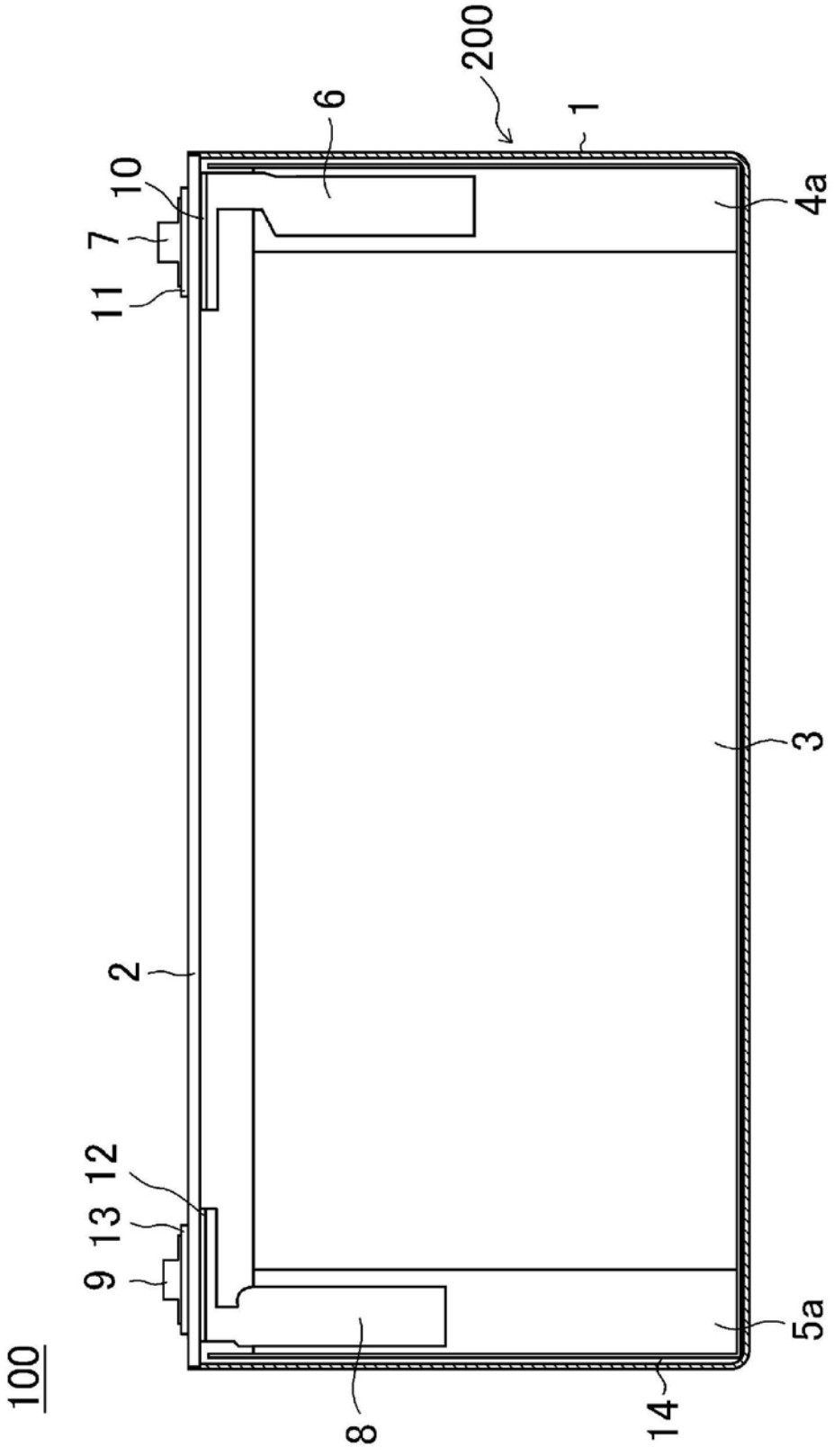


图1

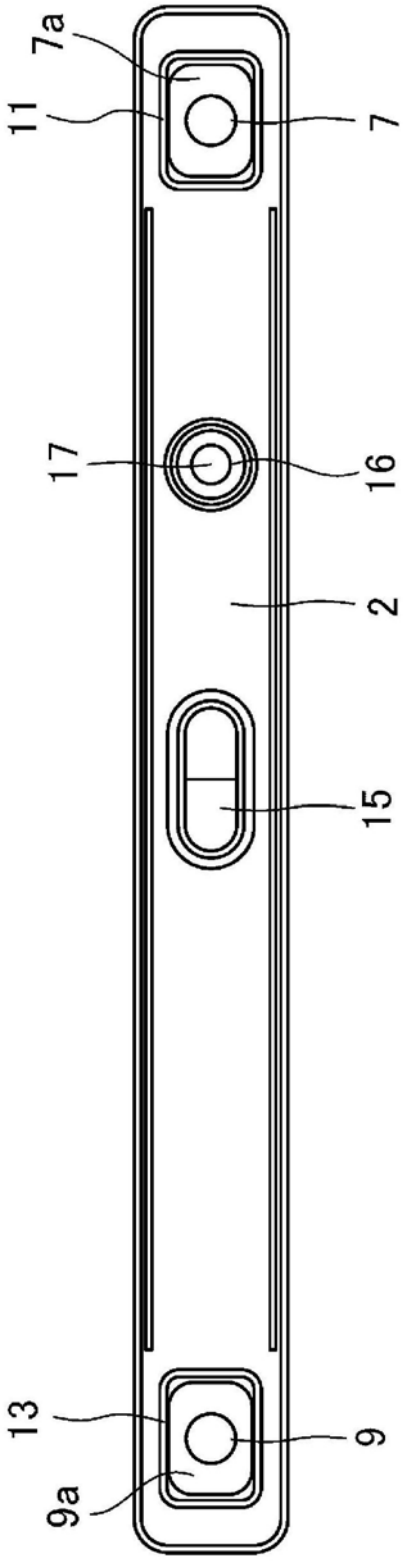


图2

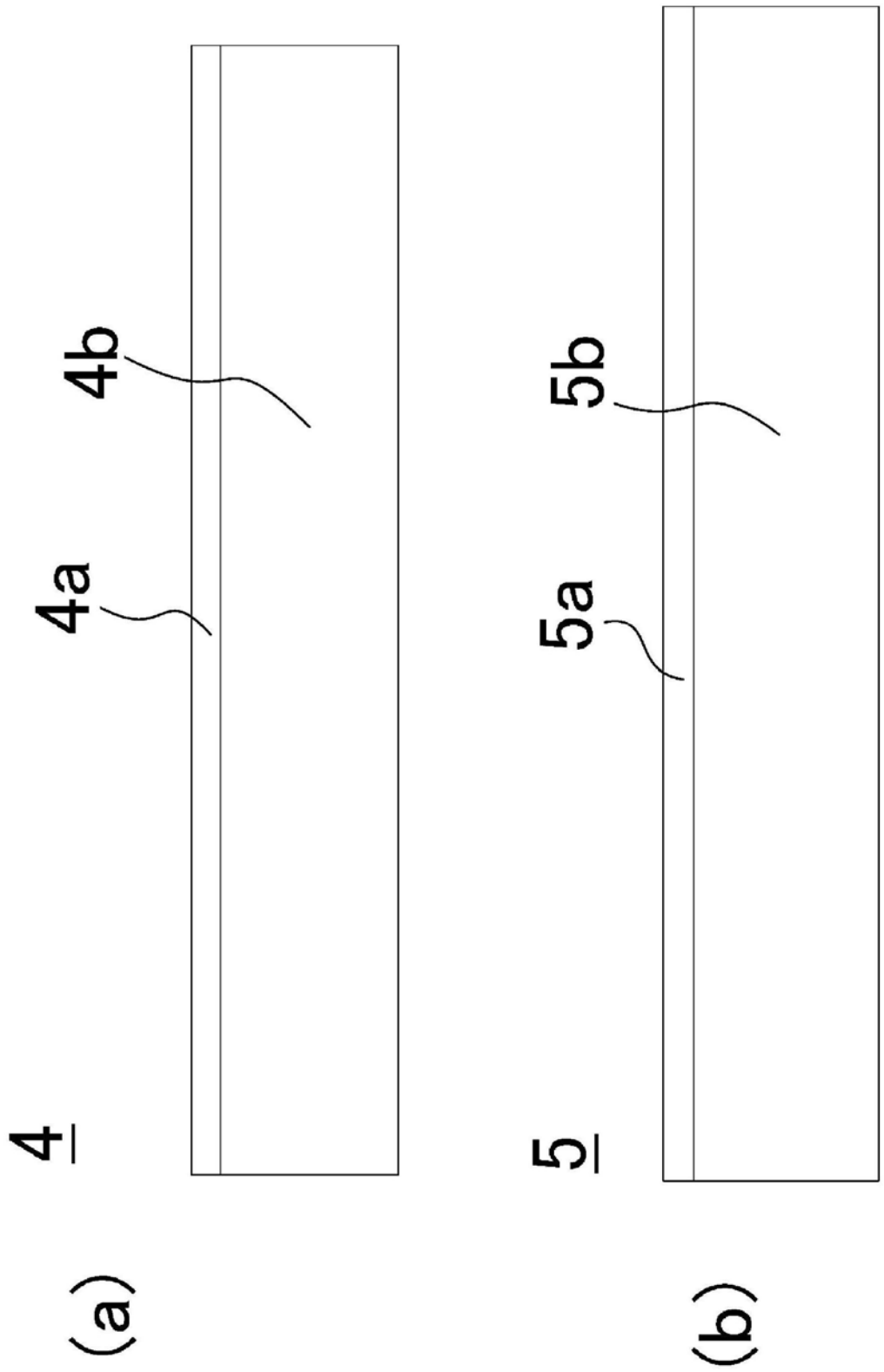


图3

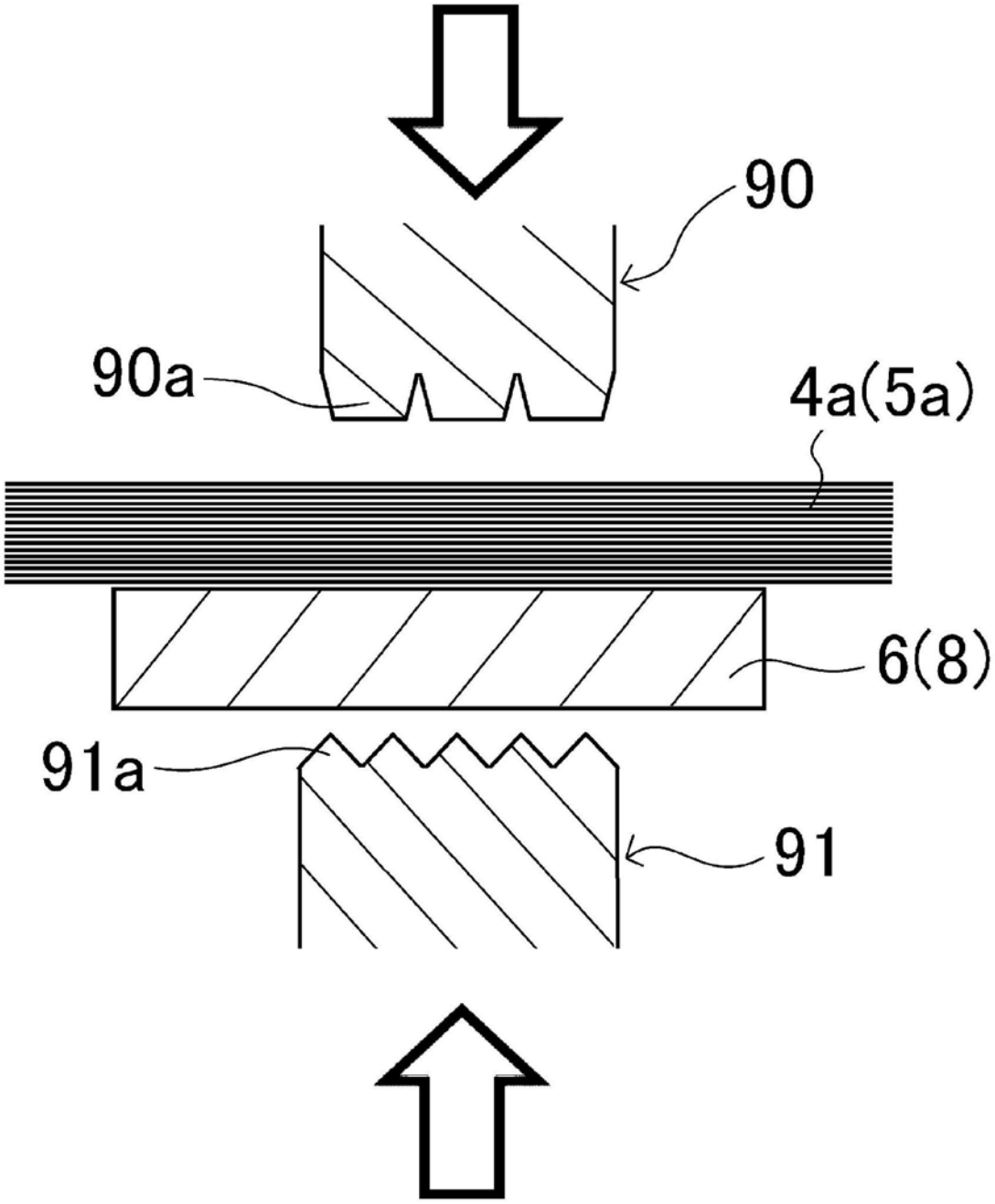


图4

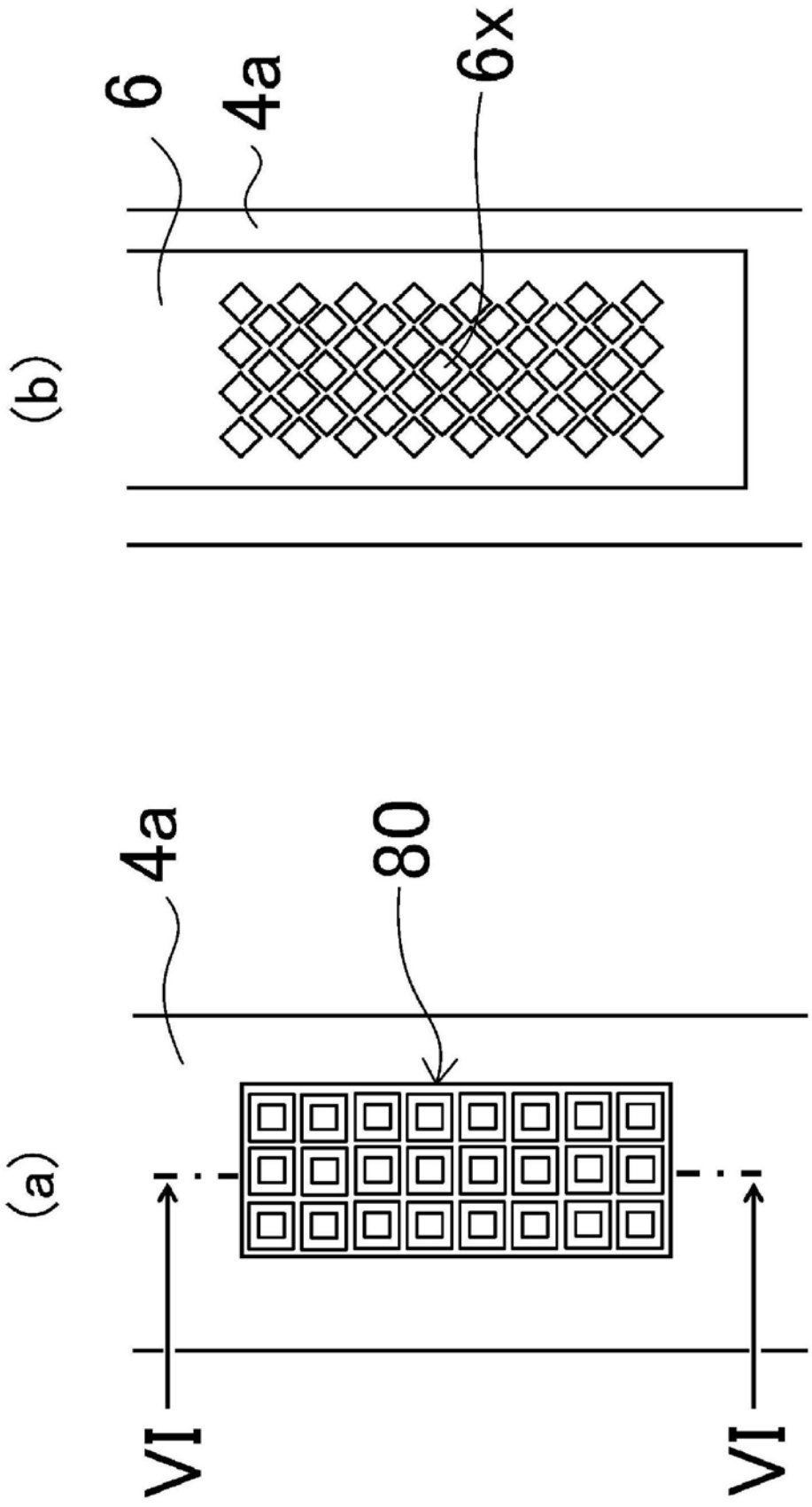


图5

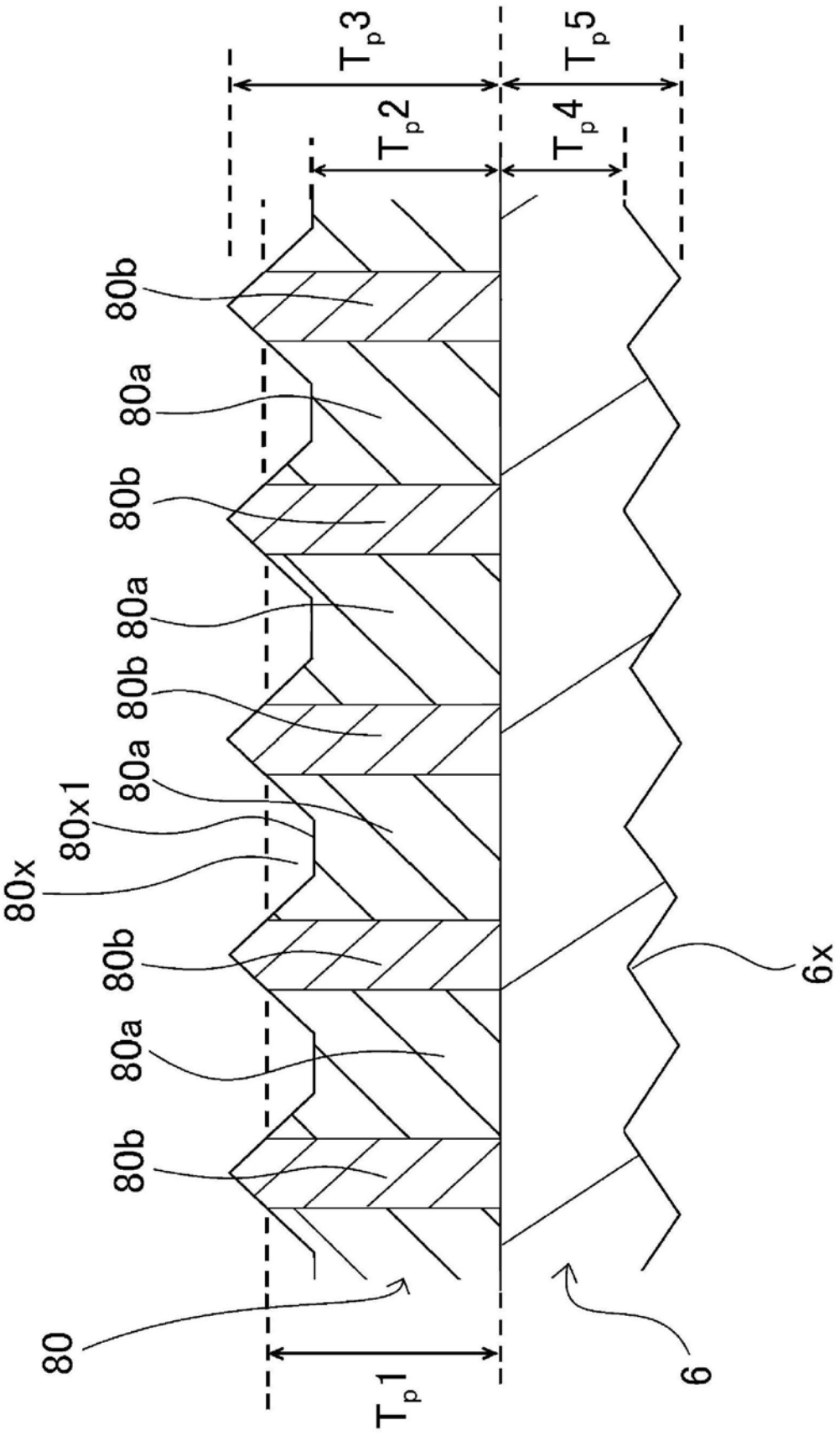

T_p3
T_p5
T_p2
T_p4
80b
80a
80b
80a
80b
80a
80x1
80x
80b
80a
80b
80
T_p1
6
6x

图6

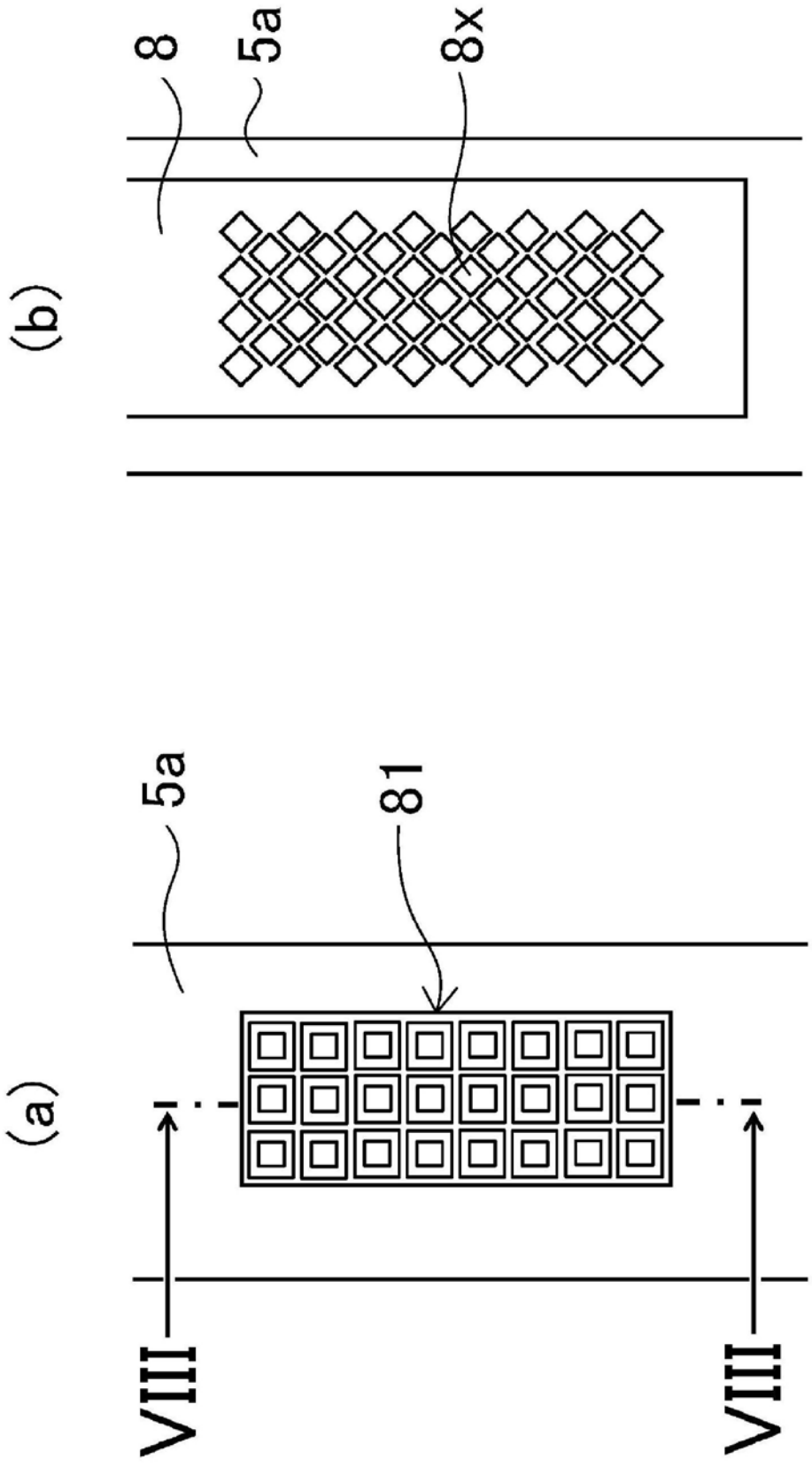


图7

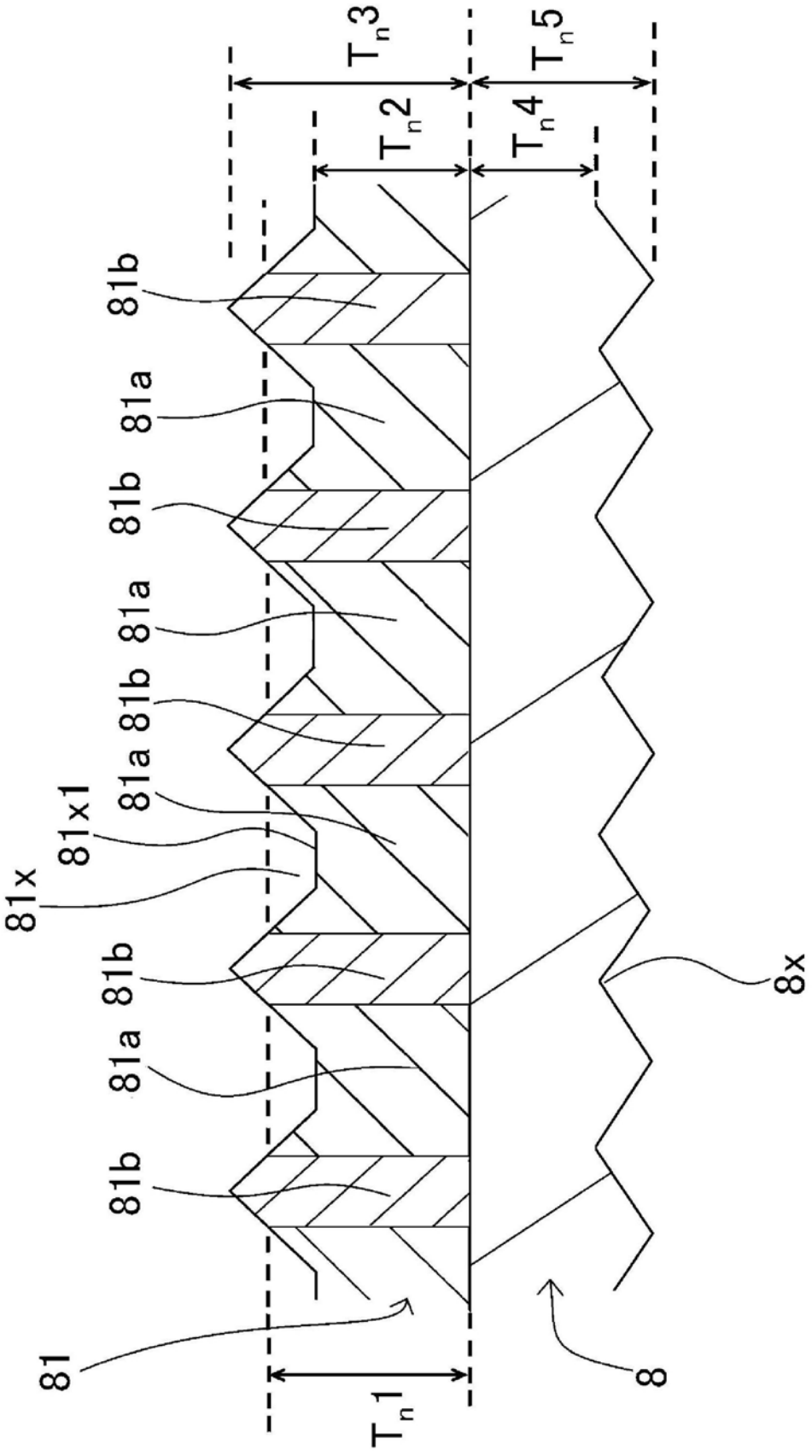

T_n3
T_n5
T_n2
T_n4
81b
81a
81b
81a
81b
81a
81x1
81x
81b
81a
81b
81
T_n1
8
8x

图8