



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117597744 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 23

(21) 申请号 202280030333.1

(22) 申请日 2022.02.25

(30) 优先权数据

63/154,665 2021.02.26 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.10.23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/070850 2022.02.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/183217 EN 2022.09.01

(71) 申请人 液态电线公司

地址 美国俄勒冈州

(72) 发明人 小乔治·E·卡伯

赛·斯里尼瓦斯·德萨巴新纳

迈克尔·阿德文彻·霍普金斯

查尔斯·J·金策尔

马克·S·克鲁斯科夫

杰西·迈克尔·马丁内斯

凯瑟琳·M·尼尔森

泰勒·V·诺伊曼

特雷弗·安东尼奥·里维拉

马克·威廉·罗内

迈克尔·贾斯珀·沃兰斯

奥斯汀·迈克尔·克拉克

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限公司

公司 11363

专利代理师 王建国 李琳

(51) Int.Cl.

H01B 1/16 (2006.01)

H05K 1/09 (2006.01)

H05K 3/10 (2006.01)

H01B 1/02 (2006.01)

权利要求书3页 说明书32页 附图16页

(54) 发明名称

用于制造和使用高度可持续电路的装置、系统及方法

(57) 摘要

本文公开了用于制造和使用高度可持续电路组件的装置、系统和方法。在各个方面,所述高度可持续电路组件包括:基板层;以及接触点的图案,所述的接触点的图案由所述基板层支撑。所述的接触点的图案可以被配置成对应于电气元件的至少一个端子。所述接触点的图案可以包括可变形导电材料。所述可变形导电材料可以是无害的、易于回收的、易于再循环利用的材料。

2000

提供一种回收的可变形导电材料,所述回收的可变形导电材料包括金属合金和由金属合金暴露于空气而形成的金属氧化物

2002

将回收的可变形导电材料暴露于酸性溶液,从而使金属氧化物与酸性溶液反应,以获得纯液态金属合金

2004

将纯液态金属合金从酸性溶液去除

2006

1. 一种用于制造高度可持续电路组件的方法,包括:
提供基板层;
将第一堆叠层放置在所述基板层的表面上,所述第一堆叠层包括形成在其中的通道的第一图案;
使可变形导电材料沉积,以至少部分地填充所述通道的第一图案;
将多余的可变形导电材料从所述第一堆叠层去除;和
重复使用从所述第一堆叠层去除的所述多余的可变形导电材料;
其中,重复使用的多余的可变形导电材料的电阻等于沉积的可变形导电材料的电阻。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,重复使用所述多余的可变形导电材料包括:
使用所述多余的可变形导电材料,以至少部分地填充包括在所述电路组件的第二堆叠层中的通道的第二图案;
使用所述多余的可变形导电材料,以制造不同的电路组件;或
它们的组合。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述多余的可变形导电材料从所述第一堆叠层去除包括:将所述多余的可变形导电材料从所述第一堆叠层的表面擦除,或者将所述多余的可变形导电材料从附接到所述第一堆叠层的所述表面的释放层擦除。
4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
将电气元件附接至所述电路组件,其中,所述电气元件的至少一个端子对应于所述通道的第一图案;和
在不焊接、不产生废料并且不散发挥发性有机化合物的情况下,将所述电气元件的所述至少一个端子导电地耦合到所述通道的第一图案的至少一部分。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
将第二堆叠层放置于所述第一堆叠层上,所述第二堆叠层包括形成在其中的通道的第二图案;
使所述可变形导电材料沉积,以至少部分地填充所述通道的第二图案;
将多余的可变形导电材料从所述第二堆叠层去除;和
重复使用从所述第二堆叠层去除的所述多余的可变形导电材料。
6. 根据权利要求5所述的方法,还包括:
在所述第一堆叠层和所述第二堆叠层之间插入子层,所述子层包括导电元件的图案。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述可变形导电材料包括无害的、易于再循环利用的导电凝胶。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述可变形导电材料包括镓合金。
9. 一种高度可持续电路组件,包括:
基板层;
第一堆叠层,所述第一堆叠层包括形成在其中的通道的第一图案,所述通道的第一图案延伸穿过所述第一堆叠层的厚度,所述通道的第一图案包括可变形导电材料;
其中,所述可变形导电材料包括无害的、易于再循环利用的材料。
10. 根据权利要求9所述的电路组件,其中,包括所述可变形导电材料的所述通道的第一图案包括:

接触点的图案,所述的接触点的图案被配置成对应于电气元件的至少一个端子;
迹线的图案;或
它们的组合。

11.根据权利要求10所述的电路组件,还包括:所述电气元件。

12.根据权利要求9所述的电路组件,还包括:

第二堆叠层,所述第二堆叠层包括形成在其中的通道的第二图案,所述通道的第二图案延伸穿过所述第二堆叠层的厚度,所述通道的第二图案包括所述可变形导电材料。

13.根据权利要求12所述的电路组件,还包括:插入在所述第一堆叠层与所述第二堆叠层之间的子层,所述子层包括导电元件的图案。

14.根据权利要求13所述的电路组件,其中,所述导电元件的图案电耦合到所述通道的第二图案;并且

其中,所述通道的第二图案被配置成与电气元件的至少一个端子相对应。

15.根据权利要求12所述的电路组件,其中,所述通道的第二图案的第一部分与所述通道的第一图案的第一部分对准;并且

其中,所述可变形导电材料形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第二图案的第一部分的连续结构。

16.根据权利要求15所述的电路组件,还包括:

第三堆叠层,所述第三堆叠层包括形成在其中的通道的第三图案,所述通道的第三图案延伸穿过所述第三堆叠层的厚度,所述通道的第三图案包括所述可变形导电材料。

17.根据权利要求16所述的电路组件,其中,所述通道的第三图案的第一部分与所述通道的第二图案的第二部分对准;并且

其中,所述可变形导电材料形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第三图案的第一部分的连续结构。

18.根据权利要求17所述的电路组件,还包括:

第四堆叠层,所述第四堆叠层包括形成在其中的通道的第四图案,所述通道的第四图案延伸穿过所述第四堆叠层的厚度,所述通道的第四图案包括所述可变形导电材料。

16.根据权利要求15所述的电路组件,其中,所述通道的第四图案的第一部分与所述通道的第三图案的第二部分对准;并且

其中,所述可变形导电材料形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第四图案的第一部分的连续结构。

17.根据权利要求1所述的电路组件,其中,所述可变形导电材料包括导电凝胶。

18.根据权利要求1所述的电路组件,其中,所述可变形导电材料包括镓合金。

19.一种用于从高度可持续电路组件回收材料的方法,所述电路组件包括电气元件、基板层和可变形导电材料,所述方法包括:

将所述电气元件从所述电路组件去除;

将所述高度可持续电路组件加热到所述基板层的熔化温度,以形成熔化的基板层;

将所述可变形导电材料与所述熔化的基板层分离,以获得回收的可变形导电材料和回收的基板层材料;和

对回收的可变形导电材料进行再循环利用。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 所述电路组件包括粘合材料, 所述方法还包括: 将所述电路组件加热到所述粘合材料的玻璃化转变温度;
- 其中, 在将所述电路组件加热到所述粘合材料的所述玻璃化转变温度之后, 将所述电气元件从所述电路组件去除。
21. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 所述可变形导电材料包括导电凝胶。
22. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 所述可变形导电材料包括镓合金。
23. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 回收的可变形导电材料包括: 金属合金、和由所述金属合金暴露于空气而形成的金属氧化物; 并且
- 其中, 对回收的可变形导电材料进行再循环利用包括:
- 将回收的可变形导电材料暴露于酸性溶液中, 从而使所述金属氧化物与所述酸性溶液反应, 以获得纯液态金属合金; 和
- 将所述纯液态金属合金从所述酸性溶液中去除。
24. 根据权利要求23所述的方法, 其中, 对回收的可变形导电材料进行再循环利用还包括:
- 由所述纯液态金属合金制造新的可变形导电材料。
25. 根据权利要求23所述的方法, 其中, 将回收的可变形导电材料暴露于酸性溶液包括: 将所述可变形导电材料混合在所述酸性溶液中, 以获得所述纯液态金属合金。
26. 根据权利要求25所述的方法, 其中, 从所述酸性溶液中去除的纯液态金属合金的量不小于最初用于制造回收的可变形导电材料的金属合金的重量百分比的55%。
27. 根据权利要求25所述的方法, 其中, 所述回收的可变形导电材料包括微粒; 并且其中, 将所述可变形导电材料混合在所述酸性溶液中去除所述微粒, 以获得所述纯液态金属合金。
28. 根据权利要求23所述的方法, 其中, 所述金属合金包括镓铟锡合金; 并且其中, 所述金属氧化物包括氧化镓。

用于制造和使用高度可持续电路的装置、系统及方法

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请主张于2021年2月26日提交的申请号为63/154,665、题为“高度可持续电路及其制造方法”的美国临时专利申请的优先权,其公开内容通过引用整体结合于此。

技术领域

[0003] 本公开通常涉及电子电路,并且更具体地,涉及具有容易分离的可重复使用和/或可再循环利用的导电材料、层和/或连接部的高度可持续电子电路组件。在各个方面,电子电路组件可以基本不含有毒或挥发性有机化合物,并且可以使用具有低能量要求和最小浪费的方法来制造。

发明内容

[0004] 提供以下概述是旨在便于理解本文公开的方面所特有的一些创新性特征,而非旨在完整的描述。通过将整个说明书、权利要求及摘要作为一个整体,可以获得对各个方面的充分理解。

[0005] 在各个方面,公开了一种用于从高度可持续电路组件回收材料的方法。在一个方面,所述高度可持续电路组件包括电气元件、基板层和可变形导电材料。在另一方面,该方法包括:将所述电气元件从所述电路组件去除;将所述高度可持续电路组件加热到所述基板层的熔化温度,以形成熔化的基板层;以及将所述可变形导电材料与熔化的基板层分离,以获得回收的可变形导电材料和回收的基板层材料。

[0006] 在各个方面,公开了一种用于对回收的可变形导电材料进行再循环利用的方法。在一个方面,该方法包括:提供回收的可变形导电材料,所述回收的可变形导电材料包括金属合金和由所述金属合金暴露于空气形成的金属氧化物;将回收的可变形导电材料暴露于酸性溶液,从而使所述金属氧化物与所述酸性溶液反应,以获得纯液态金属合金;以及将所述纯液态金属合金从所述酸性溶液去除。

[0007] 在各个方面,公开了一种高度可持续电路组件。在一个方面,所述电路组件包括基板和由所述基板支撑的接触点的图案。在另一方面,所述接触点的图案被配置成对应于电气元件的至少一个端子,所述接触点的图案包括可变形导电材料,并且所述可变形导电材料包括易于回收的材料。

[0008] 在各个方面,公开了一种用于制造高度可持续电路组件的方法。在一个方面,该方法包括:提供基板层;并使可变形导电材料沉积到所述基板层,以形成对应于电气元件的至少一个端子的接触的图案。在另一方面,所述可变形导电材料包括易于回收的材料。

[0009] 在各个方面,公开了一种高度可持续电路组件。在一个方面,所述电路组件包括基板层和第一堆叠层,所述第一堆叠层包括形成在所述第一堆叠层中的通道的第一图案。在另一方面,所述通道的第一图案延伸穿过所述第一堆叠层的厚度,所述通道的第一图案包括可变形导电材料,并且所述可变形导电材料包括易于回收的材料。

[0010] 在各个方面,公开了一种用于制造高度可持续电路组件的方法。在一个方面,该方

法包括:提供基板层;将第一堆叠层放置在所述基板层的表面上,所述第一堆叠层包括形成在所述第一堆叠层中的通道的第一图案,所述通道的第一图案延伸穿过所述第一堆叠层的厚度。在另一方面,该方法包括:利用可变形导电材料来过度填充所述通道的第一图案;将多余的可变形导电材料从所述电路组件去除;以及收集所述多余的可变形导电材料。

[0011] 本公开的这些和其他目的、特点和特征以及操作的方法、相关结构元件的功能、部分的组合和制造的经济性,将在参考附图考虑以下描述和所附权利要求后变得显而易见,所有这些形成本说明书的一部分。然而,应当清楚地理解的是,所述附图仅用于说明和描述的目的,而不旨在作为对本发明的限制的限定。

附图说明

[0012] 本文描述的各方面的各种特征在所附权利要求中作了具体阐述。然而,根据结合附图的以下描述,可以理解关于组织和操作方法的各个方面及其优点:

[0013] 图1是根据本公开的至少一个非限制性方面的电路组件的分解立体图;

[0014] 图2是根据本公开的至少一个非限制性方面的电路组件的局部分解立体图;

[0015] 图3A至图3E是根据本公开的至少一个非限制性方面的通过图2中的线A至A截取的横截面图,该图示出了图2的电路组件的示例性实施细节和方面;

[0016] 图4是根据本公开的至少一个非限制性方面的电路组件的局部分解立体图;

[0017] 图5A至图5C是根据本公开的至少一个非限制性方面的通过图4中的线B至B截取的横截面图,该图示出了图4的电路组件的示例性实施细节和方面;

[0018] 图6是根据本公开的至少一个非限制性方面的电路组件的局部分解立体图;

[0019] 图7A和图7B至图15A和图15B图示了根据本公开的至少一个非限制性方面的堆叠电路组件的各个方面及其制造方法;

[0020] 图16是示出根据本公开的至少一个非限制性方面的电路组件的横截面图;

[0021] 图17是示出根据本公开的至少一个非限制性方面的电路组件的横截面图;

[0022] 图18是根据本公开的至少一个非限制性方面的用于从高度可持续电路组件回收材料的方法的流程图;和

[0023] 图19是根据本公开的至少一个非限制性方面的用于对回收的可变形导电材料进行再循环利用的方法的流程图。

[0024] 对应的附图标记在几个视图中指代对应部分。后缀字母的附图标记(例如20A、20B等)可以在几个视图中指代对应部分的不同实例。本文阐述的示例以一种形式图示了本公开的各个方面,并且这样的示例不应被解释为以任何方式限制本公开的范围。

具体实施方式

[0025] 本申请涉及以下共同拥有的专利申请,其公开内容通过引用整体结合于此:

[0026] - 于2017年2月27日提交的并于2017年9月8日作为国际专利第W02017/15523A1号公布的、标题为“LIQUID WIR(液态金属电线)”的、申请号为PCT/US2017/019762的国际专利申请;

[0027] - 于2019年8月22日提交的并于2021年8月10日作为美国专利第11088063号授予的、标题为“STRUCTURES WITH DEFORMABLE CONDUCTORS(具有可变形导体的结构)”的、申请

号为16/548,379的美国专利申请;

[0028] -于2021年3月4日提交的、标题为“DEFORMABLE INDUCTORS (可变形感应器)”的、申请号为17/192,725的美国专利申请;

[0029] -于2021年9月3日提交的、标题为“WEARABLE ARTICLE WITH FLEXIBLE INDUCTIVE PRESSURE SENSOR (带柔性感应压力传感器的可穿戴物品)”的、申请号为PCT/US2021/071374的国际专利申请;

[0030] -于2021年9月13日提交的、标题为“SUSTAINABLE INFLATABLE CIRCUITS AND METHODS FOR MAKING THEM (可持续充气电路及其制造方法)”的、申请号为63/243,206的美国临时专利申请;

[0031] -于2021年9月21日提交的、标题为“STRETCHABLE AND FLEXIBLE METAL FILM STRUCTURES (可拉伸和柔性金属膜结构)”的、申请号为63/261,266的美国临时专利申请,;

[0032] -于2021年10月22日提交的、标题为“FLEXIBLE THREE-DIMENSIONAL ELECTRONIC COMPONENT (柔性三维电子元件)”的、申请号为63/270,589的美国临时申请;和

[0033] -于2021年10月27日提交的、标题为“DEVICES, SYSTEMS, AND METHODS FOR MAKING AND USING A FLUID-FILLABLE CIRCUIT (用于制造和使用可充液电路的装置、系统及方法)”、申请号为63/272,887的美国临时专利申请。

[0034] 本申请还涉及了于2004年4月14日提交的并于2009年7月22日作为美国专利第7,401,369号授予的标题为“FLUID-FILLED BLADDER FOR FOOTWEAR AND OTHER APPLICATIONS (用于鞋类和其他应用的充液囊体)”、申请号为11/107,354的美国专利申请;其公开内容通过引用整体结合于此。

[0035] 阐述了许多具体细节,以提供如本公开中所述和附图中所图示的各方面的整体结构、功能、制造和使用的全面理解。尚未详细地描述公知的操作、部件和元件,以免混淆本说明书中描述的方面。读者将理解的是,本文描述和图示的方面是非限制性方面,因此可以理解的是,本文公开的具体结构和功能细节可以是代表性的和示例性的。在不脱离权利要求的范围的情况下,可以对其进行变化和改变。

[0036] 在以下描述中,贯穿附图的几个视图中,相同的附图标记表示相同或对应的部分。同样在以下描述中,应理解的是,诸如“向前”、“向后”、“左”、“右”、“向上”、“向下”等术语是方便用语,并且不应被解释为限制性术语。

[0037] 本专利文件的公开内容的部分包含受版权保护的材料。版权所有人不反对任何人以传真方式复制专利和商标局专利文件或记录中出现的本专利公开内容,但保留本文公开的任何和所有版权。

[0038] 将导电材料沉积至传统印刷电路板的传统方法缺乏可持续性,因为这些方法可能需要资源消耗高并且产生大量废料的多次操作。例如,FR4/铜电路板的生产通常涉及各种固化、蚀刻、剥离和焊接步骤(这些步骤消耗电力和水),并产生废弃物料。仅举一个示例,在蚀刻的情况下,多余的铜导体在其从电路板组件去除后通常被作为废料处理。此外,诸如蚀刻溶液、剥离溶液、焊渣和废水处理污泥等的废弃物料通常是危险废料。

[0039] 此外,即使采用导电粘合剂(例如,诸如银环氧树脂的导电环氧树脂)来代替焊接的电路板生产方法也可能缺乏可持续性。例如,导电环氧树脂通常在被应用到电路板组件后不久就固化。该固化反应往往阻止多余的导电环氧树脂被再加工或重复使用,因为如果

在固化后被再加工,环氧树脂的导电性能会变差。因此,多余的导电环氧树脂往往被浪费。此外,当将多余的导电环氧树脂从电路板去除时,经常需要消耗清洁溶液。

[0040] 已经进行了各种尝试来提高传统印刷电路板的可持续性。例如,美国环境保护局(“EPA”)已发布了一份题为“Workshop Materials on WEEE Management in Taiwan《关于中国台湾废旧电子电器管理的研讨会材料》”(2012年10月10日讲义中),其公开内容通过引用整体结合于此,其提供了与传统印刷电路板的废料产生和再循环利用过程相关的更多细节。然而,这些再循环利用过程可能是昂贵的、耗时且效率低下。因此,需要用于制造和使用高度可持续电路组件的装置、系统及方法。与传统方法相比,制造和使用高度可持续电路组件不仅可以减少资源支出、使浪费最小化,而且显著地消除制造过程中产生的危险副产品,这种高度可持续电路板可以包括无害、易于回收和/或易于再循环利用的部件。这些无害、易于回收和/或易于再循环利用的材料可以被重复用于生产附加的电路组件中,从而减少对新原材料的需求。本公开内容提供了用于制造和使用高度可持续电路组件的这种装置、系统及方法。

[0041] 本文公开了用于制造和使用电路组件的装置、系统及方法的几个方面,该电路组件包括各种部件,例如基板、层、堆叠、接触点、迹线和电气组件(例如集成电路)。关于本文公开的特定电路组件所公开的各种方面(例如,特征、部件、材料、方法)可以被应用于其他公开的任何电路组件和/或方法,或者与其他公开的任何电路组件和/或方法组合。

[0042] 现参考图1,根据本公开的至少一个非限制性方面,描绘了电路组件10的分解立体图。电路组件10可以包括基板层100,该基板层包括接触点102的图案。根据图1的非限制性方面,描绘了两个接触点102。然而,在其他方面,接触点102的图案可以包括任何数量和布置的接触点(其包括单个接触点)。接触点102的图案可以由基板100支撑。接触点102的图案可以由易于回收的、可变形导电材料形成。

[0043] 如本文所用,术语“易于回收”可以意味着,可以从电路组件中回收材料:(i) 不密集使用诸如水的资源;(ii) 使用相对低的能量输入;和/或(iii) 使用不会导致材料的显著浪费和/或损失的技术和方法。不会导致材料的显著浪费和/或损失的方法可以意味着,重量百分比不少于60%的材料在回收过程中被浪费和/或损失,例如,重量百分比不少于70%、80%、90%、95%、96%、97%、98%、99%、99.5%或99.9%的所述材料在回收过程中被浪费或损失。以下参考图18来描述示例性的回收过程。易于回收的材料可以是易于再循环利用的材料。

[0044] 如本文所用,术语“易于再循环利用”可以意味着,材料可以进行再处理,以用于在进一步制造或其他工业用途中重复使用。如果用于最初制造随后回收的材料中的重量百分比不少于55%的材料可以被再加工和再利用(例如,重量百分比不少于60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%或者重量百分比不少于95%的用于最初制造随后回收的材料),则该材料可以是易于再循环利用的。通过回收和再处理易于回收、易于再循环利用的材料,通常可以减少生产新基础材料的需要。以下参考图19描述易于再循环利用的材料的示例性再循环利用过程。

[0045] 如本文所用的,术语“可变形导电材料”可以指的是诸如于2017年2月27日提交的并于2017年9月8日作为国际专利第W02017/15523A1号公布的、标题为“LIQUID WIRE(液态金属电线)”的、申请号为PCT/US2017/019762的国际专利中所公开的材料,其公开内容通过

引用整体结合于此。例如,可变形导电材料可以包括多种形式,例如液体、糊状物、凝胶和/或粉末等,其具有可变形(例如,软的、柔性的、可拉伸的、可弯曲的、弹性的、可流动的粘弹性的、牛顿的、非牛顿的等)性质。

[0046] 在各个方面,可变形导电材料可以包括电活性材料,例如由导电凝胶(例如,镓铟合金)制成的可变形导体。该导电凝胶可以具有剪切稀化成分,并且根据一些方面,可以包括所需比例的材料混合物。

[0047] 在一些方面,可变形导电材料的粘度在处于高剪切(例如,在运动中)下时可以在约10帕斯卡秒(Pa*s)和500Pa*s的范围内,例如在50Pa*s和300Pa*s范围内,和/或可以是约50Pa*s、约60Pa*s、约70Pa*s、约80Pa*s、约90Pa*s、约100Pa*s、约110Pa*s、约120Pa*s、约130Pa*s、约140Pa*s、约150Pa*s、约160Pa*s、约170Pa*s、约180Pa*s、约190Pa*s或约200Pa*s。在一些方面,可变形导电材料的粘度在处于低剪切(例如,静止)下时可以在1000000Pa*s和40000000Pa*s的范围内,和/或可以是约10000000Pa*s、约20000000Pa*s、约30000000Pa*s或约40000000Pa*s。

[0048] 在各个方面,导电凝胶可以包括共晶镓合金和氧化镓的混合物,其中,共晶镓合金和氧化镓的混合物具有:重量百分比(重量%)在59.9%和99.9%范围(例如,67%和90%的范围)内的共晶镓合金;以及重量%在0.1%和2.0%的范围(例如0.2%和1%的范围)内的氧化镓。例如,共晶镓合金和氧化镓的混合物可以具有:60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%、99%或诸如99.9%的更高的共晶镓合金;以及0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1.0%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%和2.0%的氧化镓。

[0049] 在各个方面,共晶镓合金可以包括任何元素比例的镓-铟或镓-铟-锡。在一些方面,共晶镓合金包括镓和铟。在一个方面,镓铟合金中镓的重量%在40%和95%的范围内,例如40%、41%、42%、43%、44%、45%、46%、47%、48%、49%、50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%、60%、61%、62%、63%、64%、65%、66%、67%、68%、69%、70%、71%、72%、73%、74%、75%、76%、77%、78%、79%、80%、81%、82%、83%、84%、85%、86%、87%、88%、89%、90%、91%、92%、93%、94%或95%。在一个方面,镓铟合金中铟的重量%在5%和60%范围内,例如5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%、21%、22%、23%、24%、25%、26%、27%、28%、29%、30%、31%、32%、33%、34%、35%、36%、37%、38%、39%、40%、41%、42%、43%、44%、45%、46%、47%、48%、49%、50%、51%、52%、53%、54%、55%、56%、57%、58%、59%或60%。在一些方面,共晶镓合金包括镓和锡。在一个方面,该合金中锡的重量%在0.001%和50%范围内,例如0.001%、0.005%、0.01%、0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、1.5%、2%、3%、4%、5%、6%、7%、8%、9%、10%、11%、12%、13%、14%、15%、16%、17%、18%、19%、20%、21%、22%、23%、24%、25%、26%、27%、28%、29%、30%、31%、32%、33%、34%、35%、36%、37%、38%、39%、40%、41%、42%、43%、44%、45%、46%、47%、48%、49%或50%。

[0050] 在各个方面,可变形导电材料可以是无害材料。如本文所用,术语“无害”可以意味

着,根据欧盟指令2002/95/EC、指令2011/65/EU和/或指令2015/863(即RoHS、RoHS 2、RoHS 3),材料符合RoHS(Restriction of Hazardous Substances(有害物质限制))规范。例如,在一些方面,无害材料可以包括:重量%小于0.01%的镉(Cd)、重量%小于0.1%的铅(Pb)、重量%小于0.1%的汞(Hg)、重量%小于0.1%的六价铬(Cr VI)、重量%小于0.1%的多溴联苯(PBB)、重量%小于0.1%的多溴联苯醚(PBDE)、重量%小于0.1%的邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)、重量%小于0.1%的邻苯二甲酸丁苄酯(BBP)、重量%小于0.1%的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)和重量%小于0.1%的邻苯二甲酸二异丁酯(DIBP)。

[0051] 本文公开的可变形导电材料可以是易于回收的和易于再循环利用的。在一些方面,本文公开的可变形导电材料可以是高度可持续的。如本文所用,术语“高度可持续”可以指的是:具有以下特征的材料或制品,即:是易于回收的和/或包括易于回收的部件;需要相对较少的能量和其他资源来制造;是无害的和/或包含无害部件;制造时不会产生有毒排放;和/或制造时不会产生其他废料。在一些方面,高度可持续的、可变形导电材料具有以下特征,即:可以是易于回收的;可能是无害的;可以在基本不排放VOC的同时制造的;可以在消耗相对少量的能量的同时沉积的;可以在单个操作中沉积的;或者可以在不消耗自然资源(例如水)并且同时基本不产生废料的情况下沉积的、回收的和再循环利用的;或它们的组合。在一些方面,高度可持续电路组件可以包括高度可持续的、可变形导电材料;可以包括包括有高度可持续材料的一个或多个层(例如,基板层、模板层、绝缘层等);和/或可以使用以下关于图7A和图7B至图17详细描述的各种制造技术来制造。

[0052] 在各个方面,可变形导电材料可以表现出对电路组件的各个层和电气元件的端子/接触的粘附性,如由“涂抹测试”所确定的。涂抹测试可以通过在层材料或端子/接触材料的试样上涂抹约 1cm^3 的可变形导电材料来执行。用棉签(即Q-Tip™)横过试样来涂抹可变形导电材料。如果可变形导电材料在未形成空隙的情况下涂覆试样,则可变形导电材料表现出对试样材料的粘附性。相反,如果将可变形导电材料涂抹至试样会导致可变形导电材料珠结,从而在试样上留下空隙,则可变形导电材料不会表现出粘附性。例如,可变形导电材料的一些配方可能具有使可变形导电材料珠结的表面张力。应当对与可变形导电材料有接触界面的所有材料执行涂抹测试,以测试粘附性(例如,端子、通道、引线、接触点壁等)。

[0053] 再次参考图1,电路组件10可以包括电气元件104。电气元件104可以由基板100支撑,并且可以包括一个或多个端子106。根据所使用的电气元件104的类型,一个或多个端子106可以被配置为各种布置,如以下更详细地讨论的。因此,可以基于电气元件104的端子106的数量和布置来配置接触点102的图案,使得接触点102的图案与一个或多个端子106对准或以其他方式与之对应。根据图1的非限制性方面,一个或多个端子106用虚线(透视图)示出,因为它们位于电气元件104的从图1中所示的视角看不到的面上。电气元件104的一个或多个端子106可以接触接触点102的图案的一个或者多个对应部分,以在电气元件104与接触点102的图案之间形成一个或者多个电连接。例如,如箭头108所示,当电气元件104粘附到、附接到、接近于基板100或以其他方式由其支撑时,一个或多个端子106可以接触接触点102的图案的一个或多个对应部分。因此,电路组件10的各个方面可以能够在没有焊接或用于产生电连接的其他常规处理的情况下产生电连接。

[0054] 在各个方面,接触点102的图案可以通过以下方式由基板100支撑:例如通过直接形成在基板的表面上、通过凹陷到基板100中、通过形成在基板100上方的另一层材料上、或

者通过其他方式。电气元件104可以通过以下方式由基板100支撑:例如通过直接附接至基板100的表面、通过附接至由基板100支撑的另一部件、例如通过粘附至接触点102的图案、或者以其他方式由接触点102的图案支撑。

[0055] 在各个方面,电路组件10可以包括:可重复使用的导电迹线的图案(未示出),其由可变形导电材料形成并由基板100支撑。在一些方面,可重复使用的导电迹线的图案可以类似于以下公开的迹线。可重复使用的导电迹线的图案可以与接触点102的图案互连。在一个方面,接触点102和可重复使用的导电迹线的图案可以由相同的可变形导电材料形成。

[0056] 图1的各种元件可以包括:多种易于回收和/或易于再循环利用的材料中的一种或多种。在各个方面,基板100可以包括:例如,热固性塑料材料;热塑性材料(即热塑性聚合物),例如,热塑性聚氨酯(TPU)、高密度聚乙烯(HDPE)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚氯乙烯(PVC)、低密度聚乙烯(LDPE)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS);织物;木材;纸或其他绝缘材料;或它们的组合。

[0057] 仍然参考图1,电气元件104可以是任何电气、电子、机电和/或电动装置或特征,例如集成电路、半导体、晶体管、二极管、LED、电容器、电阻器、电感器、开关、端子、连接器、显示器、传感器、印刷电路板或其他装置或特征。在一些方面,电气元件104可以包括裸元件。在一些方面,电气元件104可以局部地或完全地封装在各种类型的封装中。在一些方面,如下详细描述,在电气元件104包括集成电路和/或半导体的情况下,可以使用广泛的封装类型。例如,电气元件104可以包括:裸芯片形式的集成电路。作为另一个示例,电气元件可以包括:安装到基板但未完全封装在封装中的芯片,例如芯片级装置。

[0058] 仍然参考图1,电路组件10可以是高度可持续电路组件。高度可持续电路组件10可以包括基板层100,该基板层包括:诸如,例如热塑性聚合物的易于回收的材料;或以上公开的各种基板材料中的一种或多种。高度可持续电路组件10可以包括接触点102,该接触点包括:诸如,易于回收的、可变形导电材料(例如,高度可持续的可变形导电材料),例如以上公开的各种可变形导电材料中的一种或多种。在各个方面,可以使用以下关于图7A和图7B至图19详细描述的各种制造、回收和再循环利用技术来制造和/或处理电路组件10。因此,高度可持续电路组件10可以包括:可以在不消耗自然资源(例如水)和/或基本不产生废料的情况下形成和/或沉积、回收和再循环利用的部件。

[0059] 已经描述了电路组件10的一般实施方式,在一些方面,电路组件10可以是高度可持续电路10,本公开转向各种其他电路组件。上述电路组件10的任何方面(例如,基板层100、接触点102的图案、电气元件104、一个或多个端子106等)可以被应用于下文所述的各种其它电路组件。同样,以下描述的各种其它电路组件的任何方面均可以被应用于电路组件10。因此,以下描述的任何电路组件均可以是高度可持续电路组件。

[0060] 现参考图2,根据本公开的至少一个非限制性方面,描绘了电路组件12的局部分解立体图。根据图2的非限制性方面,电路组件12可以包括:被配置在表面贴装封装中的集成电路(IC) 116,该集成电路具有引线118A至118F(统称为引线118;引线118E至118F未示出)形式的端子。电路组件12可以包括基板层110,该基板层包括接触点112A至112F(统称为接触点112)的图案,该接触点的图案包括可变形导电材料并且被布置成与IC 116的引线118的覆盖区相对应。在各个方面,接触点112可以以焊盘的形状形成,该焊盘通常被用于在IC 116与印刷电路板之间进行电连接。也可以由可变形导电材料制成的可重复使用的导电迹

线114A至114F(统称为可重复使用的导电迹线114)分别连接到接触点112A至112F,并且可以延伸到基板层110的边缘。如将在本文中进一步详细描述,接触点112的图案和/或可重复使用的导电迹线114可以被特别配置为经由图18和图19的方法1000、2000来重复使用。可重复使用的迹线114可以被用于例如将集成电路116连接到其他电气元件、电路、端子等。如箭头120所示,当集成电路116粘附到、附接到、接近于基板110、放置到基板110上或以其他方式由基板110支撑时,引线118A至118F分别接触相应的接触点112A至112F。在图2的非限制性方面,接触点112和可重复使用的迹线114通过例如柔版印刷、雕版印刷、喷射印刷、3D印刷、模板印刷、掩模喷涂、挤出、滚动、刷涂、丝网印刷、图案沉积或任何其它合适的技术而形成在基板层110的表面上并突出在该基板层上方。

[0061] 根据本公开的非限制性方面,图3A至图3E是图示了电路组件12的示例性方面的、通过图2的线A至A截取的横截面图。尽管在图3A至图3E中描绘了特定的接触点(即接触点112C、112D)、引线(即引线114C、114D)和端子(即端子118C、118D),但是所呈现的各种细节可以应用于接触点、引线和/或端子的任何实例。因此,这些部件在以下被称为接触点112、引线114和端子118。

[0062] 现参考图3A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了在使IC 116接近于基板层110之前的电路组件12。

[0063] 现参考图3B,根据本公开的至少一个非限制性方面,电路组件12被图示为:IC 116由基板层110支撑,并且在引线118和接触点112之间形成欧姆接触。IC 116通过粘合剂层122固定到基板层110。在图3B的非限制性方面,引线118已经使接触点112的一些可变形导电材料移位。引线118对可变形导电材料的移位可以使可变形导电材料符合引线118的形状,并且可以在接触点112与IC 116之间提供额外的接触表面积以及改进的电连接。

[0064] 现参考图3C,根据本公开的至少一个非限制性方面,电路组件12被图示为具有封装剂124,该封装剂覆盖集成电路116、引线118、接触点112或可重复使用的迹线114或其任何组合的全部或一部分。封装剂124还可以填充集成电路116、引线118和基板层110之间的空间。封装剂124可以包括硅基材料,例如聚二甲基硅氧烷(PDMS)、聚氨酯、环氧树脂、聚酯、聚酰胺、清漆以及可以提供保护涂层和/或有助于将电路组件12保持在一起的任何其他材料。在各个方面,封装剂124可以是热塑性聚合物(例如,与基板层110相似或相同的聚合物材料)。因此,封装剂124可以包括高度可持续的材料。

[0065] 现参考图3D,根据本公开的至少一个非限制性方面,电路组件12被图示为具有直接接触基板层110的IC 116。在一些方面,基板层110可以包括具有足以将IC 116固定到基板层110的粘性特性的固有粘合剂或粘性材料。在一些方面,上文关于图3C所描述的封装剂124可以在不需要粘合剂122的情况下将IC 116直接固定到基板层110。在一个方面,与使用了粘合剂122的电路组件12的非限制性方面相比,配置电路组件12使得IC 116直接接触基板层110可以导致引线118进一步压入到接触点112中。

[0066] 现参考图3E,电路组件12被图示为具有附接到基板层110的表面并且位于接触点112的图案与基板层110之间的材料的层126。层126可以执行各种功能。例如,基板层110可以由柔性或可拉伸材料制成,而层126可以由相对更刚性或可拉伸性较差的材料制成,以防止基板110的靠近IC 116或其他电气元件的区域的弯曲或拉伸。因此,层126可以用以防止集成电路116的端子118与接触点112之间的连接故障,否则,该连接故障可能由于基板110

的弯曲或拉伸而发生。作为另一示例,层126可以对IC 116或其他电气元件执行散热或消热功能。作为又一示例,层126可以具有比基板层110的粘附性或粘性特性更大的粘附性或粘性特性。因此,层126可以在有或没有粘合剂122的情况下使用,并且可以用于将IC 116或其他电气元件固定到基板层110。在一些方面,层126可以附加地或替代地位于基板层110的与IC 116附接到的基板层110的表面相对的表面上。在一些方面,层126可以附加地或替代地位于基板内。在一些方面,层126可以附加地或替代地位于电路组件12的其他位置。层126可以形成连续的材料片材,或者其可以例如利用对于任何或所有接触点112、可重复使用的迹线114、集成电路116或其他部件的开口而被图案化。层126可以包括诸如例如TPU、玻璃纤维、PET、聚酰亚胺 (PI) 或B级树脂膜的材料。在各个方面,层126可以包括热塑性聚合物(例如,与基板层110相似或相同的聚合物材料)。因此,层126可以包括高度可持续的材料。

[0067] 现参考图4,根据本公开的至少一个非限制性方面,描绘了电路组件14的局部分解立体图。电路组件14可以包括基板层128、接触点126A至126F(统称为接触点126)的图案、可重复使用的迹线130A至130F(统称为可重复使用的迹线130)以及包括端子134A至134F(统称为端子134)的IC 132。电路组件14可以类似于图2的电路12,除了电路组件14的接触点126和迹线130可以由基板层128中的凹陷形成,该凹陷部分地或完全地填充有可变形导电材料。基板层128中的接触点126凹陷可以通过以下方式形成:通过利用机械光学(例如激光)、化学、电学、超声或其它设备或它们的组合来钻孔、布线、刻蚀、切割或任何其它去除材料的方法来去除基板层128片材的部分。替代地或附加地,基板层128可以经由模制、铸造、3D打印或其他形成工艺而形成有接触点126凹陷。可变形导电材料可以通过包括印刷、模板印刷、喷涂、轧制、刷涂以及用于将材料沉积在凹陷中的任何其它技术的上述任何工艺而沉积在接触点126凹陷中。此外,接触点126凹陷可以过度填充有可变形导电材料,然后,可以使用包括刮擦、滚动、刷洗等的任何合适的技术来去除多余的材料,使其与基板层128的周围表面齐平、突出超过基板层128的周围表面(即过度填充)或者凹陷在基板层128的周围表面内(即填充不足),如以下更详细描述。

[0068] 根据本公开的非限制性方面,图5A至图5C是图示了的电路组件14的示例性方面的通过图4中的线B至B截取的横截面图。尽管在图5A至图5C中描绘了特定的接触点(即,接触点126C、126D)、引线(即,引线130C、130D)和端子(即,端子134C、134D),但是根据具体情况,所呈现的各种细节可以应用于接触点、引线和/或端子的任何实例。因此,这些部件在以下被称为接触点126、引线130和端子134。

[0069] 现参考图5A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了在使IC 132接近基板层128之前的电路组件14。

[0070] 现参考图5B,根据本公开的至少一个非限制性方面,电路组件14被图示为:IC 132由基板层128支撑,并且在引线134与接触点126之间形成欧姆接触。在一些方面,IC 132直接安装到基板层128,如以上关于图3D中的基板层110所解释的,该基板层128例如可以包括自粘附表面。或者,可以使用粘合剂或任何其他合适的技术(例如,上面关于图3B至图3E描述的那些技术)将IC 132附接到所述基板。在图5B的非限制性方面,引线134突出到接触点126中,并且使一些可变形导电材料移位。引线134对可变形导电材料的移位可以使可变形导电材料符合引线134的形状,并且可以在接触点126与IC 132之间提供额外的接触表面积以及改进的电连接。

[0071] 在图2、图3A至图3E、图4和图5A至图5B的非限制性方面,各个IC都被图示为表面贴装封装,例如SOT23-6(小外形晶体管,六引线)封装。当然,任何其他类型的IC封装和电子部件都可以与本文公开的电路组件(例如,如以上关于图1的电气元件104公开的)一起使用。例如,现参考图5C,根据本公开的至少一个非限制性方面,电路组件14被图示为具有作为集成电路(代替IC 132)的芯片级封装136。芯片级封装136包括焊接凸点138。与引线134类似,焊接凸点138可以与接触点126形成欧姆接触。

[0072] 在各个方面,无引线芯片载体可以与本文公开的电路组件一起使用。无引线芯片载体可以具有带有平坦引线表面的端子,该平坦引线表面在不破坏可变形导电材料的图案的情况下向所公开的任何接触点提供良好的界面。在其它方面,具有突出焊料结构的封装((例如,球栅阵列(BGA)和晶圆级芯片级封装(WL-CSP)(诸如图5C中所示的芯片级封装136))和具有略微突出引线的封装(例如,引线芯片载体)可以与本文公开的电路组件一起使用。可以使用具有突出的焊料结构或引线的封装,因为可变形导电材料可以允许使突出的焊接结构或引线沉至接触点中,并且在不使可变形导电材料移位太多而破坏图案的情况下产生可靠的欧姆连接。

[0073] 现参考图6,根据本公开的至少一个非限制性方面,描绘了电路组件16的局部分解立体图。电路组件16可以包括基板层140、接触点144A至144F(统称为接触点144)的图案、可重复使用的迹线146A至146F(统称为可重复使用的迹线146)、以及包括端子150A至150F(统称端子150)的IC 148。除了在形成接触点144的图案和可重复使用的迹线146之后而在附接集成电路148之前将材料层142附接到基板层140的表面之外,电路组件16可以类似于图4的电路组件14。层142可以类似于例如图3E的非限制性方面的层126。根据图6的非限制性方面,层142包括:用于接触点144的开口152A和152B。然而,层142可以包括任何数量和图案的开口,以将可以实施的接触点144的各种图案暴露。

[0074] 除了封装的集成电路和其他装置外,裸集成电路芯片和其他部件也可以与本文公开的电路组件一起使用。例如,包括接合焊盘或接触焊盘的IC芯片可以附接到具有与芯片上的接合焊盘或接触焊盘的图案相对应的接触点的齐平或突出图案的基板层。在一些方面,裸集成电路芯片可以安装有接合焊盘或接触焊盘,该接合焊盘或接触焊盘面向包括接触点的基板的表面(例如,芯片可以倒置安装)。这种安装可以导致接触点的可变形导电材料与接合焊盘或接触焊盘形成欧姆连接。

[0075] 尽管,可变形导电材料通常示出为与在图4、图5A至图5C和图6的电路组件14和16中的基板的表面齐平,但是附加地或替代地,可变形导电材料可以形成于基板层128、140的表面之下(即,凹陷其中)或突出于(即,突出超过)基板层128、140的表面之上。在一些方面,例如,通过用材料仅局部地填充接触点126、144的一些或全部凹陷或者通过刮擦、刷洗、刨削、刻蚀、蒸发等来去除一些材料,可变形导电材料可以形成于基板层128、140的表面之下。在一些方面,可变形导电材料可以通过图案沉积、模板印刷、各种形式的印刷等而形成于基板层128的表面之上。在一些非限制性方面,可变形导电材料通过使用具有与接触点126、144的凹陷的图案相匹配的图案的释放层而形成于基板层126、144的表面之上。该释放层可以被定位在基板层128、140上方,并且凹陷的图案可以被过度填充,并且然后,与释放层的顶表面齐平地刮擦。然后,可以将该释放层去除,以以下描述的方式留下突出的可变形导电材料。

[0076] 图2、图3A至图3E、图4、图5A至图5C和图6通常示出了电路组件12、14、16在基板层的表面上或部分延伸到基板层中的接触点和可重复使用的迹线。在本公开的各个方面,本文描述的电路组件可以被配置成使得一些或所有接触点和/或可重复使用的迹线延伸穿过基板层的整个厚度。例如,接触点可以被实现为穿过基板层的过孔,如下所述,基板层又可以用作堆叠层。

[0077] 已描述了电路组件10、12、14和16(其在一些方面可以是高度可持续电路)的一般实施方式,本公开转向各种其他电路组件及其制造方法。下文所述的各种其它电路组件具有堆叠层,该堆叠层包括:被配置成包括可变形导电材料的通道。上述电路组件10、12、14和16中的任何方面(例如,基板层、接触点的图案、电气元件(例如,IC)、一个或多个端子等)可以被应用于下述各种其他电路组件中的任一者。同样,下文所述的各种其它电路组件的任何方面及其制造方法可以被应用于上述电路组件10、12、14和16。

[0078] 根据本公开的非限制性方面,图7A和图7B至图15A和图15B图示了各种中间电路组件和最终电路组件。在一些方面,图7A和图7B至图15A和图15B可以对应于用于制造中间电路组件和最终电路组件的方法的各种步骤。图7B、图8B、图9B、图10B、图11B、图12B、图13B、图14B和图15B分别是图7A、图8A、图9A、图10A、图11A、图12A、图13A、图14A和图15A的横截面图。

[0079] 现参考图7A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了在将基板层250与第一堆叠层252堆叠之前的电路组件20A的立体图。在图7的非限制性方面,第一堆叠层252被示出为模板层。在其他方面,第一堆叠层252可以是绝缘层。在一些方面,电路组件20A可以包括:附接到第一堆叠层252的释放层254。图7B是通过图7A的线C至C截取的横截面图。图7A和图7B可以对应于用于制造高度可持续电路组件的开始步骤或中间步骤。基板层250和第一堆叠层252以及图8A和8B至图15A和图15B中所示的任何附加堆叠层(例如,层270、276、282等)可以由以上关于图1的基板层100描述的材料制成。例如,基板层250和第一堆叠层252可以由诸如TPU的易于再循环利用的聚合物材料制成。基板层250通常可以是不间断的材料片材,而第一堆叠层252和释放层254可以包括:一个或多个通道(例如,开口;例如,通道256和258)的图案,该通道被配置成容纳可变形导电材料。在各个方面,通道256、258可以是穿过材料片材的整个厚度来切割的通道,所述材料片材用于产生掩模或模板,从而产生第一堆叠层252(例如,模板层)。释放层254可以比第一堆叠层252薄,并且可以被堆叠到第一堆叠层252上。

[0080] 在各个方面,在生产本文公开的各种电路组件期间,释放层(诸如例如释放层254)可以被应用并被去除。在某些方面,释放层可能是电路组件的制造过程中产生的唯一重要“废料”产品。因此,可以优选选择不包括释放层的电路组件设计和材料。

[0081] 然而,在各个方面,可能希望使用释放层来生产本文公开的各种电路组件,例如,以实现下述的接触点配置。在生产过程中使用释放层的情况下,该释放层可以由易于再循环利用的材料(例如,硅化或未硅化的PET膜,或硅化或未硅化的纸基释放膜)形成。用于使这些释放层再循环利用的方法在2014年9月30日公布的、标题为“PROCESS FOR RECYCLING WASTE FILM AND PRODUCT MADE THEREFROM(用于回收废膜及其制备的产品的过程)”、公开号为8,842,840的美国专利公开中进行了描述,其公开内容通过引用整体结合于此。用于这些再循环利用过程的方法也已被商业化,例如,由三菱以ReprocessTM的名称进行商业化。因

此,包括易于再循环利用的释放衬垫和/或使用易于再循环利用的释放衬垫所制造的电路组件可以是高度可持续电路组件。

[0082] 再次参考图7A和图7B,通道256、258可以使用消减技术(例如,激光切割、钻孔、布线、模切、水射流切割等)而形成在第一堆叠层252中,并且如果适用的话,可以形成在释放层254中。在其他方面,第一堆叠层252和/或释放层254以及通道256、258可以使用增材制造技术(例如,3D打印、图案沉积、模制(注塑、压制)等)形成。这些技术可以类似地应用于形成以下关于图8A和图8B至图15A和图15B公开的附加堆叠层(例如,堆叠层270、276、282等)。

[0083] 在各个方面,用于形成本文公开的电路组件的层的技术可能会产生废料(例如,由于切割通道等)。产生的废料量可能相对较小,因为通道特征可能较小,并且因此仅需去除少量材料(例如,通道特征通常可以具有微米级的宽度和/或深度,例如80微米至400微米范围内的宽度和/或深度)。然而,因为本文公开的电路组件的层可以包括易于回收和易于再循环利用的材料,所以在形成层期间产生的废料可以被收集,被再处理,并被用于制造后续层和/或电路组件。

[0084] 现参考图8A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了在将基板层250与第一堆叠层252堆叠之后的电路组件20B的立体图。图8B是通过图8A的线D至D截取的横截面图。图8A和图8B可以对应于用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。在随后的制造步骤之前,基板层250和第一堆叠层252可以被接合、熔融或固化在一起,或者以其他方式利用任何合适的工艺和/或材料彼此附接。例如,在一些方面,基板层250和第一堆叠层252可以在堆叠位置被索引(例如,使用索引销)。在一些方面,基板层250和第一堆叠层252可以由TPU或其他热塑性材料制成,并且可以利用热量和压力而被接合在一起。在一些方面,基板层250和/或第一堆叠层252可以由固有的粘性材料(例如,b级树脂材料或脂族TPU膜(例如Huntsman Krystalflex™))制成。在一些方面,基板层250和第一堆叠层252可以通过自粘合以及压力而接合在一起。在一些方面,基板层250和/或第一堆叠层252可以由UV可固化材料制成,并且在堆叠之后暴露于UV光源。如下所述,在堆叠期间基板层250和第一堆叠层252的接合可以使通道256和258在基板层250与第一堆叠层252之间的界面处被密封,并且确保在使可变形导体材料沉积时没有泄漏。可变形导体的泄漏可以附加地或替代地以其它方式来防止,例如:通过配置可变形导电材料配方来防止泄漏(例如,调节可变形导电材料的流变参数);通过使用工具(例如,将层夹紧和/或使用销);以及调节在电路组件的制造期间使用的操作参数(例如,调节擦拭操作的施加压力)。

[0085] 现参考图9A,图示了在用可变形导电材料260过度填充第一堆叠层252的通道256和258之后的电路组件20C的立体图。图9B是通过图9A的线E至E截取的横截面图。图9A和图9B可以对应于用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。可变形导电材料260可以包括以上关于图1公开的任何可变形导电材料。在各个方面,可变形导电材料260可以是易于回收的和/或高度可持续的,从而使得电路组件20能够成为高度可持续电路叠层。例如,可变形导电材料260可以包括以上公开的导电凝胶(例如,镓铟合金)。用一次性导电材料260过度填充通道256、258可以使用任何合适的技术(例如,挤压、滚动、擦拭、喷涂、印刷、刷涂、沉积等)来执行。在一些方面,可以使用棉签并用可变形导电材料260来过度填充通道256、258。使用棉签可以包括:将可变形导电材料260完全加工到通道256、258中。

[0086] 现参考图10A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了在擦除多余的可变形

导电材料260期间的电路组件20D的立体图。图10B是通过图10A的线F至F截取的横截面图。图10A和图10B可以对应于用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。在将可变形导电材料260沉积到电路组件20上(例如,过度填充到通道256、258中)之后,可以将多余的可变形导电材料260从第一堆叠层252的表面或者如图10A和图10B的非限制性方面所示的释放层254擦除。该擦除可以使用擦除工具262沿着箭头264所示的方向执行。擦除工具262可以是刮板,该刮板包括具有弹性特性的刀片,并且被配置成在第一堆叠层252和/或释放层254的表面上平移的同时向第一堆叠层252和/或释放层254的表面施加向下的压力,视情况而定。这种擦除操作可以导致多余的可变形导电材料260在工具262的前面形成小丘266,该小丘可以有助于填充通道256和258的任何填充不足的区域。多余的可变形导电材料260可以被收集并用于填充通道或在另一电路组件中形成可重复使用的迹线和/或接触点。本文所述的各种沉积方法可以使用用于将可变形导电材料260应用到电路组件的每一层的单一操作。在一些方面,不需要进一步的操作,以在电路组件中产生功能上可重复使用的迹线和/或接触点。

[0087] 为了评估在生产环境中收集并重复使用可变形导电材料的可行性,发明人收集从几次沉积和擦除操作中回收的可变形导电材料(即,在几次电路组件沉积操作中回收并重复使用相同的散装材料),并测试性能。实验发现,与原始原料相比,从先前操作中回收的多余的材料提供基本无差别的性能,如以下的示例1和示例2中所示。因此,与传统电路板和相关方法相比,本文公开的各种电路组件和相关方法可以减少或消除废料的产生,和/或减少或消除由导电材料的沉积引起的资源消耗。例如,如上面详细描述,生产FR4/铜电路板的传统方法经常涉及各种资源消耗的固化、刻蚀和剥离步骤,这些步骤生成诸如刻蚀的多余的铜导体和其他废弃物料的废料。此外,用于代替焊接的环氧基导电粘合剂由于其在固化后可重复使用的能力降低而经常被浪费。相反,在各个方面,本文所述的可变形导电材料可以沉积到电路组件上,并且可以在不消耗资源(例如,水)、不花费能量(例如,不耗电、不施加热、不必焊接等)、不浪费可变形导电材料(例如,因为其可以被收集和重复使用)、不产生其他废品(例如,不使用清洁溶剂、不进行化学刻蚀等)和/或不产生危险的副产品(例如,由于可变形导电材料可以是无害的)的情况下收集和重复使用多余的可变形导电材料。

[0088] 现参考图11A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了电路组件20E的立体图,其中,可变形导电材料260大致与释放层254的表面267齐平,并且其中,所有或大部分多余的可变形导电材料260被去除。图11B是通过图11A的线G至G截取的横截面图。图11A和图11B可以对应于在沉积步骤(例如,过度填充和/或擦除步骤)之后发生的用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。根据用于去除多余的材料的技术,可变形导电材料的薄片可以保留在释放层254的表面267上。因此,如图12A和图12B中所示,可以例如通过将释放层254从电路组件20E剥落以在第一堆叠层252上留下干净的顶表面268而将释放层254去除。被去除的释放层254可以被收集并被再加工,以形成新的释放层或其他物品,例如塑料瓶等。

[0089] 现参考图12A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了电路组件20F的立体图,其中,可变形导电材料260与第一堆叠层252的表面268大致齐平,并且其中,所有或大部分多余的可变形导电材料260被去除。图12B是通过图12A的线H至H截取的横截面图。通道256和258中的可变形导电材料260被示出为与表面268大致齐平。例如,这可以通过不使用

释放层或者通过使用释放衬垫254来实现,释放衬垫254足够薄(例如,在1-10微米、10-100微米或千分之1-10英寸厚的范围内),使得:在将其去除之后,剩余的可变形导电材料260与表面268有效地齐平。因此,在一些方面,在图7A和图7B至图11A和图11B的视图中,释放层254的厚度可能被夸大。在各个方面,如果需要避免至少量的可变形导电材料260的突出,则在去除释放层254之后,可以通过擦拭、刮擦、刷洗等从通道256和258将可变形导电材料260的少量突出去除,从而使可变形导电材料260与第一堆叠层252的表面268齐平。因此,在一些方面,在使用释放层254的情况下,图12A和图12B可以对应于在去除释放层254之后发生的用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。并且在一些方面,在不使用释放层的情况下,图12A和图12B可以对应于在沉积步骤(例如,过度填充和/或擦除步骤)之后发生的用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。

[0090] 在各个方面,可变形导电材料260可以保持略高于表面168。因此,在一个方面,释放层254的厚度可以被有意地设定成可以使可变形导电材料260在第一堆叠层252的顶表面268上方突出预定量的值。

[0091] 图12A和图12B的电路组件20F可以在制造时具有实用性,或者其可以用作附加层的基座。例如,与上面关于图1至图6描述的电路组件10、12、14和16类似,如所制造的,电路组件20F可以包括接触点的图案(例如,图1的接触点102),以接合电气装置(例如,图1的电气元件104)的端子(例如,附图1的端子106),所述电气装置可以附接到、粘附到第一堆叠层252、安装在第一堆叠层252上或以其他方式由第一堆叠层252支撑。在一个方面,在这样的应用中,可变形导电材料260可以突出到第一模板层252的顶表面268之上。该突起可以允许可变形导电材料260更好地接合电气装置的端子。通道256、258的配置可以被修改成包括不同数量、尺寸、形状等的导电通道。因此,包括可变形导电材料260的通道256、258可以用作接触点和/或可重复使用的迹线(例如,以上关于图1至图6公开的各种接触点和可重复使用迹线)。

[0092] 作为另一个示例,所制造的电路组件20F可以被用作电路元件本身。例如,填充有可变形导电材料260的一个或多个通道256、258可以用作传输线,例如带状线或作为电路电容器。在这样的实施方式中,绝缘层(例如,图13A和图13B的第二堆叠层270)可以被堆叠在第一堆叠层252的顶部上,以包围以及保护可变形导电材料260。

[0093] 在各个方面,电路组件20F可以包括附加的层,以创建堆叠的电路组件。例如,现参考图13A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了具有堆叠在第一堆叠层252上的第二堆叠层270的电路组件20G。图13B是通过图13A的线J至J截取的横截面图。图13A和13B可以对应于在堆叠步骤之后(例如,在将第二堆叠层270堆叠在第一堆叠层252上之后)发生的用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。第二堆叠层270可以是绝缘层或模板层。在图13A和图13B的非限制性方面,第二堆叠层270用作绝缘层,并且覆盖第一堆叠层252的通道的图案的至少一部分(例如,覆盖通道256、258的至少一部分)。第二堆叠层270可以包括通道的图案。该通道的图案可以是例如过孔272、274,所述过孔分别与由第一堆叠层252的通道256、258形成的可重复使用的迹线的一部分对准。第二堆叠层270、过孔272和274以及可变形导电材料260可以使用以上关于电路组件20A至20F的第一堆叠层252、通道256和258以及可变形导电材料260所述的任何材料和技术来形成、附接和沉积。例如,电路组件20G可以包括:附接到第二堆叠层270的释放层(未示出)(例如,类似于释放层254)。

[0094] 如由图13B的非限制性方面所图示,第二堆叠层270中的过孔272与第一堆叠层252中的通道256的一部分对准。因此,当过孔272填充有可变形导电材料260时,其与通道256形成连续的导电结构。第二堆叠层270中的过孔272、274可以具有多种功能。例如,过孔272、274可以用作用于一个或多个电气装置(例如,图1的电气元件104)的接触点(例如,类似于图1的接触点102)。因此,如图13A和图13B的非限制性方面所示,过孔272、274可以被用作具有两个连接引线或端子的电气元件(例如,电阻器、电容器或任何其他电气元件)的接触点。作为另一个示例,过孔272、274本身可以用作电路元件,例如传输线或传感器。作为又一示例,过孔272、274可以将由第一堆叠层252中的通道256和258形成的可重复使用的迹线与第二堆叠层270上方的另一层中的可重复使用的迹线电连接。图13A和13B中所示的过孔272、274的图案仅仅是一个示例,并且该图案可以被修改成包括任何数量、形状、布置等的导电通道。

[0095] 现参考图14A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了具有堆叠在第二堆叠层252上的第三堆叠层276的电路组件20H的立体图。图14B是通过图14A的线K至K截取的横截面图。图14A和图14B可以对应于在堆叠步骤之后(例如,在将第三堆叠层276堆叠在第二堆叠层270上之后)发生的用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。第三堆叠层276可以是绝缘层或模板层。第三堆叠层276可以包括:与第二堆叠层270中的过孔272、274对准的通道(例如,通道278和280)的图案。第三堆叠层276、通道278和280以及可变形导电材料260可以使用以上关于电路组件20A至20G公开的任何材料和技术来形成、附接、沉积等。例如,电路组件20H可以包括:附接到第三堆叠层276的释放层(未示出)(例如,类似于释放层254)。

[0096] 类似于第一堆叠层252和第二堆叠层270中的通道的图案,第三堆叠层276中的通道(例如,通道278和280)的图案可以具有多种功能。例如,第三堆叠层276的通道的图案可以用作一个或多个电气装置的接触点;通道的图案本身可以用作电路元件,例如用作传输线或传感器;通道的图案可以用作可重复使用的迹线,该迹线电连接到第二堆叠层270中的过孔272和274;等等。图14A和图14B中所示的通道(即通道278和280)的图案仅仅是一个示例,并且该图案可以被修改成包括任何数量、形状、布置等的导电通道。

[0097] 现参考图15A,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了具有堆叠在第三堆叠层276上的第四堆叠层282的电路组件20J的立体图。图15B是通过图15A的线L至L截取的横截面图。图15A和图15B可以对应于在堆叠步骤之后(例如,在将第四堆叠层282堆叠在第三堆叠层276上之后)发生的用于制造高度可持续电路组件的一个或多个步骤。第四堆叠层282可以是绝缘层或模板层。第四堆叠层282可以包括:与第三堆叠层276中的通道278、280对准的通道(例如,通道284和286)的图案。第四堆叠层282、通道284和286以及可变形导电材料260可以使用以上关于电路组件20A至20H公开的任何材料和技术来形成、附接、沉积等。例如,电路组件20J可以包括:附接到第四堆叠层282的释放层(未示出)(例如,类似于释放层254)。

[0098] 类似于第一堆叠层252、第二堆叠层270和第三堆叠层276中的通道的图案,第四堆叠层282中的通道(例如,通道284和286)的图案可以具有多种功能。例如,第四堆叠层282的通道的图案可以用作一个或多个电气装置的接触点;通道的图案本身可以用作电路元件,例如用作传输线或传感器;通道的图案可以用作过孔,该过孔电连接到第三堆叠层276

的通道278和280至第二电路组件(未示出);通道的图案可以用作在电气元件的外部硬端子之间进行“硬对软连接”的接触点等。图14A和图14B中所示的通道(即,通道278和280)的图案仅是一个示例,并且该图案可以被修改成包括任何数量、形状、布置等的导电通道。

[0099] 如从图15B的非限制性方面清晰可见的,存在穿过第一堆叠层252中的通道256、过孔272、通道278和通道284(例如,焊盘284)的连续导电路径。图7A和图7B至图15A和图15B的非限制性方面中所示的堆叠层和通道仅用于图示的目的,并且可以被修改成:创建作为完整叠层或者当将多个堆叠组合时作为模块化组件的任何类型的电路布置。例如,可以改变包括过孔和连接点(例如,焊盘)的层以及包括可重复使用迹线的层的顺序。此外,可以改变堆叠层和基板层的总数和相对位置。一些层可以包括:可重复使用的迹线、过孔和焊盘或它们的任何组合。

[0100] 给定了可以实施的通道的数量配置,本领域普通技术人员将理解的是,电路组件20的任何堆叠层都可以具有电路功能以及用于堆叠中与其相邻的堆叠层的绝缘功能。例如,再次参考图15A的非限制性方面,第四堆叠层282被示出为:至少部分覆盖第三堆叠层276(其被示为模板层)的绝缘层。在一些方面,电路组件20的用作绝缘层的任何堆叠层(例如,如图15A中所示的第四堆叠层282)被配置成:当电路组件20被安装到其最终用途应用时,使待暴露的可变形导电材料260最小化。这可以有助于防止可变形导电材料从电路组件20中去除(例如,被异物或惯性力从堆叠层中的通道中拉出)。在其他方面,在电路组件20(例如,20A、20B、20C、20D、20E、20F、20G、20H、20J)的各种非限制性方面均不是最终形式而是中间制造制品的情况下,可能不需要限制与周围环境通信的可变形导体的量。例如,图15A、图15B的电路组件20J可以用作与第二电路子组件(未示出)结合以形成最终电路组件的子组件。这种非限制性方面的电路叠层可以可选地具有:被安装以形成电路组件的一个或多个电气元件。应当理解的是,这样的示例展示了设计电路叠层和电气组件的模块化方式。此外,应当注意的是,任何电路组件20(例如,20A、20B、20C、20D、20E、20F、20G、20H、20J)可以作为其最终形式的电路组件而存在。

[0101] 现参考图16,图示了根据本公开的至少一个非限制性方面的电路组件20K的横截面图。为了说明的目的,图16的非限制性方面被示出为具有与图15B中的层类似的层。然而,如上所述,在其他方面,电路组件20K可以具有任何数量和组合的层。根据图16的非限制性方面,电路组件20K可以包括:层277、子层277或层277的一部分(统称为子层277)。子层可以包括:已经形成在其上和/或其中的导电元件(例如,可重复使用的迹线288、290)的图案。在该方面,子层277介于第二堆叠层270的一部分与第三堆叠层276的一部分之间。第三堆叠层276和第四堆叠层282可以形成有容纳子层277的台阶。在另一方面,子层277可以取代堆叠层的一部分,取代整个堆叠层,或者被添加为另一个完整层。子层277可以更薄、更厚或与其它层的厚度相同。

[0102] 在一些方面,层277上和/或层277中的任何或所有导电元件可以包括可变形导电材料(例如,可变形导电材料260),并且可以使用本文所述的各种沉积方法进行沉积。在一些方面,包括在层277上和/或层277中的导电元件的图案可以包括可变形和不可变形导电元件的混合物。子层277可以由以上公开的堆叠层材料和/或基板层材料中的任何一种形成,并且附接到其它层,如上所述。元件的图案可以包括:可重复使用的迹线、过孔、焊盘或包括传输线和传感器的电路元件,或它们的任何组合。元件的图案可以通过上述任何技术

形成在子层277上。在一个方面,子层277的导电元件中的一些或全部可以使用印刷工艺(例如,卷筒对卷筒(R2R)工艺)形成。经由印刷工艺形成子层277可以使得能够产生更精细的导电元件,以容纳更小的电气元件或互连,或者以容纳具有基本不同特性的部件或互连。

[0103] 根据图16的非限制性方面,子层277包括导电元件的图案,该导电元件的图案包括可重复使用的迹线288和290。可重复使用的迹线288、290可以连接到焊盘292和294,焊盘292、294分别与电气元件300上的端子296和298对准。穿过第三堆叠层276的过孔302和304可以将焊盘292、294与端子296、298导电耦合。在一个方面,电气元件300可以是裸集成电路芯片,端子296和298在裸集成电路芯片上形成为接合焊盘或接触焊盘(如图16的非限制性方面所示)。在其他方面,可以使用任何其他类型的电气元件(例如,图1的电气元件104)。可以使用任何合适的技术(例如,以上关于图1和图2的电气元件104和/或IC 116所述的连接方法)将电气元件300附接到第三层276。

[0104] 形成在子层277上或子层277中的导电元件(例如,可重复使用的迹线288、290)的图案可以与任何其他类型的可重复使用的迹线、过孔、焊盘、部件等互连。在图16的非限制性方面,子层277上的可重复使用的迹线290通过形成在第三堆叠层276的台阶部分中的混合可重复使用的迹线/过孔308而电连接到第三堆叠层276中的可重复使用的迹线278,该台阶部分容纳子层277的厚度。在其它非限制性方面,第三堆叠层276在子层277上方的部分可以被省略,并且第四堆叠层282可以形成在由子层277和第三堆叠层276的剩余部分限定的平面上。

[0105] 现参考图17,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了电路组件20L的横截面图。图17的电路组件20L可以类似于图16的电路组件20K,除了省略了第三堆叠层276的在电气元件300下方的部分。过孔302和304也可以省略。在一些方面,电气元件300可以用粘合剂层306附接到子层277的表面。在一些方面,端子296、298可以直接接触由可变形导电材料形成的焊盘292和294。

[0106] 在各个方面,以上讨论的电路组件20的任何非限制性方面可以包括:集成到层的堆叠中(例如,在堆叠层之间)的电气元件(例如,以上关于图1参考的任何类型的电气元件)。在一个方面,一个或多个内部堆叠的层可以具有切口区段,以容纳电气元件的高度(例如,容纳集成电路封装的高度)。在其他方面,电气元件(例如,电阻器、电容器、较小的IC封装、裸IC芯片等)可以足够小,以放置于层之间,特别是如果所述层是相对柔软的和/或柔韧的情况。

[0107] 在各个方面,本文公开的任何电路组件的堆叠层和/或基板层中的一者或多者可以由弹性的和可拉伸的TPU形成,例如由**Lubrizol®Estane®58000**系列(例如,58238)形成。在其他方面,本文公开的任何电路组件的堆叠层和/或基板层中的一者或多者可以由(例如,使用**Lubrizol®Estane®S375D**注塑成型的)相对更刚性的材料形成。

[0108] 在各个方面,本文公开的任何电路组件都可以包括环氧基材料,例如B级树脂膜。环氧基材料可以被用作附加的分立部件,以提供用于将电气元件接合到任何层和/或用于将层彼此接合的自粘表面。在各种其他方面,本文公开的任何电路组件的所有层、粘合剂和封装剂都可以由热活化粘合剂(例如,热塑性聚氨酯(PU)粘合剂(例如,由Bemis或Framis制成))制成。在其他方面,电路组件的任何层、粘合剂和/或封装剂可以包括热固性粘合剂,例如硅酮、丙烯酸树脂和任何化学成分的任何压敏粘合剂。在封装材料的情况下(例如,应用

于电气元件的端子的封装),包括在封装剂中的热固性材料的浓度可以是最小的,从而允许材料易于再循环利用。在一个方面,本文公开的电路组件可以包括:包括有热固性材料的填料。包括热固性材料的填料可以以“再研磨”的形式被重复使用,以增强、改性或降低由类似热固性材料制成的制品的成本。

[0109] 本文所述的各种材料、方法和部件可以提供高度可持续电路组件。例如,与刻蚀的FR4/铜电路板和采用环氧基导电粘合剂的电路板相比,本文公开的各种电路组件可以是高度可持续的。此外,本文公开的电路组件(其包括包含可变形导电材料和堆叠层的电路组件)可能不需要在层材料本身中使用增强材料(例如,短切纤维增强材料)。传统电路板中使用的增强材料使电路板材料的再循环利用和重复使用具有挑战性、混乱,并且对处理由这些类型的电路板制成的废弃电子产品的工人是有害的。例如,传统的电路板材料通常必须研磨,由此产生的“再研磨”在消费品中几乎没有用处。本文所讨论的装置、系统和方法可以实现循环制造链,和/或包括材料的易于再循环利用的电路组件可以被再循环利用并再次用于其他电路组件或其他消费品中。

[0110] 根据本文公开的各个方面构造的电路组件可以产生高功能的电路组件,这可以降低组件的成本。例如,本文公开的电路组件的一些不同方面可以允许使用较便宜的未封装电子装置。此外,本文公开的电路组件的其他方面可以消除对焊接的需要。本文公开的电路组件的又一其他方面可以提供改进的可靠性,因为消除焊接可以减少与其相关的能量消耗(例如,加热)。并且本文公开的电路组件的又一其他方面可以通过消除可以用作散热屏障的装置封装来提供改进的冷却。

[0111] 现参考图18,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了用于从高度可持续电路组件回收材料的方法1000的流程图。关于图18所讨论的高度可持续电路组件可以是以上关于图1至图17所讨论的高度可持续电路组件10、12、14、16和20中的任一者。高度可持续电路组件可以包括电气元件、基板层和可变形导电材料。在一些方面,高度可持续的材料可以包括一个或多个堆叠层。在其他方面,高度可持续电路组件可以包括封装材料和/或粘合材料。方法1000可以通过将电气元件从电路组件去除1002来进行。方法1000还可以包括:将高度可持续电路组件加热1004到基板层的熔化温度,以形成熔化的基板层。在一个方面,将基板层加热1004到基板层的熔化温度,可以使基板层与包括在电路组件中的并使其流动的其他层(例如,堆叠层)分离或熔化在一起。可变形导电材料(例如,本文公开的导电凝胶;本文公开的镓铟合金凝胶等)可以具有极高的温度耐受性,其保持高达约1300°C的流体状态。

[0112] 方法1000还可以包括:1006将可变形导电材料与熔化的基板层分离,以获得回收的可变形导电材料和回收的基板层材料。在实验中,本发明人将包括可变形导电材料(即,镓铟合金凝胶材料)和TPU基板以及堆叠层的高度可持续电路组件加热到所述层的流动温度。发明人发现,将所述层加热到流动温度允许可变形导电材料凭借其表面张力特性而能够容易地与熔化的层材料分离。

[0113] 在另一方面,方法1000可以包括:将高度可持续电路组件加热到堆叠层的熔化温度以形成熔化的堆叠层,并且将可变形导电材料与熔化的堆叠层分离以获得回收的可变形导电材料和回收的堆叠层材料。

[0114] 在另一方面,方法1000可以包括:将电路组件加热到封装材料的熔化温度,其中,在将电路组件加热到封装剂的玻璃化转变温度之后,将电气元件从电路组件去除。在又一

个方面,方法1000可以包括:将电路组件加热到粘合材料的玻璃化转变温度,其中,在将电路组件加热到粘合材料的玻璃化转变的温度之后,将电气元件从电路组件去除。将电路组件加热到熔化温度和/或玻璃化转变温度可以允许电气元件易于提取,以用于在其他电路组件中重复使用。加热所需的温度可能低于标准电路组件生产中的电气元件所经历的温度,因此不会损坏元件。

[0115] 现参考图19,根据本公开的至少一个非限制性方面,图示了用于对回收的可变形导电材料进行再循环利用的方法2000的流程图。关于图19所讨论的可变形导电材料可以是以上关于图1至图18讨论的各种可变形导电材料。方法2000可以通过提供2002回收的可变形导电材料来进行,该可变形导电材料包括:金属合金、和由将金属合金暴露于空气而形成的金属氧化物。在一个方面,可以根据以上关于图18所述的方法1000来回收所回收的可变形导电材料。

[0116] 仍然参考图19,方法2000还可以包括:将回收的可变形导电材料暴露2004于酸性溶液,从而使金属氧化物与酸性溶液反应以获得纯液态金属合金。在一个方面,将回收的可变形导电材料暴露于酸性溶液,可以使金属氧化物与酸反应以形成金属盐和水。该反应可以有助于将金属氧化物从金属合金中去除,以获得纯液态金属合金。

[0117] 方法2000还可以包括:将纯液态金属合金从酸性溶液中去除2006。在一些方面,从酸性溶液中去除的纯液态金属合金的量不小于最初用于制造回收的可变形导体的金属合金的重量百分比的55%,例如,重量百分比不小于55%、60%、65%、70%、75%、80%、85%、90%、或者重量百分比不小于用于最初制造回收的可变形导电材料的金属合金的95%。在另一方面,方法2000还可以包括:由纯液态金属合金制造新的可变形导电材料。因此,对回收的可变形导电材料进行再循环利用可以使可变形导电材料能够在不降低电特性的情况下在新电路的生产中重复使用。

[0118] 在另一方面,将回收的可变形导电材料暴露2004于酸性溶液还可以包括:将可变形导电材料混合在酸性溶液中,以获得纯液态金属合金。在一个方面,回收的可变形导电材料包括微粒。将可变形导电材料混合在酸性溶液中可以去除微粒以获得纯液态金属合金。在另一方面,将可变形导电材料混合在酸性溶液中可以使微粒漂浮在酸性溶液的表面上,从而允许提取液态金属。在一个方面,将可变形导电材料混合在酸性溶液中以获得纯液态金属合金包括:将可变形导电材料混合在酸性溶液中不少于两天。用于使使用上述方法进行回收的可变形导电材料再循环利用的示例性过程在以下关于示例3进行详细说明。

[0119] 在另一方面,方法2000可以包括:从酸性溶液中提取微粒。在又一方面,方法2000可以包括:从提取的微粒制造新的可变形导电材料。

[0120] 在另一方面,方法2000可以包括:收集酸性溶液,以在随后用于对回收的可变形导电材料进行再循环利用的过程中重复使用。例如,可以在提取纯液态金属合金和微粒之后重复使用酸性溶液。

[0121] 在另一方面,可变形导电材料可以包括导电凝胶。在一个方面,可变形导电材料可以包括:其中悬浮有微粒的镓合金。在另一方面,纯液态金属合金可以包括镓合金。在又一方面,酸性溶液可以包括盐酸。

[0122] 示例

[0123] 示例1和2:

[0124] 电路组件制造过程中回收的可变形导电材料的电阻

[0125] 以下表1中所示的示例1和2对应于将可变形导电材料原始材料样品的实验测量的电阻值与在电路组件制造过程中被回收后的可变形导电材料样品的实验测量的电阻值进行比较。具体地,回收的可变形导电材料在与关于图10A和图10B描述的擦除过程类似的擦除过程之后被收集。示例1和2表明:回收材料和原始材料的电阻值处于原始材料所测量的电阻的典型变化幅度内。

[0126] 表1:示例性可变形导电材料的初始的电阻和回收的电阻

电路组件	原始的可变形导电材料(Ω)	回收的可变形导电材料
示例1	2.3	2.3
示例2	2.2	2.4

[0128] 示例3:

[0129] 使从电路组件回收的可变形导电凝胶再循环利用

[0130] 概述

[0131] 使用以上关于图18所述的回收过程从电路组件回收可变形导电凝胶,所述可变形导电凝胶命名为MG5(金属凝胶5),并且具有包括镓(68.5重量%)、铟(21.5重量%)和锡(10重量%)的共晶合金以及悬浮在其中的微粒的组分。如以下详细解释的,将回收的MG5进行处理,以产生纯液态镓铟锡金属合金。所得的纯液态金属合金随后可以被用于生产更多(即回收)的MG5或类似的可变形导电材料的另一配方。这种再循环利用过程产生的“废料”产品仅包括少量残留的氧化镓和氯化镓。再循环利用过程还产生最初在MG5中的微粒,并且这些微粒可以被重新用于生产更多(即回收的)的MG5或类似的可变形导电材料的另一配方。

[0132] MG5制造和氧化镓形成

[0133] 通常,在存在空气的情况下,在镓的表面上可以形成一薄层氧化镓。为了制造MG5导电凝胶,允许氧化镓形成并分布在镓铟锡液态金属合金中,从而在液态金属合金内形成新的微观结构/纳米结构,以形成宾汉塑料。例如通过超声或将空气带入混合物中的其他机械手段,将微观结构和纳米结构在混合物中混合。在一些方面,超声可以在混合物的表面处引入空化,从而将空气夹带入到混合物中。因此,该混合物可以包括镓合金/氧化镓混合物内的微观结构和纳米结构的胶体悬浮液。关于MG5和类似导电凝胶制剂和制造方法的详细描述,参见上述于2017年2月27日提交的、并于2017年9月8日作为国际专利第W02017/15123A1号公布的、标题为“液态金属电线”的、申请号为PCT/US2017/019762的国际专利申请。

[0134] MG5凝胶是一种坚硬的糊状物,其可以被图案化为复杂的几何形状。因此,MG5可以被用于形成例如电路组件、电路叠层、堆叠等。与未改性的液态金属合金相比,MG5具有更高的机械稳定性,并且具有优异的粘附特性。经过长时间或通过反复图案化和处理(通常经过数月甚至数年),或者在从电路叠层回收之后,凝胶中的氧化物量可能会增加,这导致机械和电气性能变差。在该情况下,氧化物结构可以被分解,以重新形成未改性的液态金属合金,然后可以对其进行再加工,以形成“新的”MG5或其他配方。如下所述,该方法利用酸性溶液中的剧烈混合来分解氧化镓。

[0135] 对回收的MG5的酸处理

[0136] 将回收的MG5凝胶放置于3M盐酸(HCl)溶液的浴中。最初,盐酸似乎对凝胶的机械

性能几乎没有影响。这与液态金属形成对比,液态金属会立即对盐酸产生反应。当暴露于盐酸时, MG5 表面上的氧化镓主要经由以下反应而反应形成氯化镓:



[0138] 氧化镓的去除使液态金属合金的高表面张力成为主要的机械力。这导致液态金属合金倾向于形成尽可能接近球形的珠状,并迫使金属内部的任何颗粒向外移动。

[0139] 为了用回收的 MG5 实现这一结果,在以 500rpm 旋转的槽中使用搅拌棒来将 MG5 凝胶和酸的溶液混合。最初,金属合金不受酸的影响。金属合金看起来有光泽,并且仍然表现出具有高粘度的可模塑凝胶的特征机械性能。在混合两天之后,观察到 MG5 凝胶结构已经分解。在该混合之后,金属合金组分呈现大致球形形状,这更具酸性溶液中液态金属合金的特征。在整个溶液中观察到漂浮的颗粒。

[0140] 回收液态金属合金

[0141] 初始实验(在本文中描述为实验3的实验之前)导致用以形成 MG 的初始液态金属合金的回收率为 66 重量%。在实施本实验3中所述的酸处理技术后,实现了用于形成 MG5 的初始液态金属的回收率大于 80 重量%。

[0142] 没有产生有害或有毒的副产品,甚至从酸性溶液中过滤出来的“废料”材料也是无毒和无害的,并且数量非常少。此外,酸性溶液基本没有降解,并且可以被用于处理来自其他废弃电路叠层的进一步回收的可变形导电材料。

[0143] 因此,上述方法(例如以上关于图1至图17所述的制造过程、以上关于图18所述的回收过程、以上关于图19所述的再循环过程、和/或以上关于示例3所述的酸搅拌技术)可以实现从废弃电路组件中的电气元件的回收、层材料的再处理、以及导电材料的再处理。回收和再处理的材料可以被重新用于制造新的电路组件。

[0144] 示例4:

[0145] 在示例3中回收的液态金属合金可以被用于制造更多可变形导电材料(例如,新的 MG5 或另一种可变形导电材料)的基础。预计,随着酸处理方法的进一步改进,例如,使用相同的基本原理并通过开发定制装备,基本上所有的液态金属都可以回收。示例5:

[0146] 电路组件部件的回收效率

[0147] 两个高度可持续电路组件(体现为两个传感器)是使用本文教导的原理来制造的。提供了各种表格和解释,以总结其各个部件的回收效率:

[0148] 以下表1总结了用于制造电路组件的所有未处理层(堆叠层和释放层)的总重量与仅释放层的重量相比的重量。

[0149] 表2:处理前所有层的重量与释放层的重量

[0150]	所有层的总重量(未处理)	11.470g (2个组件)
	仅释放层的总重量(废料)	4.077g (2个组件)
	进入下一个阶段处理的材料的总重量	7.393g (2个组件)

[0151] 因此, 35.5 重量% 的初始材料层是释放衬垫形式的废料,而 64 重量% 的材料进入到下一个阶段中。

[0152] 以下表3示出了用于形成堆叠层的 TPU 材料的总量与从电路组件的 TPU 材料修整掉的材料重量相比。

[0153] 表3:处理前 TPU 层材料的重量与从电路组件切割掉的多余的 TPU 材料的重量对比

[0154]	所使用的 TPU 总量	4.485g (2 个组件)
	从电路组件切割掉的多余的 TPU	1.390g (2 个组件)
	电路组件中保留的 TPC 的量	3.095g (2 个组件) 1.548g (每 1 个组件的平均值)

[0155] 因此,每使用4.485克TPU,就有1.39克是“多余的”。换言之,每使用1克TPU,就形成0.31克多余的TPU。然而,该TPC可以被完全回收,并被用于制造额外的电路组件。

[0156] 以下表4示出了添加MG5可变形导电材料之后的电路组件的重量与添加MG5之前的电路组件的重量的比较。此外,表5示出了每个传感器在电路组件中实际使用的MG5的量(基于表4计算)、在制造过程中通常沉积的MG5的总量、以及因此多余的MG5的量。

[0157] 表4:添加有MG5的电路组件重量与未添加有MG5的电路组件重量对比

[0158]	具有MG 的电路组件	4.6897g (2 个组件)
	没有 MG 的电路组件	4.6321g (2 个组件)
	电路组件中保留的MG5的量	0.0576g (2 个组件) 0.0288g (每 1 个组件的平均值)

[0159] 表5:迹线中的MG5的重量(每个传感器)、通常在制造过程中沉积的MG5(每个传感器)的重量和在制造过程中使用的多余的MG5(每个传感器)的重量

[0160]	迹线中的MG5	0.0288g(每1个组件)
	通常沉积的MG5	0.4637g(每1个组件)
	所使用的多余的MG5	0.4349g(每1个组件)

[0161] 因此,对于每28.8mg的产品最终进入传感器中,就会有435mg多余的MG5被使用。换言之,对于每1mg MG5在最终电路组件中,就使用0.015g多余的MG5。然而,多余的MG5可以基本上被回收并被用于随后的电路组件制造操作。

[0162] 以下表6示出了最终电路组件部件的总重量。

[0163] 表6:最终电路组件部件的总重量

[0164]	部件	重量 (g)	重量 %
	TPU层	1.413	83.71 %
	热固性B级树脂作为粘合剂	0.192	11.37 %
	电气元件	0.0546	3.23 %
	MG5	0.0288	1.71 %
	总计	1.688	100.0 %

[0165] 值得注意的是,可以使用本文所述方法回收的电路组件的部件包括TPC层(83.71重量%)、电气元件(3.23重量%)和MG5(1.71重量%)。这些部件按重量计占电路组件的88.65%。此外,在一些方面,热固性粘合剂可以被重新研磨和再循环利用。

[0166] 还要注意的,电路组件仅包括1.71%的可变形导电材料(MG5),并且由于“多余”的导电材料是完全可回收的,并且可以被用于制造额外的电路组件,因此关于可变形导电材料基本没有浪费。

[0167] 示例6:

[0168] 可以设想的是,典型的电路组件在最终组件中可以包括最大10重量%的可变形导电材料,例如,最大9重量%、8重量%、7重量%、6重量%、5重量%、4重量%、3重量%、2重量%或1重量%的可变形导电材料。此外,可以从制造操作收集不少于95%的“多余”可变形导电材料,例如96重量%、97重量%、98重量%、99重量%、99.5重量%或99.9重量%的多余的可变形导电材料,并用于未来的制造操作。

[0169] 本文所述主题的各个方面的以下标记的条款中阐述:

[0170] 条款1:一种用于从包括电气元件、基板层和可变形导电材料的高度可持续电路组件中回收材料的方法,该方法包括:将电气元件从电路组件去除;将所述高度可持续电路组件加热到所述基板层的熔化温度,以形成熔化的基板层;以及将所述可变形导电材料与所述熔化的基板层分离,以获得回收的可变形导电材料和回收的基板层材料。

[0171] 条款2:根据条款1所述的方法,其中,所述高度可持续电路组件还包括堆叠层,所述方法还包括:将所述高度持续的电路组件加热到所述堆叠层的熔化温度,以形成熔化的堆叠层;以及将所述可变形导电材料与所述熔化的堆叠层分离,以获得回收的可变形导电材料和回收的堆叠层材料。

[0172] 条款3:根据条款1至2中任一项所述的方法,其中,所述电路组件包括封装材料,所述方法还包括:将所述电路组件加热至所述封装材料的熔化温度;其中,在将所述电路组件加热到所述封装材料的玻璃化转变温度之后,将所述电气元件从所述电路组件去除。

[0173] 条款4:根据条款1至3中任一项所述的方法,其中,所述电路组件包括粘合材料,所述方法还包括:将所述电路组件加热至所述粘合材料的玻璃化转变温度;其中,在将所述电路组件加热到所述粘合材料的所述玻璃化转变温度之后,将所述电气元件从所述电路组件去除。

[0174] 条款5:根据条款1至4中任一项所述的方法,其中,所述可变形导电材料包括导电凝胶。

[0175] 条款6:根据条款1至5中任一项所述的方法,其中,所述可变形导电材料包括镓合金。

[0176] 条款7:根据条款1至6中任一项所述的方法,所述方法还包括:对所述回收的可变形导电材料进行再循环利用。

[0177] 条款8:一种用于对回收的可变形导电材料进行再循环利用的方法,该方法包括:提供回收的可变形导电材料,该可变形导电材料包括金属合金和由所述金属合金暴露于空气而形成的金属氧化物;将所述回收的可变形导电材料暴露于酸性溶液中,从而使所述金属氧化物与所述酸性溶液反应以获得纯液态金属合金;将所述纯液态金属合金从所述酸性溶液中去除。

[0178] 条款9:根据条款8所述的方法,所述方法还包括:用所述纯液态金属合金制造新的可变形导电材料。

[0179] 条款10:根据条款8至9中任一项所述的方法,其中,将所述回收的可变形导电材料暴露于酸性溶液包括:将所述可变形导电材料混合在所述酸性溶液中,以获得所述纯液态金属合金。

[0180] 条款11:根据条款8至10中任一项所述的方法,其中,从所述酸性溶液去除的纯液

态金属合金的量不小于最初用于制造所述回收的可变形导电材料的所述金属合金的重量百分比的55%。

[0181] 条款12:根据条款8至11中任一项所述的方法,其中,从所述酸性溶液中去除的所述纯液态金属合金的量不小于最初用于制造所述回收的可变形导电材料的所述金属合金的重量百分比的80%。

[0182] 条款13:根据条款8至12中任一项所述的方法,其中,所述回收的可变形导电材料包括微粒;并且其中,将所述可变形导电材料混合在所述酸性溶液中去除所述微粒,以获得所述纯液态金属合金。

[0183] 条款14:根据条款8至13中任一项所述的方法,其中,将所述可变形导电材料混合在所述酸性溶液中获得所述纯液态金属合金包括:将所述可变形导电材料混合在所述酸性溶液中不少于两天。

[0184] 条款15:根据条款8至14中任一项所述的方法,其中,所述金属合金包括镓铟锡合金;并且其中,所述金属氧化物包括氧化镓。

[0185] 条款16:一种高度可持续电路组件包括:基板;以及由所述基板支撑的接触点的图案,所述接触点的图案被配置成对应于电气元件的至少一个端子,所述接触点的图案包括可变形导电材料;其中,所述可变形导电材料包括易于回收的材料。

[0186] 条款17:根据条款16所述的高度可持续电路组件,其中,所述可变形导电材料包括易于再循环利用的材料。

[0187] 条款18:根据条款16至17中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,所述基板包括易于回收的材料,并且其中,所述基板层包括易于再循环利用的材料。

[0188] 条款19:根据条款16至18中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,所述可变形导电材料被配置成粘附到所述电气元件的至少一个端子,从而将所述接触点的图案的至少一部分电耦合到所述电气元件的至少一个端子。

[0189] 条款20:根据条款16至19中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,将所述电气元件支撑在所述电路组件上使所述可变形导电材料符合所述电气元件的至少一个端子的形状。

[0190] 条款21:根据条款16至20中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,所述接触点的图案形成在所述基板层的表面上。

[0191] 条款22:根据条款16至21中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,所述接触点的图案至少部分地凹陷在所述基板层中。

[0192] 条款23:根据条款16至22中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,所述基板包括柔性和/或可拉伸材料。

[0193] 条款24:根据条款16至23中任一项所述的高度可持续电路组件,所述电路组件还包括插入层,其中,所述插入层被配置成:防止所述基板层的靠近所述接触点的图案的部分弯曲和/或拉伸;使来自所述电气元件的热量消散;将所述电气元件粘附到所述基板层;或它们的组合。

[0194] 条款25:根据条款16至24中任一项所述的高度可持续电路组件,所述电路组件还包括由所述基板层支撑的导电迹线的图案,所述导电迹线的图案电耦合到所述接触点的图案,所述接触点的图案包括所述可变形导电材料。

[0195] 条款26:根据条款16至25中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,所述可变形导电材料包括导电凝胶。

[0196] 条款27:根据条款16至26中任一项所述的高度可持续电路组件,其中,所述可变形导电材料包括镓合金。

[0197] 条款28:条款16至27中任何一项所述的高度可持续电路组件,所述电路组件还包括所述电气元件。

[0198] 条款29:一种用于制造高度可持续电路组件的方法,该方法包括:提供基板层;以及将可变形导电材料沉积到所述基板层,以形成接触的图案,所述接触的图案对应于电气元件的至少一个端子;其中,所述可变形导电材料包括易于回收的材料。

[0199] 条款30:根据条款29所述的方法,其中,所述可变形导电材料包括易于再循环利用的材料。

[0200] 条款31:根据条款29至30中任一项所述的方法,其中,所述基板层包括易于回收的材料;并且其中,所述基板层包括易于再循环利用的材料。

[0201] 条款32:根据条款29至31中任一项所述的方法,所述方法还包括:将所述电气元件靠近所述基板层;以及将所述可变形导电材料粘附到所述电气元件的至少一个端子,从而在所述接触的图案的至少一部分与所述电气元件的所述至少一个端子之间形成欧姆接触;其中,将所述电气元件靠近所述基板层使所述可变形导电材料符合所述电气元件的所述至少一个端子的形状。

[0202] 条款33:根据第29至32条中任一项所述的方法,所述方法还包括:将所述电气元件固定到附接至所述基板层的表面的粘合剂层。

[0203] 条款34:条款29至33中任一项的方法,所述方法还包括:用封装剂覆盖所述电路组件的至少一部分。

[0204] 条款35:根据条款29至34中任一项所述的方法,所述方法还包括:将所述电气元件直接附接到所述基板层的表面。

[0205] 条款36:根据条款29至35中任一项所述的方法,将插入层附接到所述基板层,其中,所述插入层被配置成:防止所述基板层的靠近所述接触点的图案的部分弯曲和/或拉伸;使来自所述电气元件的热量消散;将所述电气元件粘附到所述基板层;或它们的组合。

[0206] 条款37:根据条款29至36中任一项所述的方法,其中,将所述可变形导电材料沉积到所述基板层以形成所述接触的图案还包括:将所述可变形导电材料沉积,使得所述可变形导电材料从所述基板层的表面突出

[0207] 条款38:根据条款29至37中任一项所述的方法,其中,将所述可变形导电材料沉积到所述基板层以形成所述接触的图案还包括:用所述可变形导电材料至少部分地填充形成在所述基板层中的凹陷。

[0208] 条款39:根据条款29至38条中任一项所述的方法,所述方法还包括:将可变形导电材料沉积到所述基板层,以形成与所述接触点的图案电耦合的导电迹线的图案。

[0209] 条款40:根据条款29至39中任一项的方法,其中,所述基板层包括柔性或可拉伸材料。

[0210] 条款41:根据条款29至40中任一项的方法,其中,所述可变形导电材料包括导电凝胶。

[0211] 条款42:根据条款29至41中任一项的方法,其中,所述可变形导电材料包括镓合金。

[0212] 条款43:一种高度可持续电路组件包括:基板层;第一堆叠层,所述第一堆叠层包括形成在所述第一堆叠层中的通道的第一图案,所述通道的第一图案延伸穿过所述第一堆叠层的厚度,所述通道的第一图案包括可变形导电材料;其中,所述可变形导电材料包括易于回收的材料。

[0213] 条款44:根据条款43所述的电路组件,其中,可变形导电材料包括易于再循环利用的材料。

[0214] 条款45:根据条款43至44中任一项所述的电路组件,其中,所述基板层包括第一材料;其中,所述第一堆叠层包括所述第一材料;其中,所述第一材料是易于回收的材料;并且其中,所述第一材料是易于再循环利用的材料。

[0215] 条款46:根据条款43至45中任一项所述的电路组件,其中,所述第一堆叠层接合到所述基板层。

[0216] 条款47:根据条款43至46中任一项所述的电路组件,其中,所述第一堆叠层包括:与所述基板层相邻的第一表面;以及与所述第一表面相对的第二表面;其中,所述可变形导电材料的表面与所述第一堆叠层的所述第二表面齐平。

[0217] 条款48:根据条款43至47中任一项所述的电路组件,其中,所述可变形导电材料的表面突出超过所述第一堆叠层的表面。

[0218] 条款49:根据条款43至48中任一项所述的电路组件,其中,包括所述可变形导电材料的所述通道的第一图案包括:接触点的图案,该接触点的图案被配置成对应于电气元件的至少一个端子;迹线的图案;或它们的组合。

[0219] 条款50:第43至49条中任一条所述的电路组件,所述电路组件还包括电气元件。

[0220] 条款51:根据条款43至50中任一项所述的电路组件,所述电路组件还包括:第二堆叠层,所述第二堆叠层包括形成在所述第二堆叠层中的通道的第二图案,所述通道的第二图案延伸穿过所述第二堆叠层的厚度,所述通道的第三图案包括所述可变形导电材料。

[0221] 条款52:根据条款43至51中任一项所述的电路组件,所述电路组件还包括介于所述第一堆叠层与所述第二堆叠层之间的子层,所述子层包括导电元件的图案。

[0222] 条款53:根据条款43至52中任一项所述的电路组件,其中,所述导电元件的图案电耦合到延伸穿过所述第二堆叠层的厚度的所述通道的第二图案;并且其中,所述通道的第二图案被配置成与电气元件的至少一个端子相对应。

[0223] 条款54:根据条款43至53中任一项所述的电路组件,其中,所述通道的第二图案的第一部分与所述通道的第一图案的第一部分对准;并且其中,所述可变形导电材料形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第二图案的第一部分的连续结构。

[0224] 条款55:根据条款43至54中任一项所述的电路组件,所述电路组件还包括:第三堆叠层,所述第三堆叠层包括形成在所述第三堆叠层中的通道的第三图案,所述通道的第三图案延伸穿过所述第三堆叠层的厚度,所述通道的第三图案包括所述可变形导电材料。

[0225] 条款56:根据条款43至55中任一项所述的电路组件,其中,所述通道的第三图案的第一部分与所述通道的第二图案的第二部分对准;并且其中,所述可变形导电材料形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第三图案的第一部分的连续结构。

[0226] 条款57:根据条款43至56中任一项所述的电路组件,所述电路组件还包括:第四堆叠层,所述第四堆叠层包括形成在所述第四堆叠层中的通道的第四图案,所述通道的第四图案延伸穿过所述第四堆叠层的厚度,所述通道的第四图案包括所述可变形导电材料。

[0227] 条款58:根据条款43至57中任一项所述的电路组件,其中,所述通道的第四图案的第一部分与所述通道的第三图案的第二部分对准;并且其中,所述可变形导电材料形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第四图案的所述第一部分的连续结构。

[0228] 条款59:根据条款43至58中任一项所述的电路组件,其中,所述可变形导电材料包括导电凝胶。

[0229] 条款60:根据条款43至59中任一项所述的电路组件,其中,所述可变形导电材料包括镓合金。

[0230] 条款61:一种用于制造高度可持续电路组件的方法,该方法包括:提供基板层;将第一堆叠层放置在所述基板层的表面上,所述第一堆叠层包括形成在所述第一堆叠层中的通道的第一图案,所述通道的第一图案延伸穿过所述第一堆叠层的厚度;利用可变形导电材料来过度填充所述通道的第一图案;将多余的可变形导电材料从所述电路组件去除;以及收集所述多余的可变形导电材料。

[0231] 条款62:根据条款61所述的方法,所述方法包括:使用所收集的多余的可变形导电材料来填充包括在第二堆叠层中的通道的第二图案;使用所收集的多余的可变形导电材料来制造不同的电路组件;或它们的组合。

[0232] 条款63:根据第61至62条中任一项所述的方法,所述方法还包括:将所述第一堆叠层接合到所述基板层。

[0233] 条款64:根据第61至63条中任一项所述的方法,其中,将多余的可变形导电材料从所述电路组件去除包括:将多余的可变形导电材料从附接到所述第一堆叠层的表面的释放衬垫擦除,该方法还包括:将所述释放衬垫从所述第一堆叠层的表面去除。

[0234] 条款65:根据条款61至64中任一项所述的方法,其中,将多余的可变形导电材料从所述电路组件去除包括:将多余的可变形导电材料从所述第一堆叠层的表面擦除。

[0235] 条款66:根据条款61至65中任一项的方法,所述方法还包括:将电气元件附接到电路组件,其中,所述电气元件的至少一个端子对应于形成在所述第一堆叠层中的所述通道的第一图案。

[0236] 条款67:根据条款61至66中任一项所述的方法,所述方法还包括:将第二堆叠层放置在所述第一堆叠层的表面上,所述第二堆叠层包括形成在所述第二堆叠层中的通道的第二图案,所述通道的第二图案延伸穿过所述第二堆叠层的厚度;利用所述可变形导电材料来过度填充所述通道的第二图案;将多余的可变形导电材料从所述电路组件去除;以及收集所述多余的可变形导电材料。

[0237] 条款68:根据条款61至67中任一项所述的方法,所述方法还包括:在所述第一堆叠层和所述第二堆叠层之间插入子层,所述子层包括导电元件的图案。

[0238] 条款69:根据条款61至68中任一项所述的方法,其中,所述通道的第二图案被配置成与电气元件的至少一个端子相对应,所述方法还包括:将所述导电元件的图案电耦合到填充在所述通道的第二图案中的所述可变形导电材料。

[0239] 条款70:根据条款61至69中任一项所述的方法,其中,将所述第二堆叠层放置在所

述第一堆叠层的所述表面上包括:将所述通道的第二图案的第一部分与所述通道的第一图案的第一部分对准;并且其中,利用所述可变形导电材料来过度填充所述通道的第二图案包括:形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第二图案的第一部分的连续结构。

[0240] 条款71:根据条款61至70中任一项所述的方法,所述方法还包括:将第三堆叠层放置在所述第二堆叠层的表面上,所述第三堆叠层包括形成在所述第三堆叠层中的通道的第三图案,所述通道的第三图案延伸穿过所述第三堆叠层的厚度;利用所述可变形导电材料来过度填充所述通道的第三图案;将多余的可变形导电材料从所述电路组件去除;以及收集所述多余的可变形导电材料。

[0241] 条款72:根据条款61至71中任一项所述的方法,其中,将所述第三堆叠层放置在所述第二堆叠层的所述表面上包括:将所述通道的第三图案的第一部分与所述通道的第二图案的第二部分对准;并且其中,利用所述可变形导电材料来过度填充所述通道的第三图案包括:形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第三图案的第一部分的连续结构。

[0242] 条款73:根据条款61至72中任一项所述的方法,所述方法还包括:将第四堆叠层放置在所述第三堆叠层的表面上,所述第四堆叠层包括形成在所述第四堆叠层中的通道的第四图案,所述通道的第四图案延伸穿过所述第四堆叠层的厚度;利用所述可变形导电材料来过度填充所述通道的第四图案;将多余的可变形导电材料从所述电路组件去除;以及收集所述多余的可变形导电材料。

[0243] 条款74:根据条款61至73中任一项所述的方法,其中,将所述第四堆叠层放置在所述第三堆叠层的所述表面上包括:将所述通道的第四图案的第一部分与所述通道的第三图案的第二部分对准;并且其中,利用所述可变形导电材料来过度填充所述通道的第四图案包括:形成从所述通道的第一图案的第一部分延伸到所述通道的第四图案的第一部分的连续结构。

[0244] 条款75:根据条款61至74中任一项所述的方法,其中,所述可变形导电材料包括导电凝胶。

[0245] 条款76:根据条款61至75中任一项所述的方法,其中,所述可变形导电材料包括镓合金。

[0246] 条款77:一种高度可持续电路叠层可以包括:与至少一层易于再循环利用的材料相结合的无毒且易于回收的可变形导电材料。该导电材料可以在层上形成可重复使用的迹线和/或接触点的图案。在层上形成可重复使用的迹线的方法可以包括一次操作,该一次操作基本不产生废料(有毒物或其他),并且除了构成叠层材料的那些之外,不消耗额外的自然资源。与用于生产传统电路板的方法相比,该方法基本上消耗更少的能量。

[0247] 条款78:一种高度可持续电路组件可以包括至少一个电气元件,该电气元件具有:布置在与所述电路叠层的接触点的图案相对应的图案的端子。所述电气元件可以具有:与一个或多个接触点接触的一个或多个端子。使用一种方法将所述电气元件组装到所述叠层,该方法在不需要焊接的情况下提供可靠的电连接,并消除了对大量能源消耗的需要,基本不产生废料,并且基本不排放挥发性有机化合物(VOC)。

[0248] 条款79:一种高度可持续电路叠层可以由所述层的至少一个堆叠形成,所述层的

至少一个堆叠包括至少一个基板层、一个或多个模板层和一个或多个绝缘层。所述堆叠中的所述层中的一个或多个可以由易于再循环利用的材料形成。所述层的堆叠可以包括由无毒且易于回收的导电材料形成的可重复使用的迹线和/或接触点和/或过孔的至少一个图案。所述可重复使用的导电迹线的图案可以与所述接触点和/或过孔的图案互连。可重复使用的迹线、过孔和接触点的第一图案可以形成在所述基板层的表面上或凹陷到所述基板层的表面中。一个或多个模板层可以由所述基板层支撑,其中,可重复使用的迹线和/或接触点和/或过孔的第二图案延伸穿过所述模板层的整个厚度。所述模板层图案的至少一部分可以对应于所述基板层图案。至少一个绝缘层可以由所述基板和/或至少一个模板层支撑。所述绝缘层可以具有:在所述绝缘层表面上或延伸穿过所述绝缘层的表面的接触点和/或过孔的图案。所述绝缘层图案的至少一部分可以与所述基板和/或模板层图案相对应。所述导电材料可以在一次操作中沉积到所述堆叠的一层或多层上,该一次操作基本不产生废料(有毒物或其他),除了构成所述叠层材料的自然资源外,不消耗额外的自然资源,使用相对较少的能源,并且基本不排放VOC。各种层可以结合在一起,以形成所述堆叠。所述电路叠层可以包括多个堆叠,并且两个或更多个堆叠可以结合在一起。来自一个堆叠的过孔和接触点可以与来自另一堆叠的过孔和接触点通信,从而提供所述堆叠之间的通信。过孔可以延伸穿过每个堆叠的所述基板、模板和绝缘层中的一者或多者的组合,以提供所述堆叠的所述可重复使用迹线之间的通信。

[0249] 条款80:如上所述的高度可持续电路叠层或电路组件可以选择性地包括:将电气元件、过孔和/或接触点的至少一部分覆盖的封装剂。所述封装剂可以由易于再循环利用的材料形成,该材料可以与叠层或堆叠的所述层中的一者或多者相似或相同。

[0250] 条款81:所述基板、模板和绝缘层可以包括柔性材料。所述层可以包括可拉伸材料。所述层中的一者的至少一部分可以具有粘合性能。所述层可以通过粘合性能而结合在一起。

[0251] 条款82:至少一个电气装置可以包括表面贴装部件。至少一个电气装置可以包括处于封装中的集成电路。至少一个电气装置可以包括裸集成电路芯片。至少一个电气元件可以通过所述层中的一者的粘合性能而附接到所述电路叠层,或者可以通过粘合剂而附接到所述层中的一者。

[0252] 条款83:至少一个电气元件可以附接到所述绝缘层。所述绝缘层可以具有足以将所述电气元件可靠地附接到所述电路叠层的粘合性能。所述导电材料可以是可变形的,并且具有附着特性,该附着特性在所述电路叠层的至少一个接触点与所述电气元件的至少一端子之间提供可靠的电连接,而不需要焊接且消除了对大量能量消耗的需要,基本不产生浪费,并且基本不排放挥发性有机化合物(VOC)。

[0253] 条款84:一种方法可以包括:提供基板层;在所述基板层中形成一个或多个通道;将可变形导电材料沉积在所述通道的至少一者中;以及将绝缘层堆叠在所述基板层上,其中,所述绝缘层至少部分地包围所述可变形导电材料。将所述可变形导电材料沉积在所述通道中的至少一者中可以包括:将在至少一个通道上方的一定体积的所述导电材料擦除,并将多余的可变形导电材料从周围的基板表面去除。

[0254] 条款85:一种方法可以包括:提供基板层;并且可选地在基板层中形成一个或多个通道;并将可变形导电材料沉积在所述基板层通道中的至少一者中;按顺序将具有一个或

多个通道的至少一个模板层堆叠在所述基板层上方；在堆叠每个模板层之后，将所述可变形导电材料沉积在该模板层的通道中的至少一者中；并将绝缘层堆叠在最后堆叠的模板层上。每个模板层中的所述通道中的至少一者可以穿过该层的整个厚度。连续堆叠的模板层可以至少部分地包围每个前一层的可变形导电材料。所述绝缘层至少部分地包围在所述最后堆叠的模板层的至少一个通道中的可变形导电材料。将可变形导电材料沉积可以包括：擦除在至少一个通道上方的一定体积的导电材料，从而将多余的可变形导电材料从形成所述通道的所述层的周围表面去除。

[0255] 条款86：所述基板表面和至少一个模板层表面可以包括释放层。在将可变形导电材料沉积在相应的表面层上之后，可以将释放层去除。

[0256] 条款87：所述基板层或至少一个模板层中的通道之中的至少一者可以与另一层的至少一个通道连通。模板层中的通道可以穿过该层的整个厚度。

[0257] 条款88：一种方法可以包括：在电路叠层上形成至少一个接触点，所述接触点包括具有附着特性的可变形导电材料；并将电气元件支撑在所述电路叠层上，所述电气元件具有至少一个端子，其中，所述电气元件的至少一个端子与所述接触点中的至少一者接触，以在所述电气元件与所述接触点之间形成至少一个电连接。至少一个端子可以包括以图案布置的多个端子，至少一个接触点可以包括：包含所述可变形导电材料并且以与所述电气元件的端子的图案相对应的图案布置的多个接触点，并且所述电气元件的多个端子可以接触所述多个接触点，其中，所述可变形导体的附着特性在所述电气元件与所述接触点之间提供可靠的电连接。

[0258] 条款89：一种方法可以包括：将电路组件加热至封装材料的熔化温度；提取电气元件；将所述电路组件加热到基板层、模板层和绝缘层中的一者或多者的熔化温度；将导电材料与所述电路组件分离；并纯化所述导电材料。该方法还可以包括：重复使用所述电气元件、对所述层材料和所述导电材料进行再处理以供重复使用的步骤。

[0259] 条款90：一种用于制造电路叠层的方法可以包括：提供基板层；在所述基板层中形成一个或多个通道；收集由所述基板层和通道形成步骤产生的废料；将可变形导电材料沉积在所述通道中的至少一者中；提供绝缘层并将所述绝缘层堆叠在所述基板层上；收集由所述绝缘层提供步骤产生的废料，其中，将所述可变形导电材料沉积在所述通道中的至少一者中可以包括：将在至少一个通道上方的一定体积的所述导电材料擦除，并将多余的可变形导电材料从周围基板表面去除，所述绝缘层至少部分地包围所述可变形导电材料，并且所述基板和绝缘层废料被再处理，并且将所述多余的导电材料包括在制造一个或多个后续电路叠层中。

[0260] 本文提及的所有专利、专利申请、出版物或其他公开材料均通过引用整体结合于此，如同每个单独的引用均分别通过引用明确结合一样。被称为通过引用结合于此的所有参考文献及其任何材料或部分仅在所结合的材料与本公开中提出的现有限定、阐述或其他公开材料不冲突的范围内结合于此。因此，在必要的范围内，本文所述的公开内容取代通过引用结合于此的任何冲突性材料，并且本申请中明确规定的公开内容控制。

[0261] 已经参考各种示例性和例示性方面描述了本发明。本文所描述的方面被理解为提供所公开的发明的各个方面的变化细节的例示性特征；因此，除非另有规定，否则应理解，在可能的范围内，在不脱离所公开的发明的范围情况下，所公开的方面的一个或多个特征、

元件、部件、组分、成分、结构、模块和/或方面可以与和/或相对于一个或多个其他特征、元件、部件、组分、成分、结构、模块和/或方面进行组合、分离、交换和/或重新排列。因此,本领域普通技术人员将认识到,在不脱离本发明的范围的情况下,可以对任何示例性方面进行各种替换、修改或组合。此外,本领域技术人员在阅读本说明书后将会认识到或只需使用常规实验就能够确定本文所描述的本发明的各个方面的许多等价物。因此,本发明不受各个方面的描述的限制,而是受权利要求的限制。

[0262] 本领域技术人员将认识到,通常,本文中使用的术语,特别是在所附权利要求(例如,所附权利要求的主体)中使用的术语,通常应被理解为“开放”术语(例如,术语“包括”应被解释为“包括但不限于”,术语“具有”应解释为“至少具有”,术语“包括”应解释为“包括但不限于”等)。本领域的技术人员还应理解,如果旨在列举特定数量的引入的权利要求,则该意图将在权利要求中明确地列举,并且在没有这样的列举的情况下,不存在这样的意图。例如,作为对理解的帮助,以下所附权利要求可以包含介绍性短语“至少一个”和“一个或多个”的用法来介绍权利要求陈述。然而,这些短语的使用不应被解释为暗示通过不定冠词“一个”或“一个”引入权利要求陈述而将包含这种引入的权利要求陈述的任何特定权利要求限制为仅包含一种这样的陈述的权利要求,即使同一权利要求包括介绍性短语“一个或多个”或“至少一个”以及不定冠词,例如“一个”或“一个”(例如,“一个”和/或“一个”)通常应解释为“至少一者”或“一个或多个”);同样适用于用于介绍权利要求列举的定冠词的使用。。

[0263] 此外,即使明确列举了引入的权利要求的特定数量,本领域技术人员也会认识到,这种列举通常应被解释为至少是指所列举的数量(例如,没有其他修饰语的“两次列举”的裸列举通常是指至少两次列举,或两次或两次以上列举)。此外,在使用类似于“A、B和C等中的至少一个”的约定的情况下的实例中,一般来说,这种结构是本领域技术人员理解该约定的意义上的(例如,“具有A、B和C中的至少一个的系统”将包括但不限于具有单独的A、单独的B、单独的C、A和B在一起、A和C在一起、B和C在一起和/或A、B、C在一起的系统,等等)。在使用类似于“A、B或C等中的至少一个”的约定的情况下的实例中,一般来说,这种结构是本领域技术人员理解该约定的意义上的(例如,“具有A、B或C中的至少一个的系统”将包括但不限于具有单独的A、单独的B、单独的C、A和B在一起、A和C在一起、B和C在一起和/或A、B和C在一起等的系统)。本领域的技术人员将进一步理解,无论是在说明书、权利要求书还是附图中,通常呈现两个或多个替代术语的非限定词和/或短语都应被理解成考虑包括术语中的一者、术语中的任一者或两个术语的可能性,除非上下文另有规定。例如,短语“A或B”通常被理解成包括“A”或“B”或“A和B”的可能性

[0264] 关于所附权利要求,本领域技术人员将理解,其中所述的操作大体上可以按任何顺序执行。此外,尽管权利要求陈述以一个或多个顺序呈现,但是应当理解,各种操作可以以所描述的顺序之外的其他顺序执行,或者可以同时执行。除非上下文另有规定,否则这种替代排序的示例可能包括重叠、交错、中断、重新排序、增量、预备、补充、同时、反向或其他变体排序。此外,除非上下文另有规定,否则“响应”、“相关”或其他过去时形容词等术语通常不会排除此类变体。

[0265] 值得注意的是,对“一个方面”、“一方面”、“例证”、“一个例证”等的任何提及都意味着结合该方面所描述的特定特征、结构或特性包括在至少一个方面中。因此,在整个说明

书的各个地方出现的短语“在一个方面”、“在一方面”、“在一例证中”和“在一个例证中”不一定都指同一方面。此外,特定特征、结构或特性可以在一个或多个方面中以任何合适的方式组合。

[0266] 如本文所用,“一”、“一个”和“所述”的单数形式包括复数形式,除非上下文另有明确规定。

[0267] 本文中使用的方向短语,例如但不限于,顶部、底部、左、右、下、上、前、后及其变体,应与附图中所示元件的方向有关,并且不限制权利要求,除非另有明确说明。

[0268] 除非另有规定,否则本公开中使用的术语“大约”或“近似”是指由本领域普通技术人员确定的特定值的可接受误差,其部分地取决于如何测量或确定该值。在某些方面,术语“大约”或“近似”表示在1、2、3或4个标准偏差内。在某些方面,术语“大约”或“近似”表示在给定值或范围的50%、200%、105%、100%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%、1%、0.5%或0.05%内。

[0269] 在本说明书中,除非另有说明,否则所有数值参数应被理解为在所有情况下都由术语“大约”预先设定和修改,其中,该数值参数具有用于确定参数的数值的基本测量技术的固有可变性特征。至少,并不是试图将等效原理的应用限制在权利要求的范围内,本文描述的每个数值参数均至少应根据报告的有效数字的数量并通过应用普通的四舍五入技术来解释。

[0270] 本文所述的任何数值范围包括包含在所述范围内的所有子范围。例如,“1到100”的范围包括在所述最小值1和所述最大值100之间(并包括)的所有子范围,也就是说,具有等于或大于1的最小值和等于或小于100的最大值。此外,本文所述的所有范围包括所述范围的终点。例如,“1到100”的范围包括端点1和100。本说明书中所述的任何最大数值限制旨在包括其中所包含的所有较低数值限制,而本说明书中列举的任何最小数值限制旨在包含其中所涵盖的所有较高数值限制。因此,申请人保留修改本说明书(包括权利要求)以明确列举包含在明确列举的范围内的任何子范围的权利。在本说明书中固有地描述了所有这些范围。

[0271] 在本说明书中提及和/或在任何申请数据表中列出的任何专利申请、专利、非专利出版物或其他公开材料通过引用的方式结合于此,只要所结合的材料与本文不矛盾。因此,在必要的范围内,本文明确规定的公开内容取代通过引用结合于此的任何冲突材料。任何被称为通过引用结合于此,但与本文所述的现有限定、陈述或其他公开材料相冲突的材料或其部分,将仅在所结合的材料与现有披露材料之间不产生冲突的情况下被结合。

[0272] 术语“包含”(和任意形式的包括,例如“包括”和“包括有”)、“具有”(和任意形式的具有,例如“具有”和“具有”)、包括(和任意形式的包括,例如“包括”和“包括”)和包含(和任何形式的含有,如“包含”和“包含有”)是开放式连接动词。结果,“包括”、“具有”、“包括”或“包含”一个或多个元件的系统拥有这些一个或多个元件,但不限于仅拥有这些一个或多个元件。同样,“包括”、“具有”、“包括”或“包含”一个或多个特征的系统、装置或设备的元件拥有这些一个或多个特征,但不限于仅拥有这些一个或多个特征。

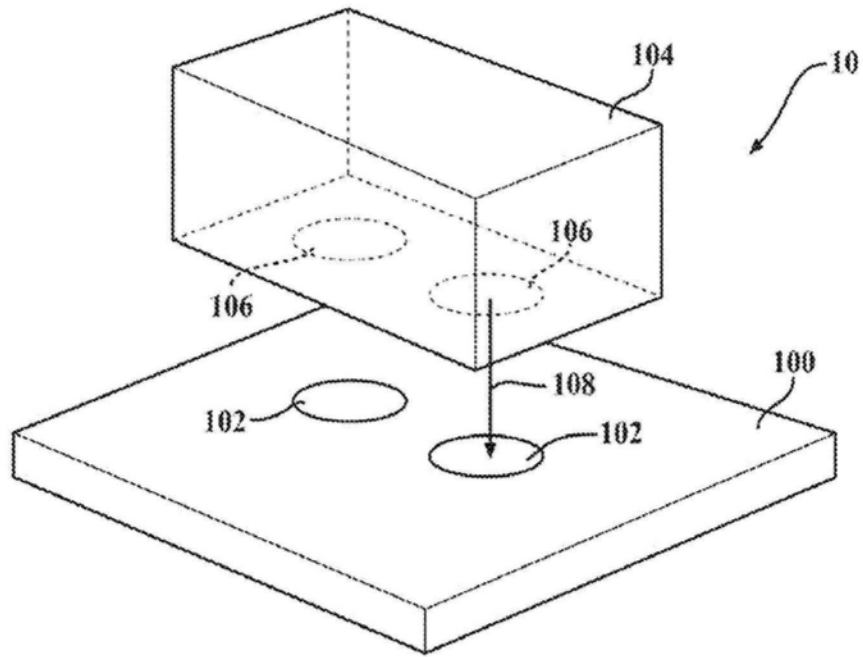


图1

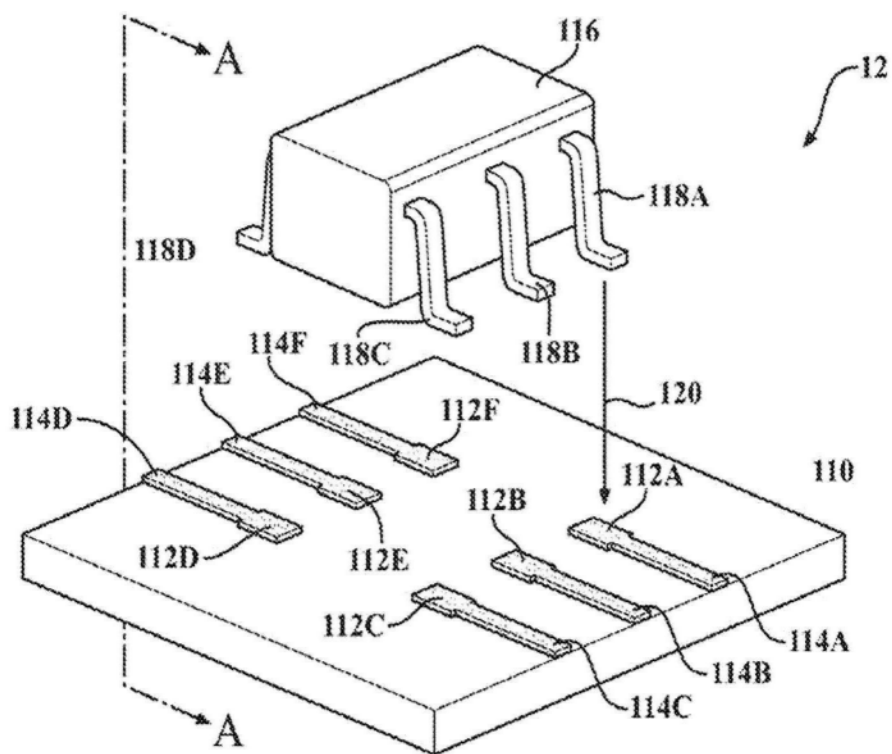


图2

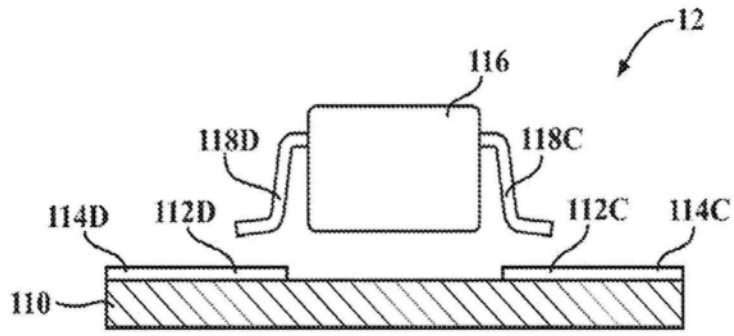


图3A

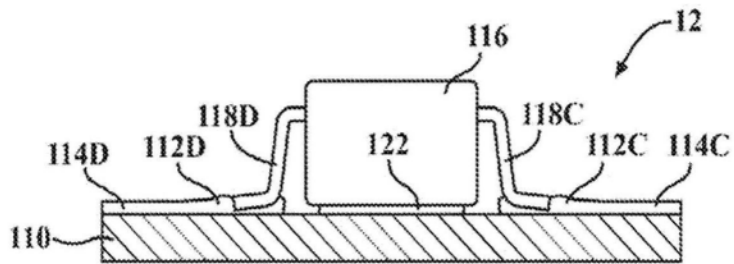


图3B

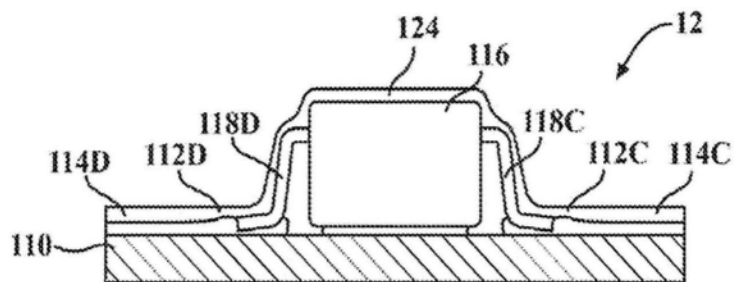


图3C

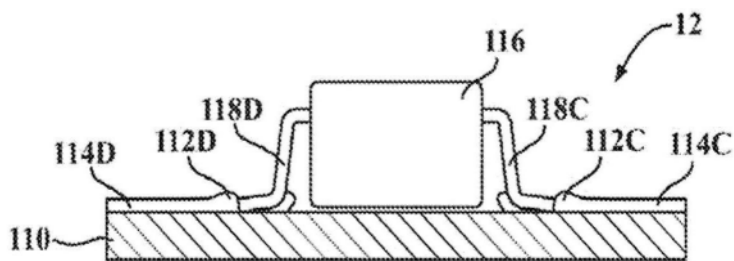


图3D

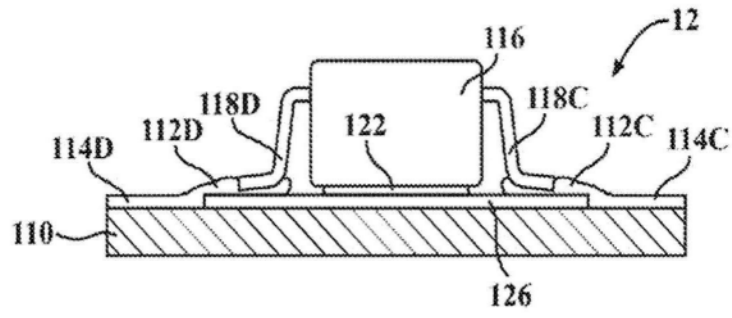


图3E

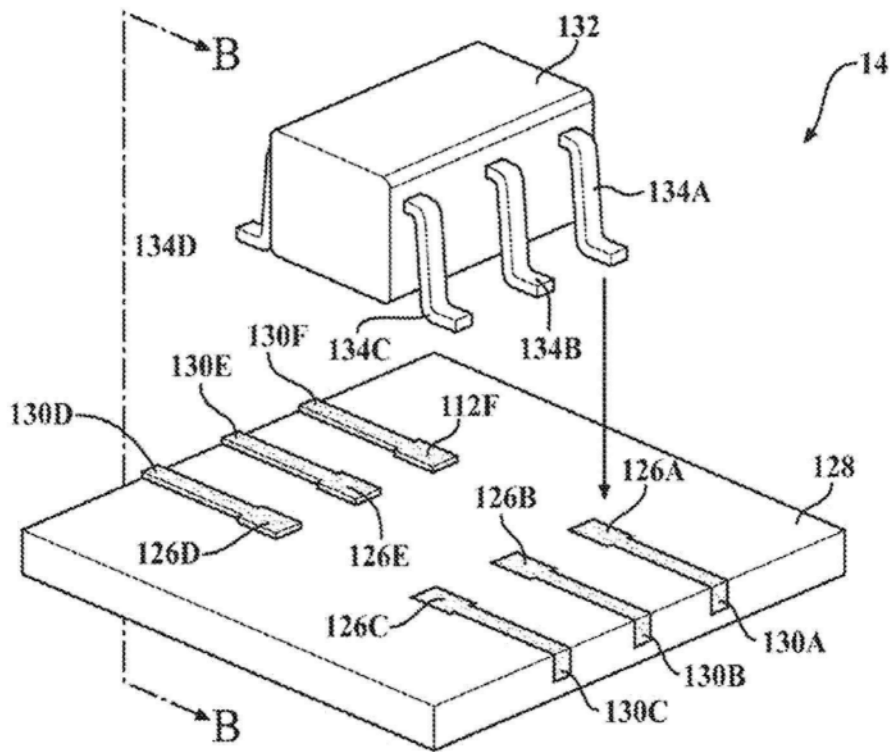


图4

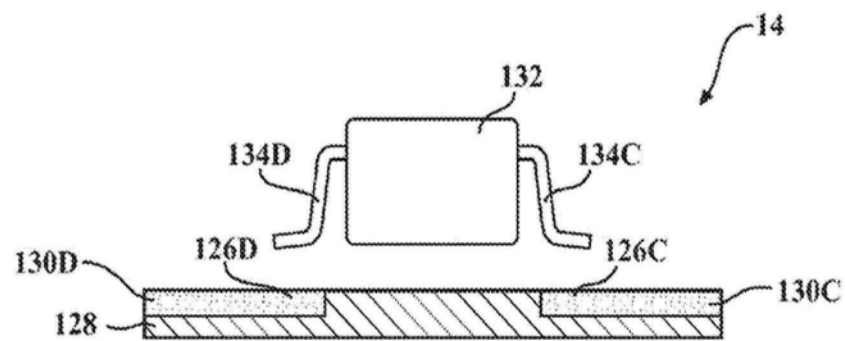
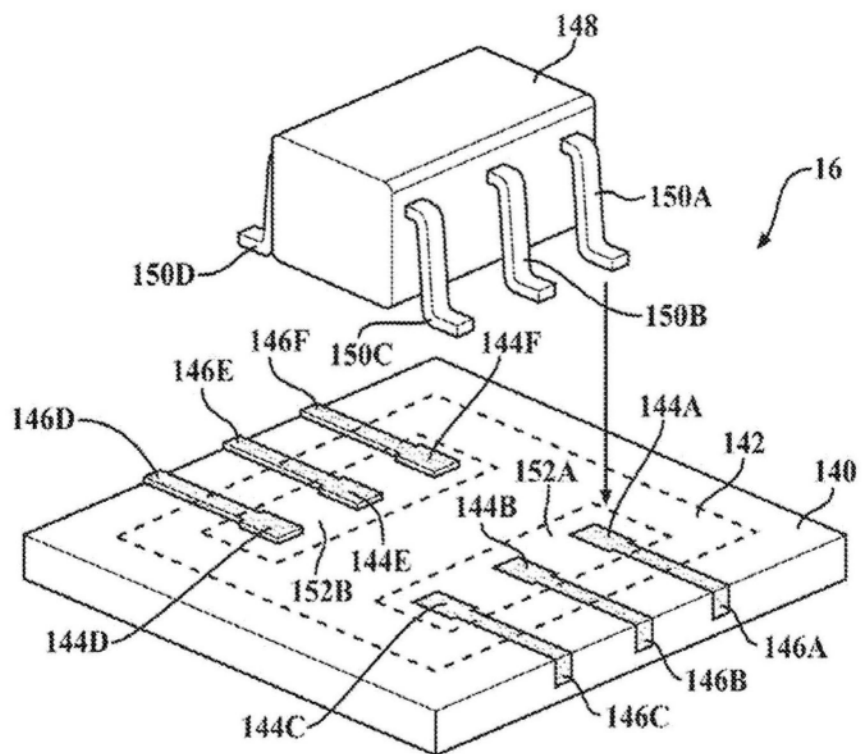
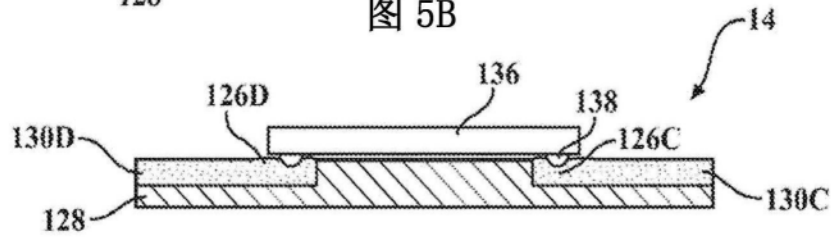
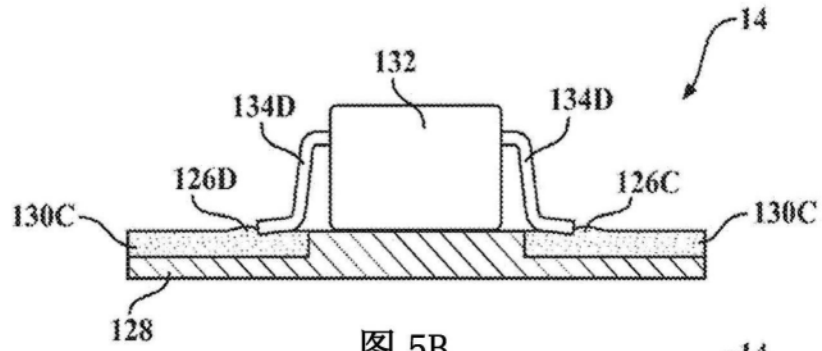


图5A



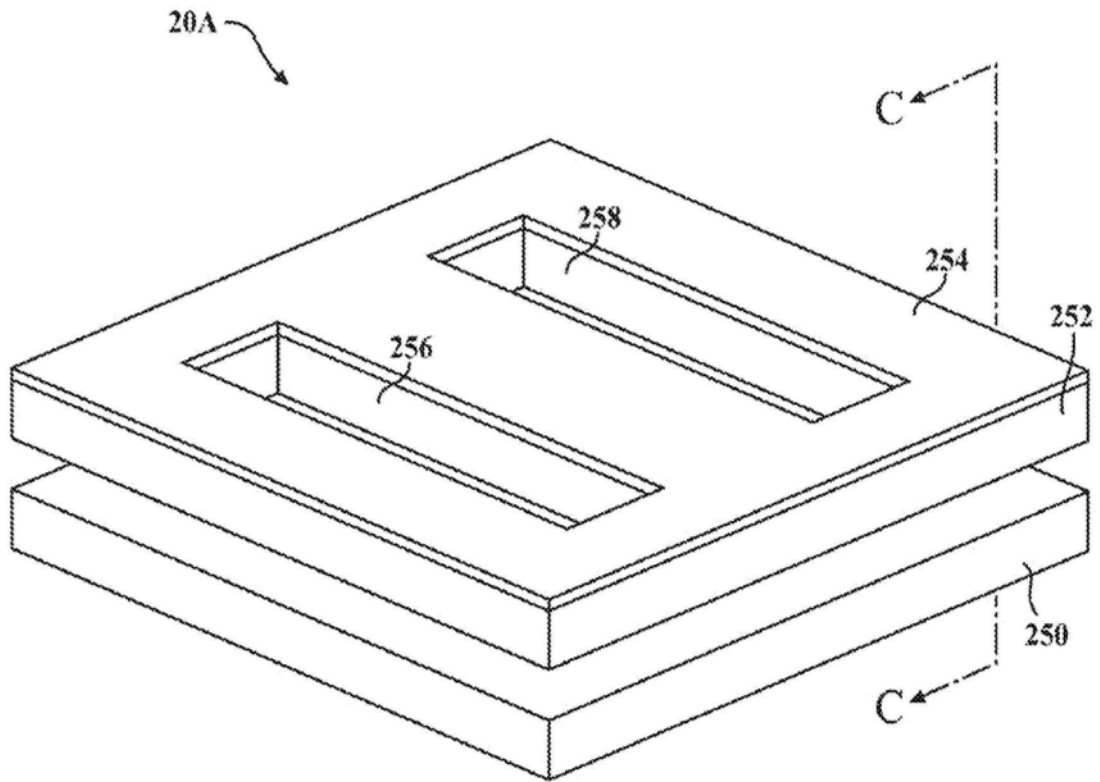


图7A

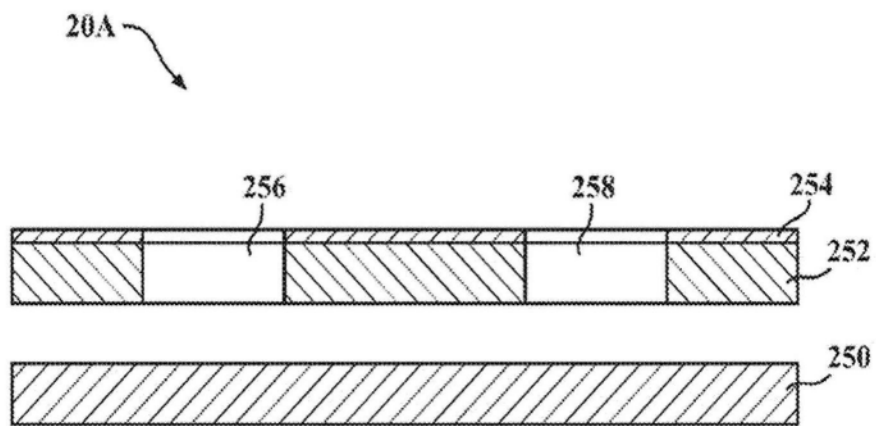


图7B

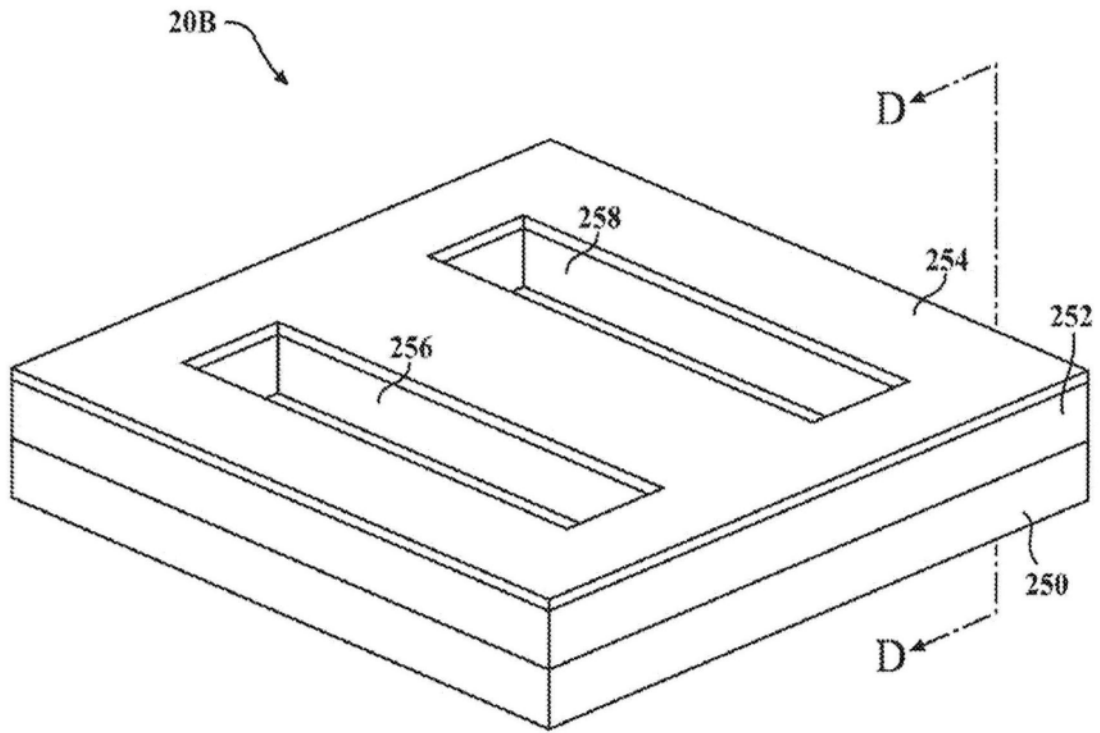


图8A

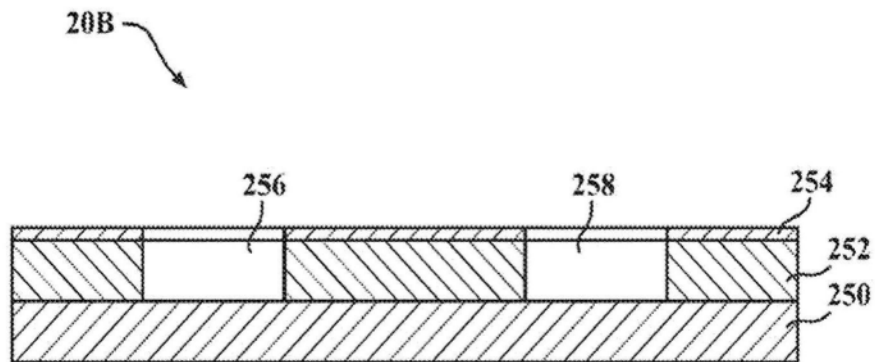


图8B

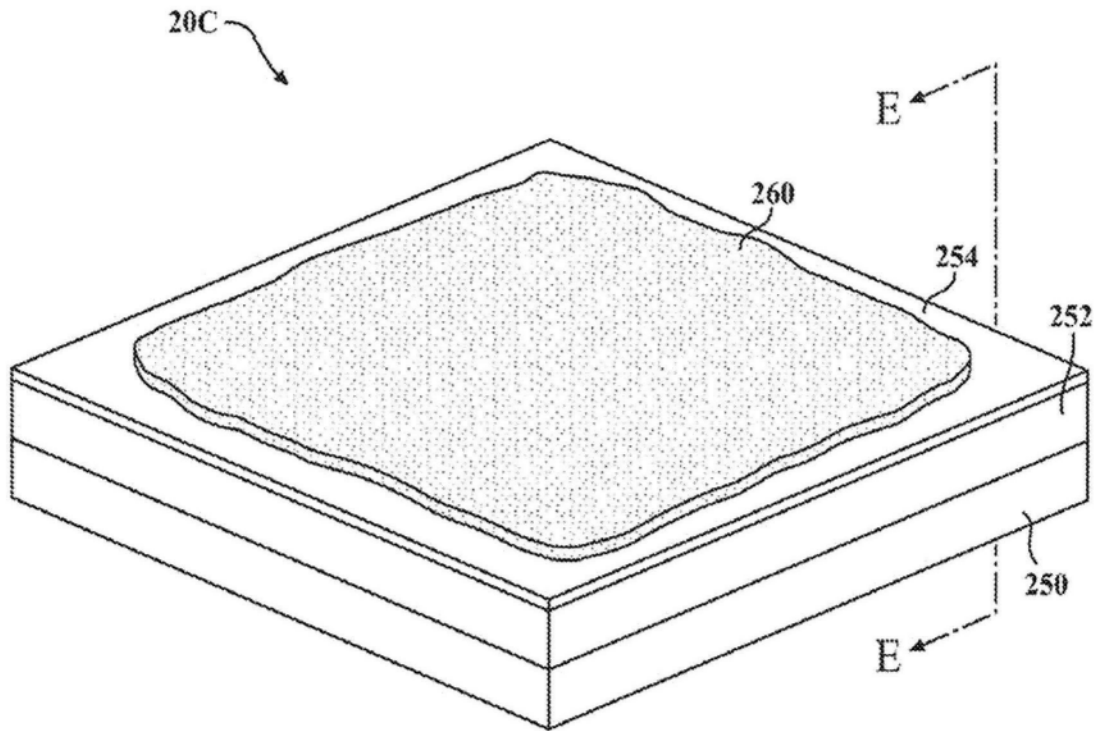


图9A

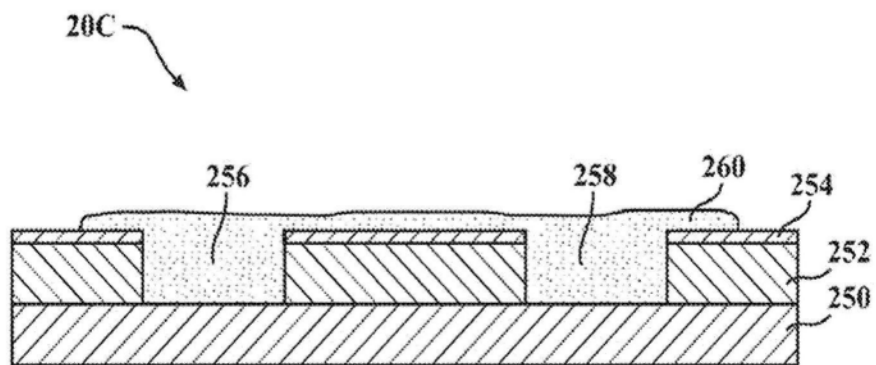


图9B

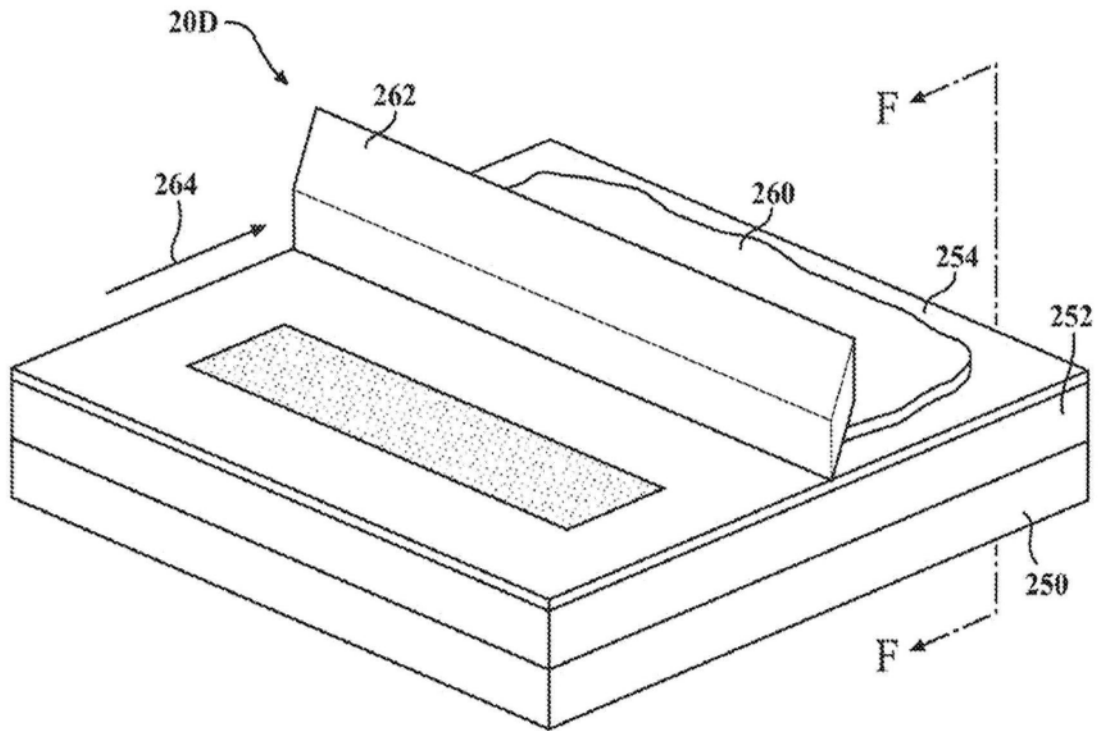


图10A

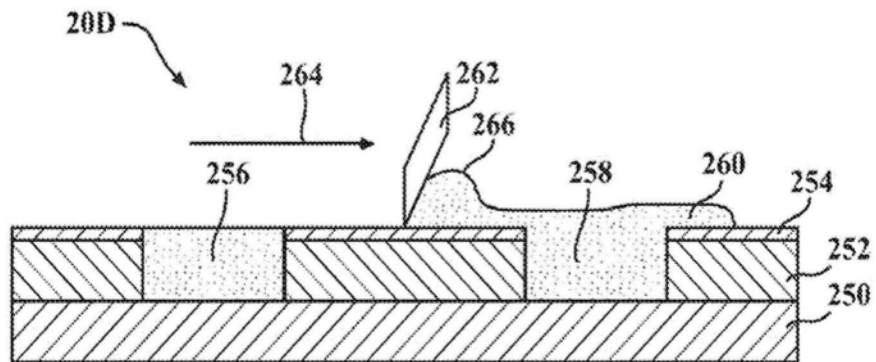


图10B

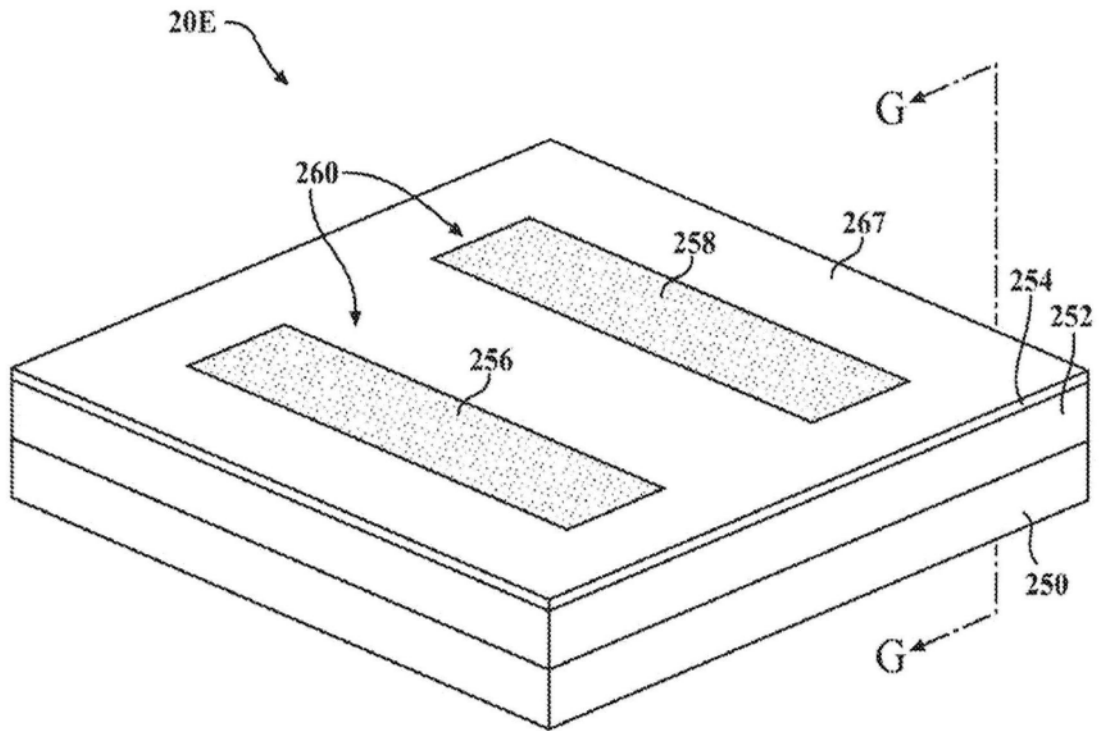


图11A

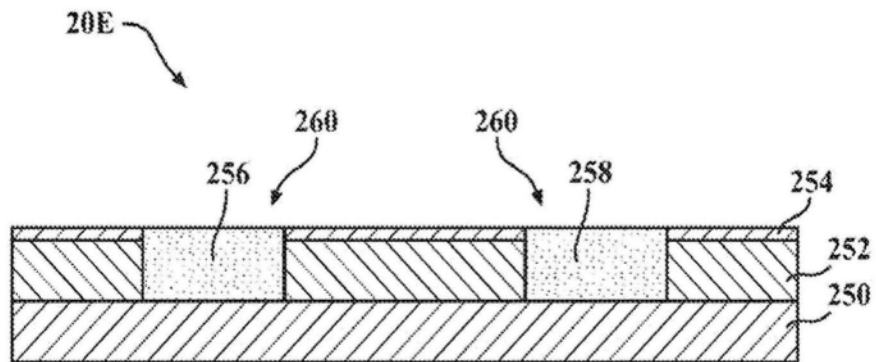


图11B

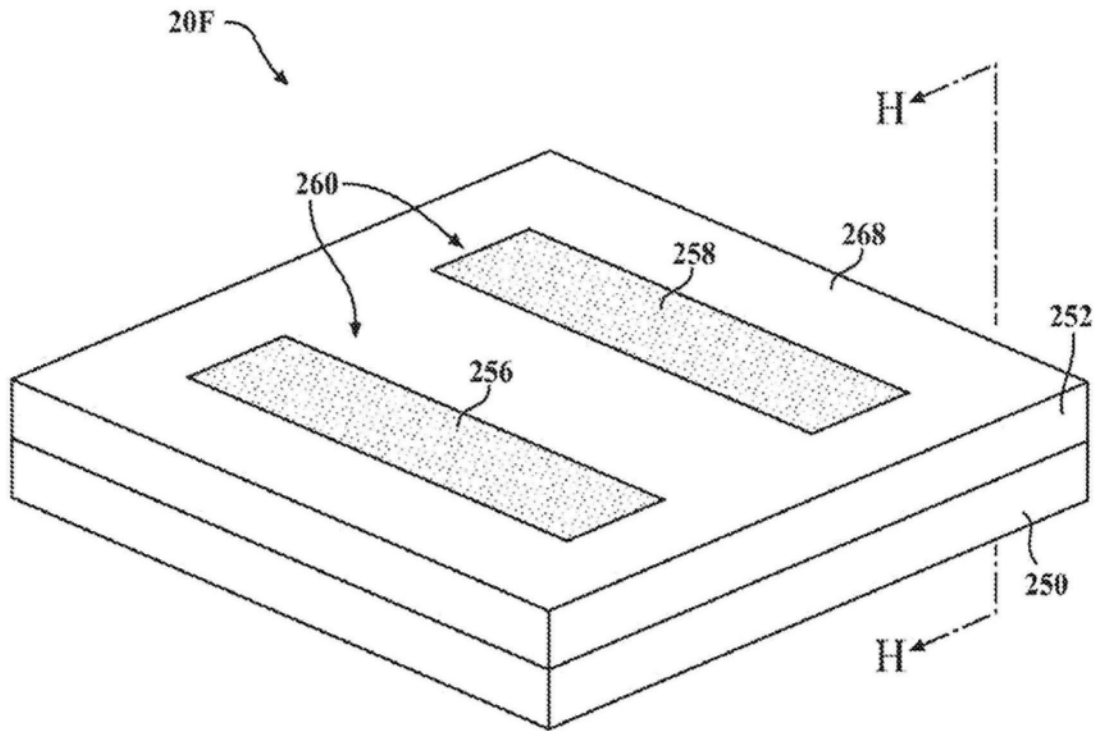


图12A

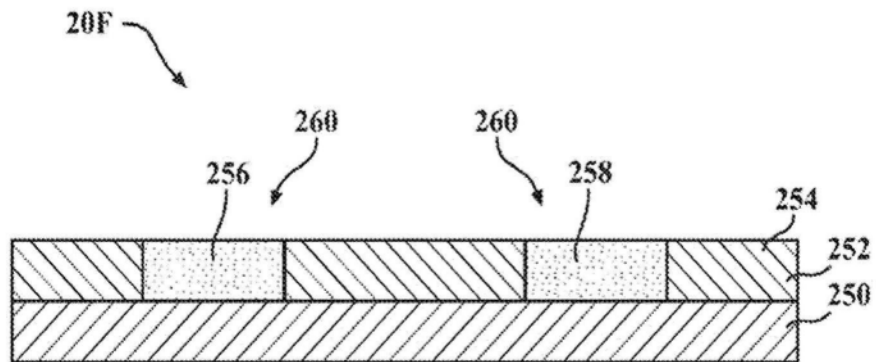


图12B

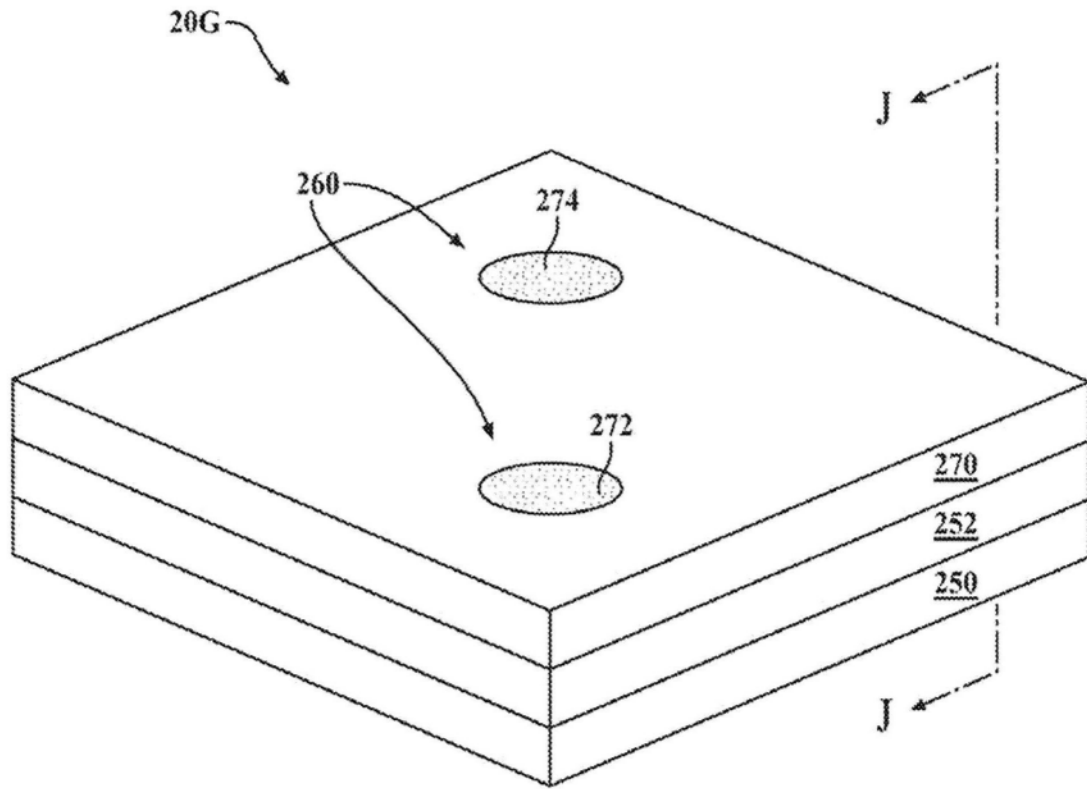


图13A

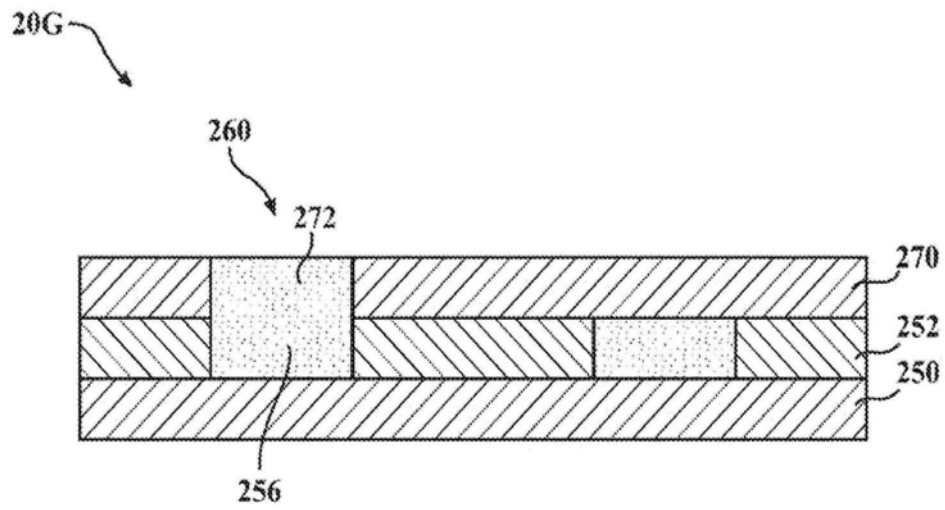


图13B

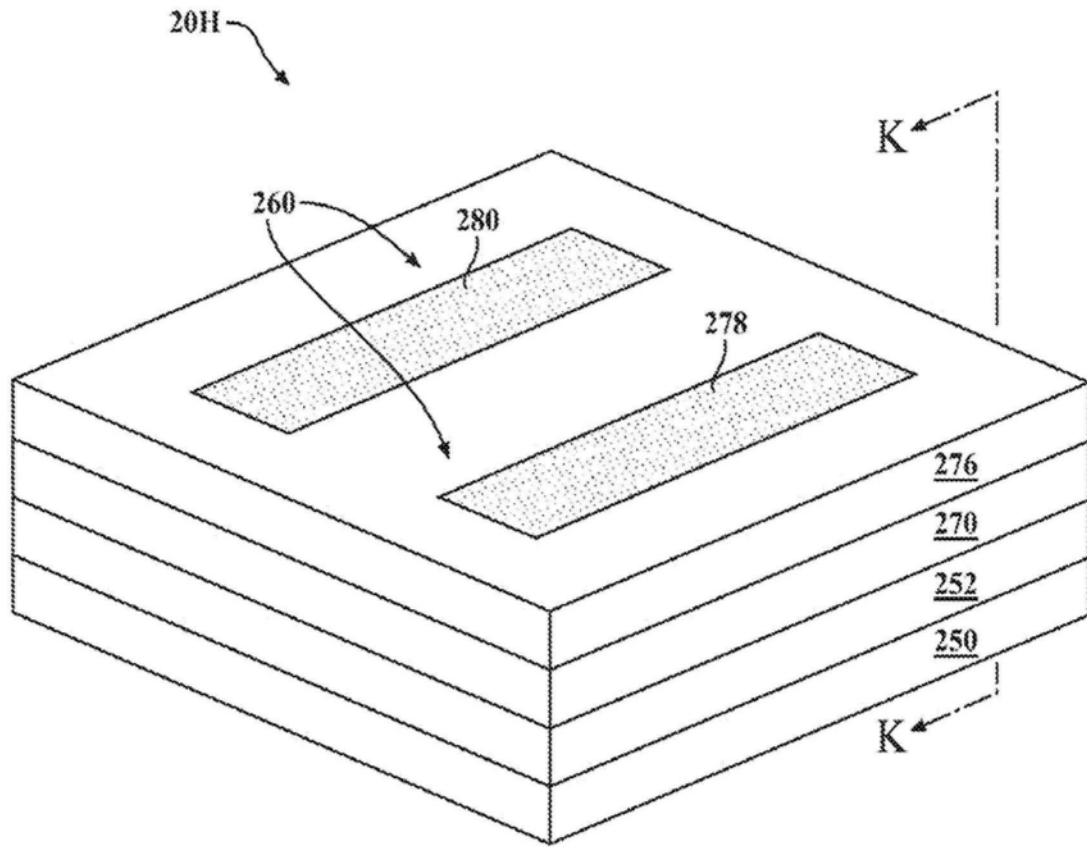


图14A

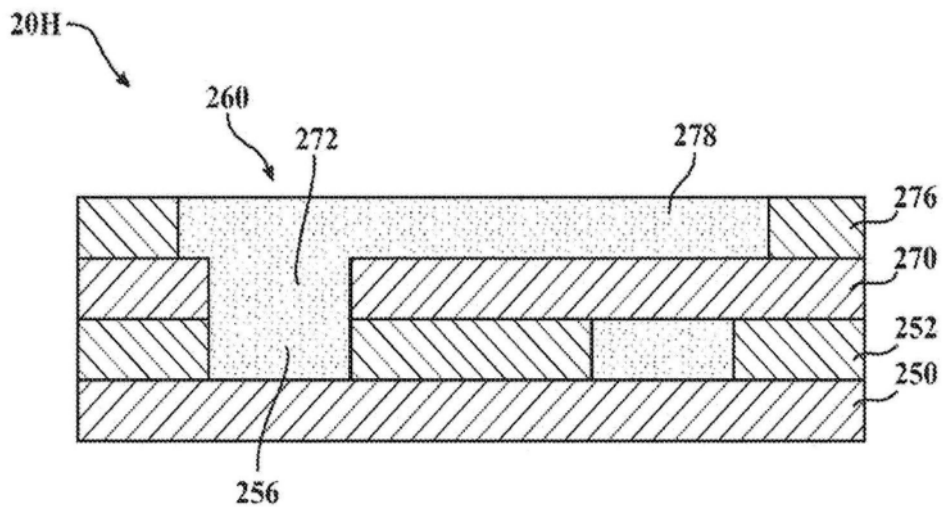


图14B

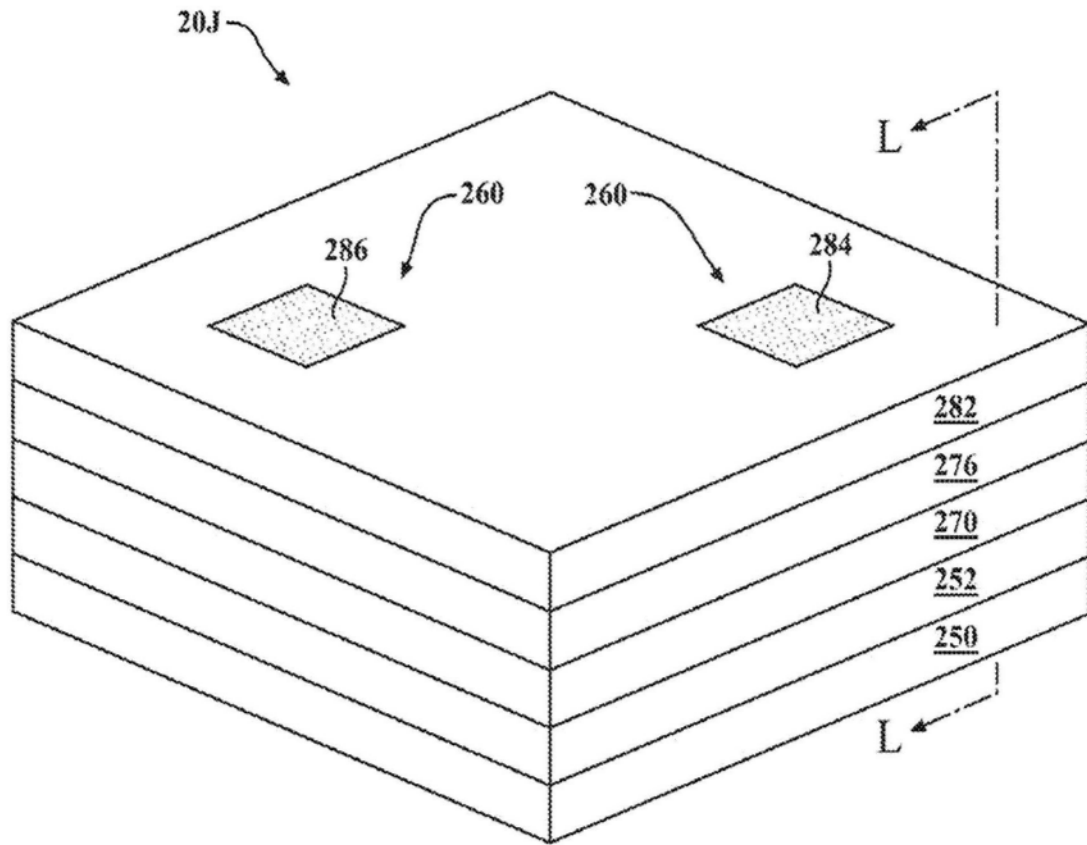


图15A

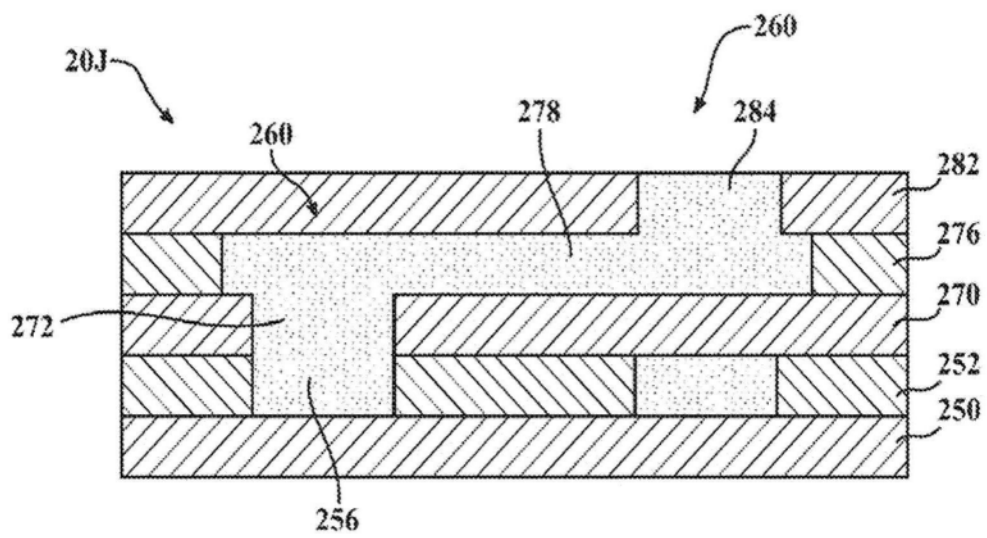


图15B

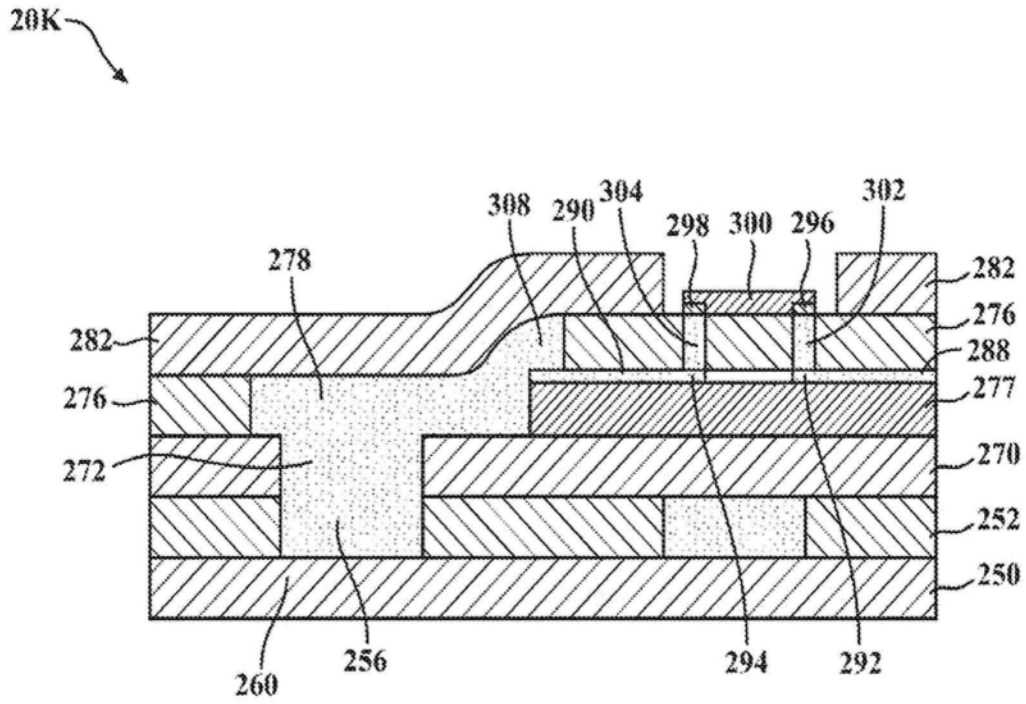


图16

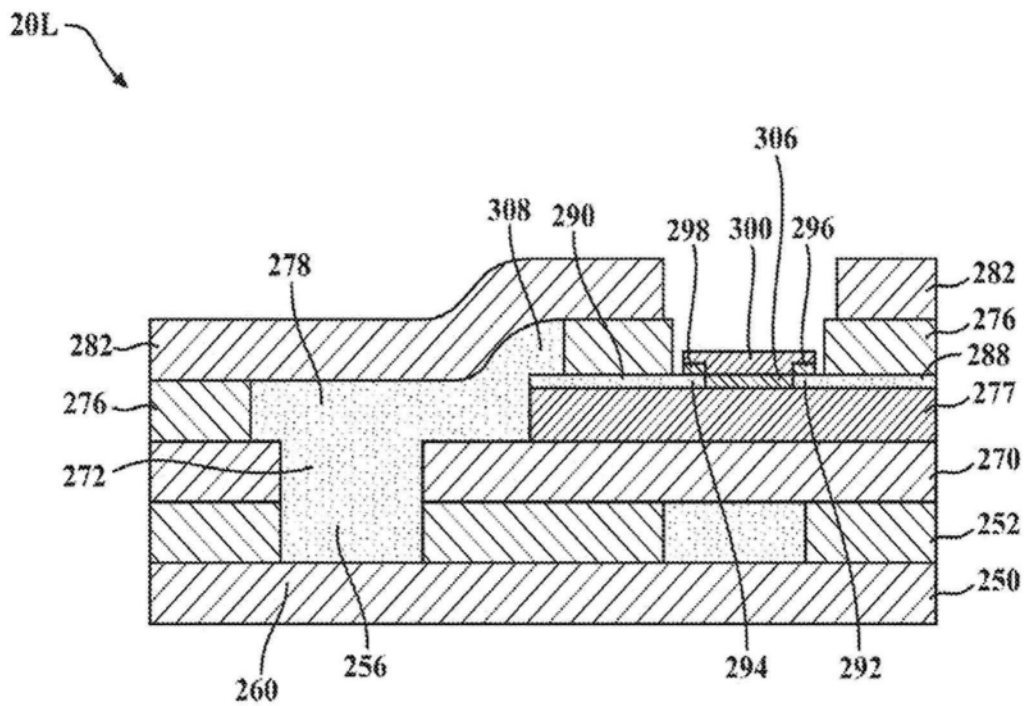


图17

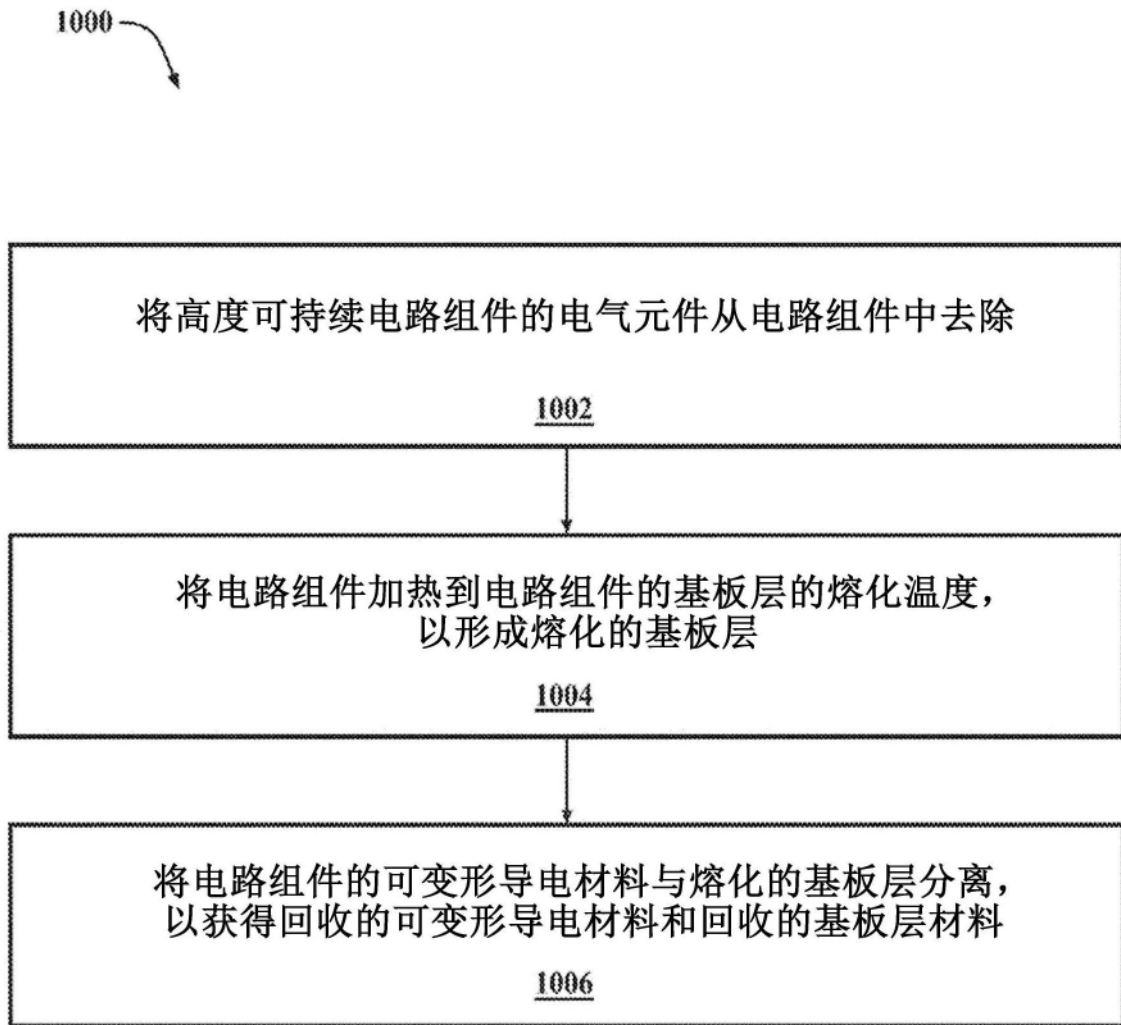


图18

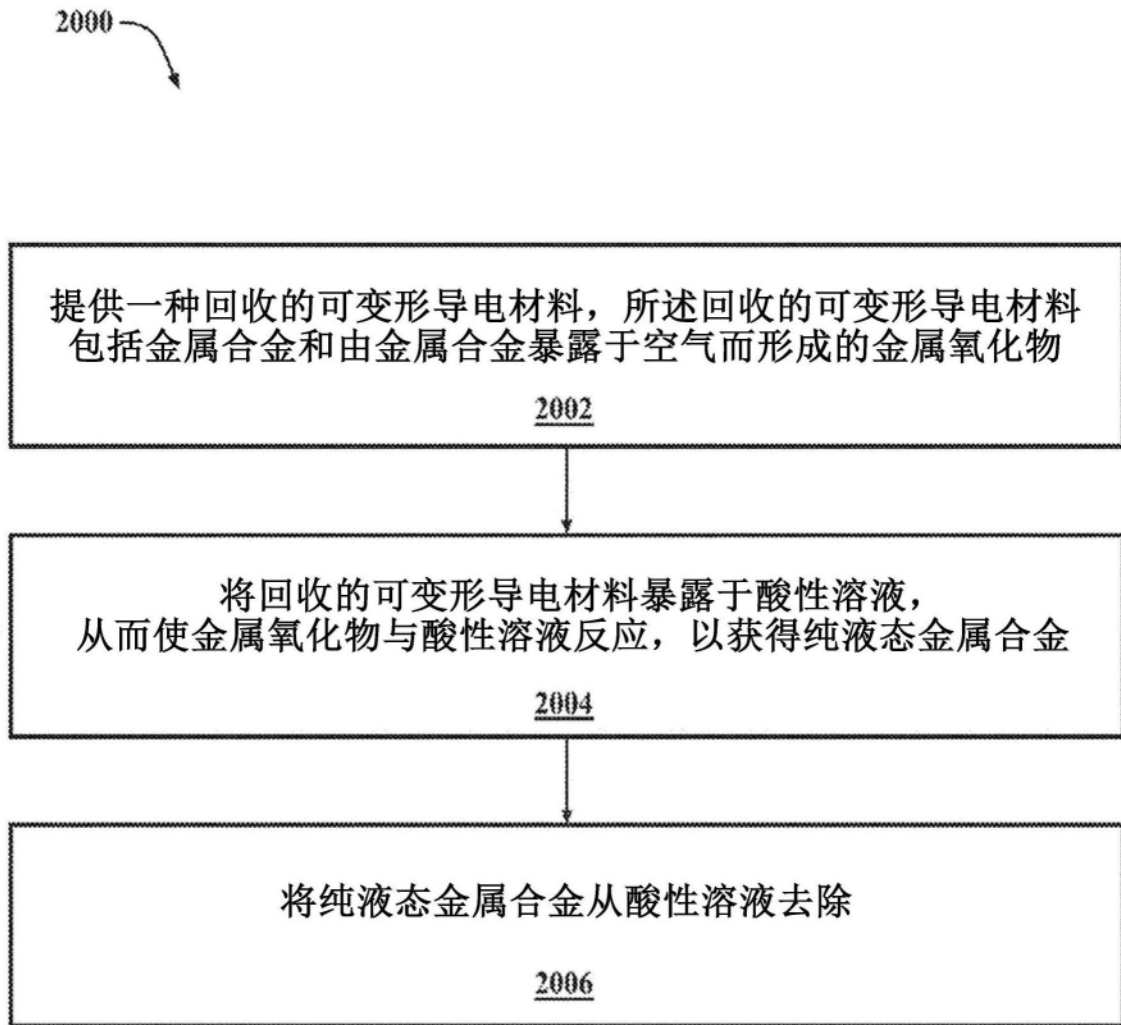


图19