



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116249425 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 09

(21) 申请号 202211532141.9

(22) 申请日 2022.12.01

(30) 优先权数据

2021-199328 2021.12.08 JP

(71) 申请人 天马日本株式会社

地址 日本神奈川县川崎市

(72) 发明人 世古畅哉

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

专利代理师 谭营营 胡彬

(51) Int. Cl.

H10N 10/17 (2023.01)

H10N 10/817 (2023.01)

H10N 10/01 (2023.01)

H10N 19/00 (2023.01)

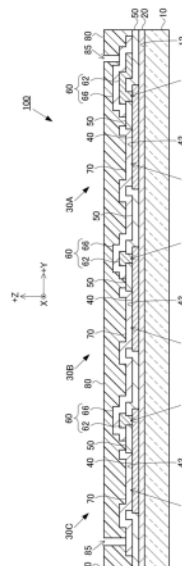
权利要求书2页 说明书12页 附图24页

(54) 发明名称

热电转换元件及用于热电转换元件的制造方法

(57) 摘要

公开了一种热电转换元件及用于热电转换元件的制造方法。热电转换元件包括基板；多个热电转换单元，其中热电转换单元种的每个热电转换单元包括形成在基板的主表面上的热电转换层、覆盖热电转换层的绝缘层、包括第一层和第二层的第一电极以及第二电极。第一层经由第一接触孔连接到热电转换层的主表面，而第二层覆盖第一层。第二电极经由第二接触孔连接到热电转换层的主表面。第二层和第二电极与第一层由具有不同功函数的材料形成。在彼此相邻的热电转换单元中，热电转换单元之一的第二层和热电转换单元中的另一个的第二电极形成为一体，并且热电转换单元串联连接。



1. 一种热电转换元件,包括:

基板;和

多个热电转换单元,其设置在所述基板的主表面上,其中

热电转换单元中的每个热电转换单元包括:

热电转换层,其形成在所述基板的主表面上,

绝缘层,其覆盖所述热电转换层,

第一电极,其形成在所述绝缘层上,并且包括经由所述绝缘层的第一接触孔连接到所述热电转换层的主表面的第一层以及形成在所述绝缘层上并且覆盖所述第一层的第二层,和

第二电极,其形成在所述绝缘层上并经由所述绝缘层的第二接触孔连接到所述热电转换层的主表面,

所述第二层以所述第一层不从所述第二层暴露的状态来覆盖所述第一层,所述第二层和所述第二电极由具有与形成所述第一层的材料的功函数不同的功函数的相同材料形成,并且

在彼此相邻的热电转换单元中,所述热电转换单元之一的第二层和所述热电转换单元中的另一个的第二电极形成为一体,所述第一电极和所述第二电极一对一连接,并且所述多个热电转换单元串联连接。

2. 根据权利要求1所述的热电转换元件,其中

所述第一层以所述热电转换层不从所述绝缘层暴露的状态来覆盖所述第一接触孔的开口,并且

所述第二电极以所述热电转换层不从所述绝缘层暴露的状态来覆盖所述第二接触孔的开口。

3. 根据权利要求1或2所述的热电转换元件,其中

所述第一层包括第一基部和从所述第一基部延伸的多个第一梳齿部,

所述第二电极包括第二基部和从所述第二基部延伸的多个第二梳齿部,并且

在所述热电转换层的主表面上,所述第一梳齿部和所述第二梳齿部以交替方式面对面布置。

4. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述的热电转换元件,其中,所述多个热电转换单元被布置为矩阵。

5. 一种用于热电转换元件的制造方法,所述制造方法包括:

在基板上形成多个热电转换层;

在所述多个热电转换层上形成绝缘层;

在所述绝缘层上形成多个第一接触孔,所述多个第一接触孔对应于每个热电转换层并且暴露每个热电转换层的主表面;

在所述绝缘层上形成多个第一电极中的每个第一电极的第一层,所述第一层对应于每个热电转换层并经由所述第一接触孔连接到每个热电转换层的主表面;

在形成有每个第一电极的所述第一层的所述绝缘层上,形成多个第二接触孔,所述多个第二接触孔对应于每个热电转换层并暴露每个热电转换层的主表面;以及

通过在所述绝缘层上由具有不同于形成每个第一电极的所述第一层的材料的功函数

的功函数的材料形成多个第二电极和所述多个第一电极的第二层来形成多个热电转换单元,所述多个第二电极对应于每个热电转换层并经由所述第二接触孔连接到每个热电转换层的主表面,所述第二层覆盖每个第一电极的所述第一层,每个热电转换单元包括所述热电转换层、所述绝缘层、所述第一电极和所述第二电极,

其中

在形成所述多个热电转换单元中,

每个第一电极的所述第二层以每个第一电极的第一层不从每个第一电极的第二层暴露的状态来形成,并且

在彼此相邻的所述热电转换单元中,所述热电转换单元之一的第一电极的第二层和所述热电转换单元中的另一个的第二电极形成为一体,所述第一电极和所述第二电极一对一连接,并且所述多个热电转换单元串联连接。

6. 根据权利要求5所述的制造方法,其中

所述第一电极的第一层以所述热电转换层不从所述绝缘层暴露的状态来覆盖所述第一接触孔的开口,并且

所述第二电极以所述热电转换层不从所述绝缘层暴露的状态来覆盖所述第二接触孔的开口。

## 热电转换元件及用于热电转换元件的制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2021年12月8日提交的日本专利申请号2021-199328的权益,其全部公开内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开一般涉及一种热电转换元件及用于热电转换元件的制造方法。

### 背景技术

[0004] 在相关技术中,已知热电转换元件由于温度差而在两个电极之间产生热电动势。例如,日本专利号6513476描述了一种热电转换元件,该热电转换元件包括类似薄膜的热电转换材料层、设置在热电转换材料层的一个主表面上的第一电极以及设置在与第一电极不同的位置处的在热电转换材料层的一个主表面的平面内方向上的第二电极。在日本专利号6513476中,构成第一电极的材料的功能函数和构成第二电极的材料的功能函数是不同的。

[0005] 日本专利号6513476表明,温度差为70℃时热电转换元件的开放端电压值为0.38mV。在相同条件下,该开放端电压值约为单元串联连接的珀尔贴型热流传感器的开放端电压值的1/10。因此,当使用日本专利号6513476的热电转换元件作为热流传感器时,优选热电转换元件串联连接以确保热流传感器的S/N比。此外,希望使热电转换元件小型化,以增加每单位面积上热电转换元件的数量。利用日本专利号6513476的热电转换元件,可以通过缩窄第一电极和第二电极之间的间距来增加短路电流,因此,从这个角度来看,也希望热电转换元件小型化。

[0006] 然而,通过光刻和蚀刻将日本专利号6513476的热电转换元件小型化时可能会出现一些问题。例如,当在热电转换材料层的一个主表面上形成第一电极时,构成热电转换材料层的材料和构成第一电极的材料是不同的,并且具有不同电极电位的热电转换材料层和第一电极处于导电状态。因此,在蚀刻溶液中,热电转换材料层和第一电极之间形成原电池。原电池是一种利用化学反应产生电能的电化学电池。因此,电流基于热电转换材料层和第一电极之间的电位差(电极电位差)在热电转换材料层和第一电极之间流动,这可能导致热电转换材料层溶解,构成第一电极的材料的异常溶解等。此外,当在形成第一电极的热电转换材料层的一个主表面上形成第二电极时,在蚀刻溶液中,电流在热电转换材料层、第一电极和第二电极之间流动,这可能导致热电转换材料层和第一电极的溶解、构成第二电极的材料的异常溶解等。

[0007] 本公开是鉴于上述情况作出的,并且本公开的目的是提供一种易于小型化且具有串联连接的热电转换单元的热电转换元件及用于热电转换元件的制造方法。

### 发明内容

[0008] 为了实现上述目的,根据第一方面的热电转换元件包括:

[0009] 基板;和

- [0010] 设置在基板的主表面上的多个热电转换单元,其中
- [0011] 每个热电转换单元包括:
- [0012] 形成在基板的主表面上的热电转换层,
- [0013] 覆盖热电转换层的绝缘层,
- [0014] 第一电极,其形成在绝缘层上,并包括经由绝缘层的第一接触孔连接到热电转换层的主表面的第一层以及形成在绝缘层上并覆盖第一层的第二层,和
- [0015] 第二电极,形成在绝缘层上并经由绝缘层的第二接触孔连接到热电转换层的主表面,
- [0016] 第二层以第一层不从第二层暴露的状态来覆盖第一层,
- [0017] 第二层和第二电极由具有与形成第一层的材料的功函数不同的功函数的相同材料形成,并且在彼此相邻的热电转换单元中,热电转换单元之一的第二层和热电转换单元中的另一个的第二电极形成为一体,第一电极和第二电极一对一连接,并且多个热电转换单元串联连接。
- [0018] 根据第二方面的热电转换元件的制造方法包括:
- [0019] 在基板上形成多个热电转换层;
- [0020] 在多个热电转换层上形成绝缘层;
- [0021] 在绝缘层上形成多个第一接触孔,这些第一接触孔对应于每个热电转换层,并暴露每个热电转换层的主表面;
- [0022] 在绝缘层上形成多个第一电极中的每个的第一层,该第一层对应于每个热电转换层并经由第一接触孔连接到每个热电转换层的主表面;
- [0023] 在形成每个第一电极的第一层的绝缘层上,形成多个第二接触孔,多个第二接触孔对应于每个热电转换层并暴露每个热电转换层的主表面;以及
- [0024] 通过在绝缘层上由具有不同于形成每个第一电极的第一层的材料的功函数的功函数的材料形成多个第二电极和多个第一电极中的每个的第二层来形成多个热电转换单元,多个第二电极对应于每个热电转换层并经由第二接触孔连接到每个热电转换层的主表面,第二层覆盖每个第一电极的第一层,每个热电转换单元包括热电转换层、绝缘层、第一电极和第二电极,
- [0025] 其中
- [0026] 在形成多个热电转换单元中,
- [0027] 每个第一电极的第二层以每个第一电极的第一层不从每个第一电极的第二层暴露的状态来形成,并且
- [0028] 在彼此相邻的热电转换单元中,一个热电转换单元的第一电极的第二层和热电转换单元中的另一个的第二电极形成为一体,第一电极和第二电极一对一连接,并且多个热电转换单元串联连接。
- [0029] 应当理解的是,上述一般描述和以下详细描述都是示例性的和解释性的,并不限制本公开。
- [0030] 根据本公开,当通过蚀刻形成第一层时,热电转换层不暴露于蚀刻溶液。此外,当通过蚀刻形成第二层和第二电极时,热电转换层和第一层不暴露于蚀刻溶液。因此,经由热电转换层和第一层之间的蚀刻溶液产生的电池效应,以及经由热电转换层、第一层和第二

电极之间的蚀刻溶液产生的电池效应不会发生。此外,在彼此相邻的热电转换单元中,一个热电转换单元的第二层和另一个热电转换单元的第二电极形成为一体,并且多个热电转换单元串联连接。因此,当通过蚀刻形成第一层、第二层和第二电极时,可以抑制由电池效应引起的热电转换层、第一层、第二层和第二电极的过度溶解,并且可以容易地使具有串联连接的热电转换单元的热电转换元件小型化。

## 附图说明

- [0031] 当结合以下附图考虑以下详细描述时,可以更全面地理解本申请,在附图中:
- [0032] 图1是示出根据实施例1的热电转换元件的俯视图;
- [0033] 图2是图1所示的热电转换元件沿A-A线截取的横截面图;
- [0034] 图3是示出根据实施例1的绝缘层的俯视图;
- [0035] 图4是示出根据实施例1的热电转换元件的制造方法的流程图;
- [0036] 图5是示出根据实施例1的基底层的横截面图;
- [0037] 图6是示出根据实施例1的热电转换层的俯视图;
- [0038] 图7是示出根据实施例1的绝缘层和热电转换层的俯视图;
- [0039] 图8是图7所示的绝缘层和热电转换层沿B-B线截取的横截面图;
- [0040] 图9是示出实施例1的第一接触孔的俯视图;
- [0041] 图10是示出根据实施例1的第一电极的第一层的俯视图;
- [0042] 图11是图10所示第一电极的第一层沿C-C线截取的横截面图;
- [0043] 图12是用于说明根据实施例1的第一电极的第一层的形成的示意图;
- [0044] 图13是示出根据实施例1的第二接触孔的俯视图;
- [0045] 图14是示出根据实施例1的第二电极和第一电极的第二层的俯视图;
- [0046] 图15是图14所示的第二电极和第一电极的第二层沿D-D线截取的横截面图;
- [0047] 图16是用于说明根据实施例1的第二电极和第一电极的第二层的形成的示意图;
- [0048] 图17是示出根据实施例2的热电转换元件的俯视图;
- [0049] 图18是示出根据实施例3的热电转换元件的俯视图;
- [0050] 图19是图18所示的热电转换元件沿E-E线截取的横截面图;
- [0051] 图20是示出根据修改的示例的热电转换元件的俯视图;
- [0052] 图21是示出根据修改的示例的热电转换元件的俯视图;
- [0053] 图22是示出根据修改的示例的热电转换元件的俯视图;
- [0054] 图23是示出根据修改的示例的热电转换元件的连接示意图;
- [0055] 图24是示出根据修改的示例的端子开口中的第一电极的横截面图;以及
- [0056] 图25是示出根据修改的示例的端子开口中的第二电极的横截面图。

## 具体实施方式

- [0057] 在下文中,参考附图描述了根据实施例的热电转换元件。
- [0058] 实施例1
- [0059] 参考图1到图16描述了根据本实施例的热电转换元件100。如图1和图2所示,热电转换元件100包括基板10、基底层20、三个热电转换单元30A到30C和保护层80。热电转换单

元30A到30C在一行中串联连接。热电转换单元30A到30C中的每个包括热电转换层40、绝缘层50、第一电极60和第二电极70。第一电极60包括第一层62和第二层66。第二层66和第二电极70由相同的材料形成。该材料的功函数不同于形成第一层62的材料的功函数。注意,为了便于理解,图1省略了基底层20、绝缘层50、第一接触孔52和第二接触孔54。

[0060] 热电转换元件100(热电转换单元30A到30C)由于热电转换层40的厚度方向上的温度差而产生热电动势。也就是说,热电转换元件100(热电转换单元30A到30C)将热能转换为电能。在一个示例中,热电转换元件100被用作检测热流通量的传感器。注意,在本描述中,为了便于理解,对于图1的热电转换元件100,右边的方向(纸上的右边方向)被称为“+X方向”,向上的方向(纸上的向上方向)被称为“+Y方向”,以及垂直于+X方向和+Y方向的方向(纸上的前面方向)被称为“+Z方向”(厚度方向)。

[0061] 在一个示例中,热电转换元件100的基板10被实现为平板状玻璃基板。为了降低厚度方向(+Z方向)上的热阻,优选基板10由具有高热传导率的材料形成。

[0062] 热电转换元件100的基底层20被设置在基板10的第一主表面12上。在本实施例中,基底层20被设置在整個第一主表面12上。在一个示例中,基底层20由氧化硅( $S_iO_x$ )形成。

[0063] 热电转换元件100的热电转换单元30A到30C形成在基板10的第一主表面12上。热电转换单元30A到30C在一行中串联连接。由于热电转换单元30A到30C串联连接,因此可以提高热电转换元件100的开放端电压。

[0064] 首先,使用热电转换单元30B为例描述了热电转换单元30A到30C的配置。热电转换单元30A和30C与热电转换单元30B具有相同的配置。

[0065] 如图2所示,热电转换单元30B包括热电转换层40、绝缘层50、第一电极60和第二电极70。第一电极60包括第一层62和第二层66。

[0066] 热电转换单元30B的热电转换层40以矩形设置在基底层20上。热电转换层40由n型或p型热电转换材料形成。n型热电转换材料的示例包括铟镓锌氧化物(InGaZnO)。p型热电转换材料的示例包括添加了银(Ag)的硅化镁( $Mg_2Si$ )。在本实施例中,热电转换层40由铟镓锌氧化物形成。

[0067] 在热电转换层40的第一主表面42(基板10对面的一侧上的主表面)上,热电转换层40和第一电极60(第一层62),以及热电转换层40和第二电极70连接。第一电极60(第一层62)和第二电极70在第一主表面42的不同位置处连接到热电转换层40。

[0068] 热电转换单元30B的绝缘层50覆盖热电转换层40和基底层20。如图3所示,在绝缘层50中形成梳齿形第一接触孔52,以便将第一电极60(第一层62)连接到热电转换层40。此外,在绝缘层50中形成梳齿形第二接触孔54,以便将第二电极70连接到热电转换层40。在一个示例中,绝缘层50由氧化硅( $S_iO_x$ )形成。请注意,图3中省略了基底层20。下文参考的俯视图有时也省略了基底层20。

[0069] 如图2所示,热电转换单元30B的第一电极60形成在绝缘层50上。第一电极60经由绝缘层50的第一接触孔52连接到热电转换层40的第一主表面42。第一电极60包括第一层62和第二层66。

[0070] 第一电极60的第一层62经由绝缘层50的第一接触孔52连接到热电转换层40的第一主表面42。第一层62以在第一接触孔52的底部处从绝缘层50暴露的热电转换层40不从第一层62暴露的状态来覆盖第一接触孔52的开口。

[0071] 如图1所示,第一层62形成梳齿形。第一层62包括沿Y方向延伸的第一基部62a和从第一基部62a沿+X方向延伸的多个第一梳齿部62b。第二电极70的第一梳齿部62b和第二梳齿部70b(稍后描述)在热电转换层40的第一主表面42上以交替方式面对面布置。在本实施例中,从+Y侧开始,第一梳齿部62b、第二梳齿部70b、第一梳齿部62b、第二梳齿部70b、第一梳齿部62b和第二梳齿部70b按此顺序排列。在一个示例中,第一层62由具有较小功函数的钛(Ti)形成。

[0072] 在本实施例中,绝缘层50覆盖热电转换层40。此外,在绝缘层50上形成的第一电极60的第一层62经由绝缘层50的第一接触孔52连接到热电转换层40的第一主表面42。由于这种配置,当通过蚀刻来形成第一层62时,热电转换层40不从绝缘层50暴露,并且热电转换层40不暴露于蚀刻溶液。由于热电转换层40不暴露于蚀刻溶液中,因此,热电转换单元30B(热电转换元件100)中的第一层62、蚀刻溶液和热电转换层40不形成原电池。因此,第一层62可以通过蚀刻形成,而不会由于电池效应而对第一层62和热电转换层40造成损坏(例如,过度溶解)。

[0073] 如图1和图2所示,第一电极60的第二层66以第一层62不从第二层66暴露的状态来覆盖第一层62。此外,第二层66与第二电极70一起由与形成第二电极70的材料相同的材料形成。由于这种配置,当通过蚀刻形成第二层66时,第一层62不暴露于蚀刻溶液。由于第一层62不暴露于蚀刻溶液,因此热电转换单元30B(热电转换元件100)中的第二层66、蚀刻溶液和第一层62不形成原电池。因此,可以通过蚀刻形成第二电极70,而不会由于电池效应而对第一层62和第二层66造成损坏。形成第二层66和第二电极70的材料在下文中描述。

[0074] 热电转换单元30B的第二电极70形成在绝缘层50上,并经由绝缘层50的第二接触孔54连接到热电转换层40的第一主表面42。第二电极70和第一电极60(第一层62)在第一主表面42上不相互连接。第二电极70在与第一电极60所连接的第一主表面42位置不同的位置处连接到第一主表面42。第二电极70以在第二接触孔54的底部处从绝缘层50暴露的热电转换层40不从第二电极70中暴露的状态来覆盖第二接触孔54的开口。

[0075] 如图1所示,第二电极70形成梳齿形。第二电极70包括沿Y方向延伸的第二基部70a,以及从第二基部70a沿-X方向延伸的多个第二梳齿部70b。第一电极60的第一层62的第二梳齿部70b和第一梳齿部62b在热电转换层40的第一主表面42上以交替方式面对面布置。

[0076] 第二电极70和第一电极60的第二层66由相同的材料形成。该材料具有不同于形成第一电极60的第一层62的材料的功函数的功函数。在一个示例中,第二电极70和第一电极60的第二层66由具有较大功函数的铜(Cu)形成。

[0077] 在本实施例中,绝缘层50覆盖热电转换层40,并且形成在绝缘层50上的第二电极70经由绝缘层50的第二接触孔54连接到热电转换层40的第一主表面42。因此,当通过蚀刻形成第二电极70时,热电转换层40不暴露于蚀刻溶液。此外,第一电极60的第一层62被与第二电极70一起形成的第二层66覆盖,因此,当通过蚀刻形成第二电极70(第二层66)时,第一层62不暴露于蚀刻溶液。由于热电转换层40和第一层62不暴露于蚀刻溶液,因此第二电极70、蚀刻溶液和热电转换层40不形成原电池,并且第二电极70、蚀刻溶液和第一层62不形成原电池。因此,在热电转换元件100中,第二电极70可以通过蚀刻形成,而不会由于电池效应而对热电转换层40、第一层62、第二层66和第二电极70造成损坏。

[0078] 接下来,描述了热电转换单元30A到30C的排列和连接。如图1所示,当从上面看时,

热电转换单元30A到30C以相同方向和相同取向排列,其中第一梳齿部62b朝向+X方向,而第二梳齿部70b朝向-X方向。此外,热电转换单元30A到30C沿Y方向排列成一行。

[0079] 在彼此相邻的热电转换单元30A和热电转换单元30B中,热电转换单元30A的第二电极70和热电转换单元30B的第二层66形成为一体,并且热电转换单元30A的第二电极70和热电转换单元30B的第一电极60一对一连接。此外,在彼此相邻的热电转换单元30B和热电转换单元30C中,热电转换单元30B的第二电极70和热电转换单元30C的第二层66形成为一体,并且热电转换单元30B的第二电极70和热电转换单元30C的第一电极60一对一连接。由于这种配置,热电转换单元30A到30C在一行中串联连接。在本实施例中,彼此相邻的热电转换单元(热电转换单元30A和热电转换单元30B,以及热电转换单元30B和热电转换单元30C)之一的第二电极70和另一热电转换单元的第二层66形成为一体,从而连接多个热电转换单元30A到30C。因此,多个热电转换单元30A到30C可以容易地串联连接。

[0080] 在热电转换元件100中,在一行中串联连接的热电转换单元30A到30C中的每个中,形成材料的功函数不同的第一电极60的第一层62和第二电极70连接到热电转换层40的第一主表面42,并且由于热电转换层40的厚度方向(Z方向)上的温度差而产生热电动势。由于热电转换单元30A到30C串联连接,因此热电转换单元30A到30C中的每个的热电动势相加,从而可以增加热电转换元件100的总开放端电压。此外,在热电转换元件100中,即使当通过蚀刻形成第一电极60的第一层62时,热电转换层40和第一层62也不会损坏。此外,即使当通过蚀刻形成第一电极60的第二层66和第二电极70时,热电转换层40、第一层62、第二层66和第二电极70也不会损坏。因此,包括在一行中串联连接的热电转换单元30A到30C的热电转换元件100可以通过光刻和蚀刻容易地小型化。

[0081] 热电转换元件100的保护层80保护第一电极60、第二电极70等。在一个示例中,保护层80由光敏聚酰亚胺形成。注意,如图1所示,端子开口85设置在保护层80上。端子开口85用于将热电转换单元30A的第一电极60和热电转换单元30C的第二电极70连接到外部设备。

[0082] 接下来,参考图4到图16时描述了热电转换元件100的制造方法。图4是示出热电转换元件100的制造方法的流程图。热电转换元件100的制造方法包括在基板10的第一主表面12上形成基底层20的步骤(步骤S10);在基底层20上(在基板10的第一主表面12上)形成多个热电转换层40的步骤(步骤S20);在多个热电转换层40上形成绝缘层50的步骤(步骤S30);在绝缘层50上形成与热电转换层40中的每个对应的第一接触孔52的步骤(步骤S40);以及在绝缘层50上形成多个第一电极60的第一层62的步骤,第一层62对应于热电转换层40中的每个,并经由第一接触孔52连接到热电转换层40中的每个的第一主表面42(步骤S50)。

[0083] 热电转换元件100的制造方法还包括在形成第一电极60中的每个的第一层62的绝缘层50上形成对应于热电转换层40中的每个的第二接触孔54的步骤(步骤S60);通过在绝缘层50上形成多个第二电极70和多个第一电极60的第二层66来形成多个热电转换单元30A到30C的步骤(步骤S70),多个第二电极70对应于每个热电转换层40并通过第二接触孔54连接到每个热电转换层40的主表面42,第二层66覆盖每个第一电极60的第一层62,由具有不同于形成每个第一电极60的第一层62的材料的功函数的功函数的材料形成,每个热电转换单元30A到30C包括热电转换层40、绝缘层50、第一电极60和第二电极70;以及形成保护层80的步骤(步骤S80)。

[0084] 在步骤S10中,首先,制备基板10。接下来,如图5所示,基底层20形成在基板10的第

一主表面12上。在一个示例中,通过在第一主表面12的整个表面上溅射,基底层20由氧化硅形成。

[0085] 在步骤S20中,如图6所示,在基底层20上形成三个矩形热电转换层40。具体而言,首先,通过在基底层20的整个表面上溅射,热电转换膜由铟镓锌氧化物形成。然后,热电转换层40通过光刻和蚀刻由热电转换膜形成。

[0086] 在步骤S30中,如图7和图8所示,绝缘层50形成在多个热电转换层40和基底层20上。具体地说,绝缘层50通过化学气相沉积(CVD)在基底层20和热电转换层40的整个表面上由氧化硅形成。这里,热电转换层40以热电转换层40不从绝缘层50暴露的状态而被绝缘层50覆盖。

[0087] 在步骤S40中,通过光刻和蚀刻在绝缘层50上形成与热电转换层40中的每个对应的第一接触孔52。在本实施例中,如图9所示,第一接触孔52形成梳齿形,以便与每个第一电极60的第一层62的形状匹配。由于这种配置,每个热电转换层40的第一主表面42以梳齿形状从绝缘层50暴露。

[0088] 在步骤S50中,如图10和图11所示,对应于每个热电转换层40的每个第一电极60的第一层62形成在绝缘层50上。第一层62经由第一接触孔52连接到每个热电转换层40的第一主表面42。此外,第一层62以在第一接触孔52的底部处从绝缘层50暴露的每个热电转换层40不从第一层62暴露的状态来覆盖第一接触孔52的开口。

[0089] 具体地说,首先,通过溅射填充第一接触孔52,以在绝缘层50上形成钛薄膜。然后,通过光刻和蚀刻从钛薄膜形成梳齿形的第一层62。在本实施例中,当蚀刻钛薄膜时,如图12所示,热电转换层40被绝缘层50和第一层62(钛薄膜)覆盖,并且此外,成为每个第一电极60的第一层62的钛薄膜的位置被光刻胶覆盖。因此,可以在不将热电转换层40暴露于蚀刻溶液的情况下形成第一层62。

[0090] 在步骤S60中,通过光刻和蚀刻在绝缘层50上形成与每个热电转换层40对应的第二接触孔54。在本实施例中,如图13所示,第二接触孔54形成梳齿形,以匹配第二电极70的形状。由于这种配置,每个热电转换层40的第一主表面42以梳齿形从绝缘层50暴露。

[0091] 在步骤S70中,如图14和图15所示,热电转换单元30A到30C是通过形成与每个热电转换层40对应的多个第二电极70,以及覆盖绝缘层50上的每个第一电极60的第一层62的多个第一电极60的第二层66而形成的。第二电极70经由第二接触孔54连接到每个热电转换层40的第一主表面42。此外,每个第二电极70以在第二接触孔54的底部处从绝缘层50暴露的每个热电转换层40不从第二电极70暴露的状态来覆盖第二接触孔54的开口。每个第一电极60的第二层66以第一层62不从第二层66暴露的状态来覆盖每个第一电极60的第一层62。第二电极70和第二层66由具有不同于形成第一电极60的第一层62的材料(钛)的功函数的功函数的材料(铜)形成。注意,为了便于理解,图14中省略了第一接触孔52。

[0092] 此外,在彼此相邻的热电转换单元30A和30B中,热电转换单元30A的第二电极70和热电转换单元30B的第一电极60的第二层66形成为一体,因此,热电转换单元30A的第二电极70和热电转换单元30B的第一电极60一对一连接。由于这种配置,热电转换单元30A和30B串联连接。在彼此相邻的热电转换单元30B和30C中,热电转换单元30B的第二电极70和热电转换单元30C的第一电极60的第二层66形成为一体,因此,热电转换单元30B和热电转换单元30C串联连接。由于这种配置,热电转换单元30A到30C在一行中串联连接。

[0093] 具体而言,首先,通过溅射填充第二接触孔54,以在绝缘层50和第一层62上形成铜薄膜。然后,通过光刻和蚀刻,从铜薄膜各自形成梳齿形的第二电极70和第二层66。在这种情况下,彼此相邻的热电转换单元(热电转换单元30A和热电转换单元30B,以及热电转换单元30B和热电转换单元30C)之一的第二电极70和另一热电转换单元的第二层66形成为一体。在本实施例中,当蚀刻铜薄膜时,如图16所示,热电转换层40被绝缘层50、第一层62和第二电极70(铜薄膜)覆盖,第一层62被第二层66(铜薄膜)覆盖,并且,成为每个第一电极60的第二层66和第二电极70的铜薄膜的位置被光刻胶覆盖。因此,可以在不将热电转换层40和第一层62暴露于蚀刻溶液的情况下形成第二电极70。

[0094] 在步骤S80中,在一个示例中,保护层80由光敏聚酰亚胺形成。具体而言,应用光敏聚酰亚胺,然后曝光和显影应用的光敏聚酰亚胺。然后,烧制显影的光敏聚酰亚胺以形成保护层80。因此,可以制造热电转换元件100。

[0095] 如上所述,在热电转换元件100中,彼此相邻的热电转换单元(热电转换单元30A和热电转换单元30B,以及热电转换单元30B和热电转换单元30C)之一的第二电极70和另一热电转换单元的第二层66形成为一体,因此,热电转换单元30A到30C在一行中串联连接。由于热电转换单元30A到30C串联连接,因此可以提高热电转换元件100的开放端电压。

[0096] 在热电转换元件100中,可以通过蚀刻形成第一层62,而不会损坏热电转换层40和第一层62。此外,可以通过蚀刻形成第二层66和第二电极70,而不会损坏热电转换层40、第一层62、第二层66和第二电极70。因此,热电转换元件100可以通过光刻和蚀刻容易地小型化。此外,热电转换单元30A到30C的外部形状可以通过光刻和蚀刻自由设置。例如,由于热电转换单元30A到30C包括彼此面对的第一电极60和第二电极70,因此,如本实施例中所述,通过将热电转换单元30A到30C的外部形状设置为矩形,热电转换单元30A到30C可以有效地布置在基板10的第一主表面12上,并且可以消除基板10的第一主表面12的区域的浪费。也就是说,热电转换单元30A到30C所占的基板10的第一主表面12的面积比可以增加。此外,通过使梳齿形第一电极60(第一层62)和第二电极70小型化,第一电极60和第二电极70之间的间距可以变窄,并且第一电极60和第二电极70的周长可以延长。因此,可以增加热电转换元件100的短路电流。

[0097] 在热电转换元件100中,基于功函数选择形成每个第一电极60的第一层62的材料以及形成每个第一电极60的第二层66和第二电极70的材料,会显著影响热电转换元件100的特性。然而,在传统的热电转换元件(例如,日本专利号6513476中描述的热电转换元件)中,当通过光刻和蚀刻制造热电转换元件时,必须考虑到功函数以及与蚀刻相关的电池效应来选择形成电极的材料。

[0098] 在本实施例中,当形成每个第一电极60的第一层62、每个第一电极60的第二层66和第二电极70时,只有形成成分的材料(钛或铜)之一被暴露和蚀刻。因此,可以基于功函数选择形成每个第一电极60的第一层62的材料和形成每个第一电极60的第二层66和第二电极70的材料,而不考虑与蚀刻相关的电池效应。也就是说,与形成每个第一电极60的第一层62的材料和形成每个第一电极60的第二层66和第二电极70的材料的选择相关的自由度增强,并且热电转换元件100的特性可以容易地增强。

[0099] 实施例2

[0100] 在实施例1中,热电转换单元30A到30C在一行中排列。然而,一种配置是可能的,其

中热电转换单元布置为矩阵。

[0101] 如图17所示,本实施例的热电转换元件100包括基板10、基底层20、9个热电转换单元30A到30I和保护层80。本实施例的基板10、基底层20和保护层80的配置与实施例1中的配置相同。注意,为了便于理解,图17中省略了基底层20、保护层80、附图标记的一部分等。

[0102] 此外,热电转换单元30A到30C和热电转换单元30G到30I的各自配置与实施例1的热电转换单元30A到30C的配置相同。除了第一层62的第一梳齿部62b和每个第二电极70的第二梳齿部70b按顺序(从+Y侧看,第二梳齿部70b、第一梳齿部62b、第二梳齿部70b、第一梳齿部62b、第二梳齿部70b和第一梳齿部62b排列外,热电转换单元30D到30F的各自配置与实施例1的热电转换单元30A到30C的配置相同。在下文中,描述了热电转换单元30A到30I的布置和连接。

[0103] 如图17所示,热电转换单元30A到30I布置在基板10的第一主表面12上的 $3 \times 3$ 矩阵中。具体而言,热电转换单元30A到30C形成在第一行中,热电转换单元30D到30F形成在第二行中,以及热电转换单元30G到30I形成在第三行中。在第一行中,如实施例1所示,热电转换单元30A到30C从上方看时以相同方向和相同取向排列,其中第一梳齿部62b朝向+X方向,而第二梳齿部70b朝向-X方向。同样在第二行和第三行中,热电转换单元30D到30I从上方看时以相同方向和相同取向排列,其中第一梳齿部62b朝向+X方向,而第二梳齿部70b朝向-X方向。

[0104] 与实施例1的热电转换单元30A到30C一样,在第一行的热电转换单元30A到30C中,热电转换单元30A的第二电极70和热电转换单元30B的第二层66,以及热电转换单元30B的第二电极70和热电转换单元30C的第二层66形成为一体,从而将热电转换单元30A到30C串联连接在一行中。

[0105] 在第二行的热电转换单元30D到30F中,热电转换单元30D的第二层66和热电转换单元30E的第二电极70,以及热电转换单元30E的第二层66和热电转换单元30F的第二电极70形成为一体,从而将热电转换单元30D到30F串联连接在一行中。在热电转换单元30G到30I中,热电转换单元30G的第二电极70和热电转换单元30H的第二层66,以及热电转换单元30H的第二电极70和热电转换单元30I的第二层66形成为一体,从而将热电转换单元30G到30I串联连接在一行中。

[0106] 在本实施例中,第一行的热电转换单元30C的第二电极70和与热电转换单元30C相邻的第二行的热电转换单元30F的第二层66形成为一体,因此,第一行的热电转换单元30A到30C和第二行的热电转换单元30D到30F串联连接。此外,第二行的热电转换单元30D的第二电极70和与热电转换单元30D相邻的第三行的热电转换单元30G的第二层66形成为一体,因此,第二行的热电转换单元30D到30F和第三行的热电转换单元30G到30I串联连接。由于这种配置,热电转换单元30A到30I串联连接。

[0107] 在本实施例的热电转换元件100中,与实施例1的热电转换元件100一样,彼此相邻的热电转换单元之一的第二电极70和另一热电转换单元的第二层66形成为一体,因此,热电转换单元30A到30I串联连接。由于热电转换单元30A到30I串联连接,因此可以提高热电转换元件100的开放端电压。

[0108] 此外,如实施例1所示,本实施例的热电转换元件100可以通过光刻和蚀刻容易地小型化。此外,可以增加热电转换单元30A到30I所占的基板10的第一主表面12的面积比。第

一电极60和第二电极70之间的间距变窄,且第一电极60与第二电极70的周长变长,从而能够增加本实施例的热电转换元件100的短路电流。

[0109] 如实施例1所示,与形成每个第一电极60的第一层62的材料和形成每个第一电极60的第二层66和第二电极70的材料的选择相关的自由度较高,因此,热电转换元件100的特性可以容易地增强。

[0110] 实施例3

[0111] 在实施例1和实施例2中,每个第一电极60的第一层62和第二电极70具有梳齿形。然而,一种配置是可能的,其中每个第一电极60的第一层62和第二电极70具有其他形状。

[0112] 本实施例的热电转换元件100包括基板10、基底层20、9个热电转换单元32A到32I和保护层80。本实施例的基板10、基底层20和保护层80的配置与实施例1中的配置相同。

[0113] 与实施例1的热电转换单元30A到30C一样,热电转换单元32A到32I中的每个都包括热电转换层40、绝缘层50、第一电极60和第二电极70。第一电极60包括第一层62和第二层66。如图18和图19所示,除了在X方向上具有长矩形的第一电极60的第一层62和第二电极70外,热电转换单元32A到32I的配置与实施例1的热电转换单元30A到30C的配置相同。

[0114] 注意,在热电转换单元32A到32C和32G到32I中,第一电极60位于+Y侧,而第二电极70位于-Y侧。在热电转换单元32D到32F中,第一电极60位于-Y侧,而第二电极70位于+Y侧。此外,为了便于理解,保护层80、附图标记的一部分等从图18中省略。图19示出了热电转换单元32B的横截面,作为热电转换单元32A到32I的示例。

[0115] 与实施例2的热电转换单元30A到30I一样,热电转换单元32A到32I排列在 $3 \times 3$ 矩阵中,并且串联连接。

[0116] 在第一行的热电转换单元32A到32C中,热电转换单元32A的第二电极70和热电转换单元32B的第二层66,以及热电转换单元32B的第二电极70和热电转换单元32C的第二层66形成为一体,从而将热电转换单元32A到32C串联连接在一行中。在第二行的热电转换单元32D到32F中,热电转换单元32D的第二层66和热电转换单元32E的第二电极70,以及热电转换单元32E的第二层66和热电转换单元32F的第二电极70形成为一体,从而将热电转换单元32D到32F串联连接在一行中。在第三行的热电转换单元32G到32I中,热电转换单元32G的第二电极70和热电转换单元32H的第二层66,以及热电转换单元32H的第二电极70和热电转换单元32I的第二层66形成为一体,从而将热电转换单元32G到32I串联连接在一行中。

[0117] 此外,第一行的热电转换单元32C的第二电极70和与热电转换单元32C相邻的第二行的热电转换单元32F的第二层66形成为一体,因此,第一行的热电转换单元32A到32C和第二行的热电转换单元32D到32F串联连接。第二行的热电转换单元32D的第二电极70和与热电转换单元32D相邻的第三行的热电转换单元32G的第二层66形成为一体,因此,第二行的热电转换单元32D到32F和第三行的热电转换单元32G到32I串联连接。由于这种配置,热电转换单元32A到32I串联连接。

[0118] 在本实施例中,每个第一电极60的第一层62和第二电极70具有矩形,因此,当根据与实施例1和实施例2相同的规则设计时,热电转换单元32A到32I所占的基板10的第一主表面12的面积可以很容易地减小。在本实施例中,9个热电转换单元32A到32I布置在 $3 \times 3$ 矩阵中,但是,通过减少热电转换单元在基板10的第一主表面12上所占的面积,可以增加串联连接的热电转换单元的数量。通过增加串联连接的热电转换单元的数量,可以增加热电转换

元件100的开放端电压。当在诸如热流传感器之类的传感器应用中使用热电转换元件100时,优选增加热电转换元件的开放端电压以增加输出电压。

[0119] 修改示例

[0120] 已经描述了实施例,但在不脱离本公开的精神和范围的情况下,可以对本公开进行各种修改。

[0121] 例如,基板10不限于玻璃基板。一种配置是可能的,其中基板10由具有绝缘特性的膜(例如,聚酰亚胺膜)形成。

[0122] 实施例1到3的热电转换元件100包括基底层20。然而,一种配置是可能的,其中热电转换元件100不包括基底层20。热电转换层40可以在具有绝缘特性的基板10的第一主表面12的方向上形成。此外,一种配置是可能的,其中热电转换元件100不包括保护层80。

[0123] 在实施例1到3中,每个第一电极60的第一层62由具有较小功函数的材料形成,而每个第一电极60的第二层66和第二电极70由具有较大功函数的材料形成。然而,在热电转换元件100中,形成每个第一电极60的第一层62的材料的功函数和形成每个第一电极60的第二层66和第二电极70的材料的功函数是不同的就足够了。

[0124] 对于形成每个第一电极60的第一层62以及每个第一电极60的第二层66和第二电极70的材料,具有较小功函数的材料示例包括铯(Cs)、铝(Al)等,而具有较大功函数的材料示例包括镍(Ni)。

[0125] 在实施例1到3中,一种配置是可能的,其中在通过保护层80的端子开口85暴露的每个第一电极60(第二层66)和第二电极70的表面上施加保护镀层。

[0126] 在实施例1的热电转换单元30A到30C和实施例2的热电转换单元30A到30I中,第一梳齿部62b和第二梳齿部70b沿X方向延伸。然而,如图20所示,一种配置是可能的,其中第一梳齿部62b和第二梳齿部70b在Y方向上延伸。为了便于理解,从图20中省略绝缘层50、附图标记的一部分等。

[0127] 在实施例3的热电转换单元30A到30I中,每个第一电极60的第一层62和第二电极70具有在X方向上的长矩形。如图21所示,一种配置是可能的,其中每个第一电极60的第一层62和第二电极70具有沿Y方向的长矩形。为了便于理解,从图21中省略绝缘层50、附图标记的一部分等。

[0128] 在实施例2的热电转换元件100中,可以通过测量串联连接的热电转换单元30A到30I的输出电压来检测热电转换单元30A到30I被布置的整个区域的热流。如图22所示,一种配置是可能的,其中热电转换元件100通过经由布线92测量串联连接的热电转换单元30A到30D的每个第二电极70的输出电压,来检测每个热电转换单元30A到30D被布置的每个区域的热流。结果,热电转换元件100可以检测热电转换单元30A到30D被布置的整个区域的热流,并且还可以检测热电转换单元30A到30D被布置的区域中热流的分布。为了便于理解,从图22中省略了每个第一电极60的第一层62、保护层80、附图标记的一部分等。

[0129] 在热电转换元件100中,如图23所示,一种配置是可能的,其中通过将热电转换单元30A到30C串联连接而获得的单元组94经由布线92并联。由于这种配置,即使在热电转换单元30A到30C的一部分断开连接时,热电转换元件100也可以检测热流。为了便于理解,在图23中,以简化的方式示出了热电转换单元30A到30C,并且省略了基板10、保护层80等。

[0130] 利用从实施例1的端子开口85暴露的第一电极60,第一层62和第二层66被堆叠。然

而,如图24所示,一种配置是可能的,其中通过端子开口85暴露的第一电极60仅由第二层66形成。此外,如图25所示,一种配置是可能的,其中用于形成每个第一电极60的第一层62的薄膜64保持在通过端子开口85暴露的第二电极70下面。

[0131] 在实施例1中,用于将热电转换元件100连接到外部设备的端子开口85被布置在热电转换元件100的不同侧,然而,端子开口85的位置、形状等可以根据需要确定。此外,可以根据需要确定热电转换元件100和外部设备之间的连接模式、连接位置等。此外,可以根据需要确定热电转换元件100的热电转换单元的数量、布置、连接路径等。热电转换元件100的热电转换单元的数量、布置、连接路径等可以根据热电转换元件100的使用和/或安装位置来设置。

[0132] 上文描述了一些示例实施例,以便于解释。尽管上述讨论提出了具体的实施例,但本领域技术人员将认识到,在不脱离本发明的更广泛的精神和范围的情况下,可以在形式和细节上进行更改。因此,说明书和附图应被视为说明性的,而非限制性的。因此,该详细描述不应被视为具有限制性意义,并且本发明的范围仅由所包括的权利要求以及这些权利要求有权享有的全部等效物来定义。

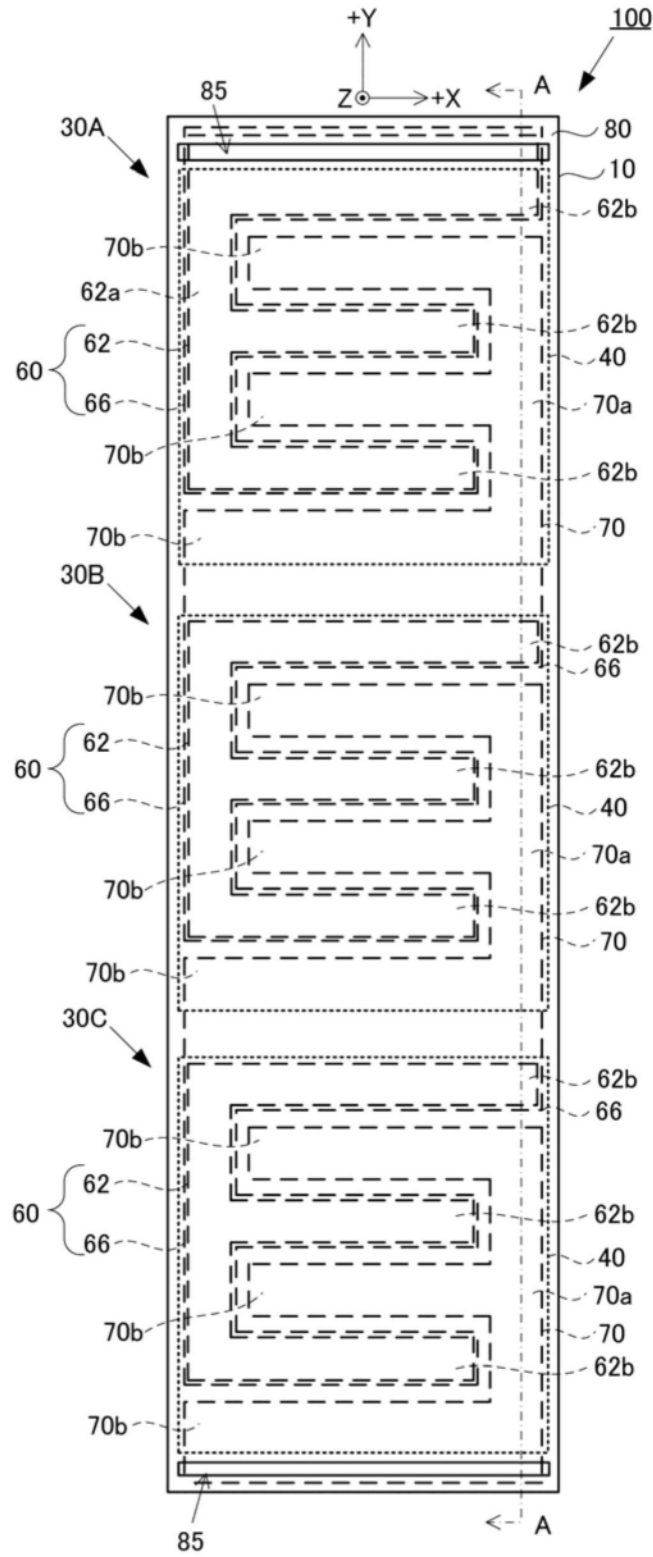


图1

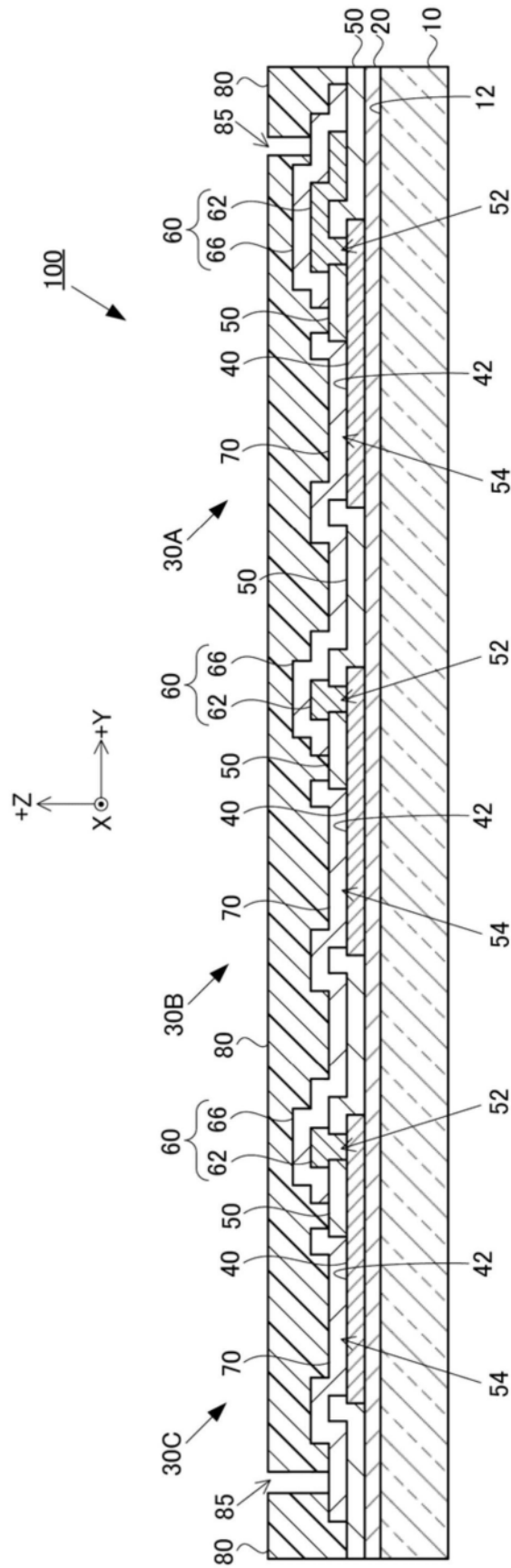


图2

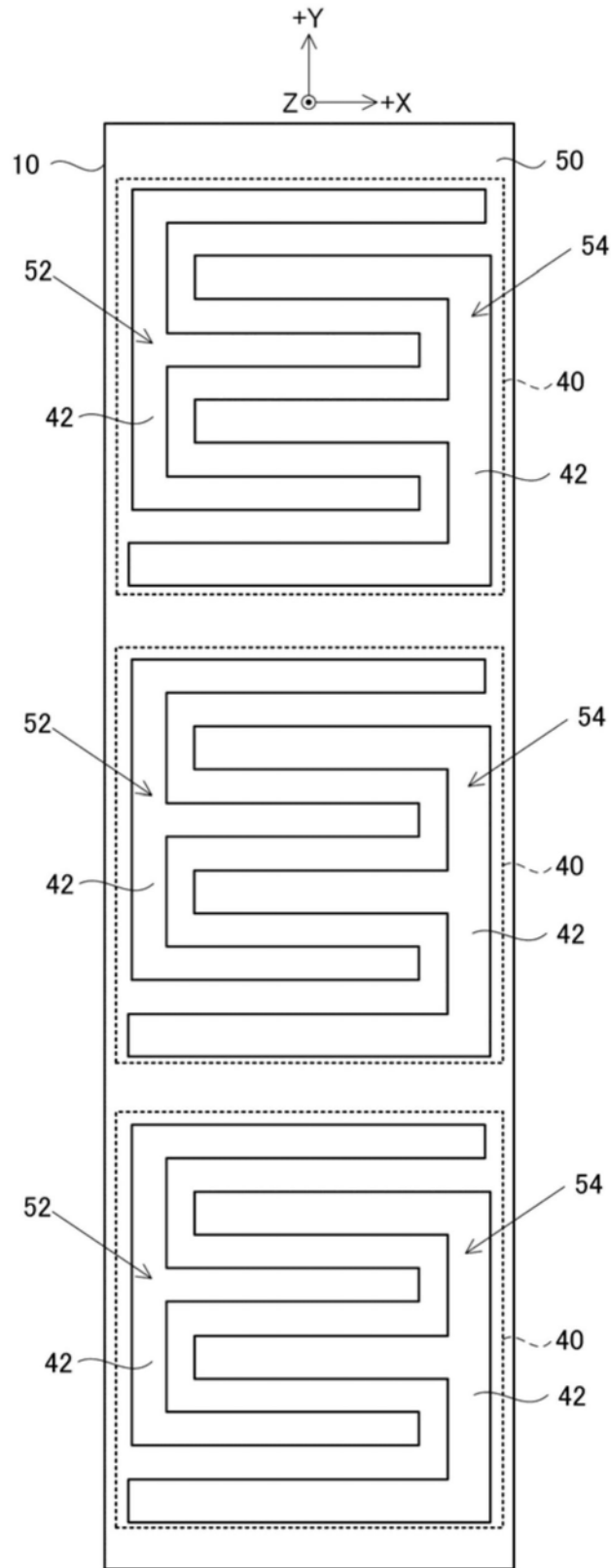


图3

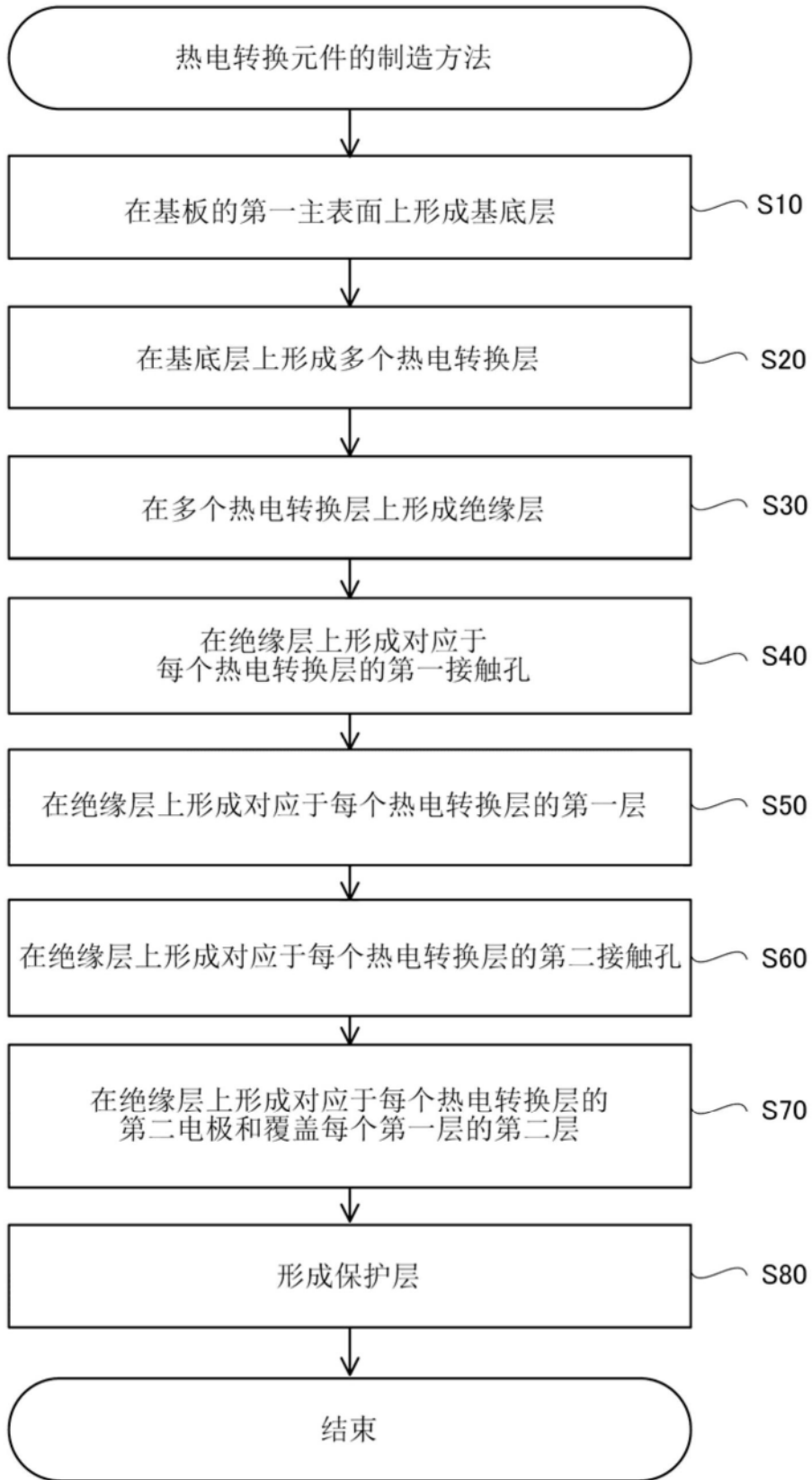


图4

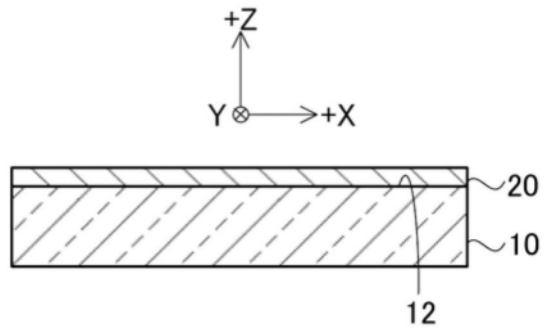


图5

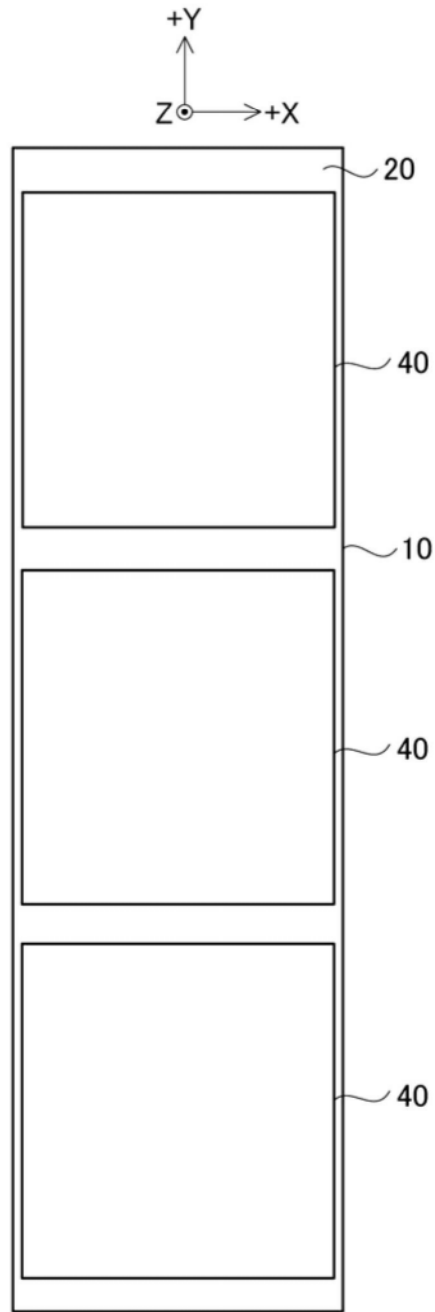


图6

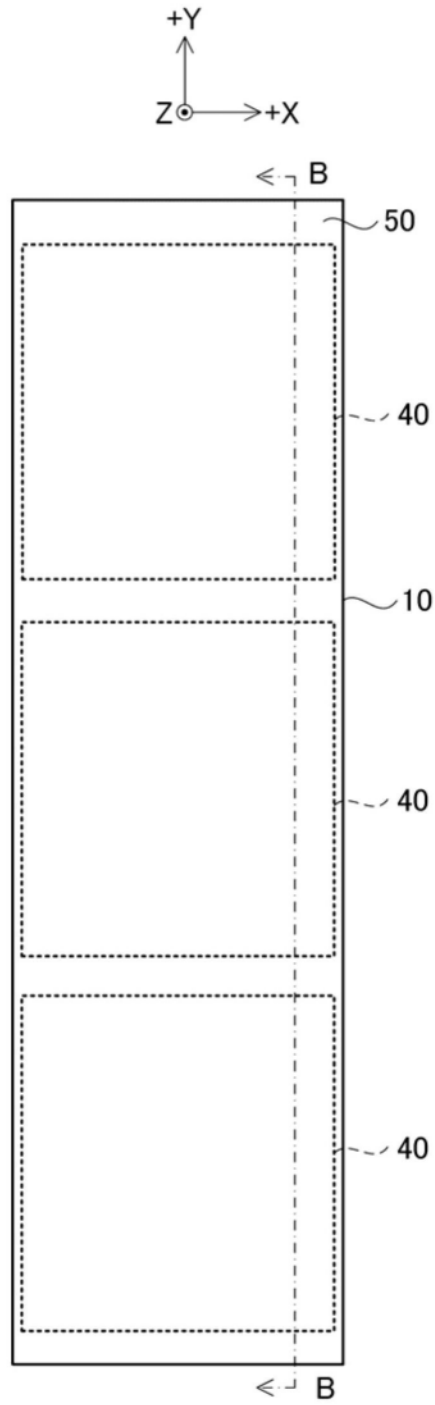


图7

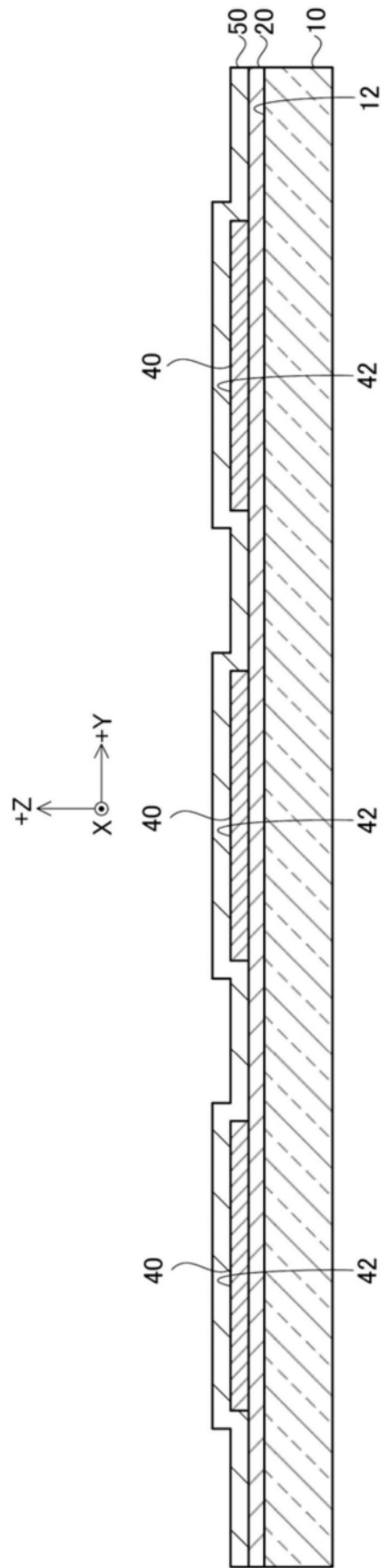


图8

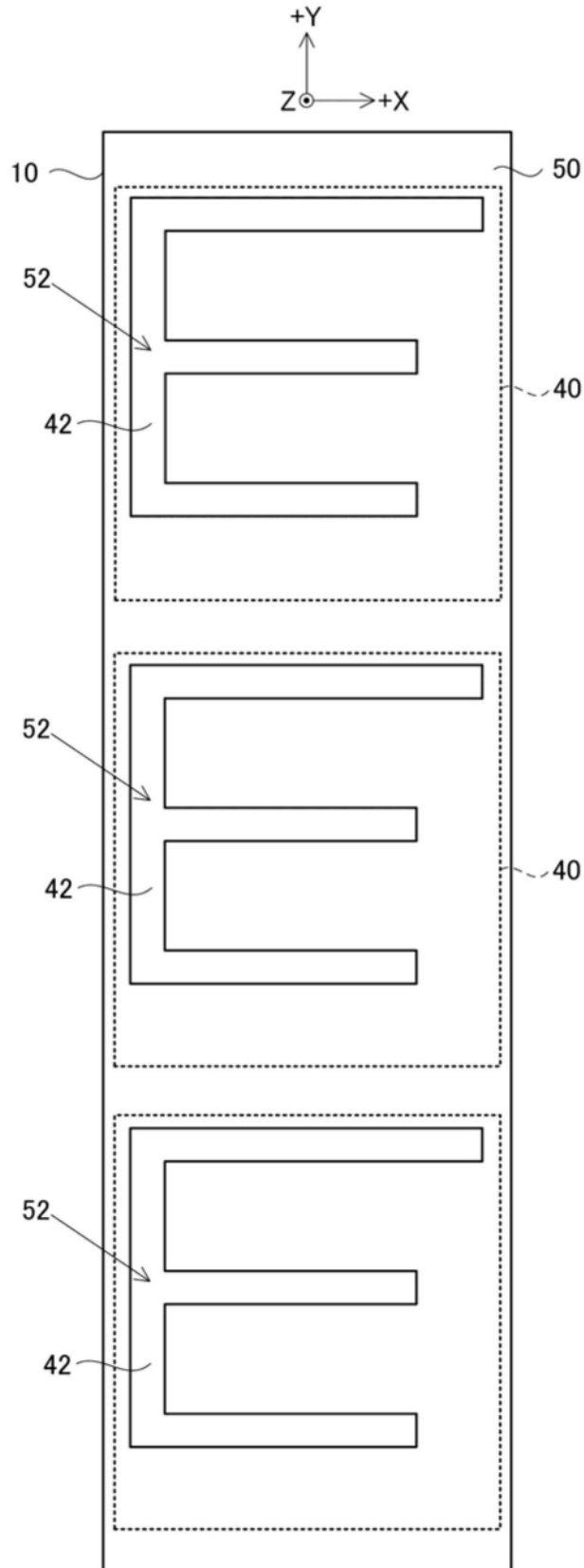


图9

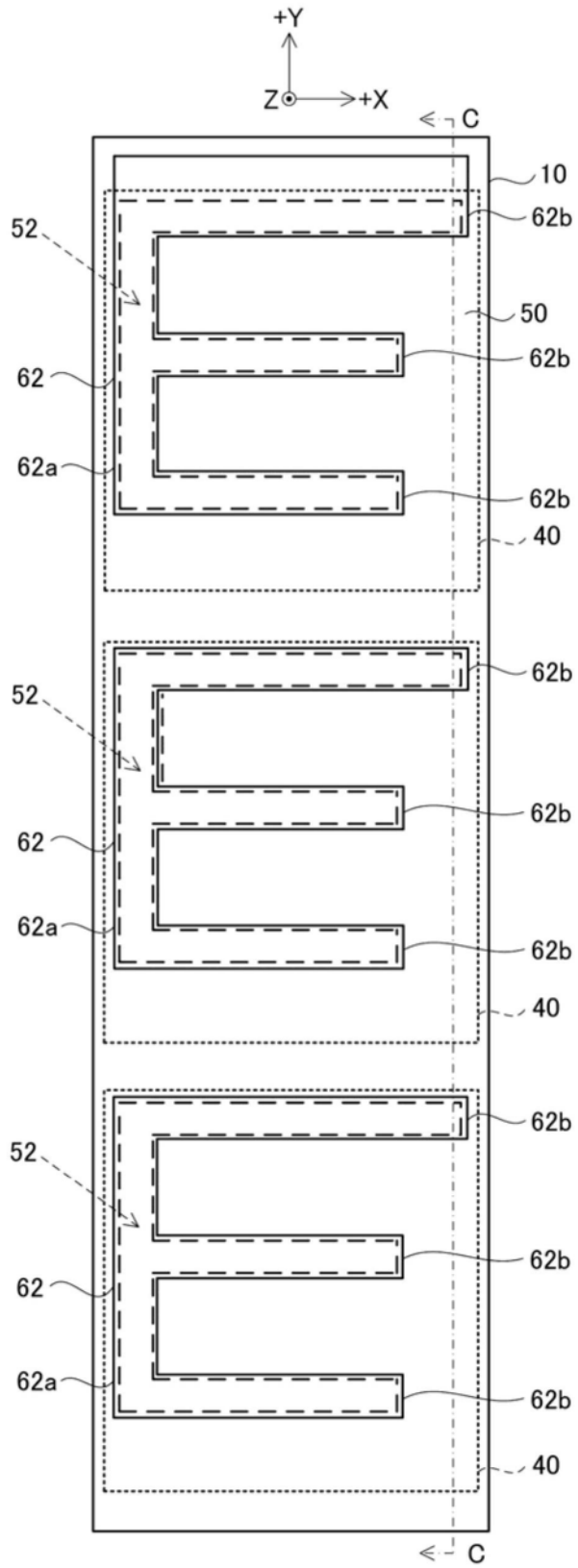


图10

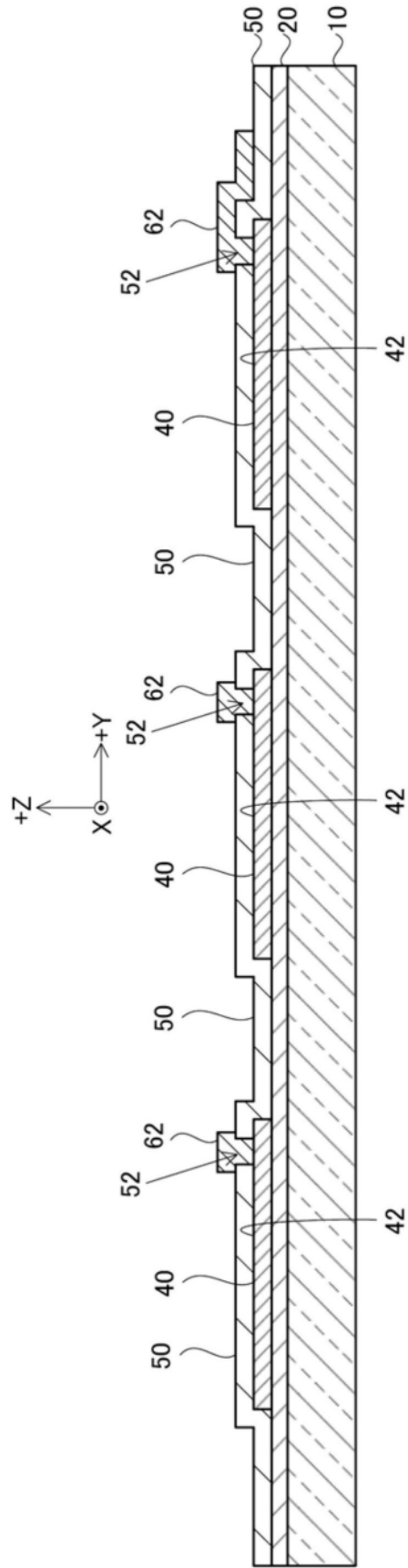


图11

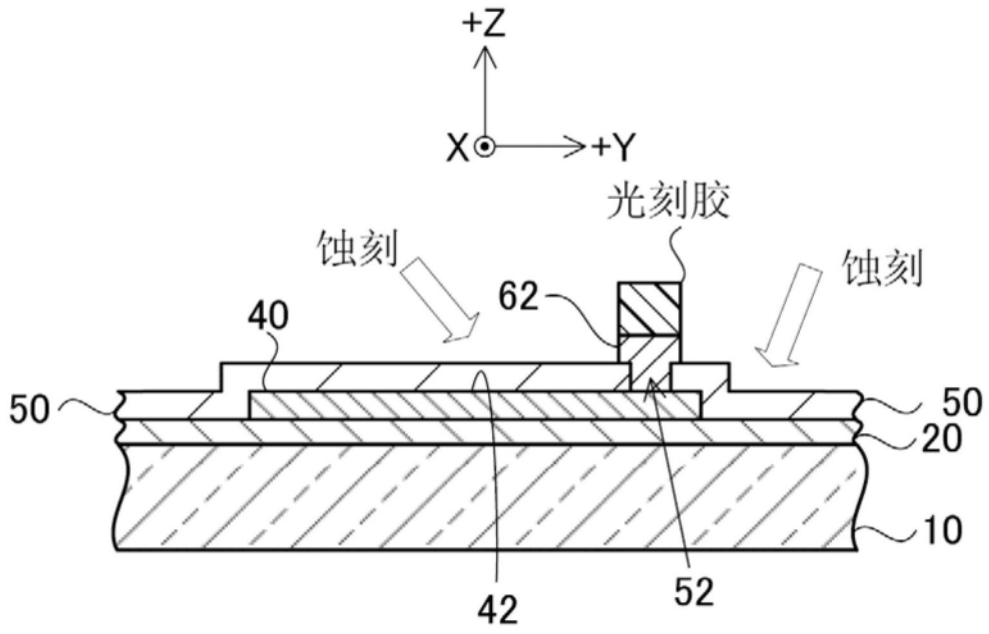


图12

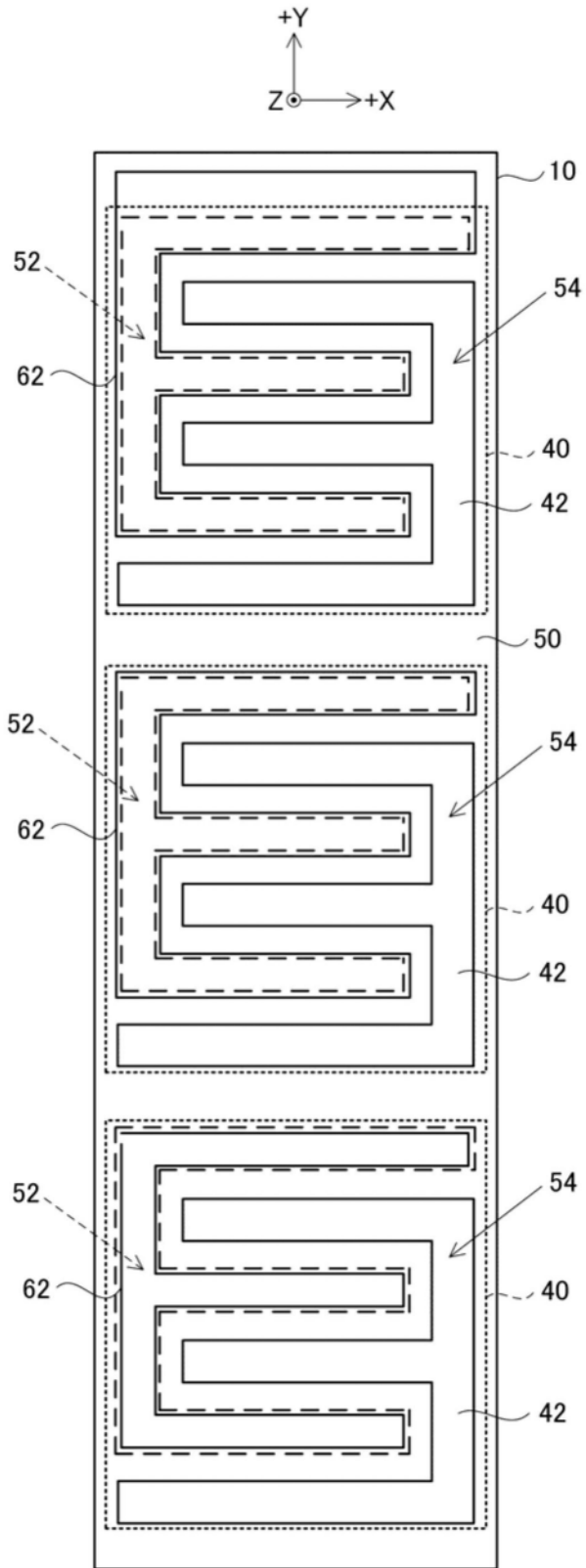


图13



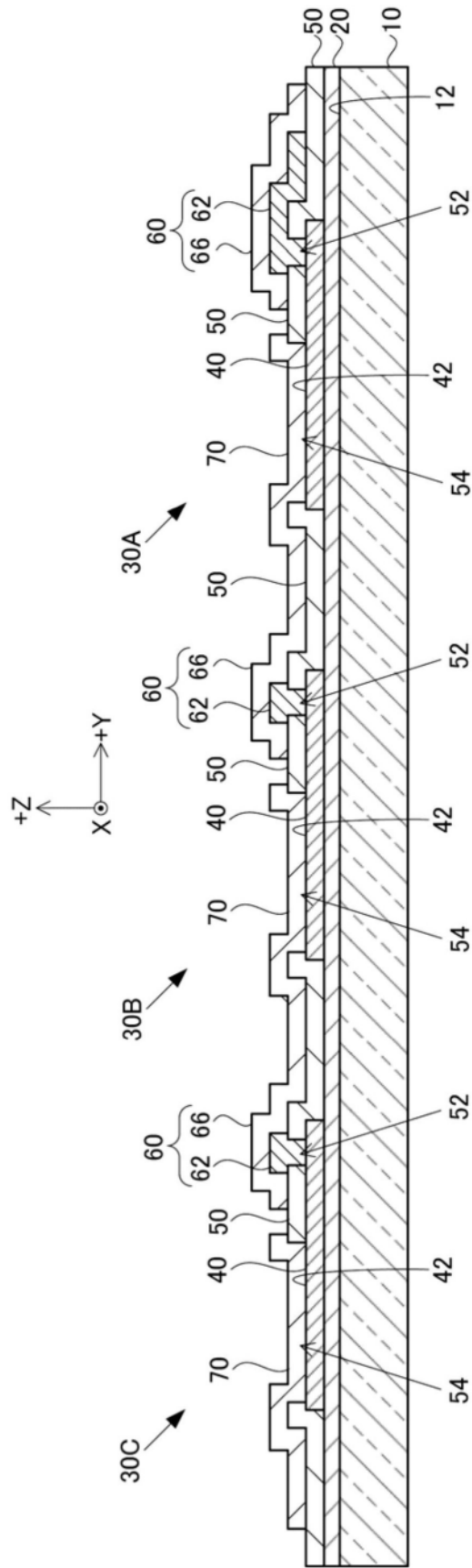


图15

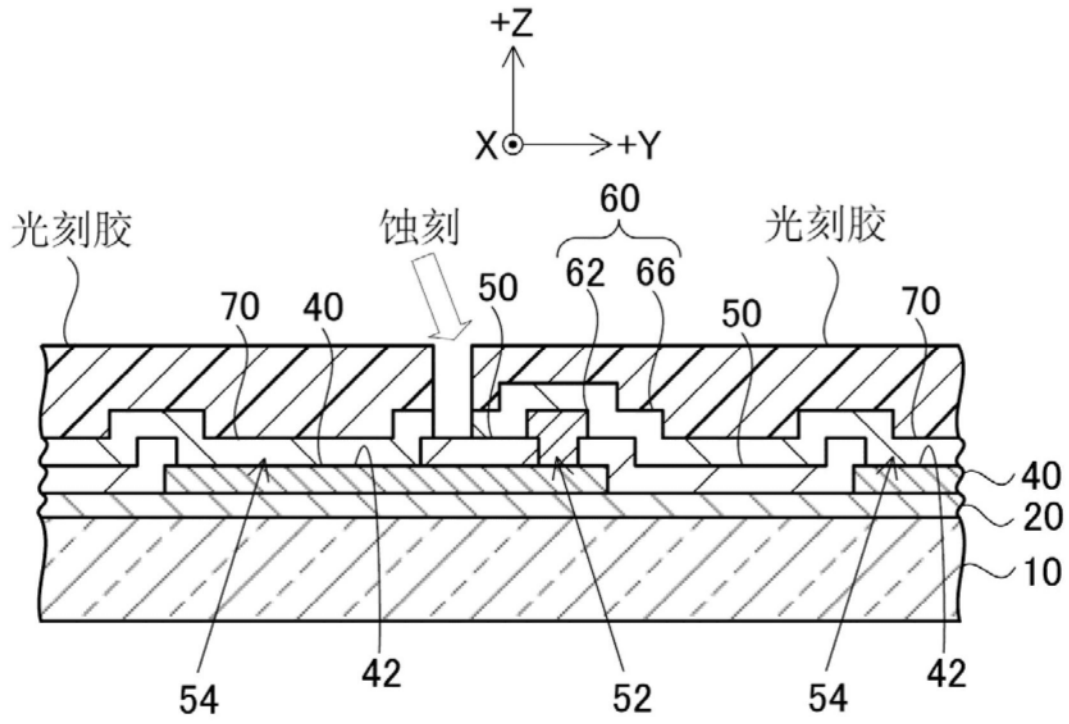


图16

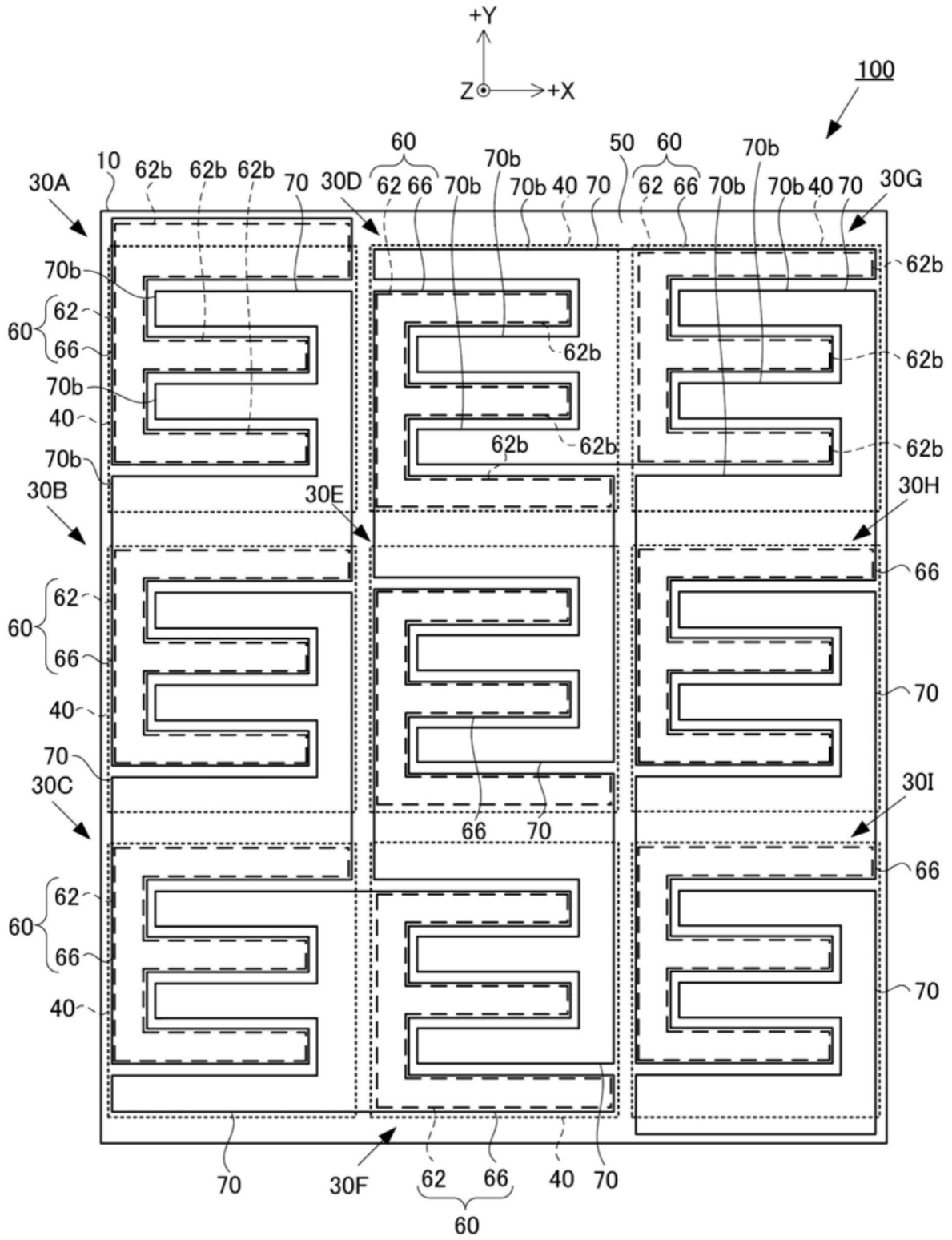


图17

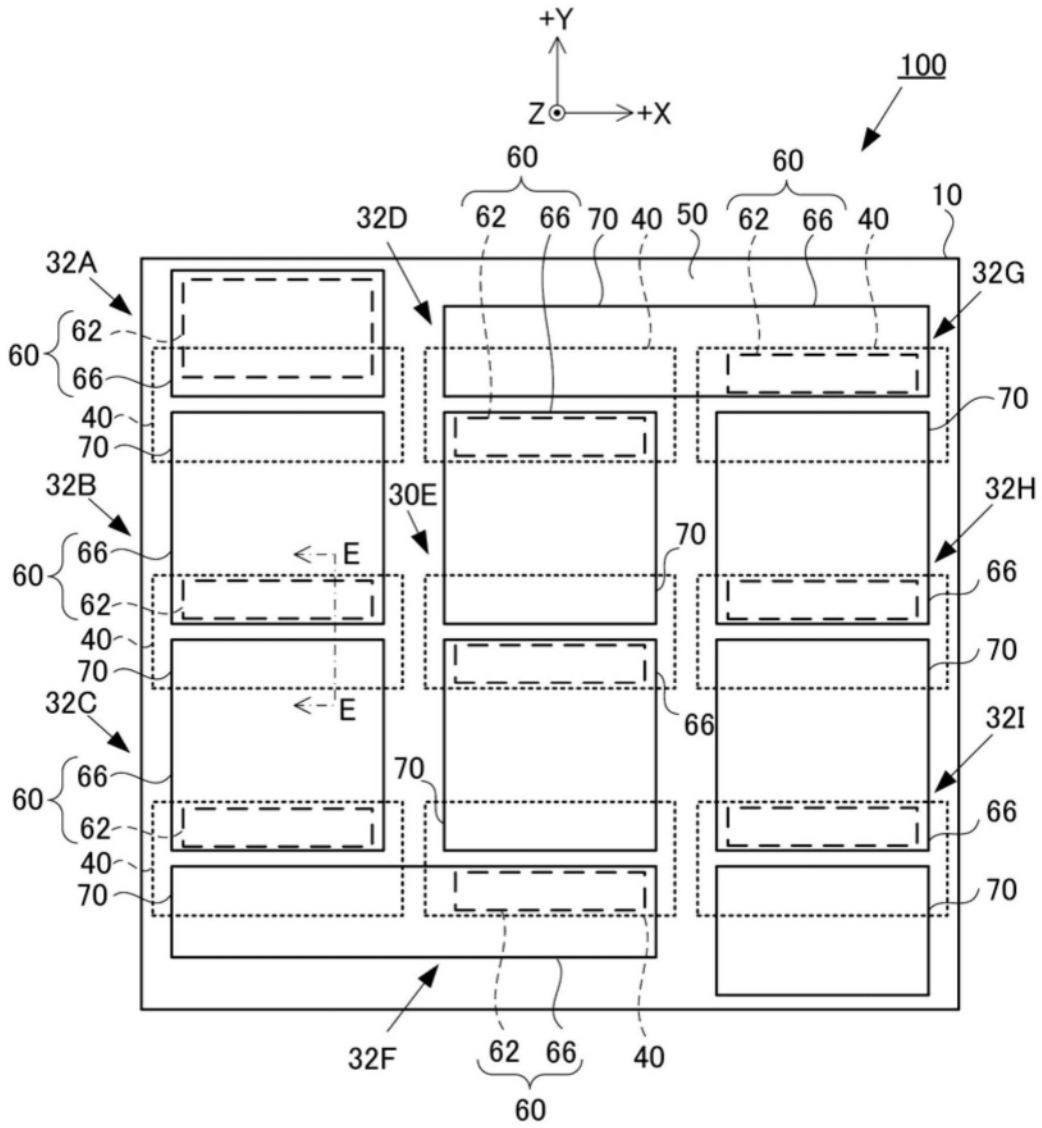


图18

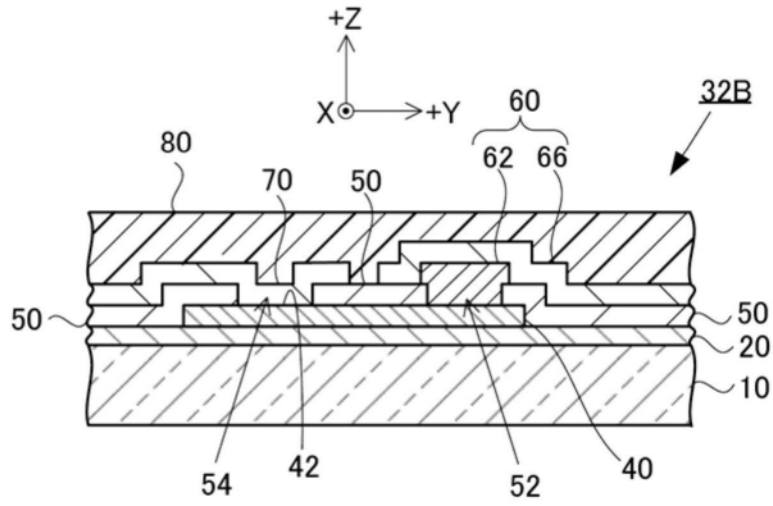


图19



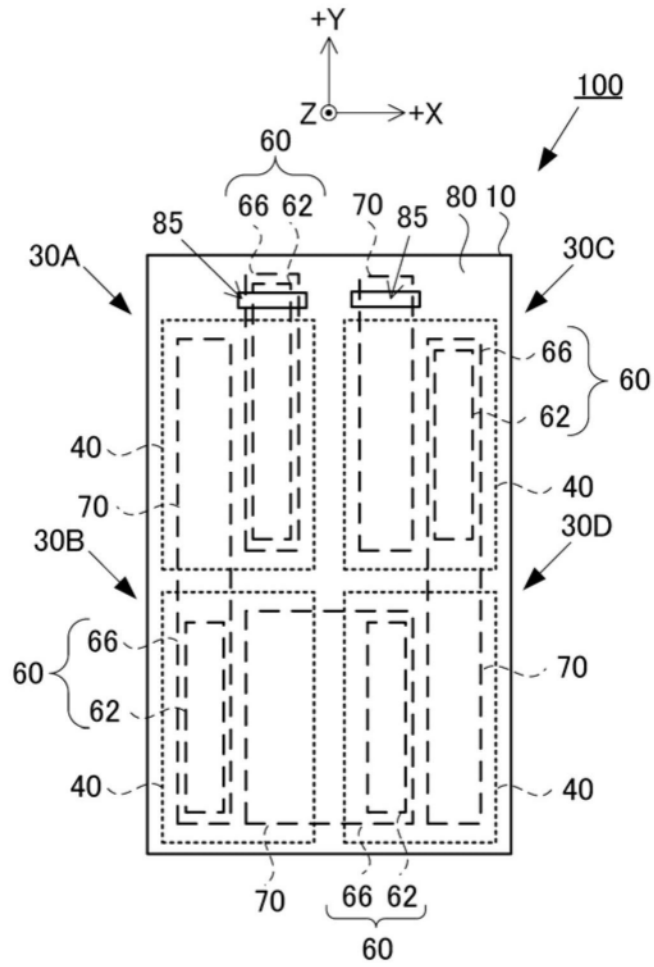


图21



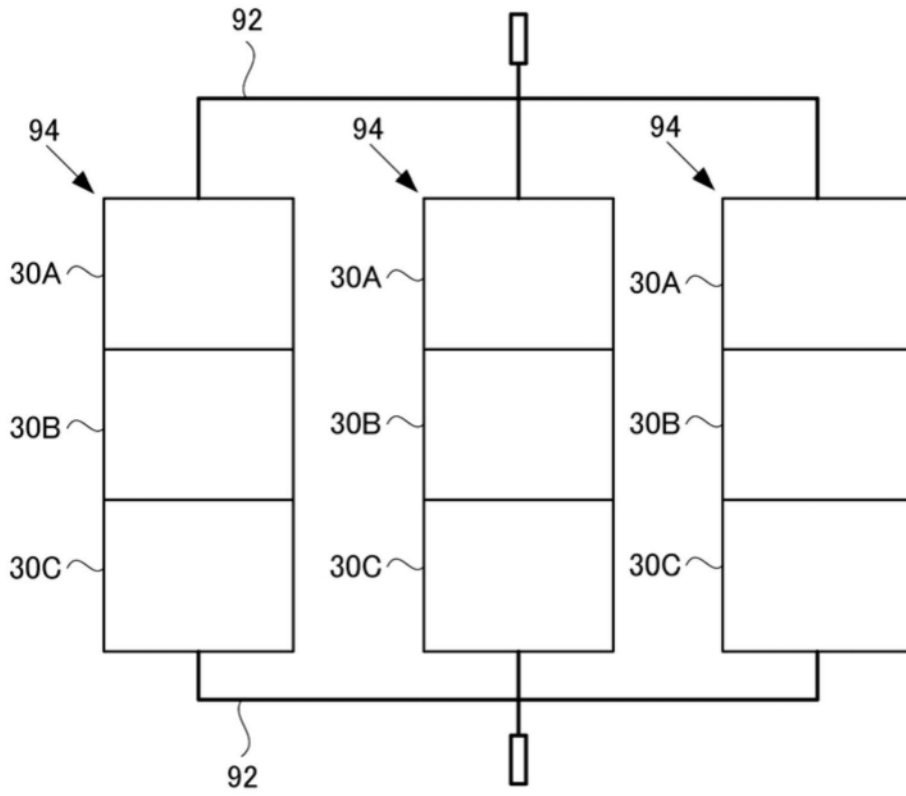


图23

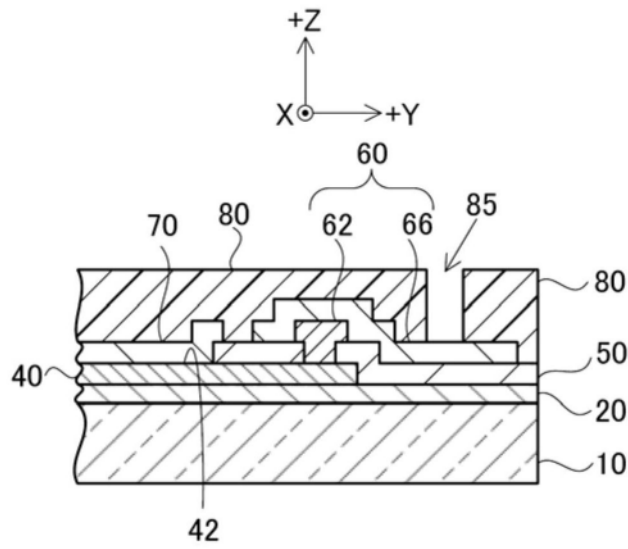


图24

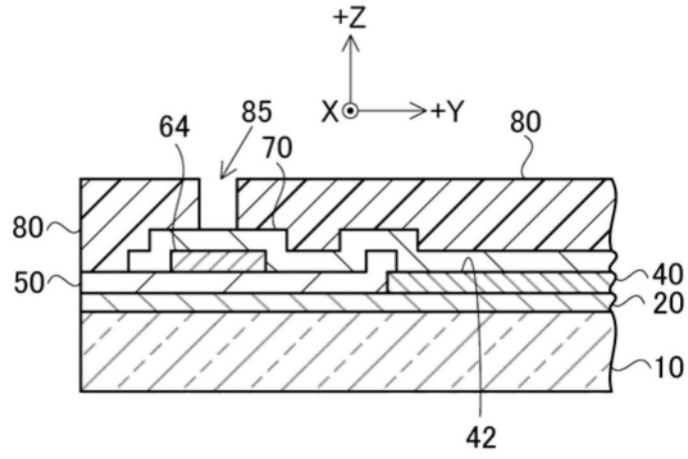


图25