



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120202541 A

(43) 申请公布日 2025.06.24

(21) 申请号 202280101756.8

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.11.22

H01L 23/48 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2025.05.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/043190 2022.11.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02024/111058 JA 2024.05.30

(71) 申请人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 田中浩二

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
专利代理师 邓晔 宋俊寅

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

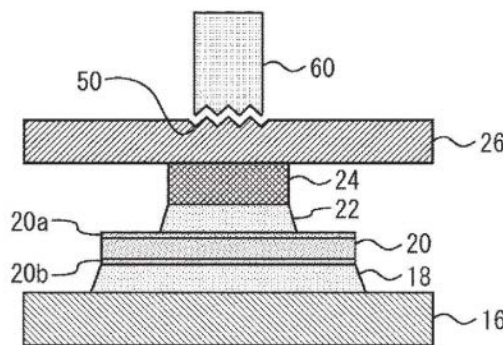
(54) 发明名称

半导体装置及半导体装置的制造方法

(57) 摘要

本公开所涉及的半导体装置包括：半导体芯片；具有第一面和所述第一面相反侧的第二面且所述第一面通过接合材料与所述半导体芯片接合的金属块；以及与所述金属块的所述第二面接合的引线电极，在所述引线电极的与所述金属块接合的面相反侧的面上形成有多个凹凸。

100



1. 一种半导体装置,其特征在于,包括:
半导体芯片;
具有第一面和所述第一面相反侧的第二面且所述第一面通过接合材料与所述半导体芯片接合的金属块;以及
与所述金属块的所述第二面接合的引线电极,
在所述引线电极的与所述金属块接合的面相反侧的面上形成有多个凹凸。
2. 如权利要求1所述的半导体装置,其特征在于,
所述多个凹凸是超声波接合痕。
3. 如权利要求1或2所述的半导体装置,其特征在于,
所述金属块和所述引线电极不经由接合材料而接合。
4. 如权利要求1至3中任一项所述的半导体装置,其特征在于,在所述金属块的所述第二面上形成有与所述引线电极嵌合的嵌合部。
5. 如权利要求1至4中任一项所述的半导体装置,其特征在于,在所述引线电极的与所述金属块接合的面相反侧的面上形成有凹部,所述多个凹凸形成在所述凹部的底面。
6. 如权利要求5所述的半导体装置,其特征在于,
所述凹部的宽度比所述引线电极中与所述金属块接触的区域宽度要宽。
7. 如权利要求5或6所述的半导体装置,其特征在于,
所述凹部的深度大于所述多个凹凸的最大深度。
8. 如权利要求1至7中任一项所述的半导体装置,其特征在于,
所述金属块具有与所述引线电极接合的铝层和与所述半导体芯片接合的铜层。
9. 如权利要求1至8中任一项所述的半导体装置,其特征在于,
所述金属块的厚度为所述引线电极中与所述金属块接合的部分的厚度以上。
10. 如权利要求1至9中任一项所述的半导体装置,其特征在于,所述半导体芯片由宽带隙半导体形成。
11. 如权利要求10所述的半导体装置,其特征在于,
所述宽带隙半导体是碳化硅、氮化镓基材料或金刚石。
12. 一种半导体装置的制造方法,其特征在于,
在通过接合材料对半导体芯片、和具有第一面和所述第一面相反侧的第二面的金属块的所述第一面接合后,从引线电极中的与所述金属块相反侧的面施加超声波振动,对所述金属块的所述第二面和所述引线电极进行超声波接合。

半导体装置及半导体装置的制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及半导体装置及半导体装置的制造方法。

背景技术

[0002] 在专利文献1中,公开了在半导体装置中接合焊盘部和导电性的间隔件的结构。焊盘部与间隔件的接合例如通过超声波接合等进行。

现有技术文献

专利文献

[0003] 专利文献1:国际专利公开第2020/105476号公报

发明内容

发明所要解决的技术问题

[0004] 在功率半导体装置等半导体装置中,有时接合半导体芯片和引线电极等布线构件。作为接合引线电极和半导体芯片的方法,例如有向半导体芯片的一个主面喷出熔融金属的方法。另外,有在预先与绝缘基板上的电路图案接合的半导体芯片上配置接合材料及引线电极进行回流的方法。在这种接合引线电极和半导体芯片的方法中,与接合金属导线和半导体芯片来形成电路的方法相比,接合面积更大。因此,可以期待大电流化和长寿命化。

[0005] 但是,在上述方法中,在接合引线电极和半导体芯片上表面的工序中需要对半导体装置整体进行加热。因此,预先接合的半导体芯片与绝缘基板的接合部的接合材料有可能再次熔融。此时,有可能需要对半导体芯片背面的接合部进行再检查。另外,在使用焊料作为半导体芯片背面和绝缘基板的接合材料的情况下,存在半导体芯片的背面电极扩散到焊料中,接合强度降低的问题。

[0006] 另一方面,为了避免上述那样的问题,可以考虑通过施加超声波振动来接合半导体芯片和引线电极,即进行超声波接合。但是,如果将半导体芯片的上表面作为超声波接合的被接合部,则存在半导体芯片有可能损伤,不能适用超声波接合的问题。

[0007] 本公开的目的在于得到一种在超声波接合时能够抑制半导体芯片的损伤的半导体装置及半导体装置的制造方法。

用于解决技术问题的技术手段

[0008] 本公开所涉及的半导体装置包括:半导体芯片;具有第一面和所述第一面相反侧的第二面且所述第一面通过接合材料与所述半导体芯片接合的金属块;以及与所述金属块的所述第二面接合的引线电极,在所述引线电极的与所述金属块接合的面相反侧的面上形成有多个凹凸。

[0009] 本发明所涉及的半导体装置的制造方法中,在用接合材料将半导体芯片、和具有第一面和所述第一面相反侧的第二面的金属块的所述第一面接合后,从引线电极中的所述金属块相反侧的面施加超声波振动,对所述金属块的所述第二面和所述引线电极进行超声

波接合。

发明效果

[0010] 在本公开所涉及的半导体装置及半导体装置的制造方法中,通过对金属块与引线电极之间进行超声波接合,能够在超声波接合时抑制半导体芯片的损伤。

附图说明

[0011] 图1是实施方式1所涉及的半导体装置的剖视图。
图2是实施方式1所涉及的半导体装置的俯视图。
图3是说明超声波接合痕的其他示例的图。
图4是实施方式2所涉及的半导体装置的剖视图。
图5是实施方式3所涉及的半导体装置的剖视图。
图6是实施方式4所涉及的半导体装置的剖视图。
图7是实施方式5所涉及的半导体装置的剖视图。

具体实施方式

[0012] 参照附图对各实施方式所涉及的半导体装置及半导体装置的制造方法进行说明。有时对相同或对应的结构要素标注相同的标号,并省略重复说明。

[0013] 实施方式1.

图1是实施方式1所涉及的半导体装置100的剖视图。图2是实施方式1所涉及的半导体装置100的俯视图。图1示出半导体装置100中的半导体芯片20、金属块24及引线电极的代表性接合部的结构。另外,在图1中,半导体装置100被简化图示,例如省略了与半导体芯片20电连接的信号线即导线、信号端子等。

[0014] 半导体装置100例如是功率半导体装置。在半导体装置100中,壳体10设置在底板12上。底板12由铝合金、铜等热传导优异的材料形成。在底板12的上表面中被壳体10包围的区域,利用焊料、软焊料等接合材料接合绝缘基板14。绝缘基板14具有由氮化铝、氮化硅等热传导性优异的陶瓷或树脂等形成的绝缘层和设置在绝缘层两面的电路图案16。电路图案16由铝合金、铜等形成。在图1中,示出了设置在绝缘基板14中的绝缘层的上表面的电路图案16。

[0015] 半导体芯片20具有基板、设置在基板上表面的电极20a、以及设置在基板背面的电极20b。半导体芯片20的电极20b使用接合材料18与电路图案16接合。接合材料18例如是焊料、软焊料等。半导体芯片20例如是硅(Si)材料的IGBT、二极管、反向导通IGBT等。半导体芯片20可以由碳化硅(SiC)、氮化镓(GaN)基那样的与硅(Si)相比带隙更大的原材料形成的MOSFET或肖特基二极管等。绝缘基板14上的半导体芯片20的数量没有限定。根据半导体装置100的用途,也可以搭载必要的个数或种类的半导体芯片20。

[0016] 金属块24具有第一面和第一面相反侧的第二面。第一面通过接合材料22与半导体芯片20的电极20a接合。接合材料22例如是焊料、软焊料等。金属块24由铜、铝等热传导性优异、电阻值较低的金属形成。不限于此,金属块24只要是具有所希望的特性的金属即可。

[0017] 由金属形成的引线电极26的下表面与金属块24的第二面接合。引线电极26与金属块24的接合是超声波接合。金属块24和引线电极26不经由接合材料而接合。在引线电极26

的与金属块24接合的面相反侧的面上形成有多个凹凸50。多个凹凸50是超声波接合痕。多个凹凸50形成在引线电极26中的、在俯视下与金属块24重叠的位置。

[0018] 超声波接合痕也被称为超声波振动压痕。超声波接合痕即多个凹凸50的形状根据超声波激振工具60的前端形状和振动方向而不同。例如,通过在引线电极26的上表面施加单向的往复振动,如图2所示,可以形成平行的凹凸连续的压痕作为多个凹凸50。另外,根据超声波激振工具60的前端形状,有时连续形成多个四棱锥作为多个凹凸50。图3是说明超声波接合痕的其他示例的图。在图3的示例中,多个凹凸50a沿两个方向排列。多个凹凸50a例如形成在4mm×8mm的范围内。包含在多个凹凸50a中的各凹凸的宽度例如为0.1mm~10mm左右。

[0019] 多个金属块24可以与一个半导体芯片20接合。形成与金属块24的数量对应的数量的超声波接合痕。在图2的示例中,两个金属块24与一个半导体芯片20接合。

[0020] 引线电极26也可以通过使预先嵌入壳体10的外部电极28延伸到半导体芯片20上而形成。引线电极26也可以通过焊料接合、激光焊接、超声波接合等与预先设置在壳体10上的外部电极28接合。另外,引线电极26的一部分也可以通过超声波接合、焊料接合、激光焊接等与电路图案16连接而形成电路。另外,一个引线电极26也可以跨多个半导体芯片20上的多个金属块24接合。

[0021] 接着,以下示出本实施方式中的半导体装置100的组装步骤。首先,使用板焊料、焊膏、软焊料等接合材料18、22将绝缘基板14的电路图案16和半导体芯片20、以及半导体芯片20和金属块24的第一面接合。在接合工序中,首先将接合材料18、22搭载在电路图案16上及半导体芯片20上。通常,接合材料18、22大多使用焊料。接合材料18、22即焊膏等可以通过丝网印刷来搭载,也可以使用分配器等来涂布。接着,通过将半导体装置100加热到超过接合材料18、22的熔点的温度,来实施接合。

[0022] 金属块24和半导体芯片20也可以在将半导体芯片20接合于电路图案16的工序中同时接合。另外,也可以在将半导体芯片20接合于电路图案16之后,接合半导体芯片20和金属块24。在这种情况下,也可以在半导体芯片20上通过丝网印刷或分配器等配置接合材料22,在接合材料22上配置金属块24后,通过激光加热或热风加热等局部加热接合材料22,进行接合。由此,能够抑制接合材料18再次熔融。

[0023] 接着,将壳体10接合到底板12。在该工序中,首先在壳体10的与底板12的接合面上涂布硅基或环氧基的粘接剂。然后,使接合有半导体芯片20及绝缘基板14的底板12与壳体10嵌合,对壳体10施加载荷,使壳体10与底板12密接。壳体10和底板12也可以用攻丝螺钉等紧固。也可以在用夹具等固定壳体10和底板12的状态下,加热粘接剂使其固化。

[0024] 接着,在金属块24的第二面配置引线电极26。接着,如图1所示,从引线电极26中的金属块24相反侧的面施加超声波振动,对金属块24的第二面与引线电极26进行超声波接合。引线电极26从与金属块24接触的面相反侧的面被超声波激振工具60加压。通过一边以一定的载荷加压一边施加超声波振动,从而引线电极26与金属块24接合。

[0025] 接着,为了形成用于控制半导体芯片20的信号电路,使用超声波接合并用导线连接半导体芯片20上的控制电极和外部信号端子。通常,导线大多使用热传导性和电导率高的铝等。

[0026] 接着,用密封树脂对壳体10内进行密封。作为密封树脂,大多使用硅胶或环氧树

脂。但不限于此,只要具有所希望的弹性模量、耐热性、粘接性、线膨胀系数等物理性质,就可以作为密封树脂使用。接着,为了使密封树脂固化,将半导体装置100放入固化炉等中,进行必要的固化,完成半导体装置100的形状。然后,进行电气特性等的检查,完成半导体装置100。

[0027] 在本实施方式中,在半导体芯片20和引线电极26之间有金属块24。通过对金属块24和引线电极26进行超声波接合,能够在超声波接合时抑制半导体芯片20的损伤。即,由于半导体芯片20的上表面不会成为超声波接合的接合部,因此即使边对引线电极26加压边施加超声波振动,也能够抑制对半导体芯片20造成损伤。其结果,在本实施方式中,在引线电极26与半导体芯片20之间形成电路时,能够应用超声波接合,不需要对半导体装置100整体进行加热。因此,能够抑制预先接合的半导体芯片20与绝缘基板14的接合部再熔融。因此,能够避免半导体芯片20背面的接合部的再检查,能够以低成本制造半导体装置100。另外,能够抑制半导体芯片20背面的接合强度的降低。

[0028] 如上所述,半导体芯片20也可以由宽带隙半导体形成。宽带隙半导体例如是碳化硅、氮化镓基材料或金刚石。根据本实施方式,即使在半导体芯片20由宽带隙半导体形成并流过高电流的情况下,也能够抑制接合强度的降低,能够抑制半导体装置100的可靠性的降低。

[0029] 上述变形可以适当应用于以下实施方式所涉及的半导体装置及半导体装置的制造方法。关于以下实施方式所涉及的半导体装置及半导体装置的制造方法,与实施方式1的共同点较多,因此以与实施方式1的不同点为中心进行说明。

[0030] 实施方式2.

图4是实施方式2所涉及的半导体装置200的剖视图。半导体装置200中金属块224和引线电极226的结构与实施方式1的半导体装置100不同。其他结构与实施方式1的结构相同。在金属块224的第二面上形成有与引线电极226嵌合的嵌合部。具体而言,在金属块224的第二面形成凸部224a,在引线电极226的下表面形成凹部226a。在金属块224的凸部224a进入引线电极226的凹部226a的状态下,金属块224与引线电极226进行超声波接合。由此,金属块224的凸部224a的上表面的平坦部与引线电极226的凹部226a的平坦的底部进行超声波接合。

[0031] 在本实施方式中,通过使金属块224与引线电极226嵌合,即使在引线电极226未在接合前固定的情况下,也能够容易地实施引线电极226的水平方向的定位。另外,能够提高引线电极226的水平方向的定位精度,能够稳定地制造半导体装置200。

[0032] 如果金属块224和引线电极226能够嵌合,则凸部224a和凹部226a的形状没有限定。另外,也可以在金属块224上形成凹部,在引线电极226上形成凸部。

[0033] 实施方式3.

图5是实施方式3所涉及的半导体装置300的剖视图。半导体装置300中引线电极326的结构与实施方式1的半导体装置100不同。其他结构与实施方式1的结构相同。在引线电极326的与金属块24接合的面相反侧的面上形成有凹部327。超声波接合痕即多个凹凸50形成在凹部327的底面上。

[0034] 在本实施方式中,由于在引线电极326的上表面形成有凹部327,因此能够抑制在对引线电极26与金属块24进行超声波接合时产生的金属屑的飞散。因此,能够稳定地制造

半导体装置300。凹部327的深度优选大于多个凹凸50的最大深度。由此,能够提高抑制金属屑飞散的效果。多个凹凸50的最大深度例如为0.5mm~0.8mm。

[0035] 另外,凹部327的宽度也可以比引线电极326中与金属块24接触的区域宽度要宽。另外,凹部327的宽度也可以比引线电极326中与金属块24接触的区域面积要广。由此,即使在形成凹部327的情况下也能够充分确保超声波接合部的面积。

[0036] 实施方式4.

图6是实施方式4所涉及的半导体装置400的剖视图。半导体装置400中,金属块424的结构与实施方式1的半导体装置100不同。其他结构与实施方式1的结构相同。金属块424具有用接合材料22与半导体芯片20接合的铜层424a、以及与引线电极26超声波接合的铝层424b。金属块424例如是对铜材和铝材的表面施加压力而进行轧制接合来形成的包覆材料。

[0037] 在本实施方式中,通过在金属块424的一部分具有柔软的铝层424b,从而在对引线电极26与金属块424进行超声波接合时,能够缓和超声波振动对半导体芯片20造成的损伤。另一方面,铝材难以在与焊料等接合材料22之间生成金属间化合物。通过在利用接合材料22与半导体芯片20接合的表面上具有铜层424a,由此能够容易地接合半导体芯片20和金属块424。因此,能够稳定地制造半导体装置400。金属块424只要具有铜层424a和铝层424b即可。例如也可以在铜层424a和铝层424b之间设置其他金属层。

[0038] 实施方式5.

图7是实施方式4所涉及的半导体装置500的剖视图。半导体装置500的金属块524的厚度b为引线电极26中与金属块524接合的部分的厚度以上。其他结构与实施方式1的结构相同。例如,在引线电极26的厚度为0.6mm的情况下,金属块524的厚度b为0.6mm以上。在本实施方式中,在对引线电极26与金属块524进行超声波接合的工序中,在半导体芯片20与引线电极26之间具有比引线电极26要厚的金属块524。由此,在一边对引线电极26加压一边施加超声波振动时,能够进一步抑制对半导体芯片20造成损伤。因此,能够稳定地制造半导体装置500。

[0039] 各实施方式中说明的技术特征也可以适当组合使用。

标号说明

[0040] 10壳体,12底板,14绝缘基板,16电路图案,18接合材料,20半导体芯片,20a、20b电极,22接合材料,24金属块,26引线电极,28外部电极,50、50a凹凸,60超声波激振工具,100、200半导体装置,224金属块,224a凸部,226引线电极,226a凹部,300半导体装置,326引线电极,327凹部,400半导体装置,424金属块,424a铜层,424b铝层,500半导体装置,524金属块。

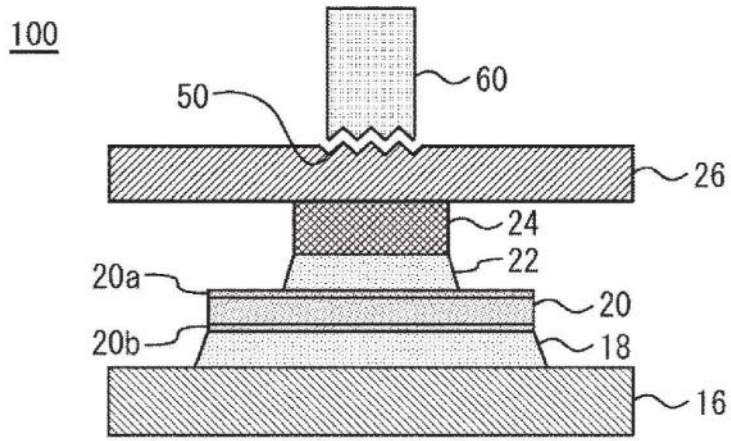


图1

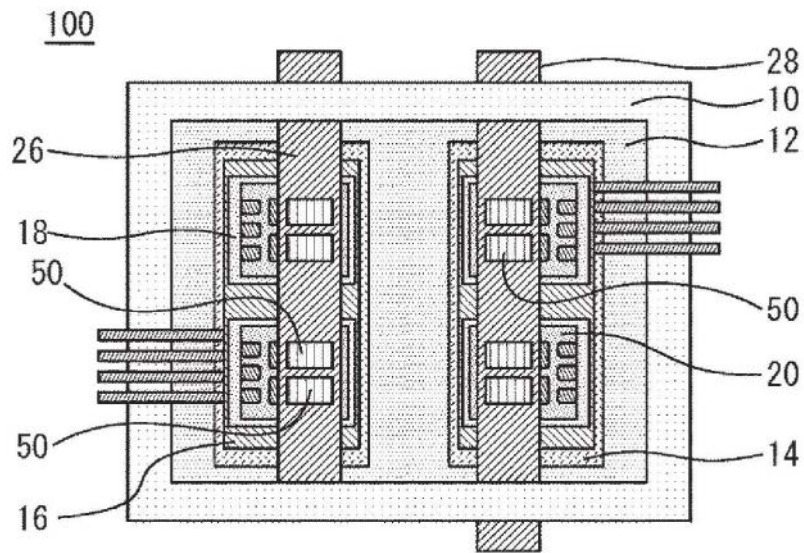


图2

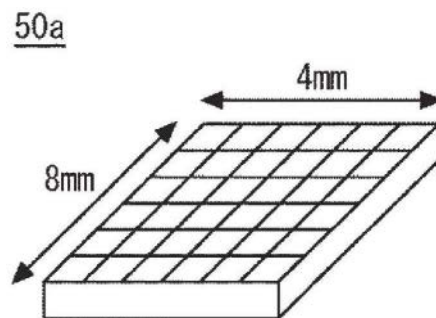


图3

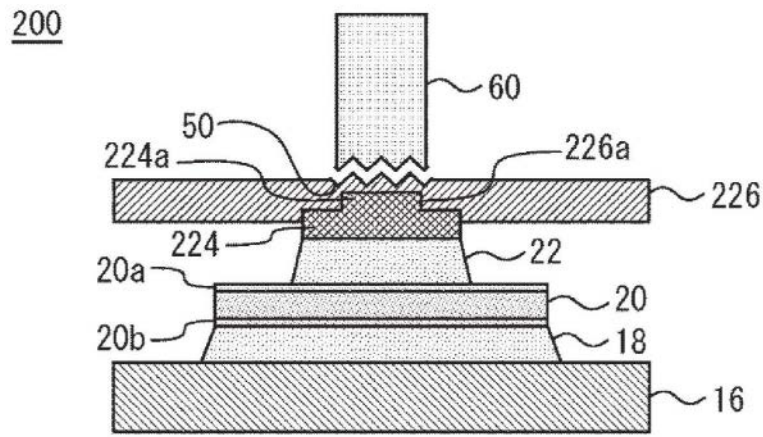


图4

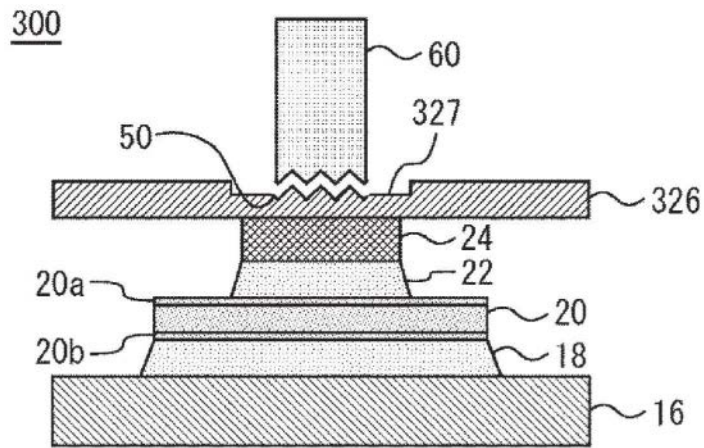


图5

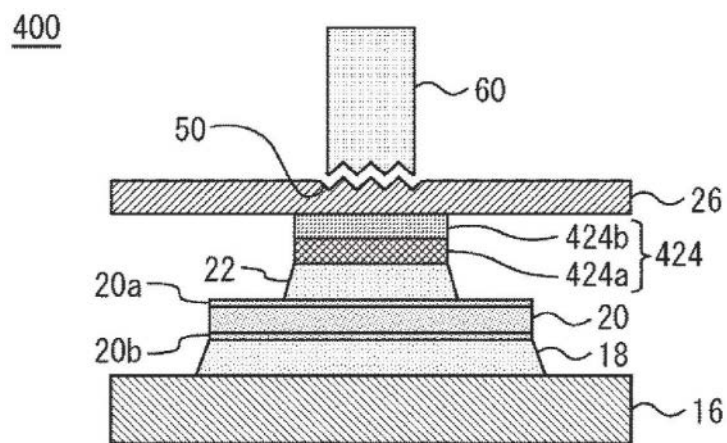


图6

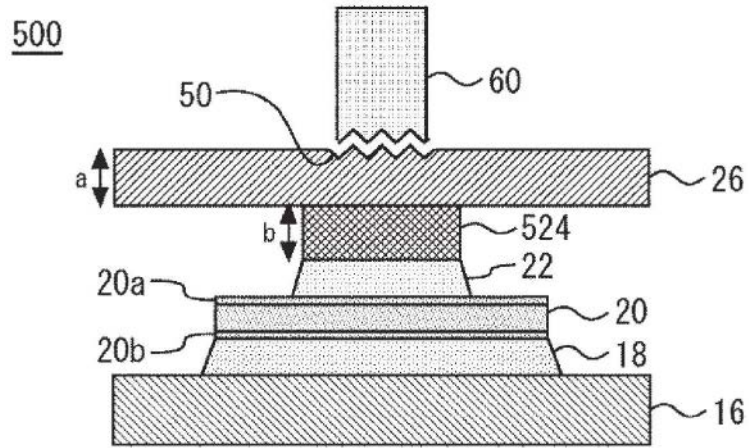


图7