



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106501373 A

(43)申请公布日 2017. 03. 15

(21)申请号 201610800819.5

(22)申请日 2016.09.01

(30)优先权数据

JP2015-175014 2015.09.04 JP

(71)申请人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3丁目30-2

(72)发明人 香取笃史

(74)专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

(51)Int.Cl.

G01N 29/22(2006.01)

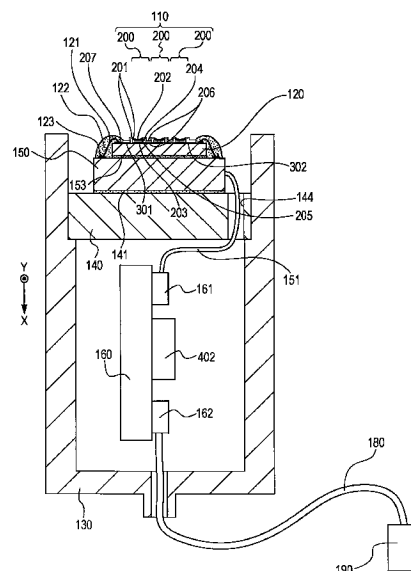
权利要求书2页 说明书20页 附图40页

(54)发明名称

换能器单元、声学探头和光声设备

(57)摘要

本公开涉及换能器单元、声学探头和光声设备。一种换能器单元包括：衬底；电容式换能器，设置在衬底上并且配置为接收在来自光源的光照射被检体时产生的声波并且输出电信号；电路衬底，包括电流/电压转换电路，所述电流/电压转换电路被配置为将从电容式换能器输出的电流转换为电压；以及柔性印刷布线，将电容式换能器电连接到电流/电压转换电路，其中电路衬底被设置在衬底的表面之中的与设置有电容式换能器的表面相对的表面侧。



1. 一种换能器单元,包括:
芯片;
电容式换能器,设置在芯片上并且配置为接收在来自光源的光照射被检体时产生的声波并且输出电信号;
电路衬底,包括电流/电压转换电路,所述电流/电压转换电路被配置为将从电容式换能器输出的电流转换为电压;以及
柔性印刷布线,将电容式换能器电连接到电流/电压转换电路,
其中电路衬底被设置在芯片的表面之中的与设置有电容式换能器的表面相对的表面侧。
2. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中芯片包括贯通布线,并且连接到电容式换能器的电极的贯通布线被引出到芯片的表面之中的与布置有电容式换能器的表面相对的表面。
3. 根据权利要求2所述的换能器单元,还包括:
刚性的柔性印制电路板,其中彼此集成有柔性印刷布线和刚性衬底,
其中在芯片的表面之中与布置有电容式换能器的表面相对的表面被布置在面向设置在刚性的柔性印制电路板的刚性衬底上的电极的位置处,并且电极和电容式换能器彼此电连接。
4. 根据权利要求2所述的换能器单元,其中在芯片的表面之中与布置有电容式换能器的表面相对的表面被布置在面向柔性印刷布线的位置处,并且电容式换能器和柔性印刷布线彼此电连接。
5. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中柔性印刷布线和芯片的表面经由各向异性导电树脂彼此连接。
6. 根据权利要求1所述的换能器单元,还包括:
支撑部分,支撑芯片,
其中支撑部分包括与芯片的外部形状对应的凹陷部分以用于定位芯片。
7. 根据权利要求1所述的换能器单元,还包括:
支撑部分,支撑芯片,
其中支撑部分包括贯通孔,所述贯通孔用于将柔性印刷布线引出到支撑部分的表面之中的与设置有电容式换能器的表面相对的表面侧。
8. 根据权利要求1所述的换能器单元,还包括:
静电屏蔽件。
9. 根据权利要求8所述的换能器单元,其中静电屏蔽件被贴附和集成到柔性印刷布线。
10. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中电路衬底和柔性印刷布线通过各向异性导电树脂彼此连接。
11. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中电路衬底和柔性印刷布线通过焊接而彼此连接。
12. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中检测电路被设置在电路衬底上,检测电路被屏蔽罩覆盖,并且检测电路和屏蔽罩通过焊接彼此电连接并且也固定。
13. 根据权利要求12所述的换能器单元,其中在检测电路和屏蔽罩之间设置散热片材。

14. 根据权利要求12所述的换能器单元,还包括:

外壳,

其中屏蔽罩被固定到外壳。

15. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中电路衬底和用于与外部设备连接的线缆通过使用焊接件彼此连接,并且焊接件被密封材料包围。

16. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中卡片边缘连接器连接到电路衬底,并且电路衬底通过与卡片边缘连接器连接的线缆而连接到外部设备。

17. 根据权利要求1所述的换能器单元,还包括:

外壳,

其中外壳的一部分由两个部件构成使得夹着电路衬底。

18. 根据权利要求1所述的换能器单元,还包括:

圆筒形外壳。

19. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中绝缘膜经由硅橡胶层被设置在电容式换能器上。

20. 根据权利要求1所述的换能器单元,还包括:

三个电阻,包括第一分压电阻、第二分压电阻以及第三分压电阻,

其中通过使用所述三个电阻调节施加到电容式换能器的电极的DC电压。

21. 根据权利要求20所述的换能器单元,其中第二分压电阻被设置在电路衬底上。

22. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中配置为检测在电容式换能器接收超声波时的电流的电路是使用运算放大器的跨阻抗电路,并且被布置在电路衬底上。

23. 根据权利要求22所述的换能器单元,其中使用运算放大器的跨阻抗电路中包括的部件部分地构建在电路衬底中。

24. 根据权利要求22所述的换能器单元,其中使用运算放大器的跨阻抗电路中包括的运算放大器构建在电路衬底中。

25. 根据权利要求1所述的换能器单元,其中连接到驱动检测电路的电容式换能器被布置在芯片上,所述驱动检测电路被配置为执行光声波的接收以及超声波的发送和接收。

26. 根据权利要求25所述的换能器单元,还包括:

多个电容式换能器,

其中多个电容式换能器被分割成多个包括至少一个电容式换能器的区域,并且分割得到的区域中的电容式换能器中的每一个包括驱动检测电路并且在超声波的发送和接收或光声波的接收时用作单个电容式换能器。

27. 一种声学探头,包括:

多个根据权利要求1所述的换能器单元;以及

支撑部件,包括具有半球的形状的表面并且包括多个贯通孔,

其中多个换能器单元被固定到多个贯通孔使得面向半球的中心。

28. 一种光声设备,配置为通过使用根据权利要求27所述的声学探头来接收通过光声效应产生的光声波。

29. 一种光声设备,配置为通过使用根据权利要求27所述的声学探头来执行通过光声效应产生的光声波的接收以及超声波的发送和接收。

换能器单元、声学探头和光声设备

技术领域

[0001] 本发明涉及换能器单元、包括换能器单元的声学探头和包括声学探头的光声设备。

背景技术

[0002] 已经提出了一种测量系统,在该测量系统中用光照射被检体,基于光声效应从被检体中的测量对象产生声波(典型地为超声波,但是在本说明书中被称为光声波),并且通过使用半球形的超声探头接收所产生的声波(美国专利申请公开No.2011/0306865,在下文中称为专利文献1)。半球形的超声探头由布置在半球形的表面上的多个超声换能器元件构成。

[0003] 将参考图23进行描述。图23示出被检体10、光源11、超声探头12、超声换能器13、光束21、光声波22以及介质30(声学匹配材料)。超声探头12具有半球的形状并且被设置有多个超声换能器13和光源11。被检体10被布置为使得被超声探头12的半球部分地包围,并且介质30填充在被检体10和超声探头12之间。光源11向被检体10发射光束21,并且被检体中产生的光声波22由超声探头12中包括的多个超声换能器13接收以便执行被检体的成像。

[0004] 在这时候,当增大布置在支撑部件的半球形的表面上的超声换能器的数量时,可以改善被检体的图像的图像质量。为了增大超声换能器的数量,需要将多个超声换能器布置为在半球形的表面上彼此接近。然而,迄今为止没有提出用于彼此接近地布置超声换能器的最佳配置。

发明内容

[0005] 鉴于以上内容,本发明旨在提供包括可以接近支撑部件布置的小型换能器单元以及彼此接近布置的多个换能器单元的光声探头。根据本发明一个方面的换能器单元包括:芯片;电容式换能器,设置在芯片上并且配置为接收在用来自光源的光照射被检体时产生的声波并且输出电信号;电路衬底,包括电流/电压转换电路,所述电流/电压转换电路被配置为将从电容式换能器输出的电流转换为电压;以及柔性印刷布线,将电容式换能器电连接到电流/电压转换电路,其中电路衬底被设置在芯片的表面之中的与设置有电容式换能器的表面相对的表面侧。

[0006] 从以下参考附图的示例性实施例的描述中本发明更多的特征将变得清晰。

附图说明

[0007] 图1A到1E是根据本发明的第一示例性实施例的光声探头的示意图。

[0008] 图2A到2D是根据本发明的第一示例性实施例的光声探头的示意图。

[0009] 图3是根据本发明的第二示例性实施例的光声探头的示意图。

[0010] 图4A和图4B是根据本发明的第三示例性实施例的光声探头的示意图。

[0011] 图5A和图5B是根据本发明的第四示例性实施例的光声探头的示意图。

- [0012] 图6A和图6B是根据本发明的第五示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0013] 图7是根据本发明的第六示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0014] 图8A和图8B是根据本发明的第七示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0015] 图9A到9C是根据本发明的第八示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0016] 图10是根据本发明的第九示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0017] 图11A和图11B是根据本发明的第十示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0018] 图12A和图12B是根据本发明的第十一示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0019] 图13A和图13B是根据本发明的第十二示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0020] 图14是根据本发明的第十三示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0021] 图15是根据本发明的第十四示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0022] 图16是根据本发明的第十五示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0023] 图17A和图17B是根据本发明的第十六示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0024] 图18A到18C是根据本发明的第十七示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0025] 图19A和图19B是根据本发明的第十八示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0026] 图20A到20C是根据本发明的第十九示例性实施例的光声探头的示意图。
- [0027] 图21是根据本发明的第二十示例性实施例的光声设备的示意图。
- [0028] 图22是根据本发明的第二十一示例性实施例的光声设备的示意图。
- [0029] 图23是用于描述现有技术中的光声设备的示意图。

具体实施方式

[0030] 在下文中,将参考附图描述本发明的示例性实施例。根据本示例性实施例的换能器单元包括芯片以及电容式换能器,该电容式换能器被设置在芯片上并且配置为接收在来自光源的光照射被检体时产生的声波并且输出电信号。该换能器单元还包括电路衬底以及柔性印刷布线,该电路衬底包括电流/电压转换电路,该电流/电压转换电路被配置为将从电容式换能器输出的电流转换为电压,该柔性印刷布线将电容式换能器电连接到电流/电压转换电路。其特征在于电路衬底被设置在芯片的表面之中的与设置有电容式换能器的表面相对的表面(后侧)。在下文中,将给出详细描述。

[0031] 第一示例性实施例

[0032] 首先,将参考图1A到1E描述根据本示例性实施例的光声探头100。图1A到1E示出探头外壳99、半球形的支撑部件101、贯通孔102、超声换能器单元103(在下文中,其在一些情况下可以被简单地缩写为换能器单元)、线缆104、连接器190以及光源106。图1A到1E还示出电容式换能器110(电容式的微加工的超声换能器,在下文中称为CMUT)。图1A是根据本示例性实施例的光声探头100的外观的示意图,并且图1B是用于描述光声探头100的截面的示意图。

[0033] 半球形的支撑部件101包括与布置CMUT 110的位置对应的多个贯通孔102。换能器单元103具有与贯通孔102的形状对应的外形并且被插入和固定到每个贯通孔102。换能器单元103被设置有CMUT 110并且被布置为使得CMUT 110面向半球的中心的附近。根据本示例性实施例,将描述其中贯通孔102的形状为完全圆形形状并且CMUT 110被布置在换能器单元103的中心的配置。

[0034] 光源106被布置在半球形的支撑部件的中心。可以发光的装置(诸如固态激光器、半导体激光器或LED)可以被用作光源106。还可以使用其中通过使用光纤从布置在外部的发光单元引导光的配置。根据本说明书,将在采用其中光源106被布置在半球的中心的配置的情况下进行描述,但是本发明不限于此配置。一个或多个光源106可以被布置在半球形的支撑部件101中的其中不布置换能器单元103的区域中的任意位置。

[0035] 根据本示例性实施例,采用其中分离的换能器单元103附接于支撑部件101的贯通孔102的配置。为此,支撑部件101的配置可以被设定为具有极其简单的形状,在其中孔被简单地在半球形的部件中开口。另外,支撑部件101和换能器单元103由分离的部件构成,并且可以选择和使用其中已经检查了操作的换能器单元103,使得还可以容易改善超声探头100的成品率。此外,当换能器单元103损坏时,可以容易执行替换。另外,通过改变支撑部件101中的贯通孔102的布置,可以容易提供具有不同的传感器间隔的超声探头100。类似地,可以通过简单地制备具有不同的半径的支撑部件101而由相同的换能器单元103构成具有不同的半球半径的探头。

[0036] 其特征在于CMUT 110被用作根据本示例性实施例的超声换能器110。

[0037] 接下来,将参考图1C描述设置有在本示例性实施例中使用的CMUT 110的换能器单元103。图1C示出芯片120、外壳130、支撑部件140、线缆180以及连接器190。

[0038] 换能器单元103包括圆筒形外壳130并且被设置有经由支撑部件140支撑的芯片120。CMUT 110被形成在芯片120上。芯片120被布置为使得当换能器单元103附接于具有贯通孔的半球形的支撑部件101时CMUT 110面向半球的中心侧。另外,多个换能器单元103可以以螺旋形方式布置在半球中。相应地,由于换能器被布置为使得从相对于被检体的各种角度来观看时换能器的间隔均匀,因此几乎不产生当对象信息被成像时由于换能器的间隔不均匀而产生的伪迹(虚像)。为此,可以获得更详细的对象信息。采用如下的配置,即在该配置中CMUT 110的正表面不被外壳130覆盖,并且来自换能器单元103的外部的声波到达CMUT 110的正表面。另一方面,用于与外部连接的线缆180从底表面引出。

[0039] 来自各个换能器单元103的线缆180可以根据到各个线缆180的连接目的地(诸如衬底)的长度而具有相互不同的长度。相应地,优化线缆的长度以便具有布置所必需的长度,并且可以在尽可能地抑制产生不必要的线缆(过长的线缆)的同时将信号传输到外部。为此,可以实现整个探头的小型化和重量减轻。另外,在改变各个线缆的颜色时,可以改善在附着到半球形的支撑部件时的可操作性并且减少由错误识别引起的连接错误的数量。特别地,在具有不同长度的线缆被设定为具有相互不同的颜色时,可以减少对于线缆长度的错误识别的数量。另外,可以根据支撑部件101的位置改变各个换能器单元的长度。相应地,可以避免周围部件的干扰。另外,在长度交替地变化时,较短的换能器单元在组装时被附接,并且其后,较长的换能器单元被附接,使得可以在即使在高布置密度的区域中也不显著地恶化可操作性的情况下执行附接。此外,要连接到具有相互不同的长度的线缆180的连接器的颜色也可以相互变化。相应地,可以改善在附着到半球形的支撑部件时的可操作性并且减少由错误识别引起的连接错误的数量。

[0040] 另外,从单个线缆分支出的各个线缆可以连接到多个换能器单元103,并且其单束线缆可以连接到外部设备。利用这个配置,可以减小连接到外部设备的线缆的厚度或减少线缆的数量。各个换能器单元103也可以串联连接到单个线缆。相应地,可以公共地使用公

共施加到换能器单元的检测电路的电源或直流(DC)电压的线,并且可以减小连接到外部设备的线缆的厚度或减少线缆的数量。此外,引脚的数量或类型可以相互变化,并且各个贯通孔的孔的形状和直径可以相互变化。在根据布置位置做出改变时,可以改善在附着到半球形的支撑部件时的可操作性并且减少由错误识别引起的连接错误的数量。

[0041] 还可以采用如下配置,在该配置中沿着支撑部件101的半球形的形状设置印刷电路板(PCB;刚性的柔性印制电路板),并且来自各个换能器单元103的线缆被捆束(bundle)在PCB中,并且连接到外部的线缆被引出。利用上述配置,可以减少引出到外部的线缆的数量。此外,由于在线缆被引回到接近于支撑部件101的区域时就足够了,因此线缆本身的长度可以被显著地缩短,使得可以实现探头的重量减轻和小型化。应当注意,可以提供用于捆束线缆的捆束结构。

[0042] 还可以使插入到支撑部件101的换能器单元103弯曲为具有L形的配置。在采用上述的配置时,当从被检体侧观看时,换能器单元103的从支撑部件101的辐射状的扩展可以被设定为较小,并且可以减小声学探头占据的面积。应当注意,在此提到的L形的配置不限于是垂直的。

[0043] 另外,CMUT的检测信号在换能器单元中被转换为数字信号,从而在不使用各个线缆的情况下被无线地传输到外部信号处理设备,并且可以在信号处理设备中处理信号以便获得被检体的图像。相应地,变得不必要制备用于将信号传输到外部设备的布线,并且可以实现探头的重量减轻和小型化。

[0044] 在支撑部件101被设置有被配置为监视被检体的照相机(未示出)的情况下,可以设置发光二极管(LED)使得用光照射被检体。LED的数量可以是一个或更多个,并且可以采用在其中为每个换能器单元103设置LED的配置。相应地,可以用光均匀地照射整个被检体,并且可以由照相机更精确地监视被检体的状态。

[0045] 图1A到1E示出其中换能器单元103被设置为彼此间隔开的示例,但是多个换能器单元103可以被捆束和设置为具有包含凹陷部分的形状。在上述的情况中,实现可以以高密度布置换能器单元103的这种优点。

[0046] 在图1B和图1C中,已经假定换能器单元103具有管状而进行了描述,但是本示例性实施例不限于此。如图1D和图1E中所示出的,可以使用具有其中线缆附接侧的厚度大于贯通孔102的直径的形状的换能器单元。相应地,可以利用简单的配置精确地确定换能器单元103相对于支撑部件101的位置。为此,可以利用简单的配置以令人满意的精度以半球形的方式布置多个超声换能器110,并且可以精确地获得来自被检体的信息。

[0047] 通过使用应用有半导体工艺的微机电系统(MEMS)处理在由硅制成的芯片上制造CMUT。将参考图2A到2D进行描述。

[0048] 首先,将描述超声换能器单元103。图2A是超声换能器单元103的示意图。图2A到2D示出芯片120(衬底)、振动膜201、第一电极202、第二电极203、支撑部分204、间隙205、第一布线301、第二布线302、直流(DC)电压产生单元401以及检测电路402。

[0049] 振动膜201具有由支撑部分204支撑在芯片120上并且接收超声波从而振动的配置。第一电极202被布置在振动膜201上,并且第二电极203被布置在芯片120上的面向第一电极202的位置处。彼此面对而同时夹着振动膜201和间隙205的第一电极202和第二电极203被设为一对并且被称为单元200。

[0050] 第一电极202经由第一布线301被引出到芯片120的外部,从而连接到DC电压产生单元401,并且第二电极203经由第二布线302被引出到芯片120的外部到检测电路402。在使用DC电压产生单元401时,在第一电极202和第二电极203之间产生几十伏到几百伏的电势差。采用其中可以通过DC电压产生单元401调节施加电势差的值的配置。在振动膜201和第一电极202振动时,改变第一电极202和第二电极203之间的距离,并且改变电极之间的静电电容。由于电极之间存在电势差,根据电容改变产生微小的电流。微小的电流通过连接到第二电极203的检测电路402而被从电流转换为电压并且被输出。

[0051] 在本示例性实施例中使用的CMUT 110与当前广泛使用的压电超声换能器相比具有在接收超声波时的响应令人满意并且频带较宽的特征。

[0052] 换能器单元

[0053] 根据本示例性实施例,显著的特征是设置有检测电路402的电路衬底160被布置为与设置有CMUT 110的芯片120垂直。将参考图2B和图2C描述具体配置。

[0054] 图2C是用于描述换能器单元103中的电路衬底160和芯片120之间的位置关系的示意图。

[0055] 其中布置有CMUT 110的元件的芯片120由刚性的衬底150保持。刚性的衬底150通过粘附剂141固定在支撑部件140上。连接到芯片120上的第一布线301和第二布线302的电极207与刚性衬底150上的布线通过导线121彼此电连接。导线121由密封材料122保护。图案化的薄膜电极层123被设置到保持芯片120的刚性衬底150的正表面并且由设置在衬底中的通孔(未示出)而连接到内部导电层(未示出)。刚性衬底150与柔性印刷布线151一体化地形成,并且刚性衬底150内部的布线可以经由柔性印刷布线151被引出到通过柔性印刷布线连接器161连接的电路衬底160。可以通过使用刚性的柔性印制电路板的制造技术实现刚性衬底150和柔性印布线151的容易集成的配置。应当注意,可以采用如下配置,在该配置中在芯片120的表面之中与布置有CMUT 110的表面相对的表面被布置在面向刚性的柔性印制电路板提供的刚性衬底150上布置的电极的位置处,并且上述的电极和CMUT 110彼此电连接。另外,可以采用如下配置,在该配置中在芯片的表面之中与布置有CMUT 110的表面相对的表面被布置在面向柔性印刷布线151的位置处,并且CMUT 110和柔性印刷布线151彼此电连接。在采用这些配置时,变得不必要提供用于通过导线121连接的区域,并且电连接部分的必要的面积可以被最小化。另外,变得不必要提供导线121或密封材料122,并且相对于CMUT突出的部分不存在于衬底120的表面上,使得在接收光声波(超声波)时不受到对声学特性的影响。

[0056] 根据本示例性实施例,由于柔性印刷布线151被用作从芯片120到检测电路402的布线,因此可以在相对于芯片120的平面方向的垂直方向上引出布线。为此,在芯片120和检测电路402的连接部分最小化时,可以提供小型的换能器单元。

[0057] 为了驱动CMUT 110,必须执行与从几十伏到几百伏的高电压对应的DC电压的施加。另外,为了将由光声波(超声波)引起的电压改变量作为电流改变量读出,CMUT 110需要包括电流/电压转换电路的电路衬底160。鉴于以上,柔性印刷布线151被用来将CMUT 110电连接到电路衬底160。

[0058] 在这时候,为了电压不超过柔性印刷布线151的介电强度电压,要求用于将电压施加到CMUT 110的布线的间隔在柔性印刷布线151中较宽。此外,由于也要求用于将柔性印刷

布线151连接到电路衬底160的电极间隔较宽,因此要求电路衬底160的面积较宽,使得电极间隔可以被设定为较宽。如果在其中设置CMUT 110的芯片(衬底)120的平面方向上设置电路衬底160,除了CMUT 110占据的面积之外还增加了电路衬底160占据的面积,并且换能器单元103的直径增大。结果,变得难以为支撑部件101提供大量的换能器单元103。

[0059] 鉴于以上,根据本示例性实施例,电路衬底160被设置在衬底120的表面之中的与设置CMUT 110的表面相对的表面侧。为此,可以在不增大换能器单元160的直径的情况下实现小型化。结果,可以为支撑部件101设置大量的换能器单元103,并且由于光声信号可以由大量的CMUT接收,因此可以实现被检体的图像质量的增加。

[0060] 支撑部件140包括贯通孔144,柔性印刷布线151可以穿过该贯通孔144。相应地,支撑部件140将布线引出到与布置有芯片120的表面相对的表面侧的区域,并且可以布置电路衬底160。虽然在图中未示出,但是贯通孔144的内部优选地由密封材料密封住。相应地,可以避免其中换能器侧的超声凝胶等流到电路衬底160侧的情形,并且可以增大电气可靠性。

[0061] 检测电路402被设置在电路衬底160上并且布置为与芯片120垂直。电路衬底160的外形根据本示例性实施例是长方体形状,但是本发明不限于此。另外,电路衬底160具有与布置在一端的柔性印刷布线151的连接部分(柔性印刷布线连接器161)并且被设置有与在另一端的线缆180的连接部分(连接器162)。

[0062] 图2B是换能器单元103中的柔性印刷布线151、电路衬底160、以及线缆180之间的布线和电路的示意图。

[0063] 检测电路402可以由使用运算放大器的跨阻抗电路构成。使用运算放大器411的跨阻抗电路具有与运算放大器的负反馈部分并联地布置的电阻412和电容器413,并且反馈部分处的电流输入被转换为电压。由于存在运算放大器的反馈特性,因此通过使用具有宽带区域的运算放大器,电流/电压转换效率可以减小输入布线处存在的寄生电容的影响。为此,获得其中接收灵敏度的减少较小的杰出的接收特性作为对于CMUT具有宽频带的接收特性。

[0064] 根据本示例性实施例,由于使用运算放大器411的跨阻抗电路配置被用于检测电路402,因此几乎不受到检测电路402的输入端子处的寄生电容的影响。为此,可以设置其中由寄生电容所引起的接收特性劣化小的光声探头。

[0065] 检测电路402的电源需要被稳定地供应有用于驱动电路的电流。当在线缆180中存在布线电阻时,供应给检测电路402的电流变得不稳定,其在一些情况下可能影响检测电路402中的电流-电压转换特性。根据本示例性实施例,由于设置用于检测电路的电源的稳定化电路430,因此可以稳定地供应由检测电路402使用的电流,并且在检测电路402中获得期望的电流-电压转换特性。根据本示例性实施例的稳定化电路430可以由电容器431和线圈432容易地构成,如图2B中所示出的。

[0066] 其特征在于与布线310的阻抗匹配电阻441连接在布线310和检测电路402的输出端子之间。同轴线缆181优选地用作将输出信号从检测电路402输出到设备侧的布线310。当使用同轴线缆181时,可以避免来自外部的噪声叠加在信号上的情形。然而,当布线变长时在布线中产生反射等,这可能劣化信号的特性。在图2B中,设置实现与对应于同轴线缆的布线181的布线阻抗匹配的阻抗匹配电阻441。为此,由于电路衬底160和同轴线缆181之间的阻抗不一致,可以抑制输出信号中的劣化的产生。为此,可以设置其中捆束多个布线的线缆

180中的检测信号的劣化小的换能器单元103。

[0067] 电容器442连接在布线310和检测电路402的输出端子之间。为了接收光声波,在CMUT 110可以检测特定频率(从几十万赫兹到几兆赫兹)或以上的信号时就足够了。在图2B中,由于电容器442被设置在检测电路402的输出端子处,因此可以切断输出电压的DC分量。如果在输出电压中存在DC分量,则由于电流经常在布线中流动而增大功率消耗。根据图2B的电路配置,由于DC电压被切断,因此可以消除经常流动的电流,并且可以减少功率消耗。为此,可以设置具有低功率消耗的换能器单元103。

[0068] 此外,优选地采用其中在电路衬底160上设置用于DC电压的稳定化电路420的配置。在根据本示例性实施例的线缆180中,同轴线缆181、用于电流/电压转换电路的电源线以及布线310被设置作为一个组。

[0069] 由于在半球形的支撑部件101中分布和布置的换能器单元103以及连接到外部设备(未示出)的连接器190彼此间隔开,因此连接在其之间的线缆180具有一定长度。为此,由于线缆180中的布线的布线电阻,电路衬底160上的DC电压Vb1不同于设备侧的连接器中的DC电压Vb0。由于施加到第一电极202的电势与施加到第二电极203的电势之间的差,CMUT 110的接收特性被显著地影响。为此,如果施加到CMUT 110的DC电压Vb1不同于DC电压产生单元401中产生的DC电压Vb0,则没有获得期望的接收特性。

[0070] 根据本示例性实施例,由于设置用于DC电压的稳定化电路420,因此施加到CMUT 110的DC电压Vb1可以与DC电压产生单元401中产生的DC电压Vb0匹配。为此,可以减小线缆180的布线电阻对CMUT 110的接收特性的影响。

[0071] 对于根据本示例性实施例的用于DC电压的稳定化电路420,当用于DC电压的稳定化电路420的输入阻抗足够低于线缆180的布线电阻时就足够了。具体地,如图2B中所示出的,稳定化电路420可以由高击穿电压电容器421和电阻422容易地构成。本示例性实施例不限于图2B中示出的电路配置,并且当使用可以将电路衬底160侧的DC电压Vb1的值和设备侧的连接器中的DC电压Vb0的值设定为彼此接近的电路时就足够了。

[0072] 根据本示例性实施例的电路衬底160的外形是长方体形状。在电路衬底160中,与柔性印刷布线151的连接部分(柔性印刷布线连接器161)布置在一端,并且与线缆180的连接部分(连接器162)被设置在另一端。利用上述配置,CMUT 110和检测电路402之间的连接可以被集中在电路衬底160的一端。检测电路402和用于与外部设备连接的线缆180之间的连接也可以被集中在电路衬底160的另一端。另外,在沿着电路衬底160的X方向布置图2C中示出的电路和布线时,可以最有效地布置电路衬底160中的布线,并且可以使电路衬底160的宽度变窄。

[0073] 如上所述,在根据本示例性实施例的光声探头中,通过使用柔性印刷布线151,将细长的电路衬底160布置为与芯片120垂直。为此,从芯片120侧来观看的用于布置检测电路402的投影面积可以被减小,并且可以设置小型的换能器单元103。

[0074] 在超声换能器103以从半球的中心附近辐射的方式被插入和固定到为半球形的支撑部件101设置的贯通孔102的情况下,构造根据本示例性实施例的光声探头100。为此,即使换能器单元103的长度变长,这个情形也不影响换能器单元103之间的布置间隔。为此,换能器单元103之间的布置间隔可以变窄,并且可以设置其中以高密度布置超声换能器110的光声探头。

[0075] 这里,将参考图2D描述本示例性实施例的另一模式。芯片120包括贯通布线124,并且布线可以被从布置有CMUT 110的表面引出到相对的表面。引出到背表面的布线经由焊料凸块125电连接到刚性衬底150上的电极126。芯片120和刚性衬底150之间的空间用底层填充(underfill)材料153填充。

[0076] 根据本示例性实施例的另一模式,由于可以减小芯片120和刚性衬底150之间的电连接部分的尺寸,因此可以设置小型的换能器单元103。为此,可以设置其中换能器110之间的间隔进一步变窄的光声探头。

[0077] 应当注意,虽然已经通过使用图2D中的焊料凸块进行了描述,但是其它示例性实施例不限于此。还可以采用在其中通过使用金凸块代替焊料凸块125来实现连接的配置。相应地,可以提供如下的光声探头,在该光声探头中可以在不使用焊料凸块的情况下使多个超声换能器的布置间隔变窄的情况下实现布置。

[0078] 第二示例性实施例

[0079] 第二示例性实施例涉及芯片120和柔性印刷布线151的连接模式。除了连接模式以外的方面与第一示例性实施例相同。

[0080] 图3是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0081] 根据本示例性实施例,其特征在于柔性印刷布线151直接连接到芯片120的背表面。

[0082] 形成有电容式换能器103的芯片包括贯通布线124。连接到芯片的正表面(电容式换能器的形成表面)上的第一电极202和第二电极203的布线被引出到芯片的背表面(其上未形成电容式换能器的表面)上的电极126。根据本示例性实施例,布置在芯片上的电容式换能器103由绝缘膜覆盖,并且来自内部电极的布线也通过贯通布线124引出到芯片的背表面。为此,在芯片的正表面上为电容式换能器103设置的电极与外部完全绝缘。为此,可以避免其中在使施加有高电压的电极与被检体处于连续状态时高电压被施加到被检体的情形,并且可以设置安全的电容式换能器103。

[0083] 接下来,将描述柔性印刷布线151和芯片120的背表面的电连接部分。柔性印刷布线的导电层232在对应于芯片的背表面的电极的位置的情况下被露出,并且柔性印刷布线和芯片的电极通过各向异性导电树脂153彼此电连接。各向异性导电树脂153是包含具有约几微米的尺寸的精细导电金属颗粒的绝缘热硬化树脂,并且可以使用各向异性导电膜(ACF)、各向异性导电膏等。在其中芯片120上的电极126与柔性部分151上的电极126之间的距离比精细金属颗粒更窄的状态中在加热的情况下使各向异性导电树脂153变硬,并且通过各向异性导电树脂153将焊料凸块125和电极126彼此电连接。另一方面,当芯片120的平面上的电极与柔性部分151上的电极之间的距离比精细金属颗粒更宽时,焊料凸块125和电极126由于各向异性导电树脂153的绝缘性能而彼此电绝缘。在存在各向异性导电树脂153的情况下,可以减少由于湿气等对电连接部分的缺陷的产生的影响,并且可以提高电连接可靠性。电连接在芯片120的背表面上的柔性印刷布线151经由粘附剂141固定到支撑部件140上。

[0084] 根据本示例性实施例,在其中对软的柔性印刷布线151加压的状态中,对硬的芯片120加热以便使各向异性导电树脂变硬。为此,由于软的柔性印刷布线151沿着芯片120的背表面的形状变形,因此电极之间的间隔可以被可靠地设定为低于或等于精细金属颗粒的尺

寸。另外,电极通过使用各向异性导电树脂而彼此连接,并且同时,可以保证电极或布线与外部之间的电绝缘。根据其中分离地执行电连接与绝缘的配置,分离地注入用于保证绝缘的底层填充材料,并且必须执行硬化。当注入到芯片的背表面的底层填充材料爬到芯片侧表面并且流动到芯片的正表面的超声换能器单元103上时,超声换能器单元103的接收特性显著地劣化。为了避免这个情形,在制造方面施加较大约束,这导致复杂的制造处理或成品率的降低。通过使用本示例性实施例,可以避免超声换能器单元103的接收特性的上述劣化的产生。

[0085] 当如上所述使用本示例性实施例时,可靠地执行电极之间的电连接,并且也可以可靠地实现与外部的绝缘,使得可以在不劣化接收特性的情况下设置超声换能器单元103。

[0086] 第三示例性实施例

[0087] 第三示例性实施例涉及芯片和柔性印刷布线的连接模式。其它方面与第二示例性实施例相同。

[0088] 图4A和图4B是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0089] 根据本示例性实施例,如图4A中所示出的,其特征在于柔性印刷布线经由贯通布线124从芯片120的背表面通过焊料凸块127彼此连接。

[0090] 其中形成有电容式换能器的芯片120包括贯通布线124。连接到芯片的正表面(电容式换能器的形成表面)上的第一电极202和第二电极203的布线被引出到芯片的背表面(其上未形成电容式换能器的表面)的电极。柔性印刷布线的导电层在对应于芯片的背表面上的电极的位置的情况下被露出(图中未示出)。柔性印刷布线的电极和芯片上的电极通过焊料凸块127彼此电连接。芯片和柔性印刷布线之间的空间用底层填充材料154填充。在存在底层填充材料154的情况下,可以减少由湿气等引起的对电连接部分的缺陷的产生的影响,并且可以提高电连接可靠性。

[0091] 根据本示例性实施例,芯片和柔性印刷布线151通过焊料凸块127彼此电连接,并且可以通过使用简单方法实现具有高电气可靠性的电连接。

[0092] 如图4B中所示出的,还可以采用在其中金凸块128被用来代替根据本示例性实施例的焊料凸块127实现连接的配置。

[0093] 柔性印刷布线151可以沿着芯片120的形状弯曲。因此,即使在芯片120中发生微小的翘曲的情况下,在柔性印刷布线151变形时,也几乎不发生与金凸块213的电连接部分处的连接失效。为此,可以使用在倒装芯片安装技术中使用的金凸块128或金凸块-焊料而不是焊料凸块127,并且对使用的凸块的约束的数量可以被减少,使得可以选择最佳的电连接方法。

[0094] 根据本示例性实施例,可以提供如下的光声探头,在该光声探头中可以在不使用焊料凸块的情况下将多个超声换能器的布置间隔设为较窄的情况下实现布置。

[0095] 第四示例性实施例

[0096] 第四示例性实施例涉及芯片和柔性印刷布线的连接模式。其它方面与第一示例性实施例相同。

[0097] 图5A和图5B是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0098] 根据本示例性实施例,其特征在于通过布置在芯片的正表面上的柔性印刷布线执行与检测电路的电连接。

[0099] 在柔性印刷布线151的端部设置在其中一个表面未被绝缘膜211覆盖而露出导电层212的用于连接的电极126。在芯片120上布置连接到超声换能器单元103的电极的用于连接的电极209。柔性部分151的用于连接的电极126被布置为面向在芯片120上的用于连接的电极209。用于连接的电极209和用于连接的电极126通过各向异性导电树脂153彼此电连接。芯片120和柔性部分151由各向异性导电树脂153机械地固定。根据本示例性实施例,由于通过使用柔性印刷布线151从芯片的正表面引出布线,可以降低朝向被检体侧的布线的高度。为此,可以尽可能地降低来自布线部分的超声换能器单元103的接收特性受到的影响。

[0100] 根据本示例性实施例,基本上在与芯片120垂直的方向上弯曲连接到芯片120的柔性印刷布线151,并且第一布线301和第二布线302引出到芯片120的垂直方向。为此,在从被检体侧来观看的相对于芯片120的尺寸的布置区域几乎不扩展时,来自超声换能器单元103的第二布线302可以连接到检测电路402。

[0101] 第五示例性实施例

[0102] 第五示例性实施例涉及支撑芯片的部件。其它方面与第一到第四示例性实施例中的任何一个相同。

[0103] 图6A和图6B是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0104] 根据本示例性实施例,如图6A中所示出的,其特征在于保持芯片120的基底(支撑部分)140具有凹陷部分142。基底140的凹陷部分142具有与芯片120的外周(外形)对应的形状。设置有CMUT 110的芯片120通过接合而被布置到基底140上的凹陷部分142。连接到芯片120的柔性印刷布线151能够穿过贯通孔144。由于基底140具有凹陷部分142,因此可以以高精度布置其中布置芯片120的位置。

[0105] 根据本示例性实施例,可以设置在其中相对于换能器单元103以高精度布置CMUT 110的位置的光声探头。

[0106] 将参考图6B描述本示例性实施例的另一模式。在图6B中,其特征在于头部部件131对应于其中基底140和外壳130的前缘彼此一体化的部件。头部部件131包括凹陷部分143和贯通孔144。芯片120被布置到用于定位芯片120的凹陷部分143。另外,连接到芯片120的柔性印刷布线151可以穿过贯通孔144。柔性印刷布线151被引出到头部部件131的后侧(与芯片120的布置相对的表面侧)以便连接到电路衬底160。

[0107] 根据本示例性实施例的另一模式,由单个集成部件构成换能器单元103的前缘。为此,换能器单元103的前缘可以被设定为相对于芯片120具有最小尺寸,并且CMUT 110可以被布置为彼此更接近。

[0108] 另外,由于换能器单元103的前缘的外壳和保持芯片的基底彼此一体化,可以相对于换能器单元103的外形以还要更高的精度布置芯片120。

[0109] 第六示例性实施例

[0110] 第六示例性实施例涉及将芯片连接到电路衬底的柔性印刷布线的配置。其它方面与第一到第五示例性实施例中的任何一个相同。

[0111] 图7是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。根据本示例性实施例,换能器单元具有包括静电屏蔽件的配置。具体地,其特征在于柔性印刷布线151被静电屏蔽件170覆盖。虽然在图7中省略,但是静电屏蔽件170连接到电势,诸如检测电路的地。另外,静电屏蔽

件170可以在贴附到柔性印刷布线151的情况下具有集成的配置。

[0112] 出于保证机械强度的目的和保证贯通孔102的处理精度的目的,根据本示例性实施例的支撑部件101优选地由金属制成。然而,在CMUT 110中,如果具有电势的部件接近第一电极202和检测电路402之间的第二布线302,则部件的电势作为噪声叠加在检测信号上。当超声换能器110被布置为彼此接近从而具有小直径时,柔性印刷布线160与支撑部件101的贯通孔102的侧表面具有很窄的距离。由于由金属制成的支撑部件101具有较大表面面积,因此支撑部件101在受到周围设备等的影响的情况下不可避免地具有一定电势。为此,当超声换能器110被布置为彼此接近时,叠加在柔性印刷布线151上的噪声由于支撑部件101的电势而显著地影响换能器的接收特性。

[0113] 根据本示例性实施例,由于柔性印刷布线151由柔性印刷布线151和支撑部件101之间的静电屏蔽件170屏蔽,因此即使在超声换能器110被布置为彼此接近时,也可以设置其中接收特性的劣化小的光声探头。

[0114] 第七示例性实施例

[0115] 第七示例性实施例涉及将芯片与电路衬底连接的柔性印刷布线的配置。其它方面与第一到第六示例性实施例中的任何一个相同。

[0116] 图8A和图8B是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0117] 图8A是根据本示例性实施例的电路衬底160和柔性印刷布线151的连接部分的放大图。根据本示例性实施例,如图8A中所示出的,其特征在于静电屏蔽件171集成到柔性印刷布线151。在根据本示例性实施例的柔性印刷布线151中,具有相同形状的静电屏蔽件171通过粘附剂接合和固定到固定部件172。静电屏蔽件171由相同的制作方法构造以便具有与柔性印刷布线相同的截面并且具有与柔性印刷布线151重叠的形状。为此,根据本示例性实施例的静电屏蔽件171可以沿着柔性印刷布线151弯曲。

[0118] 静电屏蔽件171具有其中内部导电层没有图案的模式,并且柔性印刷布线151被导电层覆盖。由于根据本示例性实施例的静电屏蔽件171与柔性印刷布线151接合和集成,因此没有必要执行柔性印刷布线151和静电屏蔽件171的定位。

[0119] 另外,静电屏蔽件171的端部和柔性印刷布线151通过根据本示例性实施例的电路衬底160的柔性印刷布线连接器161而电连接到电路衬底160中的布线。静电屏蔽件171的导电层的电势连接到电路衬底160中的检测电路的参考电势GND。

[0120] 根据本示例性实施例,由于没有必要分离地设置静电屏蔽件,因此可以在不增大换能器单元103的前缘的尺寸的情况下通过静电屏蔽件171使换能器单元103和支撑部件101彼此屏蔽。为此,即使在超声换能器110被布置为彼此接近时,也可以设置其中接收特性的劣化小的小型光声探头。

[0121] 将参考图8B描述本示例性实施例的另一模式。根据该另一模式,其特征在于柔性印刷布线151和静电屏蔽部分171由相同的柔性印刷布线173构成。具体地,采用在其中静电屏蔽部分175被折叠以便与柔性印刷布线部分174接合的配置。

[0122] 根据本示例性实施例的另一模式,由于柔性印刷布线部分174和静电屏蔽部分175由相同的柔性印刷布线173形成,因此可以减少组件的数量。另外,可以可靠地执行与电路衬底160的电连接。

[0123] 第八示例性实施例

[0124] 第八示例性实施例涉及柔性印刷布线的连接部分。其它方面与第一到第七示例性实施例中的任何一个相同。

[0125] 图9A到9C是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0126] 根据本示例性实施例,如图9A中所示出的,其特征在于柔性印刷布线151和电路衬底160通过各向异性导电树脂彼此电连接。由于必须向电容式换能器110施加与从几十伏到几百伏的高电压对应的DC电压,因此需要将高电压施加到柔性印刷布线151。为此,柔性印刷布线连接器161需要具有宽电极间隔以便保证击穿电压,并且难以实现小型化。为此,难以使电路衬底160的宽度变窄,当超声换能器110被布置为彼此接近时,这变为约束。

[0127] 根据本示例性实施例,柔性印刷布线151和电路衬底160通过各向异性导电树脂164彼此电连接。同时,相邻电极之间的电绝缘通过各向异性导电树脂164来保证。为此,在存在绝缘树脂的各向异性导电树脂的情况下,相邻电极之间的间隔可以通过使用露出端子的柔性印刷布线连接器161而显著地变窄。为此,根据本示例性实施例,电路衬底160的宽度可以变窄,并且可以设置其中可以彼此接近布置超声换能器110的光声探头。另外,电路衬底160和柔性印刷布线151的电连接部分的高度可以降低到几乎柔性印刷布线151的厚度的水平。为此,变得更容易减小超声换能器110的直径。

[0128] 根据本示例性实施例,柔性印刷布线151的电路衬底160通过各向异性导电树脂彼此电连接,但是本发明不限于此配置。可以采用如下的配置,在该配置中焊料颗粒分散在树脂中,并且加热,使得焊料集中在电极之间以便实现焊接。另外,柔性印刷布线和电路衬底可以通过焊接彼此连接。具体地,如图9B和图9C中所示出的,可以类似地使用如下的配置,在该配置中在彼此偏移的情况下向上布置电极,并且电极通过焊接件166桥接从而被密封材料168包围,等等。通过使用这些组件,可以获得具有高可靠性的电连接部分。

[0129] 第九示例性实施例

[0130] 第九示例性实施例涉及将芯片与电路衬底连接的柔性印刷布线的配置。其它方面与第一到第八示例性实施例中的任何一个相同。

[0131] 图10是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0132] 根据本示例性实施例,其特征在于电路衬底160上的检测电路402由屏蔽罩176覆盖。检测电路402和屏蔽罩通过焊接电连接并且也固定。另外,散热片材177被布置在检测电路402和屏蔽罩176之间。

[0133] 根据本示例性实施例,由于检测电路402被散热片材177覆盖,因此在电流/电压转换时几乎不受到来自支撑部件的电势的影响,并且可以布置杰出的接收特性。为此,即使在超声换能器110被布置为彼此接近时,也可以设置其中接收特性的劣化小的小型光声探头。

[0134] 另外,由于检测电路402经由散热片材177热连接到屏蔽罩176,因此检测电路402中产生的热可以被传输到屏蔽罩176。由于屏蔽罩176占据的表面面积相对于检测电路402占据的表面面积较大,因此可以改善换能器单元103的散热特性。为此,即使在执行换能器单元103的小型化的情况下,也可以抑制换能器单元103的温度升高。因此,可以降低在小型化时由发热所引起的对检测电路402的接收特性的影响。

[0135] 第十示例性实施例

[0136] 第十示例性实施例涉及电路衬底和屏蔽件的配置。其它方面与第一到第九示例性实施例中的任何一个相同。

[0137] 图11A和图11B是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。图11A是换能器单元的截面的示意图,并且图11B是从后侧来观看的电路衬底160的示意图。

[0138] 根据本示例性实施例,电路衬底160在四个角中的每一个处包括凹陷部分1641。另外屏蔽件178具有与凹陷部分对应的突起179,并且突起179弯曲。电路衬底160通过焊接由屏蔽件178固定。屏蔽件178通过螺钉132固定到外壳130,并且电路衬底160通过屏蔽件178固定到外壳130。

[0139] 根据本示例性实施例,由于电路衬底160可以以高精度相对于换能器单元的外壳130确定位置,因此换能器单元103的尺寸可以减小。

[0140] 电路衬底160经由屏蔽件178固定到外壳130。为此,虽然电路衬底160由于振动等而移动,但是可以避免连接到电路衬底160的线缆180或柔性印刷布线151上的负荷。为此,即使在外壳130和电路衬底160之间的间隔变窄时,也可以设置具有高电连接可靠性的小型换能器单元。

[0141] 第十一示例性实施例

[0142] 第十一示例性实施例涉及线缆和电路衬底的电连接部分。其它方面与第一到第十示例性实施例中的任何一个相同。

[0143] 图12A和图12B是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0144] 根据本示例性实施例,电路衬底160和用于与外部设备(未示出)连接的线缆180在线缆180直接通过焊接件167与电路衬底160上的电极连接的情况下彼此连接。焊料的连接部分由密封材料168覆盖,并且维持与外部的绝缘。

[0145] 由于必须向CMUT 110施加与从几十伏到几百伏的高电压对应的DC电压,因此需要将高电压从线缆180施加到电路衬底160。为此,用于线缆180的连接器162需要具有宽电极间隔以便保证击穿电压,并且难以实现小型化。为此,难以使电路衬底160的宽度变窄,当超声换能器110被布置为彼此接近时这变为约束。

[0146] 根据本示例性实施例,没有必要在电路衬底160和线缆180之间使用用于连接的连接器162。为此,可以通过使用露出端子的连接器162使相邻电极之间的间隔显著地变窄。为此,根据本示例性实施例,电路衬底160的宽度可以变窄,并且可以设置其中可以彼此接近布置超声换能器110的光声探头。

[0147] 第十二示例性实施例

[0148] 第十二示例性实施例涉及线缆180和电路衬底160的电连接部分。其它方面与第一到第十示例性实施例中的任何一个相同。

[0149] 图13A和图13B是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0150] 根据本示例性实施例,其特征在于电路衬底160的一部分从外壳130露出。具体地,在露出于外壳130的外部的电路衬底160上形成电极192。卡片边缘连接器193连接到电路衬底160上的电极192。卡片边缘连接器193和超声探头换能器单元103中的每一个通过布线191彼此连接。根据本示例性实施例,可以采用如下的配置,在该配置中卡片边缘连接器193连接到电路衬底160,并且电路衬底160通过与卡片边缘连接器193连接的线缆180而连接到外部设备。

[0151] 根据本示例性实施例,由于可以容易拆卸和附接到单元的布线和超声探头换能器单元103,因此可以提供具有高维护性能的光声探头。

[0152] 第十三示例性实施例

[0153] 第十三示例性实施例涉及外壳的形状。其它方面与第一到第十二示例性实施例中的任何一个相同。

[0154] 图14是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0155] 根据本示例性实施例,其特征之处在于外壳130由总共三个部件构成,这三个部件包括由设置为夹着上述的电路衬底和单元前缘部分133的第一外壳盖134和第二外壳盖135组成的两个部件。应当注意,在图14中省略了柔性印刷布线151、电路衬底160以及线缆180。

[0156] 根据本示例性实施例的配置,由分离的部件构成包括芯片120的单元前缘部分133和包括电路衬底160和线缆180的外壳盖部分。为此,由于可以仅选择安装有芯片120的单元前缘部分133的无缺陷产品用于换能器单元的组装,可以减小报废率。

[0157] 便于在将第一外壳盖134附接于单元前缘部分133之后通过接合等将电路衬底160和线缆180固定到第一外壳盖的操作。另外,当执行接合时,可以较宽地保证接合部分,使得可以执行具有高可靠性的接合。其后,通过利用接合等将第二外壳盖135固定到单元前缘部分133和第一外壳盖134,可以通过简单的处理实现高度可靠的换能器单元。

[0158] 此外,根据本示例性实施例的换能器,外壳盖被配置为被分割。因此,可以实现如下的配置,在该配置中外壳盖的内部形状与柔性印刷布线151、电路衬底160或线缆180的形状对应。为此,外壳盖的直径可以减小,并且可以提供甚至更小的超声换能器。

[0159] 第十四示例性实施例

[0160] 第十四示例性实施例涉及外壳的形状。其它方面与第一到第十二示例性实施例中的任何一个相同。

[0161] 图15是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0162] 根据本示例性实施例,其特征之处在于外壳130由三个部件构成,这三个部件包括单元前缘部分133、外壳盖136以及帽(cap)137。应当注意,在图15中省略了柔性印刷布线151、电路衬底160以及线缆180。

[0163] 根据本示例性实施例的配置,分离地构造为芯片120提供的外壳盖部分和单元前缘部分133。为此,可以仅选择安装有芯片120的单元前缘部分133的无缺陷产品用于换能器单元的组装,使得可以减小报废率。

[0164] 在根据本示例性实施例的配置中,由于通过在电路衬底160和线缆180连接到包括芯片120的单元前缘部分133的状态中仅插入外壳盖136来实现组装,可以减小组装处理的数量。另外,当执行灌封(potting)到换能器单元的外壳中时,可以以芯片120表面面朝下的方式注入灌封材料,并且灌封材料注入到管形外壳盖136的内部中。由于还设置帽137,因此即使在将负荷从外部施加到线缆180时,也不影响与电路衬底160的电连接部分,并且可以提供具有高电气可靠性的换能器单元。

[0165] 此外,根据本示例性实施例,采用如下的配置,在该配置中使用管形外壳盖136,并且外壳的机械强度高。因此,即使在换能器单元的直径减小时,也可以提供具有高强度和高可靠性的换能器单元。

[0166] 第十五示例性实施例

[0167] 本示例性实施例涉及布置在CMUT 110的正表面上的部件。其它方面与第一到第三示例性实施例中的任何一个相同。

[0168] 图16是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。图16示出绝缘膜260和硅橡胶层261。

[0169] 根据本示例性实施例,其特征在于绝缘膜260经由硅橡胶层261布置在CMUT上。

[0170] 绝缘膜260可以由薄的绝缘膜构成,并且可以使用能够形成薄膜的材料,诸如PET、PI、PE或TPX。相对于所使用的超声波的波长足够薄的厚度可以被用作绝缘膜260的厚度,并且该厚度更优选地从几微米到十几微米。

[0171] 硅橡胶层261具有杰出的声波的透过特性并且可以将绝缘膜260和芯片120彼此强有力地接合。在此,接合到绝缘膜260的CMUT 110侧的振动膜201薄并且受到布置在振动膜201上的部件的影响很大。为此,当使用硬化后具有高硬度的粘附剂(诸如通常的环氧树脂系统)时,影响振动膜201的特性,并且接收灵敏度显著地劣化。由于硅橡胶在硬化之后具有低硬度,因此可以实现CMUT 110的振动膜201的振动特性几乎不受在CMUT 110的正表面上布置硅橡胶的影响的特性。硅橡胶层261的厚度更优选地低于或等于几十微米,因为几乎不影响超声波的透过特性。另外,如果芯片120和绝缘膜260之间的间隔太窄,则影响振动膜201的光声波(超声波)的接收特性,并且因此,硅橡胶层261的厚度优选地高于或等于20微米。为此,当采用光声探头中的用途时,根据本示例性实施例的硅橡胶层261的厚度特别优选地在20微米到40微米的范围中。

[0172] 根据本示例性实施例,在设置绝缘膜260的情况下,其中高电压施加到电极的CMUT 110的正表面可以与外部电绝缘。为此,可以提供对于被检体具有高安全性的光声探头。

[0173] 另外,在根据本示例性实施例的配置中,在绝缘膜260和芯片120之间布置硅橡胶层261。为此,可以提供如下的光声探头,在该光声探头中在保证绝缘膜260相对于芯片120的粘附力的情况下光声波(超声波)的接收特性几乎不劣化。

[0174] 根据本示例性实施例,可以提供如下的光声探头,在该光声探头中可以容易引出布线,并且在CMUT的表面上保证相对于外部的高绝缘性能。

[0175] 第十六示例性实施例

[0176] 第十六示例性实施例涉及电容式超声换能器的DC电压产生单元。其它方面与第一到第十五示例性实施例中的任何一个相同。

[0177] 图17A示出施加电压调节单元460。根据本示例性实施例,其特征在于在DC电压产生单元401和第二电极203之间设置施加电压调节单元460。施加电压调节单元460具有对其中从DC电压产生单元401输出的 V_b 施加到第二电极203的端子处的 V_o 执行调节的功能。

[0178] 在CMUT中,施加到每个元件的DC电压的最佳值根据间隙205的变化或振动膜201的厚度变化而变化。根据本示例性实施例的超声探头具有将最佳的DC电压 V_o 施加到CMUT的每个元件的功能。将参考图17B描述施加电压调节单元460的电路配置。

[0179] 施加电压调节单元460由三个电阻构成。在DC电压产生单元401和第二电极203之间插入第一分压电阻461。第二分压电阻462和第三分压电阻463串联地连接和布置在第二电极203侧的第二布线302与GND端子之间。在此,第一分压电阻461的电阻值被设定为 R_1 ,第二分压电阻462的电阻值被设定为 R_2 ,并且第三分压电阻463的电阻值被设定为 R_3 。在这时候,施加到在第二电极203侧的第二布线302的电压值 V_o 可以被表示为 $V_o = (R_2 + R_3) / (R_1 + R_2 + R_3) \times V_b$,并且对于每个元件变化的最佳电压可以施加到CMUT。

[0180] 根据本示例性实施例,其特征在于 R_2 的值被设定为低于 R_3 的值。利用这个配置,第

二分压电阻462的电压降低于第三分压电阻463的电压降。为此,第一分压电阻461和第三分压电阻463需要具有高击穿电压(几十伏到几百伏),但是第二分压电阻462可以使用低于上述击穿电压的击穿电压。第一分压电阻461和第三分压电阻463由于是高击穿电压的电阻而由大部件构成,但是第二分压电阻462可以使用小部件。

[0181] 在存在第二分压电阻的情况下,即使在第一分压电阻461和第三分压电阻463的电阻值固定时,也可以通过仅改变第二分压电阻462的电阻值而改变施加电压。为了具有与每个元件对应的施加电压而为第二分压电阻462设定电阻值时就足够了,并且由于第二分压电阻462是小部件而便于替换。

[0182] 另外,出于抑制各个端子处的电压的波动或来自外部的噪声污染的目的,布置第一高电压电容器464和第二高击穿电压电容器465。

[0183] 在根据本示例性实施例的超声探头中,由于可以将最佳的DC电压施加到每个元件,因此CMUT的特性可以被设定为均匀的,并且可以获得高精度数据。为此,当使用根据本示例性实施例的超声探头时,可以获得高质量图像。

[0184] 根据本示例性实施例,第一分压电阻461和第三分压电阻463被布置在设备主体999内。第二分压电阻462被布置在电路衬底160上并且设定为用于与每个元件对应的施加电压的电阻值,并且不同的值被用于每个元件。为此,即使在改变布置在支撑部件上的超声换能器单元时,也可以在不改变设备主体999的电阻的值的设定与每个元件对应的最佳的施加电压。另外,由于第二分压电阻462具有低击穿电压并且是小部件,因此可以将第二分压电阻462布置在电路衬底160上的小安装面积中。

[0185] 将支撑部件连接到柔性部分的布线除了与第一电极202连接的第一布线301和与第二电极203连接的第二布线302之外还包括与第二分压电阻462连接的第三布线303。相应地,可以通过布置在电路衬底160上的第二分压电阻462调节施加到CMUT的电压 V_0 。

[0186] 根据本示例性实施例,对于在弯曲表面上具有多个超声换能器的探头,可以通过简单的配置实现将各个元件与外部连接的布线,并且可以提供具有均匀的和杰出的接收频率特性的小型探头。

[0187] 第十七示例性实施例

[0188] 第十七示例性实施例涉及检测电路402的布置。其它方面与第一到第十六示例性实施例中的任何一个相同。

[0189] 图18A到18C是用于描述根据本示例性实施例的光声探头的换能器单元的示意图。其特征在于检测电路的芯片部分布置在根据本示例性实施例的电路衬底160内。如图18A中所示出的,可以通过使用运算放大器的跨阻抗电路构成检测在CMUT接收超声波时的电流的检测电路402。在使用运算放大器的跨阻抗电路(跨阻抗放大器)中,电阻和电容器与运算放大器的负反馈部分并联地布置,并且输入电流被反馈部分转换为电压。由于存在运算放大器的反馈特性,因此通过使用具有宽带区域的运算放大器,电流/电压转换效率可以减小输入布线处存在的寄生电容的影响。为此,获得其中接收灵敏度的降低较小的杰出的接收特性作为对于CMUT具有宽频带的接收特性。根据本示例性实施例,可以采用如下的配置,在该配置中使用运算放大器的跨阻抗电路中包括的部件部分地构建在电路衬底中。另外,可以采用如下的配置,在该配置中使用运算放大器的跨阻抗电路中包括的运算放大器也构建在电路衬底中。也就是说,如图18B中所示出的,其特征在于检测电路的电阻和芯片部件(诸如

电容)被设置在刚性部件内。可以通过使用用于部件内建的衬底的制造技术容易实现在其中部件布置在电路衬底内的配置。另外,除了检测电路的芯片部件以外的运算放大器被布置在电路衬底的背表面上。根据图18B的配置,芯片电阻构建在电路衬底中,使得可以减小检测电路402的安装面积。为此,当芯片或CMUT的尺寸也减小时,检测电路的安装面积被约束,并且可以避免各个间隔没有变窄的情形。

[0190] 根据本示例性实施例,可以提供如下的光声探头,在该光声探头中可以容易引出布线,并且以高密度布置具有杰出的接收频率特性的超声换能器的检测电路。

[0191] 将参考图18C描述本示例性实施例的另一模式。根据该另一模式,其特征在于整个检测电路402被布置在电路衬底内。相应地,整个电路被由环氧树脂制成的电路衬底覆盖,并且可以减少由湿气等引起的运算放大器的缺陷或电连接部分的缺陷的产生。

[0192] 根据本示例性实施例的另一模式,可以提供包括超声换能器的高度可靠的检测电路的光声探头,在该光声探头中可以容易引出布线,并且接收频率特性是杰出的。

[0193] 第十八示例性实施例

[0194] 根据第十八示例性实施例,差别在于CMUT 110还具有发送和接收超声波的功能。也就是说,根据本示例性实施例的换能器单元具有如下的配置,在该配置中连接到驱动检测电路的CMUT被布置在芯片上,该驱动检测电路被配置为执行光声波的接收以及超声波的发送和接收。

[0195] 其它方面与第一到第十七示例性实施例中的任何一个相同。将参考图19A和图19B进行描述。在图19A和19B中,附图标记521表示直流电压值指示信号,以及附图标记522表示微小的电流的检测信号和用于传输的高电压脉冲。

[0196] 图19A和图19B示出驱动检测电路470、运算放大器471、反馈电阻472、反馈电容473、高击穿电压开关474和475、二极管476和477以及高击穿电压二极管478。图19A是布置在单个芯片上布置的超声探头中的静电换能器198的示意图。静电换能器198的一个元件布置在单个芯片上,并且静电换能器198的第一电极202连接到驱动检测电路470。驱动检测电路470具有将超声波的发送中使用的高电压脉冲从设备侧施加到CMUT 198并且将来自CMUT 198的微小的电流作为检测信号输出到设备侧的功能。

[0197] 图19B是用于描述驱动检测电路470的电路图。运算放大器471的负反馈部分具有并联地布置的反馈电阻472和反馈电容473并且具有执行电流/电压转换的功能。高击穿电压开关474和475以及二极管477和478分别连接到运算放大器的输入端子和输出端子。在高击穿电压439是低于或等于端子之间的预定电压(低于一伏)的电压的情况下,切断端子之间的布线连接。当将高于预定电压(约几伏)的电压施加到高击穿电压开关474和475时,切断开关的输入端子和输出端子之间的布线。

[0198] 当没有执行用于发送的高电压脉冲的施加时,高击穿电压439在端子之间几乎没有电势差,并且因此,建立其中输入和输出端子处的布线利用高击穿电压439切断的状态。另一方面,由于没有将高电压从外部施加到高击穿电压开关474和475,因此开关之间的布线被连接。为此,来自换能器的微小电流通过运算放大器经受电流/电压转换,并且检测信号可以输出到与外部连接的设备(未示出)。

[0199] 另一方面,当从设备(未示出)侧施加用于发送的高电压脉冲时,高击穿电压439内的布线被连接,并且高于预定电压(约几伏)的电压施加到高击穿电压开关474和475。为此,

高击穿电压开关474和475切断开关内的布线。为此,可以在将高电压施加到运算放大器时避免对运算放大器的损坏。从运算放大器输出的信号由高击穿电压开关475切断,这不影响为发送而施加的高电压脉冲。为此,可以将高电压脉冲施加到换能器的第一电极以用于发送超声波。

[0200] 利用根据本示例性实施例的超声探头,可以由单个探头执行光声波的接收以及超声波的发送和接收。为此,可以基于检测的数据形成光声成像图像和超声成像图像。另外,由于用于发送超声波和接收超声波和光声波的CMUT 198可以单独执行发送和接收,因此可以减小芯片120的尺寸。为此,元件198可以彼此更接近地布置,并且元件的数量可以增大。作为对于以上的替代方案,在使用相同数量的元件的情况下,可以实现具有更小直径的半球。另外,由于出于结合的目的使用CMUT198,因此可以获得其中进一步抑制光声成像图像和超声成像图像的对齐偏移的图像。

[0201] 第十九示例性实施例

[0202] 第十九示例性实施例涉及与芯片120上的CMUT 110连接的驱动检测电路402。也就是说,采用以下配置。换能器单元包括多个CMUT,并且多个CMUT被分割成多个包括至少一个CMUT的区域。分割得到的区域中的CMUT中的每一个被设置有驱动检测电路并且在发送和接收超声波或接收光声波时用作一个CMUT。其它方面与第一到第十八示例性实施例中的任何一个相同。

[0203] 图20A到20C是根据本示例性实施例的光声探头的示意图。

[0204] 根据本示例性实施例,其特征在于在芯片120上设置分割成多个区域的CMUT 115和116。具体地,在芯片120上布置多个在其中CMUT110的第二电极203彼此电连接的组。来自每个组的第二电极203的布线连接到布置在插入器(未示出)上的驱动检测电路480的不同的输入端子。在发送超声波时,经由驱动检测电路403中的多个发送二极管将来自外部设备的高电压驱动信号从每个端子施加到CMUT 110的第一电极202。

[0205] 另一方面,在接收时,来自每个第二电极203的信号由运算放大器411放大以便输出作为来自每个运算放大器的电压。在将电压信号在加法器483中彼此结合的情况下从线缆160中的布线310输出每个输出电压。

[0206] 在此,基于反馈部分的电阻、电容器的尺寸以及运算放大器的增益频率特性确定可以连接到每个运算放大器的输入端子的电容的最大值。根据本示例性实施例,CMUT 110被分割,并且运算放大器连接到每个分割得到的部分。因此,可以减少连接到每个运算放大器的CMUT的电容的大小。相应地,可以更适当地设定运算放大器的反馈部分的参数,并且接收频带可以变宽,使得可以进一步利用具有宽带的CMUT110的特性。

[0207] 在使用运算放大器的跨阻抗电路中,输出噪声根据连接到运算放大器的输入端子的电容而改变。根据本示例性实施例,CMUT 110被分割,并且运算放大器连接到每个分割得到的部分,使得可以减少单个电流/电压转换电路的输出噪声。在来自每个运算放大器的输出由加法器481彼此相加的情况下,在分割的数量被设定为X时,输出噪声可以被减少到约 $1/\sqrt{X}$ 。因此,输出噪声整个地减少,并且可以执行接收信号的高度精确的检测。

[0208] 以这样的方式,通过使用根据本示例性实施例的电路配置,可以在没有来自外部的控制信号的情况下执行从CMUT发送和接收超声波。为此,可以提供如下超声探头,该超声探头在接收时具有杰出的电流/电压转换的频率特性并且执行在其中几乎不产生输出信号

的噪声的杰出的接收操作。

[0209] 另外,作为本示例性实施例的另一模式,如图20C中所示出的,还可以采用如下的配置,在该配置中设置多个检测电路402,并且通过加法器454将输出彼此结合从而输出。与图20B中类似地,可以实现减少输出噪声的效果,并且执行接收信号的高精度检测。

[0210] 第二十示例性实施例

[0211] 根据第一到第十九示例性实施例中的任何一个的声学探头可以被用于使用光声效应的光声波(超声波)的接收并且应用于包括声学探头的光声设备。具体地,采用如下配置,在该配置中设置根据上述的本发明的各个示例性实施例的多个换能器单元以及包括具有多个贯通孔的半球形的表面的支撑部件,并且多个换能器单元被固定在各个贯通孔中使得多个换能器单元面向半球的中心。根据该配置,通过使用这个声学探头接收通过光声效应产生的光声波。应当注意,声学探头是包括用于接收超声波(光声波)的光声探头和可以执行超声波的发送和接收的超声探头两者的概念。

[0212] 将参考图21具体地描述根据本示例性实施例的超声测量设备的操作。首先,基于发光指令信号701,从光源805产生光702(脉冲光),并且用光702照射测量对象800。由于测量对象800中的光702的照射产生光声波(超声波)703,并且由超声探头中包括的多个CMUT 802接收超声波703。关于接收信号的大小、形状或时间的信息作为光声波接收信号704被发送到图像信息产生设备803。另一方面,关于光源805产生的光702的大小、形状或时间的信息(发光信息)存储在光声信号的图像信息产生设备803中。在光声信号的图像信息产生设备803中,基于光声接收信号703和发光信息产生测量对象800的图像信号并且将该图像信号作为基于光声信号的再现图像信息705输出。图像显示装置804以基于光声信号的再现图像信息705为基础作为图像显示测量对象800。

[0213] 根据本示例性实施例的声学探头具有可以接收宽频率范围中的光声波的这种特性,并且可以从光声波中获得很多信息,使得可以产生高质量图像。

[0214] 第二十一示例性实施例

[0215] 根据本示例性实施例,在根据第二十示例性实施例的光声设备中使用根据第十八或第十九示例性实施例的可以执行超声波的发送的超声探头。

[0216] 图22是根据本示例性实施例的光声设备的示意图。图22示出超声波的发送/接收信号706、发送的超声波707、反射的超声波708、以及基于超声波的发送和接收的再现图像信息709。

[0217] 根据本示例性实施例,采用如下的配置,在该配置中通过使用声学探头执行通过光声效应产生的光声波的接收以及超声波的发送和接收。也就是说,根据本示例性实施例的光声设备除了接收光声波之外还执行脉冲回波(超声波的发送和接收)并且形成图像。由于光声波的接收与第十二示例性实施例相同,因此在此将描述脉冲回波(超声波的发送和接收)。

[0218] 基于超声波的发送信号706将超声波706从多个CMUT 802朝向测量对象800输出(发送)。由于内在物质的比声阻抗的差别在测量对象800内反射超声波。由多个CMUT 802接收反射的超声波708,并且关于接收信号的大小、形状或时间的信息作为超声波接收信号706被发送到图像信息产生设备803。另一方面,关于发送超声波的大小、形状或时间的信息作为超声波发送信息被存储在图像信息产生设备803中。图像信息产生设备803基于超声波

接收信号706和超声波发送信息产生测量对象700的图像信号从而作为超声波发送和接收的再现图像信息709输出。

[0219] 图像显示装置804以包括基于光声信号的再现图像信息705和基于超声波发送和接收的再现图像信息709的两条信息为基础在图像上显示测量对象800。

[0220] 根据本示例性实施例,通过使用具有可以接收宽频率范围中的光声波的这种特性的超声探头获得不同的测量方法的多条接收信息,并且形成图像,使得可以获得和显示具有还更多的信息量的图像。

[0221] 在本说明书中,在振动膜201上布置第一电极202,并且在衬底120上布置第二电极203,但是本发明不限于此配置。还可以采用其中在振动膜201上布置第二电极203并且在衬底120上布置第一电极202的配置。

[0222] 根据本发明的示例性实施例,可以提供小型的换能器单元,并且可以提供其中在支撑部件上彼此接近地布置多个换能器单元的光声探头,使得可以改善被检体的图像质量。

[0223] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下权利要求的范围将被给予最宽的解释从而包括所有这样的修改、等同的结构与功能。

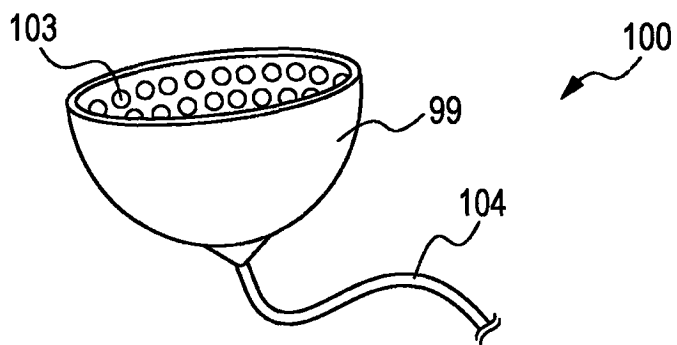


图1A

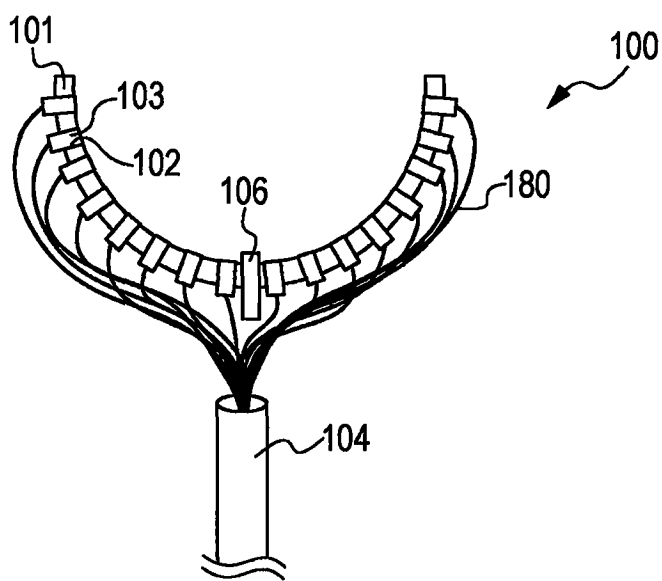


图1B

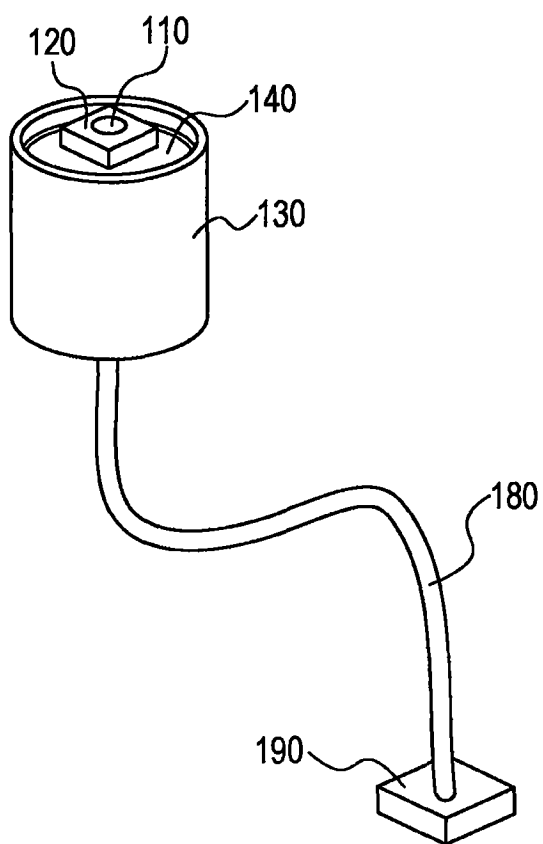


图1C

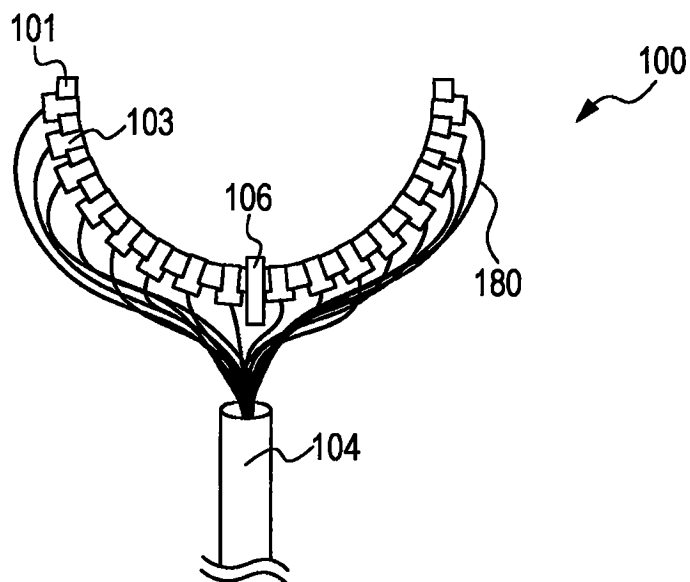


图1D

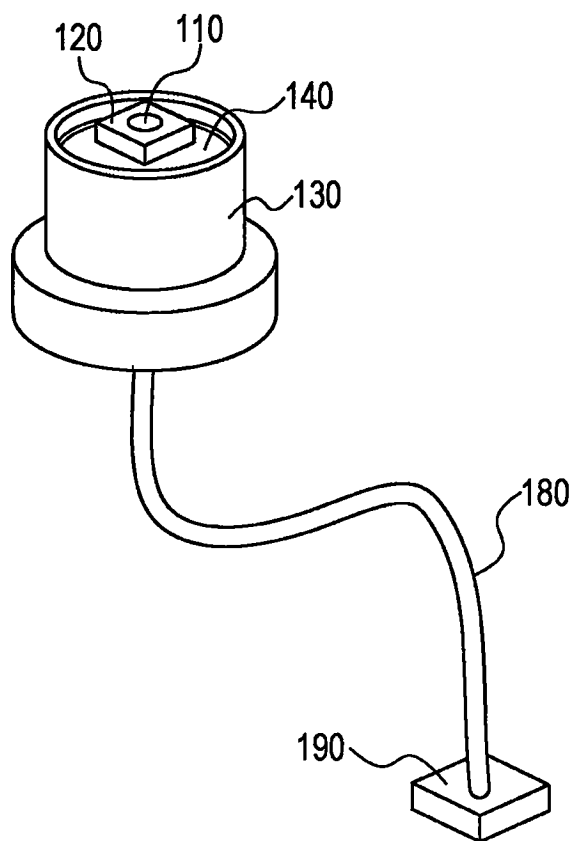


图1E

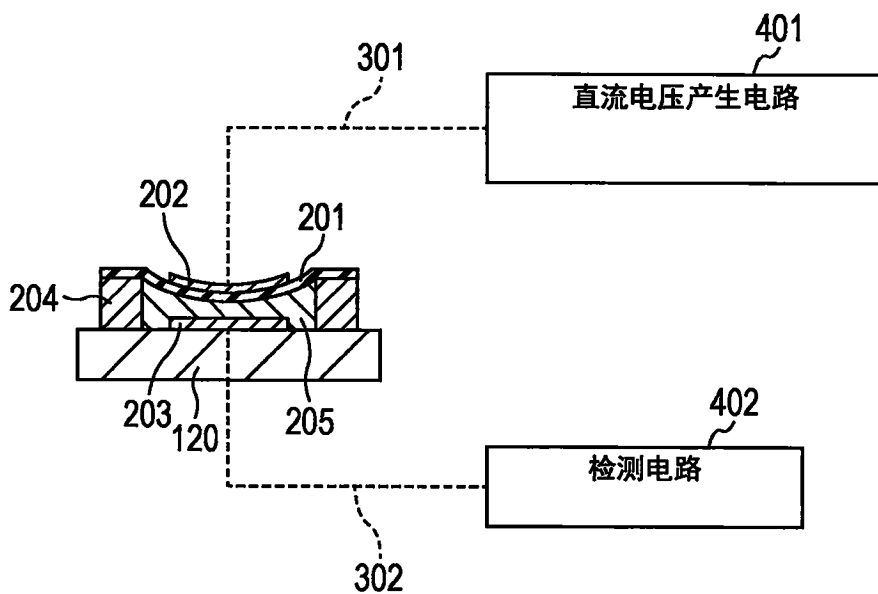


图2A

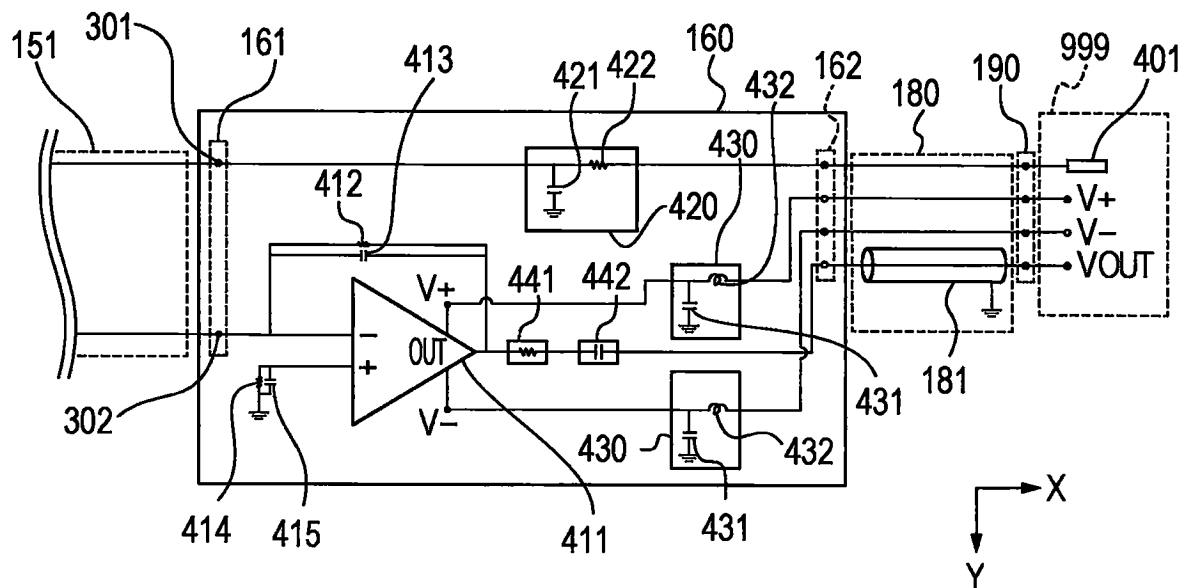


图2B

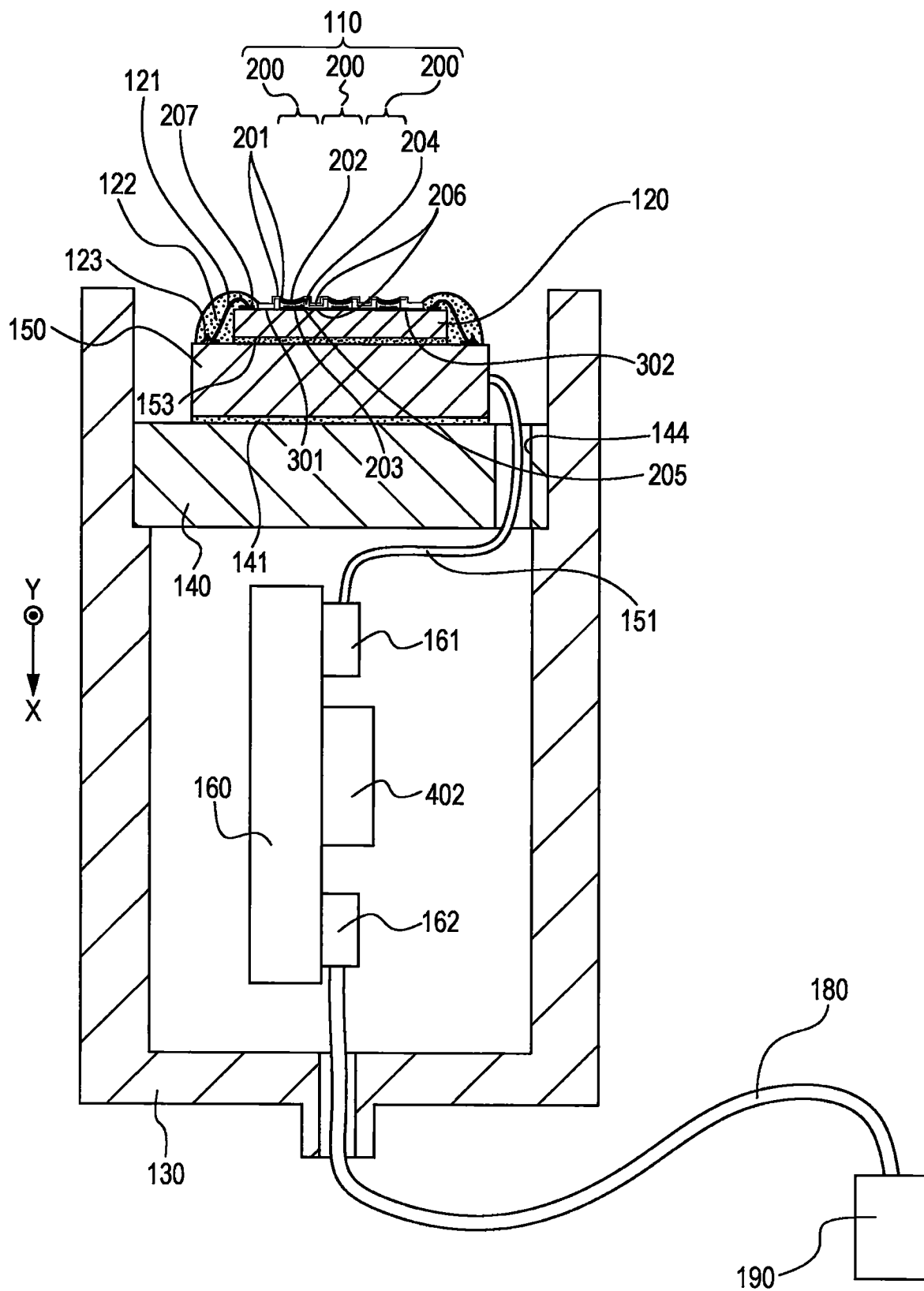


图2C

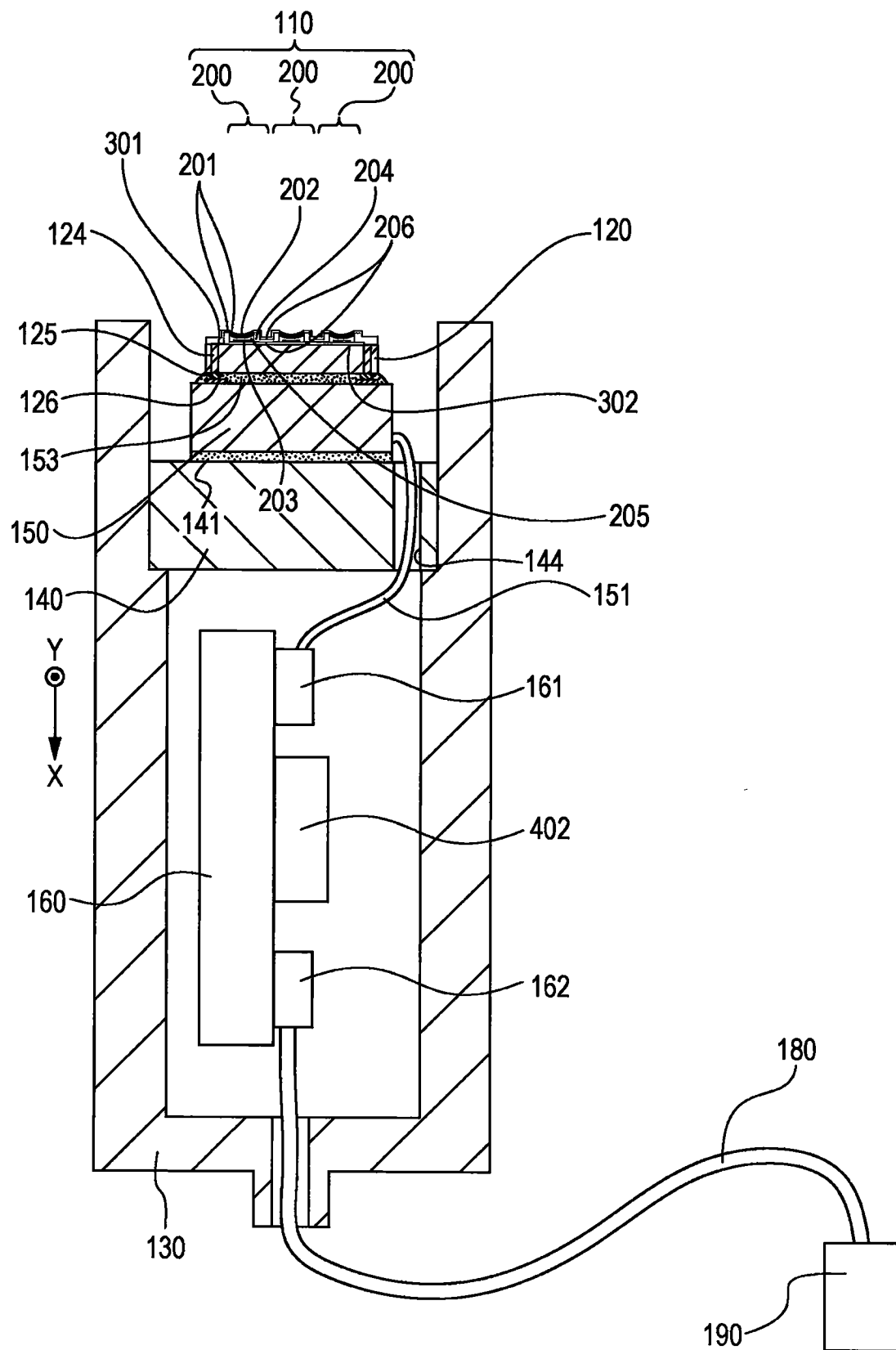


图2D

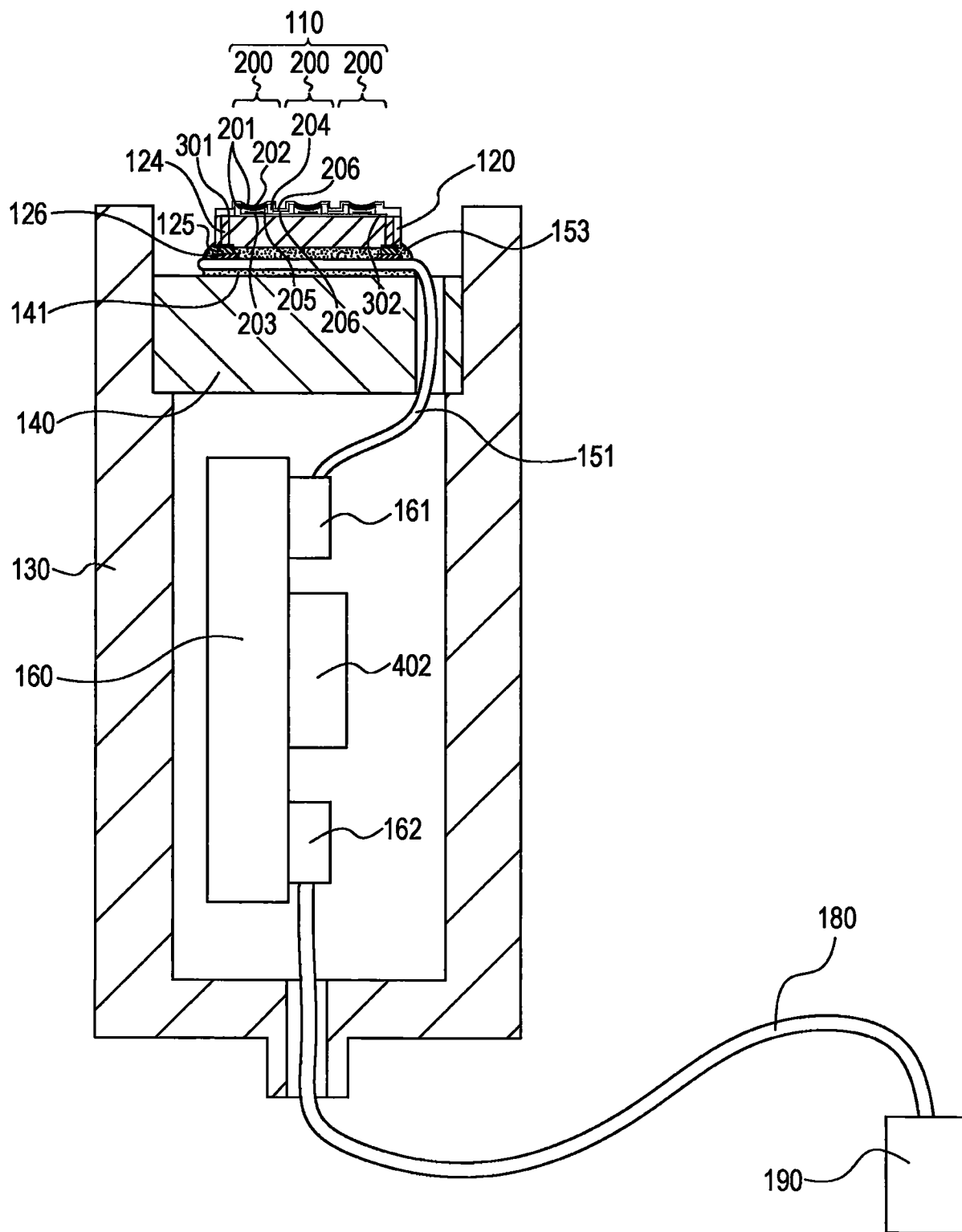


图3

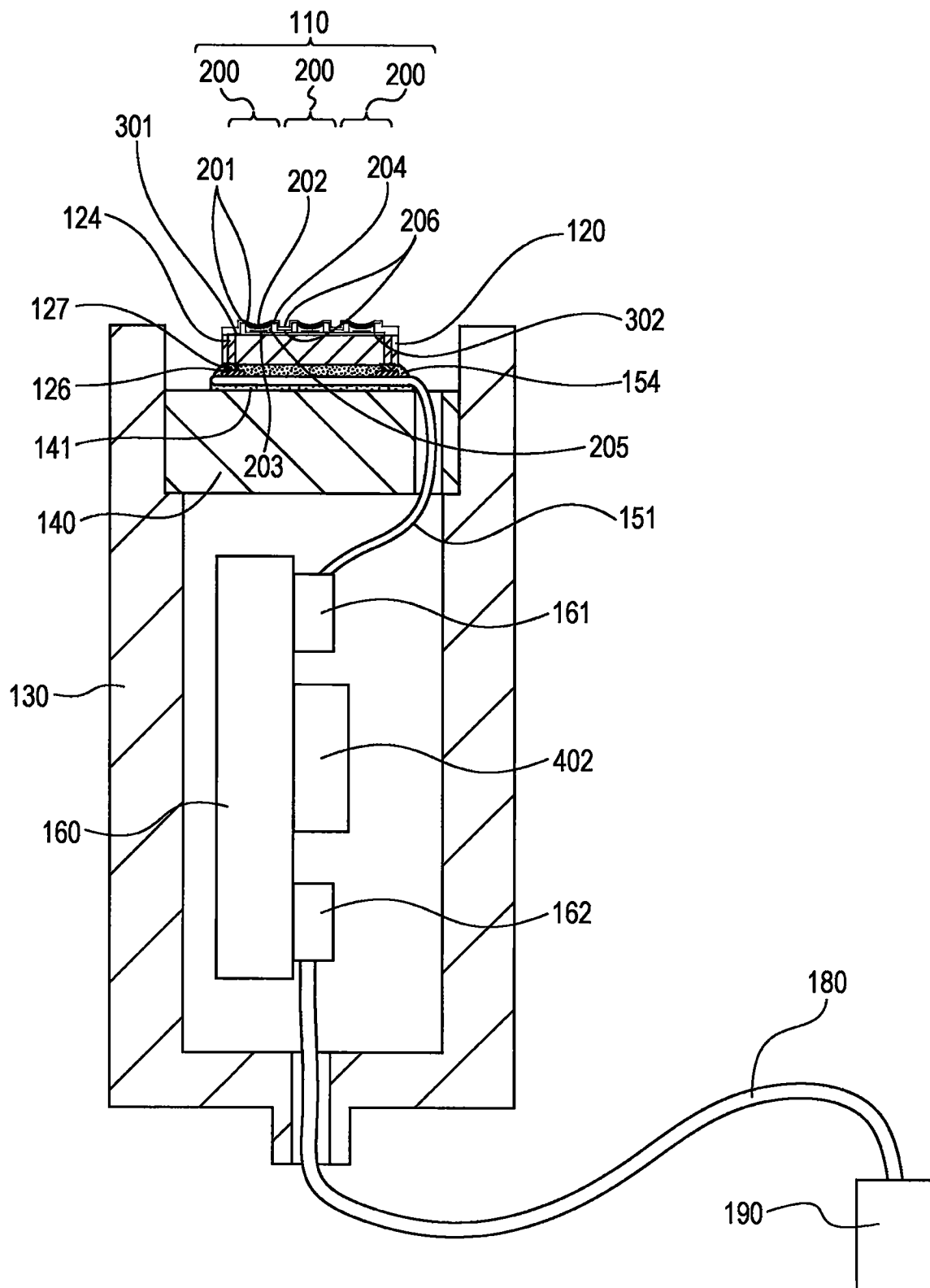


图4A

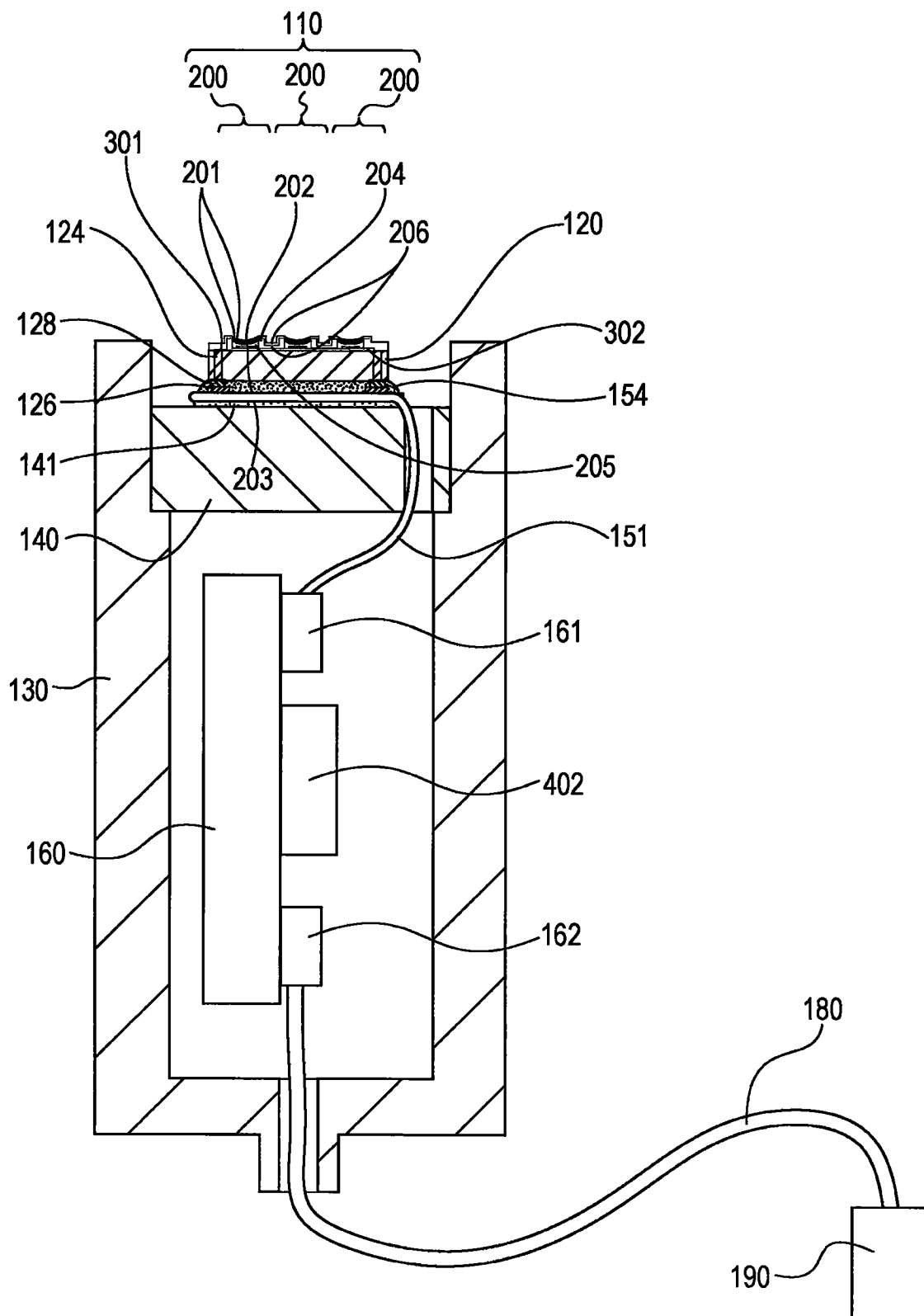


图4B

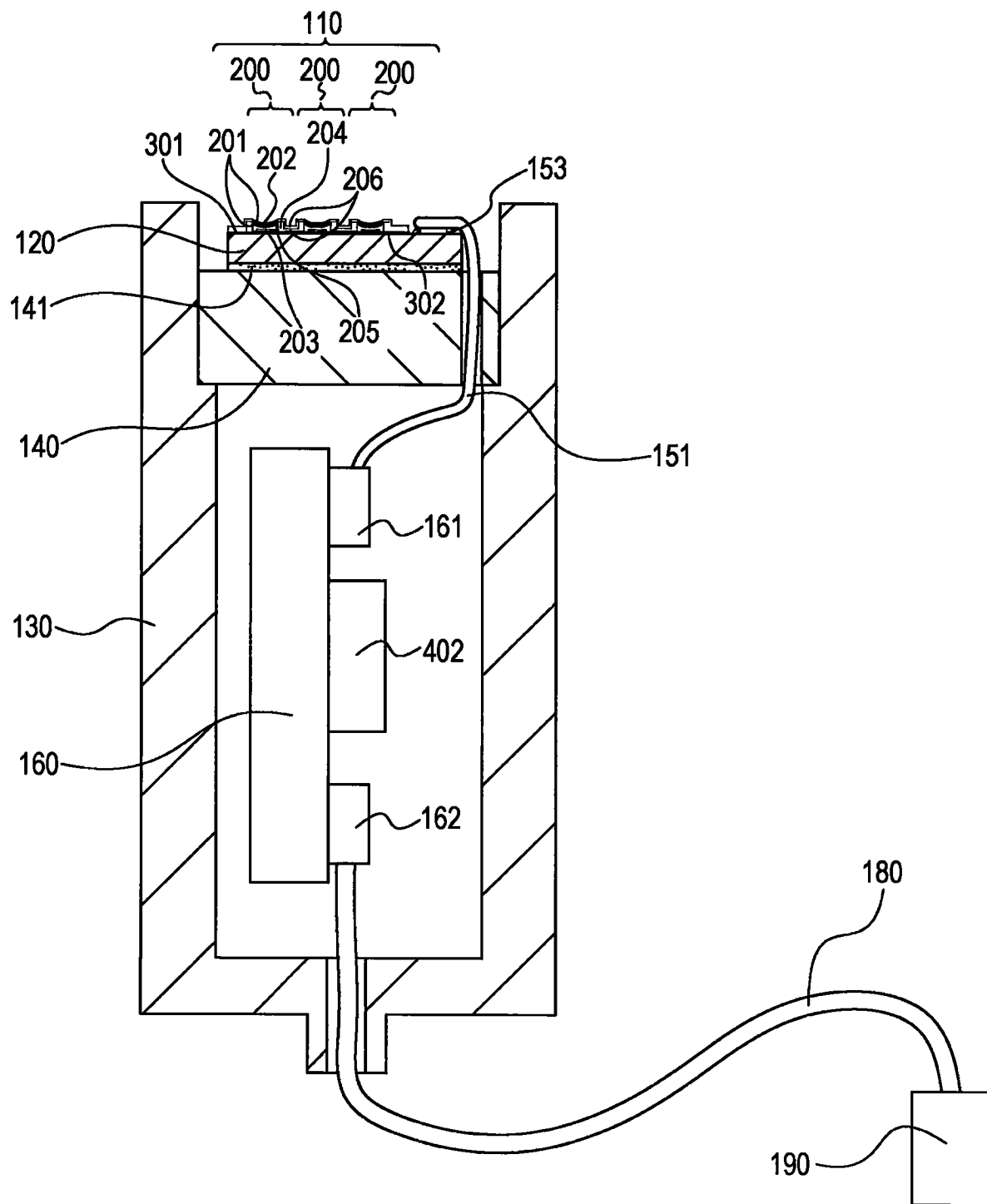


图5A

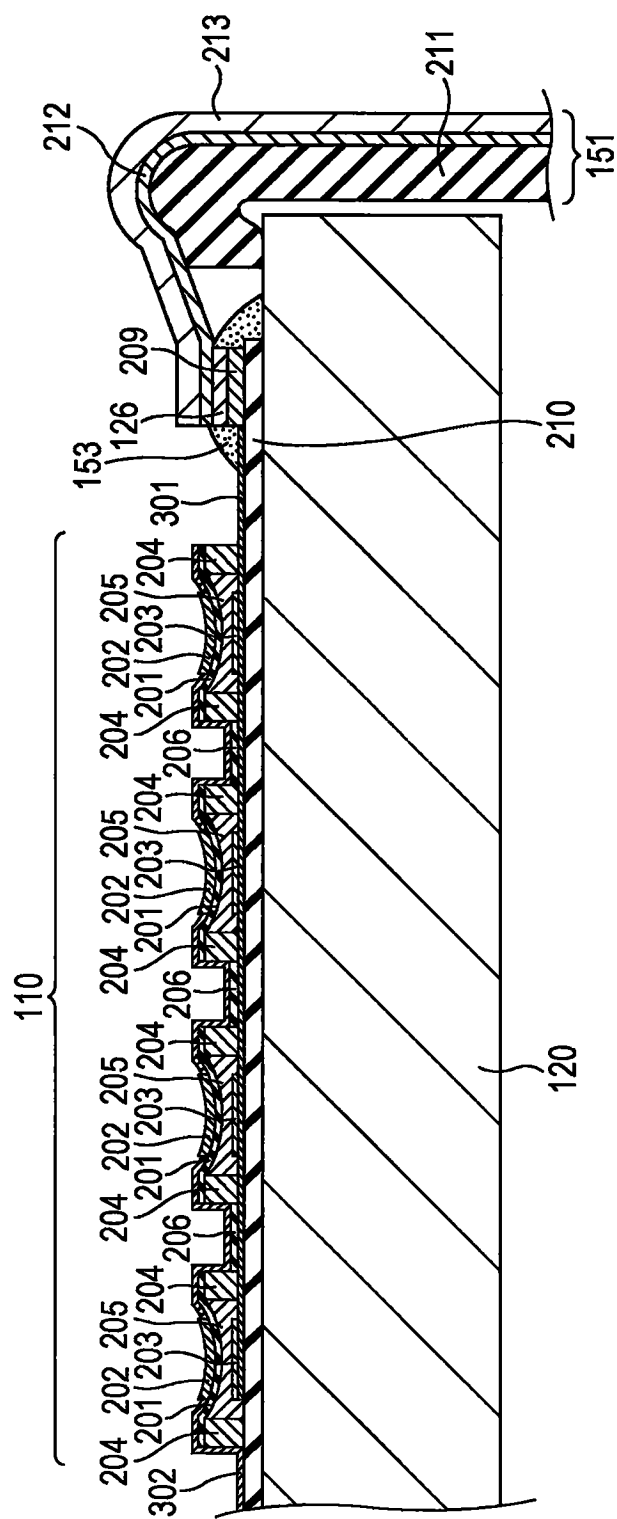


图5B

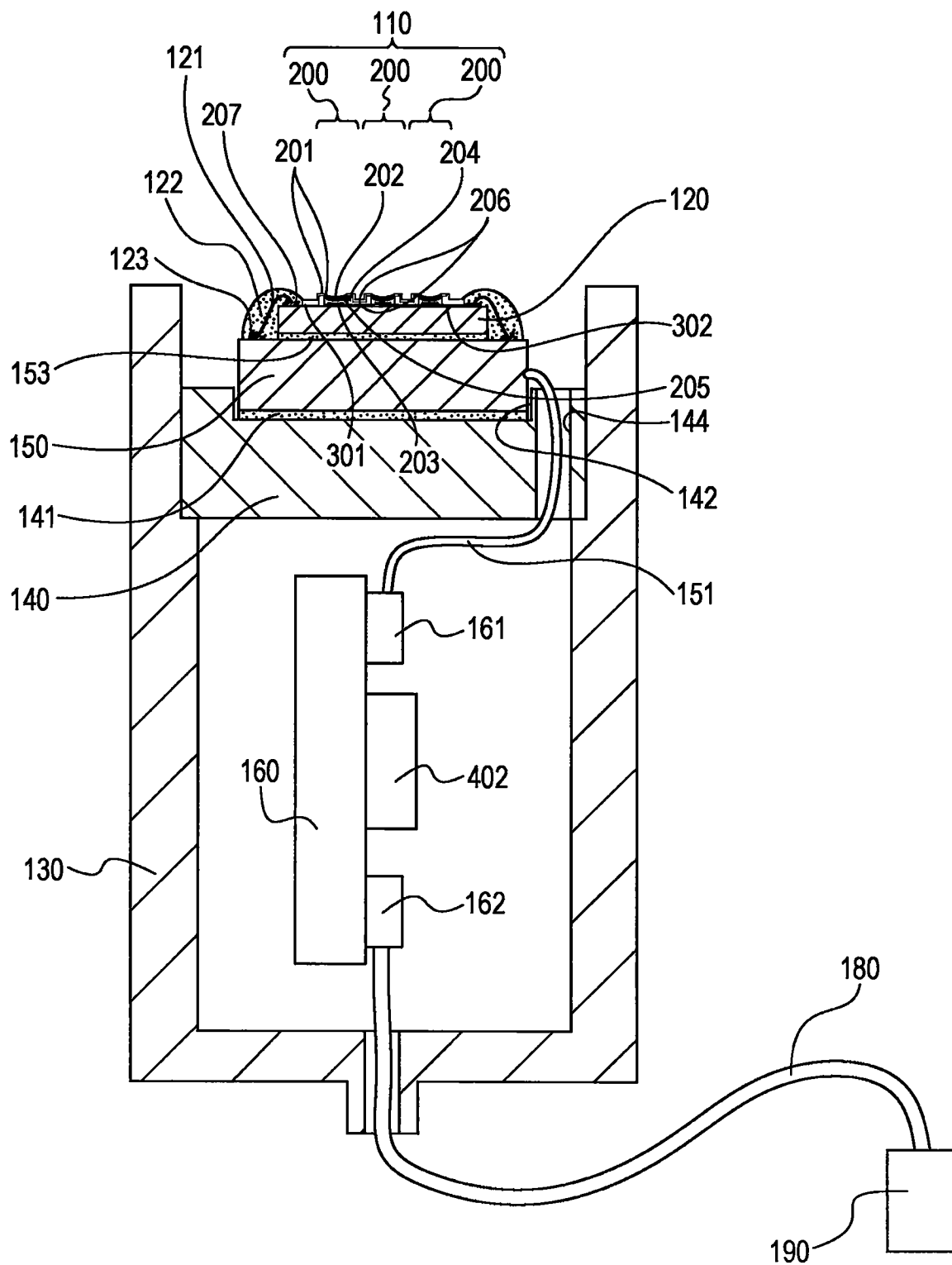


图6A

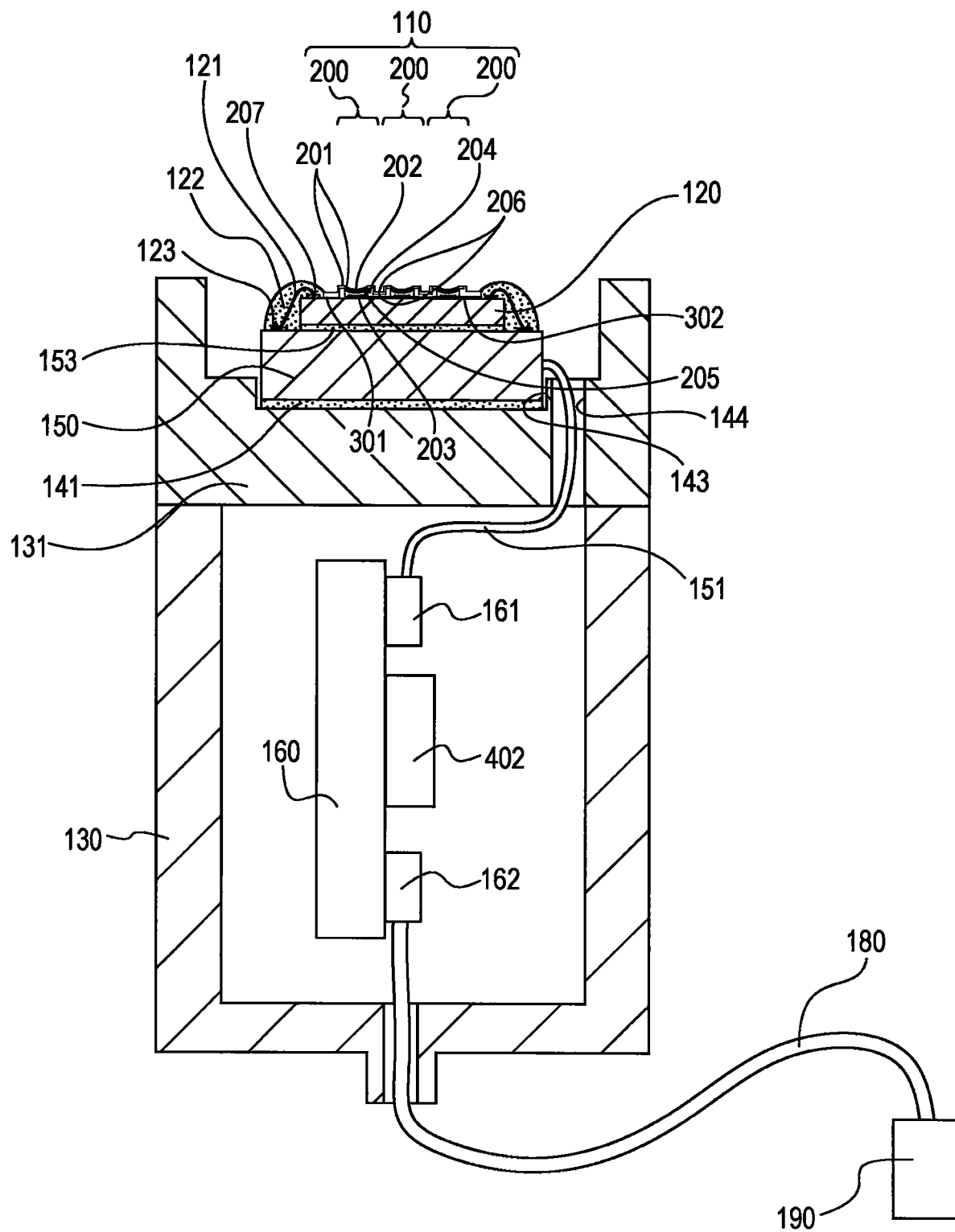


图6B

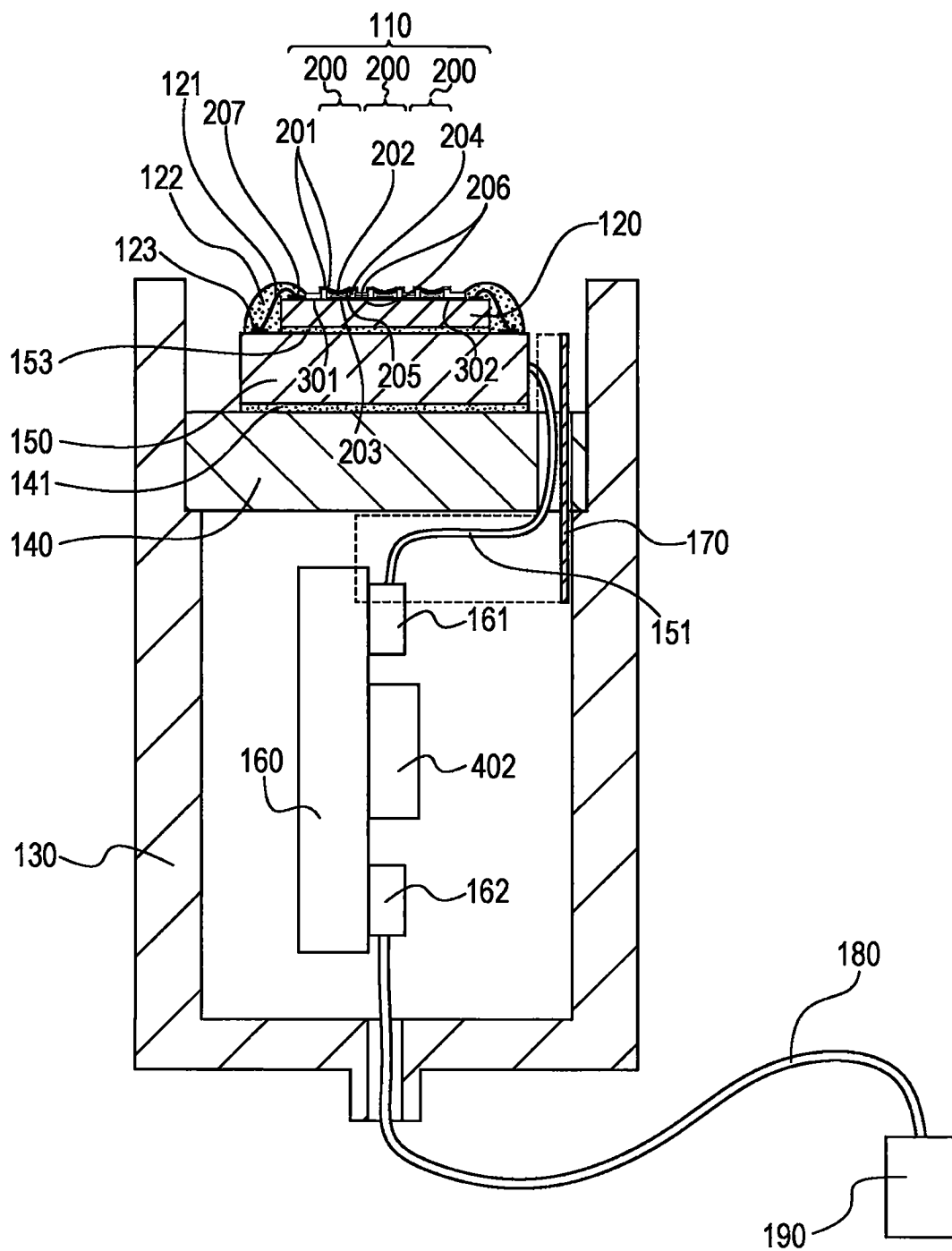


图7

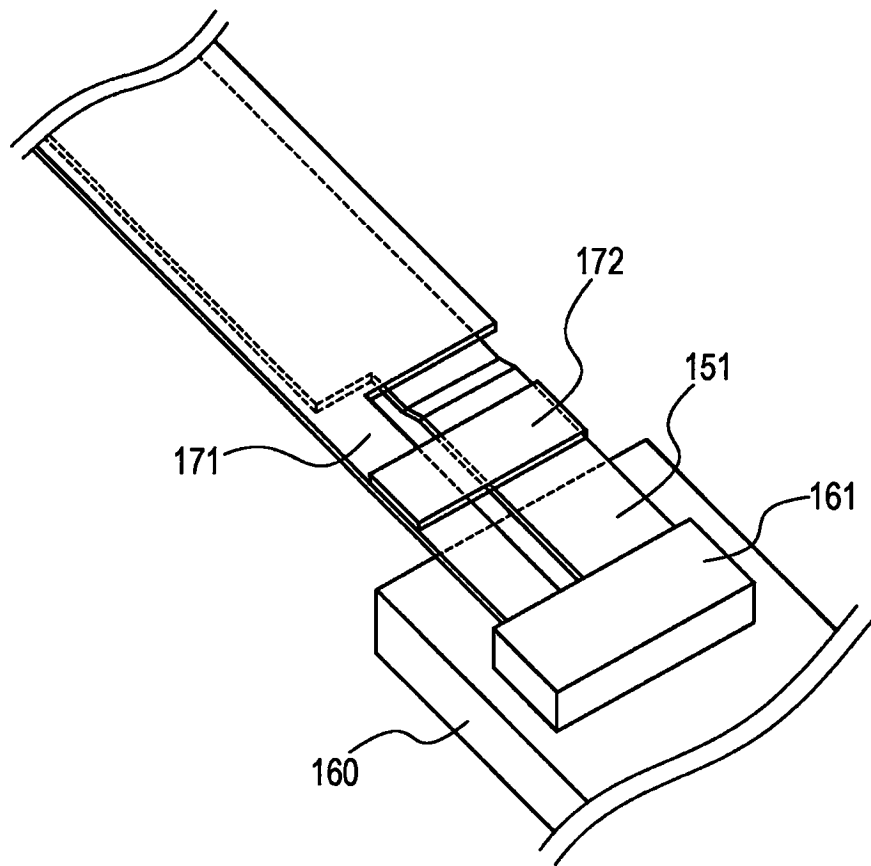


图8A

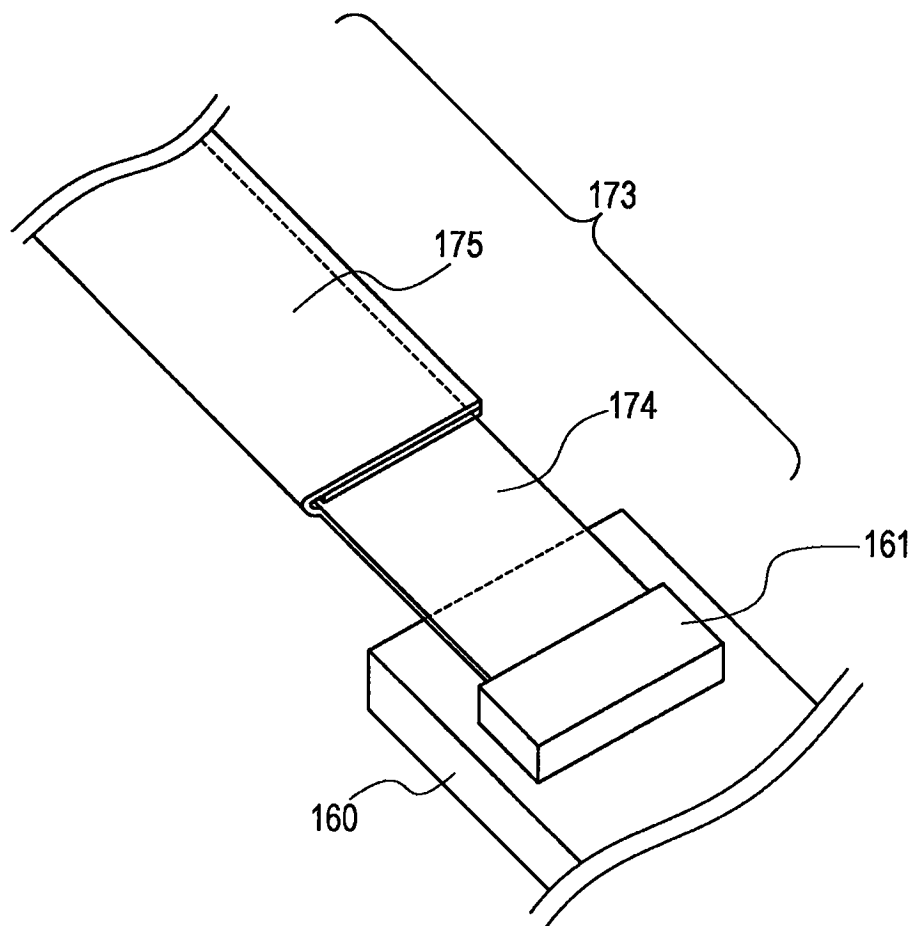


图8B

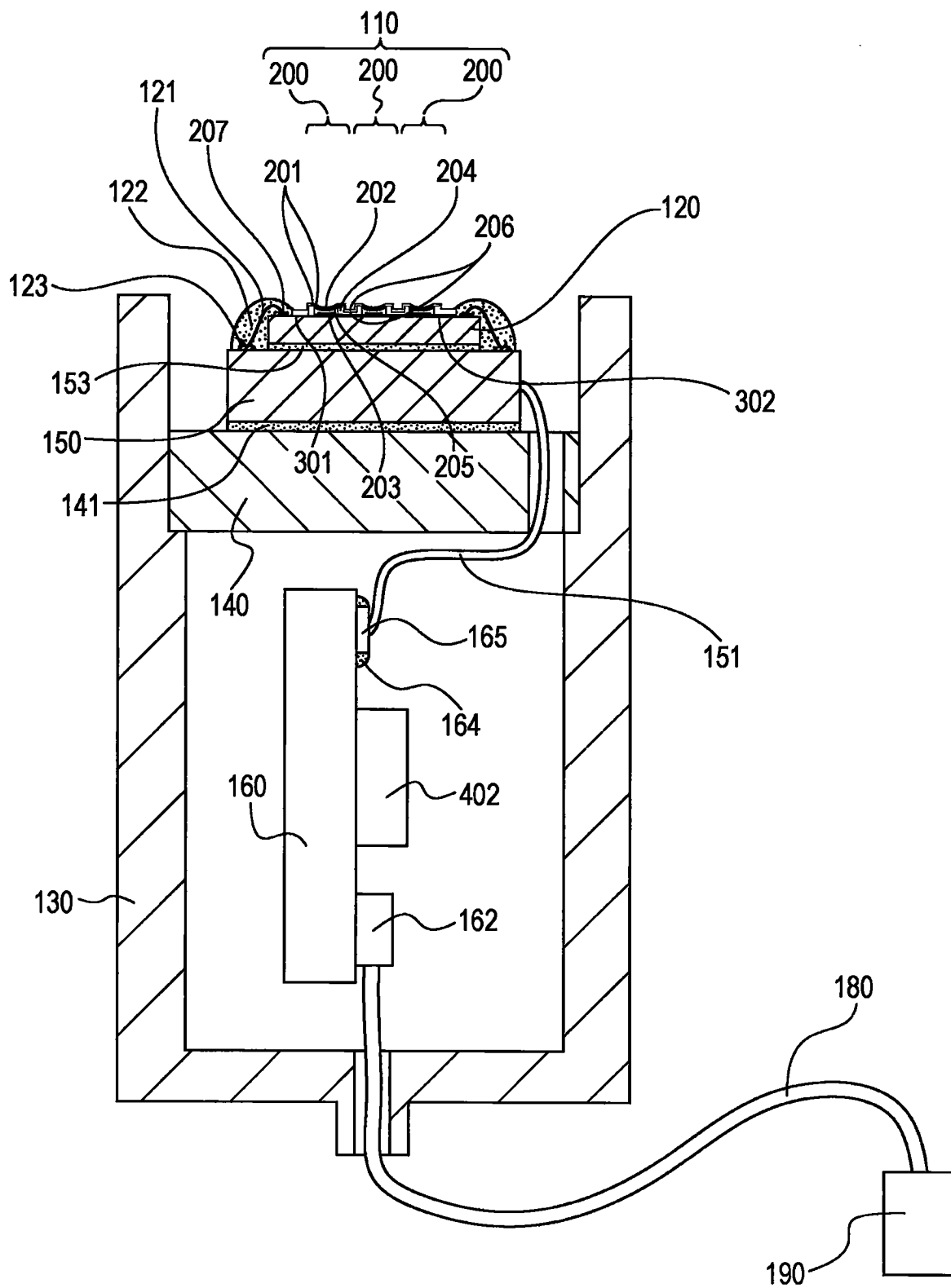


图9A

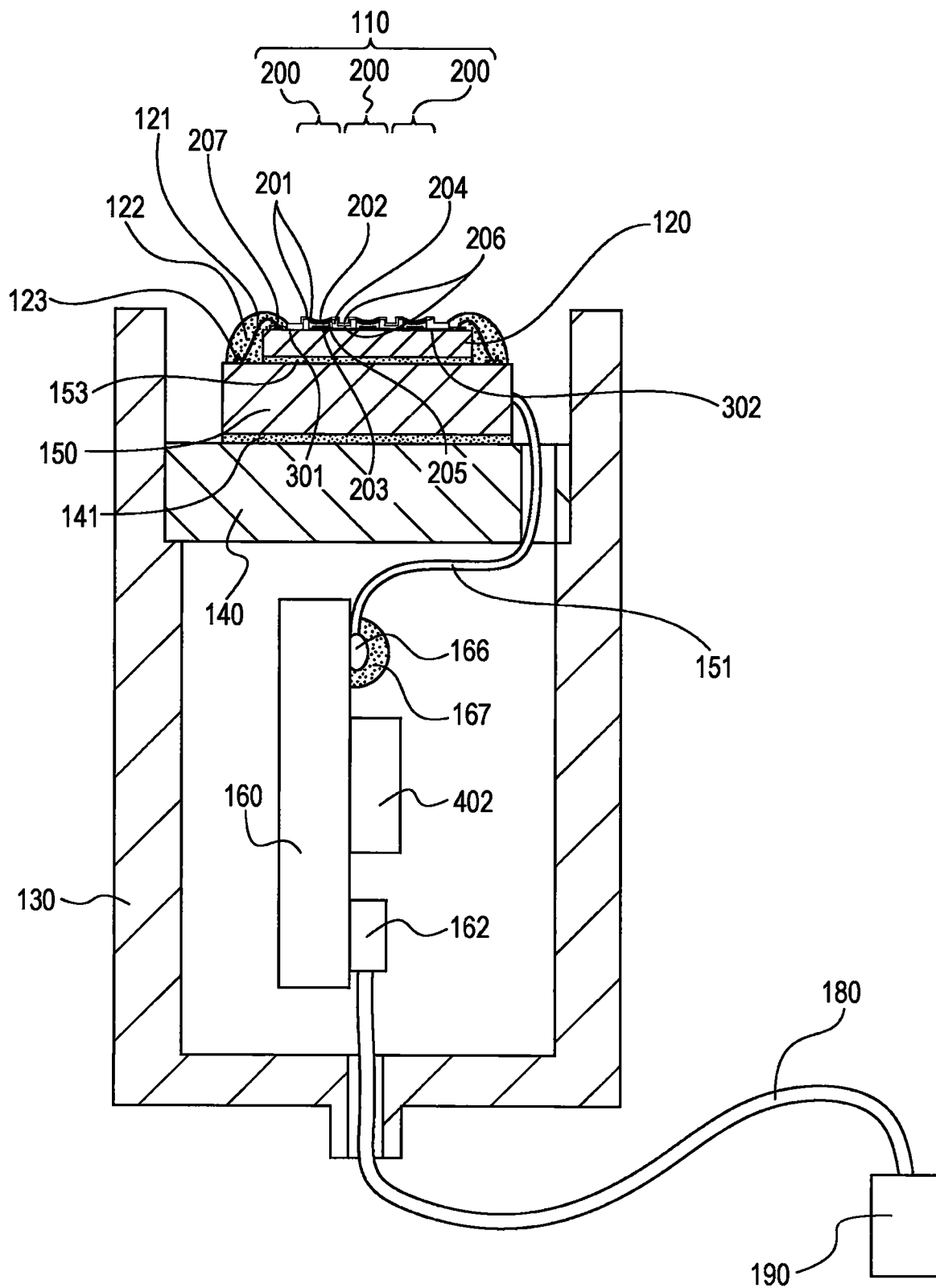


图9B

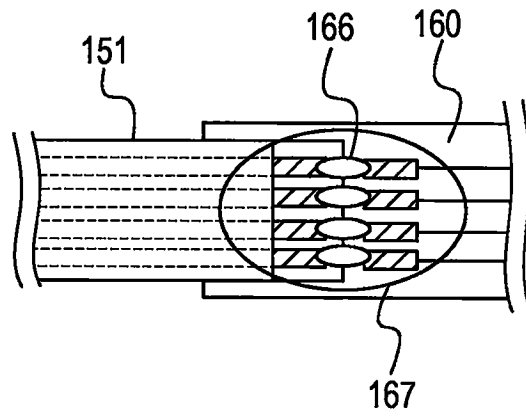


图9C

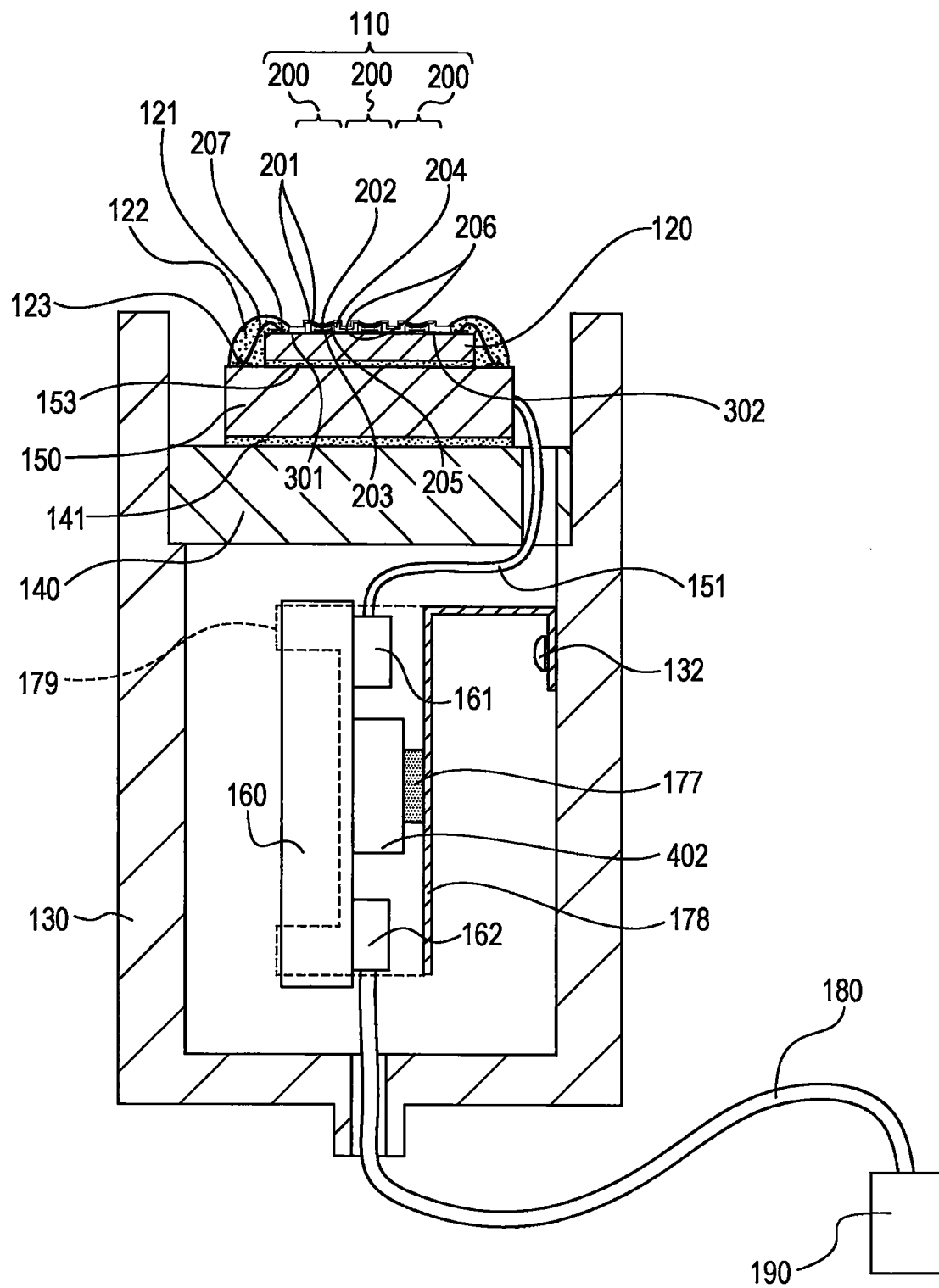


图11A

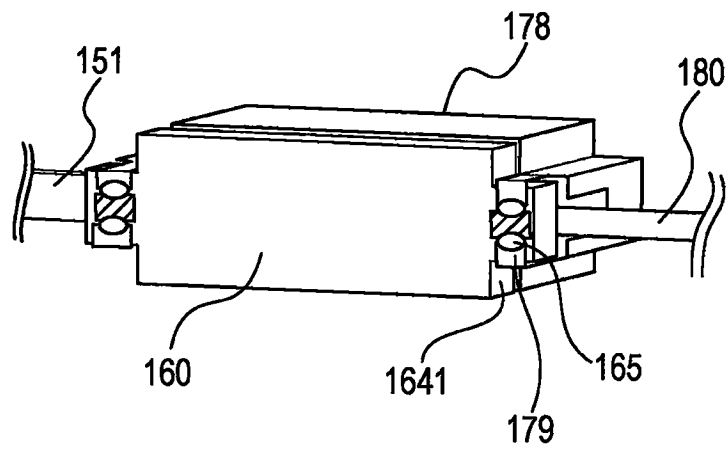


图11B

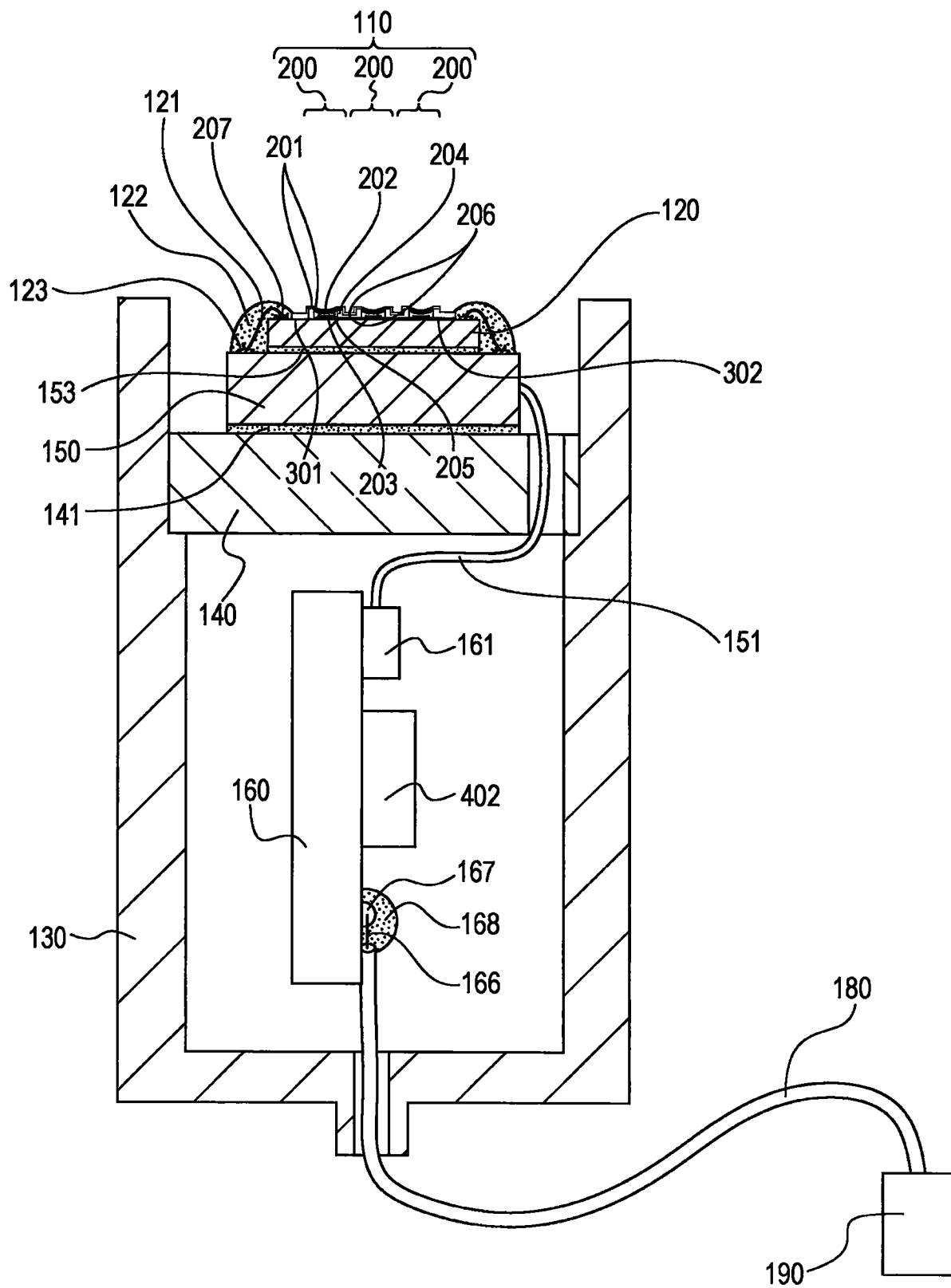


图12A

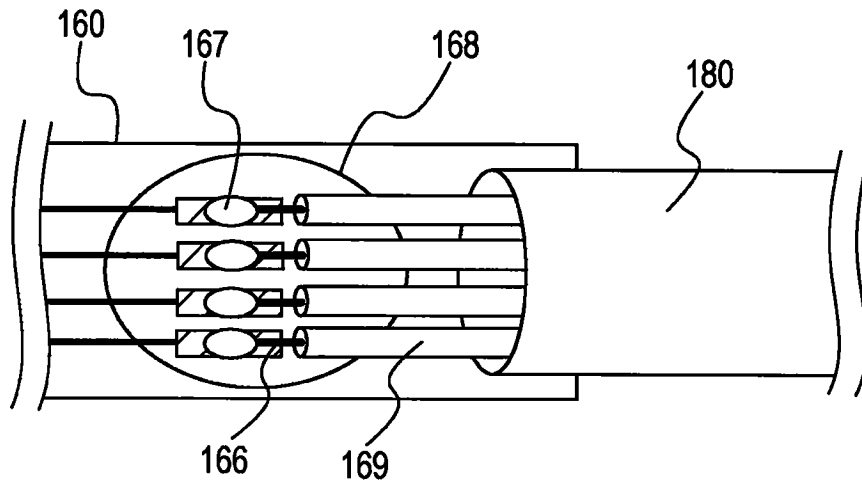


图12B

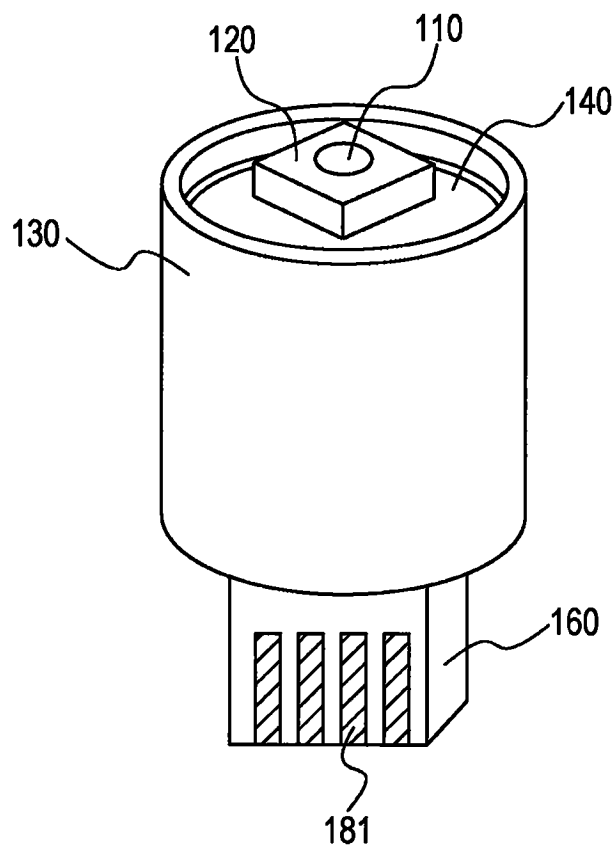


图13A

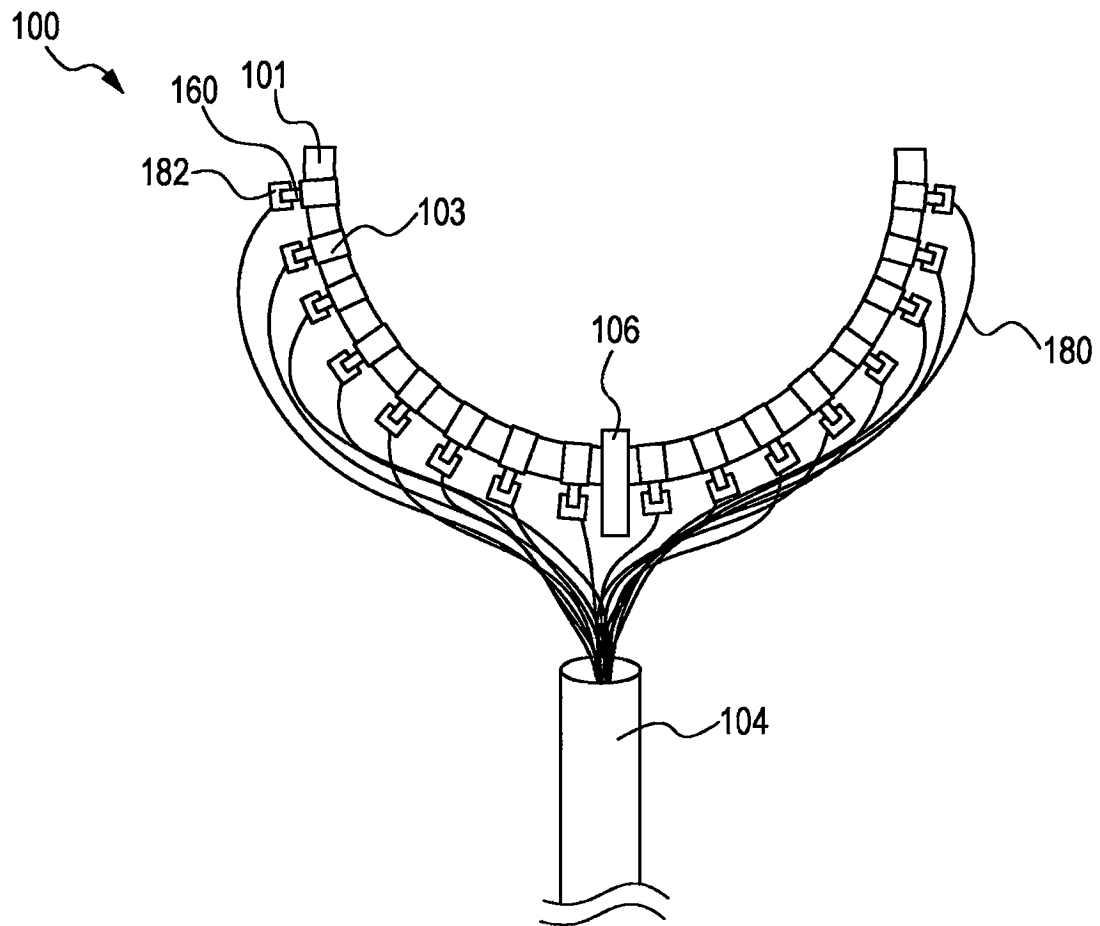


图13B

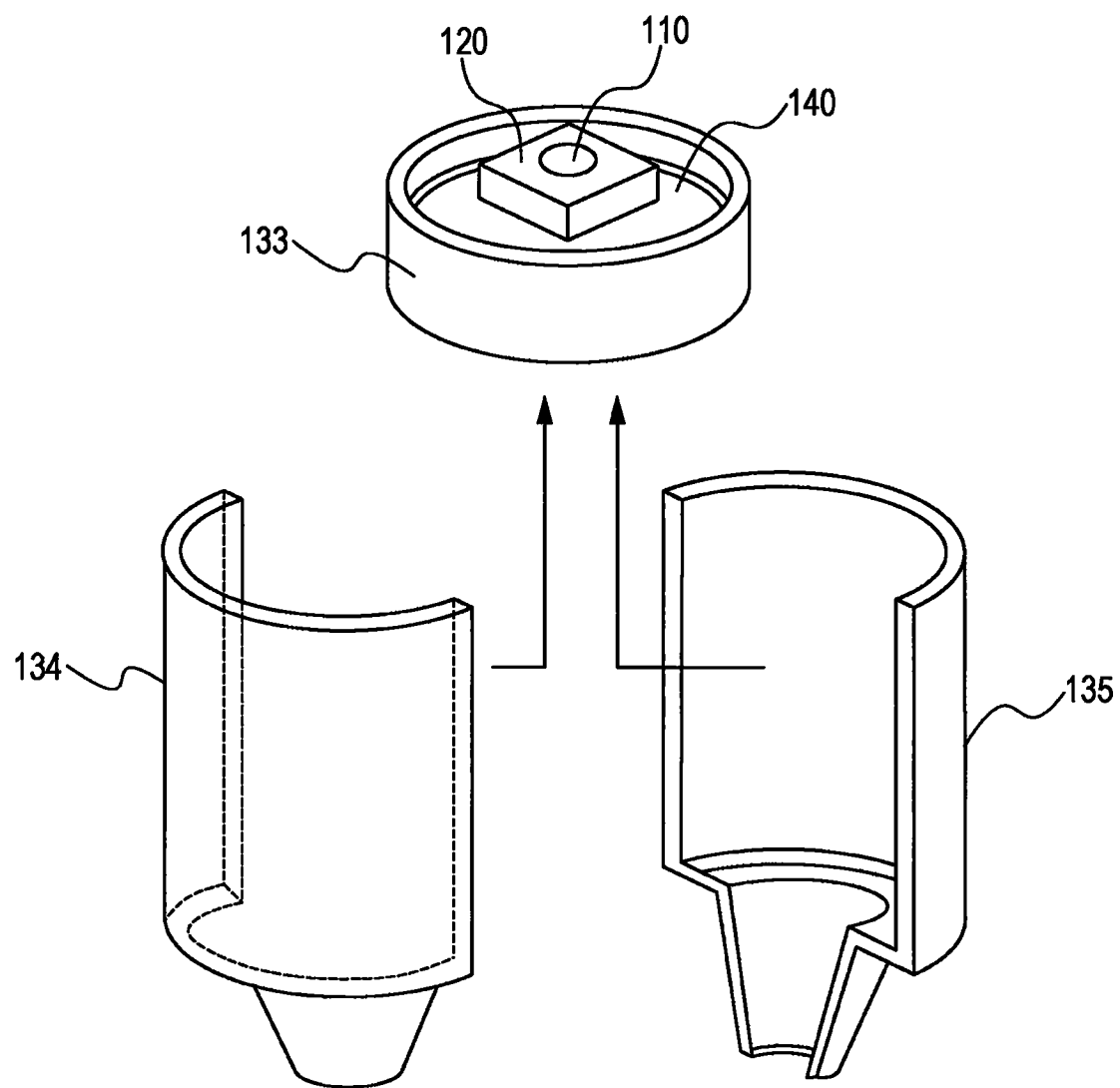


图14

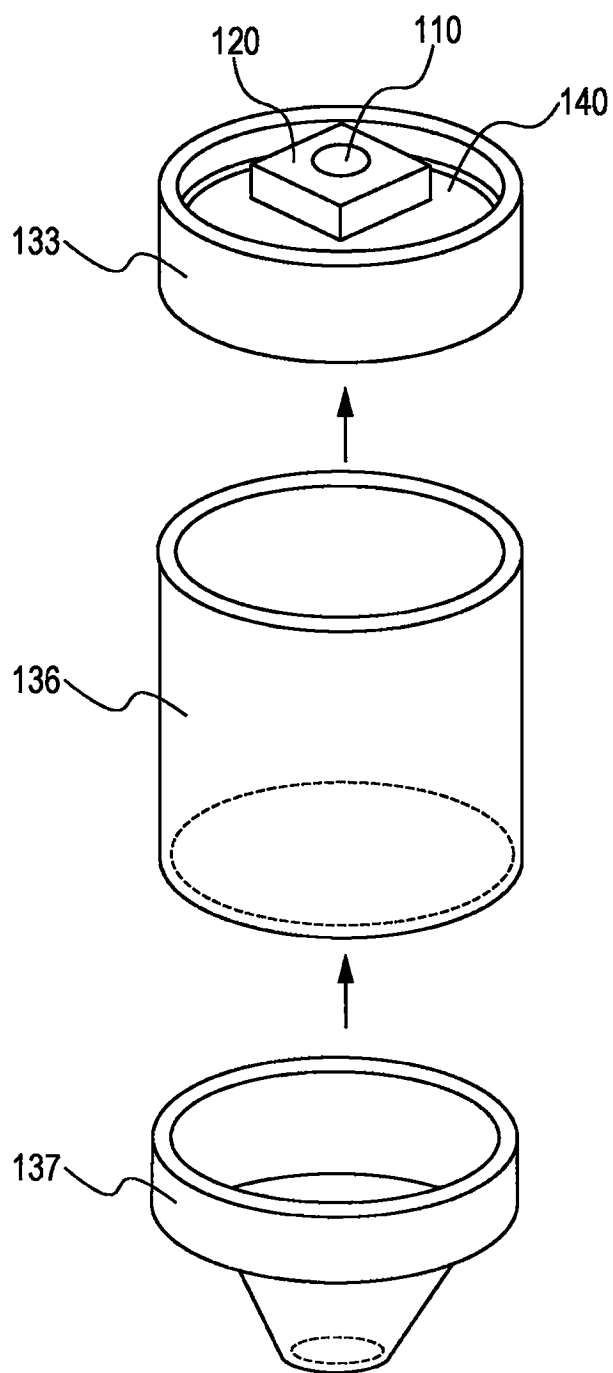


图15

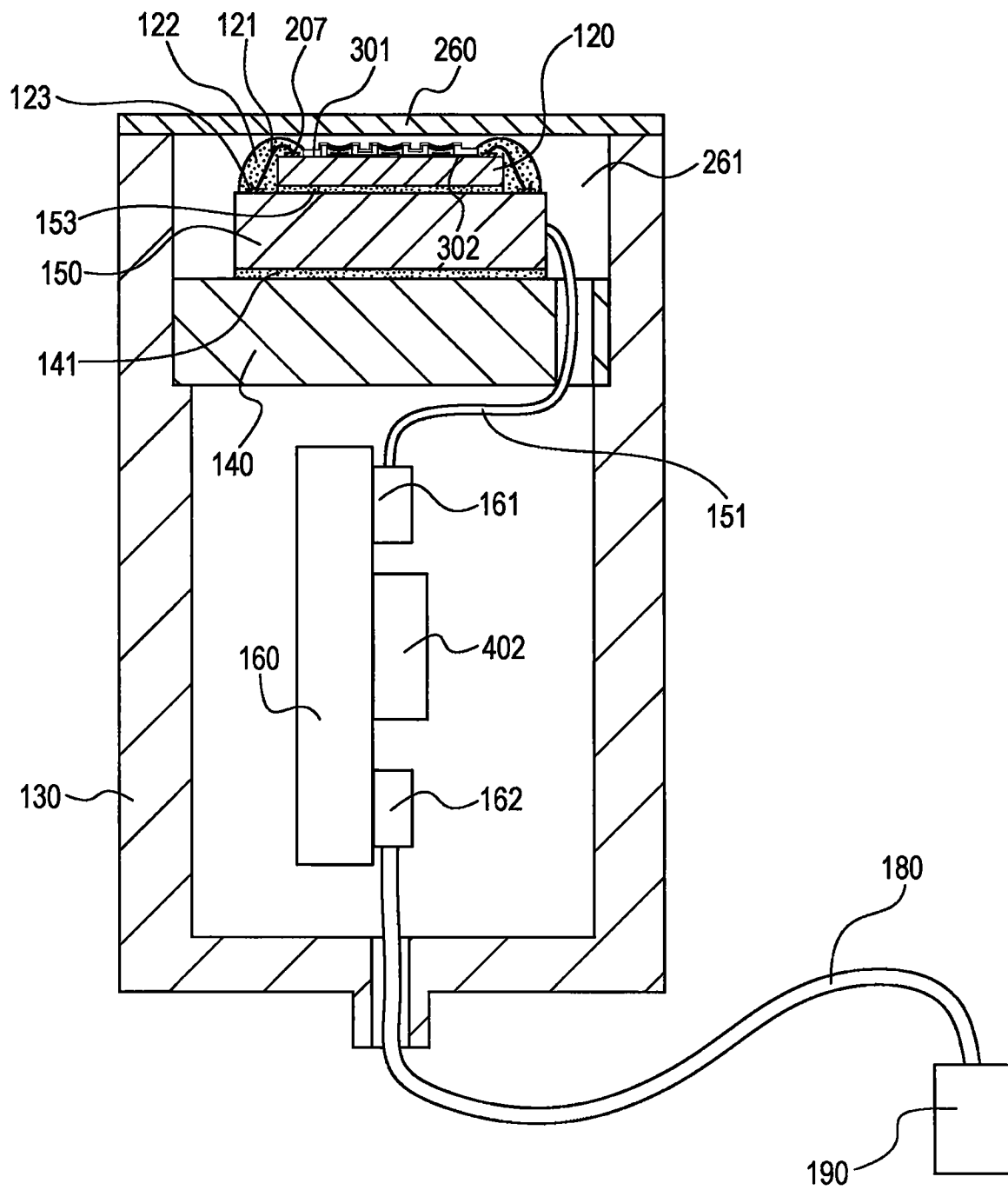


图16

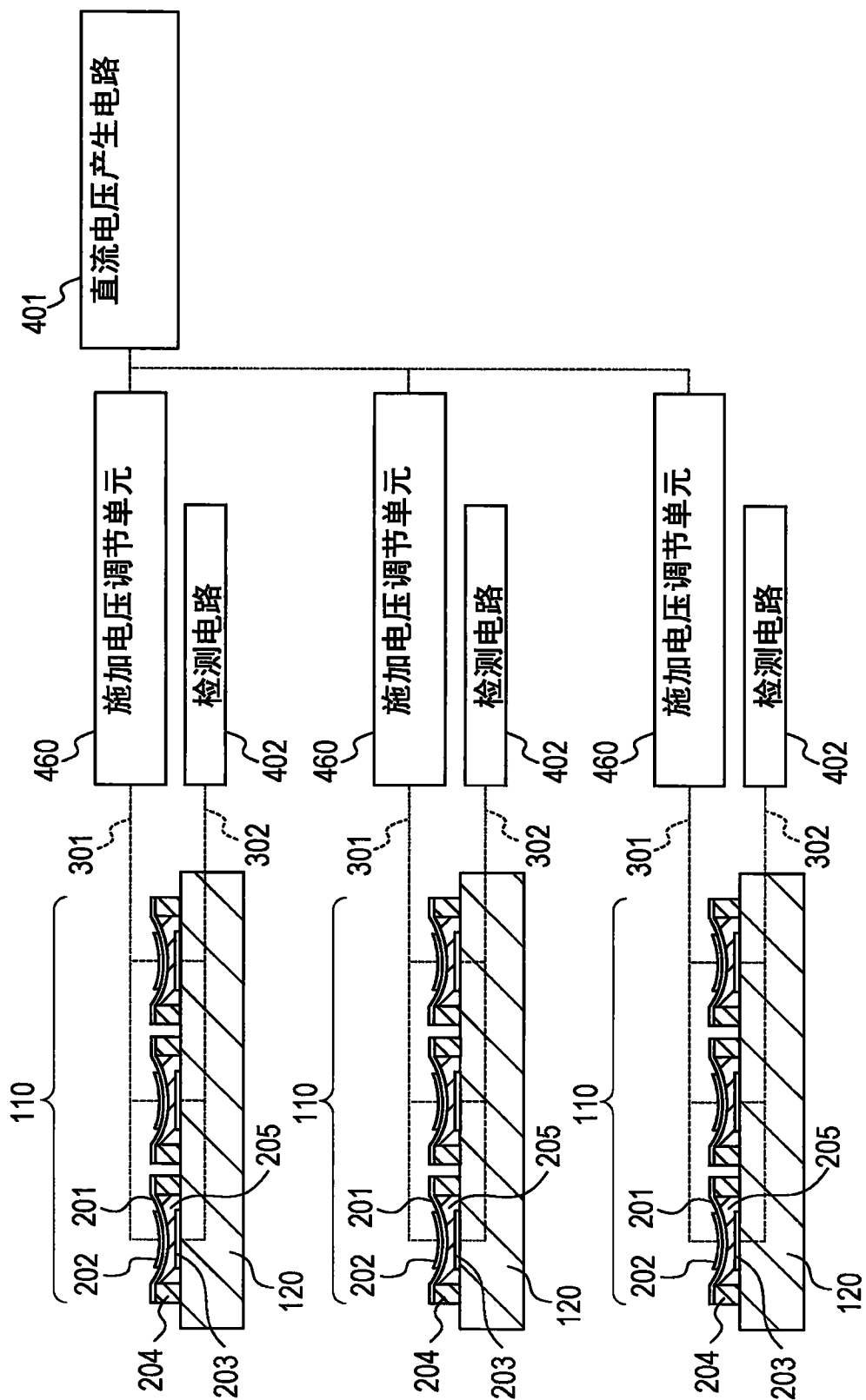


图17A

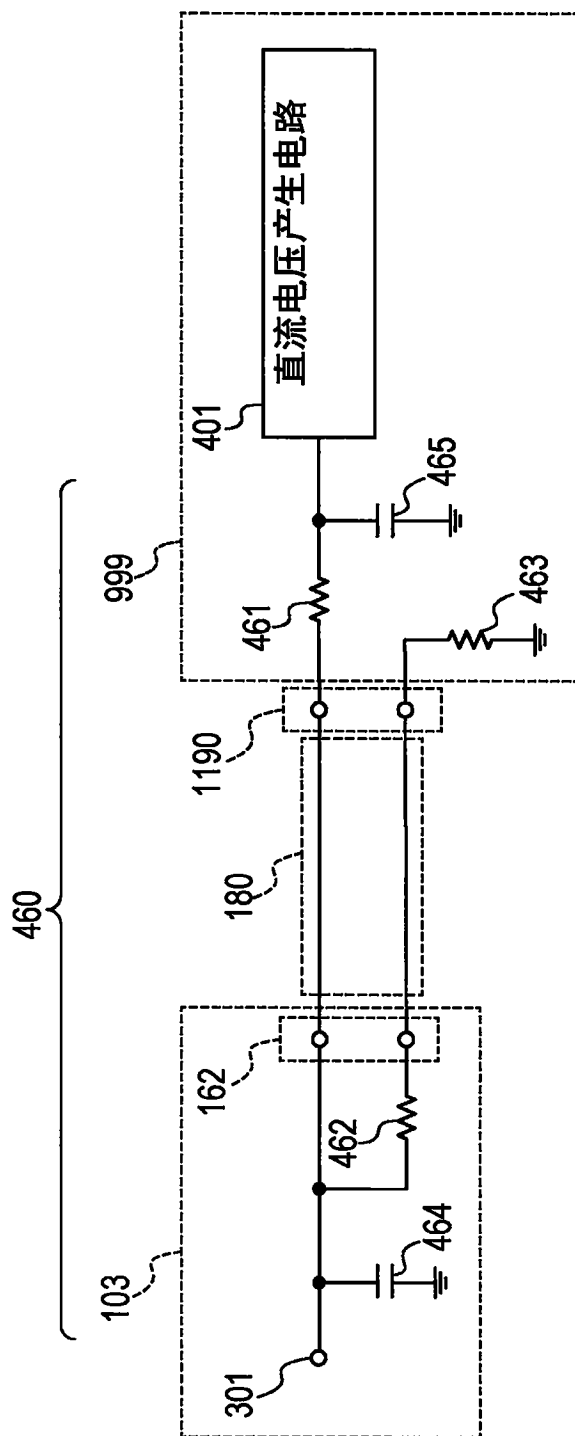


图17B

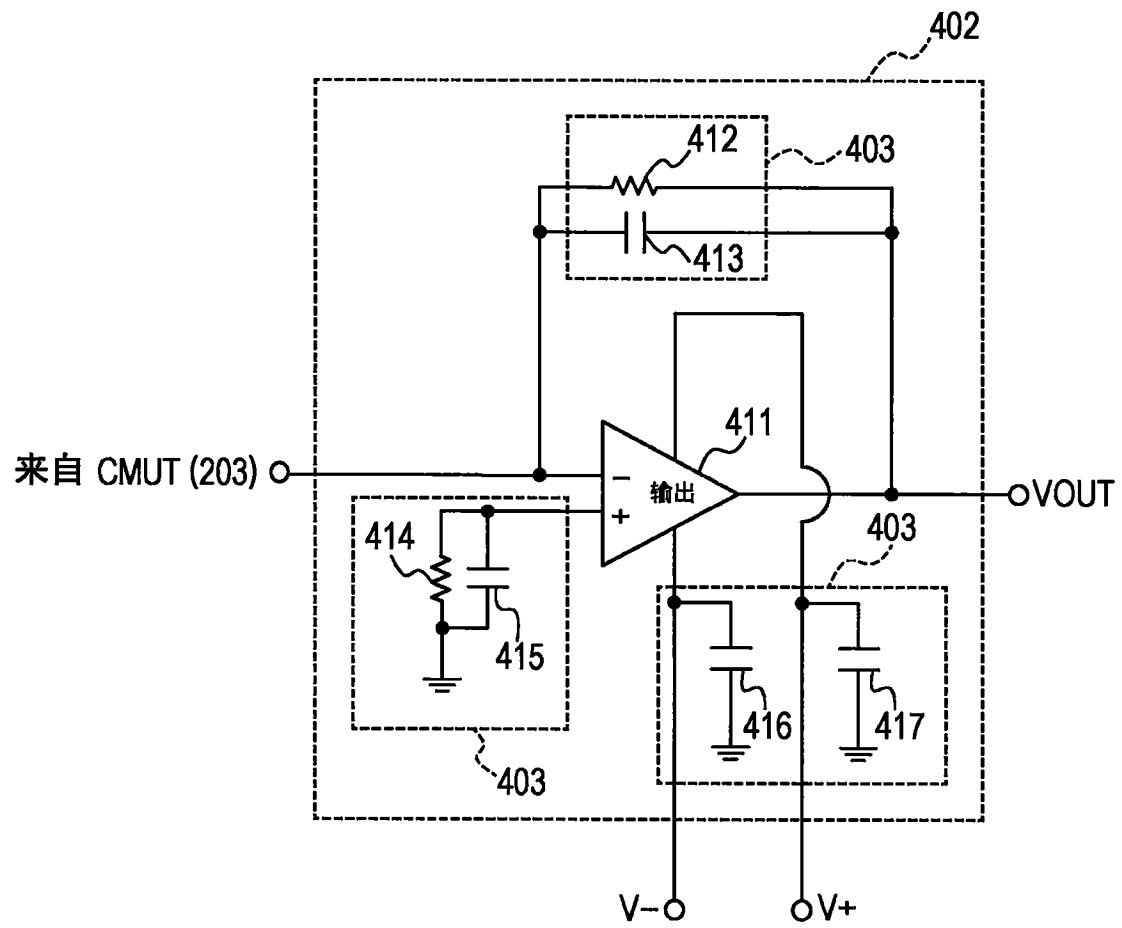


图18A

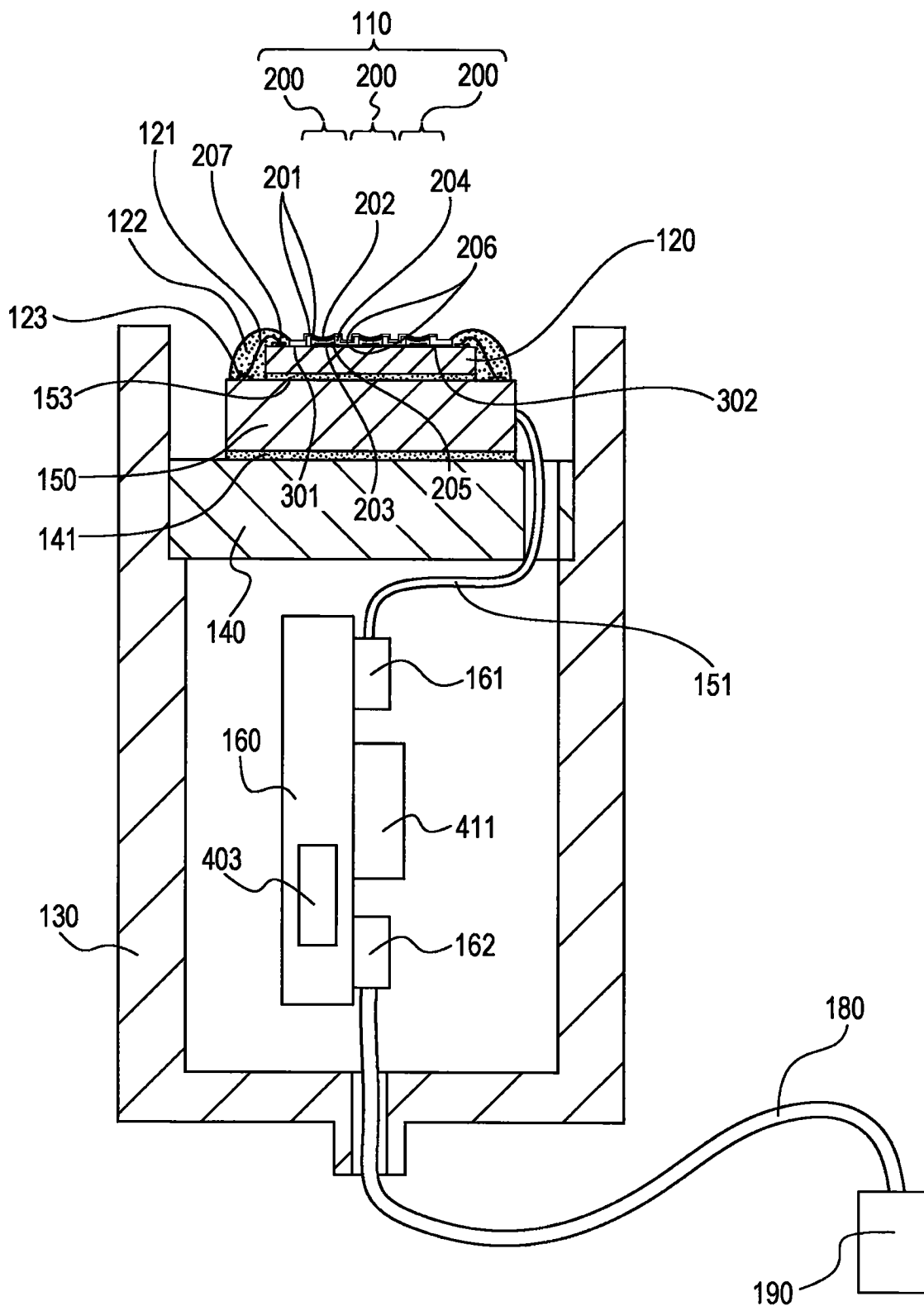


图18B

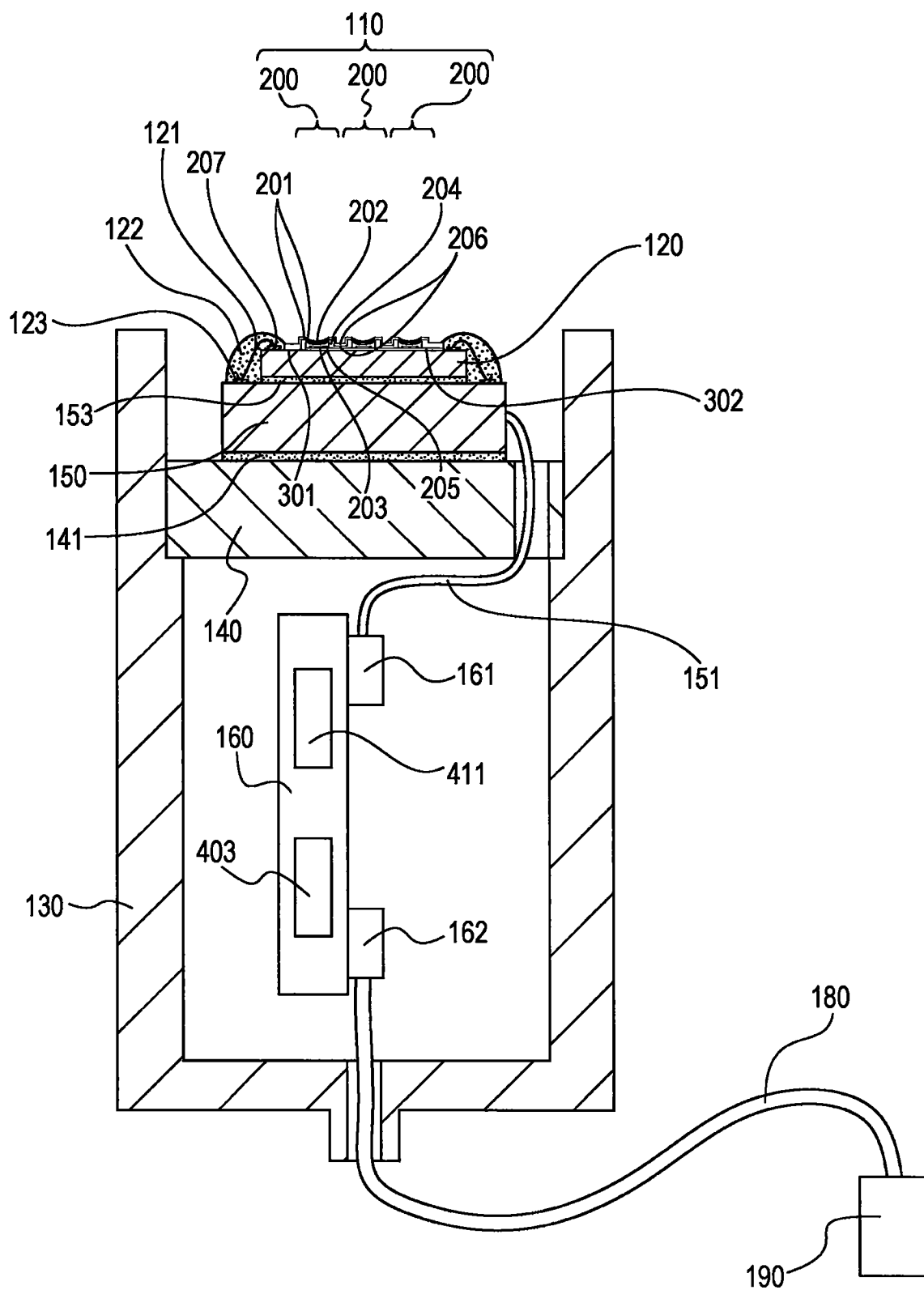


图18C

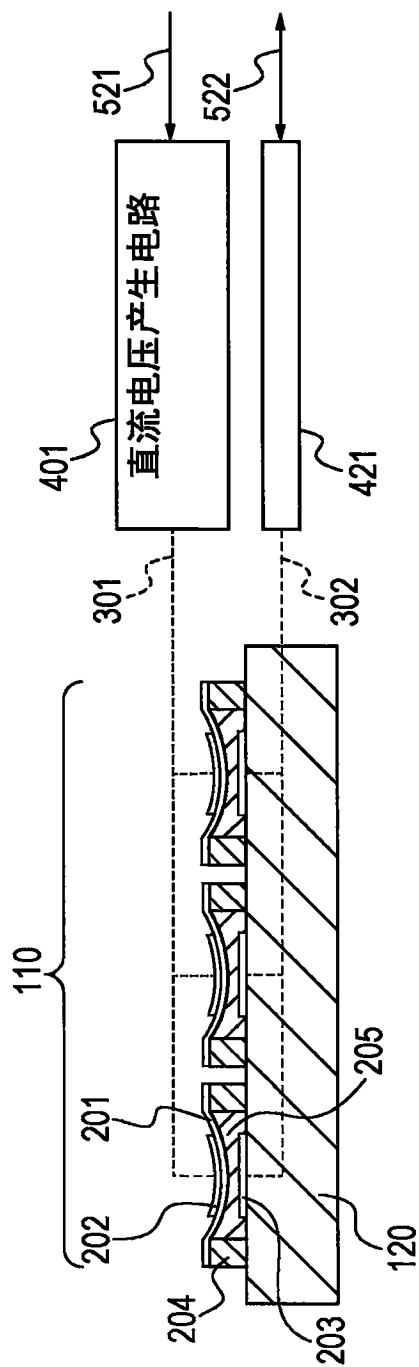


图19A

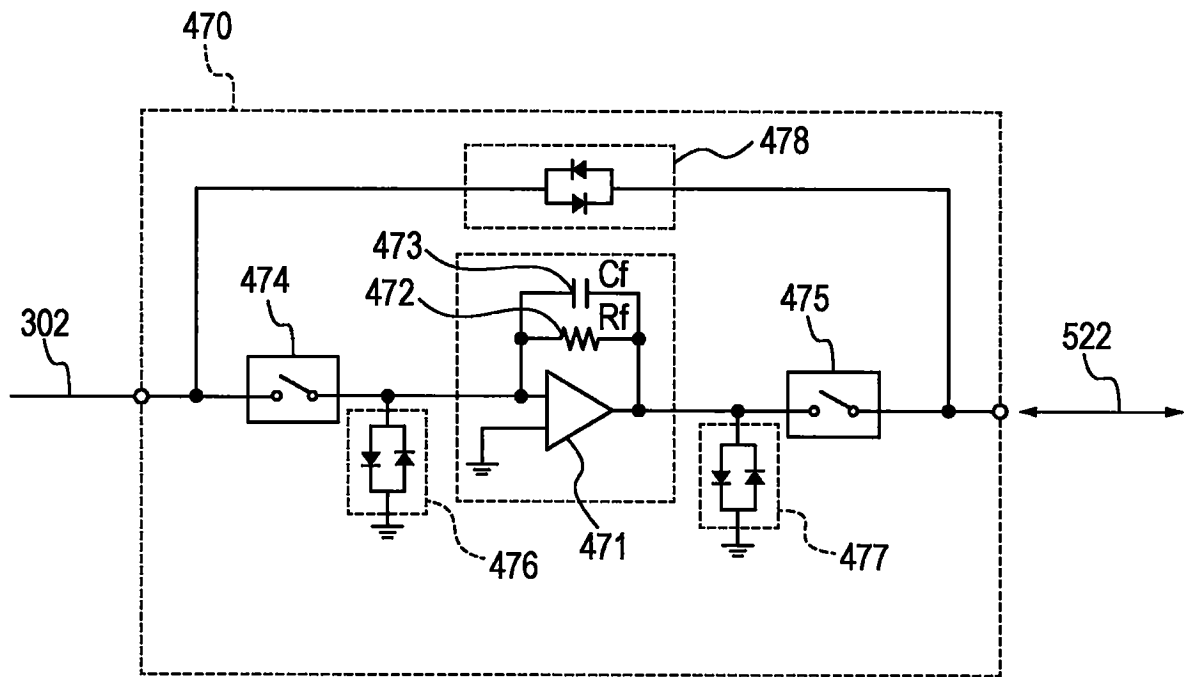


图19B

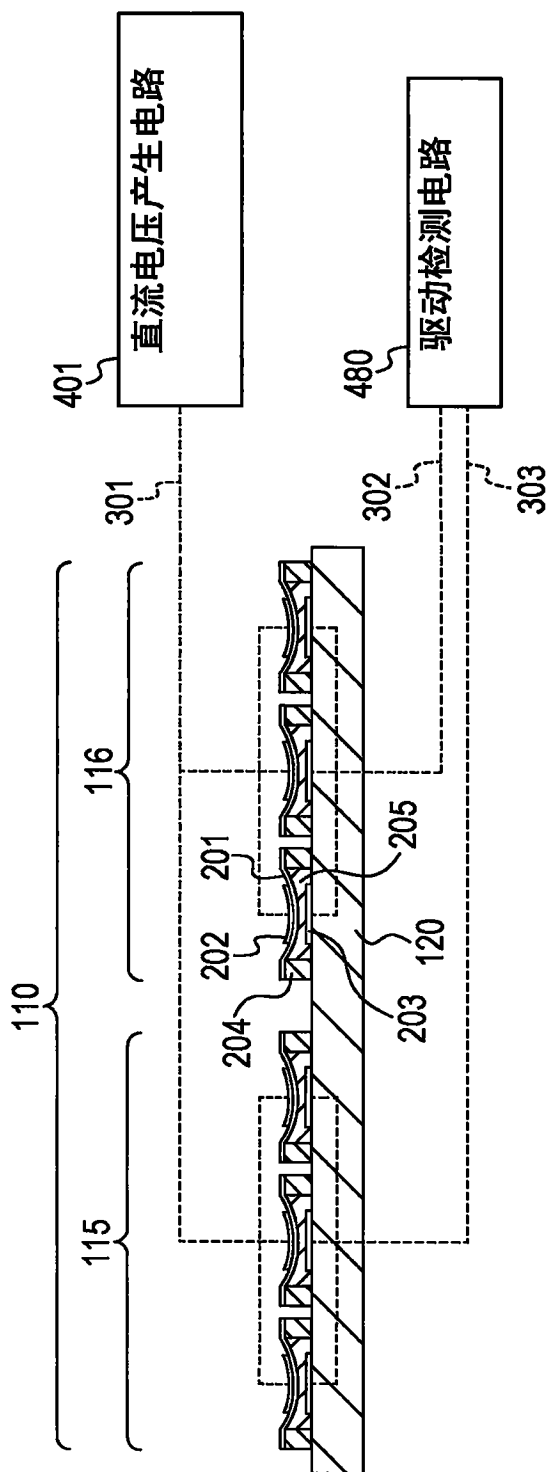


图20A

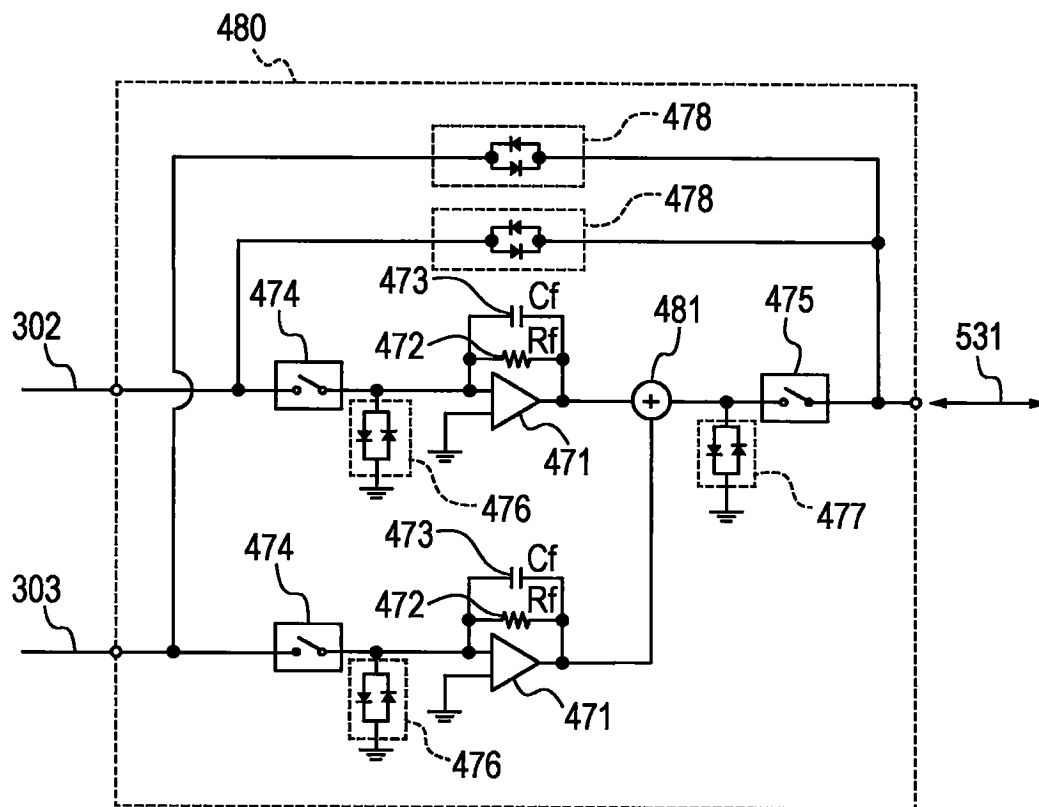


图20B

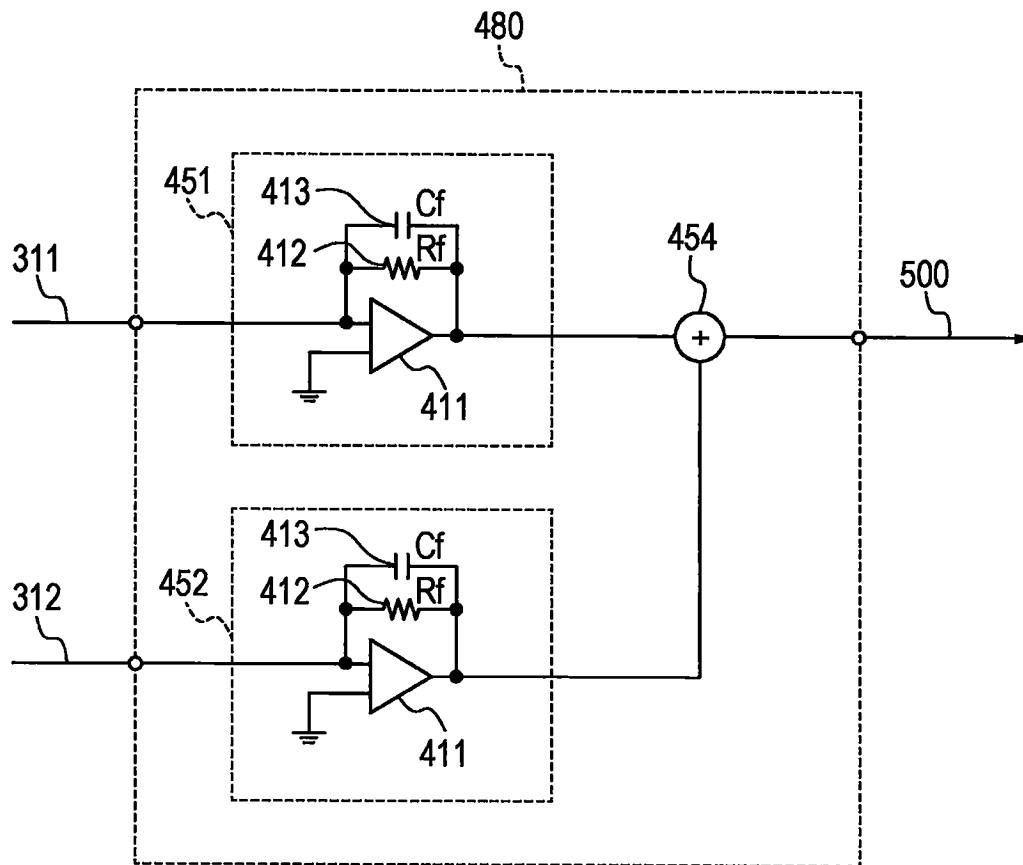


图20C

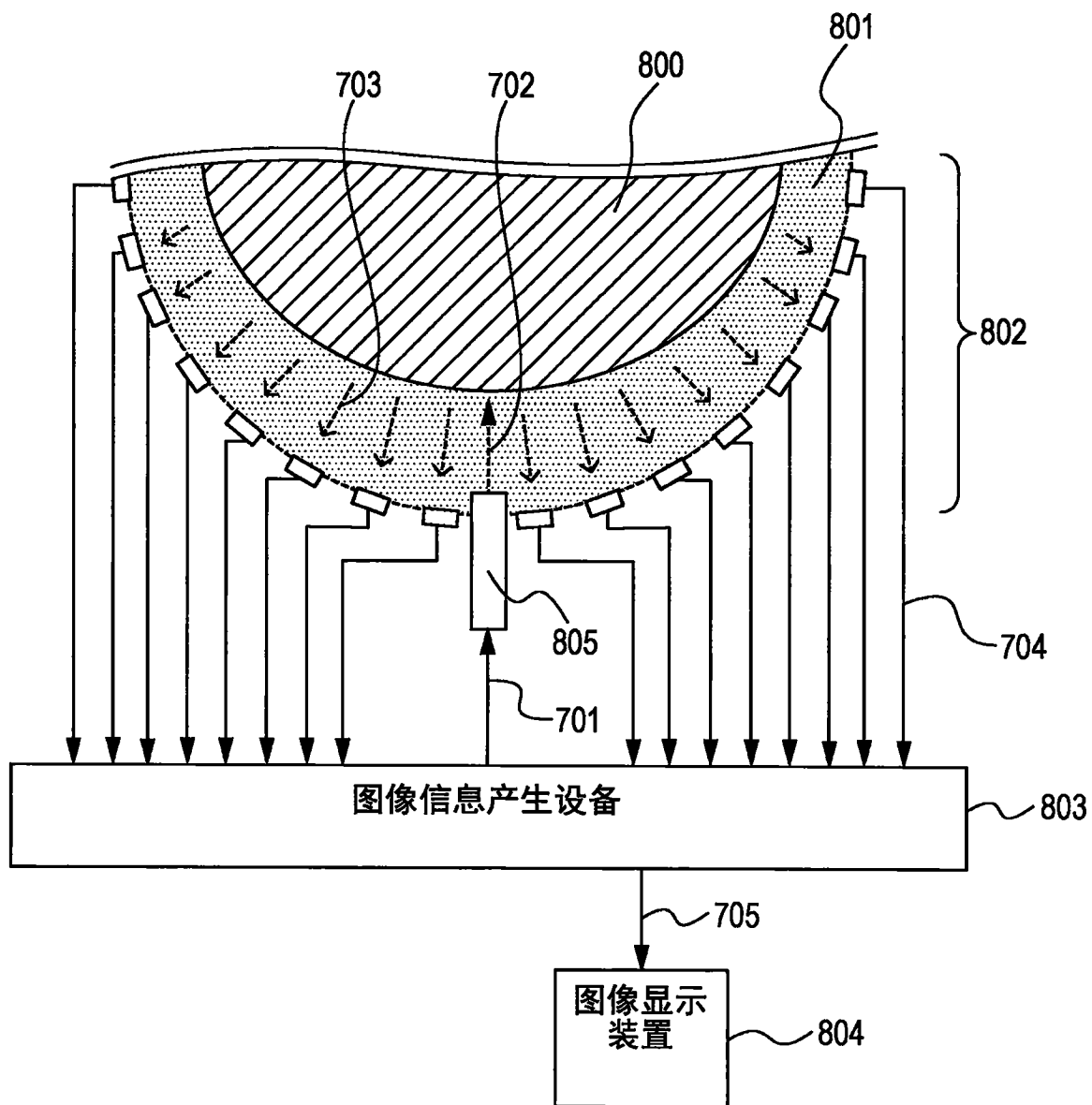


图21

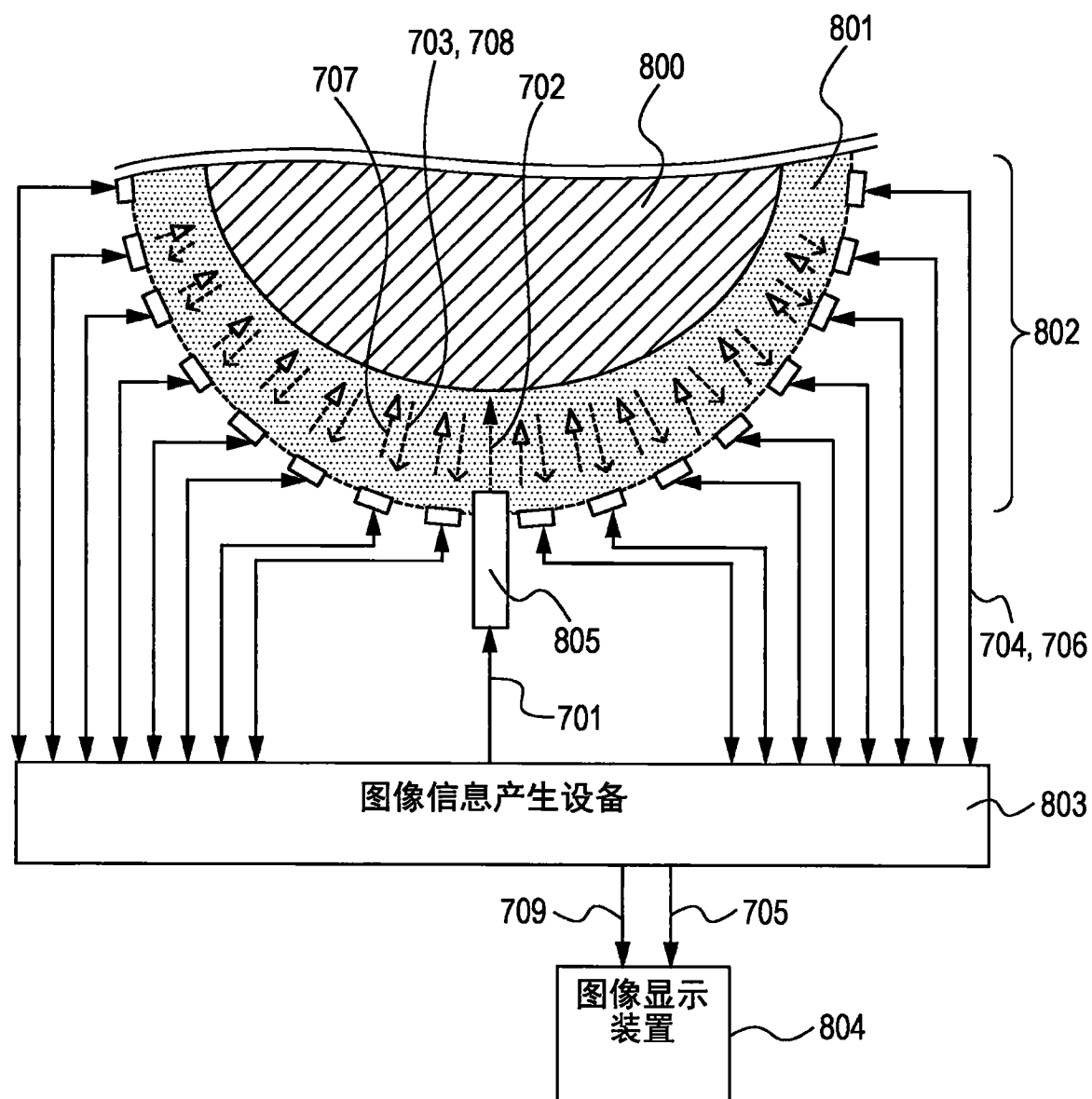


图22

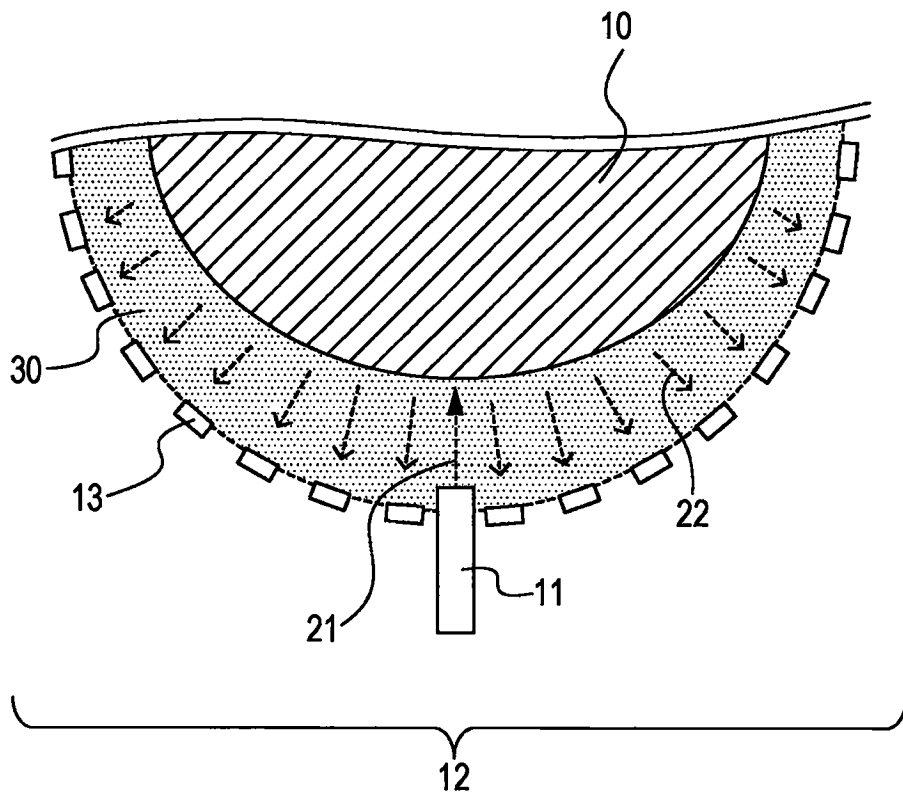


图23