



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118871757 A

(43) 申请公布日 2024. 10. 29

(21) 申请号 202380027022.4

(22) 申请日 2023.02.28

(30) 优先权数据

2022-038838 2022.03.14 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/007287 2023.02.28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/176426 JA 2023.09.21

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本

(72) 发明人 奥富让仁

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇 严美善

(51) Int.Cl.

G01L 1/16 (2006.01)

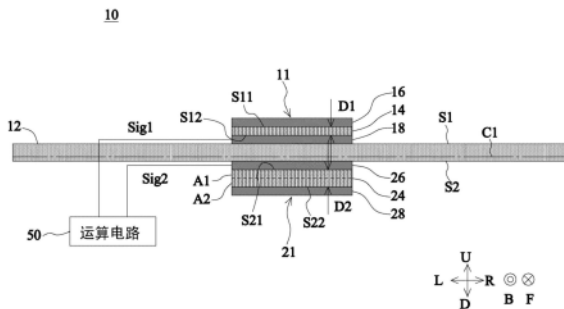
权利要求书1页 说明书7页 附图8页

(54) 发明名称

变形探测传感器

(57) 摘要

本发明所涉及的变形探测传感器具备:能够弯曲的挠性基材,其具有在上下方向上排列的基材上主面和基材下主面;第一传感器,其设置于基材上主面,包括第一压电薄膜;以及第二传感器,其设置于基材下主面,包括第二压电薄膜,其中,第二压电薄膜的上下方向的厚度大于第一压电薄膜的上下方向的厚度,第一传感器和第二传感器因挠性基材以向上方或下方突出的方式弯曲而弯曲。



1. 一种变形探测传感器,具备:
挠性基材,其具有在上下方向上排列的基材上主面和基材下主面;
第一传感器,其设置于所述基材上主面,包括第一压电薄膜;以及
第二传感器,其设置于所述基材下主面,包括第二压电薄膜,
其中,所述第二压电薄膜的所述上下方向的厚度大于所述第一压电薄膜的所述上下方向的厚度,
所述第一传感器和所述第二传感器因所述挠性基材以向上方或下方突出的方式弯曲而弯曲。
2. 根据权利要求1所述的变形探测传感器,其中,
所述第一压电薄膜具有第一上主面和第一下主面,
所述第二压电薄膜具有第二上主面和第二下主面,
所述第一传感器还包括设置于所述第一上主面的第一上电极和设置于所述第一下主面的第一下电极,
所述第二传感器还包括设置于所述第二上主面的第二上电极和设置于所述第二下主面的第二下电极。
3. 根据权利要求2所述的变形探测传感器,其中,
所述第一上电极和所述第二下电极连接于地电位。
4. 根据权利要求3所述的变形探测传感器,其中,
变形探测传感器还具备运算电路,所述运算电路计算从所述第一下电极输出的第一信号的电气参数与由所述第二上电极输出的第二信号的电气参数之差。
5. 根据权利要求3或4所述的变形探测传感器,其中,
将在所述挠性基材弯曲时弯折线延伸的方向定义为前后方向,
将与所述上下方向及所述前后方向正交的方向定义为左右方向,
所述第一压电薄膜的所述左右方向的长度与所述第一上电极的所述左右方向的长度相等,
所述第二压电薄膜的所述左右方向的长度与所述第二下电极的所述左右方向的长度相等。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的变形探测传感器,其中,
在沿所述上下方向观察时,所述第二传感器与所述第一传感器重叠。
7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的变形探测传感器,其中,
所述变形探测传感器还具备:
第三传感器,其设置于所述基材上主面,包括第三压电薄膜;以及
第四传感器,其设置于所述基材下主面,包括第四压电薄膜。
8. 根据权利要求1至7中的任一项所述的变形探测传感器,其中,
所述第一压电薄膜和所述第二压电薄膜具有 d_{14} 的压电常数。

变形探测传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种探测挠性基材的变形的变形探测传感器。

背景技术

[0002] 作为与以往的变形探测传感器有关的发明,例如已知一种专利文献1所记载的弯曲变形传感器。在该弯曲变形传感器中,具备第一压电薄膜、第二压电薄膜以及弹性体。弹性体具有第一主面和第二主面。第一压电薄膜设置于第一主面。第二压电薄膜设置于第二主面。由此,当弹性体弯曲时,第一压电薄膜拉伸,第二压电薄膜伸缩。而且,第一压电薄膜输出第一信号,第二压电薄膜输出第二信号。未图示的运算电路能够根据第一信号和第二信号来探测弹性体的弯曲变形。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第4427665号

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 另外,期望在专利文献1所记载的弯曲变形传感器中进一步提高弯曲变形的探测的灵敏度。

[0008] 因此,本发明的目的在于提供一种能够提高挠性基材的变形的探测的灵敏度的变形探测传感器。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 本发明的一个方式所涉及的变形探测传感器具备:

[0011] 能够弯曲的挠性基材,其具有在上下方向上排列的基材上主面和基材下主面;

[0012] 第一传感器,其设置于所述基材上主面,包括第一压电薄膜;以及

[0013] 第二传感器,其设置于所述基材下主面,包括第二压电薄膜,

[0014] 其中,所述第二压电薄膜的所述上下方向的厚度大于所述第一压电薄膜的所述上下方向的厚度,

[0015] 所述第一传感器和所述第二传感器因所述挠性基材以向上方或下方突出的方式弯曲而弯曲。

[0016] 发明的效果

[0017] 根据本发明所涉及的变形探测传感器,能够提高挠性基材的变形的探测的灵敏度。

附图说明

[0018] 图1是变形探测传感器10的主视图。

[0019] 图2是变形探测传感器10的分解图。

- [0020] 图3是挠性基材12进行了弯曲时的变形探测传感器10的主视图。
- [0021] 图4是示出第一信号Sig1和第二信号Sig2的波形的曲线图。
- [0022] 图5是示出差 Δ 的波形的曲线图。
- [0023] 图6是比较例所涉及的变形探测传感器1010的主视图。
- [0024] 图7是变形探测传感器10a的主视图。
- [0025] 图8是挠性基材12进行了弯曲时的变形探测传感器10a的主视图。
- [0026] 图9是变形探测传感器10b的主视图。

具体实施方式

[0027] (实施方式)

[0028] [变形探测传感器的结构]

[0029] 下面,参照附图来说明本发明的实施方式所涉及的变形探测传感器10的结构。图1是变形探测传感器10的主视图。图2是变形探测传感器10的分解图。图3是挠性基材12进行了弯曲时的变形探测传感器10的主视图。

[0030] 另外,在本说明书中,如下面那样定义方向。将如图1那样未弯曲的状态的挠性基材12的基材上主面S1和基材下主面S2排列的方向定义为上下方向。将在挠性基材12弯曲时弯折线L(参照图2和图3)延伸的方向定义为前后方向。将与上下方向及前后方向正交的方向定义为左右方向。此外,本说明书中的方向的定义是一例。因而,变形探测传感器10的实际使用时的方向与本说明书中的方向不需要一致。另外,在图1中,上下方向也可以翻转。同样地,在图1中,左右方向也可以翻转。在图1中,前后方向也可以翻转。

[0031] 变形探测传感器10探测挠性基材12的弯曲。如图1和图2所示,变形探测传感器10具备挠性基材12、第一传感器11、第二传感器21以及运算电路50。

[0032] 挠性基材12是具有挠性的薄片。挠性基材12具有在上下方向上排列的基材上主面S1和基材下主面S2。在沿上下方向观察时,挠性基材12如图2所示那样呈具有沿前后方向延伸的短边和沿左右方向延伸的长边的长方形形状。挠性基材12如图3所示那样能够在弯折线L处弯曲。弯折线L将挠性基材12的两条长边的中点连接。在沿前后方向观察时,挠性基材12以向下方突出的方式弯曲。

[0033] 第一传感器11如图1所示那样设置于基材上主面S1。第一传感器11输出用于探测挠性基材12的变形的第一信号Sig1。第一传感器11包括第一压电薄膜14、第一上电极16以及第一下电极18。

[0034] 第一压电薄膜14是具有挠性的薄片。第一压电薄膜14具有第一上主面S11和第一下主面S12。在沿上下方向观察时,第一压电薄膜14如图2所示那样呈具有沿前后方向延伸的短边和沿左右方向延伸的长边的长方形形状。

[0035] 第一压电薄膜14通过与挠性基材12一起伸缩而产生电荷。第一压电薄膜14例如是由手性高分子形成的薄膜。手性高分子例如是聚乳酸(PLA),特别是L型聚乳酸(PLLA)。由手性高分子构成的PLLA的主链具有螺旋结构。PLLA被进行单轴拉伸而分子取向时具有压电性。第一压电薄膜14的压电常数为d14。而且,被进行了单轴拉伸的PLLA通过第一压电薄膜14在左右方向上被拉伸、或在左右方向上被压缩而产生电压。第一压电薄膜14在左右方向上被拉伸时产生正电压。第一压电薄膜14在左右方向上被压缩时产生负电压。电压的大小

取决于由拉伸或压缩引起的第一压电薄膜14的变形量的微分值。

[0036] 如图2所示,第一压电薄膜14的单轴拉伸方向Da相对于前后方向和左右方向分别形成了45度的角度。该45度例如包括包含45度 $\pm$ 10度左右在内的角度。此外,第一压电薄膜14也可以是代替PLLA而由进行极化处理后的PVDF或PZT等那样的离子极化后的铁电体形成的薄膜。

[0037] 第一上电极16是地电极。因而,第一上电极16连接于地电位。第一上电极16设置于第一上主面S11。第一上电极16覆盖了第一上主面S11的整体。因而,第一压电薄膜14的左右方向的长度与第一上电极16的左右方向的长度相等。第一压电薄膜14的前后方向的长度与第一上电极16的前后方向的长度相等。

[0038] 第一下电极18是信号电极。因而,从第一下电极18输出第一信号Sig1。第一下电极18设置于第一下主面S12。第一下电极18覆盖了第一下主面S12的整体。因而,第一压电薄膜14的左右方向的长度与第一下电极18的左右方向的长度相等。第一压电薄膜14的前后方向的长度与第一下电极18的前后方向的长度相等。

[0039] 第一上电极16和第一下电极18例如是ITO(氧化铟锡)、ZnO(氧化锌)等有机电极、通过蒸镀、电镀形成的金属覆膜、通过银浆形成的印刷电极膜。

[0040] 第二传感器21设置于基材下主面S2。在沿上下方向观察时,第二传感器21与第一传感器11重叠。第二传感器21输出用于探测挠性基材12的变形的第二信号Sig2。第二传感器21包括第二压电薄膜24、第二上电极26以及第二下电极28。

[0041] 第二压电薄膜24是具有挠性的薄片。第二压电薄膜24具有第二上主面S21和第二下主面S22。在沿上下方向观察时,第二压电薄膜24呈具有沿前后方向延伸的短边和沿左右方向延伸的长边的长方形形状。第二压电薄膜24的上下方向的厚度D2大于第一压电薄膜14的上下方向的厚度D1。本说明书中的压电薄膜的上下方向的厚度例如是压电薄膜整体的上下方向的厚度的平均值。

[0042] 第二压电薄膜24通过与挠性基材12一起进行伸缩而产生极化。第二压电薄膜24例如是由手性高分子形成的薄膜。手性高分子例如是聚乳酸(PLA),特别是L型聚乳酸(PLLA)。由手性高分子构成的PLLA的主链具有螺旋结构。PLLA被进行单轴拉伸而分子取向时具有压电性。第二压电薄膜24的压电常数为d14。而且,被进行了单轴拉伸的PLLA通过第二压电薄膜24在左右方向上被拉伸、或在左右方向上被压缩而产生电压。第二压电薄膜24在左右方向上被拉伸时产生正电压。第二压电薄膜24在左右方向上被压缩时产生负电压。电压的大小取决于由拉伸或压缩引起的第二压电薄膜24的变形量的微分值。

[0043] 第二压电薄膜24的单轴拉伸方向Db与第一压电薄膜14的单轴拉伸方向Da平行。如图1所示,第二压电薄膜24的单轴拉伸方向Db相对于前后方向和左右方向分别形成了45度的角度。该45度例如包括包含45度 $\pm$ 10度左右在内的角度。此外,第二压电薄膜24也可以是代替PLLA而由进行极化处理后的PVDF或PZT等那样的离子极化后的铁电体形成的薄膜。

[0044] 第二上电极26是信号电极。因而,从第二上电极26输出第二信号Sig2。第二上电极26设置于第二上主面S21。第二上电极26覆盖了第二上主面S21的整体。因而,第二压电薄膜24的左右方向的长度与第二上电极26的左右方向的长度相等。第二压电薄膜24的前后方向的长度与第二上电极26的前后方向的长度相等。

[0045] 第二下电极28是地电极。因而,第二下电极28连接于地电位。第二下电极28设置于

第二下主面S22。第二下电极28覆盖了第二下主面S22的整体。因而,第二压电薄膜24的左右方向的长度与第二下电极28的左右方向的长度相等。第二压电薄膜24的前后方向的长度与第二下电极28的前后方向的长度相等。

[0046] 第二上电极26和第二下电极28例如是ITO(氧化铟锡)、ZnO(氧化锌)等有机电极、通过蒸镀、电镀形成的金属覆膜、通过银浆形成的印刷电极膜。

[0047] 运算电路50是IC(Integrated Circuit:集成电路)。运算电路50计算从第一下电极18输出的第一信号Sig1的电气参数与由第二上电极26输出的第二信号Sig2的电气参数之差 Δ 。电气参数是电位。但是,电气参数也可以是电位以外的值。电位以外的值例如是电荷量、电流值。另外,运算电路50基于差 Δ 来运算挠性基材12的弯曲量。下面,参照附图来进行说明。图4是示出第一信号Sig1和第二信号Sig2的波形的曲线图。图5是示出差 Δ 的波形的曲线图。图4和图5的纵轴是电位。图4和图5的横轴是时刻。

[0048] 如图3所示,第一传感器11和第二传感器21因挠性基材12以向上方或下方突出的方式弯曲而弯曲。在本实施方式中,第一传感器11和第二传感器21因挠性基材12以向下方突出的方式弯曲而弯曲。即,挠性基材12以使基材上主面S1位于比基材下主面S2靠内侧的位置的方式弯曲。此时,第一压电薄膜14被压缩。因此,第一信号Sig1相对于基准电位具有负电位(下面简称为负电位)。第二压电薄膜24被拉伸。因此,第二信号Sig2相对于基准电位具有正电位(下面简称为正电位)。但是,第一信号Sig1的波形与第二信号Sig2的波形关于基准电位呈线对称。因此,运算电路50从第二信号Sig2减去第一信号Sig1,来运算图5所示的差 Δ 。由此,运算电路50能够得到比第一信号Sig1的电位和第二信号Sig2的电位大的差 Δ 。然后,运算电路50基于差 Δ 来运算挠性基材12的弯曲量。

[0049] [效果]

[0050] 根据变形探测传感器10,能够提高挠性基材12的变形的探测的灵敏度。下面,以比较例所涉及的变形探测传感器1010为例进行说明。图6是比较例所涉及的变形探测传感器1010的主视图。比较例所涉及的变形探测传感器1010在第二压电薄膜1024的上下方向的厚度与第一压电薄膜1014的上下方向的厚度相等这一点上与变形探测传感器10不同。

[0051] 在挠性基材12、1012弯曲时,在挠性基材12、1012中出现不发生拉伸和压缩的面。将该面称为中立面C1、C1001。如图6所示,中立面C1001位于第一上电极1016的上主面与第二下电极1028的中间。由于第二压电薄膜1024的上下方向的厚度与第一压电薄膜1014的上下方向的厚度相等,因此中立面C1001位于挠性基材1012的上下方向的中间。在该情况下,通过第二压电薄膜1024被拉伸而产生的电位的大小V1002与通过第一压电薄膜1014被压缩而产生的电位的大小V1001实质上相等。

[0052] 另一方面,如图1所示,中立面C1位于第一上电极16的上主面与第二下电极28的下主面的中间。但是,由于第二压电薄膜1024的上下方向的厚度D2大于第一压电薄膜1014的上下方向的厚度D1,因此中立面C1位于比挠性基材12的上下方向的中间靠下的位置。在该情况下,第一压电薄膜14的压缩量比第一压电薄膜1014的压缩量大。其结果是,通过第一压电薄膜14被压缩而产生的电位的大小V1比通过第一压电薄膜1014被压缩而产生的电位的大小V1001大。

[0053] 在此,将第二压电薄膜24内的从第二上主面S21起到厚度D1为止的区域称为区域A1。将第二压电薄膜24内的除区域A1以外的区域称为区域A2。如上所述,中立面C1位于比挠

性基材12的上下方向的中间靠下的位置。在该情况下,区域A1的拉伸量比第二压电薄膜1024的拉伸量小。其结果是,通过区域A1被拉伸而产生的电位的大小 V_{A1} 比通过第二压电薄膜1024被拉伸而产生的电位的大小 V_{1002} 小。即,通过第一压电薄膜14被压缩而产生的电位的大小 V_1 的增加因通过区域A1被拉伸而产生的电位的大小 V_{A1} 的减少而被抵消。

[0054] 然而,当挠性基材12弯曲时,区域A2拉伸。因此,区域A2产生大小为 V_{A2} 的电位。因而,变形探测传感器10能够得到比由变形探测传感器1010得到的差 Δ 大了 V_{A2} 大小的差 Δ 。其结果是,根据变形探测传感器10,能够提高挠性基材12的变形的探测的灵敏度。

[0055] 根据变形探测传感器10,基于下面的理由也能够提高挠性基材12的变形的探测的灵敏度。更详细地说,第一信号Sig1具有负电位。第二信号Sig2具有正电位。其中,第一信号Sig1的波形与第二信号Sig2的波形关于基准电位呈线对称。因此,运算电路50从第二信号Sig2的电位减去第一信号Sig1的电位来运算图5所示的差 Δ 。由此,运算电路50能够得到比第一信号Sig1的电位和第二信号Sig2的电位中的各个电位大的差 Δ 。然后,运算电路50能够基于该大的差 Δ 来运算挠性基材12的变形量。其结果是,根据变形探测传感器10,能够提高挠性基材12的变形的探测的灵敏度。

[0056] 根据变形探测传感器10,能够减轻运算电路50的运算负荷。更详细地说,运算电路50从第二信号Sig2的电位减去第一信号Sig1的电位来运算图5所示的差 Δ 。此时,从第二信号Sig2的基准电位减去第一信号Sig1的基准电位。其结果是,在差 Δ 的情况下,基准电位变为0V。

[0057] 在此,基准电位是时刻变化的值。运算电路50与该变动相应地逐一计算基准电位会增加计算时间。因此,存在根据在过去的一定时间内获取到的第一信号Sig1和第二信号Sig2来计算基准电位的方法。但是,该方法存在下面的问题。

[0058] • 计算出的基准电位相对于在计算后获取的第一信号Sig1和第二信号Sig2而言是估计值。

[0059] • 由于估计出的基准电位与实际的基准电位的偏差,挠性基材12的变形量的运算结果会产生偏差。

[0060] 对于此,在变形探测传感器10中,基准电位被固定为0V。因此,运算电路50也可以不计算基准电位。其结果是,运算电路50的运算负荷被减轻。

[0061] 根据变形探测传感器10,在沿上下方向观察时,第二传感器21与第一传感器11重叠。由此,实现变形探测传感器10的小型化。

[0062] 在变形探测传感器10中,当挠性基材12弯曲时,第一信号Sig1的电位的极性与第二信号Sig2的电位的极性不同。因此,例如在第一信号Sig1的电位的极性与第二信号Sig2的电位的极性相同的情况下,运算电路50能够判定为变形探测传感器10进行了误动作、或者挠性基材12发生了意料之外的变形。

[0063] 在变形探测传感器10中,第一上电极16和第二下电极28连接于地电位。由此,第一压电薄膜14被第一上电极16屏蔽。第二压电薄膜24被第二下电极28屏蔽。其结果是,第一传感器11和第二传感器21不易受到噪声的影响。

[0064] 在变形探测传感器10中,第一压电薄膜14的左右方向的长度与第一上电极16的左右方向的长度相等。由此,第一压电薄膜14被第一上电极16更可靠地屏蔽。同样地,第二压电薄膜24的左右方向的长度与第二下电极28的左右方向的长度相等。由此,第二压电薄膜

24被第二下电极28更可靠地屏蔽。其结果是,第一传感器11和第二传感器21更不易受到噪声的影响。

[0065] (第一变形例)

[0066] 下面,参照附图来说明第一变形例所涉及的变形探测传感器10a。图7是变形探测传感器10a的主视图。图8是挠性基材12进行了弯曲时的变形探测传感器10a的主视图。

[0067] 变形探测传感器10a与变形探测传感器10的不同之处在于第一传感器11的位置和第二传感器21的位置。更详细地说,第二传感器21在沿上下方向观察时不与第一传感器11重叠。但是,当挠性基材12弯曲时,第一压电薄膜14被压缩。当挠性基材12弯曲时,第二压电薄膜24被拉伸。变形探测传感器10a的其它结构与变形探测传感器10相同,因此省略说明。变形探测传感器10a能够发挥与变形探测传感器10相同的作用效果。

[0068] (第二变形例)

[0069] 下面,参照附图来说明第二变形例所涉及的变形探测传感器10b。图9是变形探测传感器10b的主视图。

[0070] 变形探测传感器10b还具备第三传感器31和第四传感器41,这一点与变形探测传感器10a不同。第三传感器31设置于基材上主面S1。第三传感器31包括通过与挠性基材12一起伸缩而产生极化的第三压电薄膜34。但是,第三传感器31的结构与第一传感器11相同,因此省略说明。第四传感器41设置于基材下主面S2。第四传感器41包括通过与挠性基材12一起伸缩而产生极化的第四压电薄膜44。但是,第四传感器41的结构与第二传感器21相同,因此省略说明。另外,第四传感器41在沿上下方向观察时不与第三传感器31重叠。变形探测传感器10b的其它结构与变形探测传感器10a相同,因此省略说明。变形探测传感器10b能够发挥与变形探测传感器10a相同的作用效果。另外,变形探测传感器10b由于具备第三传感器31和第四传感器41,因此能够探测挠性基材12的多个部位的变形量。

[0071] (其它实施方式)

[0072] 本发明所涉及的变形探测传感器不限于变形探测传感器10、10a、10b,在其主旨的范围内能够进行变更。另外,也可以将变形探测传感器10、10a、10b的结构任意地组合。

[0073] 此外,第一压电薄膜14、第二压电薄膜24、第三压电薄膜34以及第四压电薄膜44也可以是由手性高分子形成的薄膜以外的薄膜。

[0074] 此外,第二压电薄膜24的单轴拉伸方向Db也可以不与第一压电薄膜14的单轴拉伸方向Da平行。第二压电薄膜24的单轴拉伸方向Db也可以与第一压电薄膜14的单轴拉伸方向Da正交。在该情况下,第二信号Sig2的电位的极性与第一信号Sig1的电位的极性相同。因而,运算电路50将第一信号Sig1的电位与第二信号Sig2的电位相加。

[0075] 此外,第一下电极18和第二上电极26也可以连接于地电位。

[0076] 此外,第一压电薄膜14的左右方向的长度也可以不与第一上电极16的左右方向的长度相等。第二压电薄膜24的左右方向的长度也可以不与第二下电极28的左右方向的长度相等。

[0077] 附图标记说明

[0078] 10、10a、10b:变形探测传感器;11:第一传感器;12:挠性基材;14:第一压电薄膜;16:第一上电极;18:第一下电极;21:第二传感器;24:第二压电薄膜;26:第二上电极;28:第二下电极;31:第三传感器;34:第三压电薄膜;41:第四传感器;44:第四压电薄膜;50:运算

电路;A1、A2:区域;C1:中立面;L:弯折线;S1:基材上主面;S11:第一上主面;S12:第一下主面;S2:基材下主面;S21:第二上主面;S22:第二下主面;Sig1:第一信号;Sig2:第二信号。

10

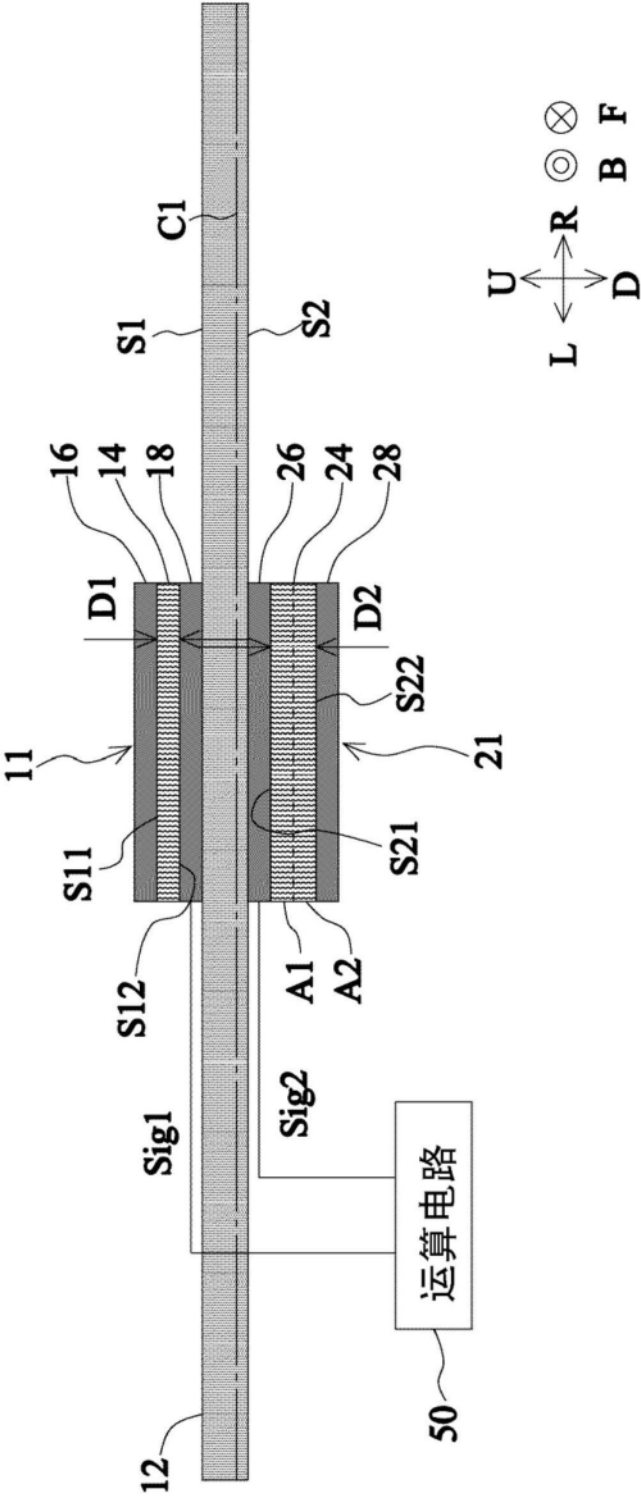


图1

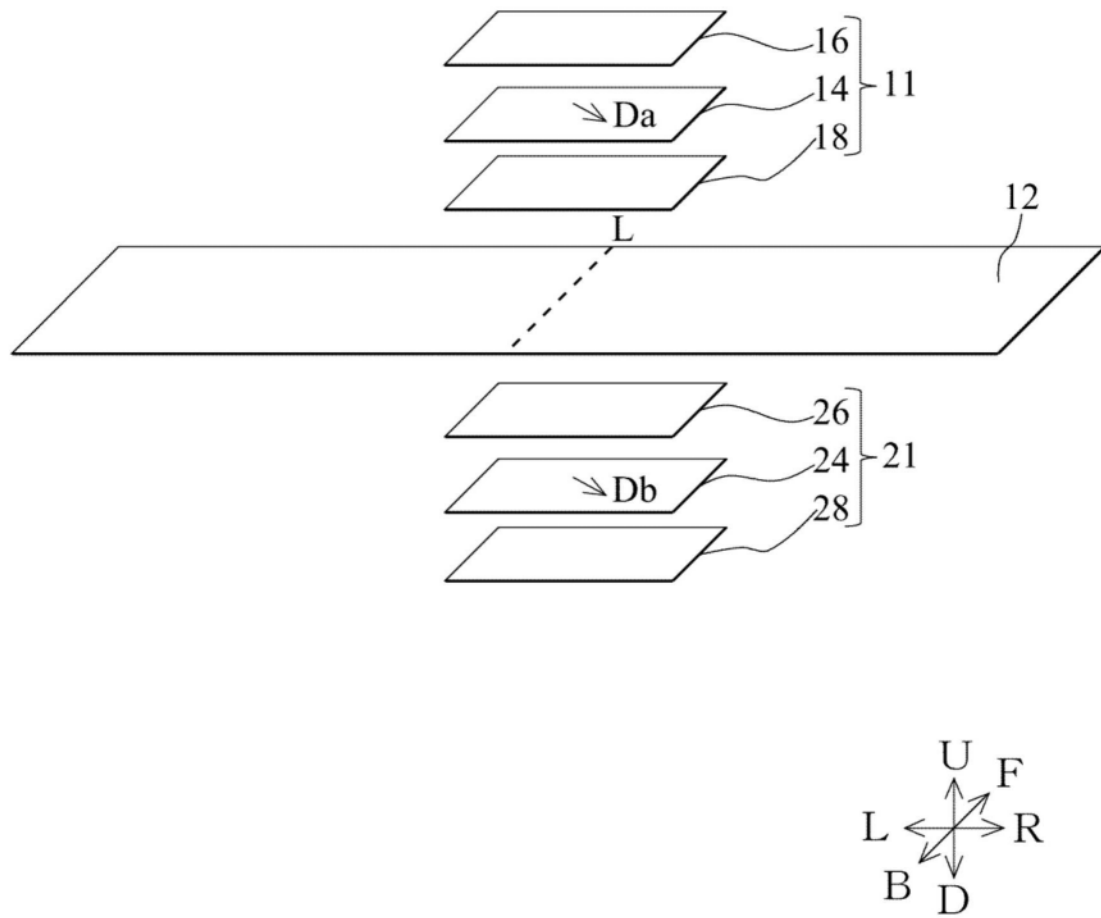
10

图2

10

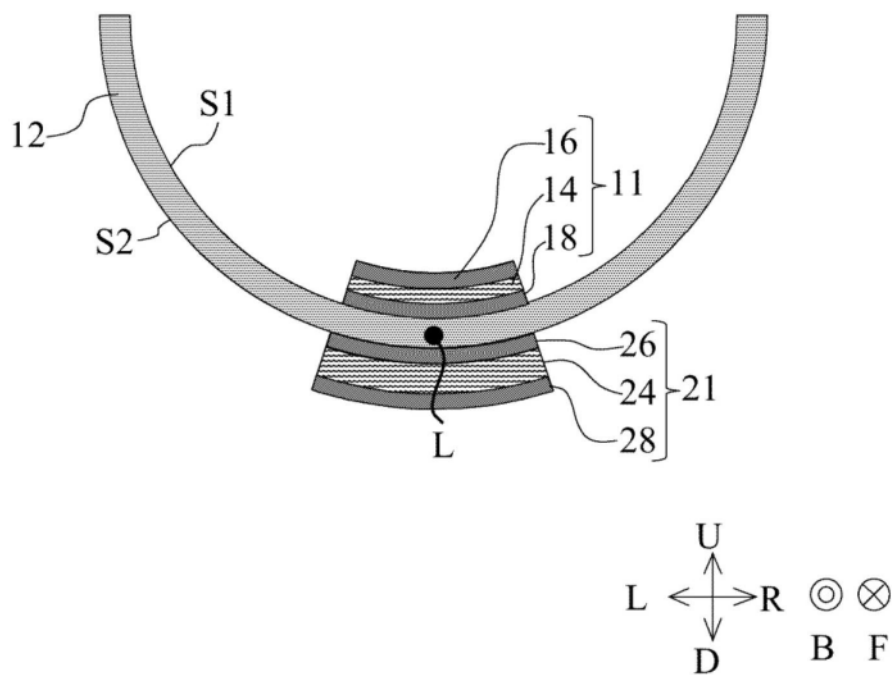


图3

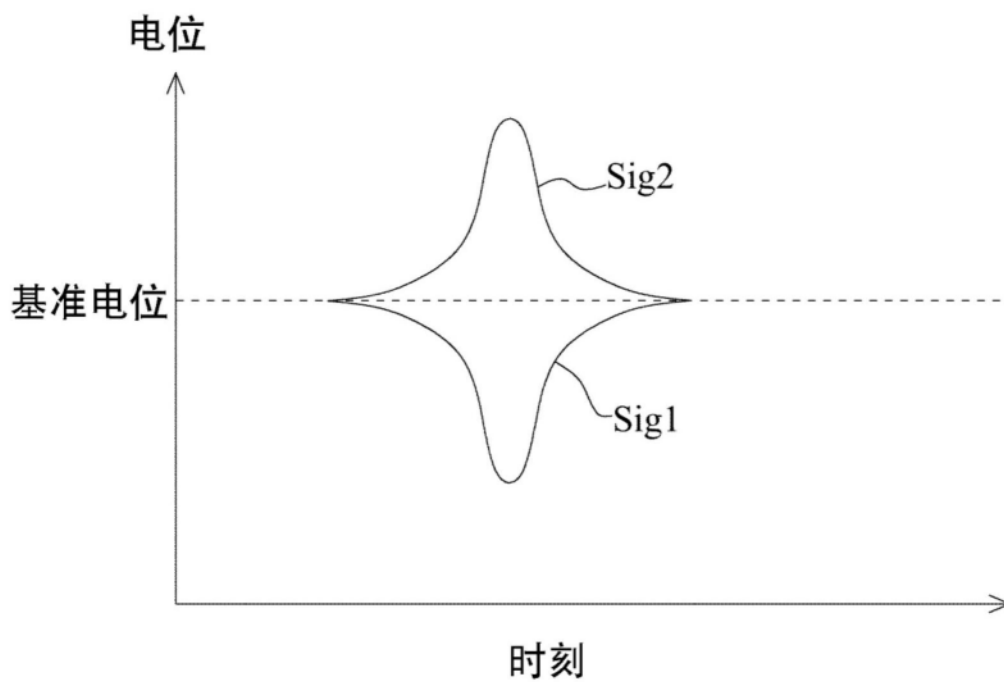


图4

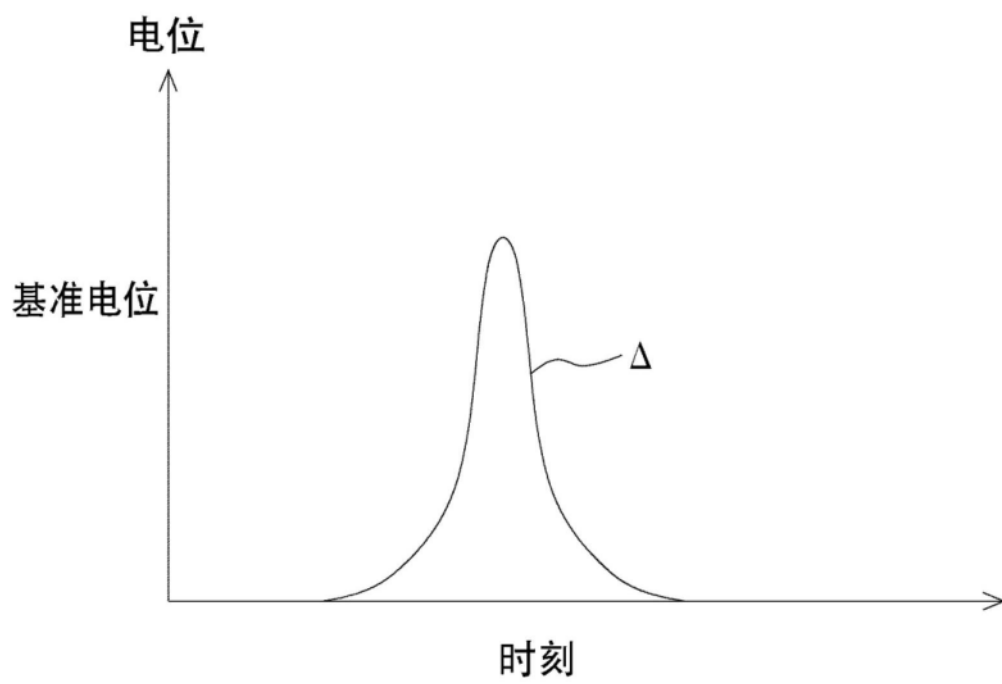


图5

1010

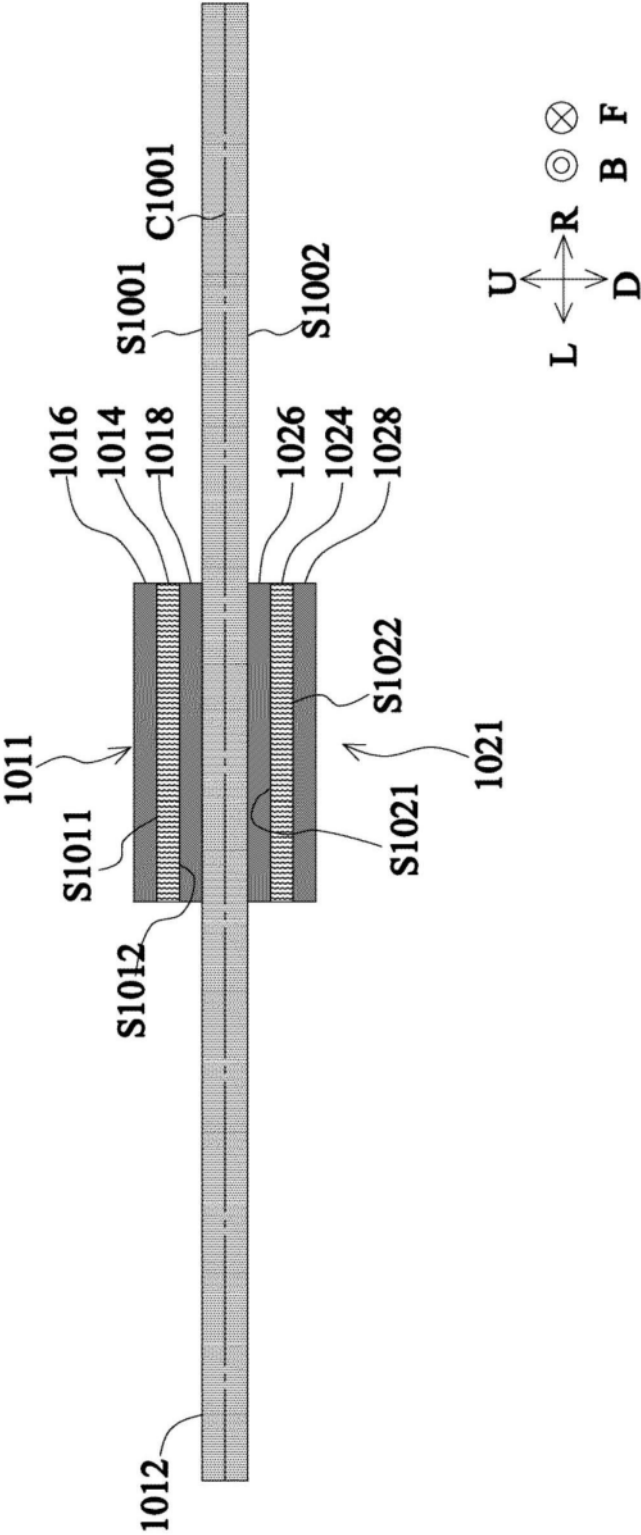


图6

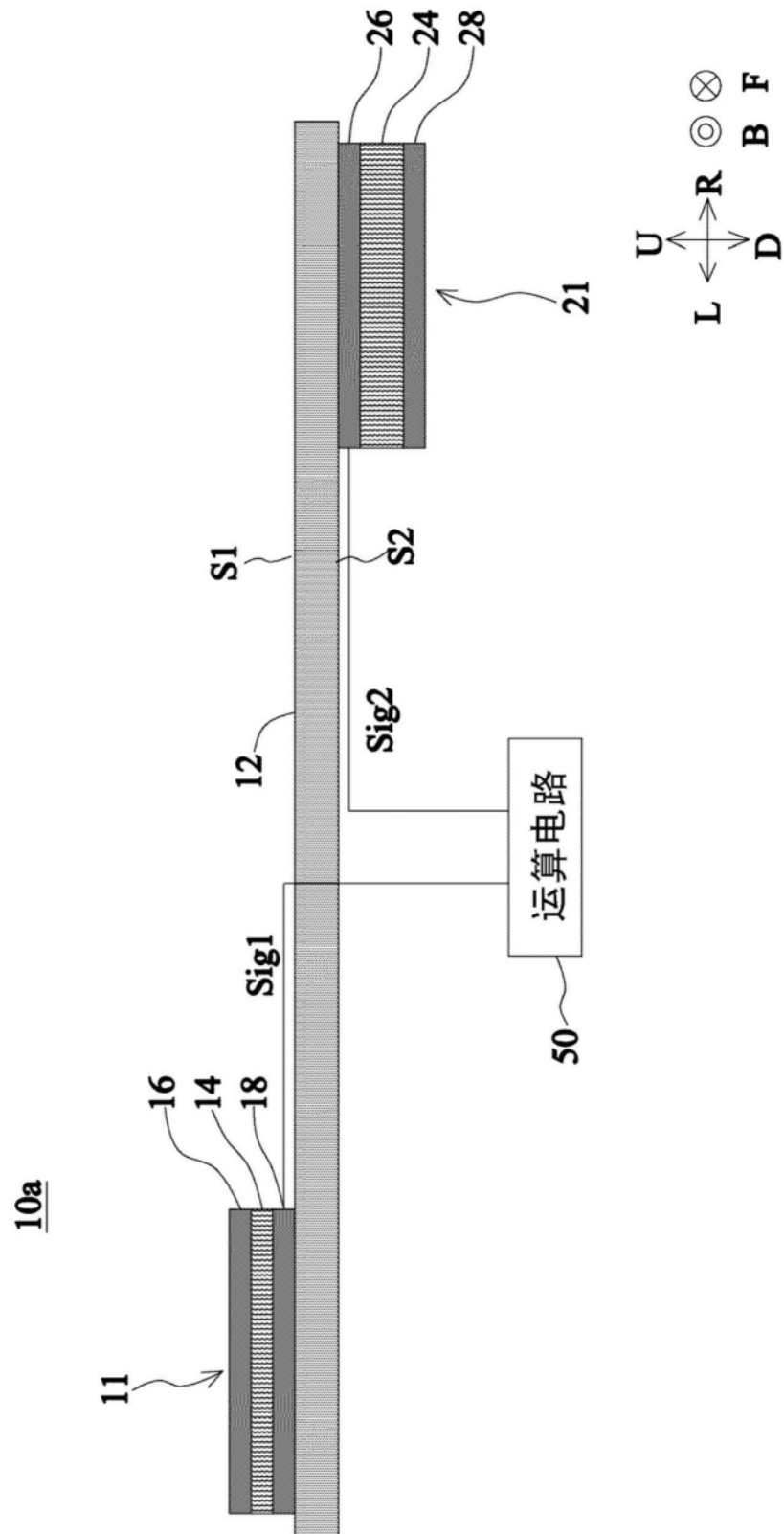


图7

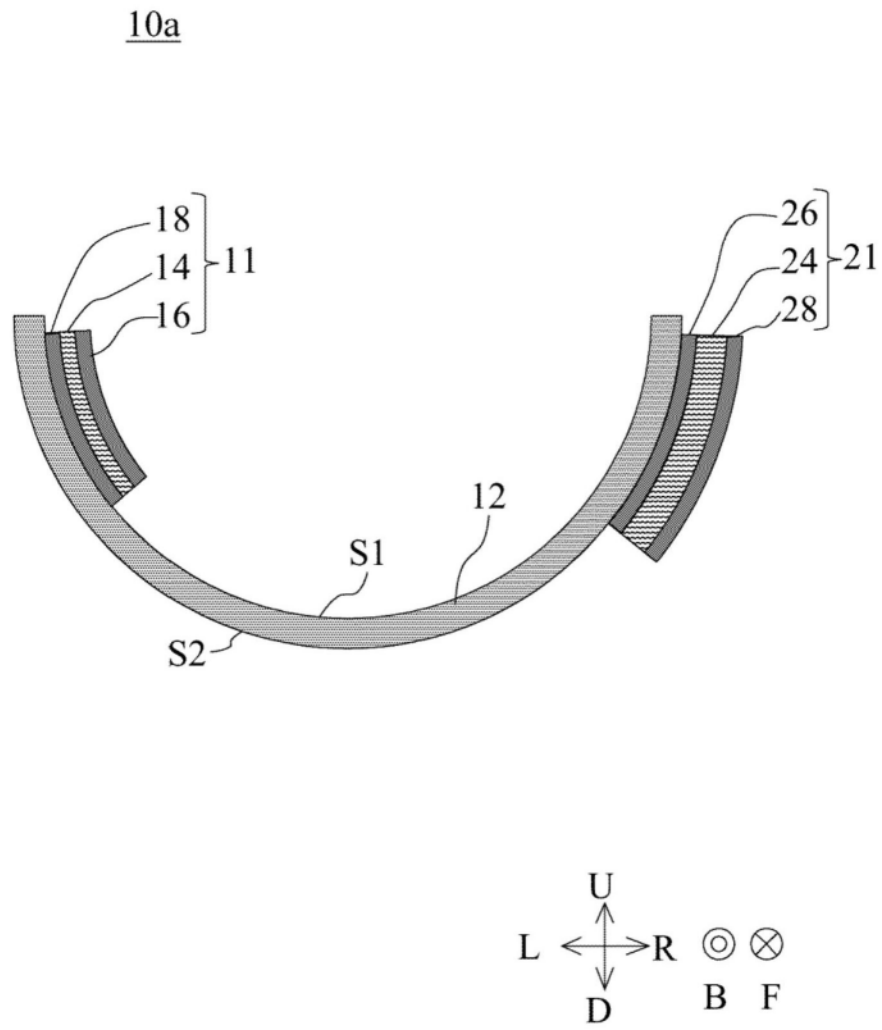


图8

10b

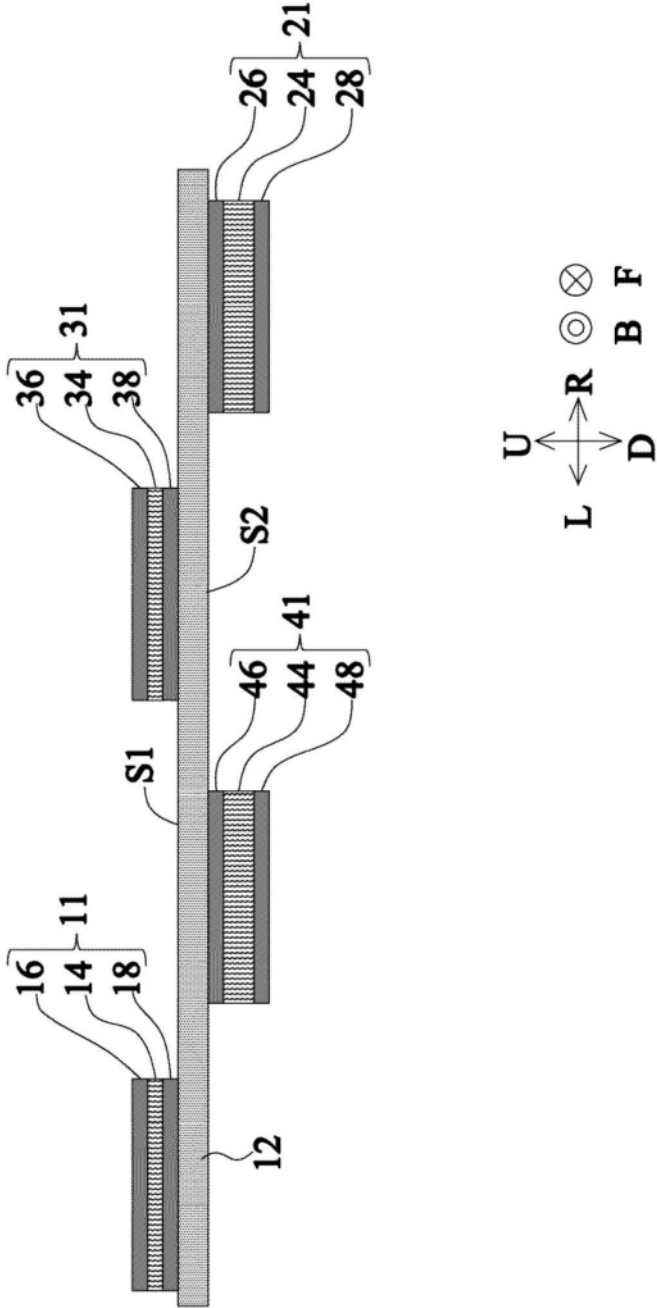


图9