



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 10885146 B

(45) 授权公告日 2020.12.18

(21) 申请号 201680077842.4

(22) 申请日 2016.12.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 10885146 A

(43) 申请公布日 2018.11.23

(30) 优先权数据
2016-016147 2016.01.29 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.07.04

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/087310 2016.12.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/130591 JA 2017.08.03

(73) 专利权人 株式会社理光
地址 日本东京都

(72) 发明人 近藤玄章 菅原智明 有住夕子

荒海麻由佳 小田切瑞树
名取润一郎 北村惠 今井崇寻
宫泽秀之 中岛牧人

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 王增强

(51) Int. Cl.
G01L 1/16 (2006.01)
B25J 15/08 (2006.01)
B25J 19/02 (2006.01)
G01L 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 2014105970 A1, 2014.07.03
JP 2012010564 A, 2012.01.12
CN 104515634 A, 2015.04.15

审查员 刘妍

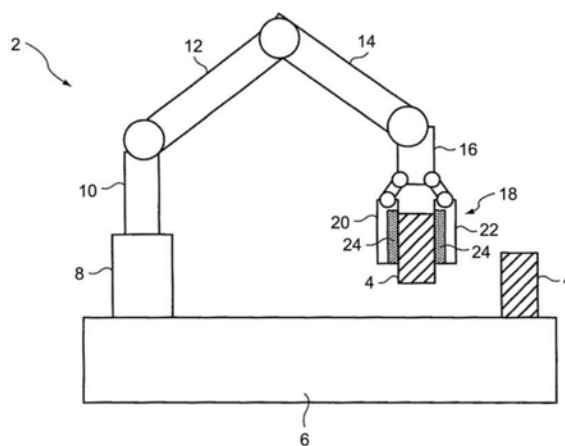
权利要求书1页 说明书15页 附图10页

(54) 发明名称

压敏传感器, 抓取装置和机器人

(57) 摘要

抓取装置18设置在组装机器人2的臂的前端。抓取装置18具有能够打开和闭合的一对抓取器20, 22。压敏传感器24设置在每个抓取器20, 22的与部件4接触的一侧上。压敏传感器24具有构成一对电极的第一电极和第二电极以及设置在該一对电极之间的由橡胶和橡胶组合物形成的中间层。中间层通过与物体(部件4)接触而变形产生电。中间层的与物体接触的一侧经受表面改性处理并且具有比相反侧更高的硬度。



1. 一种压敏传感器,包括:

一对电极;和

在所述一对电极之间的中间层,该中间层由聚合物或聚合物组合物形成并且被构造为引起带电发生在所述中间层和所述电极之间并且当通过与目标物体接触而变形时产生电,并且

其中,所述压敏传感器具有堆叠结构,其中所述中间层在厚度方向上在两侧上由所述一对电极夹住,并且

其中,所述中间层的堆叠方向上的一侧经受表面改性处理和失活处理中的至少一个,使得对于相同的变形力的变形度在一侧和另一侧之间不同。

2. 根据权利要求1所述的压敏传感器,其中,所述一对电极中被构造为与所述目标物体接触的电极的表面被具有柔性的盖所覆盖。

3. 如权利要求1所述的压敏传感器,其中,所述中间层的经受表面改性处理和所述失活处理中的至少一个的一侧以及与该一侧相对的电极被设置成使得摩擦带电或剥离带电发生在变形期间。

4. 根据权利要求1所述的压敏传感器,其中所述中间层包括硅橡胶。

5. 根据权利要求4所述的压敏传感器,其中,所述硅橡胶具有有机聚硅氧烷键,并且具有浓度分布,在该浓度分布中,氧从经受表面改性处理和失活处理中的至少一个的一侧朝向内侧增加并具有局部最大值,以及碳从经受表面改性处理和失活处理中的至少一个的一侧朝向内侧减少并具有局部最小值。

6. 一种抓取装置,包括抓取器中的如权利要求1所述的压敏传感器,所述抓取器被构造为抓取目标物体或者与另一构件协作抓取目标物体。

7. 一种机器人,包括根据权利要求6所述的抓取装置。

压敏传感器, 抓取装置和机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及压敏传感器, 抓取装置和机器人。

背景技术

[0002] 例如, 设置在机器人手中的抓取装置设置有压敏传感器, 以抓取诸如形状、硬度、表面特性和重量等特征不同的待抓取物体(目标物体)而不会破坏要抓取的物体。

[0003] 从压敏传感器的输出信号实时检测抓取状态, 以控制抓取力(接触压力), 移动速度等。近年来, 为了精确地处理各种要抓取的物体, 作为能够提供与人类手指尖相当的感觉(例如压力感和滑动感)的触觉传感器, 对灵敏度有需要。

[0004] 例如, 已知一种压敏传感器, 其中诸如碳的导电粒子分散在橡胶材料中, 并且其被构造为随着导电粒子与施加的压力的接触状态的变化基于力和电阻值之间的关系来获取施加的电流的变化。

[0005] 具有这样的构造的压敏传感器需要电源, 并且不可避免地成本较高。

[0006] 使用变形以产生电的压电材料作为压敏传感器消除了对电源的需要。

[0007] 已知一种振动驱动装置, 包括通过振动载荷而变形的弹性片, 安置在该弹性片的表面上的压电膜以及设置在该压电膜的两面上的电极(例如专利文献1)。该振动驱动装置利用由与弹性片的变形相关的压电膜的张力或压缩力引起的应变来产生电。作为聚合物压电材料的聚偏二氟乙烯(PVDF)被用于压电膜。

发明内容

[0008] 技术问题

[0009] PVDF具有柔性, 因此符合待抓取物体的形状并且不需要电源。

[0010] 然而, 尽管PVDF具有柔性, 但变形的范围在材料的应变范围内, 杨氏模量约为2GPa。作为需要高灵敏度的传感器材料, 该水平可以被认为是刚性的。

[0011] 换句话说, 当PVDF被用于通过材料的变形产生电压信号的压敏传感器并且使用所谓的压电现象时, 出现以下问题。也就是说, 施加足够的载荷以使PVDF变形需要时间, 并且从当压敏传感器与要待抓取的物体接触的瞬間开始输出电压信号所需的时间增加, 导致在接触时压力检测灵敏度降低。当待抓取的物体是柔软物体时, 压力检测灵敏度的降低是显著的。

[0012] 本发明鉴于这样的情况做出, 并且本发明的目的在于提供一种在接触时具有高压力检测灵敏度的压敏传感器, 而不管要待抓取的物体的特性的差异。

[0013] 解决技术问题的技术方案

[0014] 为了实现上述目的, 根据本发明的压敏传感器包括: 一对电极; 以及在所述一对电极之间的中间层, 所述中间层由橡胶或橡胶组合物形成, 并且被构造为当通过与目标物体接触而变形时产生电。

[0015] 本发明的有益效果

[0016] 本发明提供了一种在接触时具有高压检测灵敏度的压敏传感器,而不管要待抓取的物体的特性的差异。

附图说明

[0017] 图1是示出根据第一实施例的机器人的构造的示意图;

[0018] 图2是压敏传感器的横截面图;

[0019] 图3是示出压敏传感器的评估构造的框图;

[0020] 图4是示出通过作为评估机的贴合测试器(tacking tester)将探针按压于压敏传感器的构造的横截面视图;

[0021] 图5是用于信号输出开始时间比较实验中的实验数据的曲线图;

[0022] 图6是图5中的信号输出开始部分的放大曲线图;

[0023] 图7是示出杨氏模量和信号输出开始时间之间的相关性的曲线图;

[0024] 图8是示出根据第二实施例的抓取装置的构造的示意图;

[0025] 图9是该装置的控制电路图;

[0026] 图10是示出第三实施例中的手套用压敏传感器的应用示例的视图;

[0027] 图11是示出经过表面改性处理和失活处理的中间层(硅橡胶)的XPS 测量结果的特性曲线图;

[0028] 图12是示出了如在图11中测量的中间层的Si2p键合能的厚度方向的变化曲线图;

[0029] 图13是示出未处理的中间层(硅橡胶)的XPS测量结果的特性曲线图;

[0030] 图14是示出如在图13中测量的中间层的Si2p键合能的厚度方向的变化曲线图;

[0031] 图15是用于解释具有经过表面改性处理和失活处理的中间层的装置的特性的横截面示意图。

具体实施方式

[0032] 下面将参照附图描述本发明的实施例。

[0033] 将基于图1到图6来描述第一实施例。图1示出了根据本实施例的机器人。机器人2例如是用于生产线的组装机机器人。

[0034] 机器人2包括基座6,其上安置作为要待抓取的物体(目标物体)的部件4;固定在基座6上的主轴8;固定在主轴8上的固定连杆10;可动连杆 12,14,16,以及设置在可动连杆16的前端处的抓取装置18。

[0035] 主轴8、固定连杆10、可动连杆12,14,16以及抓取装置18构成机器人手臂。

[0036] 由抓取装置18抓取的部件4通过机器人臂的位移运动被转移到组装位置。

[0037] 抓取装置18包括能够打开和闭合的一对抓取器20,22,各抓取器20, 22包括在与部件4接触的一侧的压敏传感器24。

[0038] 当一对抓取器20和22抓取所述部件4时,与部件4接触的压敏传感器 24变形并输出电压信号。电压信号被发送到机器人2内的控制装置,控制装置基于该信号调整抓取装置18的抓取力等。

[0039] 如图2所示的,压敏传感器24包括形成一对电极的第一电极26和第二电极28,以及

中间层30,该中间层在一对电极之间并由橡胶或橡胶组合物形成并且用作通过与目标物体接触变形以产生电的压电材料。压敏传感器24 还包括柔性盖32,其从一对电极中至少覆盖与目标物体接触的第一电极26 的表面。

[0040] 在本实施例中,盖32覆盖一堆叠结构的整个圆周,其中中间层30通过一对电极被夹在厚度方向的两侧。

[0041] 盖32主要旨在保护第一电极26免于与部件4接触,并具有不妨碍将接触压力转移至中间层30的厚度和材料(硬度)。盖32的材料是例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)。

[0042] 第一电极26和第二电极28可以与中间层30键合或者不键合。可以部分地执行键合。

[0043] 中间层30由橡胶或橡胶组合物形成,并且在堆叠方向上的一侧经受表面改性处理和/或失活处理,使得具有相同变形施加力的变形程度在一侧和另一侧之间不同并且电荷被累积。这一点将在后面详细描述。

[0044] 在第一电极26和第二电极28与和中间层30的未键合部分处,当变形发生时,在变形期间在中间层30和相对电极之间发生摩擦带电或剥离带电,导致电荷的积累。电荷的积累引起中间层30和电极之间的电容变化以产生电。

[0045] 在第一电极26和第二电极28与中间层30的键合部分处,当发生变形时,中间层30和电极之间的电容改变以产生电。

[0046] 进行根据本实施例的抓取装置18中的压敏传感器24的灵敏度的比较评估。

[0047] 用贴合测试器推动探头,当检测到施加压力时的时间进行比较以执行比较评估。

[0048] 作为评估的总结,对每个传感器执行以下三个步骤并获取数据。

[0049] (1)如图3所示的,将压敏传感器24粘贴在贴合测试器34的台架36 上,并通过电荷放大器38将压敏传感器24连接到示波器40。

[0050] (2)如图4所示,将海绵44固定到探针42的末端并进行贴合。

[0051] (3)记录出现在示波器40上的电压波形,并将三次重复的平均数据设置为结果波形。

[0052] 表1中示出了所比较的压敏传感器的规格,用于评估的海绵的规格示于表2中,电荷放大器的设置示于表3中,示波器的设置示于表4中,并且粘合试验机的评估条件示于表5中。

[0053] 如表1所示的,PVDF的杨氏模量为2Gpa,然而根据本实施例的压敏传感器24的中间层30的杨氏模量为0.01Gpa。

[0054] 表1

[0055]	评估传感器	PVDF	压敏传感器 24
	类型	压电薄膜传感器	橡胶组合物
	制造商	东京传感器有限公司	
	型号	DT1-52K/L	
	尺寸	30 mm × 12 mm	18 mm × 18 mm
	厚度	52 μm	100 μm
	电极	Ag	由 Seiren 有限公司制造的导电布
	保护盖	丙烯酸树脂	PET
	装置的整个厚度	70 μm	390 μm
	刚度(杨氏模量)	2 GPa	0.01 GPa

[0056] 表2

[0057]	粘贴到探针的海绵	
	材料	硅橡胶
	型号	Si200
	制造商	Sunpolymer 公司
	名称	Microcell 硅胶海绵
	尺寸	Φ 10 mm
	厚度	5 mm
	切片表面硬度 (E 型)	15

[0058] 表3

[0059]	电荷放大器设置	
	设备名称	电荷放大器
	设备型号	40018-50
	制造商	Showasokki 有限公司
	PU sens (pC/unit)	9.99
	总长度	短

[0060]	Range (unit/volt)	50
--------	-------------------	----

[0061] 表4

	示波器设置	
	Triger (V)	0.4
	Vertical scale (V)	2
	Horizontal scale (sec)	0.25
[0062]	Model Nember	WaveAce 1001
	Serial Number	LCRY2150C00538
	Software Version	5.01.02.27
	Record Length	11250
	Sample Interval (sec)	CH1: 0.0004

[0063] 表5

	贴合测试器的测量条件	
	设备名称	固定模拟器
	设备型号	FSR-1000
	制造商	RHESCA 有限公司
	模式	5 (载荷控制)
	按压速度 (mm/sec)	5
[0064]	按压载荷(gf)	372
	探针直径(mm)	10
	触摸检测水平(gf)	20
	按压应力(MPa)	0.05
	按压保持时间(sec)	1
	拉起速度(mm/sec)	5
	最终拉起距离 (mm)	3
	板温度(°C)	25

[0065] 如图4所示的,在压敏传感器24的上表面上布置接地的铝带46,以防止由于不必要的电荷而发生噪声。这与要比较的PVDF的压敏传感器的测量相同。

[0066] 图5示出了比较结果,图6示出了其局部放大曲线图。在具有由橡胶组合物形成的中间层30的本实施例的压敏传感器24中,电压信号的输出在附接到探针42的海绵44与压敏传感器24接触之后大约0.01秒(10毫秒)开始。

[0067] 通过对比,在PVDF的压敏传感器中,输出在大约0.04秒(40毫秒)内开始。即,与根据本实施例的压敏传感器24相比,存在大约0.03秒(30 毫秒)的延迟。

[0068] 传感器灵敏度出现如此大的延迟的原因是PVDF具有大的杨氏模量,与上述的中间

层30相比是刚性的,因此花费时间变形以开始输出电压信号。

[0069] 为了证明即使在与软物体接触时本实施例的压敏传感器24的灵敏度是高的,如上所述,海绵44被附接到探针42的末端。

[0070] 电压信号的输出开始时间的起点是由安装在贴合测试器34的探针42的基部处的压力传感器检测到的时间。

[0071] 图7是示出本实施例的中间层30的测定的杨氏模量与PVDF和信号输出开始时间的关系的示意图。确认中间层30的杨氏模量和信号输出开始时间具有线性关系。

[0072] 作为中间层30的杨氏模量,使用了用测量仪器(由Fischer Instruments KK制造的超显微硬度测试器WIN-HUD)从深度为10 μ m的硬度转换而来的值,所述测量仪器测量在稍后描述的橡胶组合物的详细描述中的并且在相同测量条件下的硬度。

[0073] 将压敏传感器24布置在机器人手臂的抓取器的与要抓取的物体直接接触的部分处能使迅速检测由偏差引起的抓取压力和振动以及能使将控制信号快速传送到控制抓取力的控制装置而几乎没有响应延迟。该构造能使用足够的应力抓取而没有破坏要待抓取的物体。

[0074] 如上所述的,PVDF的压敏传感器具有几十毫秒的检测延迟。当抓取要待抓取的物体的抓取器的移动速度高时,与检测延迟时间对应的抓取器的移动量增加,以引起抓取器咬合到待抓取的物体。

[0075] 结果,要被保持的物体可能被损坏或破损。考虑到检测时间的延迟,因此必须要降低抓取的操作速度。缓慢的抓取操作导致工作时间增加并且显著降低生产率。

[0076] 本实施例的压敏传感器24可以用于实现接近人的感觉的抓取速度,并且传感器的灵活性可以降低损坏和破损的风险。

[0077] 需要电源的压敏传感器可能需要变压器或可能由于电池耗尽而变得不能检测,然而本实施例的压敏传感器24没有这种问题并且实现了高灵敏度。

[0078] 将基于图8和图9描述第二实施例。与前述实施例中相同的部件用相同的附图标记表示,并且根据需要省略上面的构造和功能的描述(这适用于下面的其他实施例)。

[0079] 在上述实施例中,抓取装置18构成为,使得一对抓取器20,22相对移动而抓取得待抓取的物体。替代地,抓取器可以与另一个构件协作抓取要抓取的物体。

[0080] 如图8所示的,本实施例的抓取装置50包括基座52;固定在基座52上的阶梯状的支撑件54;以及支撑在支撑件54上以便能够沿水平方向前后移动的缸体56。抓取装置50还包括固定在缸体56的前端的抓取器58和设置在抓取器58的与待抓取的物体60接触的一侧上的压敏传感器62。压敏传感器62具有与压敏传感器24相似的构造。

[0081] 图9示出通过压敏传感器62的用于缸体56的控制电路。

[0082] 压敏传感器62通过二极管桥70,1nF电容器71和晶体管连接到用于驱动缸体56的马达的马达驱动器72。例如,使用25V电源驱动马达。

[0083] 当待抓取物体60放置在基座52上时,缸体56延伸并且抓取器58移动到图中的右侧以用作固定到基座52的另一构件的垫64以抓取得待抓取的物体60。

[0084] 该抓取允许待抓取的物体60定位在预定位置,随后,例如,另一机器人执行待抓取的物体60的处理,例如密封。

[0085] 还在本实施例中,基于来自压敏传感器62的信号,到用于缸体56的马达的信号迅

速地转移,以能够以适当的应力抓取待抓取的物体60,而不会破坏待抓取的物体60并且实现诸如防止由检测延迟而导致的生产率降低的效果。

[0086] 抓取装置50可以应用于机器人。

[0087] 图10示出了第三实施例。

[0088] 在与手套66的手掌对应的部分处设置具有大面积的压敏传感器68a,在手指部分处设置每个具有小面积的压敏传感器68b,68c,68d,68e,68f。压敏传感器68a至68f具有与压敏传感器24类似的构造。

[0089] 手套66戴在人的手上或人造的手上,使得人的感觉可以被转换成电信号而没有不和谐。换句话说,可以用电信号来量化待抓取物体上的接触力。

[0090] 该构造使得能够再现相当于人体皮肤的触感,通过对大脑的直接电刺激提供感觉等。

[0091] 当通过手术机器人等在远程医疗中的反馈电路中使用压敏传感器时,用人造肢体上的人造皮肤重建触觉感觉等时,重要的要求是在接触检测中的延迟应该很小。

[0092] 从脚趾到人的头部的神经转移时间被认为是20到30毫秒(假设头部到脚趾的转移时间是针对170厘米的高度)。在该观点上,上述用作比较示例的PVDF的压敏传感器不是优选的,因为接触检测的延迟时间如上所述是 30毫秒,这是给人以不协调感的水平。

[0093] 本实施例的压敏传感器可用于实现不太可能产生不协调感的触感系统。该系统可以避免需要现场决定的用手术机器人的手术中的医疗事故,由于因接触检测延迟而不能抓住手柄的跌倒的风险等。

[0094] [耐热性测试]

[0095] 进行用于压敏传感器的耐热性测试。在评估中,根据下面生成的功率评估方法的量,在24℃和40RH%的条件下测量产生电量。随后,通过鼓风恒温烘箱(由Yamato Scientific有限公司制造的型号DN410H)在150℃下施加24小时的高温负荷。

[0096] 随后,取出传感器并在24℃和40RH%静置10小时后,再次测量产生电量。根据以下标准评估由高温负荷产生的产生电压的差异。

[0097] <生成的功率评估方法的量>

[0098] 将具有与第一实施例相同构造的压敏传感器的样品固定在10mm厚的硅橡胶海绵上,并将铁球(重量为200g)从10cm的高度落到压敏传感器上。使用示波器测量两个电极之间产生的峰值电压。测量进行五次,并将所得的平均值作为测量值。

[0099] <评估>

[0100] 根据以下标准评估关于室温下PVDF的评估样品的初始测量值的比率。

[0101] [评估标准]

[0102] ○:等于或大于室温下PVDF的初始测量值

[0103] ×:小于室温下PVDF的初始测量值

[0104] (○是可接受的水平。)

[0105] 评估结果示出在表6中。

[0106] 表6

中间层材料	初始			高温负荷之后		
	电压 (V)	比率	评估	电压(V)	比率	评估
[0107] 橡胶组合物	48.4	7.56	○	39.6	6.18	○
PVDF	6.4	1	-	1.6	0.25	×

[0108] 从表6清楚地看出,从橡胶组合物的压敏传感器输出的电压是初始 PVDF电压(6.4V)的7.56倍(48.4V)。该电压即使在150°C下保存24小时后也是6.18倍,理解到,即使高温负荷后也能保持良好的产生电量。

[0109] 这是因为接触时的电压也保持不变,因此例如在与压敏传感器连接的控制系统中达到检测极限电压所花费的时间减少得较少,因此保持灵敏度。

[0110] 相比之下,在PVDF的情况下,在150°C下储存24小时后PVDF的产生电量显著减少,为室温下初始产生电量的0.25倍。该减少导致与压敏传感器连接的控制系统中达到检测极限电压所花费的时间减少,例如,即降低了灵敏度。

[0111] 基于以上所述,由橡胶组合物形成的本实施例的压敏传感器即使在高温下也保持灵敏度,然而PVDF的压敏传感器难以保持该灵敏度。因此,例如当将由橡胶组合物形成的压敏传感器附接到机器人手臂的抓取器时,可以在不破坏材料的情况下抓取100°C热水中的软材料,并且可以实施一烹饪机器人。

[0112] 当压敏传感器安装在耐热手套上时,由压敏传感器产生的电压反馈到人的触感上,使得人的皮肤不能忍受的高温物体可以用保留的人的触觉来处理。该构造防止滑动并且能够转移柔软物体而不会损坏,由此提高高温环境下的工作生产率。

[0113] 虽然在前述实施例中已经描述了机器人手臂和手套上的实施方式,但是本发明不限于此。

[0114] 例如,根据本发明的压敏传感器可以安装在衣服上以实现用于监测人体运动的系统或量化衣服的试穿并且能够定制适合个人的衣服的系统。

[0115] 根据本发明的压敏传感器可以安装在鞋内底上以实现用于检测步行期间重心移动的系统,或者可以放置在鞋的整个内侧上以实现预测鞋内擦伤的系统。

[0116] 另外,在以高灵敏度检测压力并需要灵活性的应用中可以考虑各种发展。

[0117] 下面将描述用于显示上述特性的电极和中间层的材料的细节等。

[0118] [第一电极和第二电极]

[0119] 第一电极和第二电极的材料、形状、尺寸和结构不受限制,并且可以根据目的适当地选择。

[0120] 第一电极和第二电极在材料、形状、尺寸和结构方面可以是相同的或不同的,并且优选是相同的。

[0121] 第一电极和第二电极的材料的示例包括金属,碳基导电材料和导电橡胶组合物。

[0122] 金属的示例包括金,银,铜,铝,不锈钢,钽,镍和磷青铜。碳基导电材料的示例包括碳纳米管,碳纤维和石墨。导电橡胶组合物的示例包括含有导电填料和橡胶的组合物。

[0123] 导电填料的示例包括碳材料(例如科琴黑,乙炔黑,石墨,碳质纤维,碳纤维(CF),碳纳米纤维(CNF),碳纳米管(CNT),石墨烯),金属填料(例如,金,银,铂,铜,铝,镍),导电性

聚合物材料(例如聚噻吩、聚乙炔、聚苯胺、聚吡咯、聚对苯撑、聚对苯撑乙烯中的任一种的衍生物,或者通过向衍生物添加由阴离子和阳离子表示的掺杂剂而获得的)和离子液体。这些可以单独使用或者两种以上组合使用。

[0124] 橡胶的示例包括硅橡胶,改性硅橡胶,丙烯酸橡胶,氯丁橡胶,聚硫橡胶,聚氨酯橡胶,异丁基橡胶,氟硅橡胶,乙烯橡胶,天然橡胶(胶乳),乙烯丙烯橡胶,丁腈橡胶和氟橡胶。这些可以单独使用或者两种以上组合使用。

[0125] 第一电极的形状和第二电极的形状的示例是薄膜。第一电极的结构和第二电极的结构可以是例如织物、无纺布物、针织织物、网状物、海绵或由层状纤维状碳材料形成的无纺布物。

[0126] 电极的平均厚度不受限制,并且可以根据目的适当选择。就导电性和柔性而言,电极的平均厚度优选为 $0.01\mu\text{m}$ 至 1mm ,更优选 $0.1\mu\text{m}$ 至 $500\mu\text{m}$ 。如果平均厚度为 $0.01\mu\text{m}$ 或更大,则机械强度是可接受的,并且导电性得到改善。如果平均厚度为 1mm 或更小,则该装置是可变形的,并且产生电性能令人满意。

[0127] [中间层]

[0128] 中间层具有柔性。

[0129] 中间层满足以下条件(1)和条件(2)中的至少一个。

[0130] 条件(1):当中间层在与中间层的平面正交的方向上被按压时,中间层的第一电极(一侧)处的变形量不同于中间层的第二电极(另一侧)处的变形量。

[0131] 条件(2):中间层的第一电极处的 $10\mu\text{m}$ 压痕中的通用硬度(H1)与中间层的第二电极处的 $10\mu\text{m}$ 压痕中的通用硬度(H2)是不同的。

[0132] 在中间层中,如上所述的两个表面之间的变形量或硬度不同,从而产生大量的产生电。

[0133] 在本实施例中,变形量是指在以下条件下按压在中间层上的压头的最大压痕深度。

[0134] {测量条件}

[0135] 测量装置:由Fischer Instruments K.K.制造的超微硬度测试器 WIN-HUD。

[0136] 压头:反面角度为 136° 的正方形金字塔型金刚石压头

[0137] 初始负荷: 0.02mN

[0138] 最大负荷: 1mN

[0139] 从初始负荷到最大负荷的负荷增加时间:10秒

[0140] 通用硬度通过以下方法获得。

[0141] {测量条件}

[0142] 测量装置:由Fischer Instruments K.K.制造的超微硬度测试器 WIN-HUD。

[0143] 压头:反面角度为 136° 的正方形金字塔型金刚石压头

[0144] 压痕深度: $10\mu\text{m}$

[0145] 初始负荷: 0.02mN

[0146] 最大负荷: 100mN

[0147] 从初始负荷到最大负荷的负荷增加时间:50秒

[0148] 通用硬度(H1)与通用硬度(H2)的比率(H1/H2)优选为1.01或更大,更优选为1.07

或更大,特别优选为1.13或更大。比率(H1/H2)的上限值没有受限并且例如根据使用状态所需的柔韧度和使用状态下的负荷而适当选择。上限值优选为1.70或更小。这里,H1是较硬表面的通用硬度,而 H2是较软表面的通用硬度。

[0149] 中间层的材料不受限制,并且可以根据目的适当选择。该材料的示例包括橡胶和橡胶组合物。橡胶的示例包括硅橡胶,氟硅橡胶,丙烯酸橡胶,氯丁橡胶,天然橡胶(乳胶),聚氨酯橡胶,氟橡胶和乙烯丙烯橡胶。这些可以单独使用或者两种以上组合使用。其中,硅橡胶是优选的。

[0150] 硅橡胶可以是具有有机聚硅氧烷键的任何橡胶,并且可以根据目的适当地选择。硅橡胶的示例包括二甲基硅橡胶,甲基苯基硅橡胶和改性硅橡胶(例如,丙烯酸改性的、醇酸改性的、酯改性的、环氧改性的)。这些可以单独使用或者两种以上组合使用。

[0151] 橡胶组合物的示例包括含有填料和橡胶的组合物。其中,含有硅橡胶的硅橡胶组合物由于产生电性能高而是优选的。

[0152] 填料的示例包括有机填料、无机填料和有机-无机复合填料。有机填料可以是任何有机化合物,并且可以根据目的适当地选择。有机填料的示例包括诸如丙烯酸类微粒、聚苯乙烯微粒、三聚氰胺微粒和聚四氟乙烯等氟塑料微粒,硅酮粉末(硅酮树脂粉末、硅橡胶粉末、硅酮复合粉末),橡胶粉末,木粉,纸浆,和淀粉。无机填料可以是任何无机化合物,并且可以根据目的适当地选择。

[0153] 无机填料的示例包括氧化物,氢氧化物,碳酸盐,硫酸盐,硅酸盐,氮化物,碳,金属和其它化合物。

[0154] 氧化物的示例包括二氧化硅,硅藻土,氧化铝,氧化锌,氧化钛,氧化铁和氧化镁。

[0155] 氢氧化物的示例包括氢氧化铝,氢氧化钙和氢氧化镁。

[0156] 碳酸盐的示例包括碳酸钙,碳酸镁,碳酸钡和水滑石。

[0157] 硫酸盐的示例包括硫酸铝,硫酸钙和硫酸钡。

[0158] 硅酸盐的示例包括硅酸钙(硅灰石,硬硅钙石),硅酸锆,高岭土,滑石,云母,沸石,珠光体,膨润土,蒙脱土,绢云母,活性粘土,玻璃和空心玻璃珠。

[0159] 氮化物的示例包括氮化铝,氮化硅和氮化硼。

[0160] 碳的示例包括科琴黑,乙炔黑,石墨,碳质纤维,碳纤维,碳纳米纤维,碳纳米管,富勒烯(包括其衍生物)和石墨烯。

[0161] 金属的示例包括金,银,铂,铜,铁,铝和镍。

[0162] 其他化合物的示例包括钛酸钾,钛酸钡,钛酸锶,钛酸锆酸铅,碳化硅和硫化钼。无机填料可以进行表面处理。

[0163] 有机-无机复合填料可以是包括在分子水平上组合中的有机化合物和无机化合物的任何化合物。

[0164] 有机-无机复合填料的示例包括二氧化硅-丙烯酸类复合微粒和倍半硅氧烷。

[0165] 填料的平均粒子尺寸没有限制,可以根据目的适当选择。平均粒子尺寸优选为0.01 μm -30 μm ,更优选为0.1 μm -10 μm 。如果平均粒子尺寸为0.01 μm 或更大,则可以提高产生电性能。如果平均粒子尺寸为30 μm 或更小,则中间层是可变形的,并且可以增加产生电性能。

[0166] 平均粒子尺寸可以根据已知的方法使用已知的粒子尺寸分布测量装置,例如

Microtrac HRA (由Nikkiso有限公司制造) 来确定。

[0167] 相对于100质量份橡胶, 填料含量优选为0.1质量份至100质量份, 更优选为1质量份至50质量份。如果含量为0.1质量份或更大, 则可以提高产生电性能。如果含量为100质量份或更小, 则中间层是可变形的, 并且可以增加产生电性能。

[0168] 其他组分没有限制, 可以根据目的适当选择。其他组分的示例是添加剂。其他成分的含量可以根据不损害本发明目的程度适当选择。

[0169] 添加剂的示例包括交联剂, 抗降解剂, 耐热剂和着色剂。

[0170] 制备构成中间层的材料的工艺不受限制, 并且可以根据目的适当选择。例如, 橡胶组合物可以通过混合橡胶和填料以及如果需要的话其它组分并且捏合和分散材料来制备。

[0171] 形成中间层的工艺不受限制, 并且可以根据目的适当选择。例如, 橡胶组合物的薄膜可以通过将橡胶组合物通过刮刀涂覆、模涂或浸涂涂覆在基材上, 然后通过热或电子束固化而形成。

[0172] 中间层的平均厚度不受限制, 并且可以根据目的适当选择。就可变形性而言, 平均厚度优选为1 μ m至10mm, 更优选20 μ m至1mm。在优选范围内的平均厚度可以确保成膜并且不会阻止变形, 从而导致良好的产生电。

[0173] 中间层优选具有绝缘性。绝缘性的示例优选是体积电阻率为108 Ω cm或更大, 更优选为1010 Ω cm或更大的体积电阻率。中间层可以是多层结构。

[0174] (表面改性处理和失活处理)

[0175] 用于使中间层的两个表面之间的变形量或硬度不同的工艺的示例包括表面改性处理或失活处理。该两个处理都可以进行, 或者可以进行这些处理之一。

[0176] <表面改性处理>

[0177] 表面改性处理的示例包括等离子体处理, 电晕放电处理, 电子束辐射, 紫外线照射, 臭氧处理和放射线(X射线, α 射线, β 射线, γ 射线, 中子射线)处理。在这些处理中, 就处理速度而言, 等离子体处理, 电晕放电处理和电子束辐射是优选的。然而, 可以采用任何一定程度上具有辐射能量并且可以修改材料的处理。

[0178] <<等离子体处理>>

[0179] 在等离子体处理中, 等离子体发生器可以是例如平行板发生器, 电容耦合等离子体发生器, 电感耦合发生器或大气压等离子体装置。就耐久性而言, 减压等离子体处理是优选的。

[0180] 等离子体处理中的反应压力没有限制, 可根据目的适当选择。反应压力优选为0.05Pa-100Pa, 更优选为1Pa-20Pa。

[0181] 等离子体处理中的反应气氛没有限制, 可以根据目的适当选择。例如惰性气体、稀有气体、氧气等的气体是有效的, 从效果的持续性方面考虑优选的是氩气。

[0182] 在这方面, 氧分压优选设定为5,000ppm或更低。如果反应气氛中的氧分压为5,000ppm或更低, 则可以减少臭氧的产生, 并且可以抑制臭氧处理装置的使用。

[0183] 等离子体处理的辐射功率由(输出 \times 辐射时间)限定。辐射功率优选为5Wh至200Wh, 更优选地为10Wh至50Wh。如果辐射功率在优选范围内, 则可以赋予中间层产生电功能, 并且耐久性不会由于过度的辐射而降低。

[0184] <<电晕放电处理>>

[0185] 施加在电晕放电处理中的能量(总能量)优选为 $6\text{J}/\text{cm}^2$ 至 $300\text{J}/\text{cm}^2$,更优选地 $12\text{J}/\text{cm}^2$ 至 $60\text{J}/\text{cm}^2$ 。如果所施加的能量在优选范围内,则可以对中间层赋予产生电功能,并且耐久性不会由于过度的辐射而降低。

[0186] <<电子束辐射>>

[0187] 电子束辐射中的辐射剂量优选为 1kGy 或更大,更优选为 300kGy – 10MGy 。如果辐射剂量在优选范围内,则可以对中间层赋予产生电功能,并且耐久性不会由于过度的辐射而降低。

[0188] 电子束辐射中的反应气氛没有限制,可根据目的适当选择。优选的是诸如氩气、氦气、氦气、氮气等的惰性气体被填充,氧分压为 5000ppm 或更低。如果反应气氛中的氧分压为 5000ppm 或更低,则可以减少臭氧的产生,并且可以抑制臭氧处理装置的使用。

[0189] <<紫外线照射>>

[0190] 紫外线照射中的紫外线优选地具有 365nm 至 200nm 的波长,更优选地具有 320nm 至 240nm 的波长。

[0191] 紫外线照射的总光量优选为 $5\text{J}/\text{cm}^2$ – $500\text{J}/\text{cm}^2$,更优选为 $50\text{J}/\text{cm}^2$ – $400\text{J}/\text{cm}^2$ 。如果总光量在优选范围内,则可以对中间层赋予产生电功能,并且耐久性不会由于过度的照射而降低。

[0192] 紫外线照射中的反应气氛不受限制,可根据目的适当选择。优选的是诸如氩气、氦气、氦气、氮气等的惰性气体被填充,氧分压为 5000ppm 或更低。如果反应气氛中的氧分压为 5000ppm 或更低,则可以减少臭氧的产生,并且可以抑制臭氧处理装置的使用。

[0193] 已知技术提出通过等离子体处理、电晕放电处理、紫外线照射、电子束辐射或其他处理的激发或氧化来形成活性基团,并增加层间粘附力。然而,该技术限于应用于中间层,并且已经发现,由于可释放性降低,所以应用于最外表面是不优选的。进一步地,反应在富氧状态下进行,反应活性基团(羟基)被有效地引入。因此,这样的传统技术与本实施例中的表面改性处理有本质区别。

[0194] 本实施例中的表面改性处理是在氧少和减压的反应环境下进行处理(例如等离子体处理),其促进表面处的再交联和键合并且由于“具有高键能的 Si-O键的增加”而提高耐久性。

[0195] 另外,“由提高交联密度导致的更高密度”可能会提高可释放性。尽管甚至在本实施例中活性基团部分地形成,但活性基团如后所述的通过偶联剂或空气干燥而失活。

[0196] <失活处理>

[0197] 中间层的表面可以使用各种材料适当地经受失活处理。

[0198] 失活处理可以是使中间层的表面失活的任何处理,并且可以根据目的适当选择。例如,失活剂可以施加在中间层的表面上。失活意味着改变中间层的表面使其不易发生化学反应。通过由等离子体处理、电晕放电处理、紫外线照射或电子束辐射的激发或氧化而产生的活性基团(例如-OH)与失活剂反应以降低中间层的表面的反应性来实现该改变。

[0199] 失活剂的示例包括无定形树脂和偶联剂。无定形树脂的示例包括主链中具有全氟聚醚结构的树脂。

[0200] 偶联剂的示例包括金属醇盐和包含金属醇盐的溶液。

[0201] 金属醇盐的示例包括下述通式(1)的化合物,聚合度为约2至10的部分水解的缩聚

物或其混合物。

[0202] $R^1_{(4-n)}Si(OR^2)_n$ …通式(1)

[0203] 在通式(1)中, R^1 和 R^2 各自独立地为碳数为1至10的直链或支链烷基、烷基聚醚链和芳基中的任一种,其中n是2到4的整数。

[0204] 失活处理例如可以通过对中间层前体例如橡胶进行表面改性处理,然后用失活剂浸渍中间层前体的表面,用涂覆、浸蘸等来进行。

[0205] 当使用硅橡胶作为中间层前体时,可以在表面改性处理之后留在空气中并空气干燥以去活。

[0206] 中间层的厚度方向上的氧浓度分布优选地具有局部最大值。中间层的厚度方向上的碳浓度分布优选地具有局部最小值。

[0207] 在中间层中,更优选的是,指示氧浓度分布的局部最大值的位置与指示碳浓度分布的局部最小值的位置匹配。

[0208] 氧浓度分布和碳浓度分布可以通过X射线光电子能谱(XPS)来获得。

[0209] 测量过程的示例如下。

[0210] {测量过程}

[0211] 测量装置:由ULVAC-PHI, INCORPORATED制造的Ulvac-PHI QuanterasXM。

[0212] 测量光源:Al (mono)

[0213] 测量输出:100 μ m ϕ , 25.1W

[0214] 测量区域:500 μ m \times 300 μ m

[0215] 通过能量:55eV(窄扫描)

[0216] 能量步进:0.1eV(窄扫描)

[0217] 相对灵敏度系数:使用PHI的相对灵敏度系数

[0218] 溅射源:C60簇离子

[0219] 离子枪输出:10kV, 10nA

[0220] 光栅控制:(X=0.5, Y=2.0) 毫米

[0221] 溅射速率:0.9nm/min(以SiO₂计)

[0222] 在XPS中,捕获通过光电效应发射的电子以确定测量目标物体中原子的浓度比或键合状态。

[0223] 硅橡胶具有硅氧烷键并且主要含有Si, O和C。因此,当使用硅橡胶作为中间层的材料时,从表面层到内部存在的每个原子在深度方向上的浓度比可以通过测量XPS中的宽扫描光谱从元素的相对峰值强度比确定。图11图示了其示例。这里,原子是Si, O和C,浓度比以原子%表示。

[0224] 图11示出由硅橡胶形成并进一步经过表面改性处理(等离子体处理)和失活处理的中间层样品。在图11中,横轴表示从表面到内部的方向上的分析深度,以及纵轴表示浓度比。

[0225] 在硅橡胶的情况下,通过测量来自Si的2p轨道的电子的发射能量,可以确定与硅键合的元素和键合状态。然后,从表示Si的键合状态的Si2p轨道中的窄扫描光谱进行峰值分离,以确定化学键合状态。

[0226] 图12示出了结果。图12中的测量目标是图11中的测量中使用的样品。在图12中,横

轴表示键合能,纵轴表示强度比。测量光谱也示出在从底部到顶部的深度方向上。

[0227] 众所周知,峰值位移量取决于键合状态。在此情况下,对于硅橡胶,Si2p 轨道中的峰向更高能位移表明键合到Si的氧增加。

[0228] 基于此,当硅橡胶经受表面改性处理和失活处理时,氧从表层向内部增加并且具有局部最大值,而碳从表层向内部减少并且具有局部最小值。当沿深度方向进一步推进分析时,氧减少而碳增加,并且原子浓度变得几乎等于未处理的硅橡胶。

[0229] 在图11中在 α 处检测到的氧气的局部最大值匹配向更高能量位移(在图12中的 α 处)的Si2p键合能并且表示氧增加是由与Si键合的氧的数量引起的。

[0230] 图13和图14示出了未处理的硅橡胶的类似分析结果。在图13中,如在图11中可看到的氧浓度的局部最大值或碳浓度的局部最小值没有被观察到。由于在图14中未观察到向较高能量位移的Si2p键合能。确认与Si键合的氧的数量没有变化。

[0231] 如上所述的,将失活剂例如偶联剂涂覆或浸渍在中间层的表面上以使失活剂渗透所述表面,使得失活剂渗透所述中间层。当偶联剂是通式(1)的化合物时,聚有机硅氧烷在中间层中的浓度分布存在,并且该分布使得聚有机硅氧烷中包含的氧原子在深度方向上具有局部最大值。

[0232] 因此,中间层含有具有与三至四个氧原子键合的硅原子的聚有机硅氧烷。

[0233] 失活处理不限于浸渍工艺。例如,失活处理可以是能够实现其中在聚有机硅氧烷中包含的氧原子在中间层的深度方向(厚度方向)上具有局部最大值的分布的任何工艺。这样的工艺的示例包括等离子体CVD,PVD,溅射,真空气相沉积和燃烧化学气相沉积。

[0234] 中间层在静止状态下不需要具有初始表面电位。静止状态下的初始表面电位可以在下面的测量条件下测量。这里,在下面的测量条件下进行测量时,不具有初始表面电位意味着 $\pm 10V$ 或更低。

[0235] {测量条件}

[0236] 预处理:在温度 $30^{\circ}C$ 、相对湿度40%的气氛下静置24小时,然后中和 60秒(使用由Keyence Corporation制造的SJ-F300)

[0237] 设备:Treck Model 344

[0238] 测量探针:6000B-7C

[0239] 测量距离:2毫米

[0240] 测量点直径:10毫米

[0241] 在本实施例的装置中,假设通过与摩擦带电相似的机构进行的带电以及通过内部电荷存储产生表面电位差,由于基于中间层的两个表面之间的硬度差的变形量的差异而产生电容极化,引起电荷转移和产生电。

[0242] 优选的是,该装置具有在中间层与第一电极和第二电极中的至少一个之间的空间。由此可以增加产生电量。

[0243] 提供该空间的方法不受限制,并且可以根据目的适当地选择。该方法的示例包括在中间层与第一电极和第二电极中的至少一个之间布置间隔件。

[0244] 间隔件的材料、形式、形状、尺寸等不受限制,并且可以根据目的适当选择。间隔件的材料示例包括聚合物材料,橡胶,金属,导电聚合物材料和导电橡胶组合物。

[0245] 聚合物材料的示例包括聚乙烯,聚丙烯,聚对苯二甲酸乙二醇酯,聚氯乙烯,聚酰

亚胺树脂,氟塑料和丙烯酸树脂。橡胶的示例包括硅橡胶,改性硅橡胶,丙烯酸橡胶,氯丁橡胶,聚硫橡胶,聚氨酯橡胶,异丁基橡胶,氟硅橡胶,乙烯橡胶和天然橡胶(胶乳)。

[0246] 金属的示例包括金,银,铜,铝,不锈钢,钽,镍和磷青铜。导电聚合物材料的示例包括聚噻吩,聚乙炔和聚苯胺。导电橡胶组合物的示例包括含有导电填料和橡胶的组合物。导电填料的示例包括碳材料(例如科琴黑,乙炔黑,石墨,碳质纤维,碳纤维,碳纳米纤维,碳纳米管,石墨烯),金属(例如金,银,铂,铜,铁,铝,镍),导电聚合物材料(例如,聚噻吩,聚乙炔,聚苯胺,聚吡咯,聚对苯撑,聚对苯撑乙烯中的任一种的衍生物或掺杂有阴离子或阳离子的衍生物),和离子液体。

[0247] 橡胶的示例包括硅橡胶,改性硅橡胶,丙烯酸橡胶,氯丁橡胶,聚硫橡胶,聚氨酯橡胶,异丁基橡胶,氟硅橡胶,乙烯橡胶和天然橡胶(胶乳)。

[0248] 间隔件的形式示例包括片材,薄膜,织物,无纺织物,网和海绵。

[0249] 间隔件的形状、尺寸、厚度和安装位置可以根据装置的结构适当选择。

[0250] 如图15所示的,假设第一电极由a表示,中间层由b表示,并且第二电极由c表示,当在第一电极a处的侧面进行表面改性处理或失活处理时,中间层b的第一电极a处的侧面比第二电极c处的侧面更硬。因此,通用硬度是 $H1 > H2$ 。

[0251] 当相同的变形力,即按压力F作用于第一电极a处的侧面和第二电极c处的侧面时,中间层b的第一电极a处的侧面的变形程度小于在第二电极c处的侧面的。

[0252] 虽然上面已经描述了本发明的优选实施例,但是本发明不限于某些实施例,并且在脱离权利要求中所述的本发明的精神的情况下,可以进行各种修改和改变,除非在前面的描述中另有说明。

[0253] 在本发明的实施例中描述的有益效果仅示出了源自本发明的最优选的效果,并且本发明的有益效果不限于在本发明的实施例中描述的效果。

[0254] 附图标记列表

[0255] 2机器人

[0256] 4作为目标物体的部件

[0257] 18,50抓取装置

[0258] 20,22抓取器

[0259] 24压敏传感器

[0260] 26用作电极的第一电极

[0261] 28用作电极的第二电极

[0262] 30中间层

[0263] 32盖

[0264] 引用文献列表

[0265] 专利文献

[0266] 专利文献1:日本专利申请公开号2013-99130

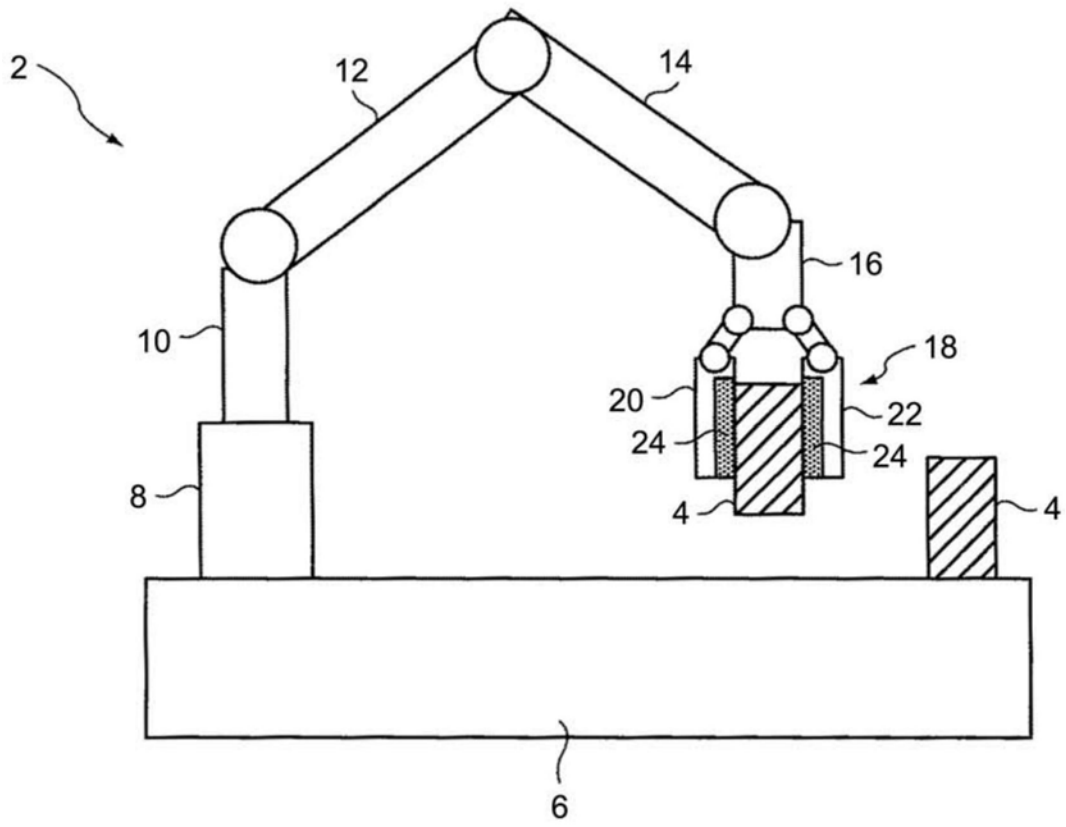


图1

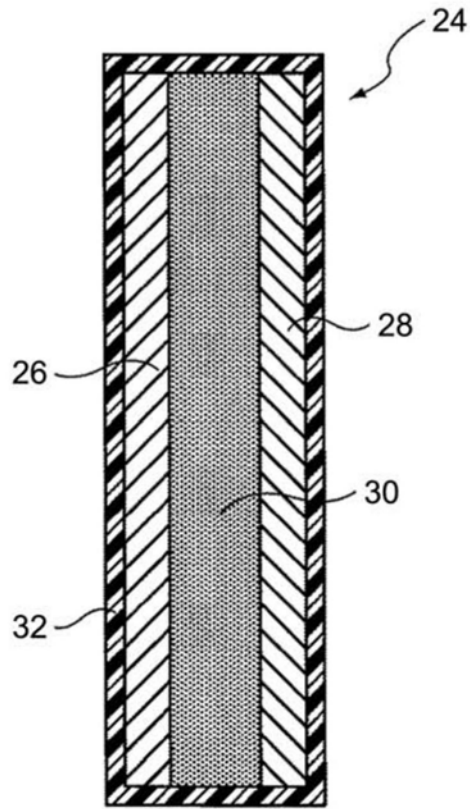


图2

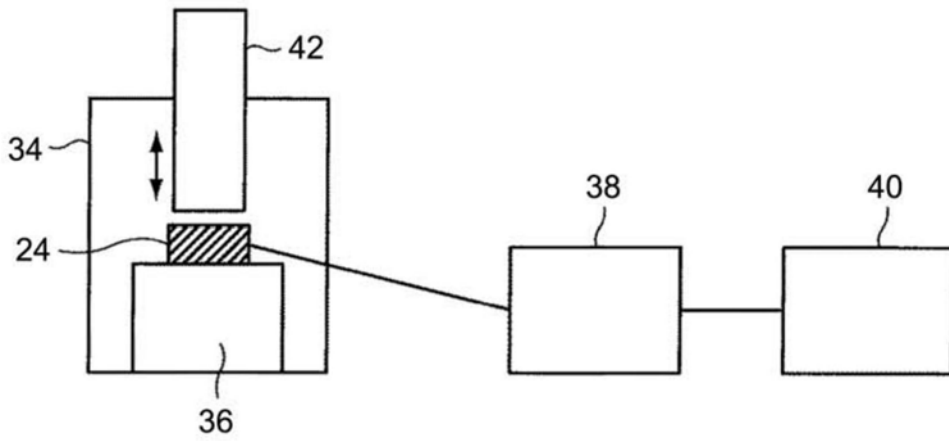


图3

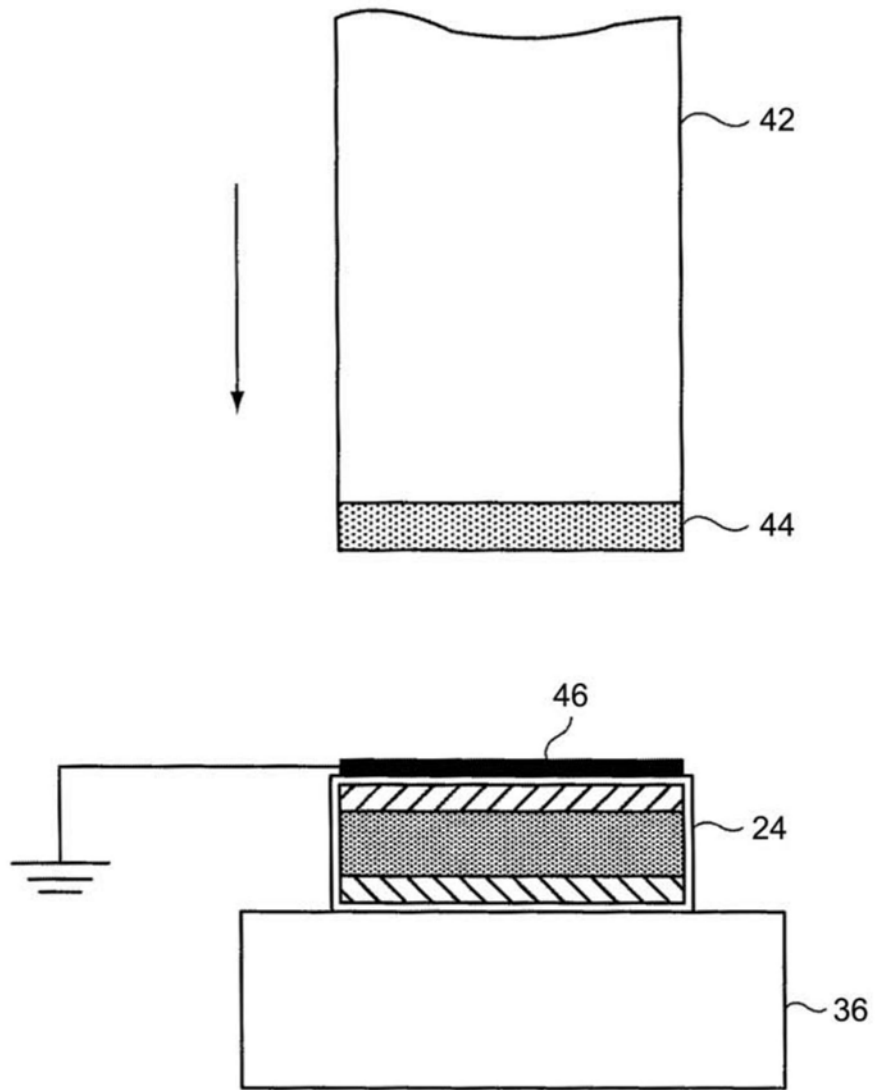


图4

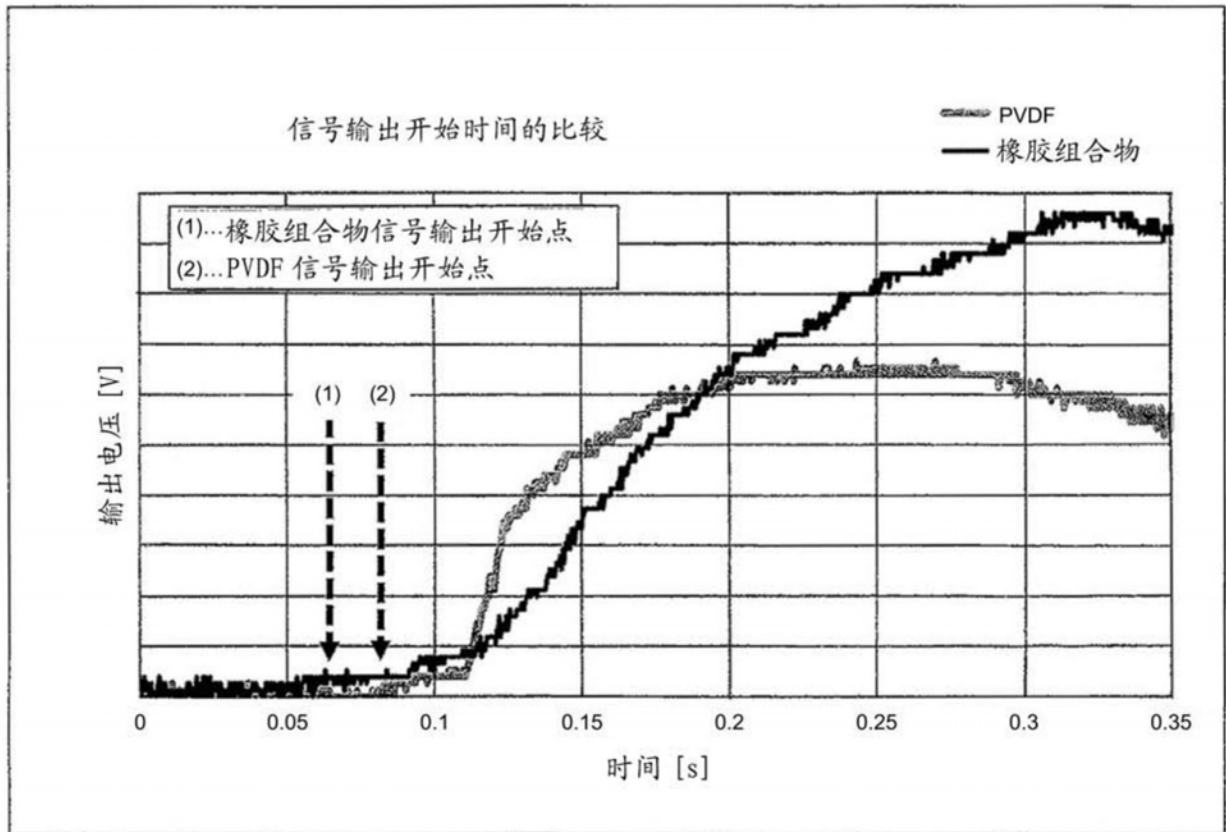


图5

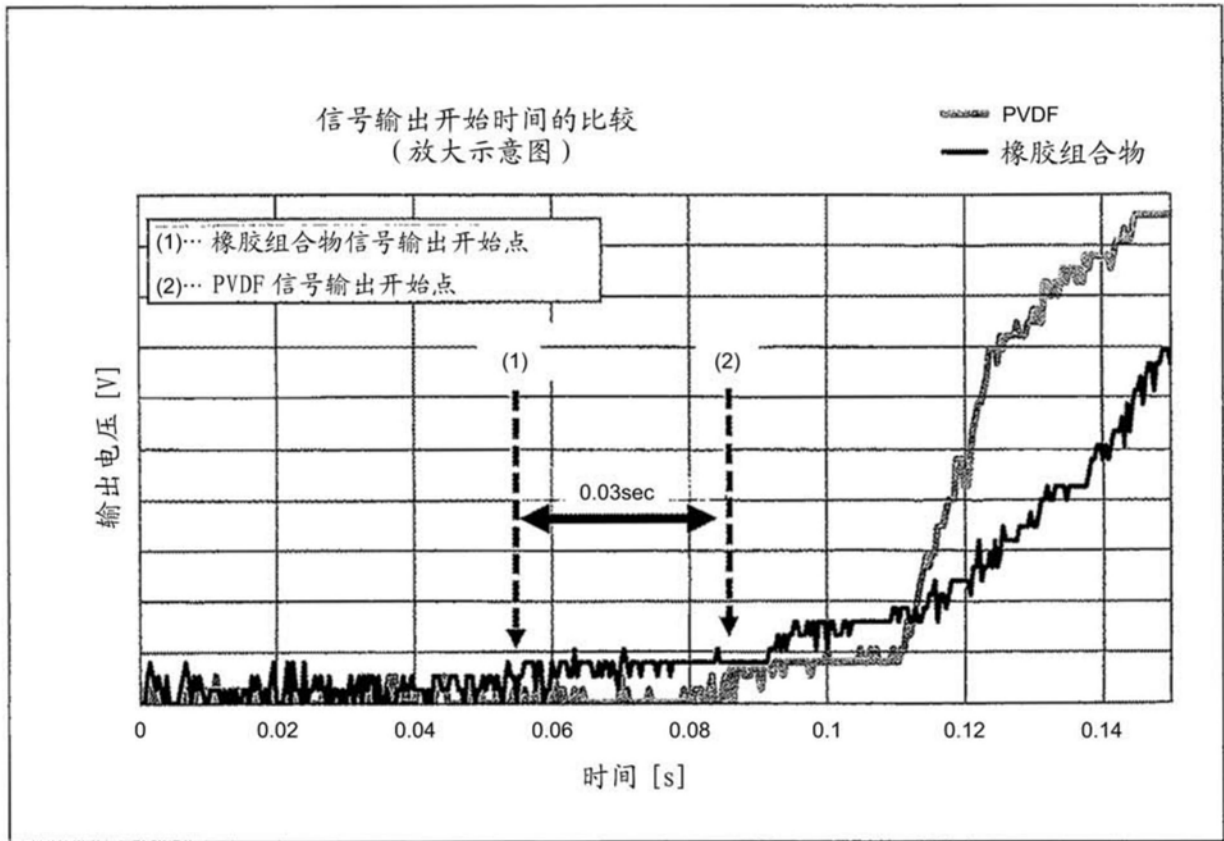


图6

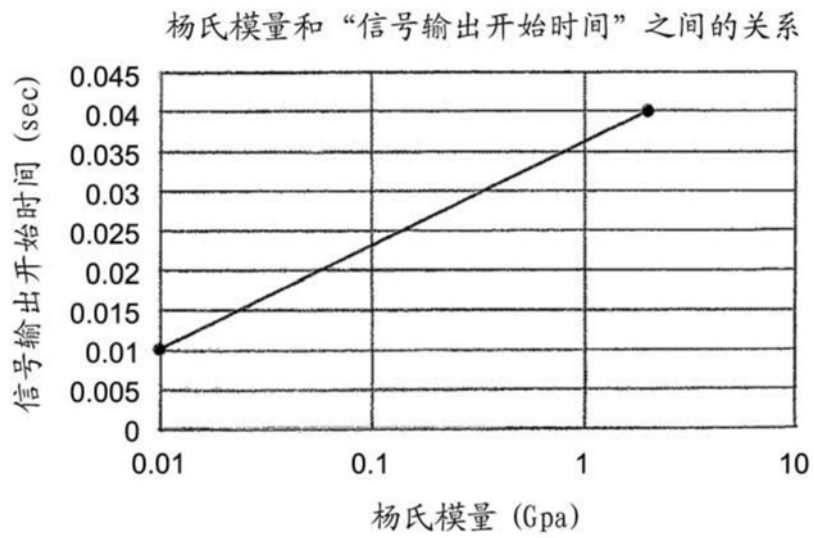


图7

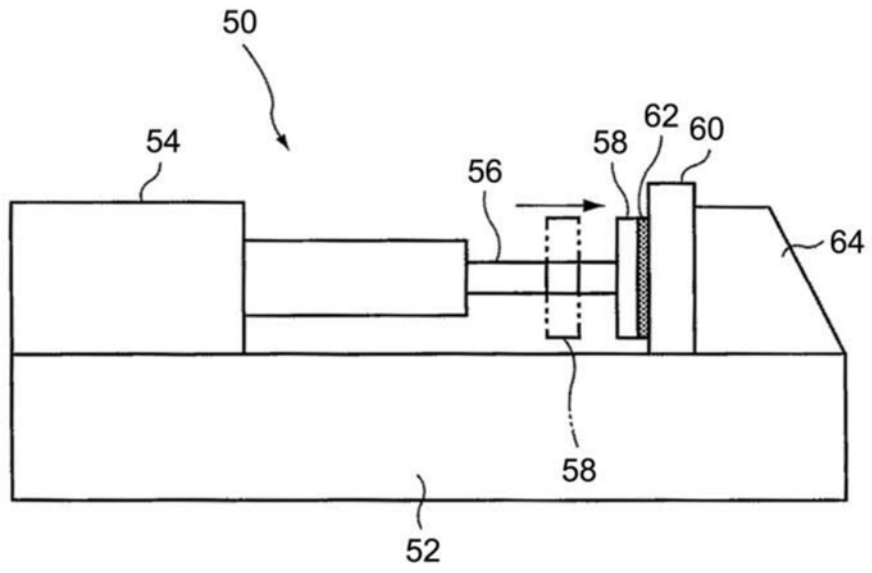


图8

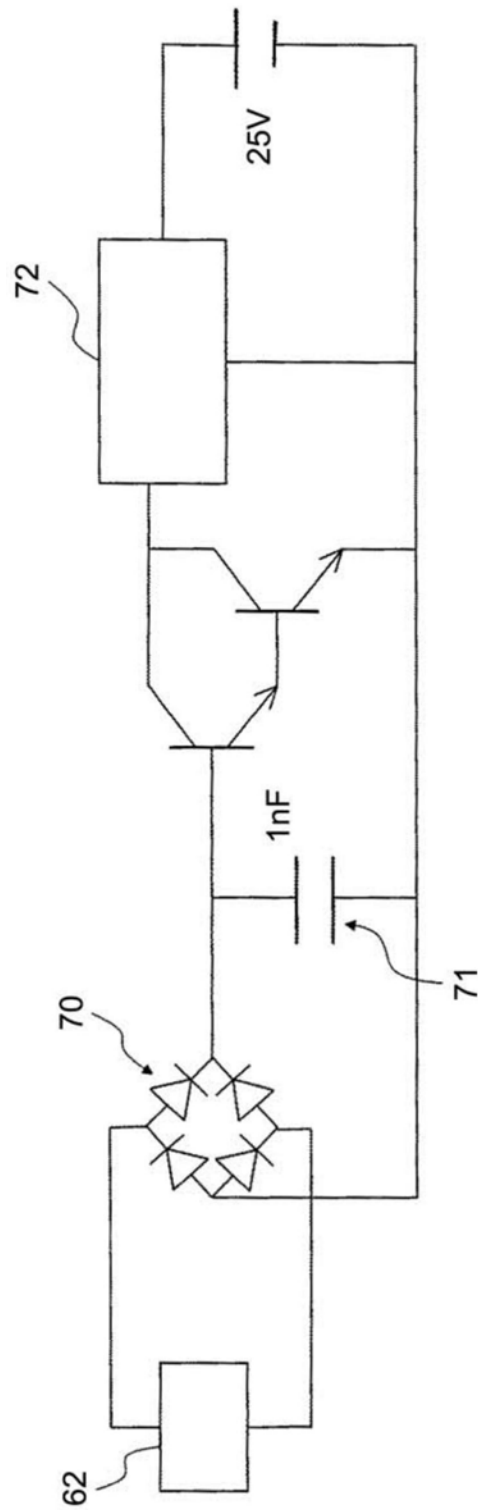


图9

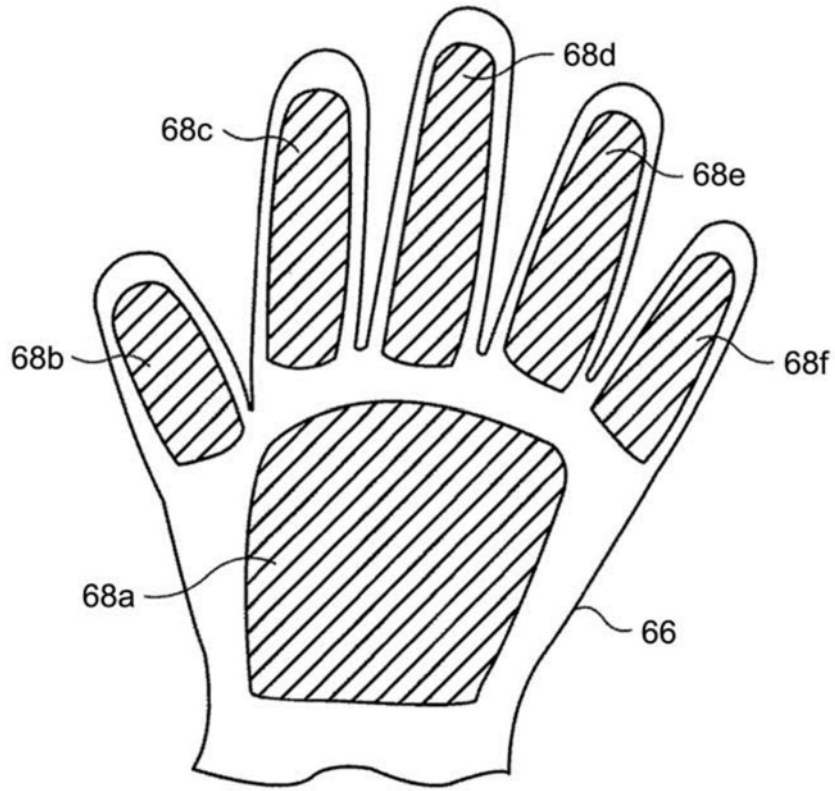


图10

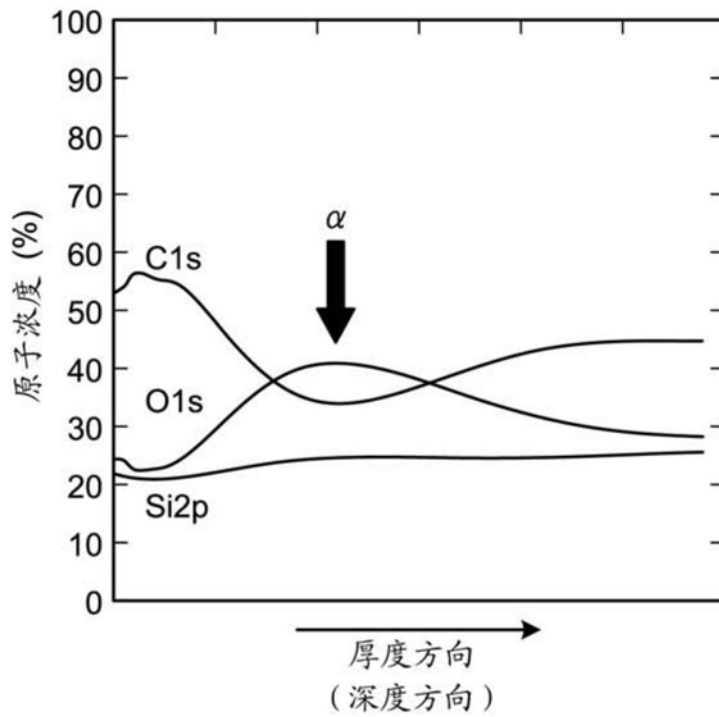


图11

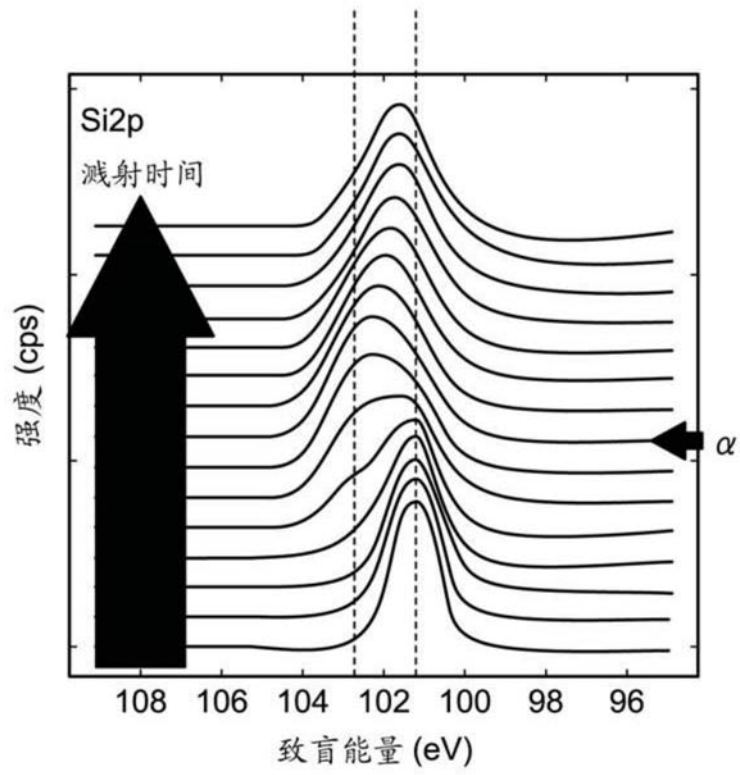


图12

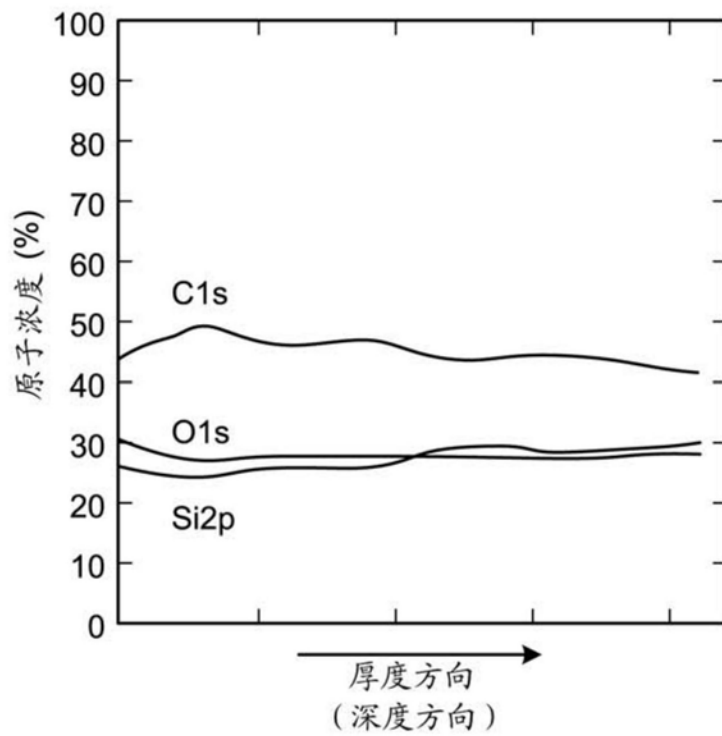


图13

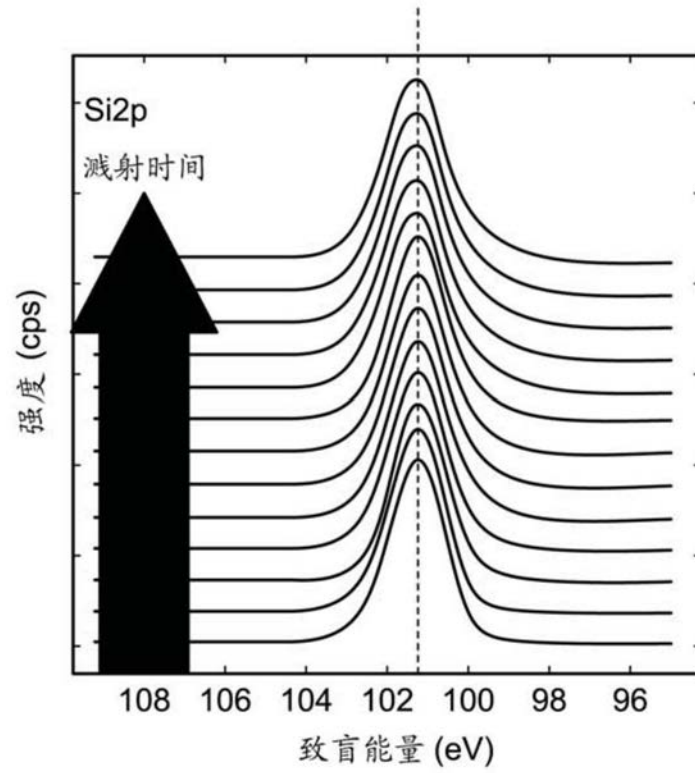


图14

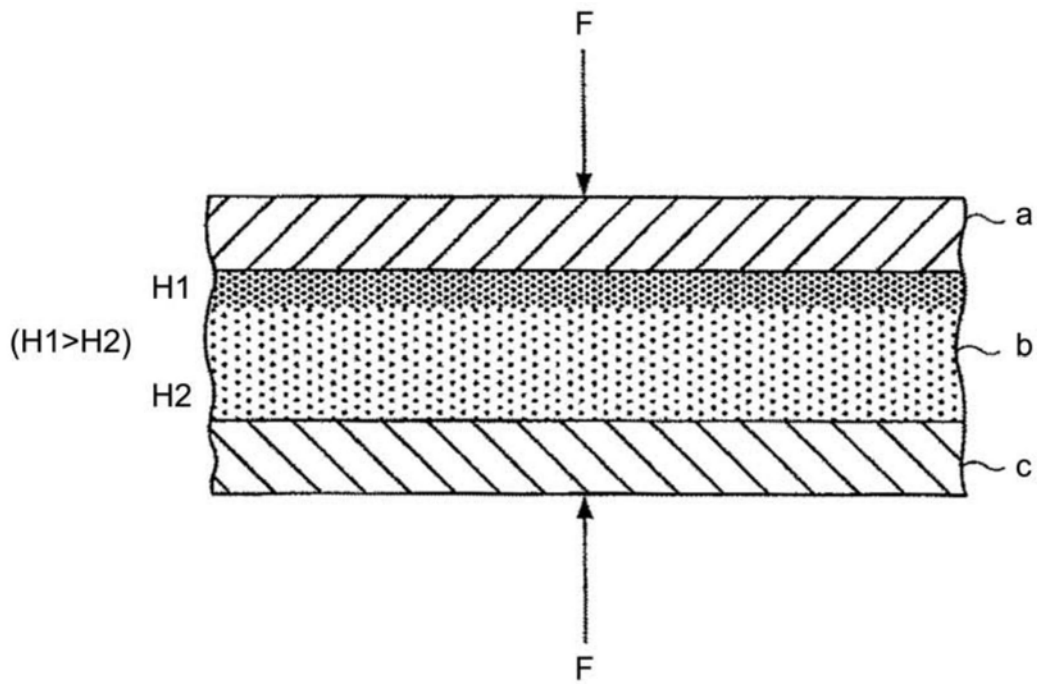


图15