



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101964194 B

(45) 授权公告日 2013.06.19

(21) 申请号 201010246885.5

3 页第 30 段 - 第 5 页 58 段, 图 1-10.

(22) 申请日 2010.06.22

审查员 刘竞滢

(30) 优先权数据

12/489,176 2009.06.22 US

(73) 专利权人 希捷科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 E·J·希区森 C·M·恩格

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
司 31100

代理人 浦易文

(51) Int. Cl.

G11B 5/48 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2006/0139809 A1, 2006.06.29, 说明书第
3 页第 30 段 - 第 5 页 58 段, 图 1-10.

CN 1959812 A, 2007.05.09, 说明书第 5 页第
5 行 - 第 8 页第 8 行, 图 1-8.

CN 1498398 A, 2004.05.19, 全文.

US 2006/0139809 A1, 2006.06.29, 说明书第

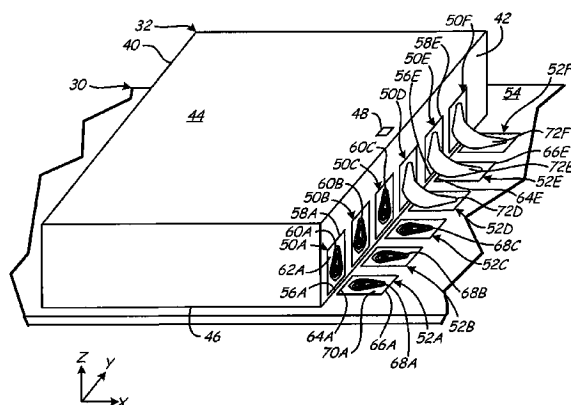
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

具有凹道的滑动器结合垫

(57) 摘要

滑动器包括滑动器体和结合垫。所述结合垫放置在滑动器体上, 并具有结合表面, 结合表面具有用于引导焊料流的凹道。



1. 一种滑动器,包括:
滑动器体;以及
第一结合垫,位于滑动器体上,并具有带有用于引导焊料流的凹道的结合表面,
滑动器具有气承载表面,其中所述第一结合垫具有第一边缘和最接近于气承载表面的且与所述第一边缘相对的第二边缘,并且其中所述凹道位于所述第一结合垫上,凹道的较大部分离第一边缘比第二边缘更近,所述凹道构造成引导焊料沿由所述凹道限定的路径流动。
2. 如权利要求1所述的滑动器,其特征在于,进一步包括:
第二结合垫,位于滑动器体上邻近第一结合垫处,其中所述凹道将焊料流从第二结合垫引开。
3. 如权利要求1所述的滑动器,其特征在于,与所述第二边缘相比,大量的焊料被引导到接近所述第一边缘。
4. 如权利要求1所述的滑动器,其特征在于,结合表面的面积比结合垫的外尺寸面积大10%到40%。
5. 如权利要求1所述的滑动器,其特征在于,所述凹道具有关于平行于气承载表面的第一中轴线不对称的形状。
6. 如权利要求5所述的滑动器,其特征在于,所述凹道具有泪珠形状,一端宽而另一端窄。
7. 如权利要求5所述的滑动器,其特征在于,所述凹道具有四边结构的风筝形状,所述风筝形状不关于第一中轴线对称,但关于第二中轴线对称。
8. 如权利要求5所述的滑动器,其特征在于,所述凹道的一部分基本垂直于所述第一中轴线。
9. 如权利要求5所述的滑动器,其特征在于,所述凹道关于垂直于所述第一中轴线的第二中轴线基本对称。
10. 一种滑动器和悬挂组件,包括:
悬挂组件,包括:
悬挂安装表面;以及
悬挂安装表面上的悬挂垫;
滑动器,位置邻近于所述悬挂安装表面,具有与悬挂垫对准的滑动器垫;
在滑动器垫和悬挂垫至少之一上的凹道,所述凹道构造成引导焊料沿由所述凹道限定的路径流动;以及
形成在悬挂垫和滑动器垫之间并延伸到所述凹道的焊料接合点,
滑动器具有气承载表面,其中滑动器垫具有最接近于悬挂垫的第一边缘和最接近于气承载表面的第二边缘,并且其中所述凹道位于滑动器垫上,凹道的较大部分离第一边缘比第二边缘更近。
11. 如权利要求10所述的滑动器和悬挂组件,其特征在于,滑动器垫基本垂直于悬挂垫,并且凹道位于滑动器垫中,其形状关于平行于悬挂垫的中轴线不对称。
12. 如权利要求10所述的滑动器和悬挂组件,其特征在于,所述焊料接合点伸进所述凹道中。

13. 一种用于将第一结合垫电连接到第二结合垫上的方法,所述方法包括:
在第一结合垫和第二结合垫之间放置液态焊料;
利用第一结合垫上的凹道引导焊料流,所述凹道引导焊料沿由所述凹道限定的路径流动;以及
凝固焊料,以形成第一结合垫和第二结合垫之间的结合,以便第一结合垫基本垂直地对准到第二结合垫上,
第一结合垫具有平行于第二结合垫的第一中轴线,第一中轴线将第一结合垫分成邻近第二结合垫的近端一半,和远离第二结合垫的远端一半;并且进一步包括:
流入近端一半的凹道的焊料比流入远端一半的凹道的焊料量更大。
14. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述凹道将焊料流引向第二结合垫。
15. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述液态焊料通过将熔化的焊料以一个与第一结合垫和第二结合垫之一成 35 度到 55 度的角度从毛细管喷出而放置到第一结合垫和第二结合垫之间。
16. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述第一结合垫为位于滑动器上的滑动器垫,并且所述第二结合垫为放置到悬挂组件上的悬挂垫。
17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述凹道将焊料流从滑动器上位置邻近于第一结合垫的第三结合垫处引开。
18. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,所述凹道进一步将焊料流从滑动器上位置邻近于第一结合垫的第四结合垫处引开。

具有凹道的滑动器结合垫

背景技术

[0001] HDD 典型地包括一个或多个盘。由滑动器携带的换能头被用于读出和写入盘上的数据轨道。所述滑动器由包括致动器臂和悬挂组件的臂状组件所携带,所述悬挂组件可包括一个单独的万向节机构或可整体地形成万向节。所述滑动器典型地包括滑动器通过热互连接工艺 (TIC) 连接到悬挂组件上的悬挂结合垫的结合垫。在所述 TIC 过程中,熔化的焊料被应用到滑动器结合垫和悬挂结合垫之间,进而冷却以形成连接。

[0002] 从 HDD 出现以来,滑动器的形状因素(大小和形状)便在稳定降低。也已经有这样一种趋势,增加结合垫的数目,用于与滑动器的额外的电连接。因此,结合垫的大小,以及结合垫之间的空间也被降低。由于这些尺寸越来越小,焊料从一对结合垫(一个滑动器垫和一个相应的悬挂垫)无法预期地桥连相邻的一对结合垫(另一个滑动器垫和相应的悬挂垫)的机会便增加了。为克服所述桥连问题,可降低用于每个焊接的焊料的量。然而,降低所用焊料的量可能导致新的问题,即降低每处焊料结合的机械强度。

发明内容

[0003] 根据本发明,滑动器包括滑动器体和结合垫。所述结合垫放置在滑动器体上,并具有结合表面,结合表面具有用于引导焊料流的凹道,滑动器具有气承载表面,其中滑动器垫具有第一边缘和最接近于气承载表面的且与所述第一边缘相对的第二边缘,并且其中所述凹道位于滑动器垫上,凹道的较大部分离第一边缘比第二边缘更近。

[0004] 根据本发明的又一个方面,一种滑动器和悬挂组件,包括:悬挂组件,包括:悬挂安装表面;以及悬挂安装表面上的悬挂垫;滑动器,位置邻近于所述悬挂安装表面,具有与悬挂垫对准的滑动器垫;在滑动器垫和悬挂垫至少之一上的凹道;以及形成在悬挂垫和滑动器垫之间并延伸到所述凹道的焊料接合点,滑动器具有气承载表面,其中滑动器垫具有最接近于悬挂垫的第一边缘和最接近于气承载表面的第二边缘,并且其中所述凹道位于滑动器垫上,凹道的较大部分离第一边缘比第二边缘更近。

[0005] 另一实施例包括了一种用于电连接第一结合垫和第二结合垫的方法。所述方法包括在第一结合垫和第二结合垫之间放置液态焊料,通过第一结合垫的凹道引导焊料流,以及使焊料凝固以形成第一结合垫和第二结合垫之间的结合,这样第一结合垫便基本垂直地对准第二结合垫。第一结合垫具有平行于第二结合垫的第一中轴线,第一中轴线将第一结合垫分成邻近第二结合垫的近端一半,和远离第二结合垫的远端一半;并且进一步包括:流入近端一半的凹道的焊料比流入远端一半的凹道的焊料量更大。

[0006] 上述第一结合垫为位于滑动器上的滑动器垫,并且上述第二结合垫为放置到悬挂组件上的悬挂垫。较佳地,凹道将焊料流从滑动器上位置邻近于第一结合垫的第三结合垫处引开。进一步地,凹道可将焊料流从滑动器上位置邻近于第一结合垫的第四结合垫处引开。

附图说明

- [0007] 图 1 为示例硬盘驱动器 HDD 系统的透视图。
- [0008] 图 2 为本发明的滑动器和悬挂组件的透视图。
- [0009] 图 3 为图 2 所示的滑动器和悬挂组件在热互连接工艺中的侧视图。
- [0010] 图 4A-4G 为图 2 中滑动器的端视图,其滑动器垫具有各种实施方式的凹道。
- [0011] 图 5 为图 2 中滑动器的端视图,示出了测量距离。
- [0012] 图 6A-6D 为形成具有凹道的结合垫的步骤的截面示意图。

具体实施方式

[0013] 图 1 为示例硬盘驱动器 HDD 系统 20 的透视图,其包括绕轴线 24 旋转的磁存储盘 22,致动马达 26(例如音圈马达),致动器臂 28,悬挂组件 30,以及携带有换能头的滑动器 32(如图 2 所示)。滑动器 32 由悬挂组件 30 支撑,悬挂组件 30 又由致动器臂 28 支撑。致动马达 26 配置为使得致动器臂 28 以轴线 34 为枢纽转动,以便使得悬挂组件 30 和滑动器 32 在跨越旋转的盘 22 的表面的弧形上扫动,同时滑动器在气垫上“滑过”或“飞过”盘 22。由滑动器 32 携带的换能头可相对于盘 22 选定的同心数据轨道 36 定位,用于读写盘 22。应当注意的是,可提供一同旋转的盘 22 的堆叠,以及额外的致动器臂 28、悬挂组件 30 以及携带有换能头的滑动器 32,用于在堆叠中每个盘 22 的上下表面读写。

[0014] 图 2 为连接到悬挂组件 30 的滑动器 32 的透视图。滑动器 32 包括与后边缘 42 相对的前边缘 40,以及与面向悬挂的表面 46 相对的气承载表面 44。换能头 48 位于气承载表面 44 接近后边缘 42 处。滑动器垫 50A-50F 为焊料结合垫,位于后边缘 42 接近面向悬挂的表面 46 处。悬挂组件 30 包括悬挂垫 52A-52F,它们都为焊料结合垫,位于悬挂安装表面 54 上,接近滑动器 32 的后边缘 42 处。滑动器垫 50A-50F 分别与悬挂垫 52A-52F 对齐并且基本垂直于悬挂垫 52A-52F。后边缘 42 也基本垂直于悬挂安装表面 54。滑动器垫 50A-50F 在形状、大小和朝向方面基本相同,但在后边缘 42 上的位置相互不同。同样,悬挂垫 52A-52F 在形状、大小和朝向方面基本相同,但在悬挂安装表面 54 上的位置相互不同。

[0015] 滑动器垫 50A 具有位置最接近于悬挂安装表面 54 的第一边缘 56A,以及相对放置,最接近于气承载表面 44 的第二边缘 58A。滑动器垫 50A 在结合表面 62A 上具有凹道 60A。凹道 60A 为泪珠形,一端宽而另一端窄。因而,凹道 60A 较大的部分较第二边缘 58A 更接近第一边缘 56A。滑动器垫 50B-50F 分别具有相同的凹道 60B-60F(如图 4C 中滑动器垫 50D-50F 所示)。

[0016] 悬挂垫 52A 具有位置最接近于滑动器垫 50A 的第一边缘 64A,以及位置远离滑动器垫 50A 的第二边缘 66A。悬挂垫 52A 在结合表面 70A 上具有凹道 68A。凹道 68A 同样为泪珠形,一端宽而另一端窄。因而,凹道 68A 较大的部分较第二边缘 66A 更接近第一边缘 64A。悬挂垫 52B-52F 分别具有相同的凹道 68B-68F(图 4C 中悬挂垫 52D-52F 未示出)。

[0017] 在可选实施例中,悬挂垫 52A-52F 可具有相对平滑的结合表面,而没有任何凹道 68A-68F。滑动器垫 50A-50F 仍具有凹道 60A-60F。在另一可选实施例中,滑动器垫 50A-50F 可相对平滑,并且仅有悬挂垫 52A-52F 具有凹道 68A-68F。在其他实施例中,滑动器垫 50A-50F 和悬挂垫 52A-52F 可具有任意的平滑表面和凹道的组合,只要滑动器和悬挂垫中至少一个具有至少一条凹道。

[0018] 焊料接合点 72D-72F 分别将滑动器垫 50D-50F 连接到悬挂垫 52D-52F。分别连接滑

动器垫 50A-50C 的焊料接合点在图 2 中省略,以便更好地显示凹道 60A-60C 以及 68A-68C。然而,所有对的垫都具有根据他们各自的凹道而成形的焊料连接。例如,滑动器垫 50E 具有泪珠形的凹道 60E (如图 4E 所示),导致了焊料接合点 72E 大而宽的部分放置于邻近第一边缘 56E 处,而焊料接合点 72E 小而窄的部分放置于邻近第二边缘 58E 处。当焊料接合点 72E 凝固时,其延伸进凹道 60E。当焊料接合点 72E 熔化时,凹道 60E 引导焊料沿着由凹道 60E 确定的路径流动。在焊料向泪珠形凹道 60E 窄的部分流动时,凹道 60E 引导焊料远离相邻的滑动器垫 50D 和 50F,而朝向第二边缘 58E 流回。因为凹道 60E 最大且最宽的部分邻近第一边缘 56E,所以较大量的焊料流进邻近第一边缘 56E 的凹道 60E。因此,除了最多的临近第一边缘 56E 的焊料之外,焊料接合点 72E 被拉长。用于移动焊料流的力来自于表面张力、毛细管作用以及热互连接 (TIC) 结合工艺。

[0019] 图 3 为 TIC 结合工艺中滑动器 32 和悬挂组件 30 的侧视图。在一个 TIC 工艺中,来自激光器 80 的光束 84 加热并熔化焊料球 82。毛细管 86 使用氮气加压,以向着滑动器垫 50A 和悬挂垫 52A 的角落相交处,如箭头 A1 所示,推动熔化的焊料球 82。熔化的焊料球 82 以大约 45 度角撞击滑动器垫 50A 和悬挂垫 52A 中的每一个,并在例如箭头 A2 和 A3 所示的方向反弹 (也叫回弹)。反弹的焊料球 82 流被推回并被引导流过由凹道 60A 和 68A 确定的路径 (如图 2 所示)。在其他实施例中,焊料球 82 可以约 35 度到 55 度之间事实上的任何角度撞击滑动器垫 50A 和悬挂垫 52A。如果凹道 60A 和 68A 具有不同于图 2 所示的图形,焊料流可以不同的方式被引导流过滑动器垫 50A 和悬挂垫 52A。

[0020] 图 4A 为滑动器 32 后边缘 42 的端视图,其滑动器垫 50A-50E 具有一种实施方式的凹道 160A-160E。第一中轴线 C_{L1} 基本平行于气承载表面 44、第一边缘 56A 和第二边缘 58A 中的每一个。当安装在悬挂组件 30 (如图 2 所示) 上时,第一中轴线 C_{L1} 也基本平行于悬挂垫 52A-52F (如图 2 所示)。第一中轴线 C_{L1} 将滑动器垫 50A 分成邻近悬挂垫 52A 的近端一半和远离第一悬挂垫 52A 的远端一半。第二中轴线 C_{L2} 基本垂直于第一中轴线 C_{L1} 。

[0021] 凹道 160A 具有钻石形状。所述钻石形状基本为具有沿第一和第二中轴线 C_{L1} 和 C_{L2} 相交的边的三个同心菱形。所述钻石形状基本关于第一和第二中轴线 C_{L1} 和 C_{L2} 的每一个对称。所述钻石形状引导焊料流接近滑动器垫 50A 的边缘,但不越过那些相邻于滑动器垫 50B 的边缘。所述钻石形状意在把更大量的焊料引导到滑动器垫 50A 的中心。

[0022] 图 4B 为滑动器 32 的后边缘 42 的端视图,其滑动器垫 50A-50E 具有另一种实施方式的凹道 260A-260E。凹道 260A-260E 除了不同的形状外,与凹道 160A-160E 类似。

[0023] 凹道 260A 具有椭圆形状。所述椭圆形状基本为三个同心伸展的圆。所述椭圆形状基本关于第一和第二中轴线 C_{L1} 和 C_{L2} 的每一个对称。所述椭圆形状引导焊料流接近滑动器垫 50A 的边缘,但不越过那些相邻于滑动器垫 50B 的边缘。所述椭圆形状意在把更大量的焊料引导到滑动器垫 50A 的中心,很像图 4A 中的钻石形状。然而,椭圆形状意在生成比钻石形状生成的更窄并且沿第二中轴线 C_{L2} 更长的焊料接合点。

[0024] 图 4C 为滑动器 32 的后边缘 42 的端视图,其滑动器垫 50A-50E 具有另一种实施方式的凹道 360A-360E。凹道 360A-360E 除了不同的形状外,与凹道 160A-160E 类似。

[0025] 凹道 360A 具有矩形形状。所述矩形形状基本为三个同心伸展的长方形。所述矩形形状基本关于第一和第二中轴线 C_{L1} 和 C_{L2} 的每一个对称。所述矩形形状引导焊料流接近滑动器垫 50A 的边缘,但不越过那些相邻于滑动器垫 50B 的边缘。所述矩形形状意在把

更大量的焊料引导到滑动器垫 50A 的中心,很像图 4A 中的钻石形状以及图 4B 中的椭圆形状。然而,矩形形状意在生成比钻石形状和椭圆形状生成的沿第二中轴线 C_{L2} 更长的焊料接合点。此外,矩形形状也可将焊料流引导到滑动器垫 50A 的角落,以增加结合面积。

[0026] 图 4D 为滑动器 32 的后边缘 42 的端视图,其滑动器垫 50A-50E 具有另一种实施方式的凹道 460A-460E。凹道 460A-460E 除了不同的形状外,与凹道 160A-160E 类似。

[0027] 凹道 460A 具有风筝形状。所述风筝形状基本为两个同心的四边结构。所述风筝形状基本关于第二中轴线 C_{L2} 对称,但不关于第一中轴线 C_{L1} 对称。所述风筝形状除了不关于第一中轴线 C_{L1} 对称外,类似于图 4A 中的钻石形状。风筝形凹道 460A 的较大部分相比第二边缘 58A 更邻近于第一边缘 56A。这导致风筝形状会朝向第一边缘 56A,并且从而当悬挂垫 52A 装配时,向其(如图 2 所示)引导更大量的焊料流。由于对称,几乎等量的焊料被引导到凹道 460A 中第二中轴线 C_{L2} 的两边。在另一实施例中,风筝形凹道 460A 的较大部分可相比第一边缘 56A 更邻近于第二边缘 58A,以便将更大量的焊料流引导向第二边缘 58A。

[0028] 图 4E 为滑动器 32 的后边缘 42 的端视图,其滑动器垫 50A-50E 具有泪珠形的凹道 60A-60E,如图 2 中所述。

[0029] 所述泪珠形状具有三个同心的曲线结构。所述泪珠形状基本关于第二中轴线 C_{L2} 对称,但不关于第一中轴线 C_{L1} 对称。所述泪珠形状除了不关于第一中轴线 C_{L1} 对称外,类似于图 4B 中的椭圆形状。泪珠形凹道 60A 的较大部分相比第二边缘 58A 更邻近于第一边缘 56A。这导致泪珠形状会朝向第一边缘 56A,并且从而当悬挂垫 52A 装配时,向其(如图 2 所示)引导更大量的焊料流。如图 4E 所示,泪珠形状比图 4D 所示的风筝形状在邻近第一边缘 56A 处引导更多焊料。由于对称,几乎等量的焊料被引导到凹道 60A 中第二中轴线 C_{L2} 的两边。在另一实施例中,泪珠形凹道 60A 的较大部分可相比第一边缘 56A 更邻近于第二边缘 58A,以便将更大量的焊料流引导向第二边缘 58A。

[0030] 图 4F 为滑动器 32 的后边缘 42 的端视图,其滑动器垫 50A-50E 具有另一种实施方式的凹道 560A-560E。凹道 560A-560E 除了不同的形状外,与凹道 160A-160E 类似。

[0031] 凹道 560A 具有矩形槽形状。所述矩形槽形状为滑动器垫 50A 内的单个、宽的凹道。所述矩形槽形状基本关于第二中轴线 C_{L2} 对称,但不关于第一中轴线 C_{L1} 对称。所述矩形槽形状除了渠道宽度以及不关于第一中轴线 C_{L1} 对称外,类似于图 4C 中的矩形形状。矩形槽形凹道 560A 的较大部分相比第二边缘 58A 更邻近于第一边缘 56A。滑动器垫 50A 的升起部分 562 在除了第一边缘 56A 的那边外的所有边包围凹道 560A。这导致矩形槽形状可引导更大量的焊料流朝向第一边缘 56A,并且从而当悬挂垫 52A 装配时引向悬挂垫 52A (如图 2 所示)。由于对称性,几乎等量的焊料被引导到凹道 560A 中第二中轴线 C_{L2} 的两边。升起部分 562 可以在凹道 560A 确定的区域中有效地围住焊料流,并引导焊料流远离相邻的滑动器垫,例如滑动器垫 50B。因而,矩形槽形状适合用于相对大量的焊料。在一个实施例中,滑动器垫 50A 的升起部分 562 可为约 5 微米宽。

[0032] 图 4G 为滑动器 32 的后边缘 42 的端视图,其滑动器垫 50A-50E 具有另一种实施方式的凹道 660A-660E。凹道 660A-660E 除了不同的形状外,与凹道 160A-160E 类似。

[0033] 凹道 660A 具有字母 Y, I 和 M (没有衬线) 互相叠在顶部的形状,从而此处以“YIM”形状指代。所述 YIM 形状基本为由两个斜道互相连接的三个平行渠道。所述三个平行渠道基本垂直于第一中轴线 C_{L1} 。所述两个斜道与三个平行渠道约成 45 度角,并且相互之间成

约 90 度角。所述两个斜道向滑动器垫 50A 接近第二边缘 58A 的角落延伸。所述三个平行渠道沿它们的长度方向,向第一边缘 56A 和第二边缘 58A 引导焊料流。所述三条渠道线意在将焊料结合点拉长,并阻碍焊料流向相邻垫。由于两条斜道,YIM 形凹道 660A 的较大部分相比第一边缘 56A 更邻近于第二边缘 58A。因此,凹道 660A 同时向第一和第二边缘 56A 和 58A 引导焊料流,但在不溢出第二边缘 58A 的情况下向第二边缘 58A 引导较大量的焊料流。所述 YIM 形状适于使用相对大量的焊料。由于对称性,几乎等量的焊料被引导到凹道 660A 中第二中轴线 C_{L2} 的两边。

[0034] 参照图 4A-4G 说明的凹道除了用在滑动器垫 50A-50F 上,也可额外地或替代地用在悬挂垫 52A-52F(如图 2 所示)上。然而,凹道的形状无需严格地限定在图 4A-4G 所说明的那些。相反,参照图 4A-4G 说明的凹道可根据设计参数而改变。例如,滑动器垫 50A-50F 可具有比图 4A-4E 中描绘的更少或更多的凹道。此外,一个实施例的特征可以与另一实施例的特征相结合,以生成适合特定用途的凹道。

[0035] 根据特定目的对凹道形状的选择取决于多种因素和设计需要,例如滑动器垫 50A-50F 和悬挂垫 52A-52F 的大小,滑动器垫 50A-50F 和悬挂垫 52A-52F 之间的间隔,焊料球 82(如图 3 所示)的大小,焊料接合点 72D-72F(如图 2 所示)的强度需求,以及产出率需求(例如在制造期间发生桥连因而需要重返工时,多少是焊料接合点的可接受的百分比)等。

[0036] 例如,滑动器垫 50A-50F 和悬挂垫 52A-52F 相对较小,滑动器垫 50A-50F 和悬挂垫 52A-52F 之间的间隔相对较小,在这样的应用中,可选择尺寸相对较大的焊料球 82 以增加焊料接合点 72D-72F(如图 2 所示)的强度。然而,使用相对较大的焊料球 82 可能增加相邻的垫之间桥连的可能性。为克服潜在的桥连,可选择适合大量焊料的凹道形状(例如凹道 360A,560A 或 660A)以便在结合表面 62A 和 70A(如图 2 所示)的较大部分上扩散焊料,以将焊料围在滑动器垫 50A-50F 和悬挂垫 52A-52F 的中间,或者双管齐下。

[0037] 可选地,如果选择相对较小的焊料球 82,焊料球 82 可能无法包含足够量的焊料,以覆盖结合表面 62A 和 70A 的大部分,并且仍然形成连接。在这样的应用中,可选择适合少量焊料的凹道形状(例如凹道 60A 或 460A),以便将焊料引导到邻近第一边缘 56A 和 64A(如图 2 所示)。这将使得焊料接合点 72D-72F(如图 2 所示)置于临近滑动器垫 50A 和悬挂垫 52A 之间的角落相交处的位置,以形成小但依然相对坚固的焊料接合点。在其他实施例中,凹道形状可由其他因素和设计需要所引导。

[0038] 图 5 为滑动器 32 的端视图,示出了测量距离。在一个实施例中,滑动器 32 的后边缘 42 可具有约 770 微米的宽度 $W1$ 。滑动器垫 50A-50F 可具有约 80 微米的宽度 $W2$ 。这样的滑动器垫 50A-50F 可彼此间隔约 50 微米的宽度 $W3$,且仍然装配在后边缘 42 上。使用如之前所述的凹道使得宽度 $W3$ 可见小到约 40 微米,30 微米,甚至 20 微米,而不会桥连焊料接合点 72D-72F(如图 2 所示)。减小宽度 $W3$ 增加了滑动器垫 50A 和 50F 外部边缘的间隔,最多到约 95 微米的宽度 $W4$ 。这样的减小使得滑动器 32 的宽度 $W1$ 可以减小,而后边缘 42 上滑动器垫的数目可以增加。滑动器垫 50A-50F 的宽度 $W2$ 也可被减小到约 60 微米甚至 40 微米,以使得滑动器 32 的宽度 $W1$ 可以进一步减小,后边缘 42 上滑动器垫的数目可以进一步增加。

[0039] 图 6A-6D 为制造具有凹道 60A 的滑动器垫 50A 的方法步骤的在图 4E 中沿线 6-6

截取的横截面示意图。图 6A-6C 为各完成阶段滑动器垫 50A 沿线 6-6 的视图。图 6D 示出了制造完成时滑动器垫 50A 沿线 6-6 的视图。

[0040] 图 6A 示出了在制造第一步期间滑动器 32 的横截面图。滑动器 32 具有位于滑动器 32 后边缘 42 并从换能垫 702 伸出的导电柱 700。换能垫 702 电连接到换能头 48(如图 2 所示)。柱 700 和换能垫 702 被铝层 704 包围。后边缘 42 表面被整平,以使得铝层 704 的表面与柱 700 的表面齐平。

[0041] 图 6B 示出了在制造第二步期间滑动器 32 的横截面图。光阻层 706 被构图在后边缘 42 上的柱 700 处。光阻层 706 具有基本类似于需要形成的凹道 60A(如图 2 所示)的洞 708,但是稍微厚点。洞 708 直接置于柱 700 和铝层 704 之上。

[0042] 图 6C 示出了在制造第三步期间滑动器 32 的横截面图。在具有光阻层 706 的后边缘 42 上执行离子研磨,以产生洞 708 形状的第一凹道 710。然后光阻层 706 被从后边缘 42 上剥离。

[0043] 图 6D 示出了在制造第四步期间滑动器 32 的横截面图。导电材料层被沉积在后边缘 42 上以及第一凹道 710 内,以形成结合垫 50A 并确定凹道 60A。凹道 60A 为所述方法最终提供的凹道。结合垫 50A 可以是薄层的导电材料例如金。在所述实施例中,凹道 60A 具有介于约 2 到约 2.5 微米的深度 D,并介于约 4 到约 5 微米的宽度 W5。结合垫 50A 在凹道 60A 之间部分的宽度 W6 也为大约 5 微米。在其他实施例中,宽度 W5 和 W6,以及深度 D 可以改变,从而改变结合表面 62A 的表面积。结合表面 62A 可具有比结合垫 50A 的外尺寸面积大约 10%到 40%的表面积。

[0044] 应认识到,本发明提供了很多好处和优点。例如,凹道允许在结合过程期间对焊料流的控制,以便将焊料定位于滑动器和悬挂垫所需的位置。此类流体控制带来更大的结合强度和更小的桥连相邻垫的机会。更大的结合强度增加了 HDD 的抗震能力,例如来自将 HDD 掉落在地引起的震动。凹道也具有增加滑动器和悬挂垫有效焊料结合表面积的作用。增加的结合表面积也可增加焊料结合强度。所有这些优点都使得滑动器和悬挂垫的大小可以减小,同时垫间的间隙也可减小。这从根本上允许了具有减小的外形参数的滑动器的使用。这也允许滑动器上滑动器垫数目的增加。

[0045] 尽管本发明参考了示例性实施例进行了描述,本领域技术人员仍然可以理解,不脱离本发明的范围的情况下,可对于其中的要素作出各种改变,或者以等同物进行替代。此外,在不脱离本发明基本范围的情况下,为适应特定情况或材料,可以为本申请的示教作出许多修改。因此,本发明主旨并非限定于所公开的特定实施例,本发明旨在包括落在所附权利要求保护范围之内内的所有实施例。例如,所描述的滑动器 32 的垫底大小,形状,数量和位置都可以改变,只要这些垫具有用于引导焊料流的凹道。此外,参照图 3 和 6A-6D 所述的制造和装配方法也可被修改甚至由其他适于形成具有凹道的结合垫的方法所取代。

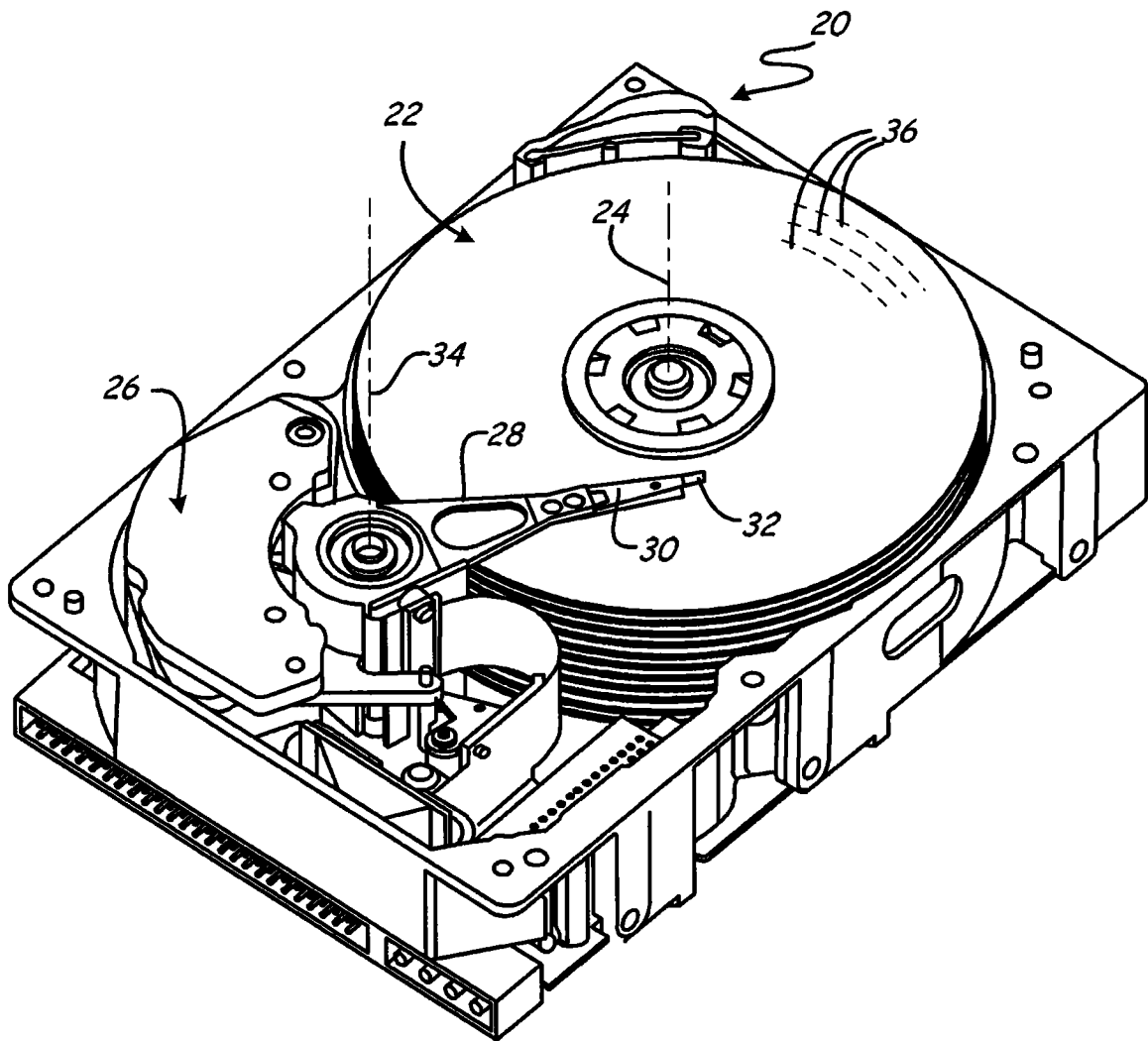


图 1

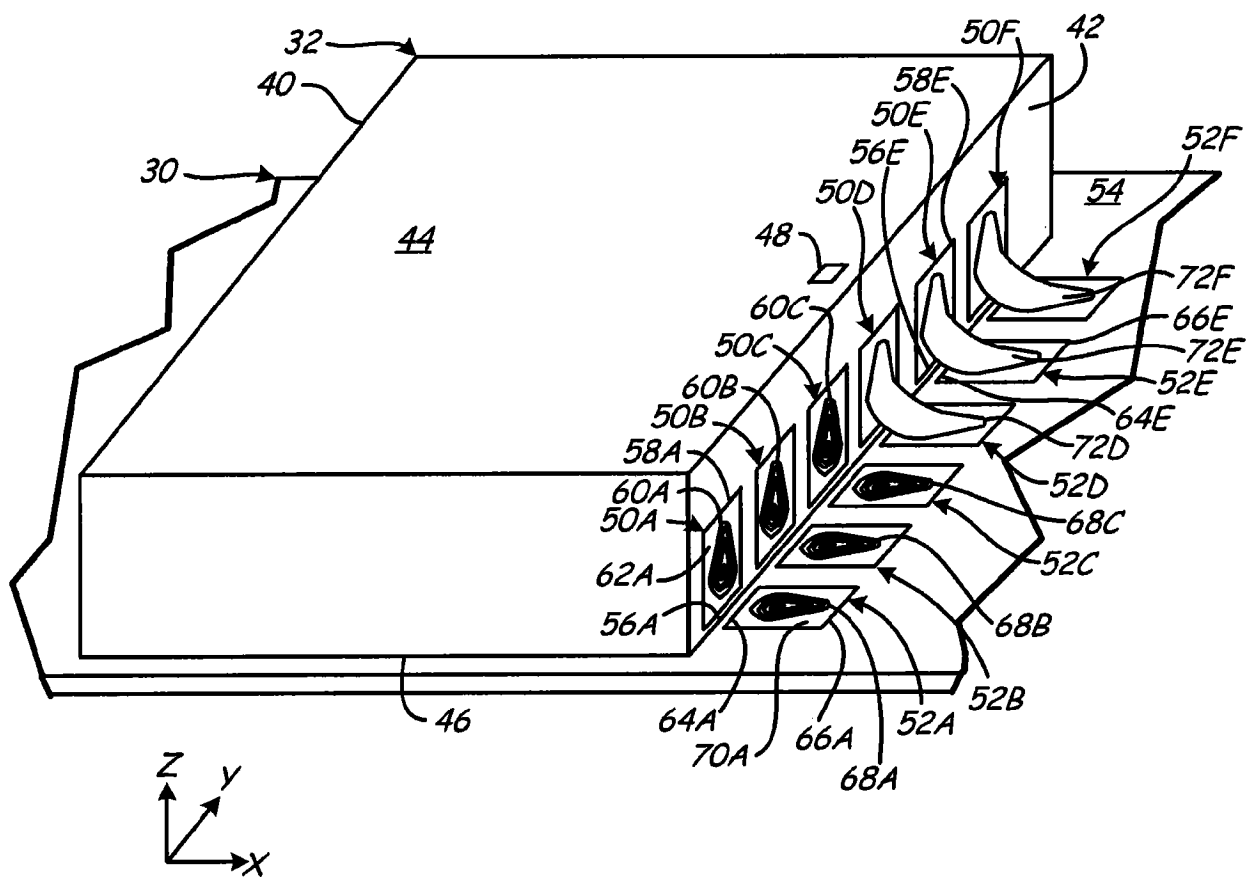


图 2

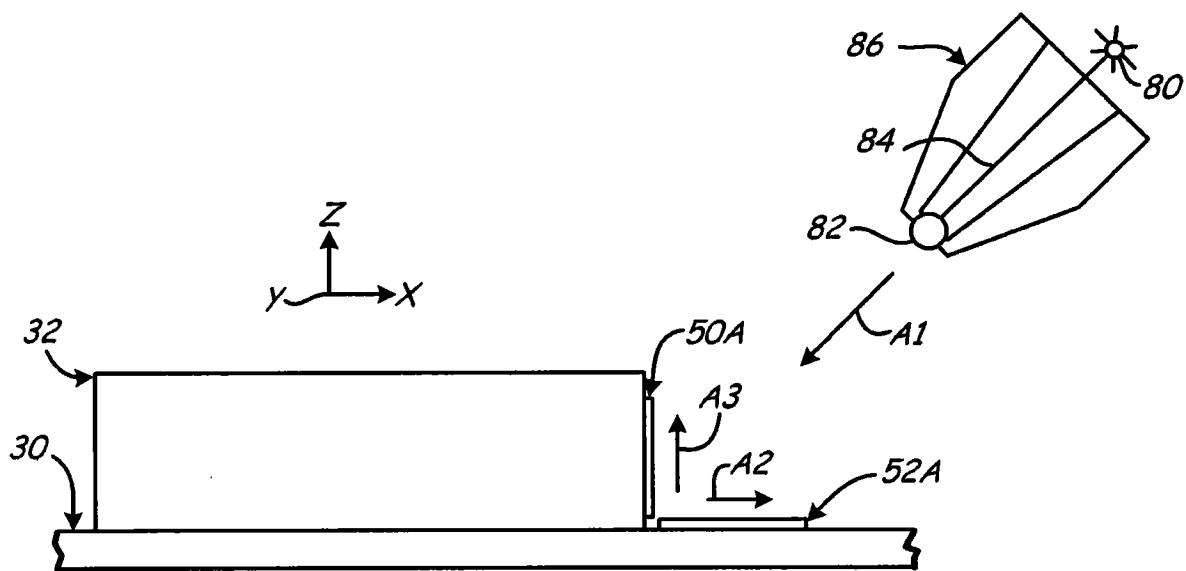


图 3

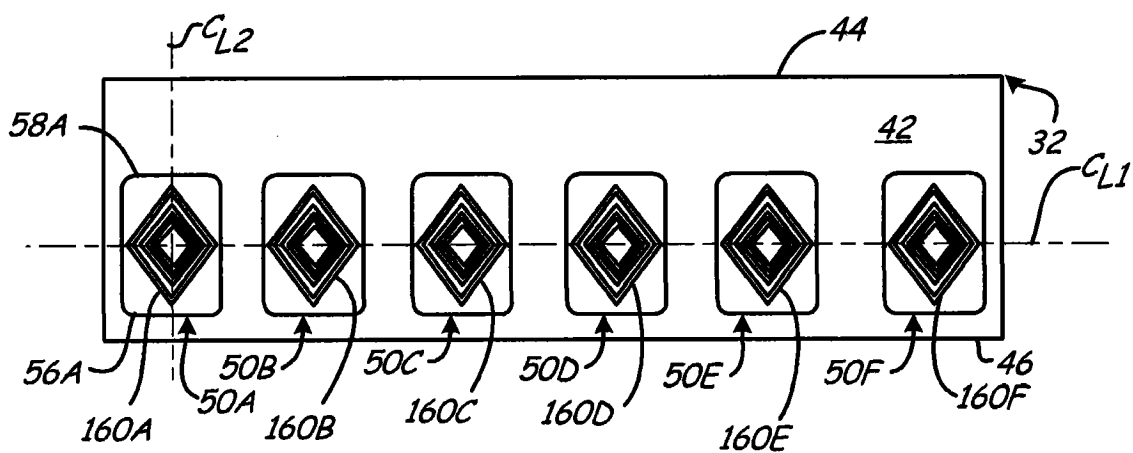


图 4A

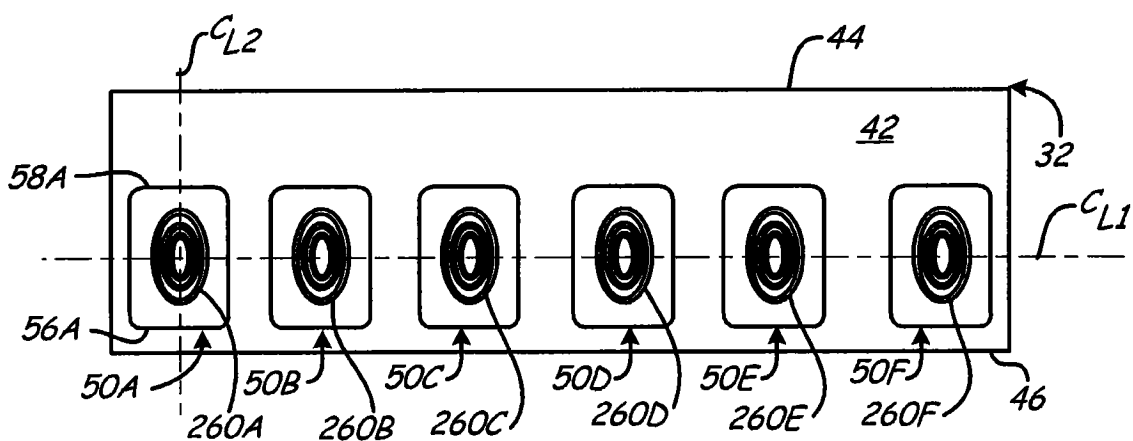


图 4B

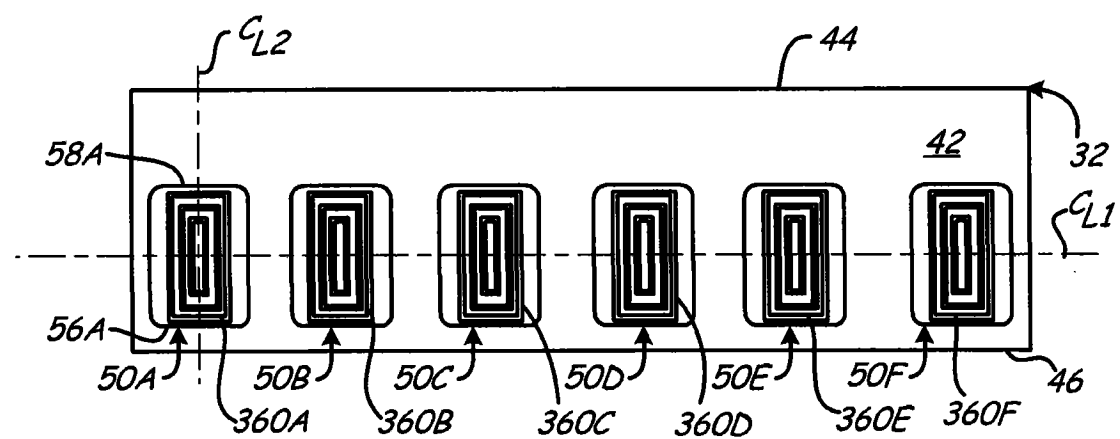


图 4C

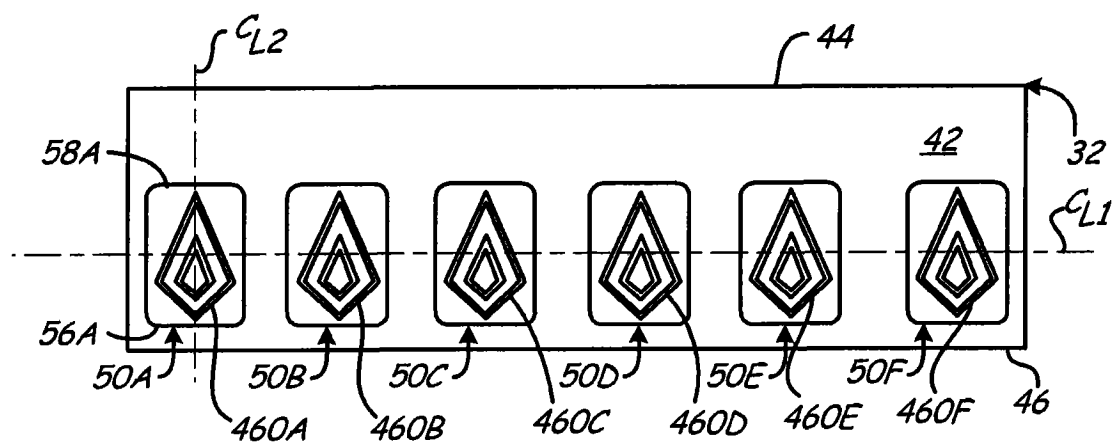


图 4D

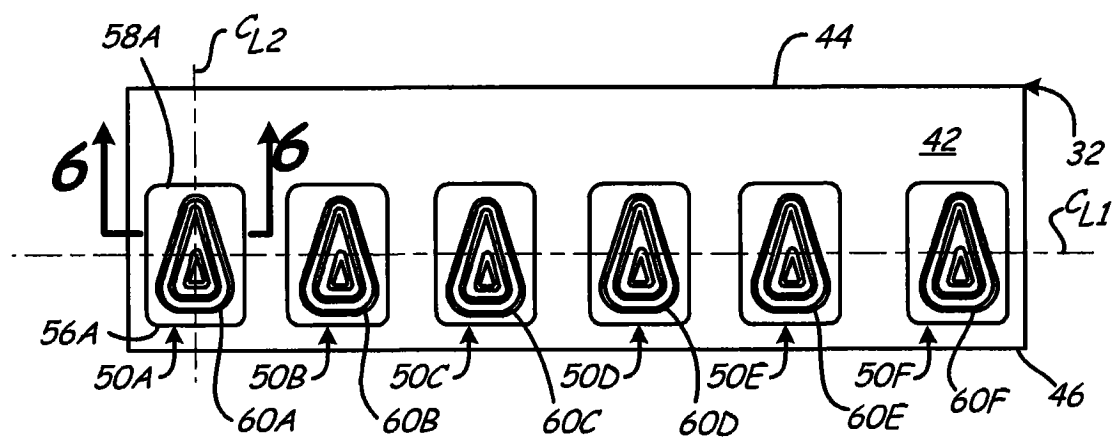


图 4E

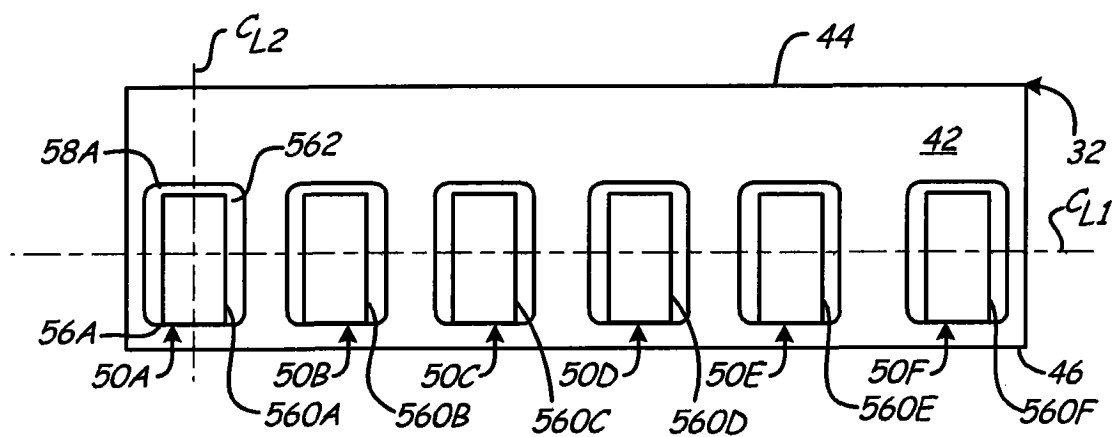


图 4F

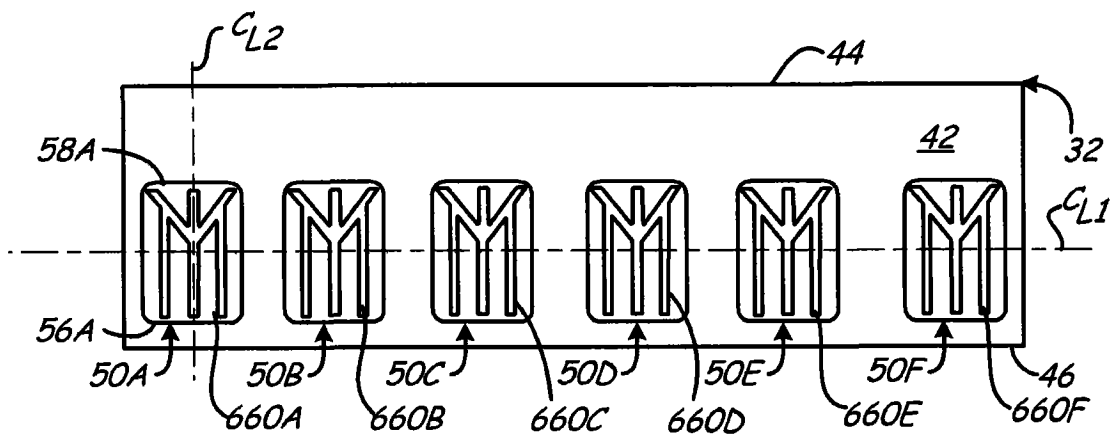


图 4G

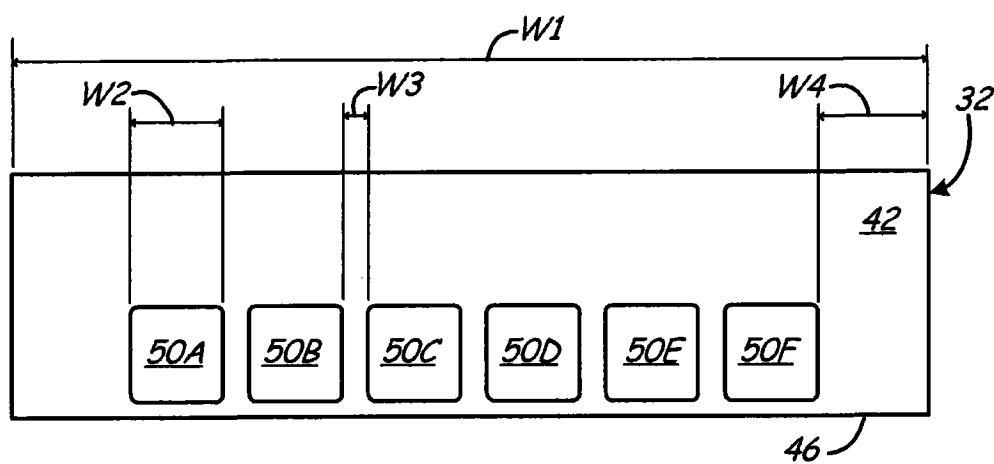


图 5

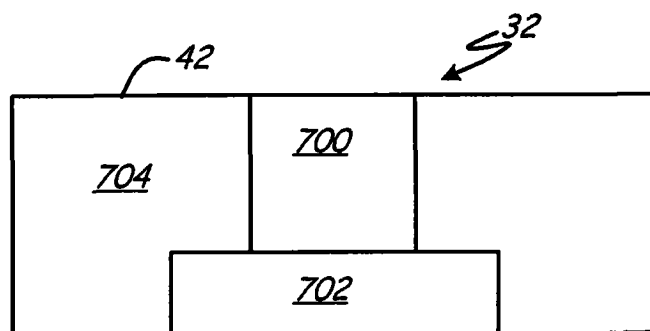


图 6A

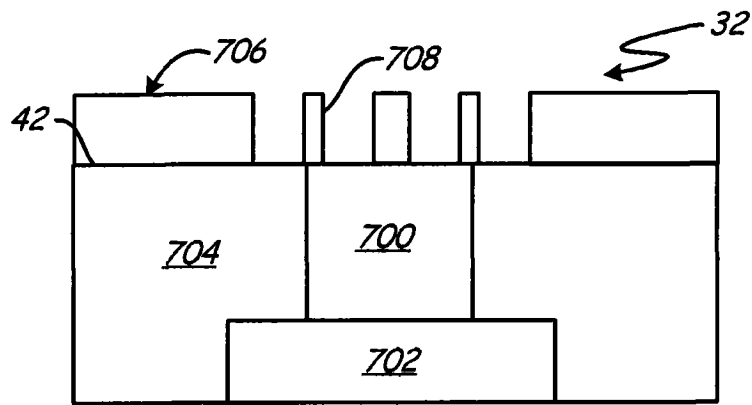


图 6B

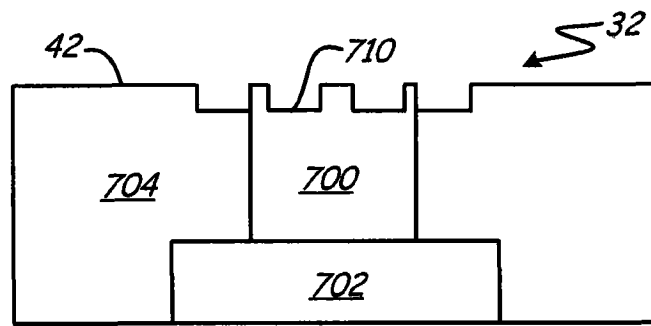


图 6C

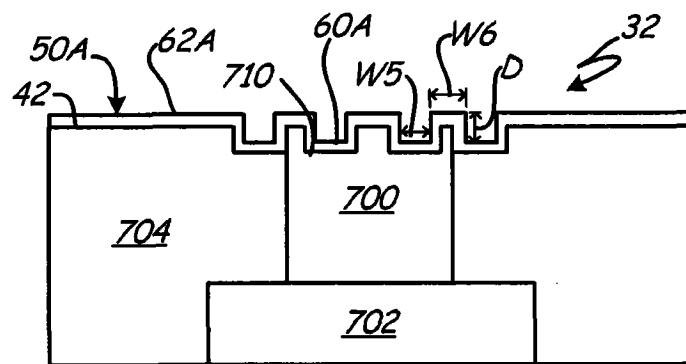


图 6D