(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102657943 A
(43)申请公布日 2012.09.12

(21)申请号 201210097892.2
(22)申请日 2006.04.18
(30)优先权数据
60/672,286 2005.04.18 US
60/682,146 2005.05.18 US
60/696,611 2005.07.05 US
60/748,684 2005.12.08 US
(62)分案原申请数据
200680021777.X 2006.04.18
(71)申请人 丘-芭-梅兹股份有限公司
地址 美国明尼苏达州
(72)发明人 A·康福特
(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 丁晓峰
(51)Int.Cl.
A63H 33/08(2006.01)
A63F 7/36(2006.01)

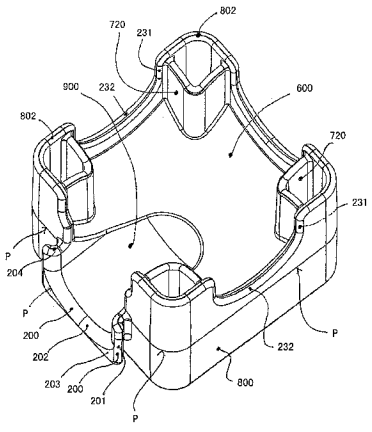
权利要求书 5 页 说明书 23 页 附图 111 页

(54)发明名称

相互连接的模块化通路装置

(57)摘要

本发明涉及相互连接的模块化通路装置。本发明提供多个尺寸相似的可互连模块件，这些模块件可以形成一通路系统，该通路系统具有进入各模块件上部的多个入口和从各模块件的下部出去的至少一个出口，从而可提供各种聚集和分岔的可能性。本发明还提供可互连模块件。本发明的系统适于接纳弹子和其它的球形物体并将它们从一个模块件运送到另一个模块件。模块件可经由凸形/凹形连接件互连，以形成各种构型。



CN 102657943 A

1. 多个尺寸相似的可互连模块件，所述多个尺寸相似的可互连模块件包括第一模块件和第二模块件，所述第一可互连模块件和所述第二可互连模块件均限定用于将所述第一可互连模块件固定至所述第二可互连模块件的联接结构，该联接结构包括凸形部件和凹形部件，其特征在于，所述第一可互连模块件的凹形部件构造成将所述第二可互连模块件的凸形部件接纳入联接位置，从而所述两个模块件垂向移位 1/2 至 2/3 的模块件高度，其特征还在于，至少一个模块件在其侧表面限定多个开口，所述多个开口中的每一个在所述模块件的基本上上半部分中限定水平入口，所述水平入口构造成允许球体通过所述模块件的所述侧表面而进入，并且所述多个开口中的至少一个还在所述模块件的下半部分中限定水平出口，所述水平出口构造成允许球体通过所述模块件的所述侧表面而出去。

2. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件之间的组合坡度是 1 ： 2。

3. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述第一和第二模块件是有限数量的标准化且尺寸相似的模块件中的两个，所述有限数量的标准化且尺寸相似的模块件可以连接成多种布置。

4. 如权利要求 3 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述有限数量的标准化且尺寸相似的模块件布置成形成第一垂直对齐的列。

5. 如权利要求 4 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述有限数量的标准化且尺寸相似的模块件还布置成形成第二垂直对齐的列，其中所述第一列与所述第二列相邻地连接。

6. 如权利要求 5 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，至少所述第一列或所述第二列的特点是垂向不连续性。

7. 如权利要求 6 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述垂向不连续性是通过将所述有限数量的模块件中的至少一个第一模块件凸伸在所述有限数量的模块件中的至少一个第二模块件之上来形成的。

8. 如权利要求 5 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述有限数量的标准化且尺寸相似的模块件限定互连模块件之间的下降通路的系统。

9. 如权利要求 5 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述第一列和所述第二列垂向偏置大致 1/2 的模块件高度。

10. 如权利要求 5 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述有限数量的模块件布置成从其俯视图看形成直线网格。

11. 如权利要求 5 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述有限数量的模块件布置成从其俯视图看形成三角形网格。

12. 如权利要求 5 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述有限数量的模块件布置成从其俯视图看形成六角形网格。

13. 如权利要求 5 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述有限数量的模块件布置成从其俯视图看形成混合的多边形铺设。

14. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，联合开口限定所述水平出口和所述水平入口中的一个，且使所述水平入口中的所述一个布置在所述水平出口的上方。

15. 如权利要求 14 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述联合开口邻接地限定所述水平出口和所述水平入口中的所述一个。

16. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定两个水平出口，所述两个水平出口构造在模块件的相对侧上。

17. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定两个水平出口，所述两个水平出口构造在模块件的相邻侧上。

18. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定三个水平出口。

19. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定四个水平出口。

20. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定内部底板表面。

21. 如权利要求 20 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，对于每个水平入口，所述模块件限定通向所述底板表面的开口。

22. 如权利要求 20 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定沿着所述底板表面通向所述水平出口的通路。

23. 如权利要求 21 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定内腔，藉此，进入所述水平入口之一的滚动物体下落到所述底板表面，滚动到所述水平出口，并掉落出所述水平出口，从而滚出所述内腔。

24. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定垂直入口。

25. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件基本上呈立方形。

26. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定至少四个水平入口。

27. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，每个水平入口限定所述联接结构的凹形部件，所述水平出口限定所述联接结构的凸形部件。

28. 如权利要求 27 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述凹形部件限定在所述模块件的基本上上半部分中，而所述凸形部件限定在所述模块件的下半部分中。

29. 如权利要求 27 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述凸形部件的特点是其上设有凸缘的 U 形，所述凸缘限定两个垂直侧部并包围所述凸形部件的底部。

30. 如权利要求 29 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述第二模块件的所述 U 形的凸形部件是止挡件，当所述第一模块件与所述第二模块件联接时，所述止挡件与所述第一模块件的尺寸互补的 U 形的凹形部件相遇。

31. 如权利要求 29 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述第二模块件的底侧是止挡件，当所述第一模块件与所述第二模块件联接时，所述止挡件与所述第一模块件的凸形部件相遇。

32. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述联接结构将

第一模块件和第二模块件布置在固定的位置，并限定从所述第二模块件进入所述第一模块件的基本上水平的通路，其中，所述水平通路穿过所述第一模块件和所述第二模块件的联接结构，并且，所述水平通路形成向下向外的倾斜表面。

33. 如权利要求 32 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，每个模块件的顶部是基本上敞开的。

34. 如权利要求 32 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述水平通路适于供球体通过。

35. 如权利要求 34 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述水平通路适于供弹子通过。

36. 如权利要求 32 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述水平通路适于供液体通过。

37. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述第二模块件的凸形部件限定从其出去的通路出口。

38. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述第一模块件的凹形部件限定进入所述第一模块件的开口。

39. 如权利要求 32 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，实现所述固定的位置，从而所述第二模块件的凸形部件的基本上垂直的外部部分楔入在所述第一模块件的凹形部件的基本上垂直的内部部分与所述第一模块件的基本上垂直的凸肋结构之间。

40. 如权利要求 39 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述第二模块件的凸形部件的基本上垂直的外部部分和所述第一模块件的凹形部件的基本上垂直的部分具有互补的斜角。

41. 如权利要求 32 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，实现所述固定的位置，从而所述第二模块件的凸形部件的 U 形部分与所述第一模块件的凹形部件的尺寸互补的 U 形部分相遇。

42. 如权利要求 32 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，实现所述固定的位置，从而所述第二模块件的底侧与所述第一模块件的凸形部件相遇。

43. 如权利要求 1 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，垂向接合结构系统包括垂向凸形接头部件和垂向凹形接头部件。

44. 如权利要求 43 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述垂向凸形接头部件设置在一个或多个模块件的底部，而所述垂向凹形接头部件设置在一个或多个模块件的顶部。

45. 如权利要求 43 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述垂向凸形接头部件的特点是同心的弯曲形状。

46. 如权利要求 43 所述的多个尺寸相似的可互连模块件，其特征在于，所述垂向凸形接头部件限定穿过其的孔。

47. 一种可互连模块件，该模块件包括联接结构，该联接结构用于将所述可互连模块件固定至尺寸相似的第二可互连模块件，该联接结构包括：

所述模块件的侧表面中的多个开口，所述多个开口中的每一个在所述模块件的基本上上半部分中限定水平入口，所述水平入口构造成允许球体通过所述模块件的所述侧表面而

进入，并且所述多个开口中的至少一个还在所述模块件的下半部分中限定水平出口，所述水平出口构造成允许球体通过所述模块件的所述侧表面而出去；以及

内腔，该内腔具有设置于其中的底板，所述底板位于所述内腔的下部，其中，所述多个开口中的相应水平入口通向所述内腔，所述底板通向所述水平出口。

48. 如权利要求 47 所述的可互连模块件，其特征在于，所述底板限定基本是上凹的形状。

49. 如权利要求 48 所述的可互连模块件，其特征在于，所述水平出口包括在所述底板中的出口通路，所述出口通路通到所述内腔之外，并在所述底板内形成向下向外的倾斜表面。

50. 如权利要求 49 所述的可互连模块件，其特征在于，所述出口通路具有形成在所述模块件的所述底板中的基本上倾斜的形状。

51. 如权利要求 49 所述的可互连模块件，其特征在于，所述出口通路对于经由所述模块件的所述水平入口之一进入所述内腔的球形物体产生不稳定的平衡。

52. 如权利要求 51 所述的可互连模块件，其特征在于，所述内腔的所述底板在经由所述模块件的所述水平入口之一进入所述内腔的球形物体上产生来回摇动。

53. 如权利要求 52 所述的可互连模块件，其特征在于，所述来回摇动垂直于所述出口通路。

54. 如权利要求 49 所述的可互连模块件，其特征在于，所述凹状底板形成围绕所述出口通路朝向所述模块件中心的偏向。

55. 如权利要求 47 所述的可互连模块件，其特征在于，所述底板的表面使在其上运动的物体向所述模块件的中心偏转。

56. 如权利要求 47 所述的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定两个水平出口，所述两个水平出口中的每一个都包括在所述底板中的通向所述内腔外侧的出口通路，其中，每个出口通路在所述底板中形成向下向外的倾斜表面。

57. 如权利要求 56 所述的可互连模块件，其特征在于，所述两个出口通路在所述底板中限定沙漏形状。

58. 如权利要求 57 所述的可互连模块件，其特征在于，所述两个出口通路的沙漏形状限定为环面与上凹球形体的靠近相交，其中所述球形体相对于所述所述环面位于稍升高的位置，以限定所述两个出口通路的沙漏形状。

59. 如权利要求 47 所述的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定三个水平出口，所述三个水平出口中的每一个都包括在所述底板中的通向所述内腔外侧的出口通路，其中，每个所述出口通路在所述底板中形成向下向外的倾斜表面。

60. 如权利要求 47 所述的可互连模块件，其特征在于，所述模块件限定四个水平出口，所述四个水平出口中的每一个都包括在所述底板中的通向所述内腔外侧的出口通路，其中，每个所述出口通路在所述底板中形成向下向外的倾斜表面。

61. 如权利要求 60 所述的可互连模块件，其特征在于，每对相对的出口通路在所述底板中限定沙漏形状。

62. 如权利要求 61 所述的可互连模块件，其特征在于，每对相对的出口通路的所述沙漏形状限定为环面与上凹球形体的靠近相交，其中所述球形体相对于所述所述环面位于稍

升高的位置，以限定所述两个出口通路的沙漏形状。

63. 如权利要求 47 所述的可互连模块件，其特征在于，所述模块件包括形成在其相对侧上的两个水平出口。

64. 如权利要求 47 所述的可互连模块件，其特征在于，所述联接结构包括围绕每个所述水平出口形成的 U 形部件。

65. 如权利要求 63 所述的可互连模块件，其特征在于，所述底板是呈对向倾斜形状，该形状形成通向每个所述水平出口的通路。

相互连接的模块化通路装置

[0001] 本申请是国际申请日为2006年4月18日、国际申请号为PCT//US2006/014608、进入中国国家阶段的申请号为200680021777.X、名称为“相互连接的模块化通路装置”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求2005年4月18日提交的美国临时申请第60/672,286号、2005年5月18日提交的美国临时申请第60/682,146号、2005年7月5日提交的美国临时申请第60/696,611号以及2005年12月8日提交的美国临时申请第60/748,684号的权益，这些申请中的每一个都全文引用于此。

发明内容

[0004] 本发明提供多个可相互连接的模块件，它们可形成一通路系统，该通路系统具有进入各模块件上部的多个入口和从各模块件的下部出去的至少一个出口，从而可提供各种聚集和分岔的可能性。本发明的系统适于接纳和运送诸如弹子之类的球形物体，在附图中进一步示出了根据本发明的各种原理和实施例。

[0005] 在一个实施例中，模块件具有大体立方形的形式，但模块件也可以是各种其它的模块件形状。各立方形模块件一般限定至少一个出口。例如，可以通过在立方形模块件的垂直面上的开口来在模块件中限定一个水平出口。立方形模块件可以具有一至四个中任意个的水平出口，但如附图中所示，也可以有具有不同出口数量的其它模块件形式和形状。立方形模块件的另一形式是垂直出口模块件，这样的模块件在模块件的下侧限定垂直出口。

[0006] 不管模块件具有一个或多个水平出口或单个垂直出口，任何模块件都可以经由凸形/凹形连接件与其它相似模块件相互连接。在立方形模块件的情况下，因为每个模块件包括五个入口，每一模块件都允许聚集多达五个的其它模块件的出口。此外，相应于模块件所提供的出口数量，各模块件还可有不同程度的分岔。

[0007] 各种接合结构的可能性都可适用于本发明。例如，水平出口立方形模块件可以 为每个水平出口限定凸形水平连接件或接头，通常包括两个垂向齐平件，还可选择地设有从下方连接该垂向齐平件而形成U形的弯曲部分，两个垂向齐平件突伸到模块件的垂直面外侧，并位于模块件的下部且设置在水平出口的两侧上。每种模块件，包括水平出口模块件和垂直出口模块件两者，通常还限定四个凹形水平连接件或接头，它们位于模块件的上部，用于接纳另一模块件的凸形连接件并与之相互连接。从而可水平联接相互连接的模块件。

[0008] 两个水平联接的立方形模块件是垂向错开的，形成相邻模块件之间的半级垂向移位。在另一些实施例中，该垂向偏置可以多于或少于半个块件的偏置。这样的偏置使升高模块件的出口与相邻模块件的入口对准。可以组装块件的实体，它自动地形成棋盘效果，其中相邻的块件垂直列错开半级。“移位的笛卡尔空间”的三维网格(3D棋盘)可描述出任意块件在一结构中的可能位置。可以有实心、点阵、直线、平面、交叉平面以及其它的结构；用来构建特定结构的基本构型是瀑布型、弯道型、之字型、单螺旋型和双螺旋型。

[0009] 在前面的描述中，为了说明和描述，已给出了本发明的实施例，包括较佳实施例。

它们并不想要是排他的或将本发明就限制于所揭示的形式。例如，立方形模块件仅是本发明的一个实施例；具有各种其它形状和形式的模块件也可符合所述的原理。鉴于上面所教授的内容，可以作出各种显而易见的修改或变型。选择和描述这些实施例是为了最好地说明本发明的原理及其实际应用，并使本领域的技术人员能在各种实施例中利用本发明而作出对于所构想的特定用途合适的各种修改。所有这样的修改和变型均落入本发明的保护范围之内。

附图说明

[0010] 图 1A-1L 是根据本发明一个实施例的立方形两出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图。

[0011] 图 2A-2L 是根据本发明一个实施例的立方形单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图。

[0012] 图 3A-3L 是根据本发明一个实施例的立方形四出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图。

[0013] 图 4A-4L 是根据本发明一个实施例的立方形垂直出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图。

[0014] 图 5A-5J 是根据本发明一个实施例的立方形单出口的可互连模块件的立体 图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图，该可互连模块件设有圆柱形腔室和实心底部。

[0015] 图 6A-6I 是根据本发明一个实施例的三角形单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图，该可互连模块件设有圆柱形腔室和实心底部。

[0016] 图 7A-7J 是根据本发明一个实施例的立方形单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图，该可互连模块件设有圆柱形腔室和分型线。

[0017] 图 8A-8I 是根据本发明一个实施例的十字形单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图，该可互连模块件设有拼合式的垂向匹配的接合结构。

[0018] 图 9A-9I 是根据本发明一个实施例的“立方形 - 球形”单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图。

[0019] 图 10A-10I 是根据本发明一个实施例的“三角形 - 球形”单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图。

[0020] 图 11A-11J 是根据本发明一个实施例的立方形单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图，该可互连模块件设有拼合接头和非邻接的出口。

[0021] 图 12A-12J 是根据本发明一个实施例的立方形单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图，该可互连模块件设有平坦底部。

[0022] 图 13A-13J 是根据本发明一个实施例的立方形单出口的可互连模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图及侧视图，该可互连模块件设有圆柱形腔室和薄壳底部。

[0023] 图 14A-14C 是任何立方体形模块件的入口 / 出口构型的立体图，而图 14D-14F 是对应于图 14A-14C 的入口 / 出口构型的示例立方形可互连模块件的立体图。

[0024] 图 14G-14I 是任何立方体形模块件的入口 / 出口构型的立体图，而图 14J-14L 是对应于图 14G-141 的入口 / 出口构型的示例立方形可互连模块件的立体图。

[0025] 图 15A、15D、15G 以及 15J 是任何三角形模块件的入口 / 出口构型的立体图，而图 15B、15C、15E、15F、15H、15I、15K、15L、16A、16B、16C 以及 16D 是对应于图 15A、15D、15G 以及 15J 的入口 / 出口构型的示例三角形可互连模块件的立体图。

[0026] 图 17A 是任何立方形垂直出口模块件的入口 / 出口构型的立体图，而图 17B-17E 是对应于图 17A 的入口 / 出口构型的示例垂直出口立方形可互连模块件的立体图。

[0027] 图 18A 是用于瀑布模式的入口 / 出口构型的立体图，而图 18B 是布置成图 18A 的瀑布模式的立方形可互连模块件的立体图。

[0028] 图 19A 是用于弯道模式的入口 / 出口构型的立体图，而图 19B 是布置成图 19A 的弯道模式的立方形可互连模块件的立体图。

[0029] 图 20A 是用于 2×2 螺旋模式的入口 / 出口构型的立体图，而图 20B 是布置成图 20A 的 2×2 螺旋模式的立方形可互连模块件的立体图。

[0030] 图 21A 是用于 2×2 双螺旋模式的入口 / 出口构型的立体图，而图 21B 是布置成图 21A 的 2×2 双螺旋模式的立方形可互连模块件的立体图。

[0031] 图 22A 是用于之字形模式的入口 / 出口构型的立体图，而图 22B 是布置成图 22A 的之字形模式的立方形可互连模块件的立体图。

[0032] 图 23A 是用于弯道模式的入口 / 出口构型的立体图，而图 23B 是布置成图 23A 的弯道模式的十字形可互连模块件的立体图。

[0033] 图 24 是用于任何十个立方形模块件的入口 / 出口构型的立体图。

[0034] 图 25A 是布置成图 24 的入口 / 出口构型的立方形模块件的立体图。

[0035] 图 25B 是布置成图 24 的入口 / 出口构型的立方形模块件的俯视图。

[0036] 图 25C 是布置成图 24 的入口 / 出口构型的立方形模块件的前视图。

[0037] 图 26A 是布置成图 24 的入口 / 出口构型的球形模块件的立体图。

[0038] 图 26B 是布置成图 24 的入口 / 出口构型的球形模块件的俯视图。

[0039] 图 26C 是布置成图 24 的入口 / 出口构型的球形模块件的前视图。

[0040] 图 27A-27D 具有凹槽在顶部的构型的模块件的前视图。

[0041] 图 27E-27H 是示出入口的开口横截面面积和弹子横截面面积的模块件的视图。

[0042] 图 28 是由布置成螺旋构造的立方形模块件支承的布置成螺旋构造的矩形模块件的立体图。

[0043] 图 29 是如图 28 所示的由布置成螺旋构造的立方形模块件支承的布置成螺旋构造的矩形模块件的立体图，但在立方形模块件中增加了附加的垂直支承件。

[0044] 图 30A-30B 是根据本发明一个实施例的立方形单出口可互连模块件的等轴立体图，该可互连模块件设有圆柱形腔室和实心底部。

[0045] 图 30C-30D 是图 30A-30B 的模块件的仰视等轴立体图和出口正视图。

[0046] 图 31A-31B 是根据本发明一个实施例的立方形单出口可互连模块件的等轴立体图，该可互连模块件设有拼合接头和非邻接出口。

[0047] 图 31C- 图 31D 是图 31A-31B 的模块件的仰视等轴立体图和出口正视图。

[0048] 图 32A-32B 是根据本发明一个实施例的立方形单出口可互连模块件的等轴立体图，该可互连模块件设有 U 接头和上凹底板。

[0049] 图 32C-32D 是图 32A-32B 的模块件的仰视等轴立体图和出口正视图。

[0050] 图 32E-32F 是图 32A-32B 的模块件的俯视图和仰视图。

[0051] 图 33A-33B 是拼合接头类型 1 的垂直组装接头的俯视图。

[0052] 图 34A-34D 是拼合接头类型 1 的垂直或水平组装接头的俯视图。

[0053] 图 35A-35C 是拼合接头类型 2 的垂直组装接头的俯视图。

[0054] 图 36A-36D 是拼合接头类型 2 的垂直或水平组装接头的俯视图。

[0055] 图 37A-37C 是双接头的垂直组装接头的俯视图。

[0056] 图 38A-38C 是双接头的垂直或水平组装接头的俯视图。

[0057] 图 39 是磁性垂直或水平组装接头的俯视图。

[0058] 图 40A 用于列形模式的入口 / 出口构型的立体图，而图 40B 是布置成图 40A 的列形模式的立方形可互连模块件的立体图。

[0059] 图 41A-41D 分别是固定至第二模块件的设有分型线的第一模块件的侧视图和剖视图。

[0060] 图 42A 是图 41B 的详图。

[0061] 图 42B 是图 41D 的详图。

[0062] 图 43、43A 以及 43B 是三个设有 U 形接合结构的立方形可互连模块件的立体图和局部剖视图。

[0063] 图 44、44A 以及 44B 是三个设有 U 形接合结构的立方形可互连模块件的立体图和局部剖视图。

[0064] 图 45、45A 以及 45B 是两个设有 U 形接合结构的立方形可互连模块件的立体图和局部剖视图。

[0065] 图 46A-46G 是说明立方形模块件组装进展的立体图。

[0066] 图 47A-47B 是图 46G 的实心结构组件的等轴立体图和剖视图，该实心结构 组件添加了又一层。

[0067] 图 48A-48B 是图 47A-47B 组件的壳体版本的等轴立体图和剖视图，其中在中心位置没有模块件。

[0068] 图 49A-49D 是根据本发明一个实施例的四个立方形块件出口构型的平面图。

[0069] 图 50 是图 49B 的单出口立方形模块件的组成元件的俯视图。

[0070] 图 51 是图 50 的组成元件的仰视图。

[0071] 图 52 是图 49A 的设有平坦底部的垂直出口厚 / 薄立方形模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图以及侧视图。

[0072] 图 53 是图 49B 的设有平坦底部的单出口厚 / 薄立方形模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图以及侧视图。

[0073] 图 54 是图 49C 的设有平坦底部的两出口厚 / 薄立方形模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图以及侧视图。

[0074] 图 55 是图 49D 的设有平坦底部的四出口厚 / 薄立方形模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图以及侧视图。

[0075] 图 56A-56C 分别是图 52A-1、52B-1 以及 52C-1 的放大图。

[0076] 图 57A-57C 分别是图 53A-1、53B-1 以及 53C-1 的放大图。

[0077] 图 58A-58C 分别是图 54A-1、54B-1 以及 54C-1 的放大图。

[0078] 图 59A-59C 分别是图 55A-1、55B-1 以及 55C-1 的放大图。

[0079] 图 60A-63C 是根据本发明另一实施例的立方形模块件的放大图。

[0080] 图 64A-64D 是根据本发明的立方体形、三角形以及六角形模块件布局构型的示意平面图，其中图 64A 是立方体 / 正交变型，图 64B 是三角形变型，图 64C 是六角形变型 #1，图 64D 是六角形变型 #2。

[0081] 图 64E-64G 是根据本发明的具有八角形和圆形模块件的立方体形布局构型和具有圆形模块件的三角形布局构型的示意平面图，其中图 64E 是八角形变型，图 64F 是圆形变型 #1（正交网格的几何形状），图 64G 是圆形变型 #2（三角形 / 六角形网格的几何形状）。

[0082] 图 65A-65C 是立方的笛卡尔布置的视图，其中图 65A 是等轴立体图，图 65B 是平面图，图 65C 是剖视图。

[0083] 图 65D-65F 是呈垂向 1/2 级棋盘构型的移位的笛卡尔布置的视图，其中图 65D 是等轴立体图，图 65E 是平面图，图 65F 是剖视图。

[0084] 图 65G-65I 是在垂直相邻的模块件之间为 1/3 级的垂向移位的模块件的视 图，其中图 65G 是等轴立体图，图 65H 是平面图，图 65I 是剖视图。

[0085] 图 65J-65L 是呈 1/2 级棋盘构型的垂向移位的细长模块件的视图，其中图 65J 是等轴立体图，图 65K 是平面图，图 65L 是剖视图。

[0086] 图 65M-65N 是以垂向细长和垂向截短模块件实现的相同构型的视图，其中图 65M 是垂向尺寸加长的版本，图 65N 是垂向尺寸截短的版本。

[0087] 图 66A 是设有通路方向指示的模块件的俯视网格平面构型。

[0088] 图 66B 是设有通路方向指示的模块件的构型的前视图网格截面。

[0089] 图 67 是立方体形实心块件结构的立体图。

[0090] 图 68 是三角形实心块件结构的立体图。

[0091] 图 69A-69D 是在各种螺旋构型下的立方形模块件的立体图。

[0092] 图 69E 是说明用球形模块件实现的图 69C 的螺旋构型的立体图。

[0093] 图 70A-70D 是平面和交叉的平面结构和相应的入口 / 出口构型的立体图。

[0094] 图 71A-71D 是一般的平面结构构型的立体图。

[0095] 图 72A 是完整一圈的单个逆时针 5×5 螺旋的立体图。

[0096] 图 72B 是两个独立的同轴逆时针 5×5 螺旋的立体图。

[0097] 图 72C 是两个互锁的同轴 5×5 螺旋的立体图，其中一个螺旋顺时针而另一个螺旋逆时针。

[0098] 图 72D 用图 72C 的两个结构且将第二结构转动 180 度所实现的四个 5×5 螺旋的立体图。

[0099] 图 73A 是一般角锥体的立体图。

[0100] 图 73B-73E 是呈实心角锥体一层接一层的块件模式的平面图。

[0101] 图 74A-74D 是各种三角形结构的立体图。

[0102] 图 75A-75B 是混合的多边形铺设的俯视图和立体图。

[0103] 图 75C-75D 是混合的多边形铺设的俯视图和立体图。

[0104] 图 76A-76B 是根据本发明一个实施例的矩形模块件的立体图、前视图、后视图、俯视图、仰视图以及侧视图。

[0105] 图 77A-77C 是根据本发明一个实施例的笛卡尔模式的冰块以及相应的入口 / 出口构型的侧视图和立体图。

[0106] 图 78 是根据本发明一个实施例的游戏盘的俯视图。

具体实施方式

[0107] I. 模块件

[0108] 本发明的模块件可以呈与贯穿本说明书所述的原理相一致的各种形状和形式。相似的模块件可以相互连接并可以形成从一个模块件穿过一系列出口和入口而通至另一个连接的模块件的的通路。这些通路适于接纳和运送诸如弹子之类的球形物体或者其它合适的物体或液体。当将若干相似的模块件连接而产生若干通路时，出口和入口的模式所导致的聚集和分岔可对决定放入该组件的球体将行进的通路提供一定的随机性。

[0109] A. 入口和出口

[0110] (i) 模块件的一般属性

[0111] 参见图 1A-1L、2A-2L、3A-3L、4A-4L、5A-5J、6A-6I、7A-7J、8A-8I、9A-9I、10A-10I、11A-11J、12A-12J 以及 13A-13J，其中的每个模块件限定一个或多个出口和多个入口，这由该模块件的特定形状来确定。

[0112] 例如，在如图 1A-1L、2A-2L、3A-3L、4A-4L、5A-5J、7A-7J、11A-11J、12A-12J 以及 13A-13J 中所示的模块件基本上呈立方形的实施例中，每个模块件具有至少一个出口和若干入口，如下文将更详细地描述的，这些入口将被考虑为四个水平入口和一个垂直入口。在立方形的实施例中，模块件可以具有一个至四个之间的形成在该模块件的垂直面中的水平出口，或者可替代地，具有形成在该模块件下侧中的单个垂直出口。设有两个水平出口的立方形模块件可以在该模块件的相邻侧或相对侧上形成出口。在立方形的实施例中，各模块件还在其四个垂直面中的每一个中限定水平入口，并且，各模块件还限定垂直入口。

[0113] 在图 14A-14L 中更详细地示出了立方形模块件的入口和出口，在这些图中，用虚线标示入口而用带有箭头的实线标示出口。参见图 14A，示出了五个入口（四个“水平”入口 310 和一个“垂直”入口 320）和一个水平出口 330 的入口 / 出口通路示意图，而没有示出实际的模块件。图 14D 示出了相同的入口 / 出口示意图，但带有限定那些入口 310/320 的立方形模块件 10。类似地，在图 14B 和图 14C 中示出了五个入口 310/320 和两个水平出口 330 的入口 / 出口示意图，且没有示出实际的模块件，其中图 14B 所示为相对侧出口的情况，图 14C 所示为相邻侧出口的情况。在图 14E 和 14F 中分别示出了带有限定那些入口和出口的立方形模块件 10 的相应入口 / 出口示意图。在图 14G 和 14J 中示出了三个水平出口 330 的入口 / 出口示意图，而图 14H 和 14K 中示出了四个水平出口 330 的入口 / 出口示意图。在图 14I 和 14L 中示出了单个垂直出口 340 的入口 / 出口示意图。

[0114] 在可替代的实施例中，模块件如图 6A-6I 所示呈三角形，其中每个模块件 20 具有至少一个出口、三个水平入口和一个垂直入口。三角形模块件 20 可具有形成在该模块件 20 的垂直面中的一个至三个之间的水平出口 330，或者可替代地，具有形成在该模块件 20 下侧中的单个垂直出口 340。在三角形的实施例中，各模块件 20 还在其三个垂直面中的每一个中限定水平入口 310，并且各模块件还限定垂直入口 320。

[0115] 参见图 15A、15D、15G 和 15J，示出了三角形模块件的入口 / 出口示意图， 且没有

示出实际的模块件，其中每个示意图示出四个入口 310/320 和一个、两个及三个水平出口 330（分别示于图 15A、15D 和 15G 中）、以及单个垂直出口 340（适于图 15J 中）。在图 15B、15E、15H 和 15K 中示出带有限定那些入口和出口的三角形模块件 20 的相应入口 / 出口示意图。

[0116] 如所述，在立方形实施例中，模块件 10 具有总共五个入口（四个水平入口 310 和一个垂直入口 320）和一至四个出口，而在三角形的实施例中，模块件 20 具有总共四个入口（三个水平入口 310 和一个垂直入口 320）和一至三个出口。在可选的实施例中，仅设有一个出口的模块件可包括水平出口 330 或垂直出口 240。因此，对于立方形、三角形以及模块件具有 n 侧的其它实施例来说，每个模块件具有 n+1 个入口和 1 至 n 个出口。该原理也适用于如图 8A-8I 所示的诸如十字形或“T 形平面图”实施例之类的其它实施例。

[0117] 符合本发明原理的其它实施例可包括与这些入口 / 出口程式不一致的多个入口和出口。例如，球形或截头的八面体形的模块件就会是不相符的。在“立方形 - 球形”模块件中，模块件 30 限定五个入口和一个至四个出口；图 9A-9I 以不同的立体图示出设有一个水平出口 330 的“立方形 - 球形”模块件 30。就该“立方形 - 球形”模块件 30 和立方形模块件 10 都可具有一个至四个相似构造的水平出口 330 而言，该“立方形 - 球形”模块件 30 的入口 / 出口示意图类似于立方形模块件 10。在“三角形 - 球形”模块件中，模块件 40 限定四个入口和一个至三个出口；图 10A-10I 示出以不同的立体图示出设有一个水平出口的“三角形 - 球形”模块件 40。就该“三角形 - 球形”模块件 40 和三角形模块件 20 都可具有一个至三个相似构造的水平出口 330 而言，该“三角形 - 球形”模块件 40 的入口 / 出口示意图类似于三角形模块件 20。

[0118] 本发明的一个方面是与相同入口 / 出口原理相符的各种模块件的形状和形式。例如，模块件的许多不同的实施例可包括相似或相同的入口和出口构型而不会偏离本发明。三角形模块件 20 和三角形 - 球形模块件 40 具有独特的物理特性，但如图 15B、15E、15H 及 15K（三角形模块件 20）和图 15C、15F、15I 及 15L（“三角形 - 球形”模块件 40）（在图 16A、16B、16C 及 16D 中示出带有内部通路）所示，它们可共有相同的入口 / 出口构型。图 15B 中的三角形模块件 20 和图 15C 中的“球形 - 三角形”模块件 40 两者共有图 15A 的入口 / 出口构型。

[0119] 类似地，图 15E 的三角形模块件 20 和图 15F 中的“三角形 - 球形”模块件 40 两者共有图 15D 的入口 / 出口构型，以及图 15H 的三角形模块件 20 和图 15I 中 的“三角形 - 球形”模块件 40 共有图 15G 的入口 / 出口构型。图 15K 的三角形模块件 20 和图 15L 中的“三角形 - 球形”模块件 40 共有图 15J 的垂直出口构型。在另一例子中，图 17A 中所见的垂直出口构型可通过各种不同的模块件来实施，如图 17B、17D 及 17E 中所见的立方形模块件 10，或者图 17C 中所见的“立方形 - 球形”模块件 30。

[0120] 在本发明该方面内容的又一个实施例中，图 2A-2L、5A-5J、7A-7J、8A-8I、9A-9I、11A-11I 及 12A-12J 各示出了不同形状模块件的各种立体图，每个模块件具有五个入口和一个水平出口。尽管这些模块件中的每一个代表不同的实施例，但它们都共有本发明的同一入口 / 出口构型。类似地，图 6A-6I 和 10A-10I 示出不同形状模块件的各种立体图，每个模块件具有四个入口和一个水平出口。这代表与本发明同一入口 / 出口构型相符的不同形状的另一例子。

[0121] (ii) 水平模块件所产生的通路

[0122] 如上所述，尽管它们的形状或形式各异，但大多数模块件可被分为两大类：水平出口模块件和垂直出口模块件。在图 15B 和 15C 中示出了前者的例子，而在图 17B-17E 中示出了后者的例子。

[0123] 水平出口模块件共有的共同特征是在连接至另一相邻模块件时形成大体水平的通路。该水平通路可以是或者可以不是精确地水平的；该通路可包括向下的坡度，大体从模块件的中心附近向模块件的外侧下倾。图 18A、19A、20A、21A 及 22A 示出多个入口 / 出口构型，但未示出实际的模块件；以及图 18B、19B、20B、21B、及 22B 示出以基本构型相互连接以实现各自的入口 / 出口构型的多个立方形水平出口模块件 10，并分别用虚线和实线标出入口和出口。每个模块件相对其相邻的模块件垂向错开 1/2 级。该垂向偏置便于在弹子或其它球形物体的模块件之间形成通路。尽管这些图示出模块件间的 1/2 级垂向偏置，但也可以不背离本发明原理而实施其它的偏置方式。

[0124] 再次参见图 18B、18B、20B、21B 及 22B，下面将对这些图作更详细的描述，图 18B 示出立方形模块件 10 的瀑布构型，图 19B 示出立方形模块件 20 的弯道构型，图 20B 示出立方形模块件 10 的螺旋构型，图 21B 示出立方形模块件 10 的双螺旋构型，以及图 22B 示出立方形模块件 10 的之字形构型。参见图 23B，水平出口十字形模块件 50 所示为处于弯道构型，类似于图 19B 的情况；即，图 23B 和 19B 中所示的模块件都具有相同的图 23A 和 19A 所示的入口 / 出口构型。该构型说明不仅能以相同的入口 / 出口构型来形成形状不同的模块件，而且也能将形状 不同的模块件连接成相同的通路构型。

[0125] 如这些图 (图 18B、19B、20B、21B、22B 及 23B) 中的每一幅所示，在各模块件构造成有垂向偏置的情况下，一个模块件的水平出口与其下方相邻的相邻模块件的入口相遇。不过，不是所有的下方相邻的模块件都需要与它们上方相邻的相邻模块件的出口配合；一个模块件仅形成至下方的相邻模块件的水平通路，该水平通路通向一下方的相邻模块件，且朝向该相邻模块件指向一水平出口。

[0126] 如同各个模块件的入口 / 出口构型那样，各种形状和形式的模块件也可以布置成与相同的入口 / 出口系统相符。例如，图 24 示出了为十个模块件设计的入口 / 出口系统构型，但没有示出实际的模块件。图 25A 示出布置成图 24 所示的入口 / 出口系统构型的十个立方形模块件，这示出了实现该特定的系统构型的一种方式。图 25B 和 25C 分别以俯视图和前视图示出该系统构型的立方形模块件实施方式。图 26A-26C 示出用十个球形模块件来实现的图 24 所示的同一入口 / 出口系统构型。因此，可以理解，入口 / 出口构型可以用各种形状不同的模块件来实施，并且这些构型是独立于用来实施它们的模块件的。

[0127] 参见图 1F，弹子或其它球形物体可通过水平入口 310 进入立方形模块件 10，在该模块件的内腔 360(示于图 1A) 中的凹形接头的垂向齐平的部件 231(参见图 61B) 之间通过。在图 1F 所示的模块件 10 的实施例中，入口 310 在其与形成该入口的模块件的外垂直面相交处呈 U 形且近似于方形的如图 27E 和 27F 所示。参见图 27E，在一个实施例中，入口开口在该相交处的横截面面积 A 是 0.2387in.^{2}，而开口的高度 H 是 1/2in。在图 F 的入口中示出直径为 1/2in 的圆。该圆的面积 A′ 是 0.1963in.^{2}，它相对接近入口开口自身的面积，并且如图 27F 所示，它很大程度地填充了入口开口。在这种情况中，入口与圆的面积比是 1.22。在本发明的一个入口开口在与模块件的外垂直面相交处近似为方形 (如图 27G 和

27H 所示）的实施例中，入口开口的横截面面积 A 在相交处为 0.2728in.^{2}。相比较，圆的面积 A′ 是 0.1963in.^{2}，它也相对接近入口开口自身的面积，并且如图 27H 所示，在这种情况下，入口与圆的面积比是 1.39。可以设计出本发明的适当地增大或减小的版本。其它的产品提供大得多的入口与圆的面积比，如图 27A 和 27B 所示的设计，面积比为 2.00，其中开口是半圆形的。在图 27C 和 27D 中示出了具有较大入口与圆的面积比另一种可能的入口设计，其中面积比是 2.55，入口可以近似为矩形。图 27A-27D 的这些布置表明直径等于入口高度的圆的横截面面积明显小于入口开口自身的面积。

[0128] 参见图 1F，在模块件 10 的垂直面上形成有水平入口 310。因为两个水平出口都没有形成在与该水平入口 310 相同的模块件垂直面上，所以模块件的垂直侧面在该水平入口 310 下方是实心的。不过，参见图 1G，其中示出了模块件的不同垂直面，在那里出现有联合开口 350。该联合开口在模块件的该垂直侧面上限定水平入口 310 和水平出口 330 两者。尽管图 1G 所示的垂直入口 310 看上去不具有与图 310 中所示的垂直入口 310 相同的形状，但两个垂直入口用于相同的目的，即提供进入模块件的内腔 360 的入口点，其中该入口点基本形成在模块件的上半部分。因此，这些模块件限定穿过它们垂直侧面的水平入口 310，但当水平出口 330 形成在该垂直侧面上水平入口 310 的下方时，如图 1G 所示，垂直入口就具有与没有水平出口形成在相同的垂直侧面时（如图 1F 所示）不同的外观。尽管如此，不管在该侧面中存在或不存在水平出口，每个垂直侧面都限定一个水平入口。当模块件与另一模块件联接时，可以更好地理解图 1G 所见的联合开口 350 所限定的水平入口。例如，图 13G 所示的立方形模块件具有联合开口 350，该联合开口 350 形成水平入口 310 和水平出口 330 两者。在图 22B 中示出了呈之字形构型的相同模块件；例如，在模块件 B 中的联合开口限定水平入口 310B（来自模块件 A）和水平出口 330B，水平出口 330B 引向模块件 C。

[0129] 关于垂直出口模块件，在这些模块件中的上凹底板趋向于使接触底板的下落球体产生某种水平运动。如图 4B 所示，带有上凹底板的垂直出口模块件在上凹底板中限定孔 370，用于形成球体从模块件的内腔 360 垂直出口。因此，穿过一列多个垂直出口模块件掉出的球体不是自由下落，而是由于底板的出现而部分地减慢；有时候，下落的球体因为被保持在与圆形底部出口开口相关联的上凹底板上而会形成快速的螺旋形运动。

[0130] (iii) 垂直模块件所产生的通路

[0131] 与水平出口模块件对比，垂直出口模块件所共有的公共特征是在垂直叠置在另一模块件上时形成垂直通路。参见图 17A-17E，同样显然的是，形状不同的模块件可以共有相同的入口 / 出口构型，在本情况下为单个垂直出口和五个入口。在这些垂直出口模块件中的任意一些叠置在另一模块件上时，穿过垂直出口模块件的下侧形成垂直通路。

[0132] (iv) 通路随机性

[0133] 当带有多于一个的水平出口的水平出口模块件与其它相似的模块件连接时，藉此形成的通路包括一定程度的随机性。当将诸如弹子之类的物体引入这种通路构 型的通路时，弹子将大体向下穿过通路行进，如下文将更详细地描述的。当到达两、三或四出口的模块件后，弹子可能穿过任一出口滚出。

[0134] 例如，参见图 28，当弹子在四个螺旋 500 中任一个的顶部处进入两出口的立方形模块件 10 时，弹子有 50-50 的几率会进入螺旋 500 或行进到细长模块件 550（将在下文更详细地描述）。类似地，参见图 29，当弹子在带有附加支承件的四个螺旋 510 中的任一个的

顶部处进入两出口的立方形模块件 10 时，弹子有 50-50 的几率会进入螺旋 510 或行进入细长模块件 550。当通路构型变得更加复杂时，诸如图 5.2、5.3、6.1、6.2、11.2、12.4 及 13.3 所示的那些，通路随机性的水平就自然地增加。在两出口块件中碰撞的两个弹子将趋向于使各个弹子从分开的出口滚出。

[0135] B. 模块件形式

[0136] 如上文已述，模块件可以呈各种形状和形式，同时仍符合本发明的原理。本发明的可能的实施例的非限制性例子包括立方形、三角形、矩形、圆柱形、球形、六角形、八角形、截头八面体形、双穹顶形、十字形或“T 平面形”。不管模块件的特定形状或形式如何，都可以实现上述的入口 / 出口原理和垂向偏置原理。此外，如上所述和如下文将更详细地描述的，不管模块件的特定形状或形式如何，也都可以实现组装相同的模块件的许多通路构型。

[0137] C. 接合部

[0138] (i) 接合结构的一般属性

[0139] 相似的模块件一般通过接合结构系统来彼此组装和联接。如本文所述，各种接合结构系统和实施例适于实现所想要的组装和联接效果，它们各具有独特的特征。

[0140] 例如，L 接头或 U 接头（将在下文更详细地描述）一般提供滑动组装，其中通过将一个模块件垂直滑动入其相邻的模块件来组装模块件。藉此，这些模块件就至少部分地通过接头的 L 形部分来联接在一起。或者，摩擦接头（也将在下文更详细地描述）通过将一个模块件垂直或水平地滑动入其相邻模块件来形成组装的模块件。摩擦结构模块件藉此至少部分地通过接头的摩擦力而联接在一起。下面将进一步描述这些和其它的接头类型。

[0141] 接合结构的另一方面是它们的构型，这些构型使得在两个模块件藉此相互连接的情况下，接头保证 1/2 级的垂向偏置，从而提供相邻模块件之间的正确通路对准。

[0142] 在第一拼合接头类型的具体例子中（将在下文更详细地描述），图 30A-30D 示出在立方形模块件 10 上的该接头。如可从这些图中所见，凸形接头 200 包括两个突伸到垂直面 210 外侧的垂向齐平件 201，并位于模块件下部水平出口的两侧上。立方形模块件一般每个水平出口都具有一个凸形接头；因此，在图 30A-30D 中，模块件具有一个水平出口和一个凸形接头。

[0143] 垂直出口的立方形模块件一般不具有设在它们侧面上的凸形接头。这些立方形模块件中的每一个还包括四个凹形接头，这些凹形接头由垂直支承模块件 40 的内侧来限定。这些凹形接头构造成可接纳并联接至凸形接头。

[0144] 在本发明的一个实施例中，模块件不包括任何接合结构。在本实施例中，各模块件通过将模块件放置在基本平坦的表面上所想要的位置来进行组装。还可通过许多装置甚至无需接合结构系统来实现 1/2 级的垂向偏置。例如，可以提供一组偏置模块件（未示出）。偏置模块件的尺寸除了高度之外可以基本上相似于其它模块件的尺寸，其高度大致为其它模块件高度的一半。通过将规则形状的模块件叠置在偏置模块件的顶上，可将该规则形状的模块件相对没有放置在偏置模块件上的相邻模块件放置在合适地垂向偏置处。通过将偏置模块件构造成诸如棋盘之类的所想要的布置，其余的模块件就可以定位和构造成形成上述的通路。

[0145] (ii) 接合结构的例子

[0146] 如上所述，根据本发明可使用各种接头。这种合适的接头的非限制性例子示于图

33A-33B、34A-34D、35A-35C、36A-36D、37A-37C、38A-38C 及 39，各附图示出两各模块件的接合结构部分。在这些附图中的每一幅中，凸形接头所示为处于上部位置，而凹形接头所示为处于下部位置。

[0147] 图 33A-33B、35A-35C 及 37A-37C 中所示的接合结构类型是垂直组装的接头，而图 34A-34D、36A-36D、38A-38C 及 39 所示的接合结构类型是水平 / 垂直组装接头。如下文将更详细地描述的，垂直组装和水平 / 垂直组装一般是描述凸形和凹形接头组装而联接模块件的方式。垂直组装是指通过将一个模块件的凸形接头向下垂直滑动进入另一模块件的凹形接头来联接模块件。水平 / 垂直组装是指或者可以通过如同垂直组装接头那样垂直地联接模块件，或者可以通过将一个模块件的凸形接头水平地滑入另一模块件的凹形接头来联接模块件。本文将更详细地描述组装过程。

[0148] 下述的垂直组装接头的一个优点是藉此可提供更高的强度和更强的支承。带有垂直组装接头的模块件容易且可牢靠地彼此联接，且可保证正确的通路对准和垂向偏置。下述的水平组装接头的一个优点是能向一个阵列的已组装的模块件添加 和从其拆卸模块件；因为水平 / 垂直组装接头可以水平地联接和脱开，就无需进行拆装以拆卸否则是被相邻模块件扣住的模块件。

[0149] 拼合接头类型 1：第一拼合接头类型的例子示于图 33A-33B 和 34A-34D。这种接合结构类型的特点是：凸形接头形成该模块件的水平出口通路的一部分，穿过该凸形接头的弹子将直接在形成该凸形接头的相对的垂向齐平件之间（或穿过它们）行进。图 33A 示出燕尾接头，图 33B 示出 L 接头，这两种接头都是垂直组装结构。凸形燕尾接头和 L 接头的 L 钩的加宽构型将模块件保持在一起。图 34A 示出摩擦接头，其中模块件通过摩擦力保持在一起。图 34B 和 34C 示出卡配类型 1 的接头，其中位于在凸形接头的端部处尖头在水平组装的过程中后弯，并卡入凹形接头中的接纳凹部。图 34D 示出卡配类型 2 的接头，其中尖头位于沿着凸形接头的中间部分，并卡入凹形接头的接纳凹部。摩擦接头和卡配接头两者都可进行水平 / 垂直组装。

[0150] 拼合接头类型 2：第二拼合接头类型的例子示于图 35A-35C 和 36A-36D。这种接头结构类型的特点是：凸形接头形成在模块件的外侧，且凹形接头形成该模块件的水平出口通路的一部分。图 35A 和 35B 示出燕尾接头，其中凸形燕尾接头的加宽构型将模块件保持在一起。图 35A 所示的实施例包括相邻的凹形接头，从而使上部相邻的块件能从任一侧附连。图 35B 所示的实施例不形成相邻的凹形接头，因此不允许块件从任一侧附连。图 35C 示出 L 接头，其中凹形 L 接头的 L 钩将模块件保持在一起。燕尾接头和 L 接头都是垂直组装接头。图 36A 示出摩擦接头，其中模具通过摩擦力保持在一起。图 36B 和 36C 示出卡配类型 1 的接头，而图 36D 示出卡配类型 2 的接头。摩擦接头和卡配接头都可进行水平 / 垂直组装。

[0151] 双接头：在图 37A-37C 和 38A-38C 中示出双接头的例子。该接合结构类型的特点是有两个不同的接头，形成凸形接头的两个垂向齐平件的每一个都位于其相应侧的中间，如图 37A-37C 和 38A-38C 所示。这种构型与将凸形接头设置在内侧（拼合接头类型 1）或在外侧（拼合接头类型 2）有区别。图 37A 示出双接头的圆柱形实施例，图 37B 示出双接头的燕尾形实施例，以及图 37C 示出双接头的 L 接头实施例。图 38A 示出摩擦接头的实施例，而图 38B 和 38C 示出卡配的实施例，所有这些都是水平 / 垂直组装结构。

[0152] 磁性接头：图 39 示出磁性接头，其中极性相反的磁体或铰接转动的磁体构造成凸形接头和凹形接头，如 X 处所示。磁力将模块件联接在一起。从凸形接头伸出的突伸突起在组装过程中由凹形接头中的相应凹部接纳，藉此指示已实现了正 确的对准。突起和凹部也可以在将两个模块件保持在一起方面对磁力进行补充。

[0153] U 接头：U 形接头或“U 接头”的一个实施例示于图 32A-32F 中的立方形模块件 10 上。U 接头包括凸形 U 接头 200 和凹形 U 接头 230。如这些附图中所示，凸形 U 接头 200 包括由弯曲部分 202（参见图 32A）连接的两个垂向齐平件 201，突伸到模块件的垂直面 210 外面（参见图 32F），并且位于模块件的下部包围水平出口的侧面和底部（参见图 32D）。如图 32A 和 61A 所示，本实施例中的凸形 U 接头还限定两个延伸的三角形部 203，它们形成凸形 U 接头的具有类似方形的外观的下部。如图 32A 和 61A 所示，凹形 U 接头 230 包括两个垂向齐平件 231，这两个模块件由垂直支承模块件 40 的的内侧来限定，并由弯曲部分 232 连接。凹形 U 接头 230 构造成接纳并联接至凸形 U 接头 200。图 1A、1C 和 1F 示出围绕水平入口 310 开口形成的凹形接头，该凹形接头与凸形 U 接头联接。

[0154] “钩环”接头：：“钩环”接头（未示出）在要联接的模块件的相对侧上设置诸如维可牢之类的钩环扣件材料。该材料可以类似于上述磁性接头中的磁通那样地设置，或者可设置在适于联接模块件的任何其它位置。

[0155] 胶合接头：可以通过将一定量的粘结剂涂覆在合适位置以联接相邻模块件来实现胶合接头（未示出）。各种粘结剂可适合该目的，包括永久性粘结剂、半粘结剂以及诸如可溶胶之类的临时粘结剂。此外，在模块件由冰块制成（如下文将更详细地描述的）的情况下，接头可以是能够控制和冻结的泥浆类物质，藉此将两个模块件粘着在一起。

[0156] (iii) 垂直接头

[0157] 上面对接合结构系统的描述涉及水平地联接相似模块件的“水平接头”。此外，模块件还可以包括用于垂直地联接相似模块件的垂直接头，其中在图 40B 中可见一个模块件叠置在另一模块件顶上的情况。任何模块件的基底可具有下面的凹入部，从而基底可用作连接结构的凹形部分。或者，任何模块件的基底可以具有突部，从而基底可以用作连接结构的凸形部分。也可以采用雌雄同体的接头，其中模块件的顶部和底部个具有凸形和凹形部件的混合体。现将更详细地描述这些构型。

[0158] 在图 30A-30D 所示的实施例中，立方形模块件 10 的垂直支承模块件 40 各限定垂直凹形接头 400，该凹形接头是 L 形凹部。在本实施例中，模块件还包括从模块件的下侧 60 突伸的四个垂直凸形接头 410。垂直凹形接头 400 构造和定尺度成接纳另一模块件的垂直凸形接头 410，藉此使模块件能牢固地叠置。垂直凹形 接头 400 和垂直凸形接头 410 包括斜面，如图 30A-30D 所示，该斜面使两个模块件能容易地垂直组装。

[0159] 在图 31A-2027D 所示的另一实施例中，垂直凸形接头形成在垂直支承模块件 40 的上端处，而凹形垂直接头形成在下侧 60 上。在本实施例中，各模块间限定垂直凸形接头 50，该垂直凸形接头是突伸在各垂直支承模块件 40 之上的连接件。各模块件还在下侧 60 上限定四个凹形垂直连接件 100，它们构造和定尺度成可接纳另一模块件的垂直凸形接头 50，藉此使模块件能牢固地叠置。垂直凸形接头 50 和垂直凹形接头 100 包括斜面，如图 31A-2027D 所示，该斜面使两个模块件能容易地垂直组装。在图 31A-2027D 中所示的包括类型 2 的拼合接头的实施例中，垂直凸形接头 50 是风筝形的突部，而垂直凹形接头是具有可

相比拟的形状的凹部。

[0160] 在图 32A-32F 所示的再一实施例中，立方形模块件 10 的垂直支承模块件 40 各限定垂直凹形接头 400，该垂直凹形接头是形成于其中的凹部。在本实施例中，模块件还包括从模块件的下侧 60 突伸的四个垂直凸形接头 410。垂直凹形接头 400 构造和定尺度成可接纳另一模块件的垂直凸形接头 410，藉此使模块件能牢固地叠置。垂直凹形接头 400 和垂直凸形接头 410 互补地成锥形，从而使两个模块件能容易地垂直组装且确保两个模块件的摩擦配合。

[0161] 在另外的各实施例中，如在图 13A-13J、18B、19B、20B、21B、及 22B 中所示的包括类型 1 的拼合接头的实施例中，垂直凸形接头可以是构造在各垂直支承模块件 40 之上的成锥形的 L 形突部。在本实施例中，垂直凹形接头以方形的周界形成在下侧 60 上，如图 13A-13J 所示。该周界的角部的内部形成垂直凹形接头，这些垂直凹形接头构造和定尺度成可接纳另一模块件的 L 形垂直凸形接头。凸形接头的 L 形突部在 L 的两端都成锥形，如图 13A-13J 所示，这可将垂直凸形接头引入另一模块件的垂直凹形接头。这种构型便于垂直叠置两模块件。

[0162] (iv) 组装

[0163] 参见图 41A-41D，这些附图示出了组装两个模块件 A 和 B 的进展过程，垂直支承模块件 40 形成凹形接头 230，并以一斜角成锥形从而便于在制造过程中可在分型线上方从模具脱出。凸形接头 200 由垂向齐平件 201 和弯曲部分 202 形成，且也以一斜角成锥形，从而便于在分型线下方从模具脱出。这种锥形使凸形接头可被凹形接头的垂向齐平件 231 接纳。在分型线上方和下方的凸形和凹形零件中的互补斜角使这些凸形和凹形零件能在它们的共平面表面上叠套。凹形接头的锥 形特征有利于容易地组装两个或多个模块件，或者甚至是将一个模块件叠套入四个另外的相似模块件中，如下文将更详细的描述的。图 42A 和 42B 分别示出图 41B 和 41D 的详细版本。

[0164] 参见图 30A-30D 和 32A-32F 中所示的实施例，分型线 P 示出用于制造模块件的模具半件之间的分型线；在本实施例中，模块件通过注模法来形成，但下面将更详细地描述各种其它的制造技术。所述锥形部分地由于提供斜角的技术制造方面的益处而使得零件易于从模具中脱出。所述锥形也利于组装。参见图 32A-32F 所示的 U 接头实施例，分型线典型地将沿着立方形形式的底部边缘设置，而在图 41A-41B 和 42A-42B 所示的实施例中，分型线 P 大致设置在凸形接头的平坦顶表面 T 处。在本实施例中，这种构型将分型线 P 设置在立方体的中心线下方大约 1/32″ 至 1/8″ 。可在组装模块件时从图 41A-41D 中看出这种组装的益处，图中还示出一旦模块件完全联接就实现的滑动配合。该关键性的分型线布置的制造技术部分地形成接合结构系统的功能性。

[0165] 如图 42A 和 42B 所见，示出了垂直支承模块件 40 中的半件凹形接头 230 的横截面。在该模块件的分型线上方，垂直支承件的侧面向内朝向其间的入口成锥形，随着离开分型线的距离增大而变薄。以互补的形式，示出了相邻模块件的凸形接头，该凸形接头的内侧 S 以相同的角度向外成锥形。两个错开的块件的互补角度在组装的过程中彼此相配，藉此保持多块件的结构的总体垂直和 / 或正交的集合形状。分型线从块件中心线的少量偏置还用于产生在系统中形成少量容差的功能，如图 46A-G 所示的组装进展过程中的情况。该千分之几英寸的容差有利于组装和拆装。

[0166] 在垂向接合结构系统，特别是 L 接头中，设置锥形是特定的分型线设置的另一优点。在各块件的上半部分中的垂直凹形构件的外表面向内成锥形（1/4 至 $1^1/_2$ 度），而内表面向外成锥形（也是 1/4 至 $1^1/_2$ 度）。分型线在与凸形接头相遇时，围绕凸形接头顶部的边缘连续，直至它到达 L 的末端，如图 42A 所示。然后，分型线沿着 L 的该末端继续行进，跟随着凸形接头的底部，继续穿过出口通路的边缘，直至它遇到在相对侧的相应凸形接头。然后，分型线跟随着该第二凸形接头的底部到 L 的末端，它继续沿着 L 向上直至凸形接头的顶部平坦边缘，并然后跟随着凸形接头的边缘直至再接合块件的主体。其结果是，凸形接头此时的锥形与凹形接头的锥形完全互补。当两个块件垂直连接时，凸形接头中的相对较宽的开口接受凹形接头的相对较窄的末端。当两个块件滑动在一起时，凸形和凹形接头 的向内和向外的锥形面逐渐靠近压紧，直至两个块件牢固地彼此附连。

[0167] 因为凸形接头的两个部分，即垂向齐平件 200，一起用作插入凹形开口的凸形插入件，但是当仅考虑凸形接头的一个部分时，它还起到类似于一个从下方接纳锥形的凸形部分的凹形接头的作用，所以术语凸形和凹形就开始混用起来。在立方形模块件的另一方面中，底部的四个角部成锥形且形成圆角；因此，垂直地组装到四个另外的立方形模块件的这种立方形模块件的整体（如图 47A 和 47B 所示的结构中的中心最顶上的模块件）起到被凹形接头（即四个接纳模块件）接纳的凸形接头的作用。

[0168] 在图 1A-1L、2A-2L、3A-3L、4A-4L 及 32A-32F 中所示的 U 接头实施例中，整个接合结构还一起工作以将模块件固定在一起并抵抗否则可能将固定在一起的模块件脱开或松散开的来自许多方向的力。参见图 43 和 44，图中示出可通过模块件的垂向接合结构（凸形垂直接头 410 和凹形垂直接头 400，分别示于图 44B）将模块件 A 从下方固定至第二模块件 B，并利用模块件的水平接合结构同时固定第三模块件 C。图 43-45 示出模块件 A 的凸形 U 接头 200 的凸缘 390，其中凸缘 390 包括垂向齐平部分 391 和弯曲部分 392，垂向齐平部分 391 沿着凸形接头的垂向齐平件 201 形成，而弯曲部分 392 沿着凸形接头的弯曲部分 203 形成。特别参见图 43A，该图中示出模块件 A 的凸形 U 接头 200 的凸缘 390 的弯曲部分 392 固定在模块件 C 的凹形 U 接头 230 的互补的弯曲部分 232 上。图 45 示出围绕模块件 C 的凹形 U 接头 230 的互补形状的垂直部分 231 固定的模块件 A 的凸形 U 接头 200 的凸缘 390 的垂向齐平部分 391（参见图 45A 和 45B）。凸缘 390 是 L 接头和 U 接头之间的共有特征，这使两个模块件能抵抗扭力。凸形 U 接头的凸缘 390 包括垂向齐平部分 391 和连接的弯曲部分 392，而拼合的 U 接头仅包括两个垂向齐平部分 391。图 44 示出模块件 A 的凸形接头 200 上的凸缘 390 在模块件 C 的水平入口处贴合地固定在模块件 C 的凹形 U 接头 230 之上，并接触垂直凸肋 720（参见图 43，其中模块件 C 具有两个相对的水平出口）。在该构型中，在模块件 A 和 C 的组装过程中，模块件 C 的凸形 U 接头 200 遇到模块件 C 的尺寸上互补的凹形 U 接头 230，从而模块件 C 的凹形 U 接头 230，特别是弯曲部分 232，就在组装中用作模块件 A 的“止挡件”。如图 61 所示，当模块件在同一个的垂直面中限定入口和出口两者时，尽管凹形接头可以包括弯曲部分的剩余部分，但整个凹形 U 接头的弯曲部分 232 就可能不存在了。在这种情况下，凸形 U 接头 204 的顶部（参见图 61A）用作从上方固定于其的另一模块件的止挡件，并与模 块件的下侧 801（参见图 61C）相遇，这样就终止块件的向下移动并设定正确的块件对准。

[0169] 因为 U 接头相对拼合接头是一种有效的联合接头，所以采用 U 接头可以实现许多

优点。例如，在出口和入口处的弯曲形状通过将应力更好地（非集中地）分布在垂直侧面元件与平坦底板的大致 90 度的接合部（参见图 30A-30D）中而形成更坚固的块件。该弯曲形状还减少了零件一旦从模具中脱出之后在冷却过程中发生翘曲的危险。U 形出口的接头通过具有围绕出口通路底部的连续性而在块件的该最狭窄的部分处提供额外的抵抗弯曲的结构刚度。块件的所有侧面具有至少两个张力接受壁（外壁和平行的内壁）。水平出口在方形 /U 形出口接头的底部中心部分处的凸形 U 接头的凸缘上具有附加的第三张力构件。此外，因为 U 接头具有类似方形的下部，所以水平接头出口的方形外形可抵抗组装好的块件的转动。方形的侧面通过邻接块件的扶壁件保持在位。在方形角部的弯曲形状有助于组装过程中将块件引导到位，并且 U 形与入口处块件的弯曲形状匹配。此外，因为水平出口 U 接头的“凸缘”，水和其它液体可以流过带有 U 接头的块件而没有泄漏。

[0170] 在块件底部上的圆柱形凸形接头也与块件角部的弯曲形状相匹配。角部与接头的匹配弯曲形状增加了摩擦表面的面积。块件角部的弯曲形状有助于塑料流过模具从而可减少制造过程中的周期。角部上的弯曲形状是符合人体工程学原理的。此外，通过比更为方形的开口情况下更宽广地传散撕裂应力，在块件外侧壁中的 U 形入口和出口开口的增强的弯曲形状可以产生更高的强度。

[0171] 在另一方面中，凸形接头下侧的部分具有增强的弯曲形状，这就允许不精确的初始左右对准，并可以在两个模块件互连时将下方的块件引导到位。

[0172] D. 模块件的例子

[0173] 在本发明的一个实施例中，如图 49A-59C 中所示，提供一种“厚壳 / 薄内部”的构型。在图 49 中示出了四个块件的平面图。这些块件包括垂直出口块件（图 49A，在图 52 和图 56A-56C 中更详细地示出）、单出口块件（图 49B，在图 53 和图 56A-56C 中更详细地示出）、对向的双出口块件（参见图 49C，在图 54 和图 58A-58C 中更详细地示出）以及四路出口块件（参见图 49D，在图 55 和图 59A-59C 中更详细地示出）。供球体在这些四视图中的块件上和穿过这些块件行进的通路可以分别被描述为圆形、椭圆形、沙漏形、十字形。

[0174] 图 50 和 51 是从上方和下方看到单个侧出口块件的部件的相同元件的等轴立体图。例如，图 50A-2 和图 51A-2 从不同的角度示出球形体的相同部分。图 50A -1、50B-1、50C-1、50D-1、51A-1、51B-1、51C-1 及 51D-1 示出块件的四个元件，每个元件的各部分用于构成完整的块件。

[0175] 图 50A-1 和 51A-1 示出 1/16 英寸厚的半球形体 600。图 A-2 示出从该半球形体切割出的矩形片。该半球形在最终的立方体上是位于中心的。图 49 所示的所有四个块件都部分地由该半球形体构成。该半球形体 600 的这些部分接纳滚动球体（例如弹子），这些滚动球体落在球形的这些部分上并由重力引向该球体的下部点并因而被引向各块件的中间。

[0176] 图 50B-1、51B-1 及 53B-1 示出单侧出口的球体 / 弹子出口通路 900。图 54B-1 示出对向的双出口通路 910，以及图 55B-1 示出四路的出口通路 920。图 50B-2 和 51B-2 示出已被球形体 600 切割后的图 50B-1 和 51B-1 的通路 900。图 50E-1 和 51E-1 分别示出图 50A-2 与图 50B-2 以及图 51A-2 与图 51B-2 的合并，其中球形体 600 和通路 900 组合起来。其结果是带有形成于其中的至少一个出口通路的上凹底板。对于两出口、三出口以及四出口的模块件，上凹底板分别具有形成于其中的两个、三个及四个通路。

[0177] 图 50C-1 示出用于块件的内部支撑壁 700。这些支撑壁是四个垂直交叉壁。这些

壁具有取决于它们与模具的两个部分的关系的向内或向外的斜角。图 50C-2 示出在已被球形体 600 切割后的支撑壁。图 50E-2 示出图 50E-1 与 51C-2 的合并，或者说是球形体、通路及支撑壁的合并。对于垂直出口块件、双出口块件以及四路出口块件，通路形状上的不同会改变这三个部分合并的结果。支撑壁连接块件的相对面，从而将弯曲力从块件的一个部分传递到另一部分，并使各种部分“一起工作”，以增加整体的总强度。支撑壁的球形切割使它们能尽可能高度地与外壁接合，以获得最大的杠杆作用，并同时不会影响球体 / 弹子滚过块件。球形体与接头顶部的这种对准还有助于熔化的塑料流过接头。在图 2B 所示的可替代的实施例中，在球形体上方的附加的扶壁件 720 为外垂直支承壁提供强度。扶壁件 720 还可抵抗凸形 U 接头的垂直部件的凸缘的转动。

[0178] 图 50D-1 和 51D-1 示出具有 1/8 英寸厚的面 800 且 0.1″ 半径的圆角顶点的立方体。图 50D-2 和 51D-2 示出相同立方体，该立方体带有在顶部中的方形孔、切入侧面的四个侧入口、切入侧面的单个出口以及在底部中切出的孔，该底部中的孔用于底半模以通达弹子通道的下侧。切入侧壁 800 中的侧入口留有四个垂直“L 形”的角部。这些角部被标识为部件 840。部件 840 包括使各块件能互锁的“凹形”接头的侧面。

[0179] 图 50E-3 和 51E-3 示出合并起来的图 50E-2 的薄的内部部分与图 50D-2 的厚的外部壳体。换言之，图 E-3 中的块件是与半球形体、通路、支撑件的“薄”的 1/16 英寸的部分与“厚”的 1/8 英寸的立方体（分别示于图 50A-1、50B-1、图 50C-1 及图 50D-1）的组合。

[0180] 图 53B-1 和图 53C-1 示出带有附加的凸形接头 200 的单出口块件。在所有块件中的凸形接头与单、双及四路出口块件的通路形式 900、910 及 920 无缝地合并。如前述实施例那样，分型线 P 围绕立方体形块件的大致中心水平地行进，然后沿着凸形接头的末端并横穿每个出口的下半处。

[0181] 图 53B-2 示出单出口块件底部的视图。块件的该相同的视图更详细地可参见图 1063 中的放大图。块件的 1/8 英寸厚的底部由标号 810 来标识。在出口下方，块件的底部被切去（如图 50D-2 所示）。表面 810 在这样的地方切去，以露出表面 900 和两个十分小的表面片 600。立方体壁在出口下方的 1/8 英寸厚的其余部分标识为 820。支撑件 700 也在切去出口下方的表面 810 后露出。

[0182] 图 54C-3 是穿过双出口相对的块件的剖视图，图中可以看到通路表面 910 与凸形接头 200 无缝地合并。表面 910 与内部面 800 的相交处大致与凸形接头 200 的顶部水平对准。接头 200 中的应力和弯曲通过这样的对准深深地传递到块件的其余部分中。贯穿整个设计的弯曲形状使使用中应力减到最小。这些弯曲形状还使伴随着注模过程的应力也减到最小。带有 90 度尖角的部分在冷却过程中易于翘曲，通过使用这些弯曲形状可以减少这样的趋向。

[0183] 图 1067 中的截面剖切线中所见的通道 910 的弯曲形状与出口壁 820 和支撑件 700 一起起作用，以在该部分中形成抵抗弯曲的梁。相似的几何形状在四路出口的块件中也是很明显的。

[0184] 垂直凸形接头 410 使块件能垂直地相互连接。

[0185] 在示于图 1A-1L、2A-2L、3A-3L、4A-4L、60A-60C、61A-61C、62A-62C 及 63A-63C 的本发明的另一实施例中，提供了另一“厚壳体 / 薄内部”的构型。如这些附图中所示，本实施例与前一“厚壳体 / 薄内部”的实施例共有许多相似之处。不过，图 60A-60C、61A-61C、62A-62C

及 63A-63C 中所示的实施例除了其它特征之外还包括在每个水平出口处的 U 接头。本实施例的垂直出口块件的视图示于图 60A-60C 中，并对应于图 56A-56C 中所示实施例的垂直出口块件视图；本实施例的单出口块件的视图示于图 61A-61C 中，并对应于图 57A-57C 中所示实施例的单出口块件视图；本实施例的相对双出口块件的视 图示于图 62A-62C 中，并对应于图 58A-57C 中所示实施例的相对双出口块件视图；以及本实施例的四路出口块件的视图示于图 63A-63C 中，并对应于图 59A-59C 中所示实施例的四路出口块件视图。

[0186] 扶壁件 720 加强并支承块件的角部，如从图 1B、2B、3B 及 4B 中可见。在各扶壁件 720 的顶部处的弯曲形状可减少在制造过程中被来自模具中的过热气体烧毁的可能性，使使用者在处理模块件更舒适，并将互锁模块件的凸形垂直接头引导到位。

[0187] 垂直管道 410 延伸穿过四个角部中每一个，这就允许线路、导线、杆子、绳索或类似物能穿过多个块件，以帮助包装或使用产品（例如使运动物体从天花板垂悬）。

[0188] 脱模销与内壁 1000 的相交处对准，从而可将脱模力均匀地分布在该模块件的几何形状上。出口通路也悬伸出总的立方体形式的边缘。

[0189] II. 弹子滚动

[0190] 一旦多个相似的模块件利用或者不利用接合结构系统而组装起来并合适地对准后，就在一个模块件的出口与另一模块件的入口对准的地方限定出通路。这样的对准产生计划的或未计划的通路构型，这取决于使用者是以关键性的方式还是以任意的方式进行构建。因为每一块件都有出口，所以不会有封闭端；任意或按直觉进行的构建过程可产生像那些更加仔细地进行计划的结构那样工作的通路。在图 18B、19B、20B、21B 及 22B 中示出基本通路构型。

[0191] 因为每个模块件的外形和尺寸以及每个模块件的内腔（包括底板和壁的形状）可能有很大的变化，所以组装起来的模块件所产生的穿过通路系统的球体或其它物体的行为可能会有显著的不同。根据所想要的效果，可以选择模块件内腔的合适形状和尺寸。

[0192] 在示于图 13A-13J 的一个实施例中，模块件的内腔包括基本上圆柱形的壁（如图 13D 所见）和向下倾斜并指向模块件的水平出口的底板（图 13J）。参见图 18B，该图示出图 13A-13J 所示的立方形模块件的基本瀑布构型，放置在或落入最顶上的模块件 A 中球状物体（如弹子）将由于底板区域的坡度而开始沿着模块件底板区域滚向模块件唯一的水平出口。在本例中，通过拼合接头来连接各模块件，并且弹子在滚出模块件 A 时穿过模块件 A 的凸形接头的两侧。然后弹子进入模块件 B 的水平入口，并从该入口下落到模块件 B 的底板区域中。该下落继而发生是因为各模块件的水平入口是抬高在其底板区域上方的。此时，弹子速度的水平分量 和模块件 B 的底板区域的坡度的组合会使弹子继续沿着模块件 B 的底板区域朝向水平出口滚动。该过程继续直至弹子到达最下部的模块件，即模块件 D，并滚出。

[0193] 在采用图 13A-13J 所示的立方形模块件的图 19A 的瀑布构型中，弹子在从一个模块件行进到另一模块件时将加速。如上所述，穿过该构型行进的弹子在沿着一个模块件滚动、落入相邻模块件以及开始再次朝向下一模块件滚动时，将遵从滚动 - 下落 - 滚动的路径。该滚动 - 下落 - 滚动路径具有可控制弹子从最高模块件行进到最低模块件的速度的优点。具体来说，通过每次垂直落入另一模块件来降低弹子的速度。因此，较大的垂直下落将提供较大的减速效果，该减速效果可达到这样的程度，即该下落在滚动球体滚出之前产生

更大的从底板的弹跳以及更大的内腔中的弹跳。因此，与本发明的模块件具有截短的垂向尺寸（如可从图 65N 中所见）的实施例相比，本发明的模块件具有细长的垂向尺寸（如可从图 65M 中所见）的实施例可对弹子的速度进行更多的控制。

[0194] 本发明的控制弹子速度的另一方面是通路的构型。例如，在采用图 13A-13J 所示的立方形模块件的弯道构型（例如图 19B）或之字形构型（图 22B）中，进入相邻模块件的水平入口的弹子将下落到相邻模块件的底板区域中，并撞击与弹子所进入的入口相对的内壁（“撞击壁”）。然后，弹子沿着底板朝向模块件的水平出口滚动，该水平出口或者与撞击壁（弯道）相邻或与撞击壁相对（之字形）。当弹子碰到撞击壁时作用在弹子上的冲击作用降低并改变弹子的速度，藉此可控制弹子的速度。熟悉本技术领域的人们会理解，不同的通路构型将实现不同的速度控制。例如，图 18B 所示的瀑布构型使速度控制最少而使弹子速度最大（不包括垂直出口模块件），这是因为弹子不会碰到撞击壁；在瀑布构型中唯一的速度控制是由上述的滚动 - 下落 - 滚动和弹跳方面来提供的。与之对比，诸如弯道、螺旋形以及之字形构型之类的其它构型则由于在与块件内侧壁的碰撞过程中反复损失水平速度，而可提供相对于瀑布构型为更多的速度控制。

[0195] 在上述“厚壳体 / 薄内部”的实施例中，模块件的底板基本上是上凹的且在底板中形成有至少一个出口通路。上凹的底板在行进穿过这些块件的球体上产生摇动效果，这可用作降低弹子穿过通路的滚动的另一装置。例如，进入内腔的弹子将掉到底板上，此时上凹的底板将弹子引向底板的中心。在相对的两出口模块件（如从图 1A-1L 中可见）中，弹子通常被引向底板的中心，上凹底板的形状在该处在弹子中产生摇动，直至弹子最终下落到形成在上凹底板内的出口通路中，并朝向两个出口之一行进。

[0196] 在单出口模块件（参见图 2A-2K）中的出口通路始于上凹球形体的中心附近，这有利于在球体上产生摇动效果，特别是在弹子进入垂直于出口通路的单出口模块件时。出口通路的起点可以如所希望地定位；例如，图 532-A 中所示模块件的所示出口通路相对图 2D 所示模块件的出口通路要进一步后退。

[0197] 在两出口块件中的沙漏形状（参见图 1D）可以更好地理解为环面与上凹球形体的靠近相交。球体相对于环面的稍微上升就使环面形状在设计中被“称作”沙漏。无限多种的其它形状可以产生将弹子随机地引导出两个出口之一的相同功能。沙漏可提供特殊的效果：例如，一旦弹子在其摇动中足够地减速，则它就不再位于球形体的底部，而是位于环面的顶部，在那里它处于高度不稳定的平衡。弹子在球形体上来回滚动并穿过沙漏，在它撞击沙漏形式的脊部时发出轻微的撞击声。环面和球形体向相反的方向弯曲，这种双弯曲形状增加了块件的强度。

[0198] A. 阵列原理

[0199] 如上所述，多个相似的模块件（例如立方形、三角形、矩形、球形、十字形等）可以组装成诸如图 18B、19B、20B、21B 及 22B 所示的那些之类的各种构型。除了这些基础的或“基本”构型之外，也可以组装更加精细和几何形状复杂的阵列。上述有关模块件的属性和入口 / 出口构型的基础原理同样适用于这些阵列。

[0200] 例如，在任何两个相邻的模块件之间将存在 1/2 高度的垂向偏置或错开。这实现高 - 低 - 高的效果，这代表“移位的笛卡尔空间”的三维网格。如图 64A 所示，该图是构造成实心结构的一组立方形模块件的俯视图，每个“高”的模块件（即升高的）被“低”的模

块件紧接地包围，其中“高”的模块件与“低”的模块件之间的差是模块件垂直高度的一半。从图 64A 中可以看到，所得的图形类似一个棋盘。

[0201] 可以通过将图 65A-65C 所示的布置在笛卡尔空间中的立方体与图 65D-65F 中所示的布置在“移位的笛卡尔空间”中的立方体相比较来理解“移位的笛卡尔空间”。在后者中的立方体垂向移位 1/2 的立方体高度。图 65G-65I 所示的立方体布置成具有 2/3 立方体高度的垂向移位。图 65J-65L 所示的模块件不是立方体，而是细长的，它们垂向移位 1/2 的立方体高度。如从 65M 和 65N 可以看到，垂直或水平地构造这样的细长模块件并不阻碍垂向偏置。

[0202] 对于三角形模块件（图 68 和 64B）、六角形模块件（图 64C 和 64D）、八角形模块件（图 64E）以及圆形模块件（图 64F-64G）可以看到类似的效果。立方形实施例（图 64A）、三角形实施例 (64B) 以及六角形实施例之一（图 64C）提 供没有空隙的“实心”结构。与之对比，另一六角形实施例（图 64D）、八角形实施例（图 64E）、以及圆形实施例（图 64F 和 64G）在结构中露出空隙，如相应的附图所示。此外，如从图 64D 中可见，六角形实施例中的一个可以包含基础的 (underlying) 三角形几何形状，它是从包括六个三角形的六角形得出的。此外，八角形实施例 (64E) 和圆形实施例之一（图 64F）可包含基础的网格几何形状，而另一圆形实施例（图 64G）可包含基础的三角形几何形状。

[0203] 当特定实施例的模块件包含基础的网格几何形状时（如同图 64A 所见的立方形实施例、图 64E 中所见的八角形实施例以及图 64F 中所见的圆形实施例的情况那样），模块件的几何中心也基本上位于网格上。例如，一组立方形模块件可以如同 66A 所示那样的构造，该图是一阵列的俯视图，且其中每个模块件的几何中心由一个点来代表。模块件的几何中心排列成列 (0,1,2, ……) 和行 (I, II, III, ……)，如图 66A 所示。此外，一组立方形模块件可如图 66B 所示地构造，该图是一阵列的剖视图。这里，模块件的几何中心在交替的列中是垂向齐平的（例如列 1、5、9 中的模块件垂向齐平，以及列 3、7 及 11 中的模块件垂向齐平），并且模块件的几何中心与相邻列中的模块件的几何中心在中间位置垂向齐平（例如，列 1 中的模块件与列 3 中的模块件在中间位置垂向齐平，以及列 3 中的模块件与列 5 中的模块件在中间位置垂向齐平）。图 66 中的相同列中的模块件的几何中心都是水平对齐的。

[0204] 如显而易见的，图 66A 和图 66B 中所示的几何中心排列是参照立方形模块件描述的。不过，所述的几何中心网格排列也可应用于诸如八角形、圆形及十字形实施例之类的其它形状。类似地，上述的基础的三角形几何形状可获得三角形的排列，该排列也可应用于诸如六角形和圆形实施例之类的其它实施例。因此，不同形状和形式的模块件不管特定的塑造形式如何都可以相同的方式来排列。

[0205] 还是参见图 65A，设置成实心的传统笛卡尔空间构型的内部立方体各具有六个完全面的相邻模块件（在这样的实心构型中的外部立方体将仅具有三个、四个或五个完全面的相邻模块件）。与之对比，参见图 65D，布置成实心移位的笛卡尔空间构型的内部立方体具有两个完全面的相邻模块件（上方和下方）和围绕各侧面的八个半面的相邻模块件。

[0206] B. 基本构型

[0207] 如前所述，相似模块件的基本构型中包括塔型（图 40B）、瀑布型（图 18B）、弯道型（图 19B）、螺旋型（图 20B）、双螺旋型（图 21B）及之字型（图 22B）。 如也已描述的，尽管各参考附图用立方形模块件来代表这些分别的通路构型，但这些构型也可以用各种其它形

状的模块件来实现。例如，图 23B 示出由十字形模块件形成的弯道构型。

[0208] C. 非限制性的结构范例

[0209] 可以从多个相似模块件组装出各种阵列类型。这些不同的阵列大体可以分为四种类型：实心结构、壳体结构、点阵结构以及平面 / 相交的平面结构。

[0210] 举例来说，实心结构可包括成块状、角锥体或倒置角锥体形状的组件。这种构造类型的特点在于在结构内部没有空隙地组装模块件；每个模块件（除了在结构外部的模块件之外）在每个可能的位置都具有相邻模块件。图 67 所示的构型是块状构型的一个例子，而图 47A 和 47B 所示的构型是八面体形、叠置在倒置的角锥体顶上的一角锥体的例子。当从外部看时，图 48A 和 48B 中的构型基本上类似于图 47A 和 47B 中所示的构型；两者的差别在于在图 48A 和 48B 中没有内部块件，因此形成“壳体”结构。图 68 中所示的构型是基本上三角形的，也是实心结构的一个例子。

[0211] 同样是举例来说，点阵结构可包括螺旋形或双螺旋形的组件。这种结构类型的特点在于敞开的框架或图案。如前所述，图 20B 中所示的构型是螺旋形的一个例子，而图 21 中所示的构型是双螺旋形的一个例子。图 69A 中所示的构型是较大的螺旋形的一个例子，它由一系列的交替的瀑布 - 弯道 - 瀑布子结构组合而成。在图 69A 所示的构型中，各“瀑布”和各“弯道”子结构包括五个模块件。不过，熟悉本技术领域的人们会理解，这些子结构中的每一个都也可以包括其它数量的模块件；每个子结构中的模块件数量越多，螺旋的直径就越大。图 69B 是双螺旋，且每个螺旋与图 69A 中所示的螺旋相同。同样，这些螺旋中的每一个都是通过组合一系列交替的瀑布 - 弯道 - 瀑布子结构来形成的。图 69C 中所示的构型包括两个顺时针和两个逆时针螺旋，它们在相交节点上的双出口模块件处相交。图 69E 示出与图 69C 所示的构型相同的构型，但使用的是球形模块件而不是立方形模块件。图 69D 中所示的构型包括四个图 69C 的结构，这些结构在相交节点上的四路出口模块件处部分地重叠和相交。

[0212] 平面和相交的平面结构可包括平面或相交的平面形状的组件。如图 70A 所示，实心平面可以由相似模块件形成，且具有图 70B 所示的相应入口 / 出口构型。参见图 70D，第二实心平面可以与第一平面垂直相交，且具有图 70C 所示的相应入口 / 出口构型。为了从两个平面结构形成相交的平面结构，在相交点处，四出口 模块件可以替代两出口模块件，或者两出口模块件可以转动 90 度以将球形体从一个平面重新定向至另一个平面。

[0213] 参见图 71A 和 71B，分别示出平面结构和相交的平面结构。在这些图 71A 和 71D 中，没有示出实际的模块件，而是用一立方体来表示每个模块件，这是人们可以理解的，因为可由本发明的模块件形成的阵列和构型不取决于具体的模块件形状也不取决于所采用的接合结构。图 71B 中所示的平面在平面的端部处相交，而不是像图 71C 那样在平面的中间处相交。通过在平面的端部处相交，可以形成如图 71 所示的方形。在图 71A-183D 中的每一个中，相邻模块件模块件垂向偏置 1/2 的模块件高度。

[0214] 图 72A-72D 示出分别呈螺旋、双螺旋及四路螺旋的由立方体代表的模块件。同样，从这些图中人们也可以理解，不管通过组装模块件而实现的构型如何，都保持有垂向偏置。

[0215] 参见图 73A，图中示出带有五个水平面的角锥体构型，其中模块件用立方体来表示。同样，可以看到，保持有 1/2 级的垂向偏置。参见图 73B-73E，对于四个不同的平面示出图 73 的角锥体的截面俯视图。具体来说，图 73B 示出最顶上的水平平面，该平面包括中心

顶部模块件 A1，该模块件 A1 被四个附加的模块件 (b1-b4) 包围，这四个附加的模块件位于第二水平平面中，比 A1 和最顶上的垂直平面低 1/2 级。图 73C 示出往下的下一水平平面，图 73D 示出从那里往下的下一平面，等等。

[0216] 图 74A-74D 示出呈各种构型和布置的用三角形模块件来代表的模块件。这些布置可用任意数量的形状来实现，如图 15A-15L，并可以在其间具有互连通路，如图 15A、15D、15G 及 15J 中的入口 / 出口构型所描述的。如可以从图 74A-74D 中所见，这些布置保持有垂向偏置。

[0217] 因为不同形状的模块件可以具有相匹配的接合结构，所以仍然可以将这些不同形状的模块件连接起来，藉此能进行混合的多边形铺设。参见图 75A-75D，以两种不同形状的模块件（立方体和三角形）作为代表，并将之示为以不同的构型彼此连接。图 75A 示出用交替的立方体 - 三角形模块件形成圆的构型的俯视图，而图 75B 示出同一构型的立体图。图 75A 和 75B 中的各列可以通过垂直叠置相似形状的模块件（如图 40B 所示）来实现。图 75C 还示出用交替的立方体 - 三角形模块件形成圆的构型的俯视图，且图 75D 示出同一构型的立体图。从图 75D 中可以看出，形成圆的列的特点是垂向不连续的，从而一些模块件仅由水平接合结构 而非它们的垂向接合结构来支承。这种构型使一些模块件从另一模块件列悬伸。

[0218] 因此，“尺寸相似的”模块件指的是基本上共有外部尺寸（不考虑接合结构，这些接合结构在“尺寸相似的”模块件与“尺寸相似的”模块件之间可以是不同的，并且不考虑内部形状，诸如底板、壁以及其它内腔的结构特征）；例如，具有基本上相同高度、宽度和深度的两个立方体，或者具有相似高度和侧面尺寸的两个三角形。与之对比，“尺寸不相似的形状”指的是不具有基本上共有的外部尺寸的两个模块件；例如，图 75C 和 75D 中的立方体模块件和三角形模块件代表尺寸不相似的形状，以及图 5A-5J 中所示的立方体形状的模块件与图 6A-6I 中所示的三角形是尺寸不相似的。

[0219] 上述结构和结构类型仅仅是用于说明可以组装出的种类。也可以有形成和构建阵列的其它手段。例如，可以利用各种算法来产生阵列，包括由计算机执行的算法形成的结构，从而由计算机算法来形成在“移位的笛卡尔空间”中的用笛卡尔形状（例如立方体）组成的结构。或者，使用者可以随机地形成为实心、点阵、平面 / 相交的平面或者它们的一些组合的结构。或者，使用者可以构造代表性的结构，这些结构可以设计成代表其它物体或动物（如椅子、机器人、马等等）的相似物

[0220] 任何点阵结构可以通过填充在点阵的空隙中而嵌入实心结构中。以这种方式，实心质量的块件可以包含一组互锁的螺旋形或其它类型的通路。

[0221] IV. 专用块件

[0222] 根据本发明，可以提供各种“专用块件”。这些块件一般可与上述构建一起构造和使用，并可符合前述一些但非全部的原理。

[0223] 一种这样的专用块件包括四出口模块件，它类似于上述的四出口模块件。不过，该块件的不同之处在于提供可拆卸的止挡件件或“堵塞单元”，这些止挡件件或“堵塞单元”可以插入模块件从而堵塞任何出口。从零到三个中任意个的止挡件件可以插入所希望的位置以堵塞所希望的出口。这允许用单种基本块件设计来产生出多块件出口的构型。

[0224] 另一专用块件是坡道矩形块件 550，如图 76A 和 76B 所示。这种块件共有上述模块

件的一些特征，例如，图 76A 和 76B 所示的坡道矩形块件具有与前述的一些立方形模块件相同的高度、宽度和接合结构。不过，如从图 76B 的图示中可以清楚地看出的，坡道矩形块件的长度比立方形模块件长。图 76A 和 76B 中所示的坡道矩形块件 550 的实施例有一个单位高和五个单位长，并包括八个水平入口（沿 着每侧设置三个，以及每个端部一个）。本施例还包括在其下侧上的三组垂直凸形接头。如图 76A 和 76B 中清楚地所示，模块件具有细长的底板，弹子可沿着该底板滚动。该模块件可与其它的非坡道模块件一起使用，如图 28 和 29 所示。图 28 示出四个用四个坡度矩形块件连接的四个单螺旋，而图 29 示出四个螺旋中的每一个都包括附加支承件的类似构型。在这些构型中，进入螺旋的弹子有 50％的几率会留在螺旋中，并有 50％的几率会离开螺旋进入坡度矩形块件。

[0225] 利用由带有合适的接合结构的刚性或柔性管道彼此连接的相容凹形入口和相容凸形出口来构成管道联接，球体可穿过该管道联接行进。刚性管道可以是伸缩管道，以允许在更宽范围的构型中使用。

[0226] V. 材料、制造和比例

[0227] 本发明的模块件可以用各种合适的材料来构造。在一个实施例中，模块件用完全透明的聚碳酸酯、树脂或其它塑料制成。模块件可以用玻璃或金属材料制成。或者，模块件可以用泡沫材料制成，以形成较大的形状，如 4-5″ 的立方体，以可用于较大的球体。本实施例可提供可供太幼小以致不能让他拿到弹子否则会有窒息危险的儿童使用的模块件。在另一实施例中，模块件可以包括可充气的塑料（即充有空气），从而所产生的通道足够大以可运送甚至更大的球体，如海滨气球或排球。其它实施例可用木材、竹子或其它可雕刻的材料来构造模块件。或者，可以用冰块来形成模块件。在该实施例中，接头可以是能控制和冻结的泥浆类物质，从而将两个模块件粘着在一起。因此，图 12A-12J 所示的冰块模块件的例子不包括任何图 33A-33B、34A-34D、35A-35C、36A-36、37A-37C、38A-38C 或 39 所示的接合结构，也没有 U 形接合结构，而是在构造时将泥浆类接合物加到模块件上。此外，除了球形物体之外，在图 12A-12J 中所示的模块件也适于运送液体；唯一的水出口比前述的立方形模块件延伸得更远，以确保由此运送的液体可跨越到相邻模块件的入口并进入相邻模块件的底板。当用其它类似的模块件进行构造时，如图 77A-77C 所示，该模块件可沿着所希望的通路构型运送液体。

[0228] 本发明的模块件也可以采用各种制造方法。对于用塑料、玻璃或金属材料制成的模块件，可以采用注模、铸造或其它的已知方法。对于用木材、竹子及类似材料制成的模块件，可以采用雕刻、造模铣切或其它已知方法。

[0229] 本发明的模块件可以形成各种尺寸。例如，本发明的立方形模块件可以具有 $1^{1}/_{2}$″ -2″ 的长度，它可以运送 1/2″ -1″ 的诸如弹子或钢滚珠轴承之类的球体。减小的尺寸可使立方形模块件具有 3/4″ 的长度，它可以运送 1/8″ -1/2″ 的诸如弹子或轴承 滚珠之类的球体并适于进行行程设定。大的尺寸可以使立方形模块具有大于 2″ 的长度，它可以适合运送诸如网球、游戏场地球或海滨气球之类的较大的球体。

[0230] 所述材料、制造方法以及比例仅仅是说明性的。熟悉本领域的技术人员会理解，也可以采用其它合适的材料、制造方法和尺寸而不背离本发明的精神或范围。

[0231] VI. 游戏盘

[0232] 游戏盘可以与本发明的模块件一起使用以形成单人或一组人玩的游戏。游戏盘可

以包括与用于游戏的特定模块件的几何形状对准的一组接头。例如，游戏盘可以提供构造在一平面表面上的五乘五的凹形接头网格，它形成遵循着几何中心的网格布置的结构的基底。

[0233] 参见图 78，所示的游戏盘实施例可以与立方形模块件一起使用。类似的游戏盘可以使用具有基础的网格几何形状的其它形状的模块件，熟悉本领域的技术人员会理解，也可以用其它基础的几何形状的模块件来实现可相比拟的游戏盘。

[0234] 图 78 中所示的游戏盘提供可以放置第一层模块件的十三个位置。这些位置可以供接纳和固定模块件的相应接合结构用。在玩游戏的过程中，游戏者将模块件放置到这些位置上，并且一旦有足够多数量的模块件放置到位，游戏者就可以再搭建起其它的模块件。游戏者们可以进行接连的多轮以将新的模块件引入游戏，其目的是将弹子引向游戏盘的选定侧。游戏盘可以包括接纳从形成在游戏盘顶上的模块件结构落出的球体的存储装置。这些存储装置形成根据收集在各存储装置中的弹子的数量和种类而保持计分的装置。

[0235] 游戏的规则可以是“源头敞开的”。游戏盘和块件、球体或其它模块件类型用作为起点，而游戏者可确定他们自己的规则。游戏可以设计成协作性的、竞争性的或两者的结合。游戏盘、模块件以及弹子用作用来创造多种未来的游戏的“装备”。游戏玩法的一部分可包括发展规则系统。可以在本发明的范围和精神之内采用游戏盘和游戏玩法的其它变型和规则。

[0236] 游戏盘的水平度对于特别关注弹子穿过所构造的通路的移动的随机性的游戏者来说是很重要的。可以在游戏盘中内设气泡水准器（未示出）以及可调节的脚，从而可以在开始游戏本身之前将游戏盘调平。或者，可以在游戏盘上放置单独的水准器，以进行调定并然后在游戏开始前移去。

[0237] 尽管上文已以一定的详细程度描述了本发明的各种代表性的实施例，但熟悉本领域的技术人员可以作出许多所揭示的实施例的替代形式，而不背离在说明书和权利要求书中所提出的本发明实质的精神或范围。

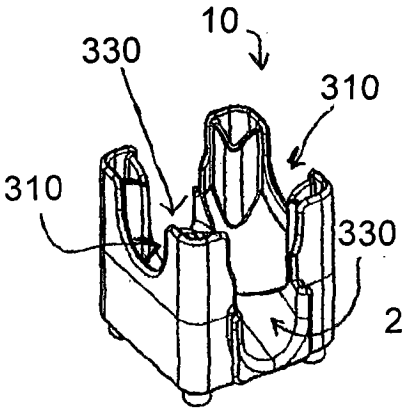


图 1A

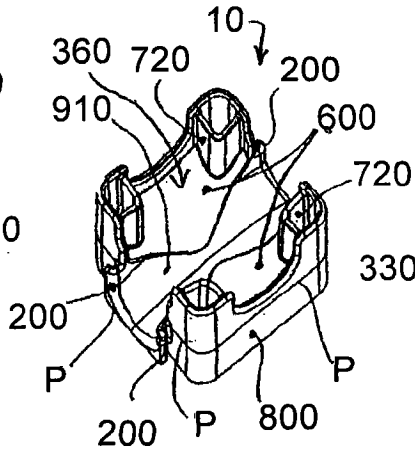


图 1B

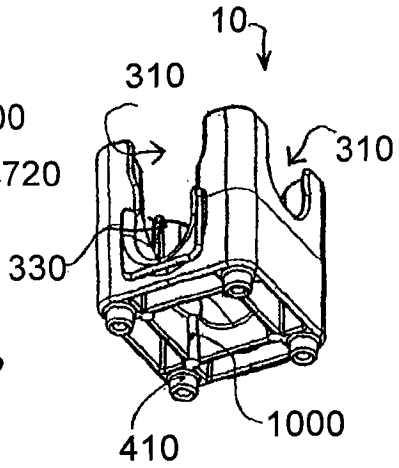


图 1C

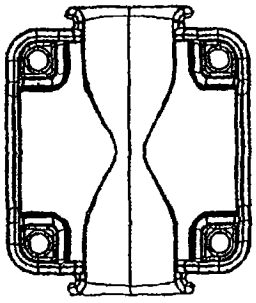


图 1D

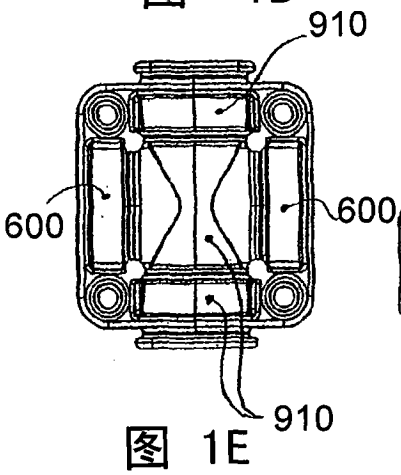


图 1E

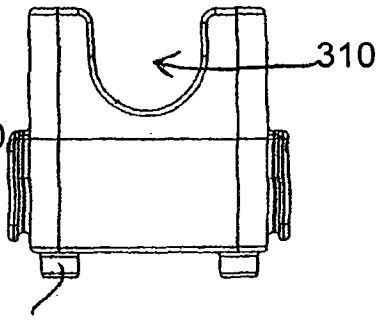


图 1F

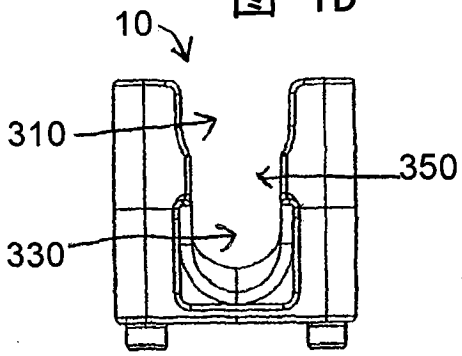


图 1G

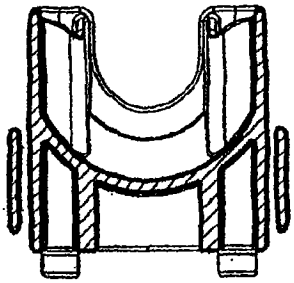


图 1H

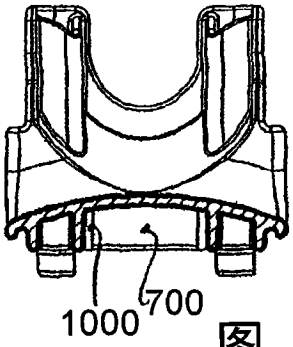


图 1I

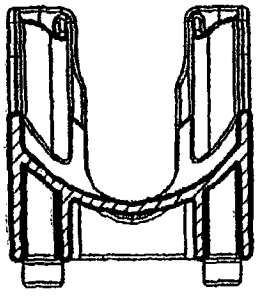


图 1J

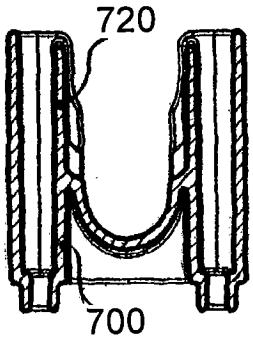


图 1K

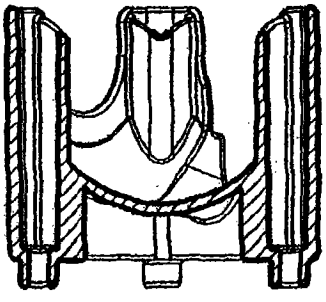


图 1L

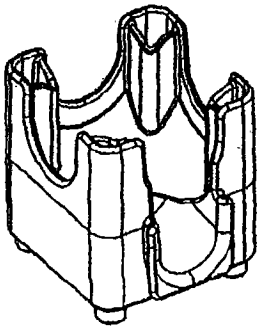


图 2A

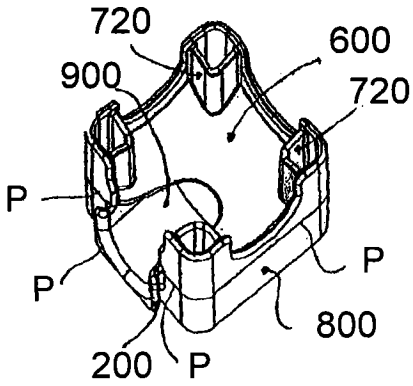


图 2B

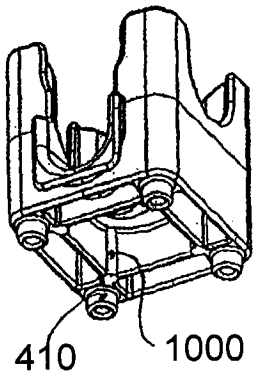


图 2C

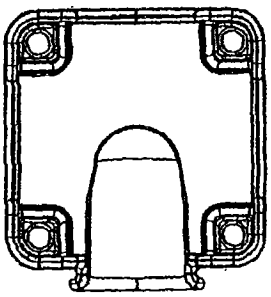


图 2D

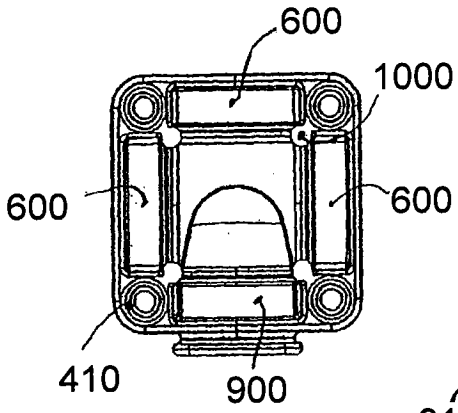


图 2E

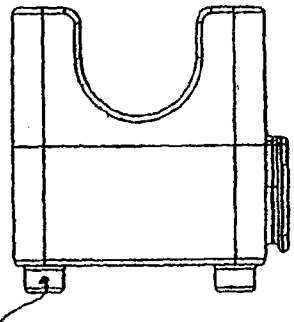


图 2F

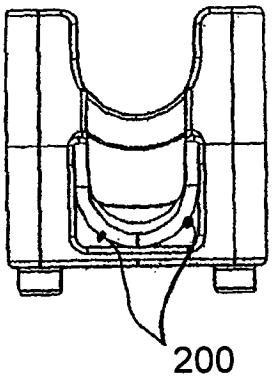


图 2G

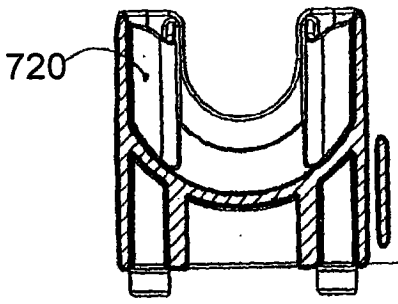


图 2H

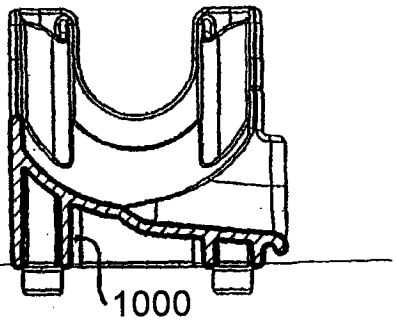


图 2I

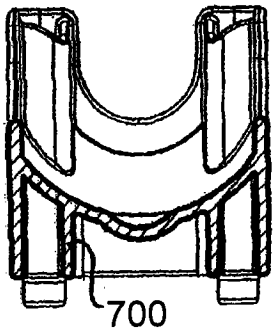


图 2J

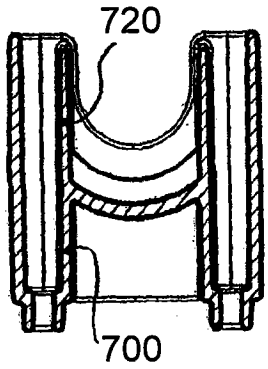


图 2K

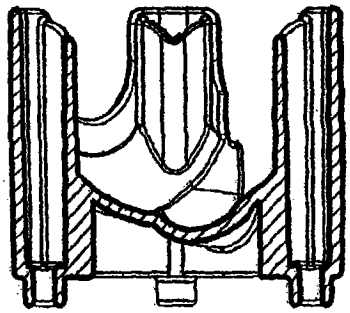


图 2L

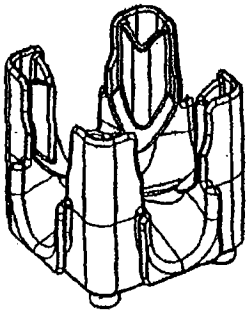


图 3A

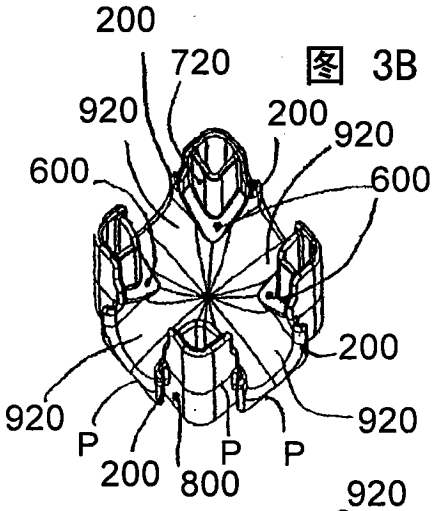


图 3B

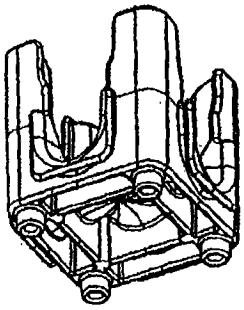


图 3C

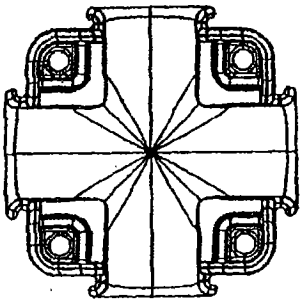


图 3D

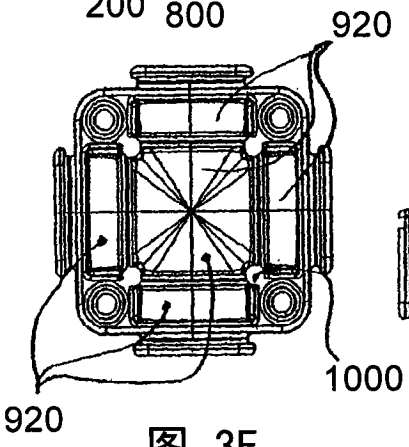


图 3E

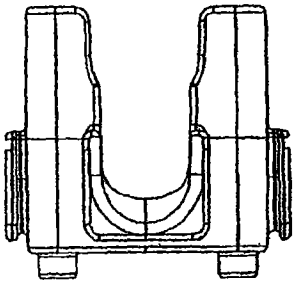


图 3F

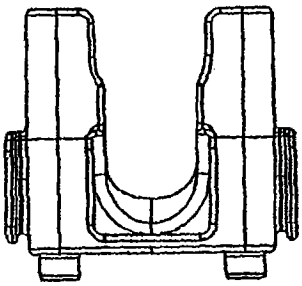


图 3G

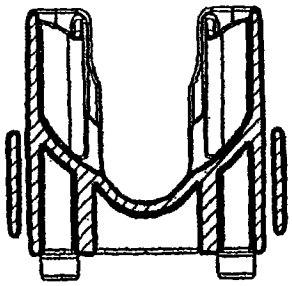


图 3H

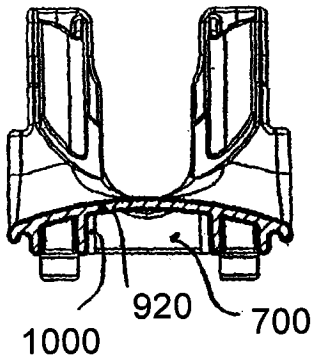


图 3I

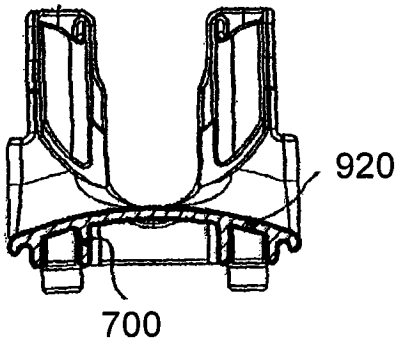


图 3J

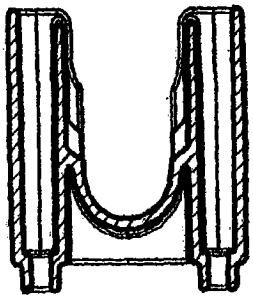


图 3K

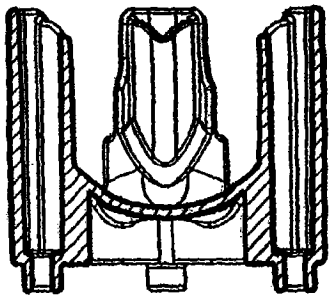


图 3L

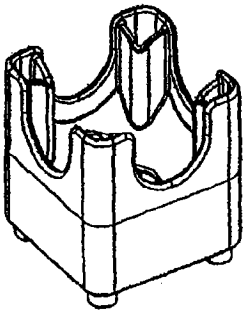


图 4A

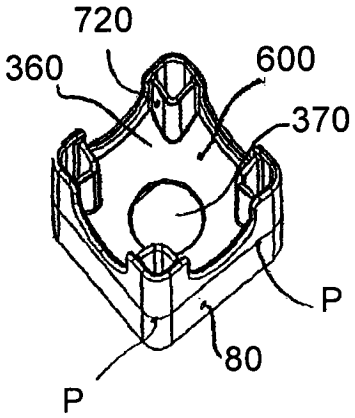


图 4B

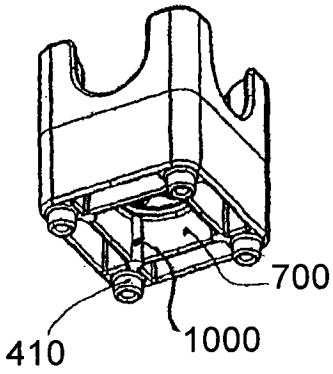


图 4C

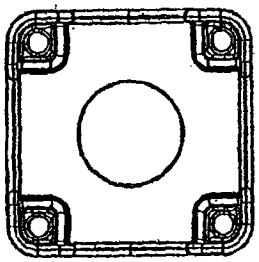


图 4D

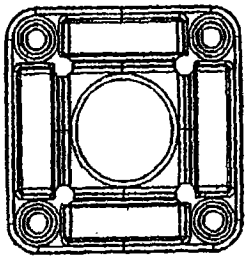


图 4E

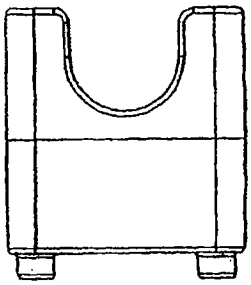


图 4F

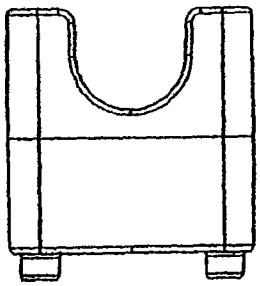


图 4G

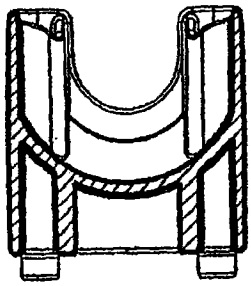


图 4H

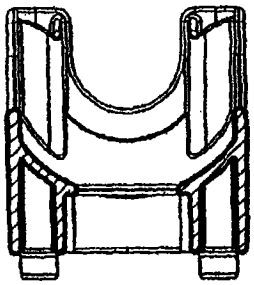


图 4I

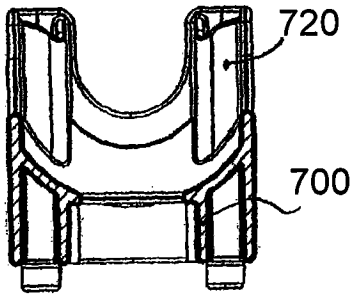


图 4J

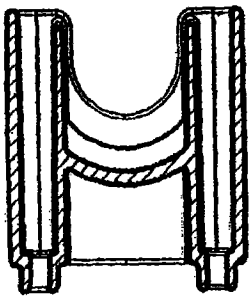


图 4K

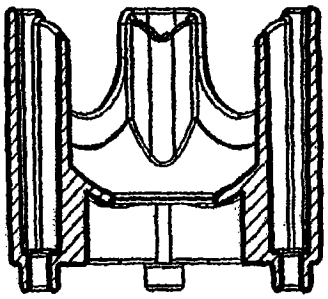


图 4L

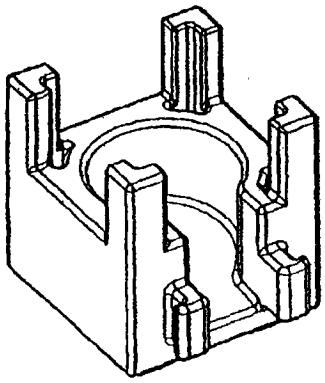


图 5A

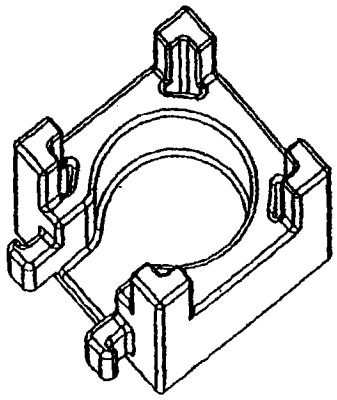


图 5B

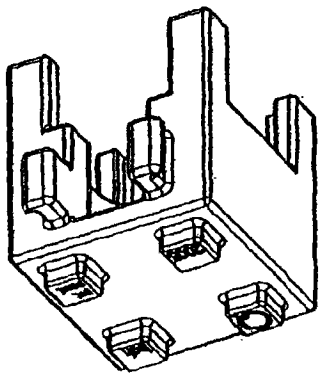


图 5C

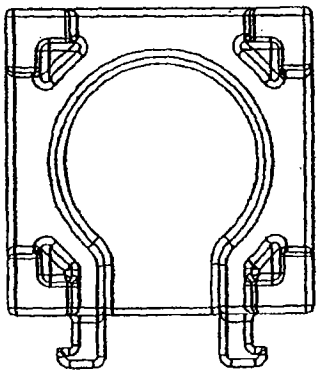


图 5D

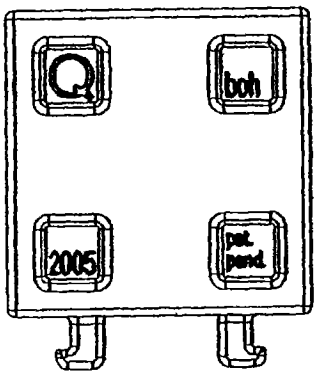


图 5E

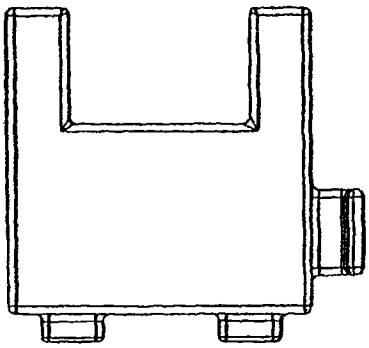


图 5F

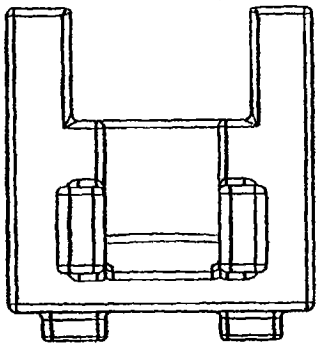


图 5G

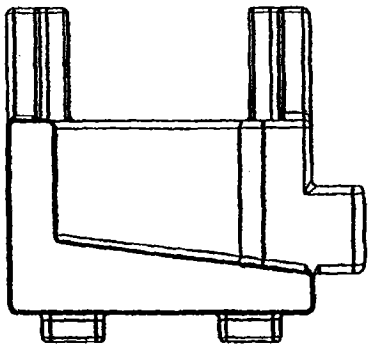


图 5H

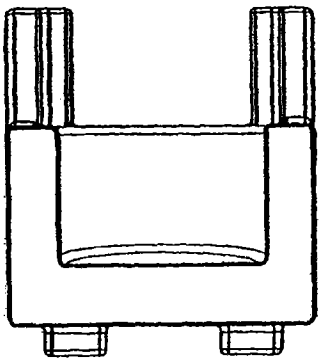


图 5I

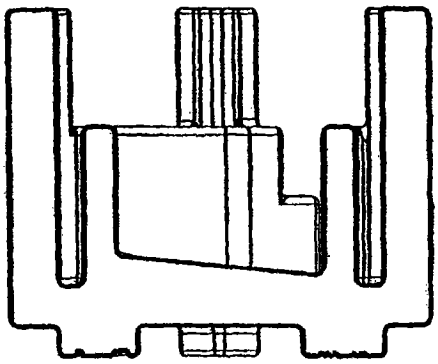


图 5J

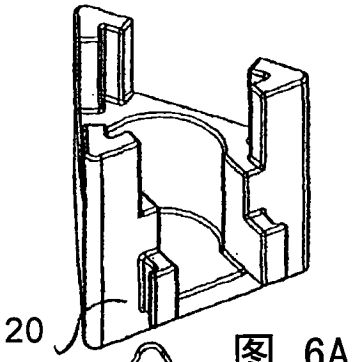


图 6A

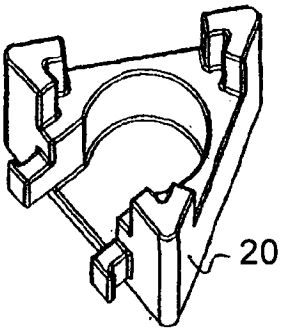


图 6B

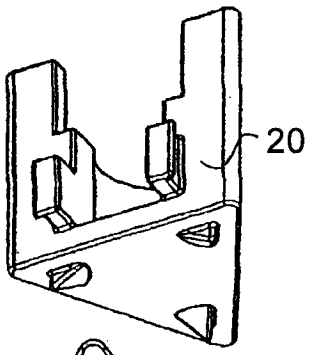


图 6C

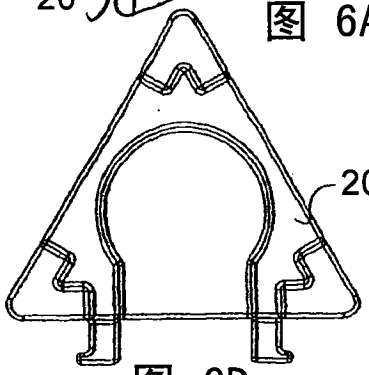


图 6D

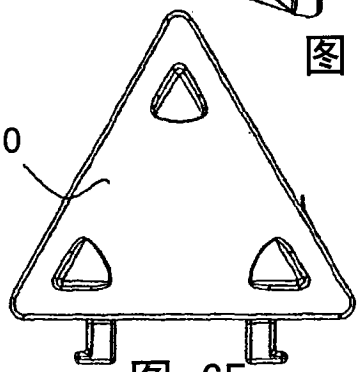


图 6E

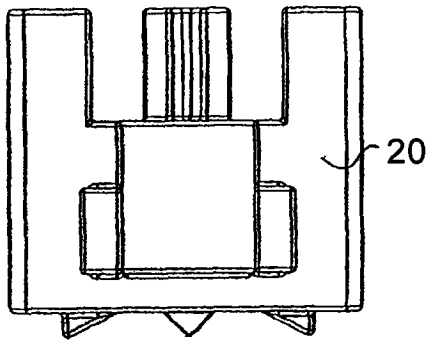


图 6F

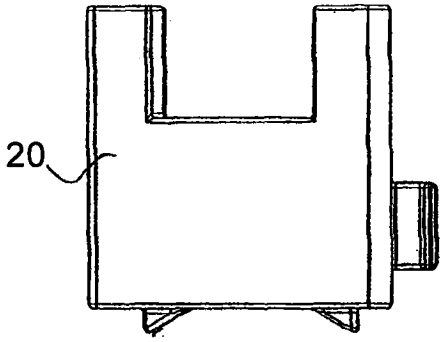


图 6G

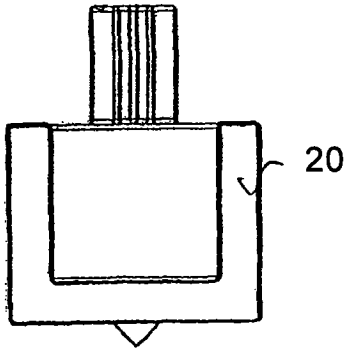


图 6H

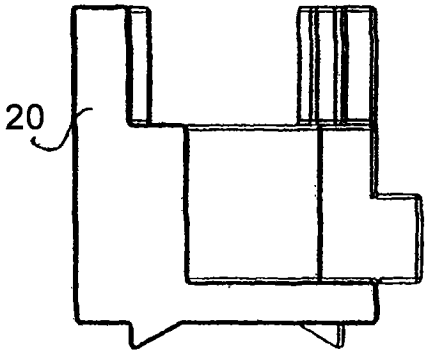


图 6I

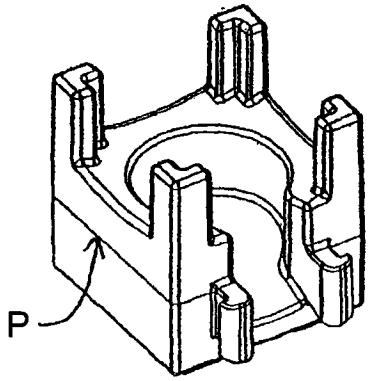


图 7A

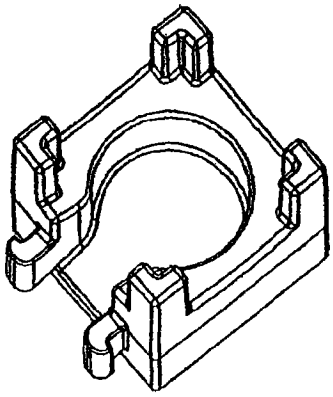


图 7B

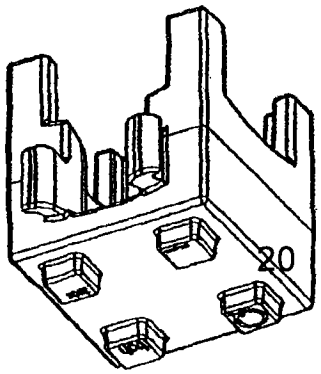


图 7C

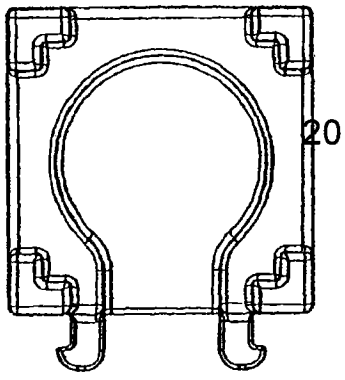


图 7D

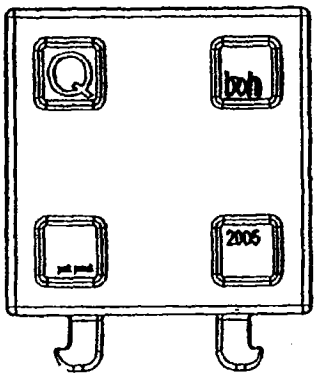


图 7E

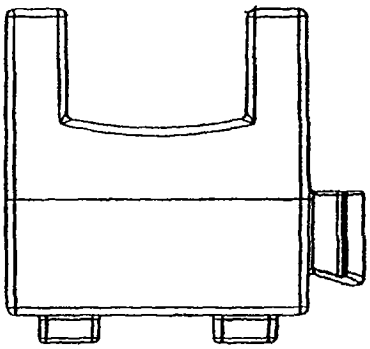


图 7F

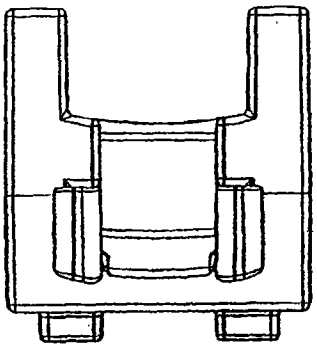


图 7G

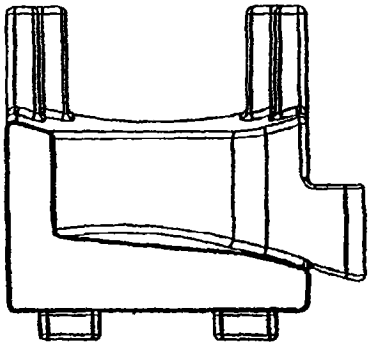


图 7H

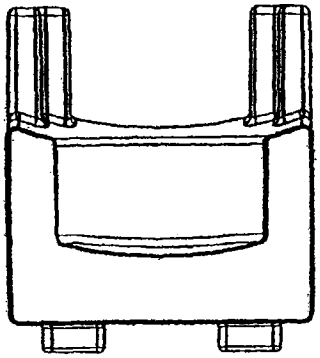


图 7I

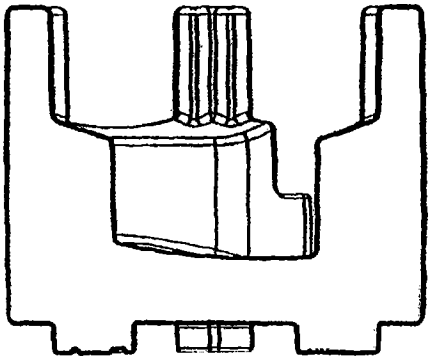


图 7J

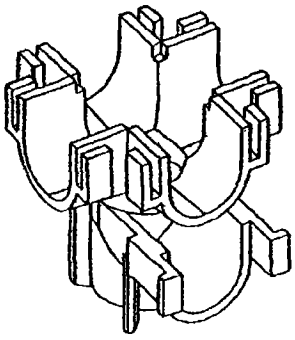


图 8A

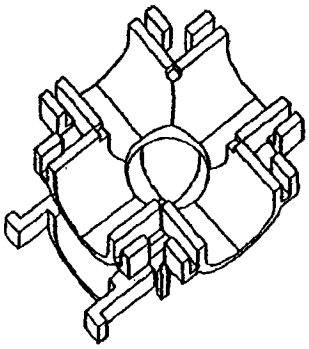


图 8B

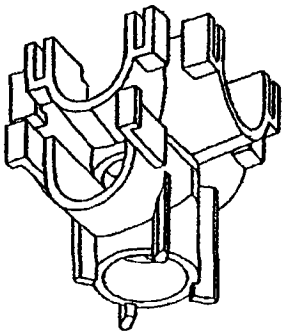


图 8C

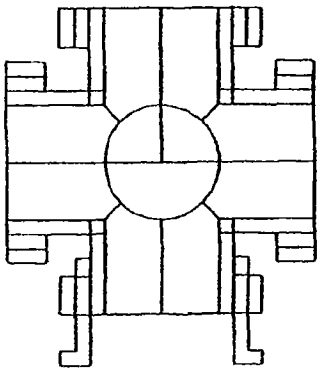


图 8D

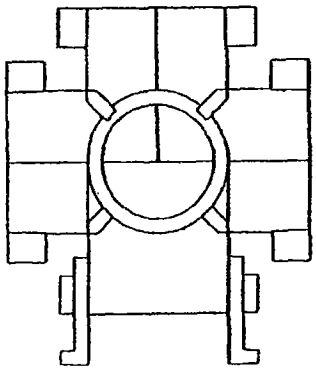


图 8E

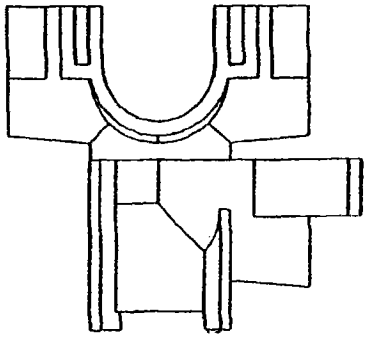


图 8F

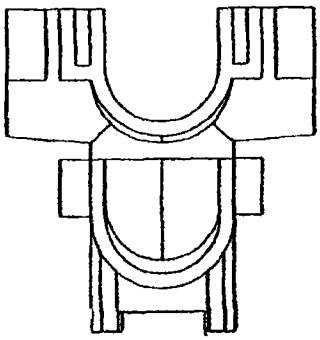


图 8G

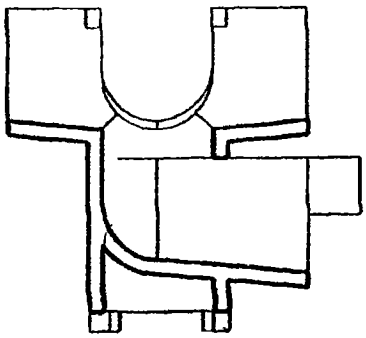


图 8H

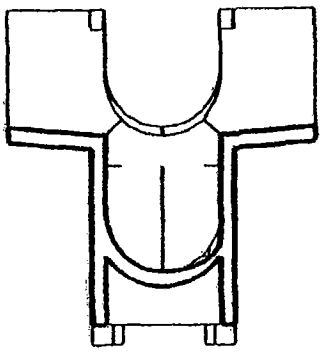


图 8I

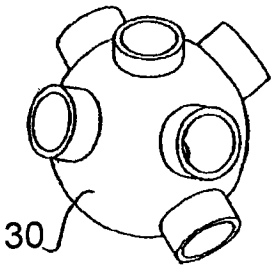


图 9A

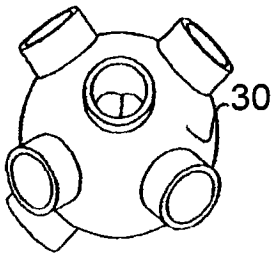


图 9B

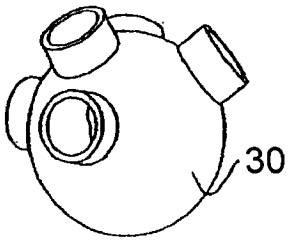


图 9C

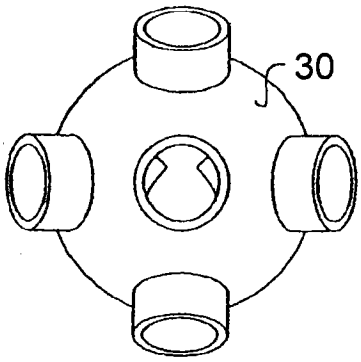


图 9D

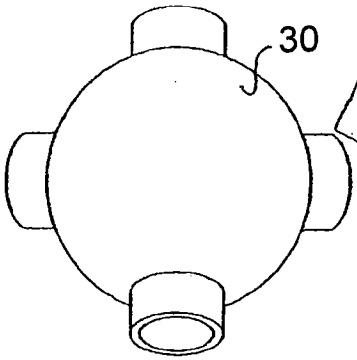


图 9E

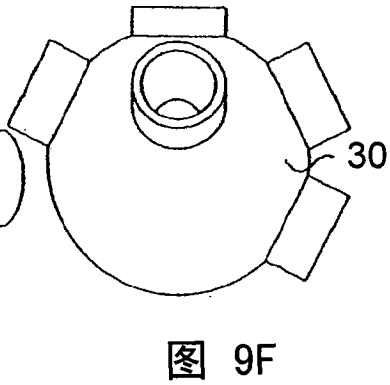


图 9F

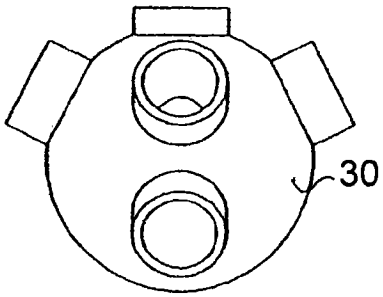


图 9G

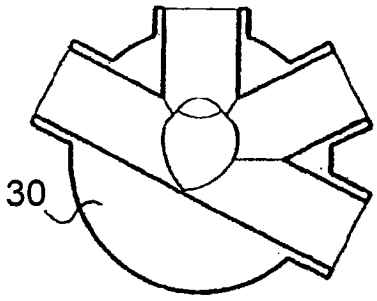


图 9H

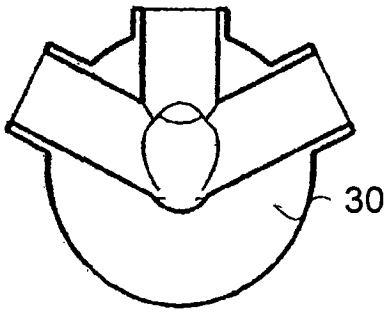


图 9I

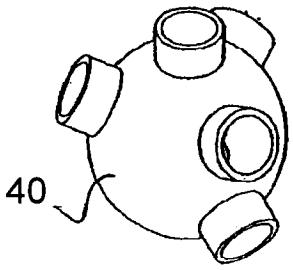


图 10A

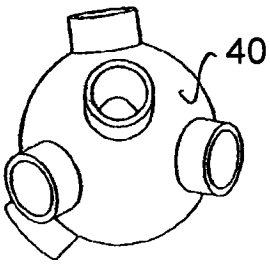


图 10B

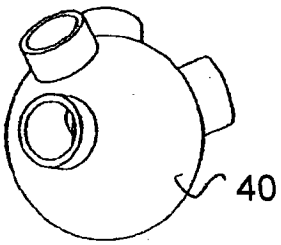


图 10C

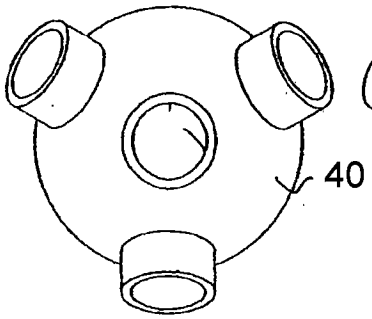


图 10D

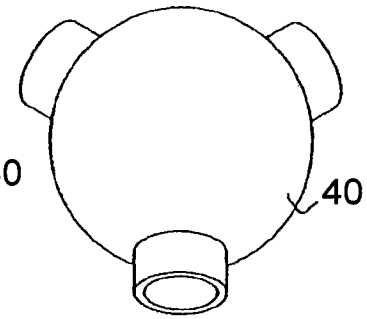


图 10E

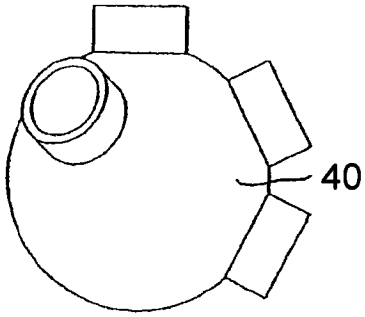


图 10F

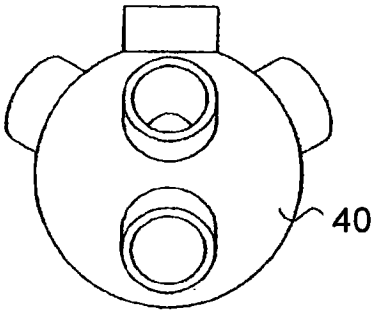


图 10G

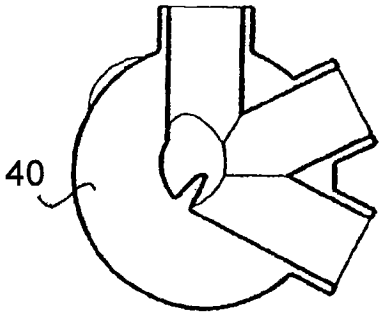


图 10H

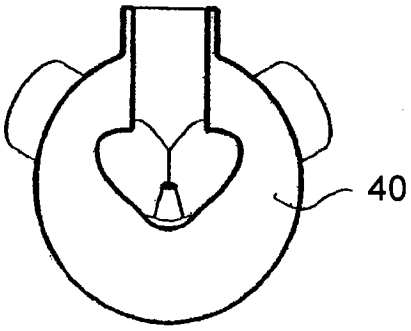
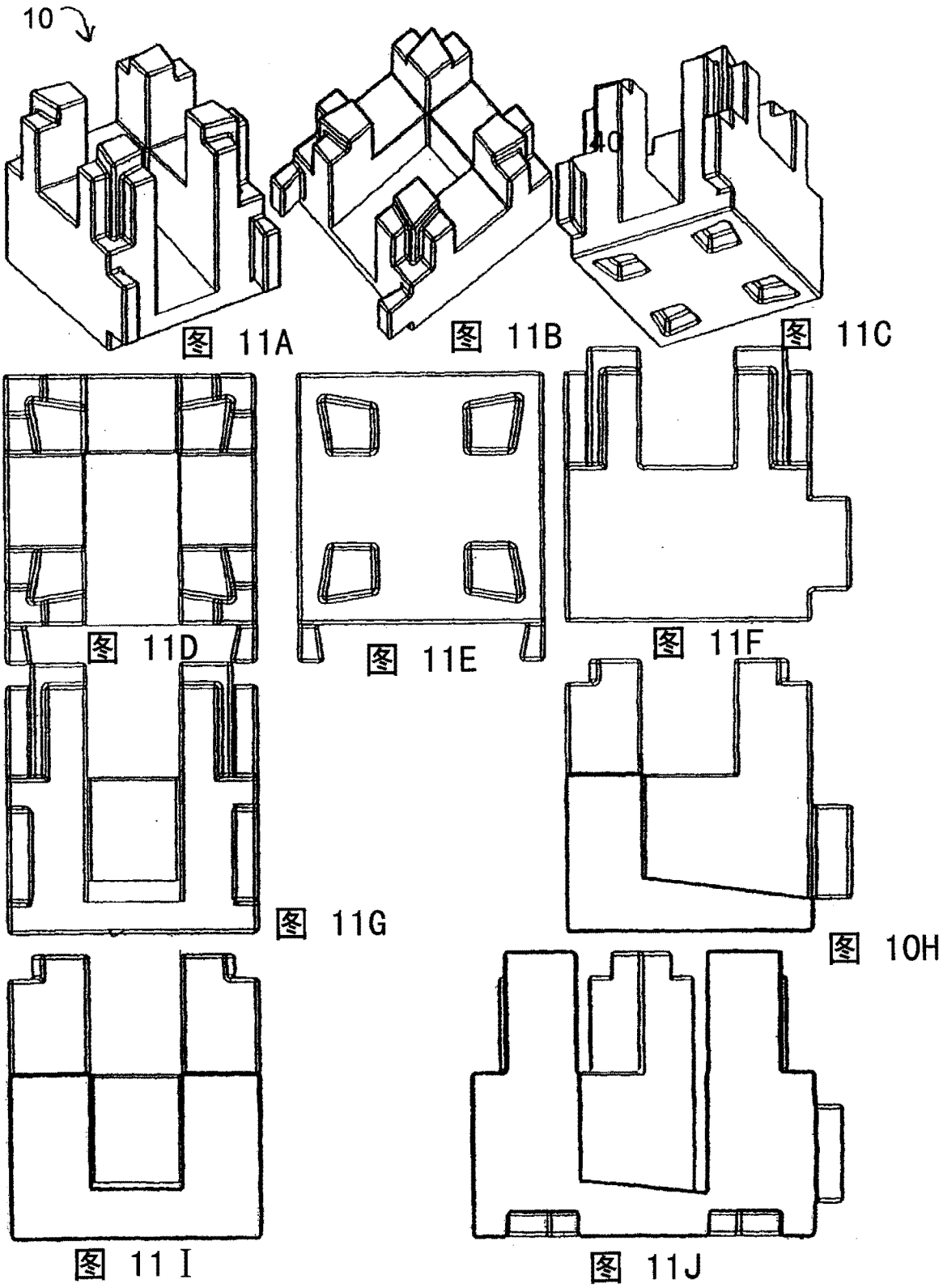


图 10I


10
图 11A
图 11B
图 11C
图 11D
图 11E
图 11F
图 11G
图 10H
图 11 I
图 11J

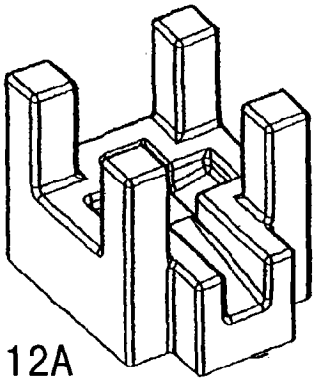


图 12A

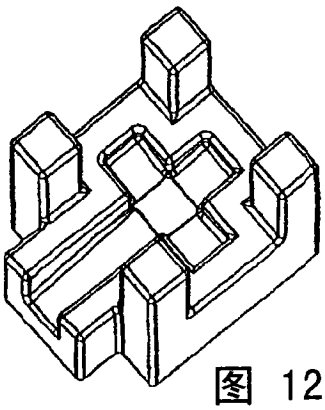


图 12B

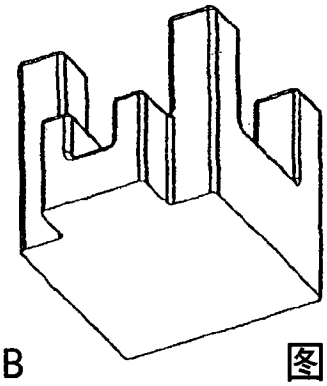


图 12C

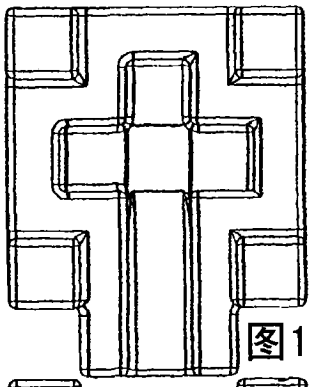


图12D

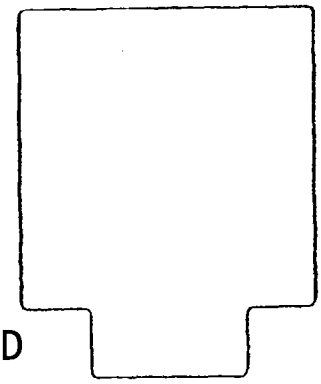


图 12E

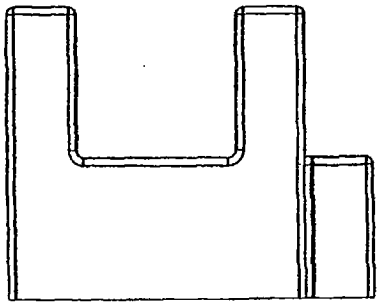


图 12F

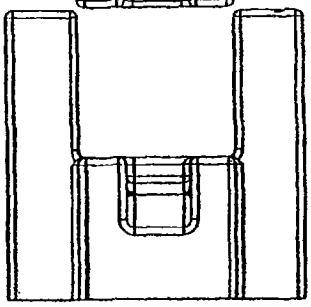


图 12G

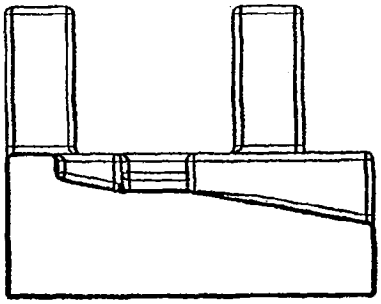


图 12H

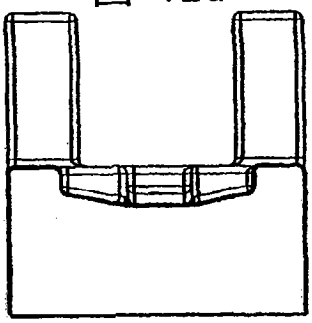


图 12 I

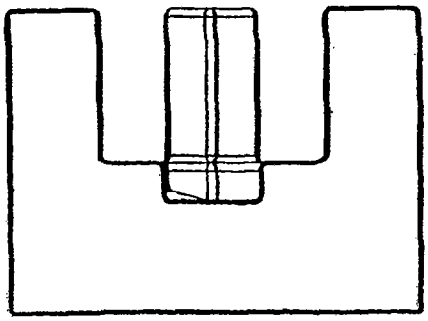


图 12J

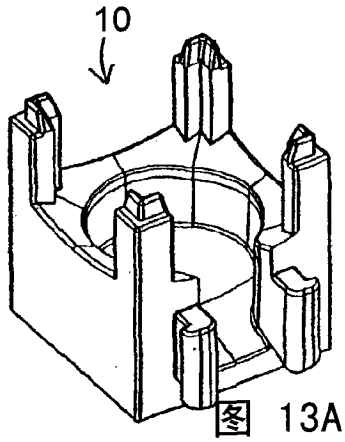


图 13A

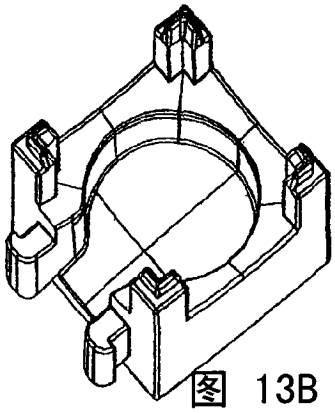


图 13B

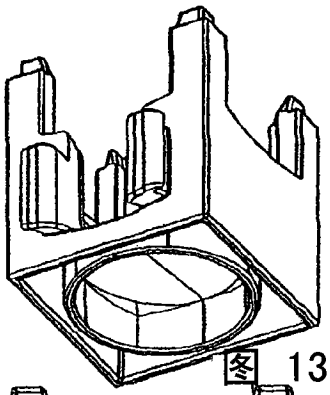


图 13C

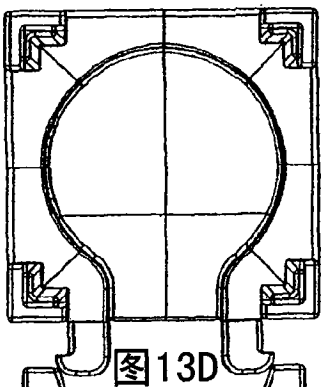


图 13D

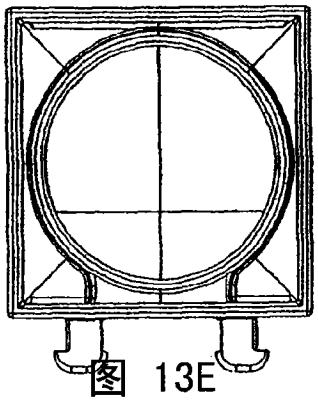


图 13E

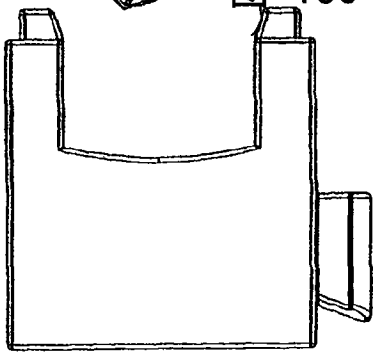


图 13F

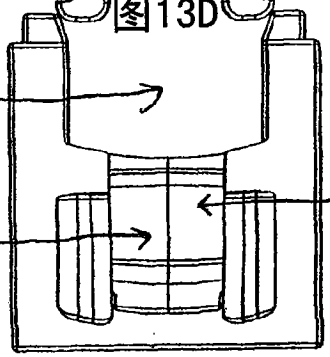


图 13G

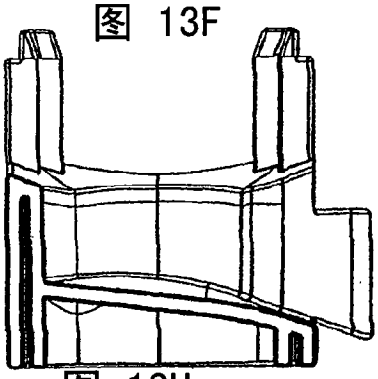


图 13H

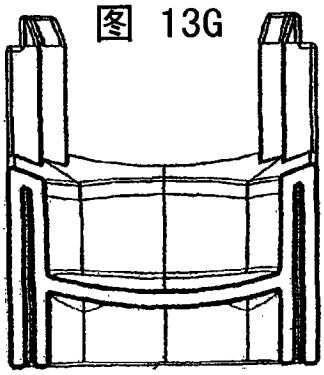


图 13 I

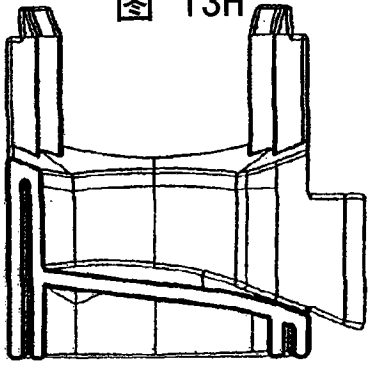


图 13J

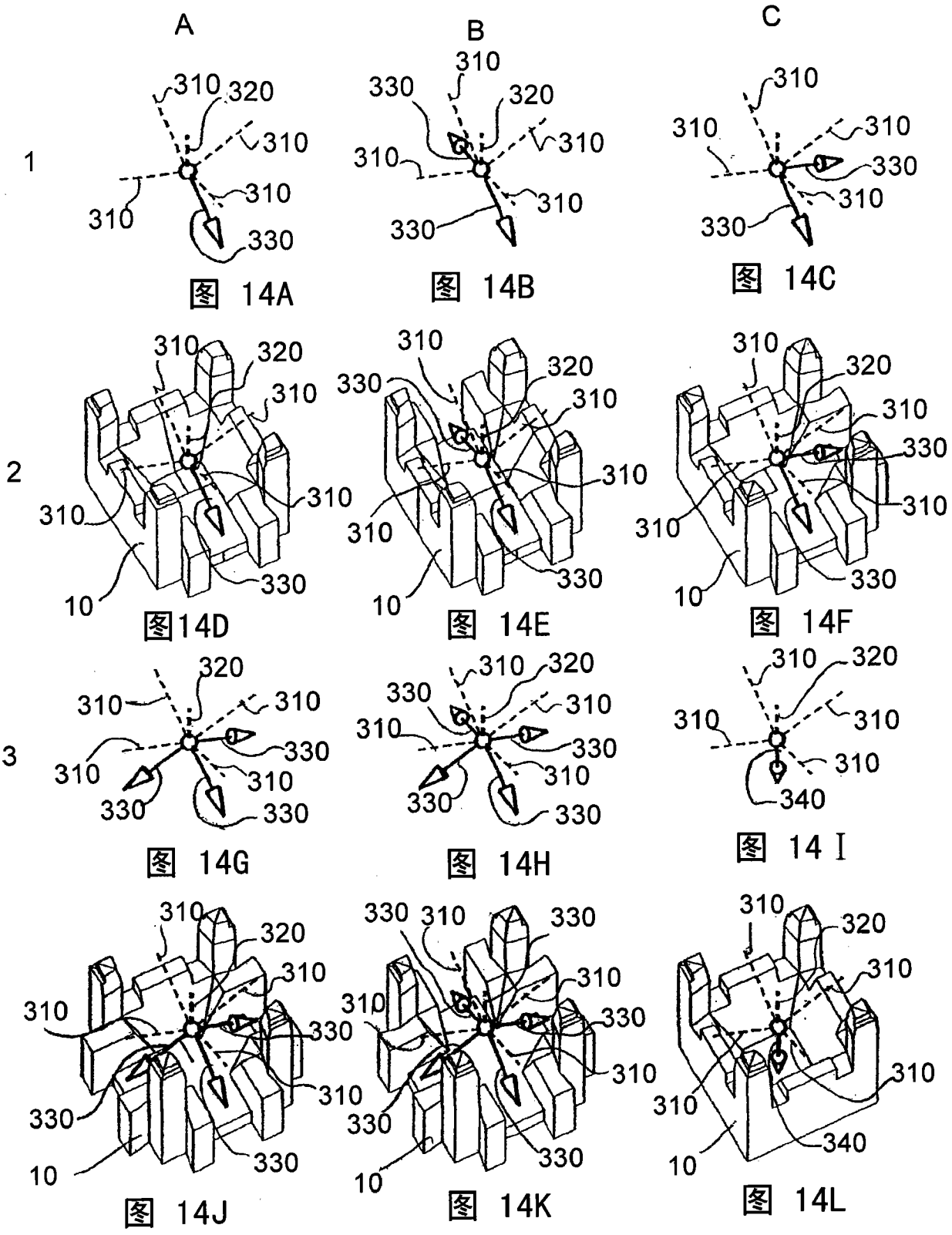


图 14A 图 14B 图 14C

图14D 图 14E 图 14F

图 14G 图 14H 图 14 I

图 14J 图 14K 图 14L

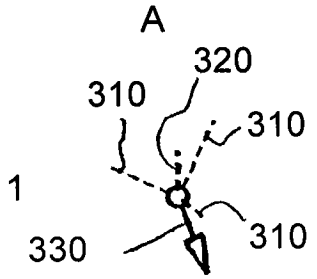
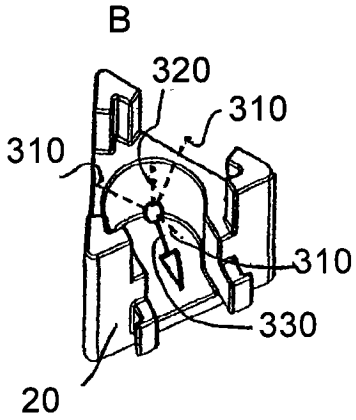


图 15A



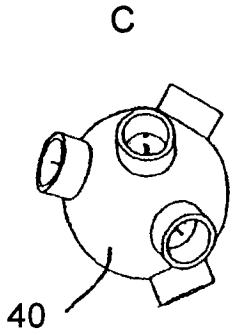


图 15C

图 15B

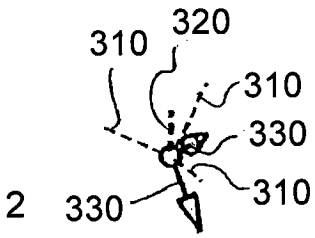
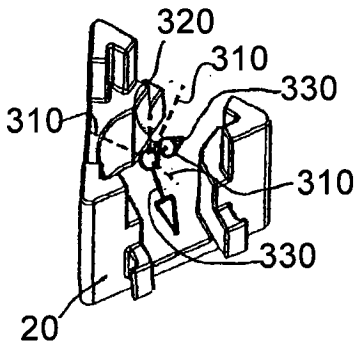


图 15D



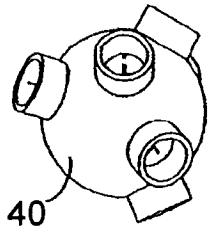


图 15F

图 15E

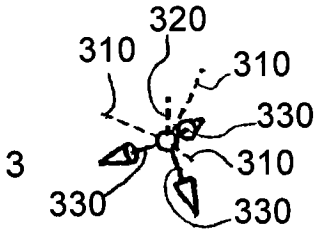
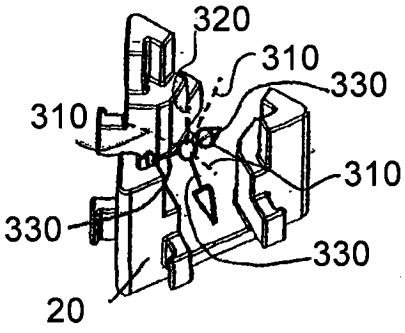


图 15G



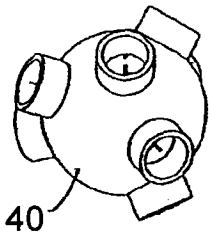


图 15I

图 15H

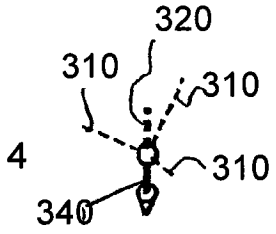


图 15J

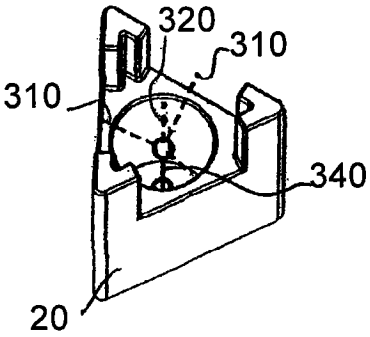


图 15K

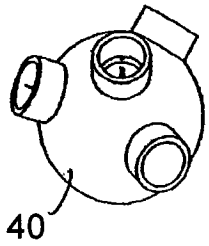


图 15L

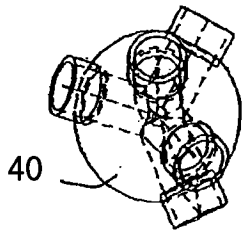


图 16A

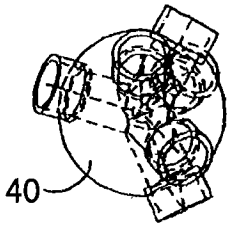


图 16B

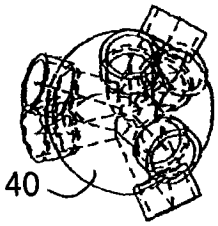


图 16C

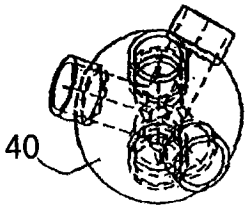


图 16D

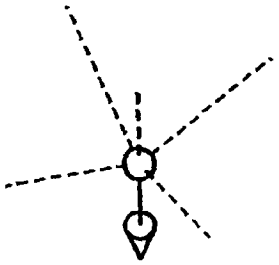


图 17A

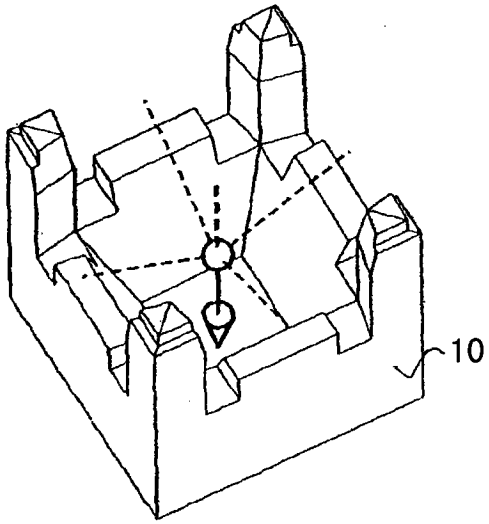


图 17B

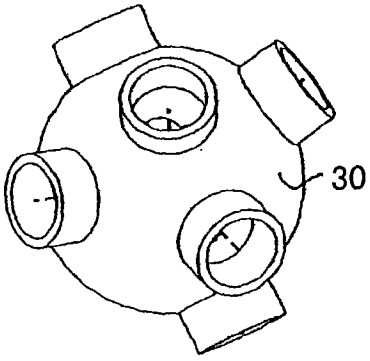


图 17C

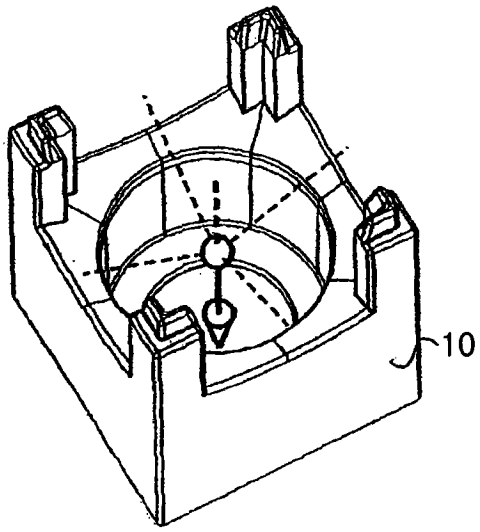


图 17D

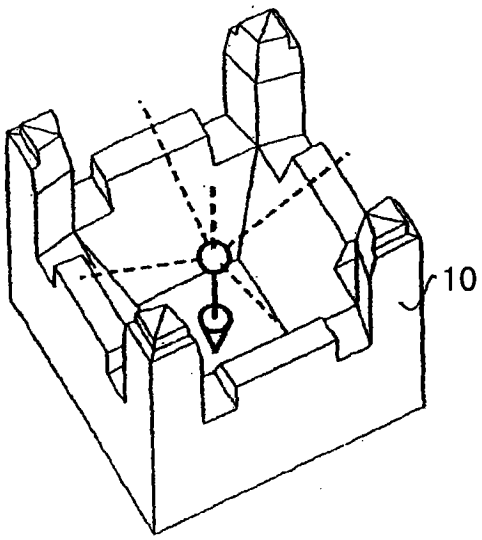


图 17E

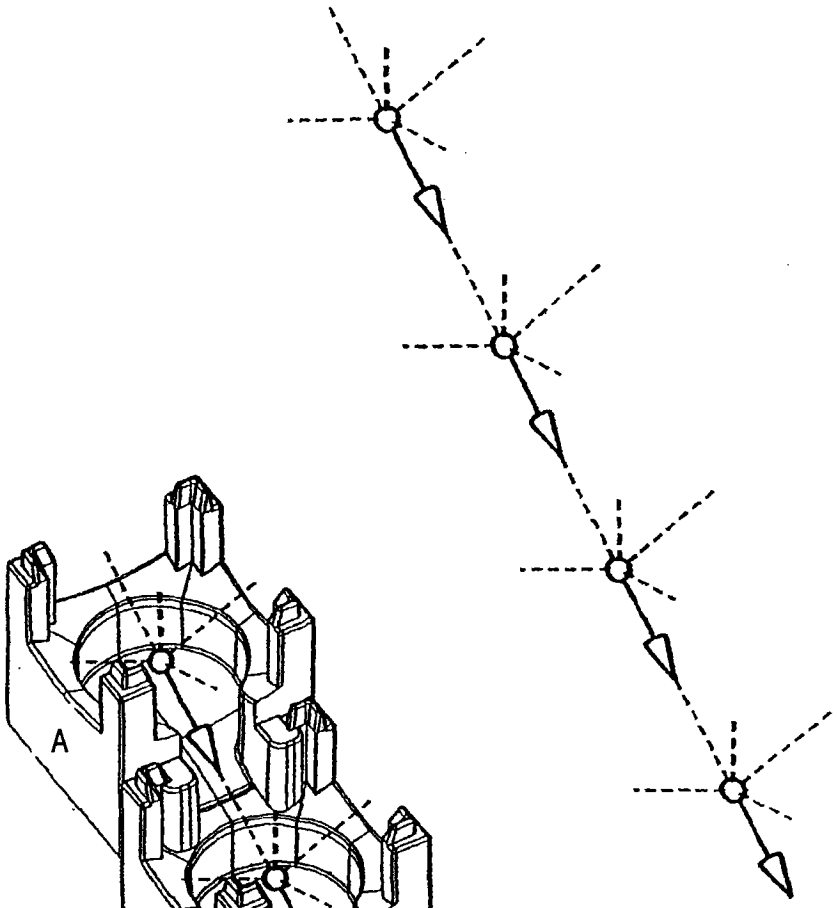


图 18A

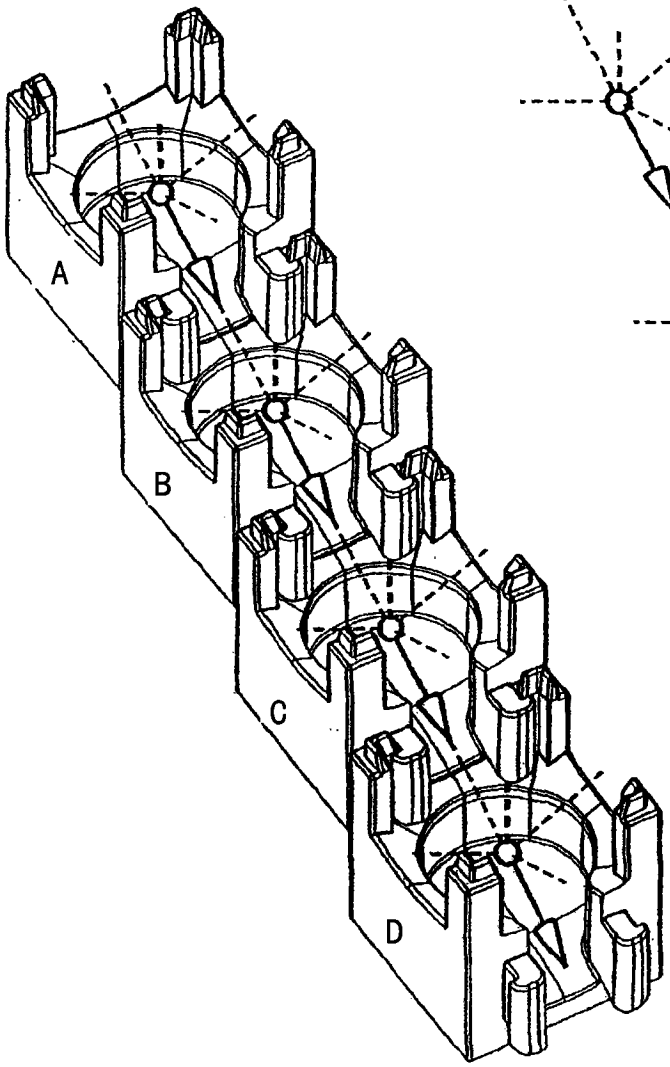


图 18B

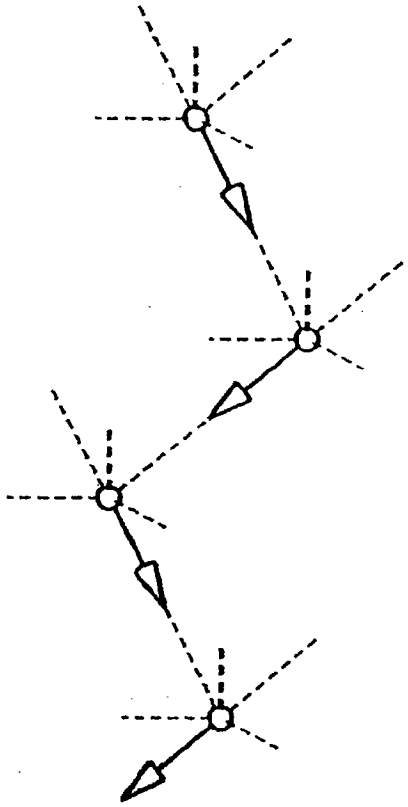


图 19A

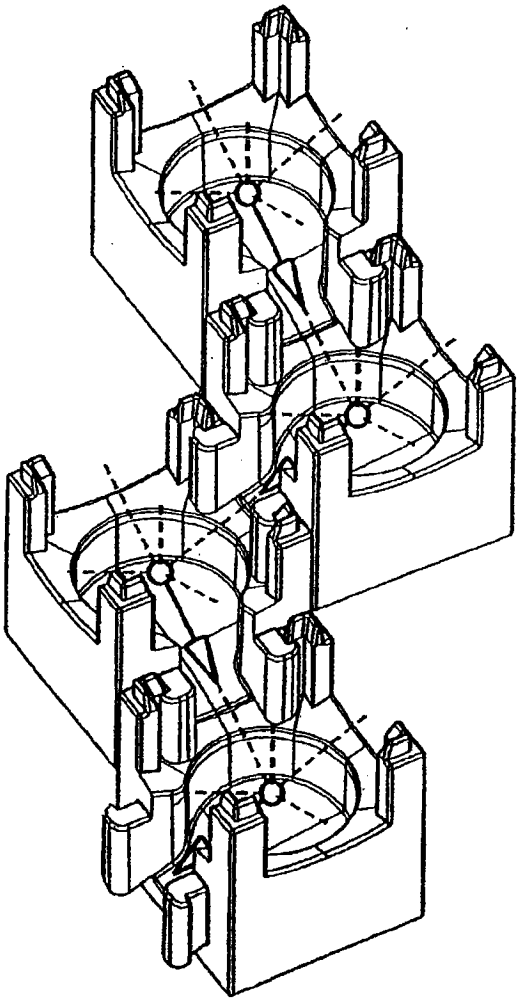


图 19B

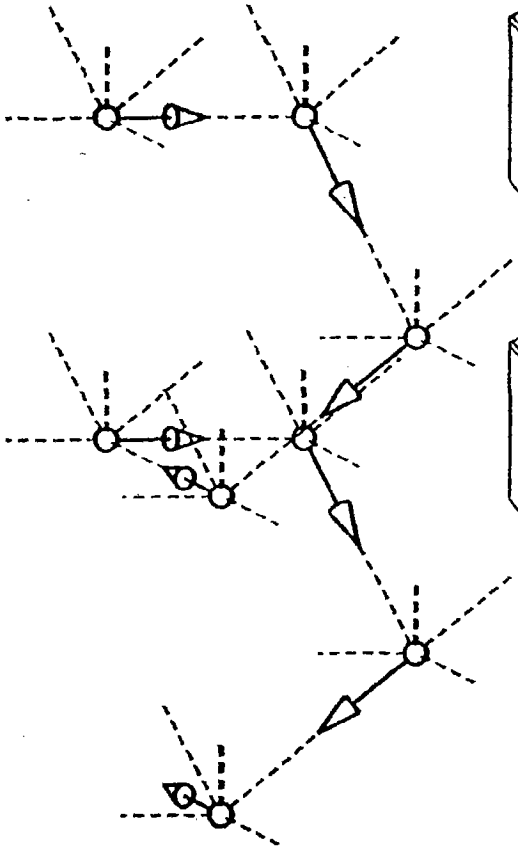


图 20A

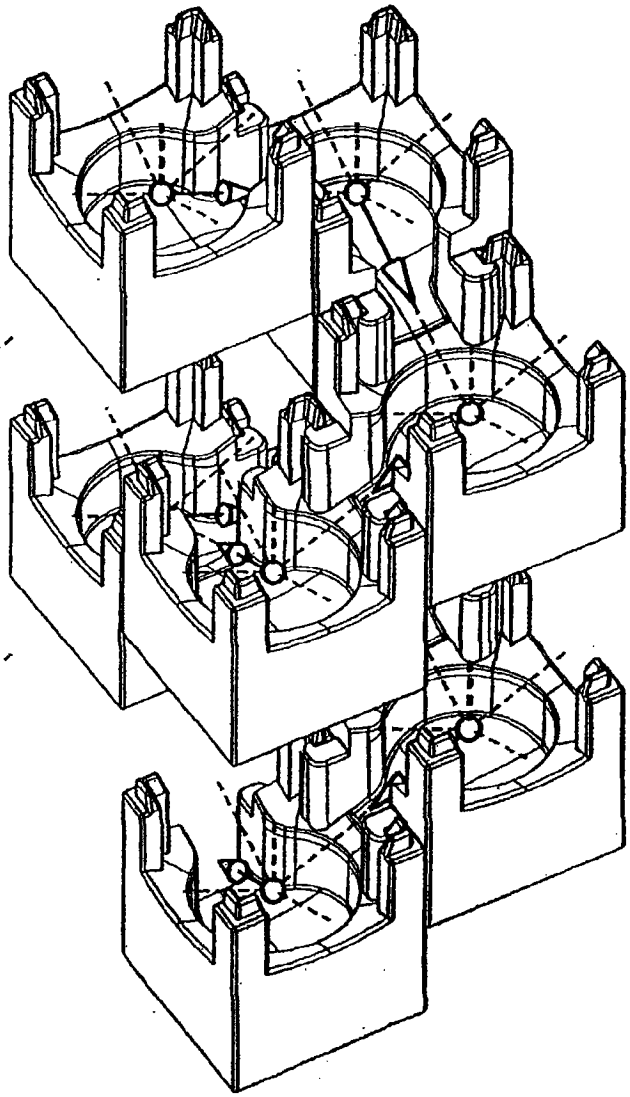


图 20B

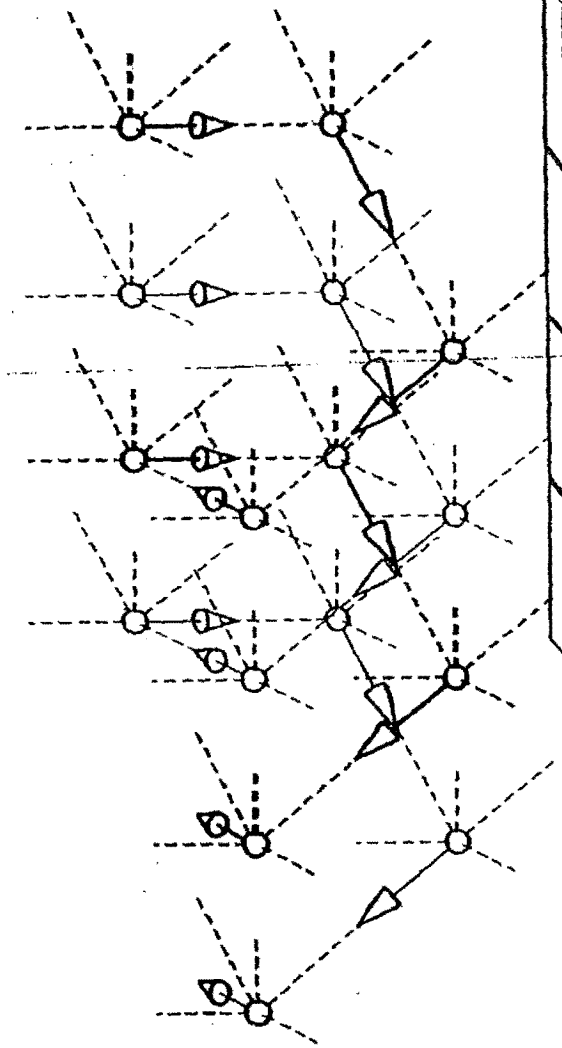


图 21A

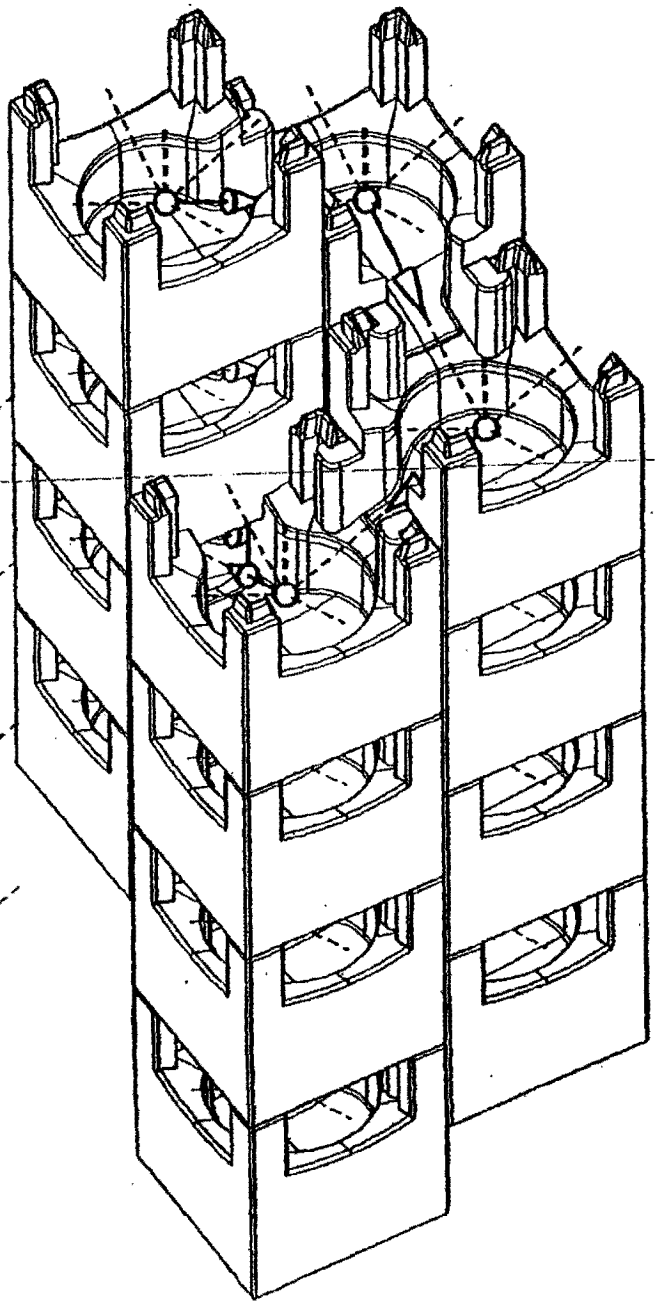


图 21B

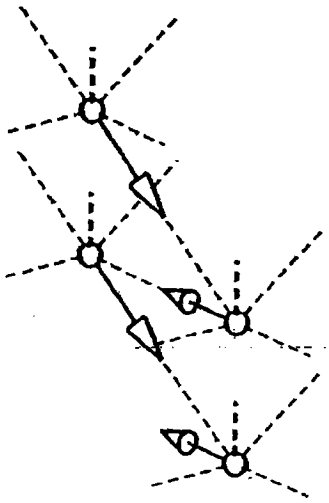


图 22A

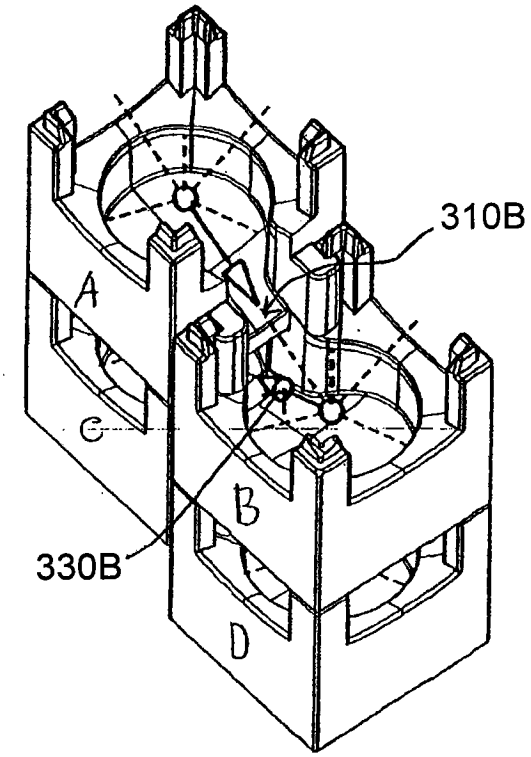


图 22B

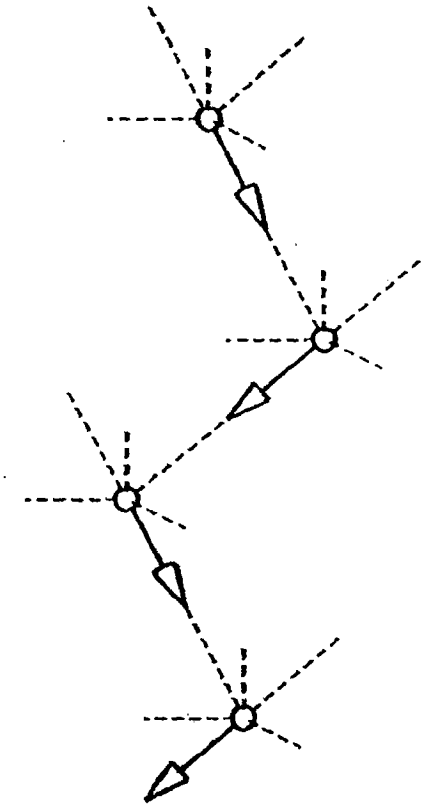


图 23A

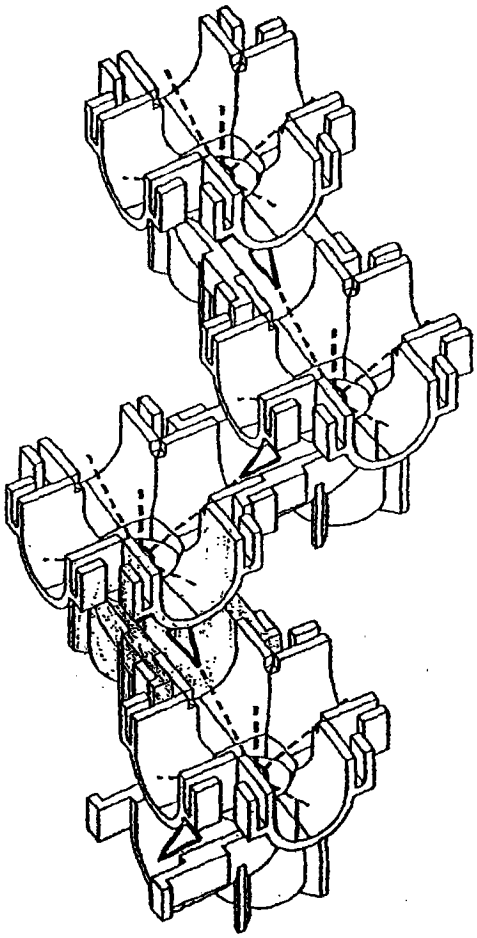


图 23B

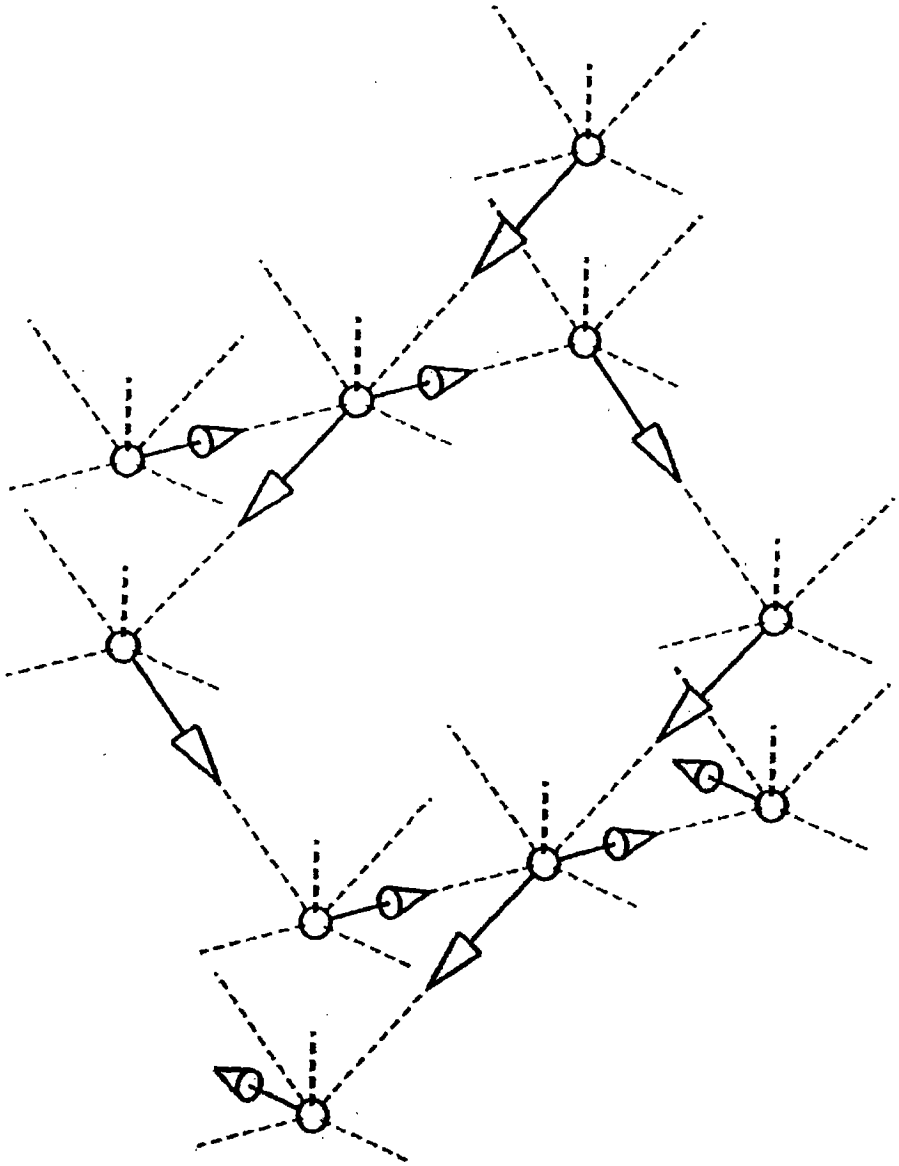


图 24

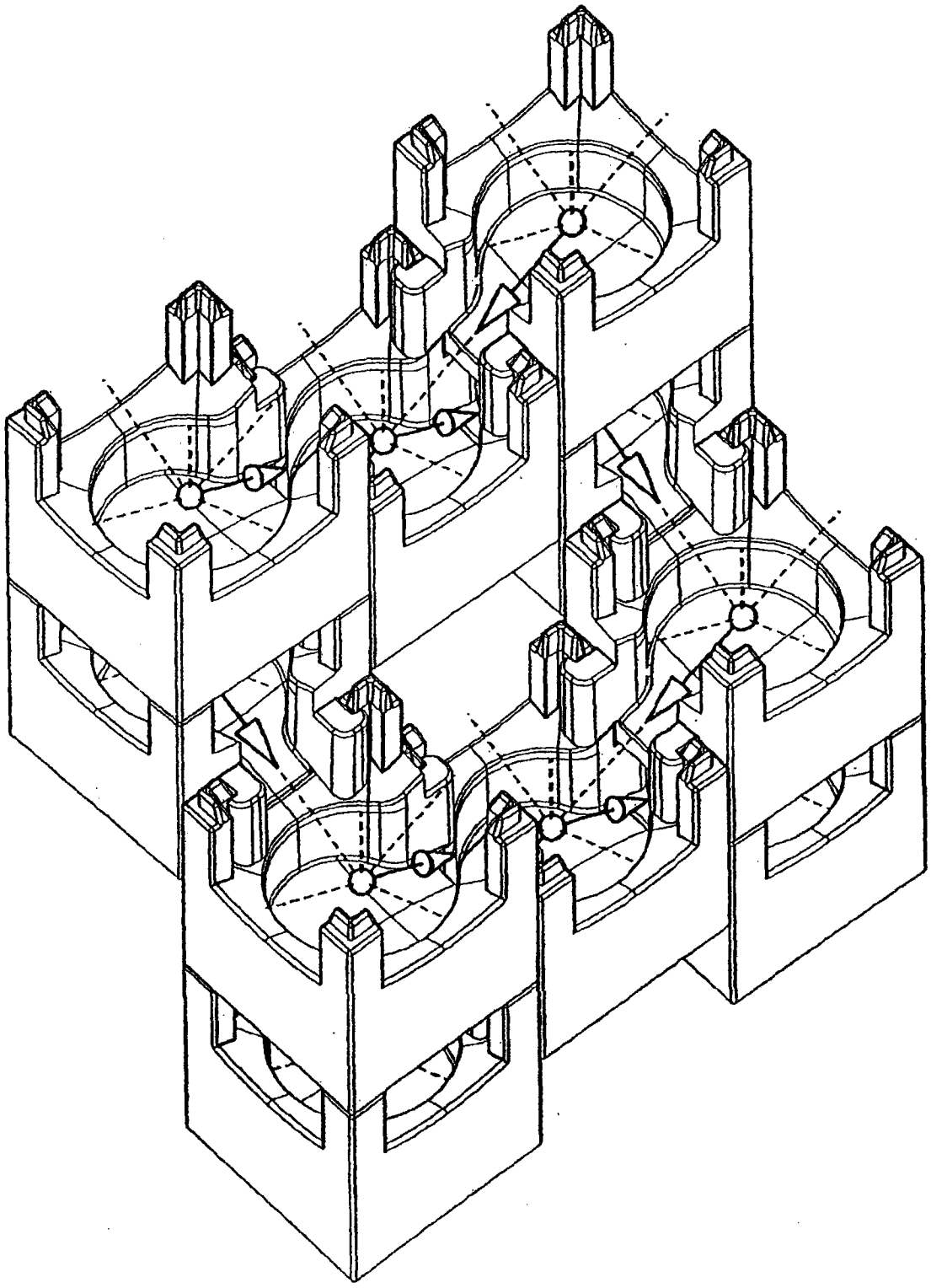


图 25A

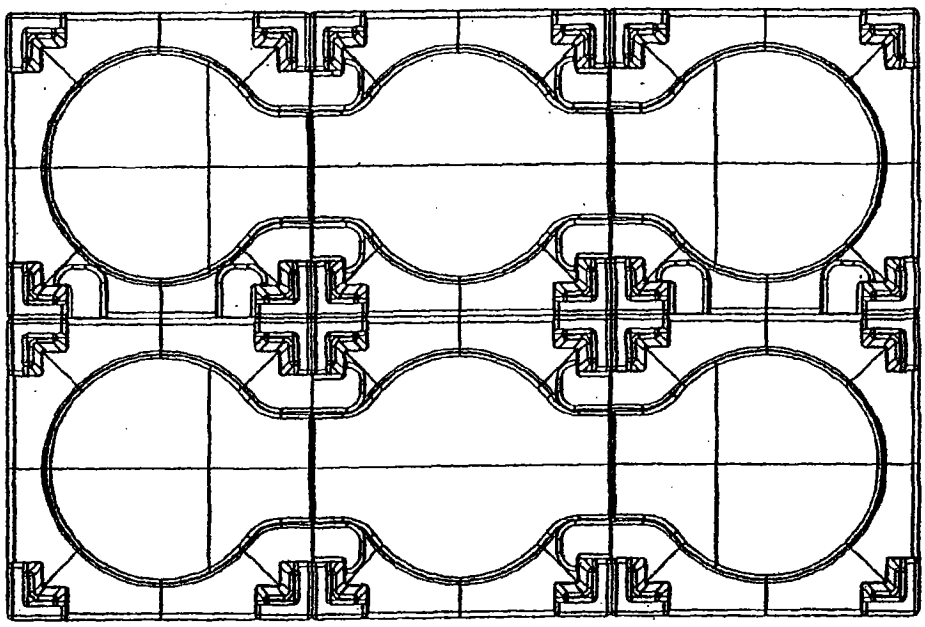


图 25B

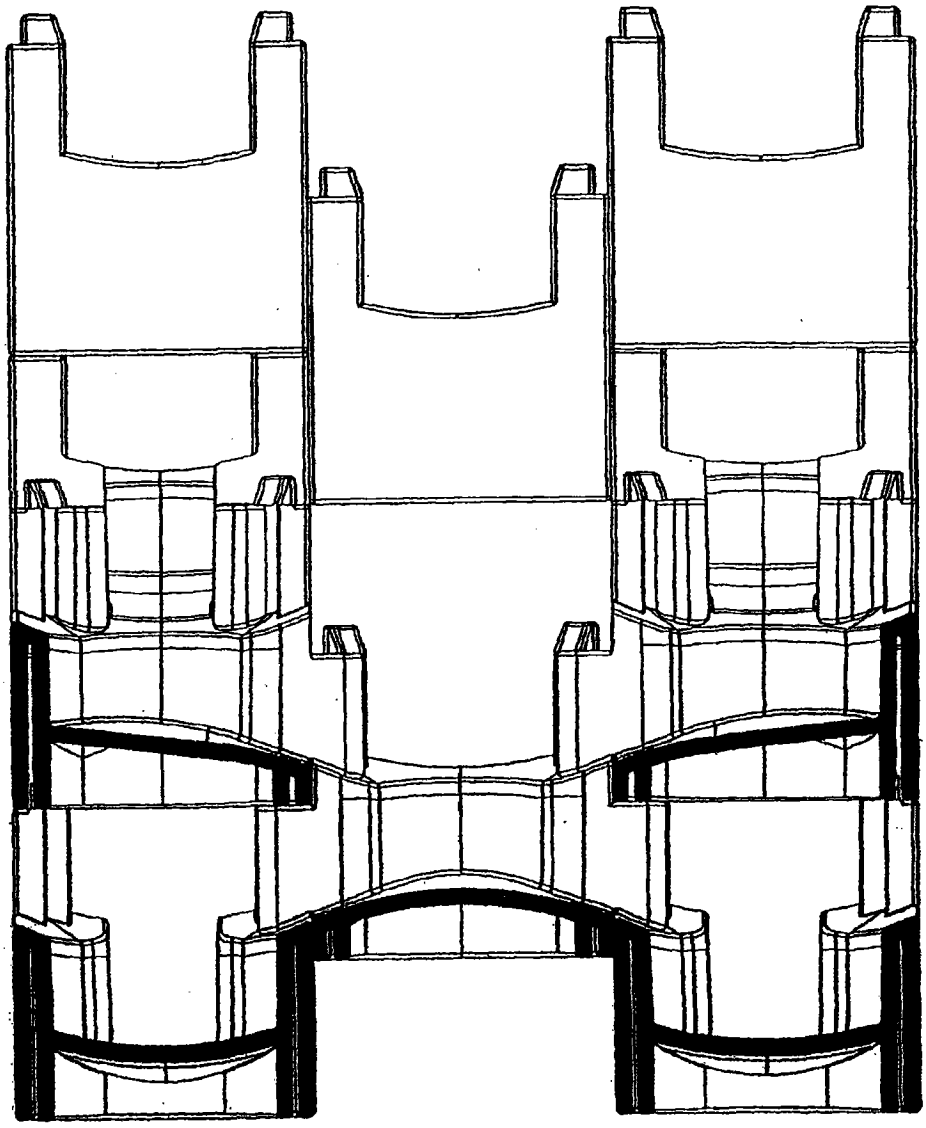


图 25C

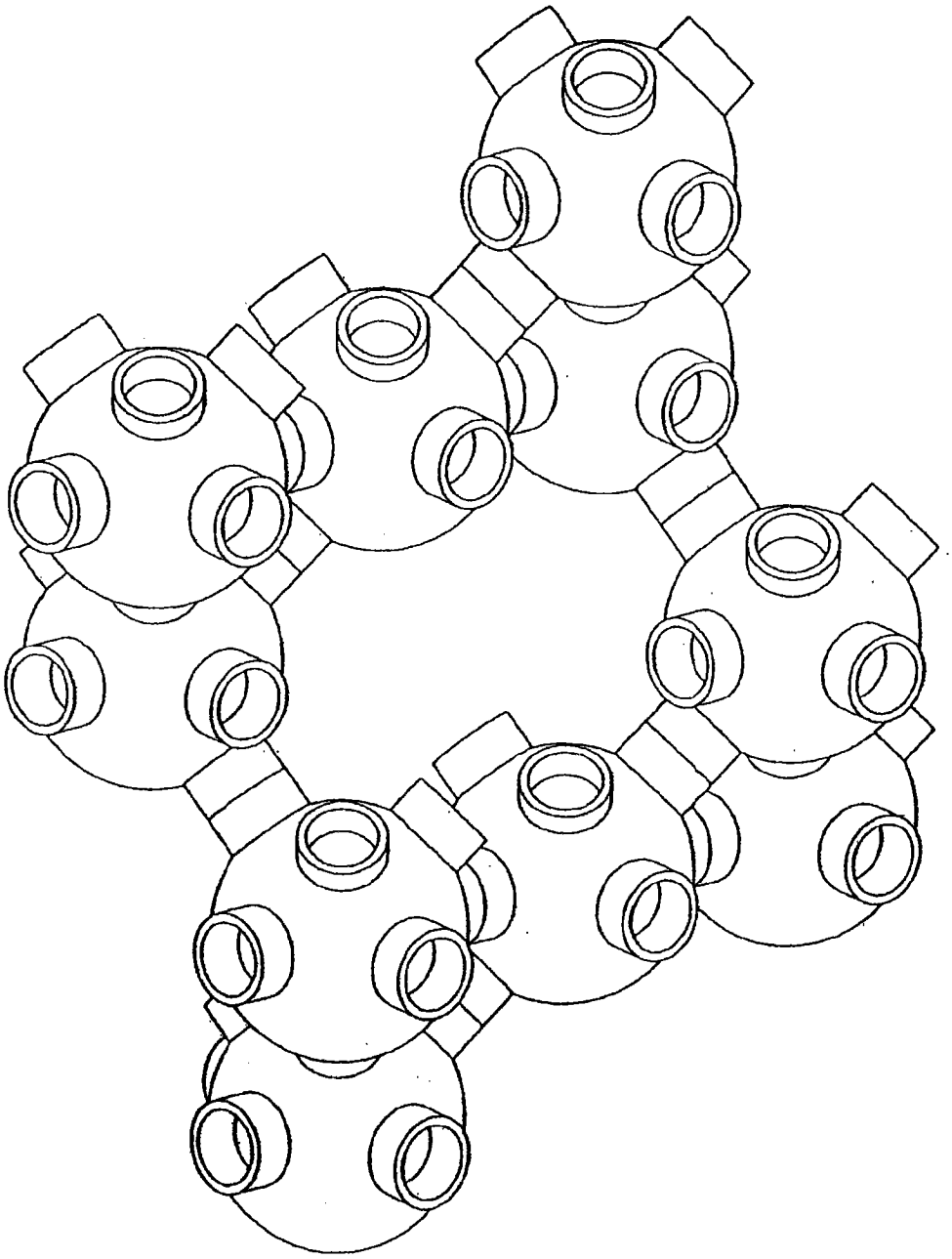


图 26A

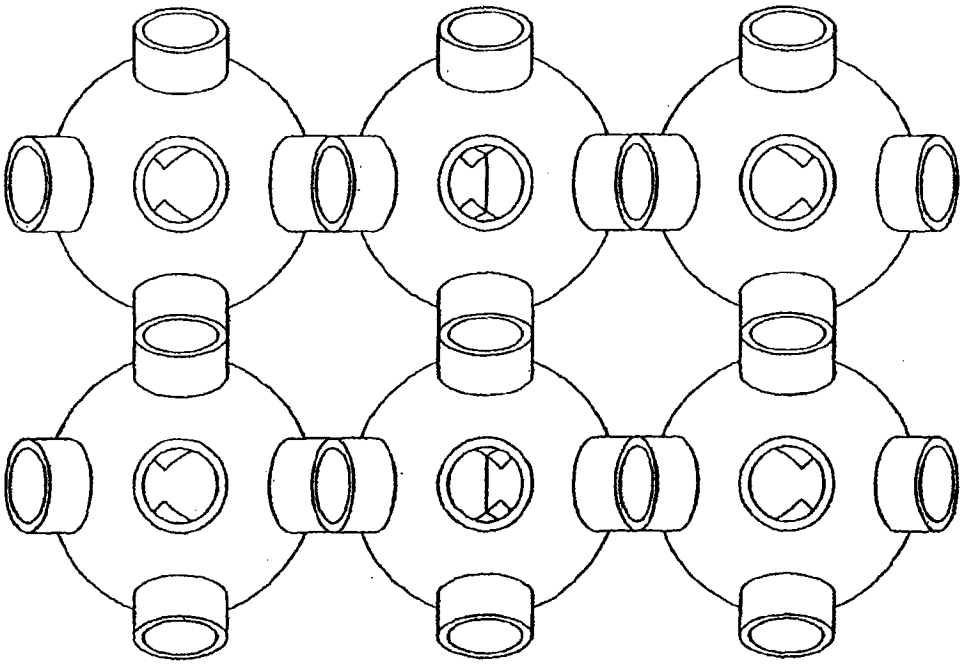


图 26B

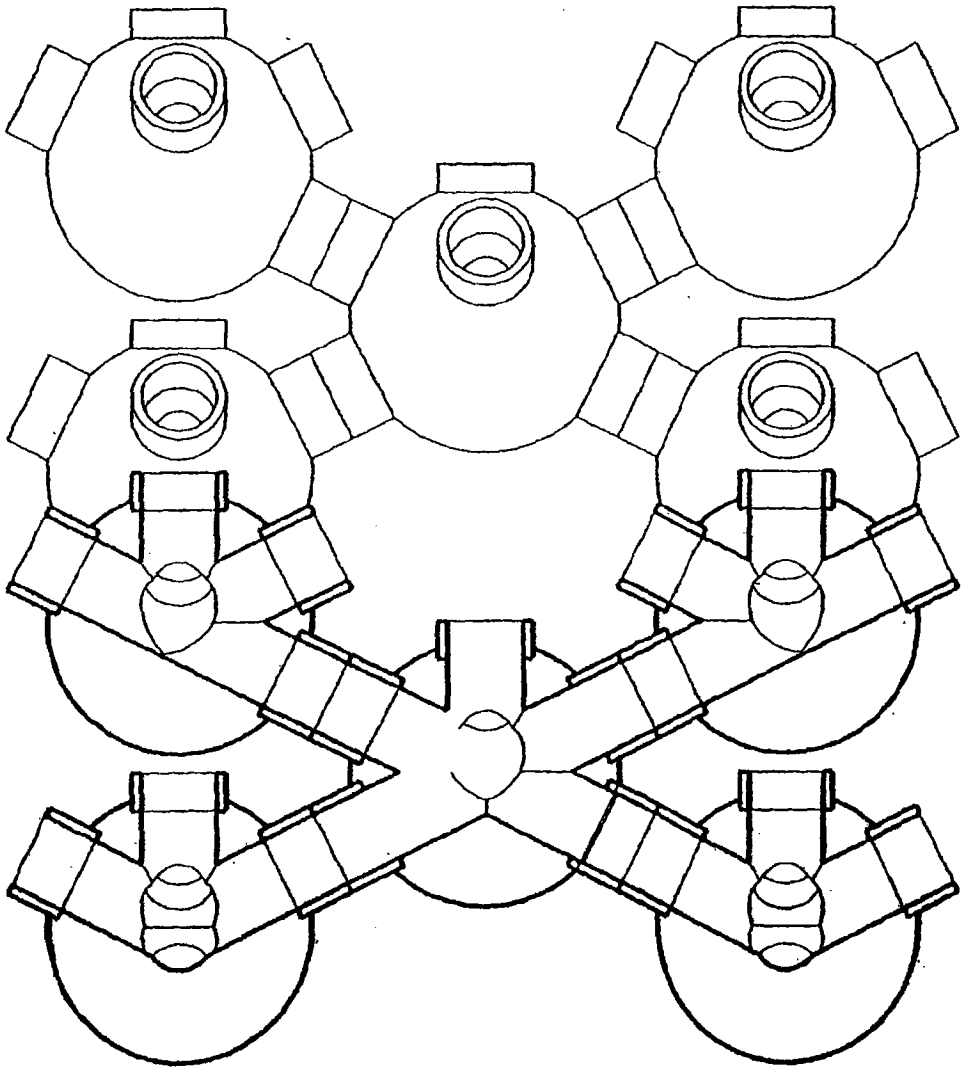
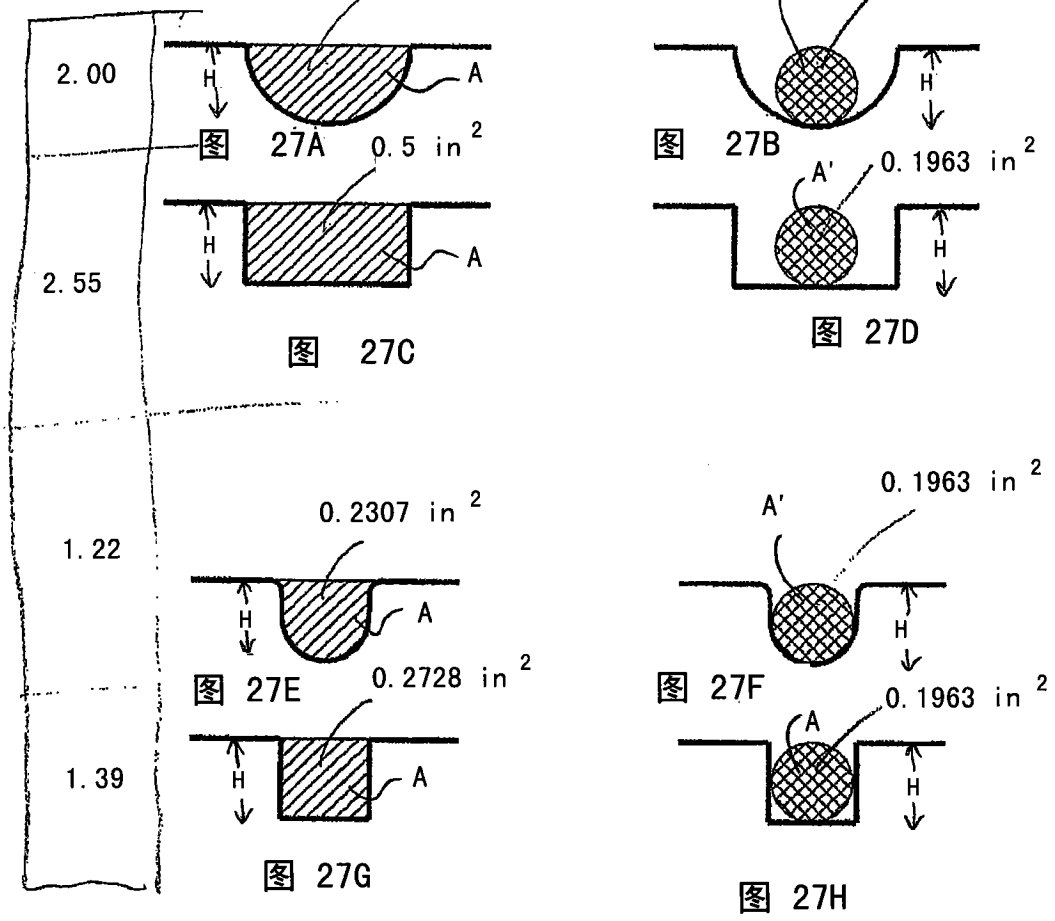


图 26C

入口与圆的面积比


0.3927 in 2
2.00
H
A
图 27A
0.5 in 2
2.55
H
A
图 27C
A'
0.1963 in 2
H
图 27B
A'
0.1963 in 2
H
图 27D
1.22
0.2307 in 2
H
A
图 27E
0.2728 in 2
1.39
H
A
图 27G
A'
0.1963 in 2
H
图 27F
0.1963 in 2
A
H
图 27H

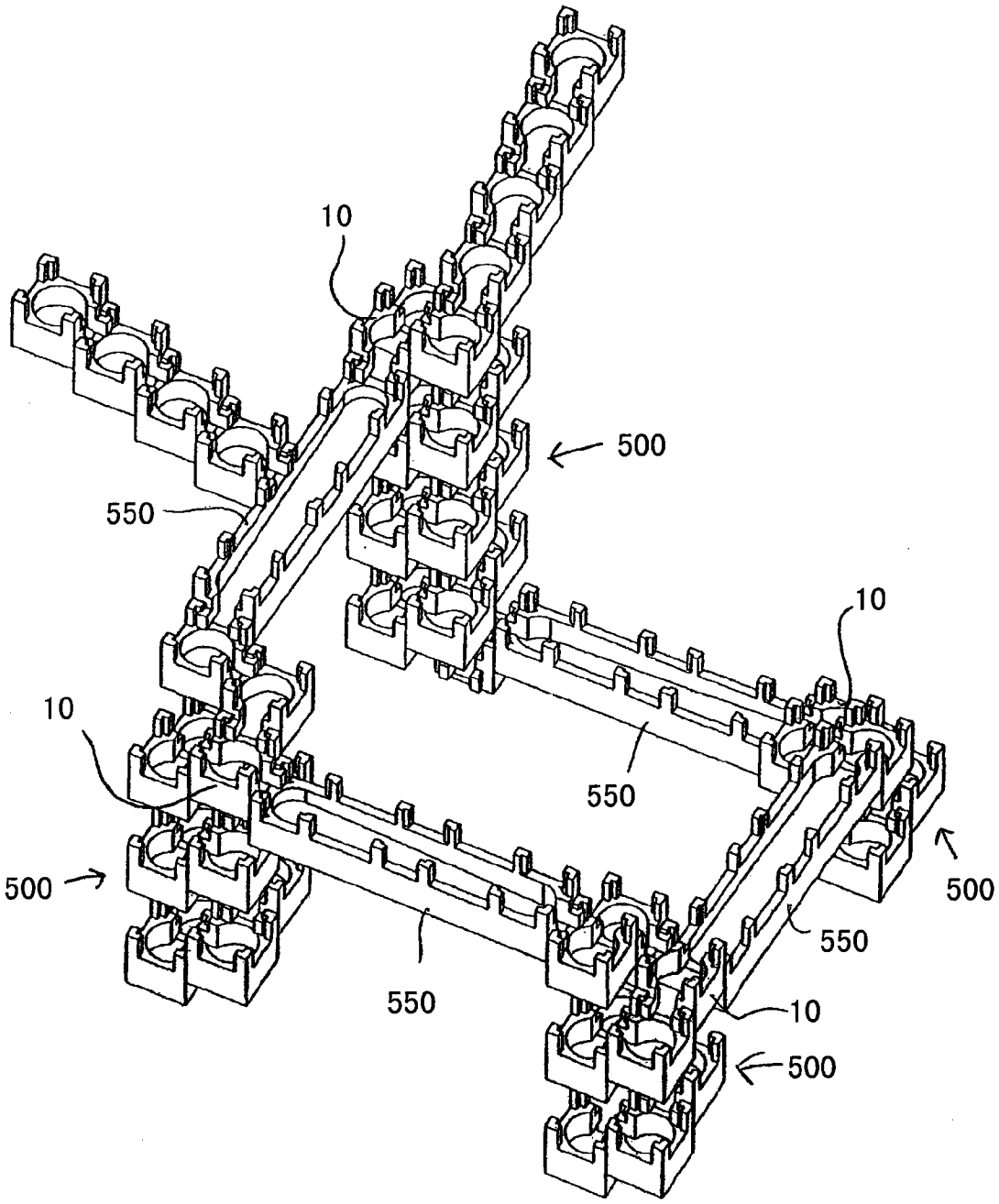


图 28

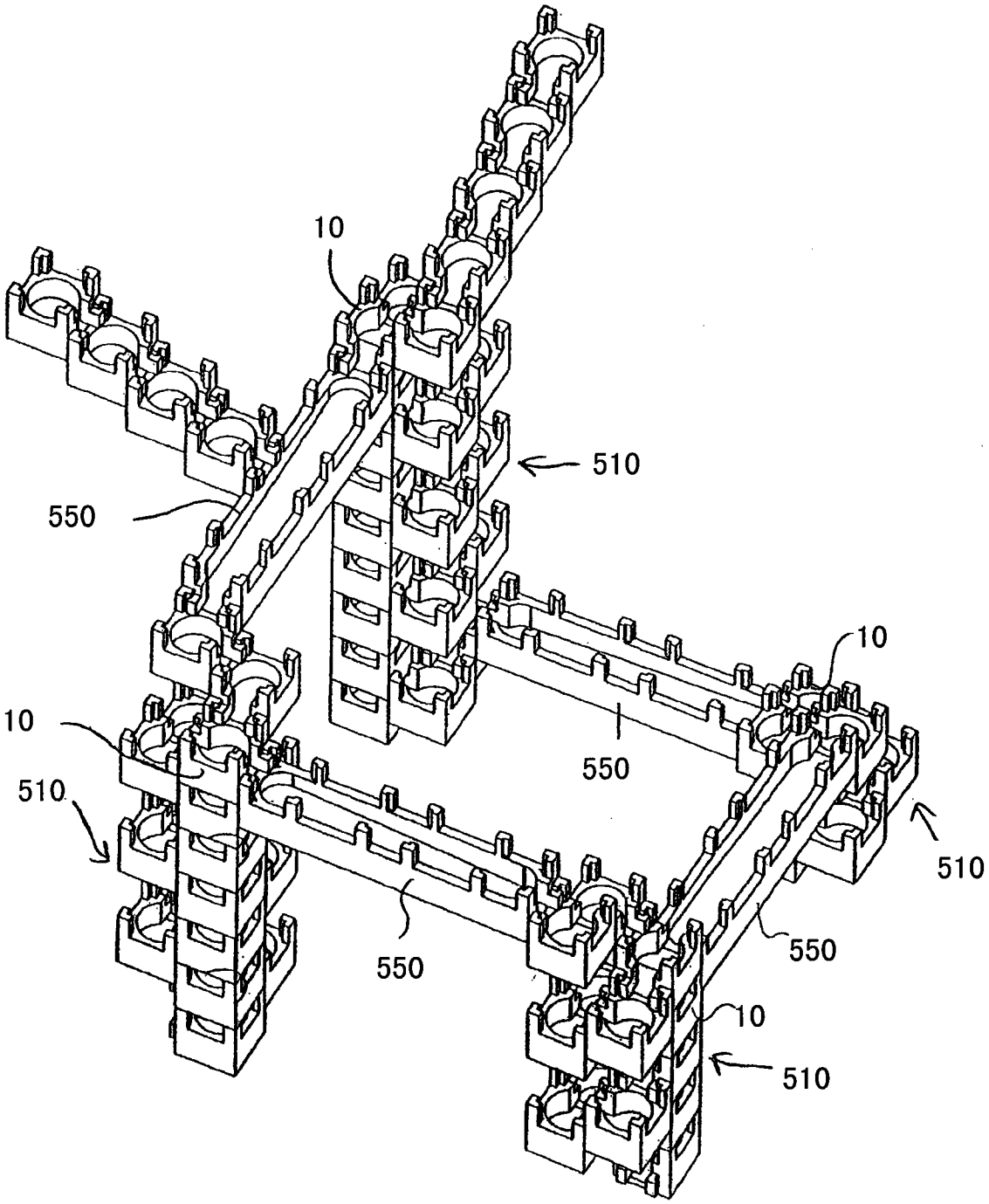


图 29

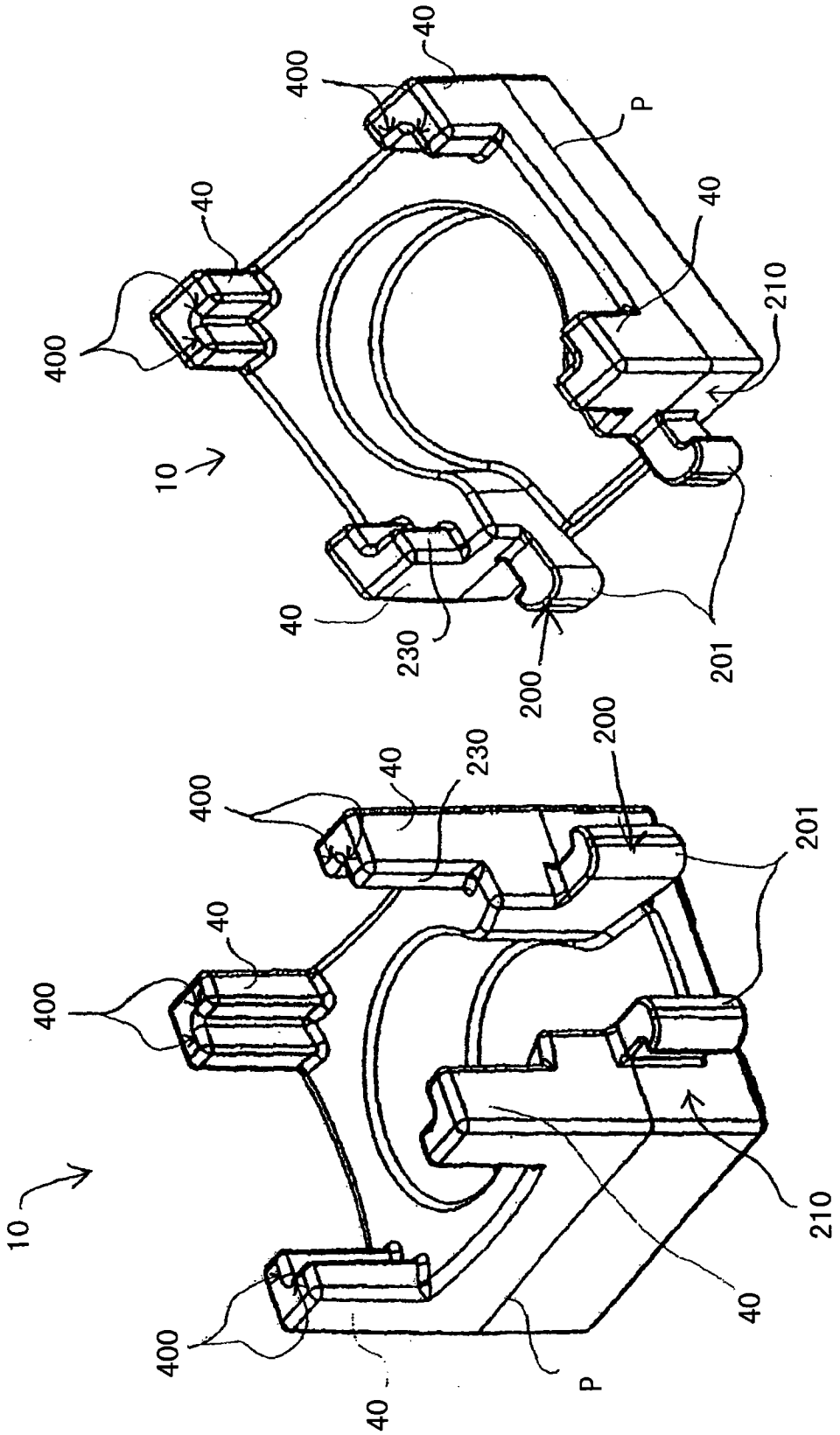


图 30A

图 30B

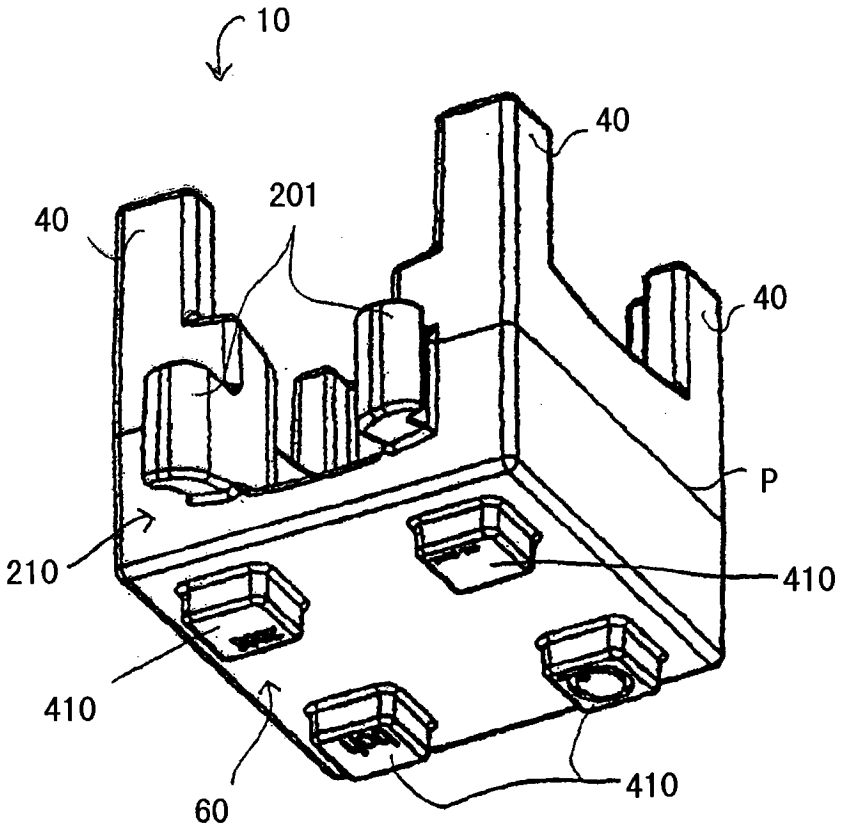


图 30C

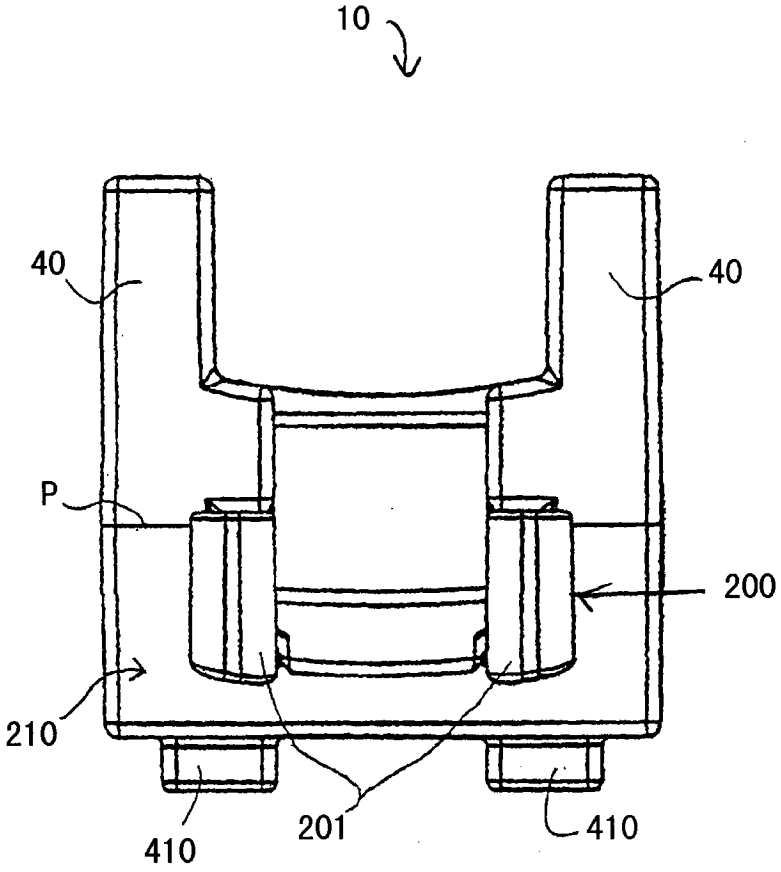


图 30D

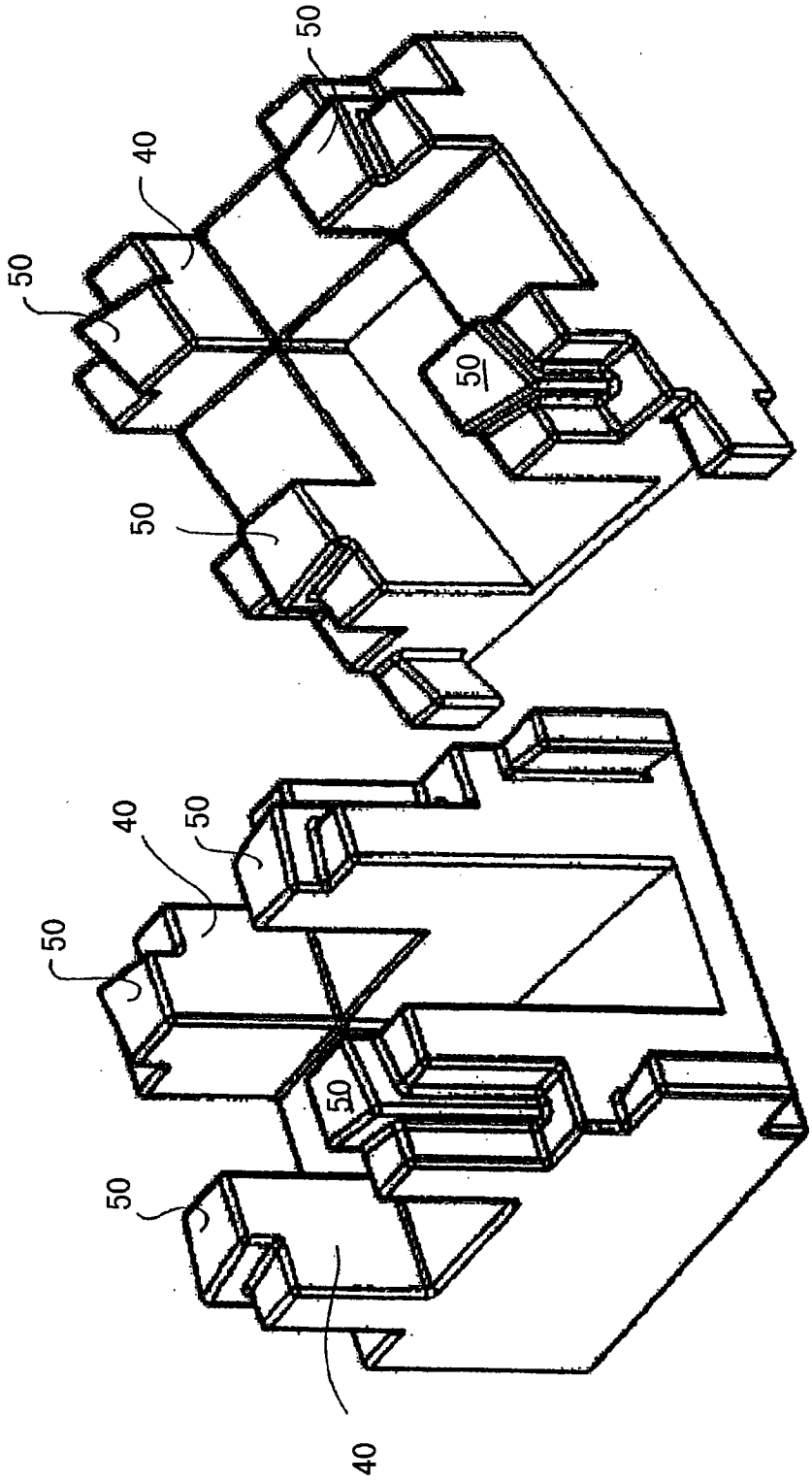


图 31B

图 31A

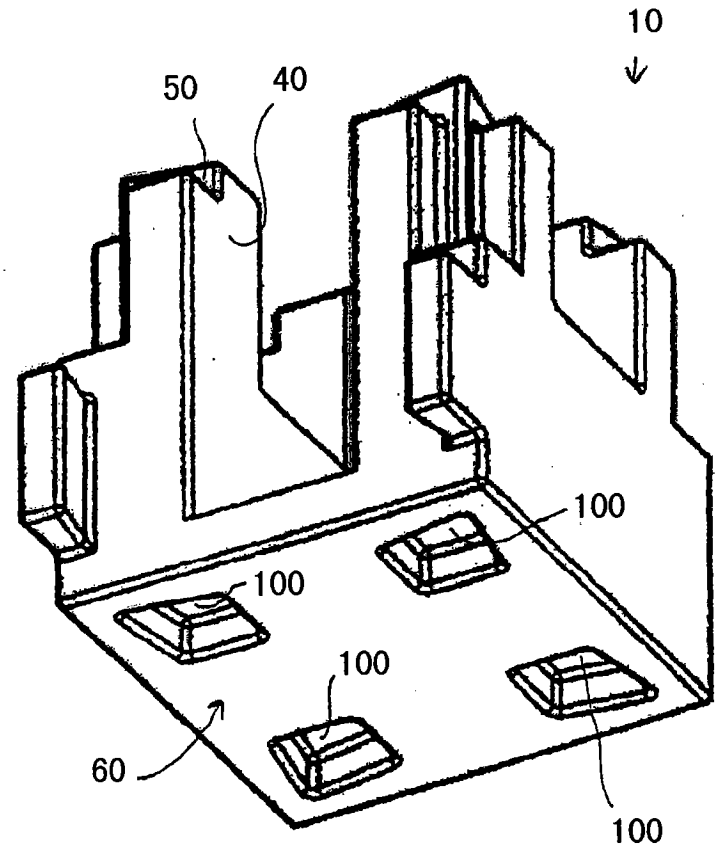


图 31C

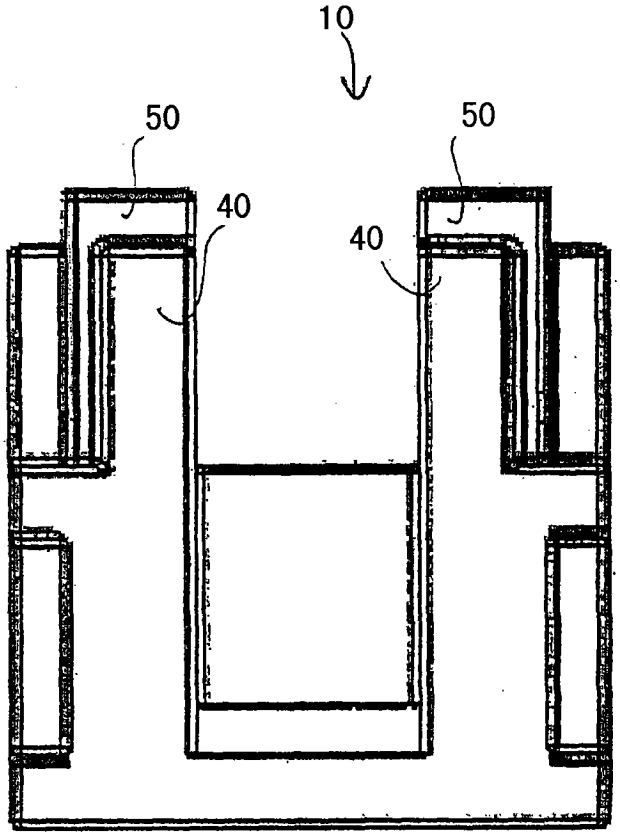


图 31D

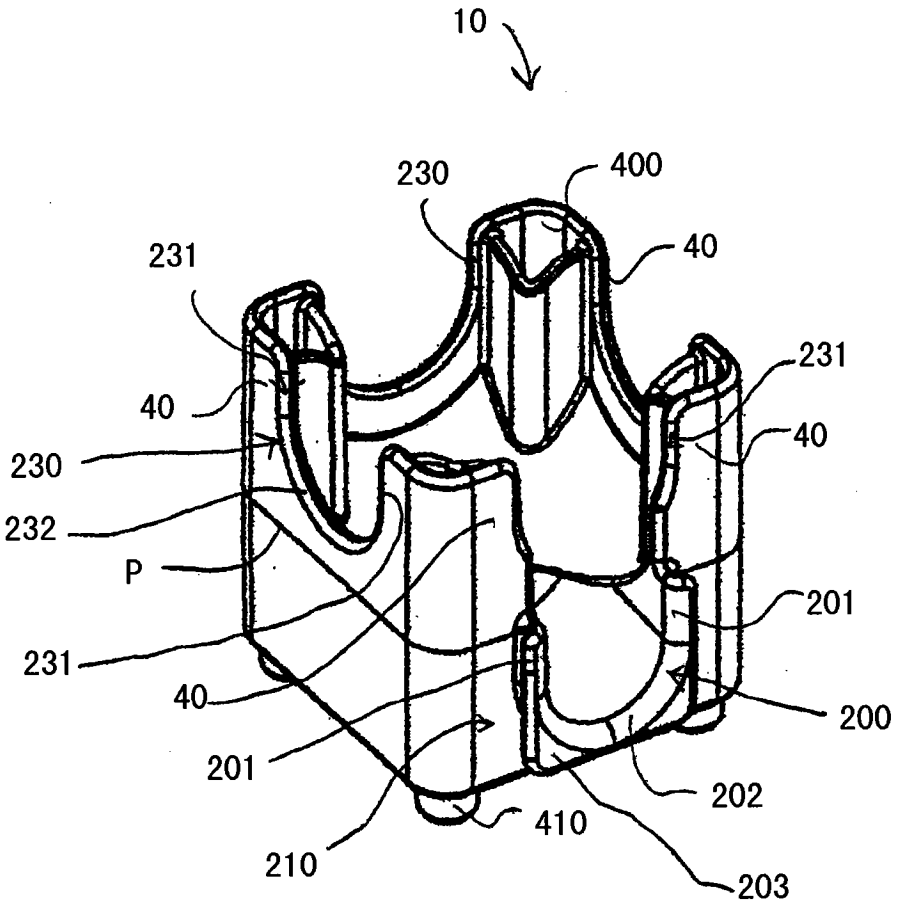

10
230
400
231
40
231
40
40
230
232
P
201
231
40
200
201
202
410
210
203

图 32A

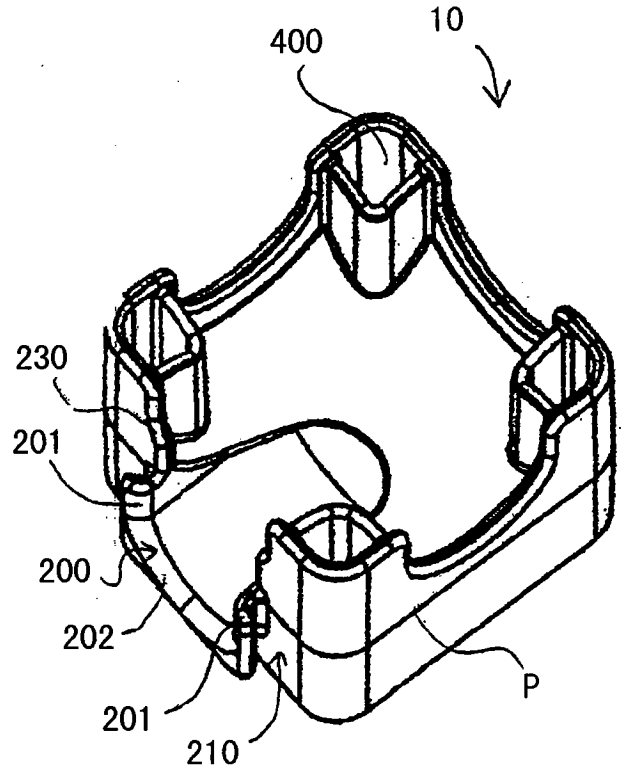


图 32B

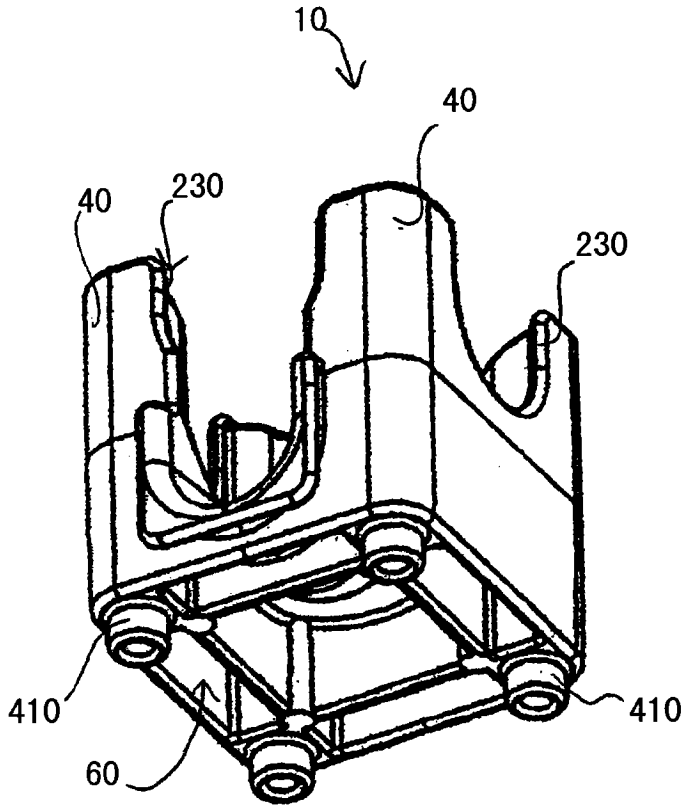


图 32C

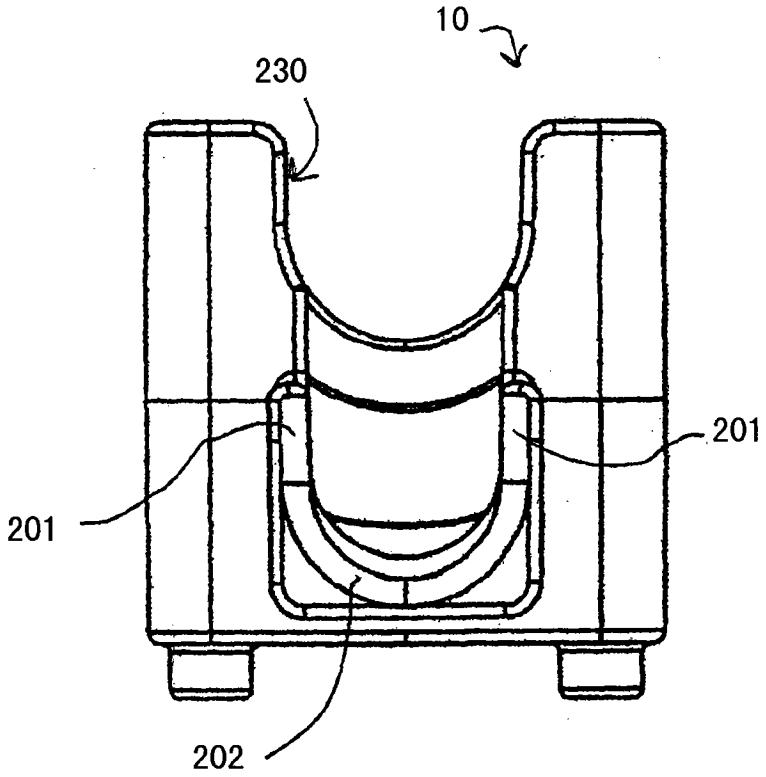


图 32D

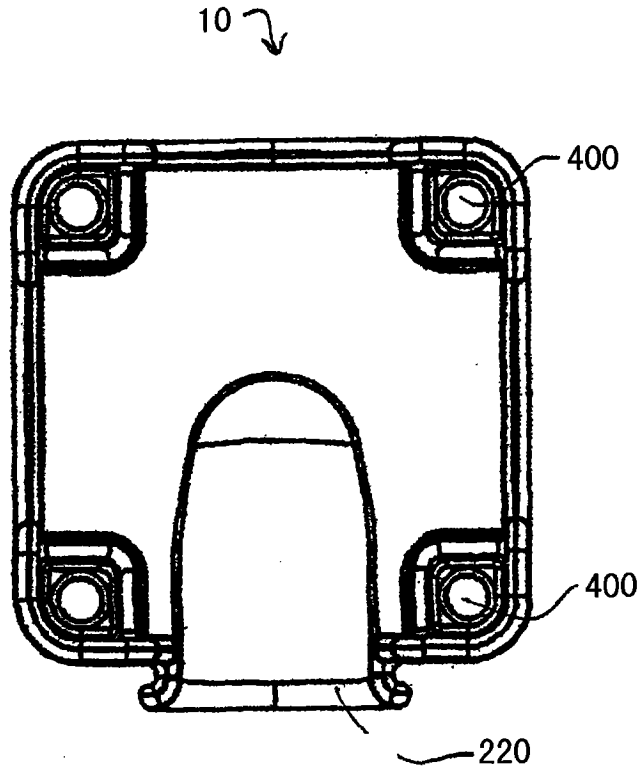


图 32E

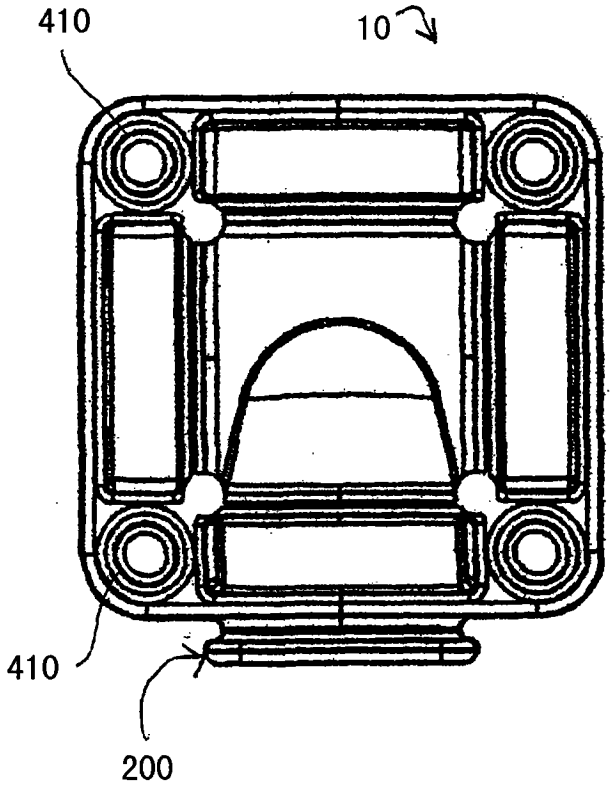


图 32F

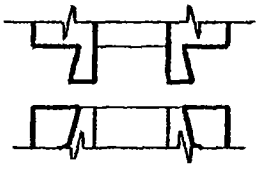


图 33A

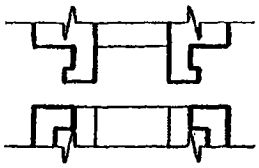


图 33B

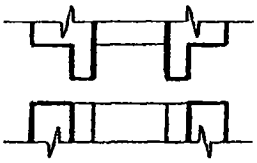


图 34A

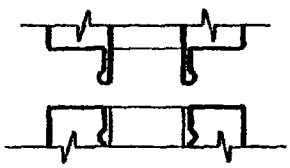


图 34B

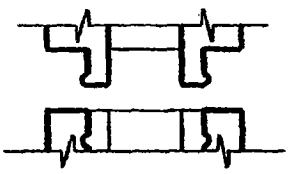


图 34C

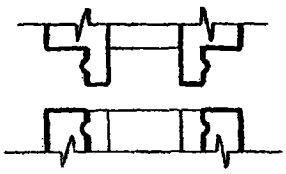


图 34D

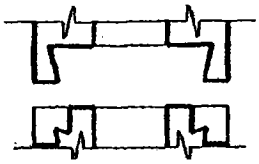


图 35A

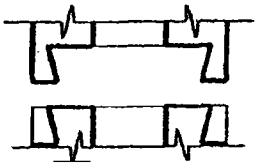


图 35B

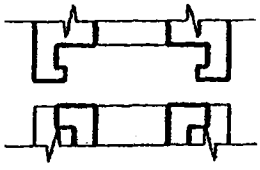


图 35C

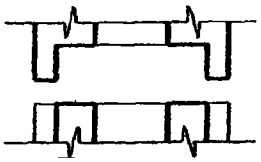


图 36A

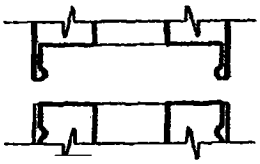


图 36B

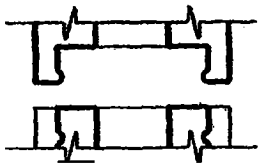


图 36C

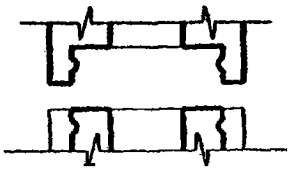


图 36D

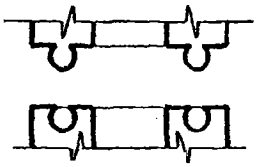


图 37A

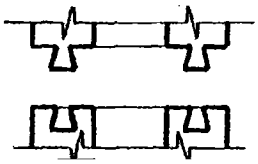


图 37B

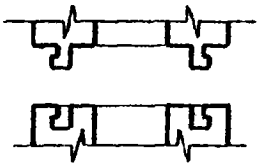


图 37C

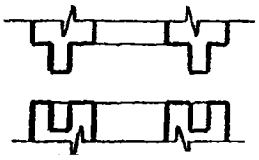


图 38A

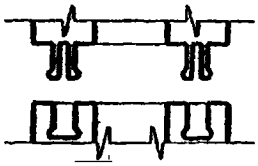


图 38B

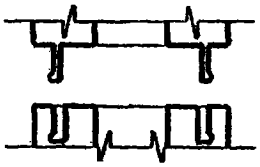


图 38C

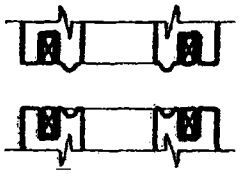


图 39

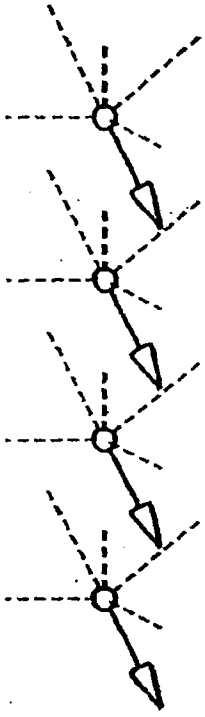


图 40A

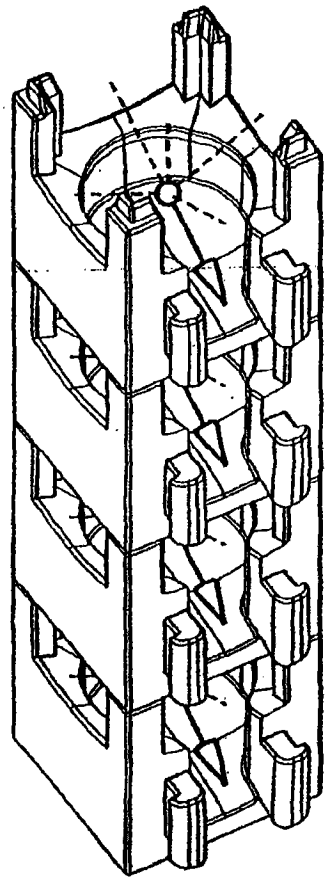


图 40B

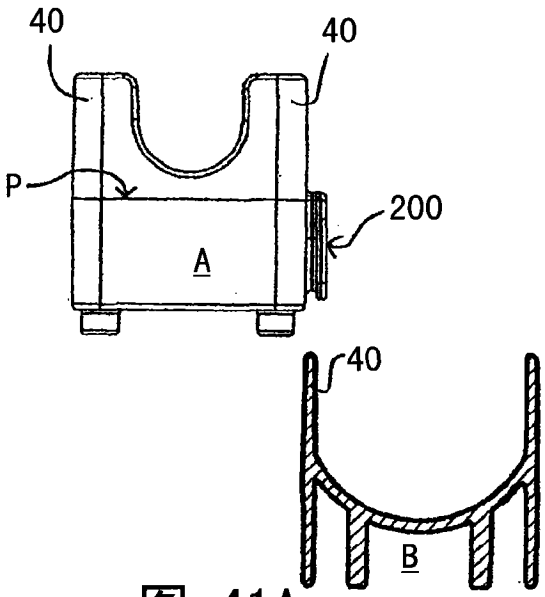


图 41A

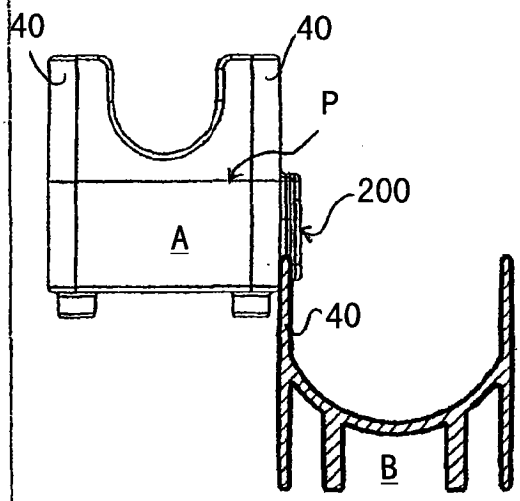


图 41B

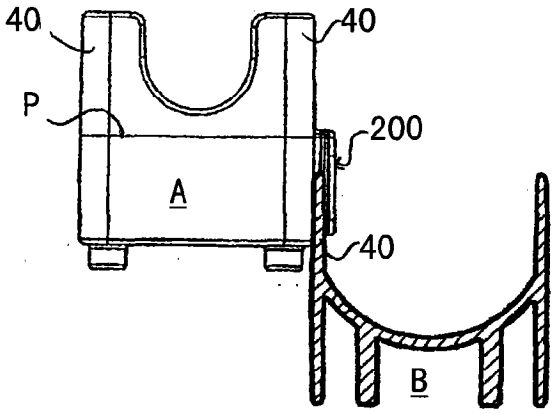


图 41C

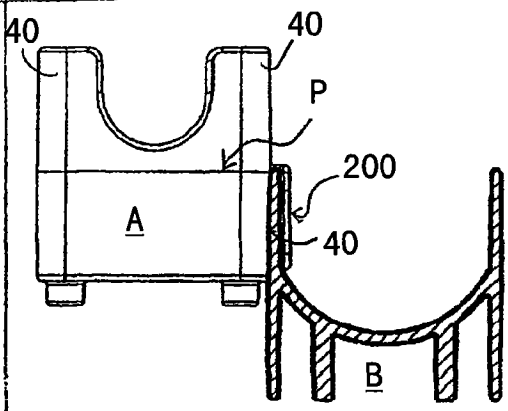


图 41D

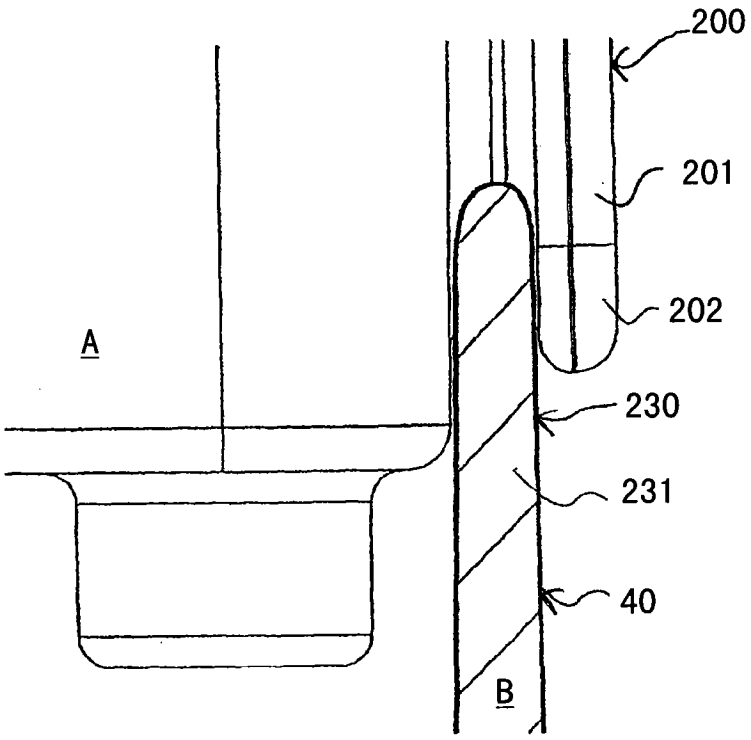
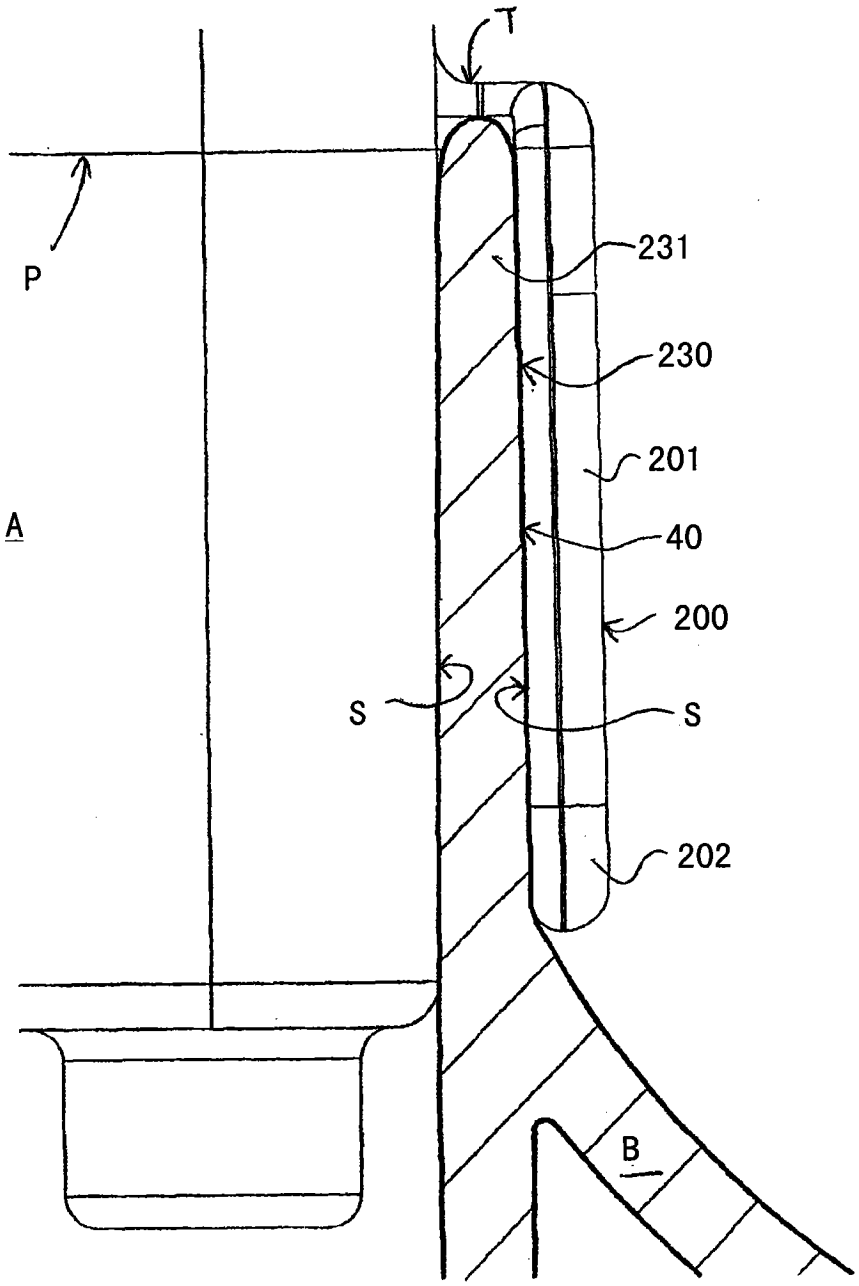


图 42A



D 详图

p15

图 42B

图 43

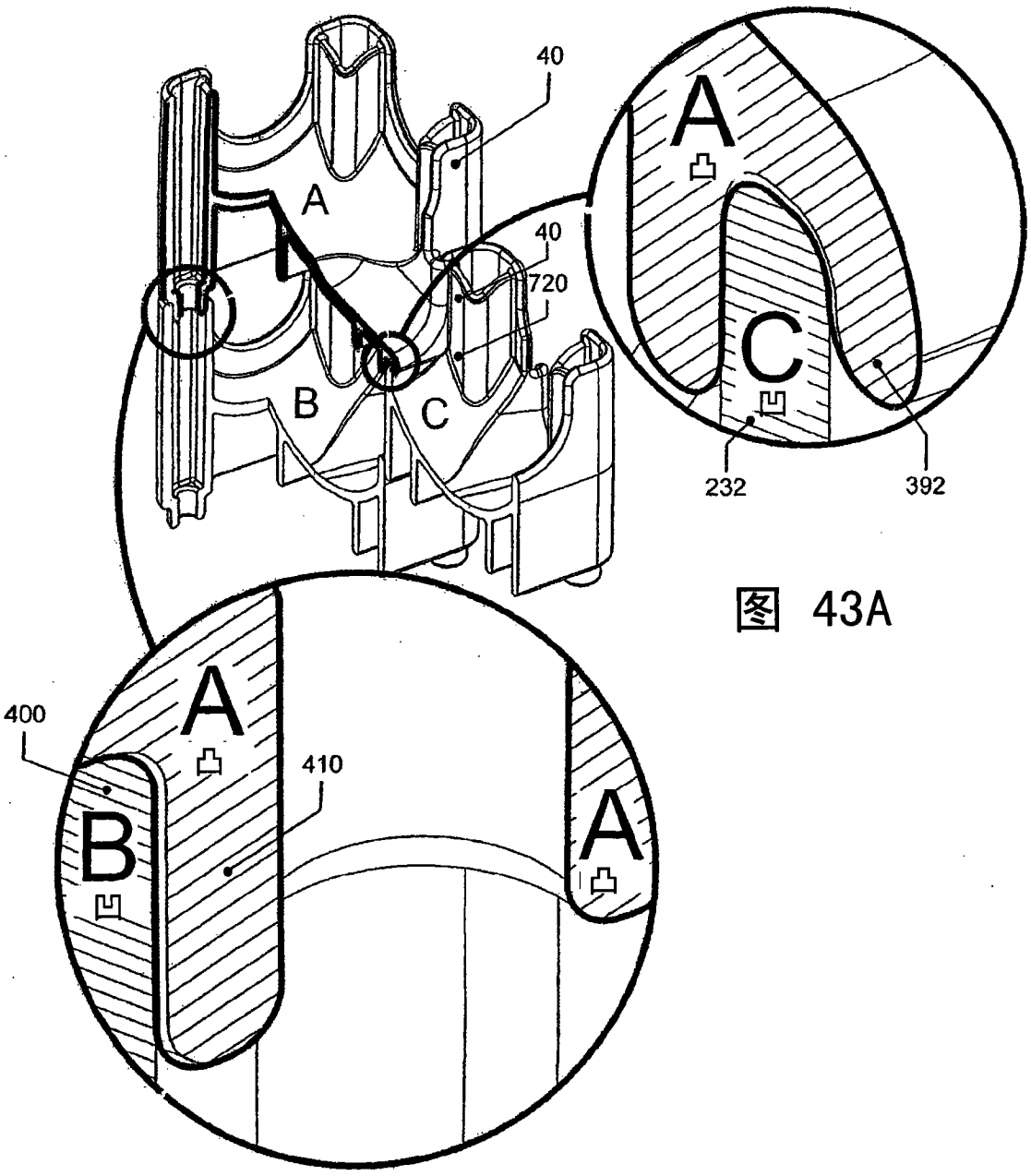


图 43A

图 43B

图 44

图 44A

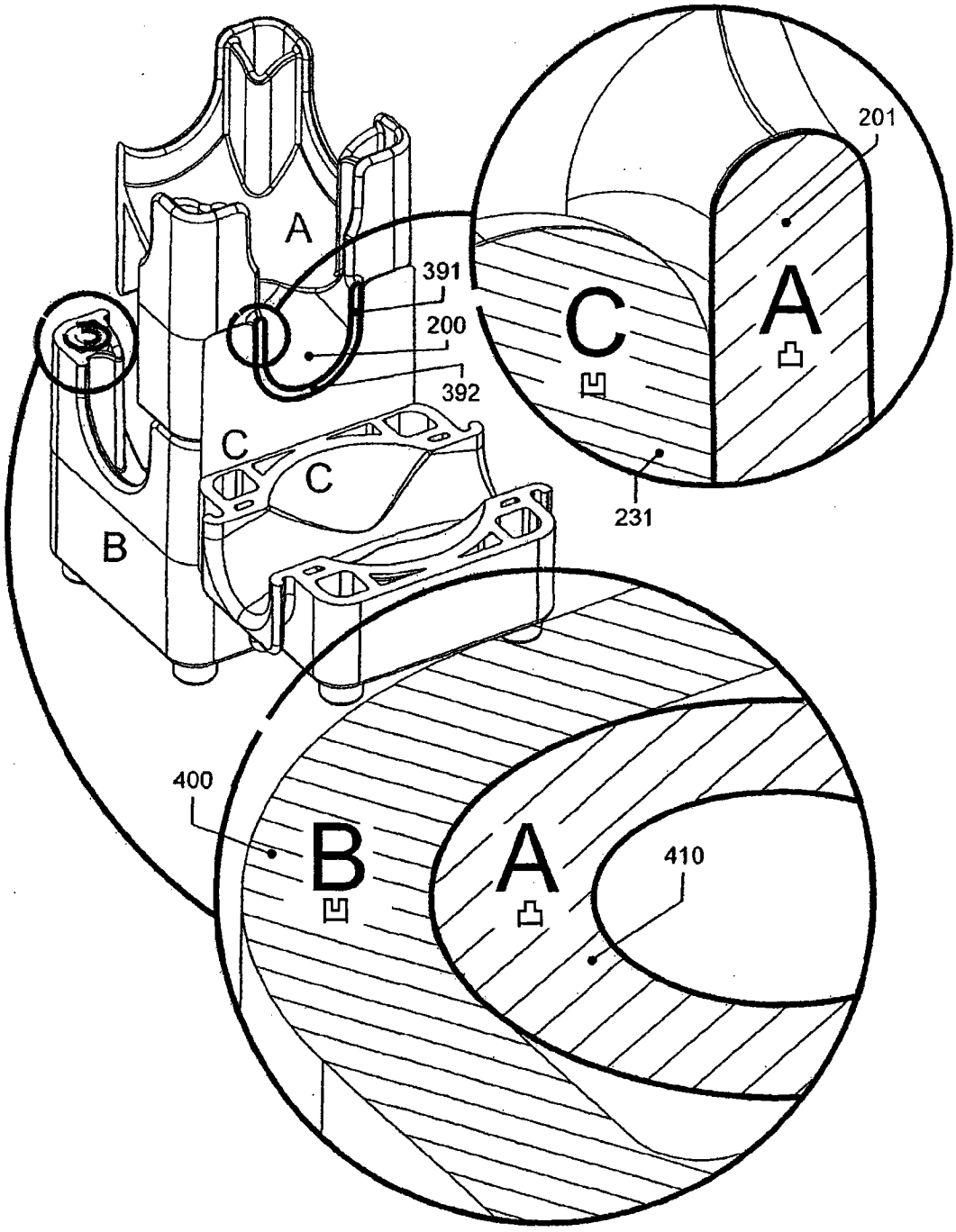


图 44B

图 45

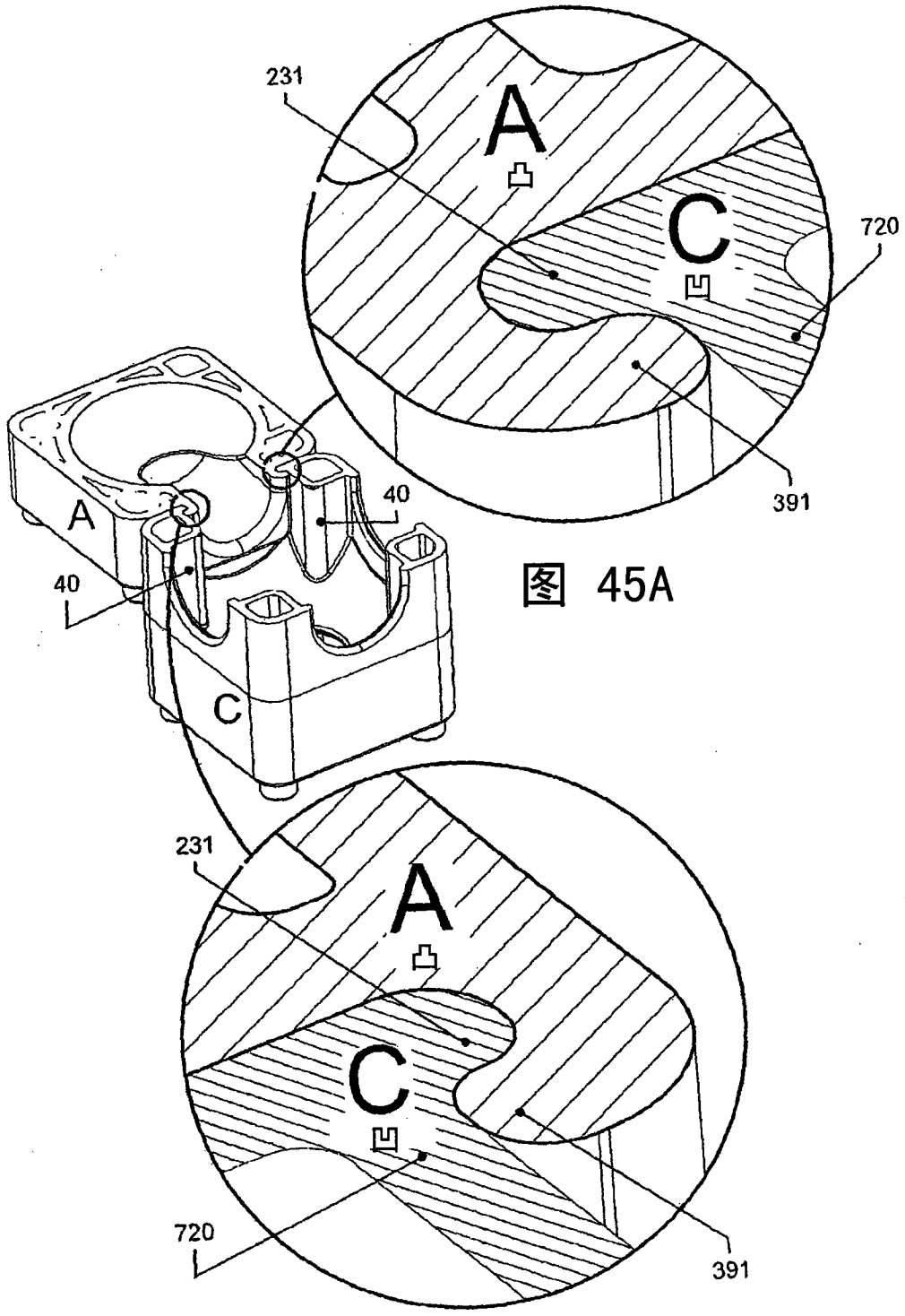


图 45A

图 45B

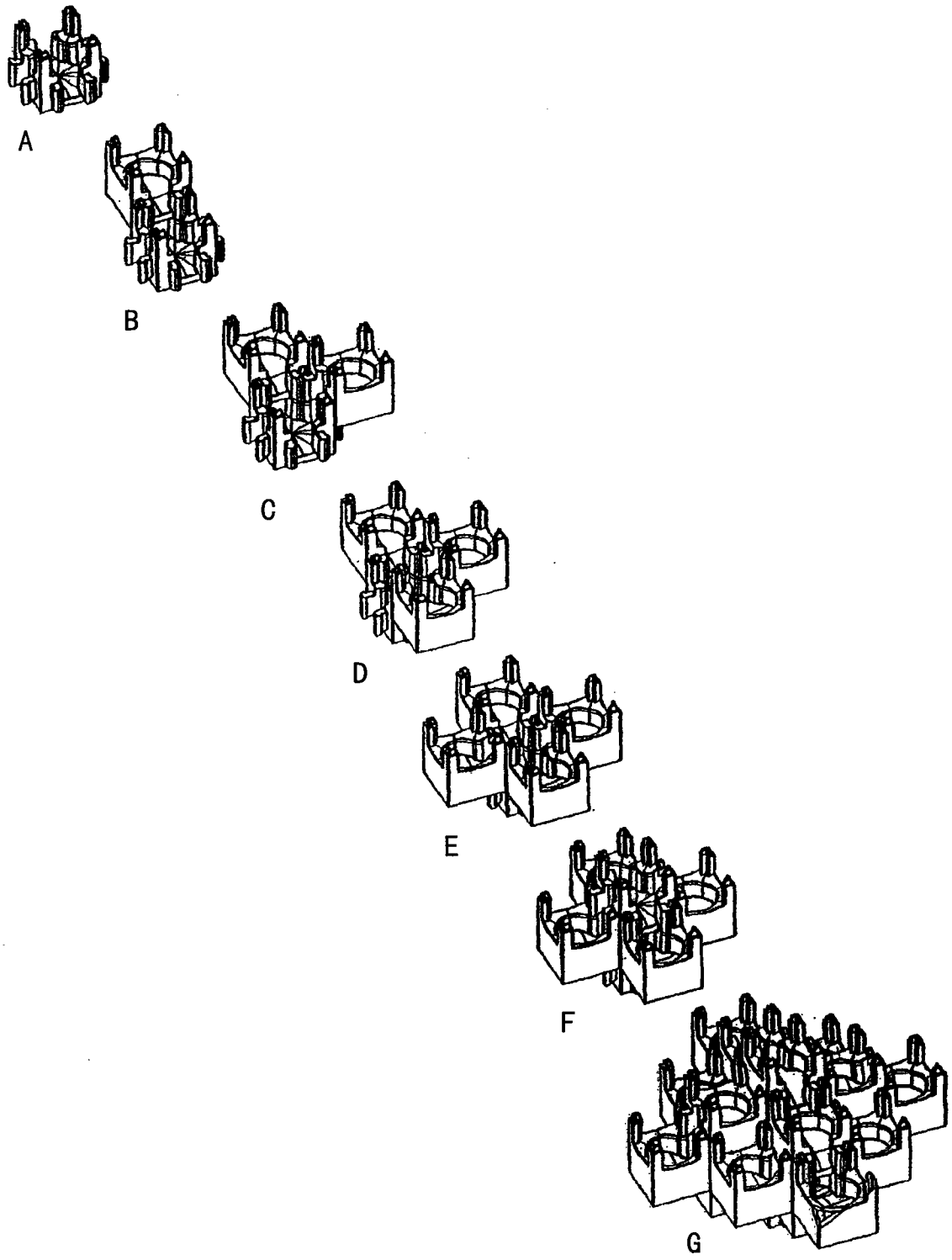


图 46

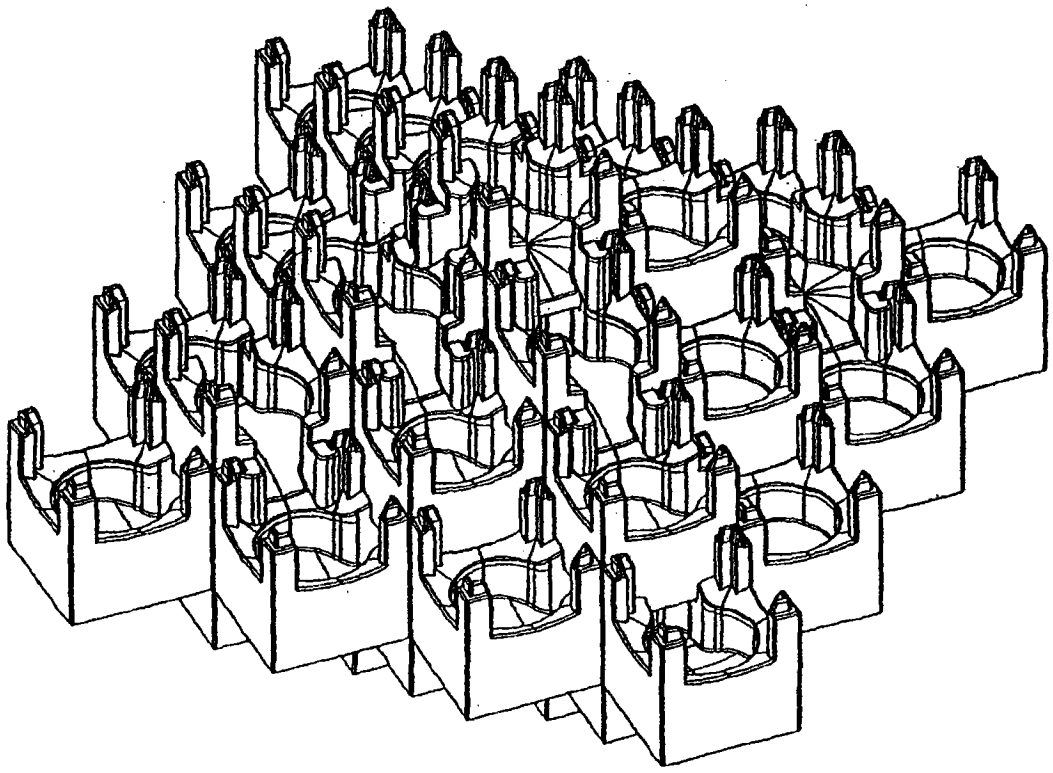


图 47A

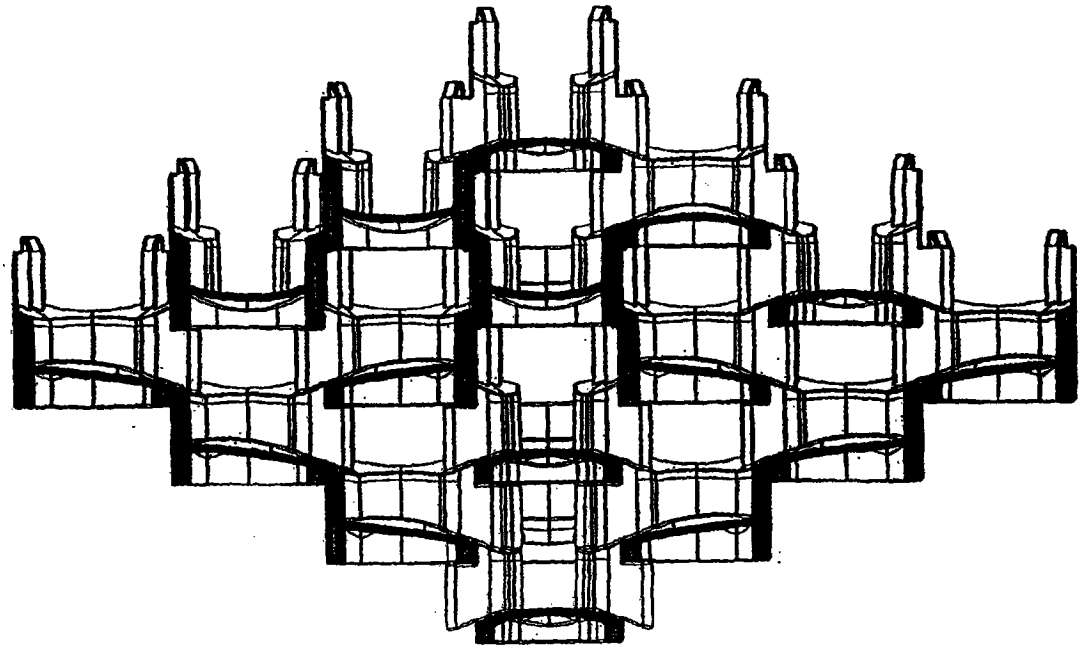


图 47B

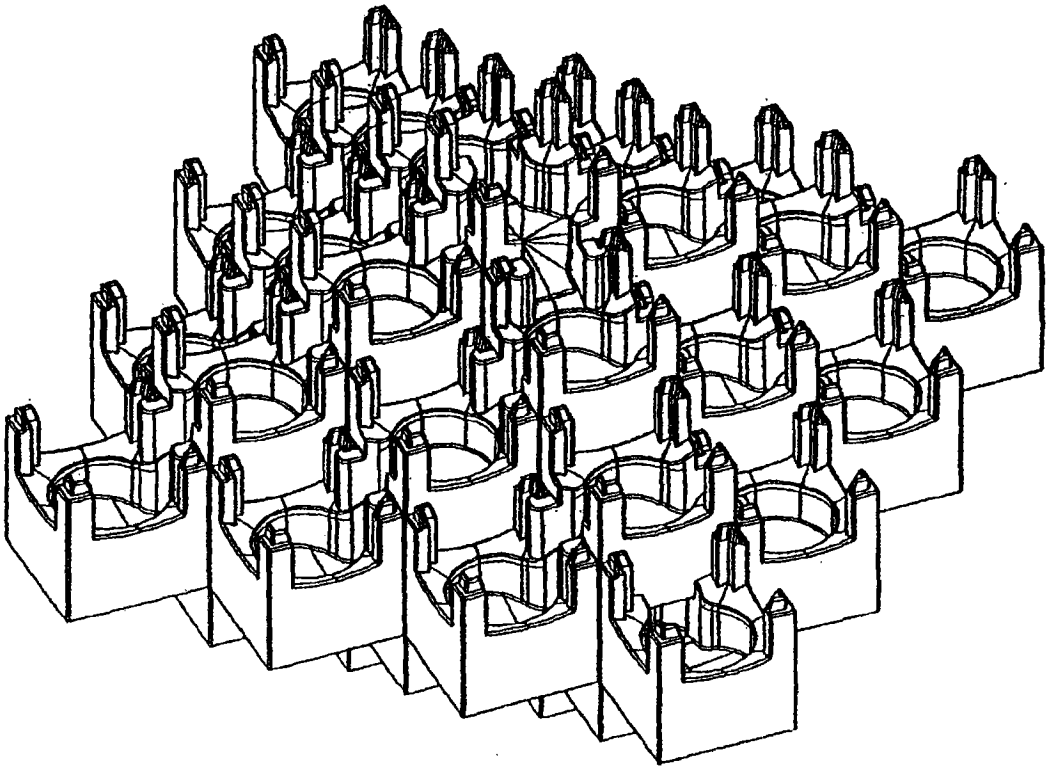


图 48A

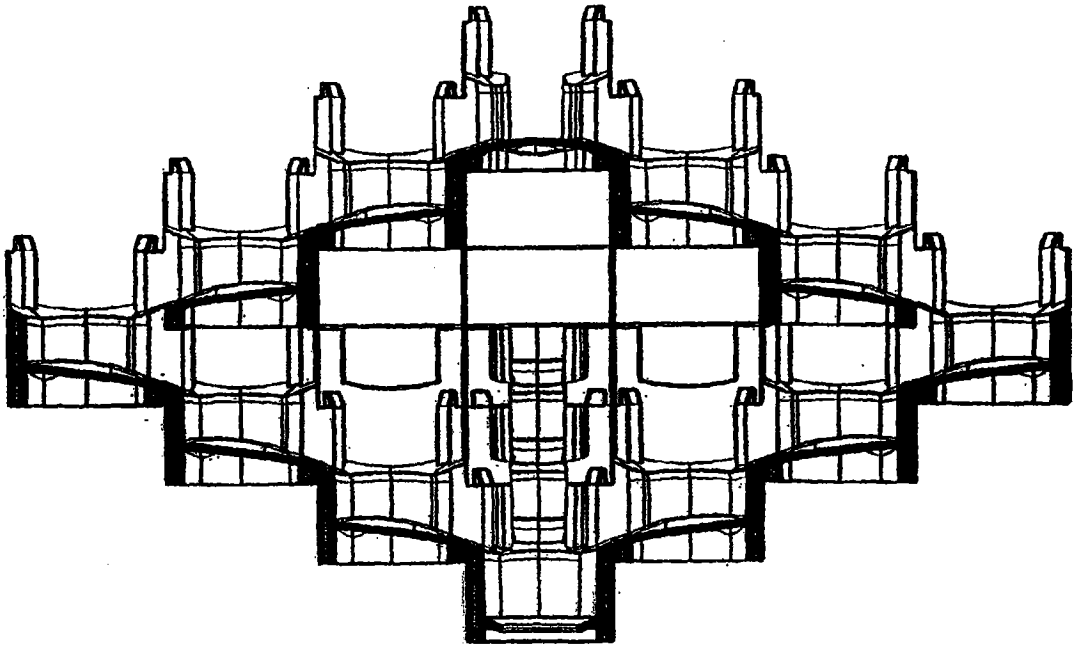


图 48B

图 A

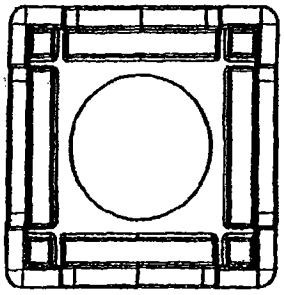


图 B

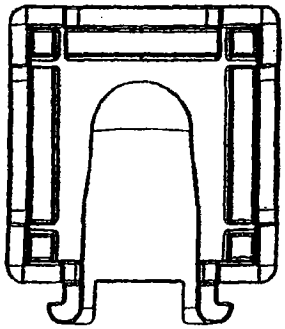


图 C

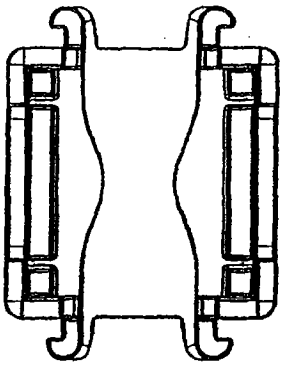


图 D

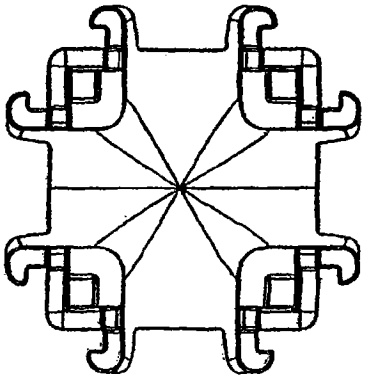


图 49

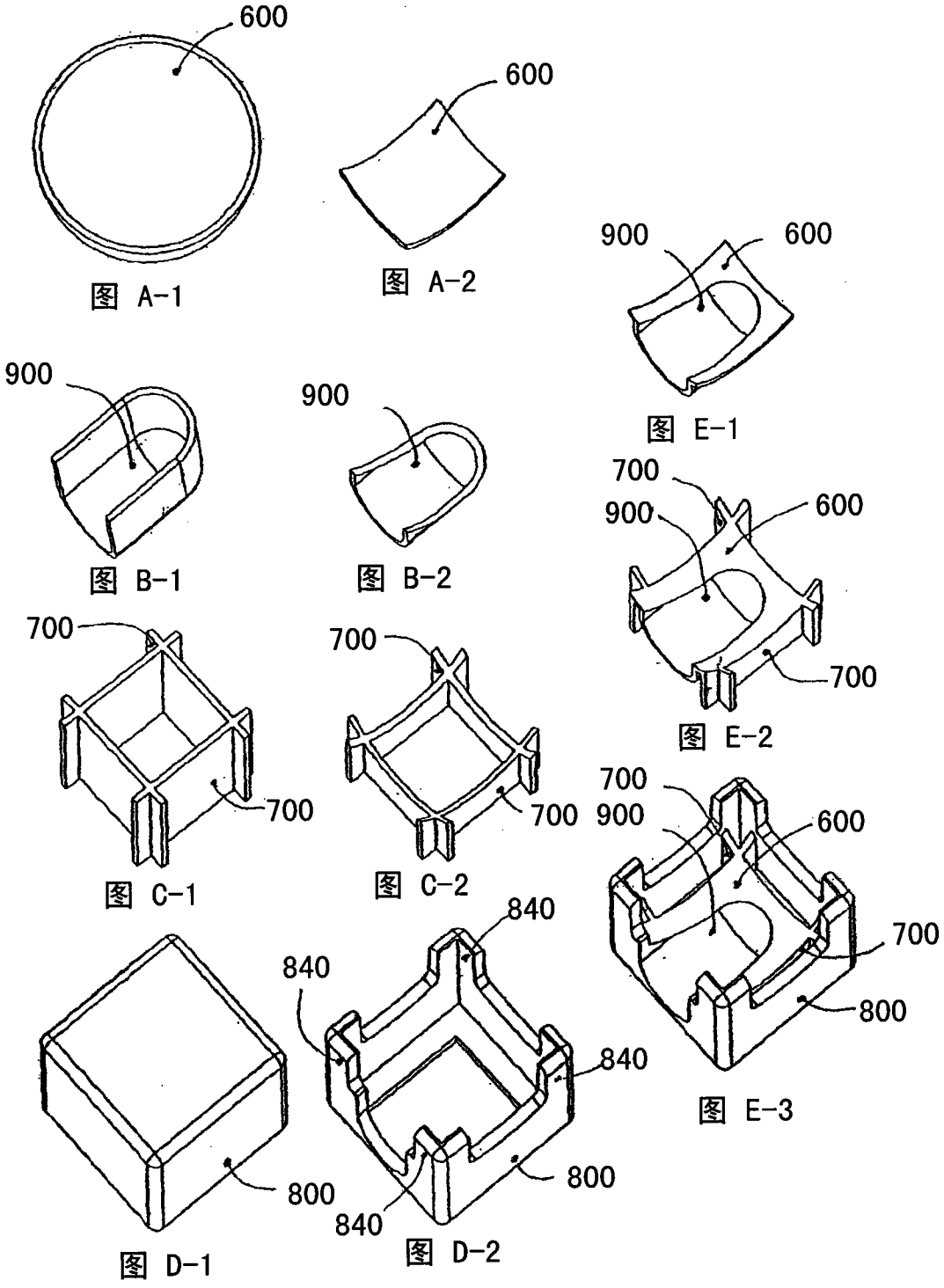

600
图 A-1
600
图 A-2
900
600
图 E-1
900
图 B-1
900
图 B-2
700
900
600
700
图 E-2
700
700
图 C-1
700
700
图 C-2
700
900
600
700
800
图 E-3
840
840
840
800
840
800
图 D-1
图 D-2

图 50

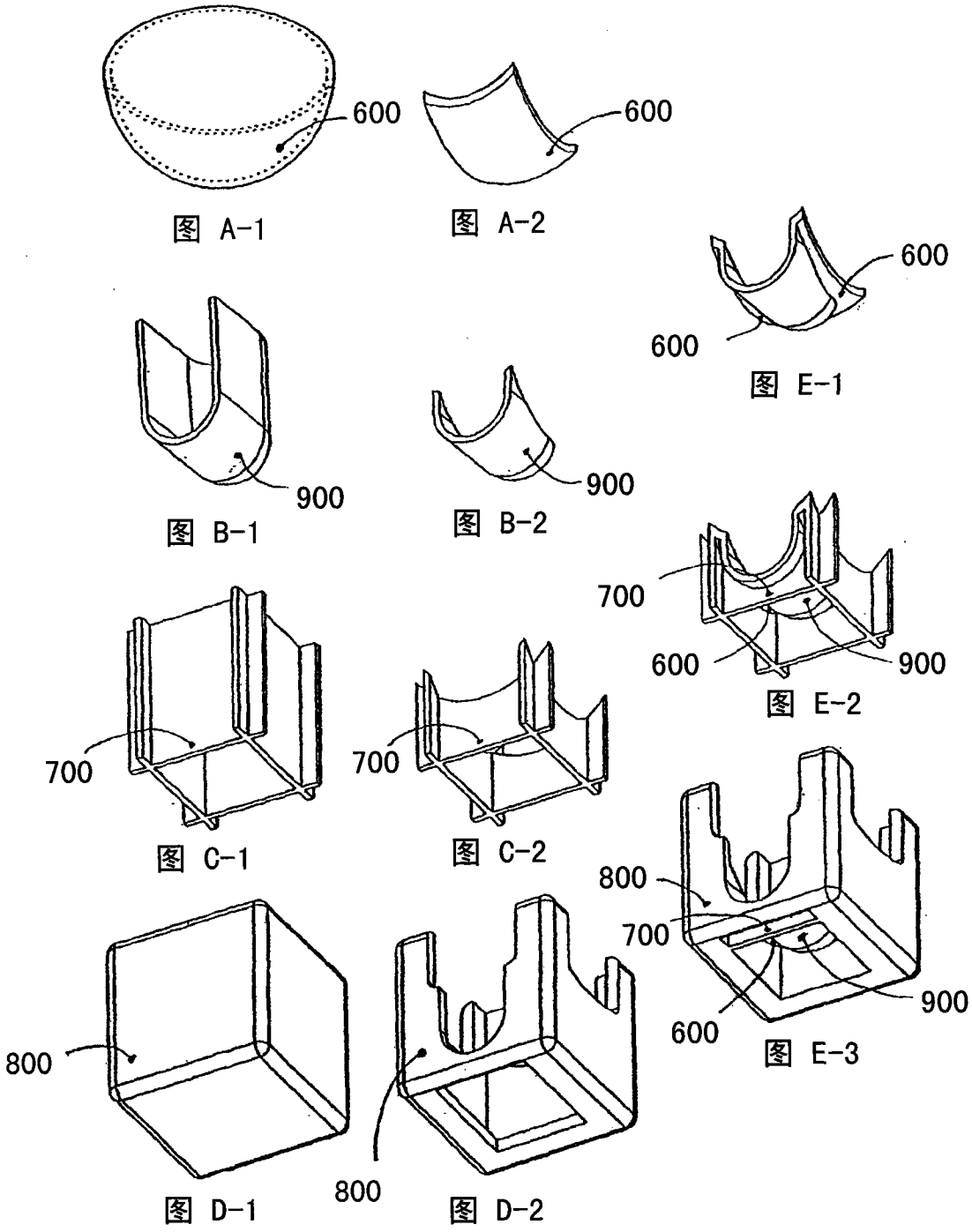


图 A-1 图 A-2 图 E-1 图 B-1 图 B-2 图 E-2 图 C-1 图 C-2 图 E-3 图 D-1 图 D-2

图 51

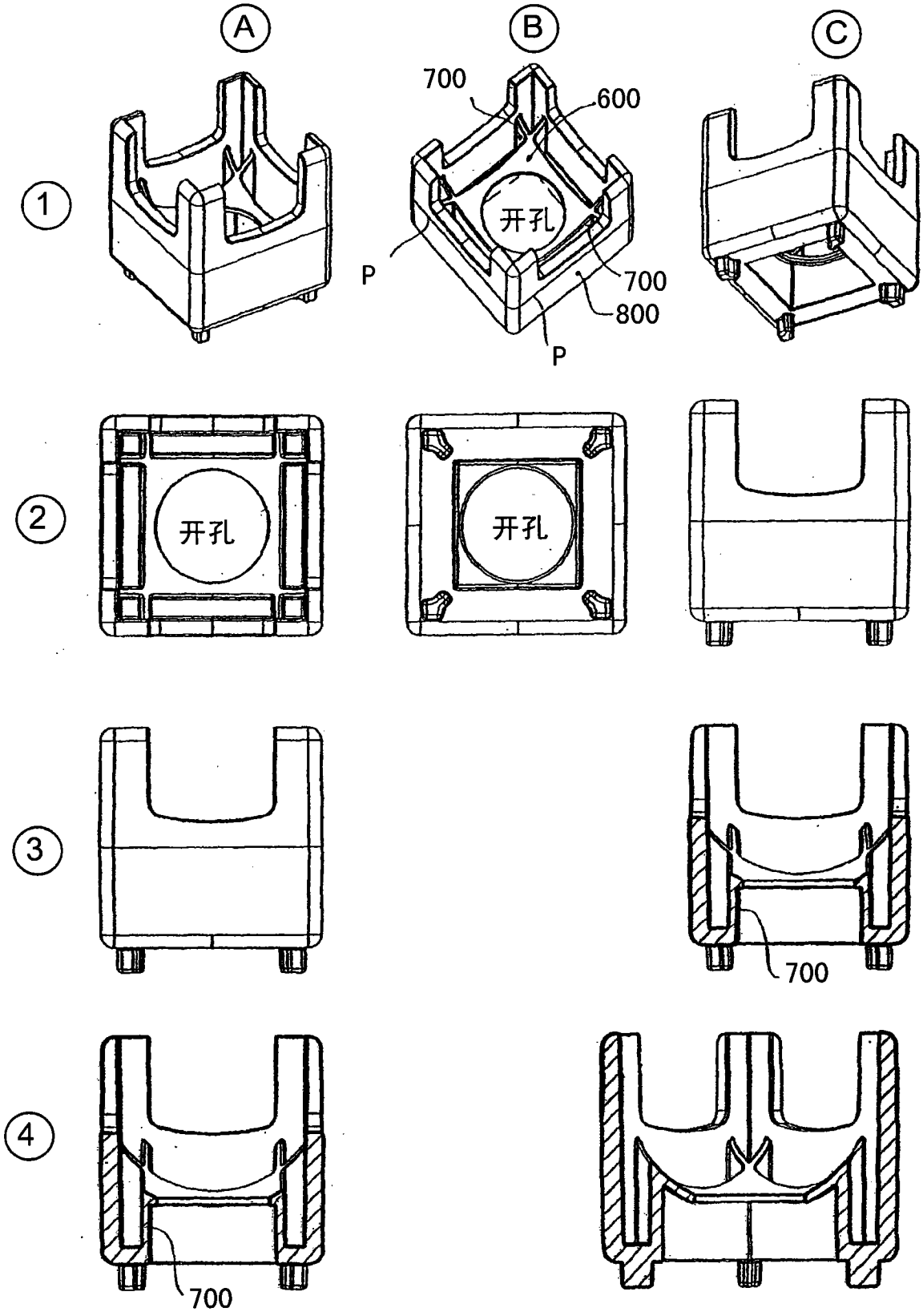


图 52

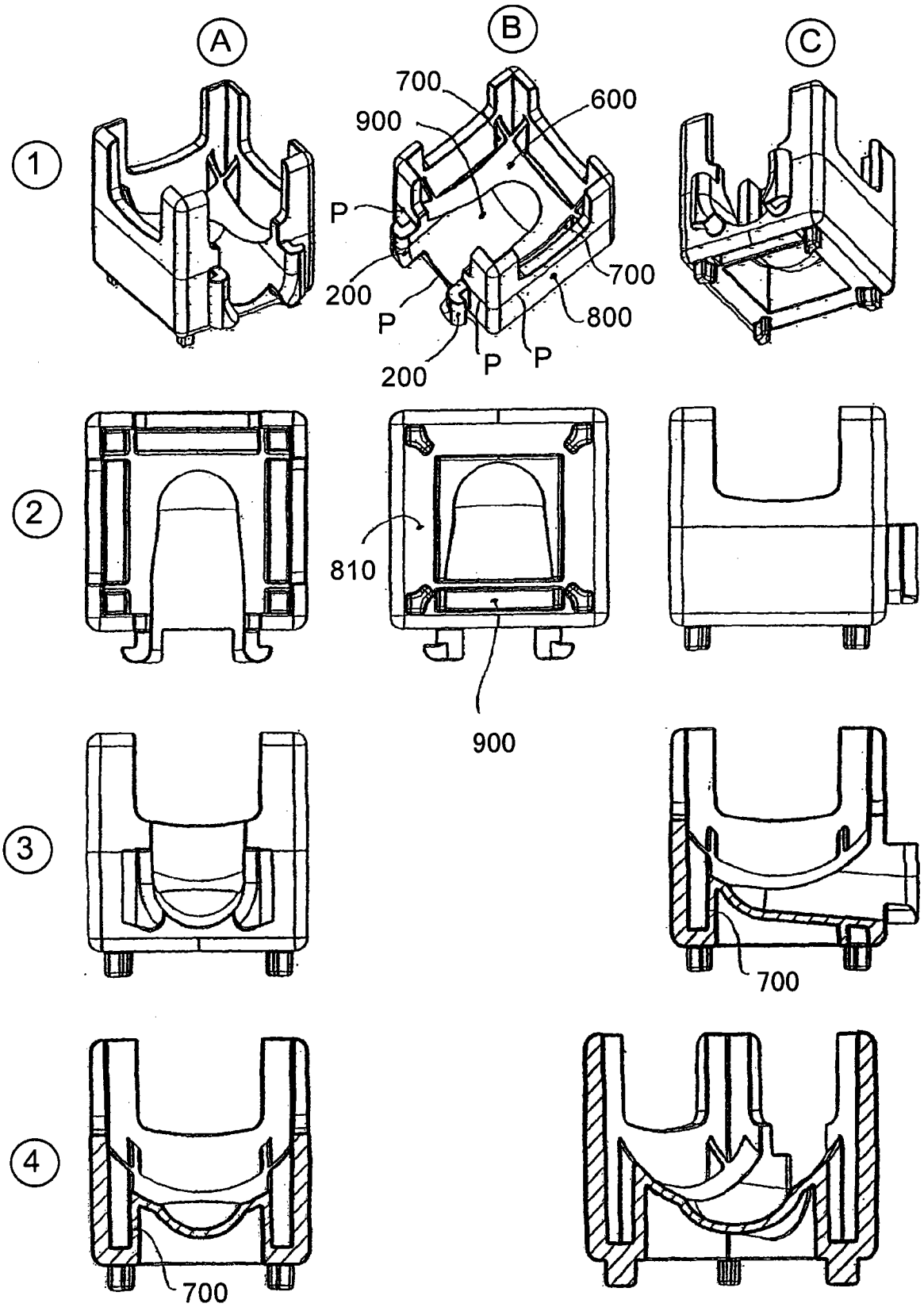


图 53

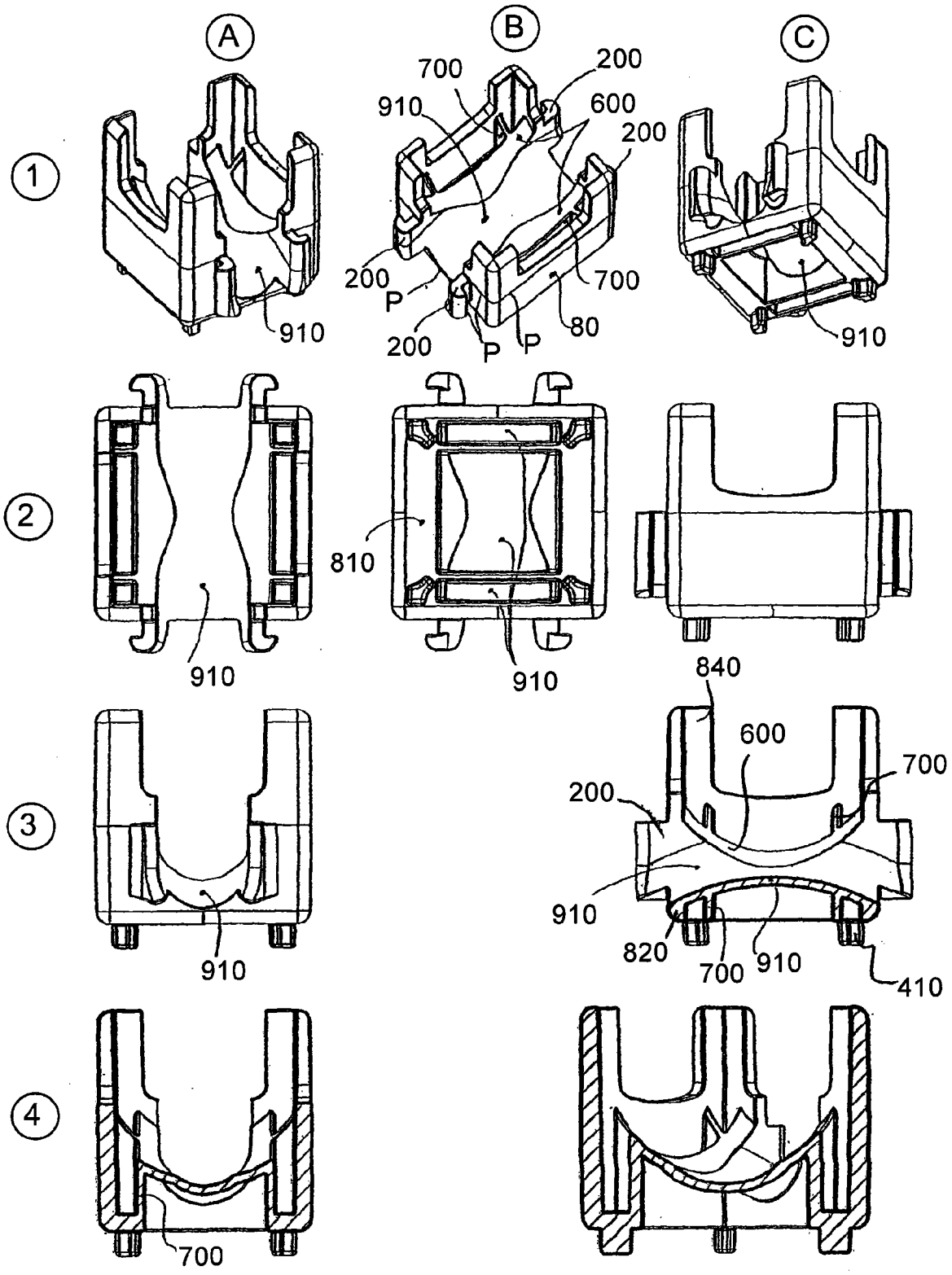

A
B
C
①
②
③
④
910
700
910
600
200
200
200
P
P
P
700
80
910
910
810
910
840
600
700
200
910
820
700
910
410
700

图 54

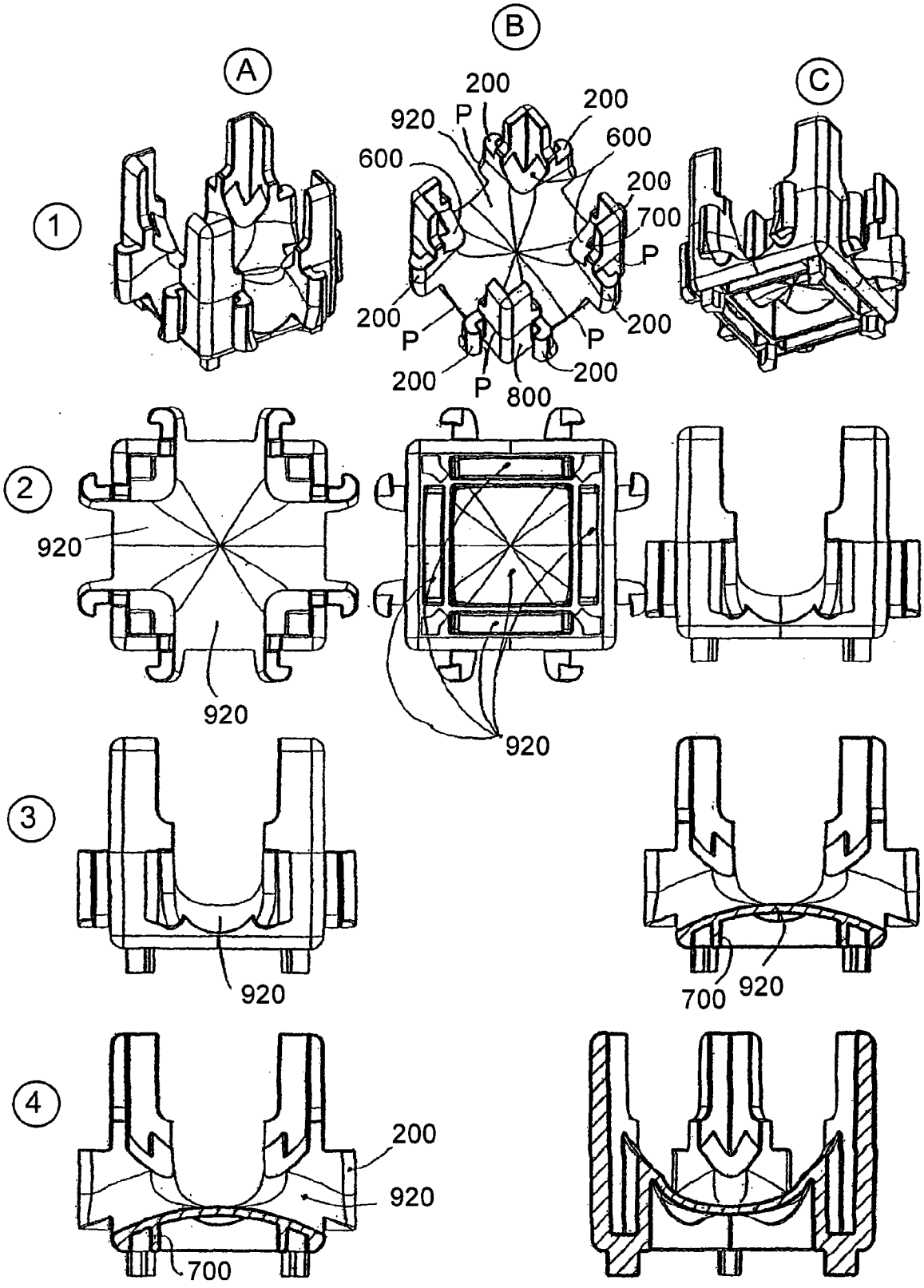


图 55

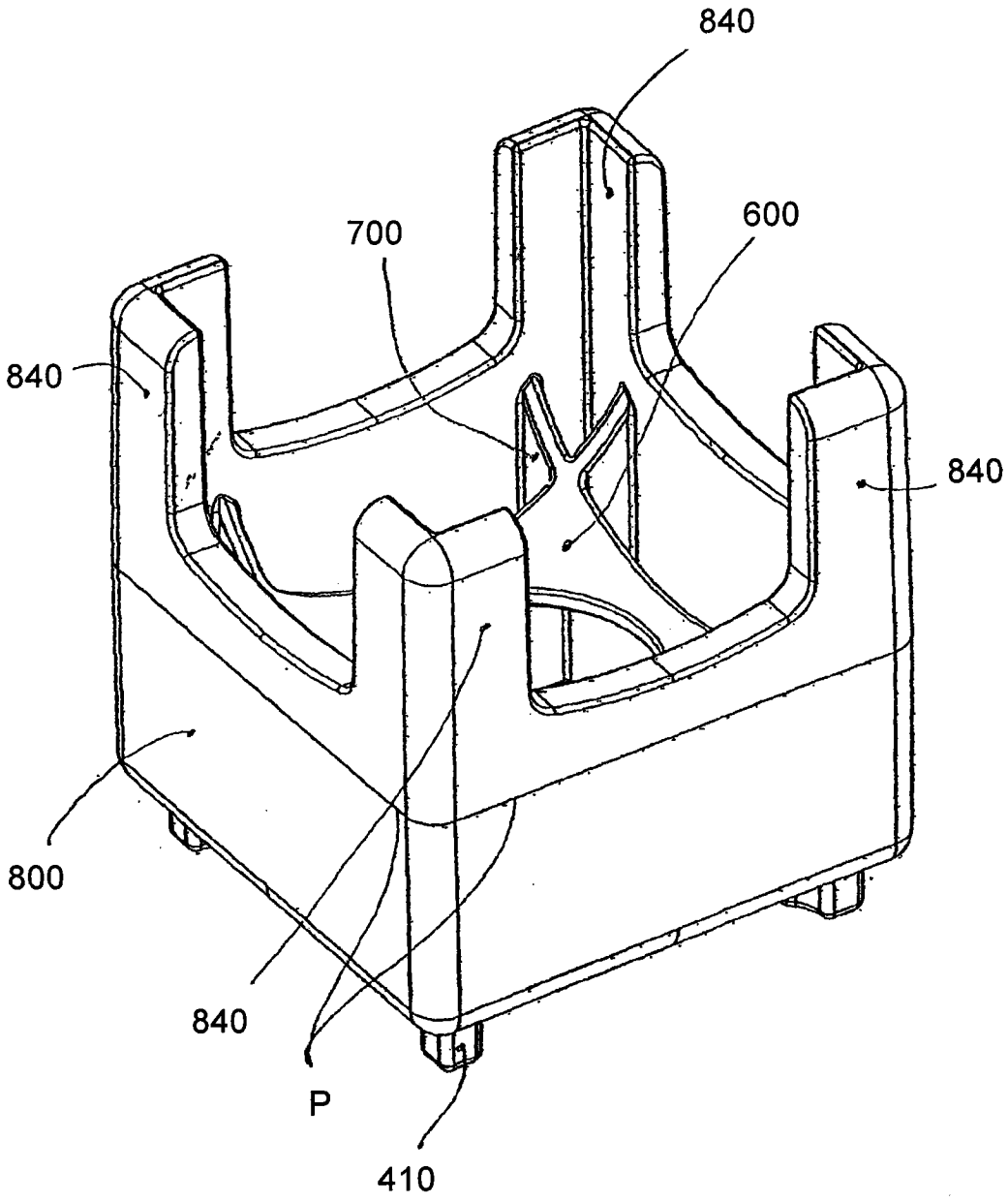


图 56A

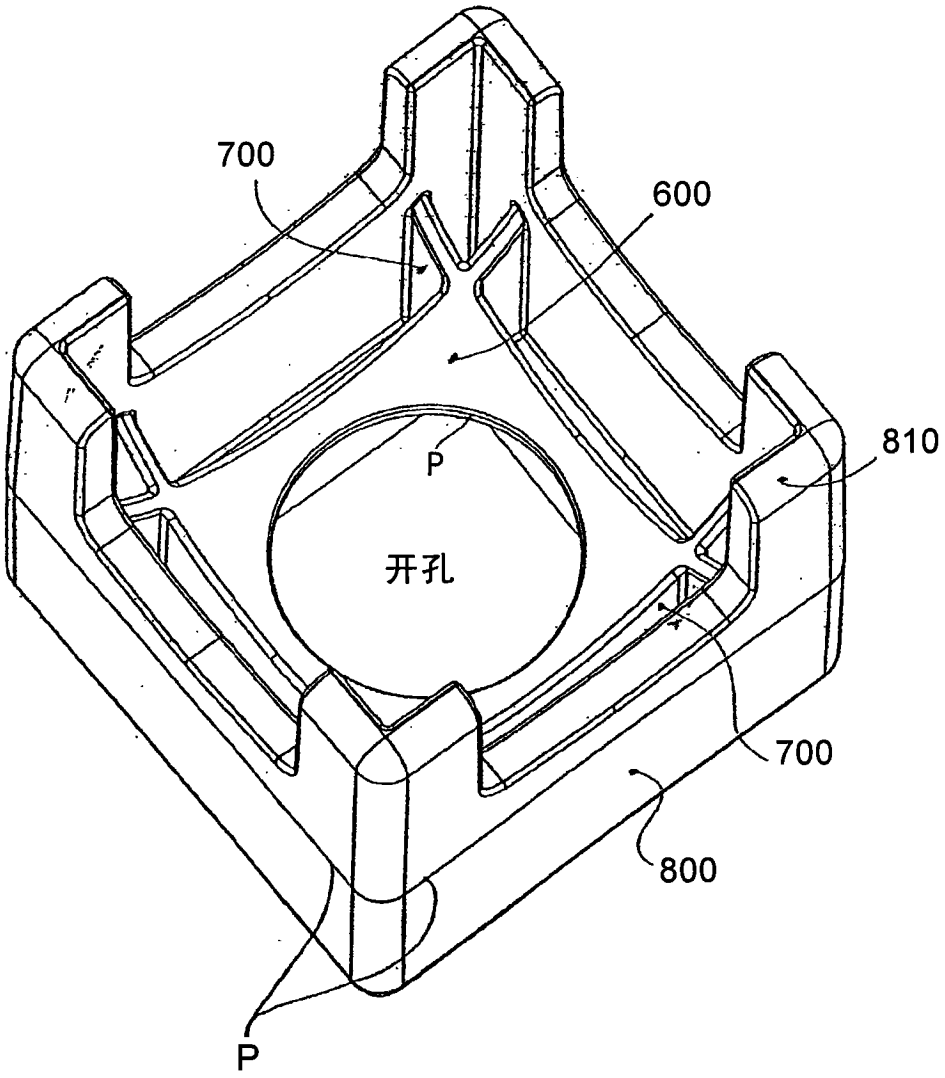


图 56B

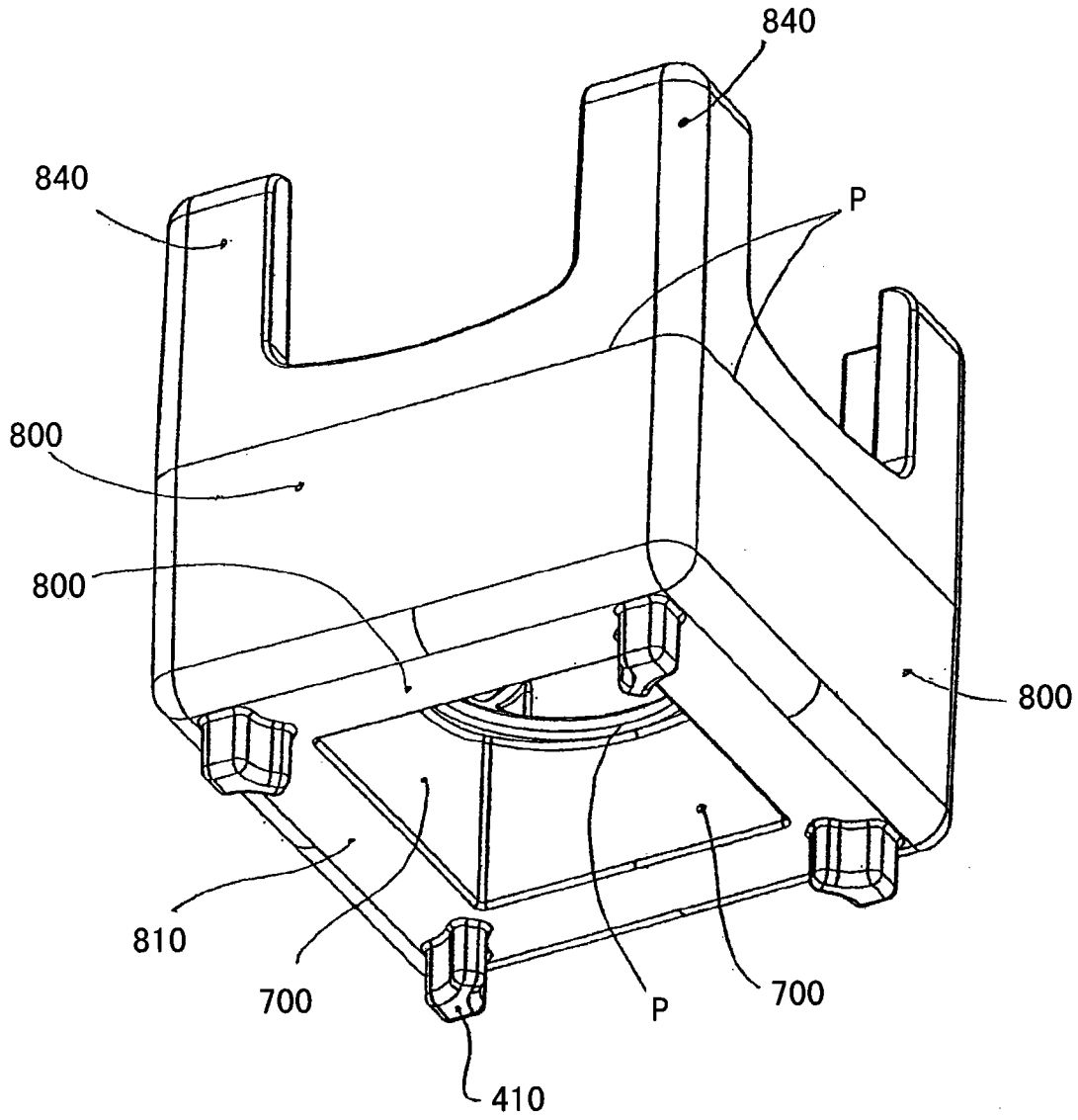


图 56C

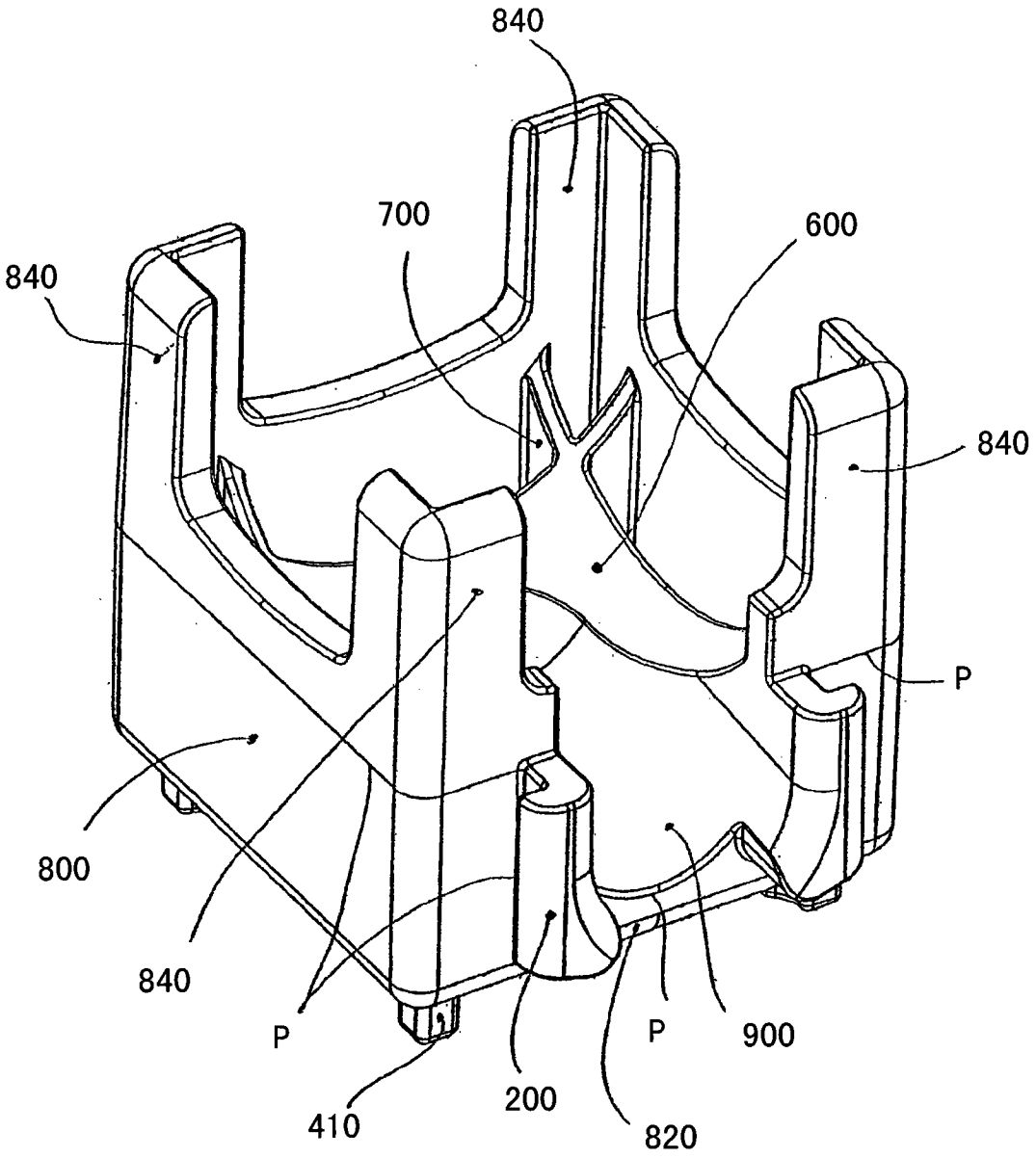


图 57A

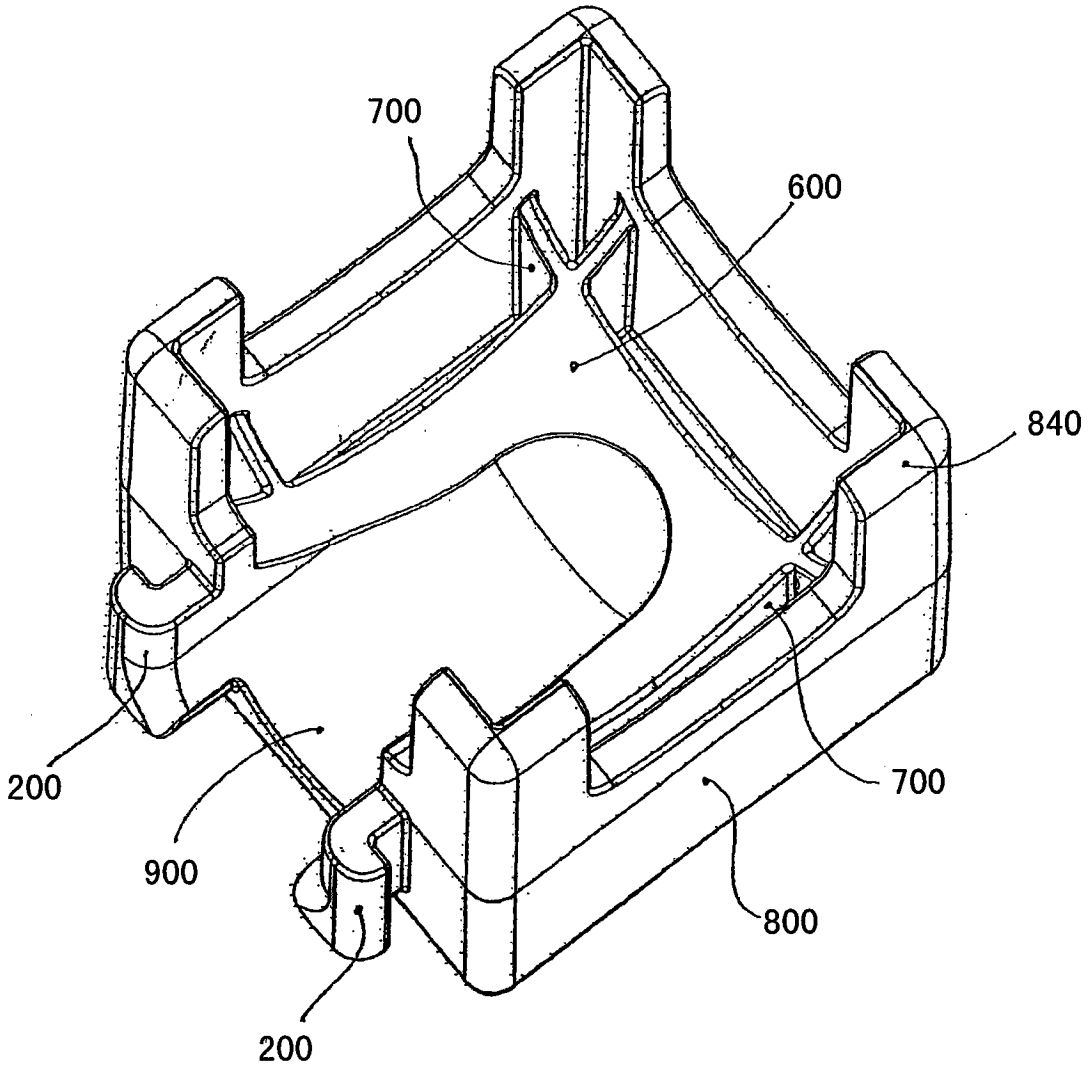


图 57B

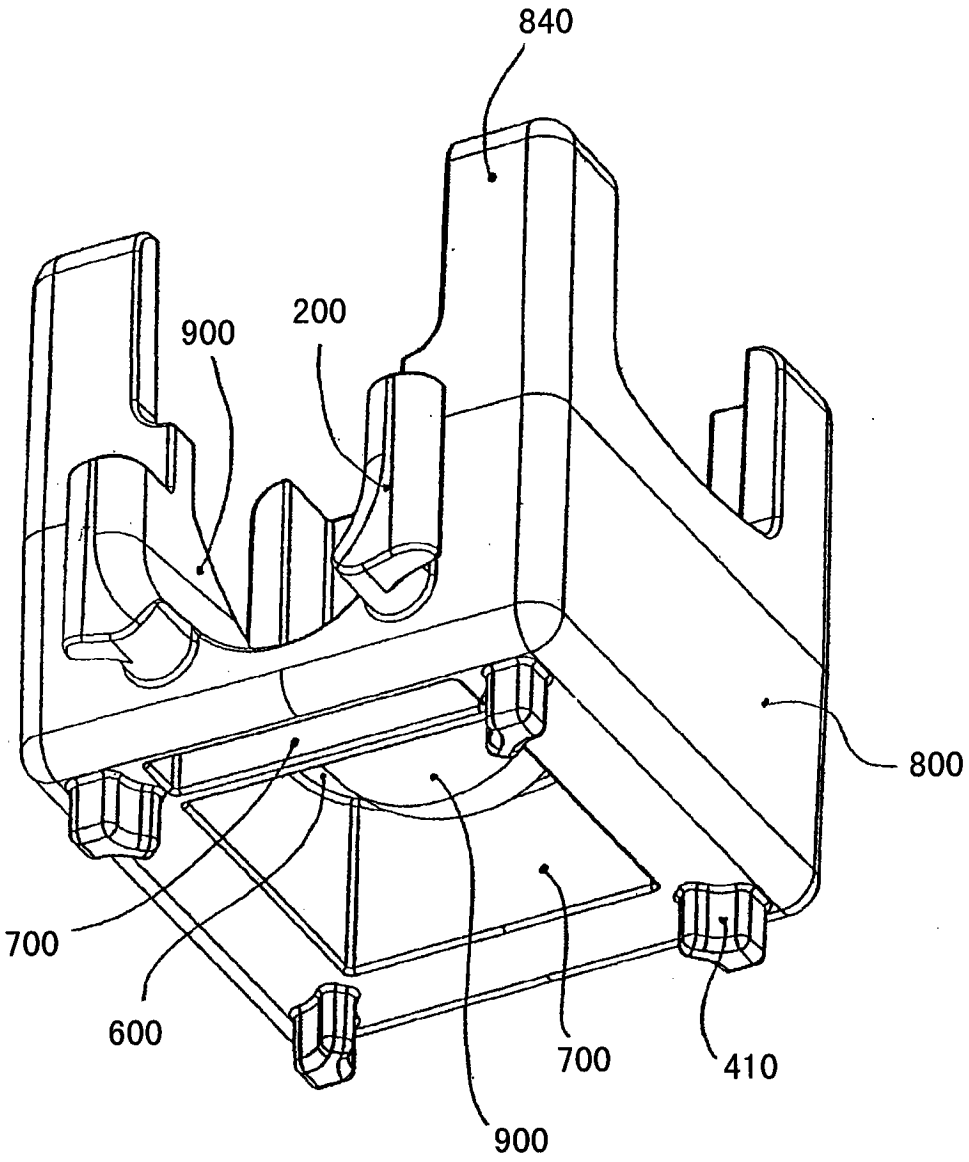


图 57C

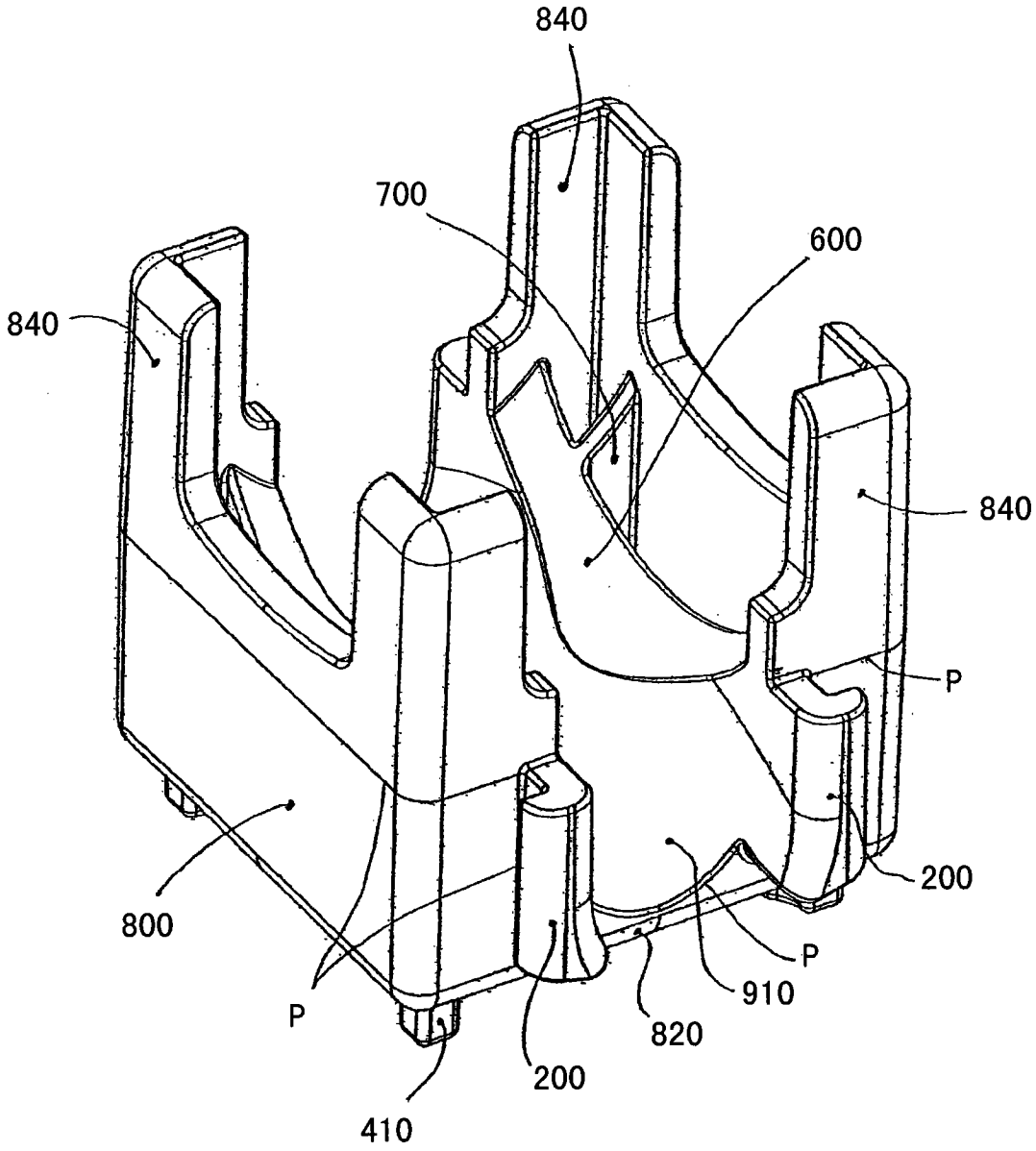


图 58A

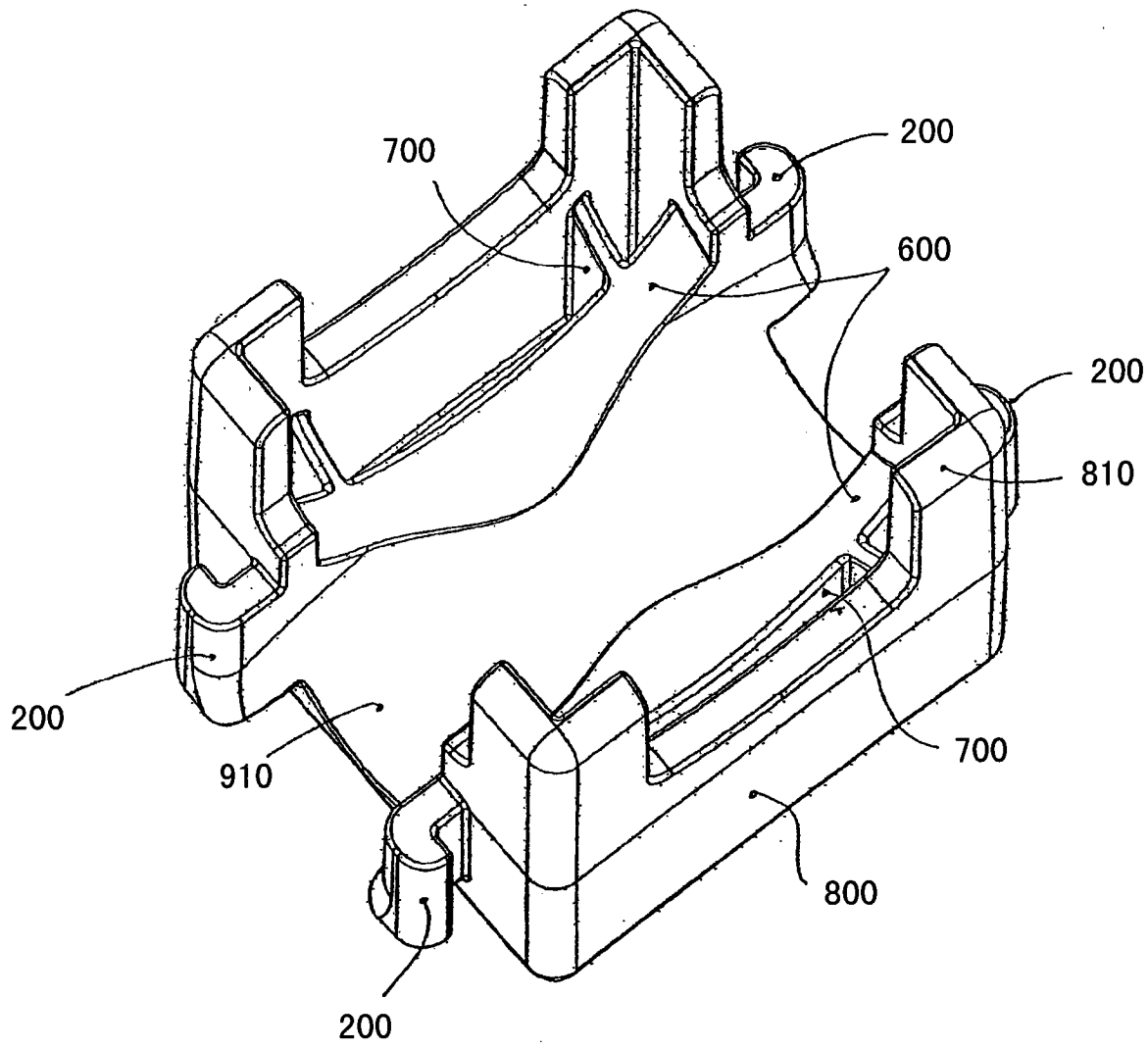


图 58B

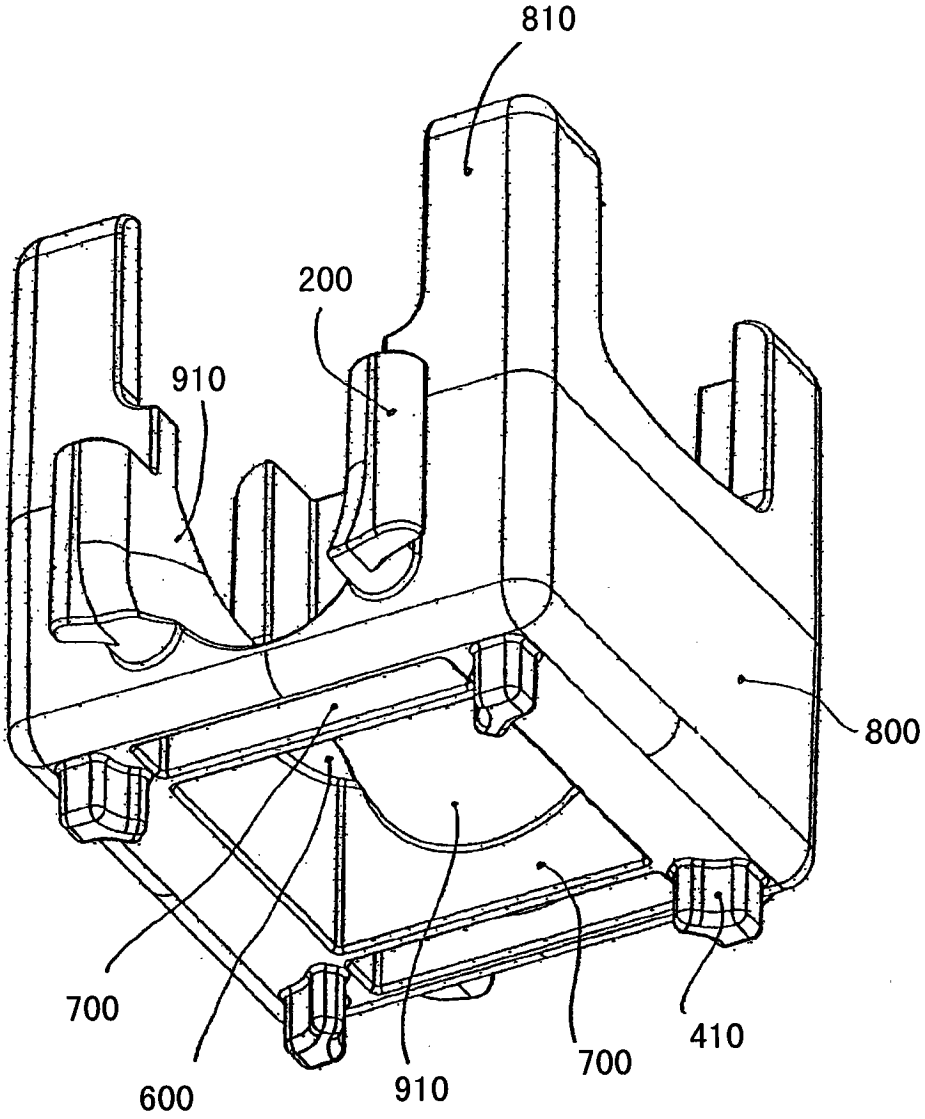


图 58C

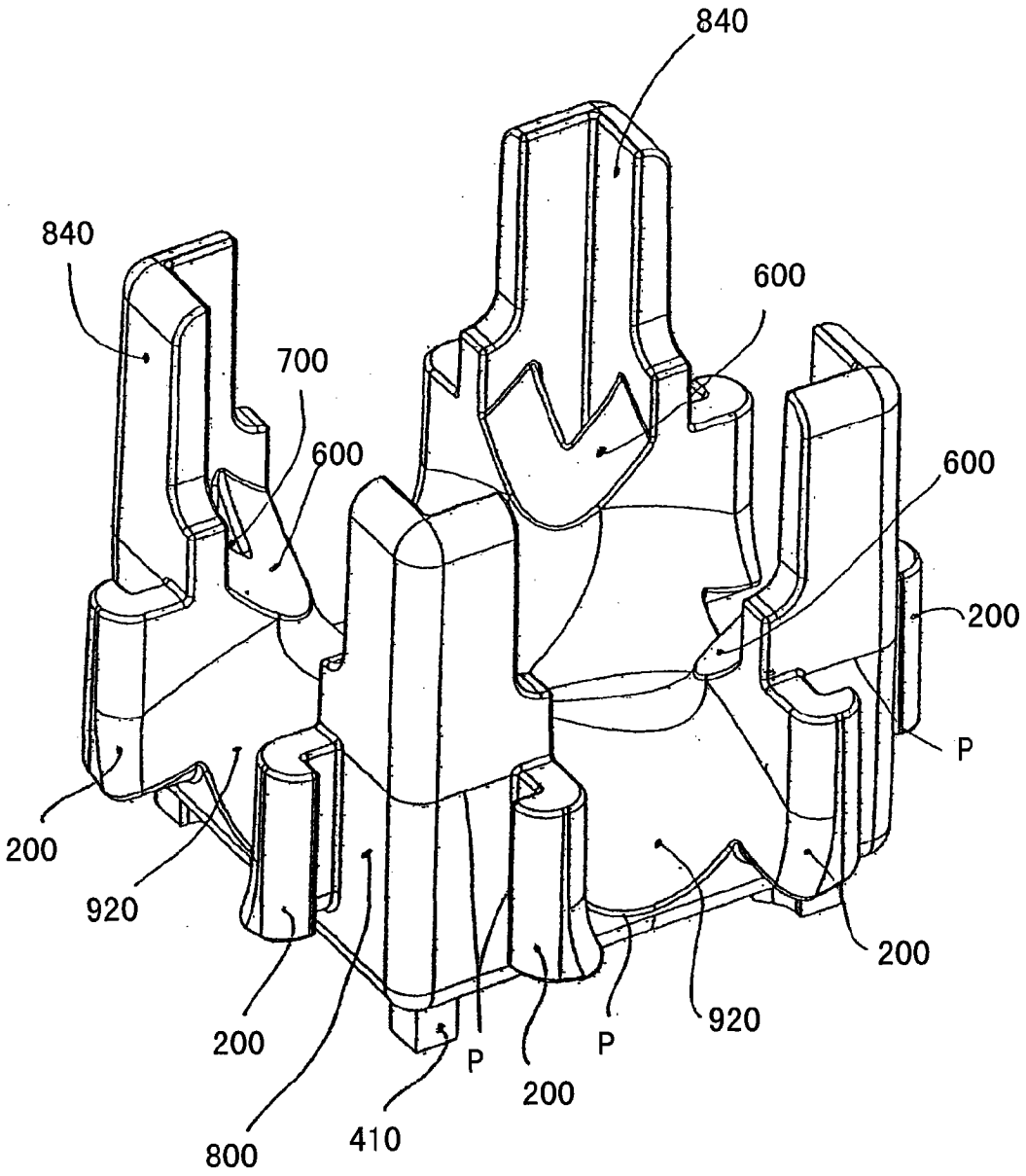


图 59A

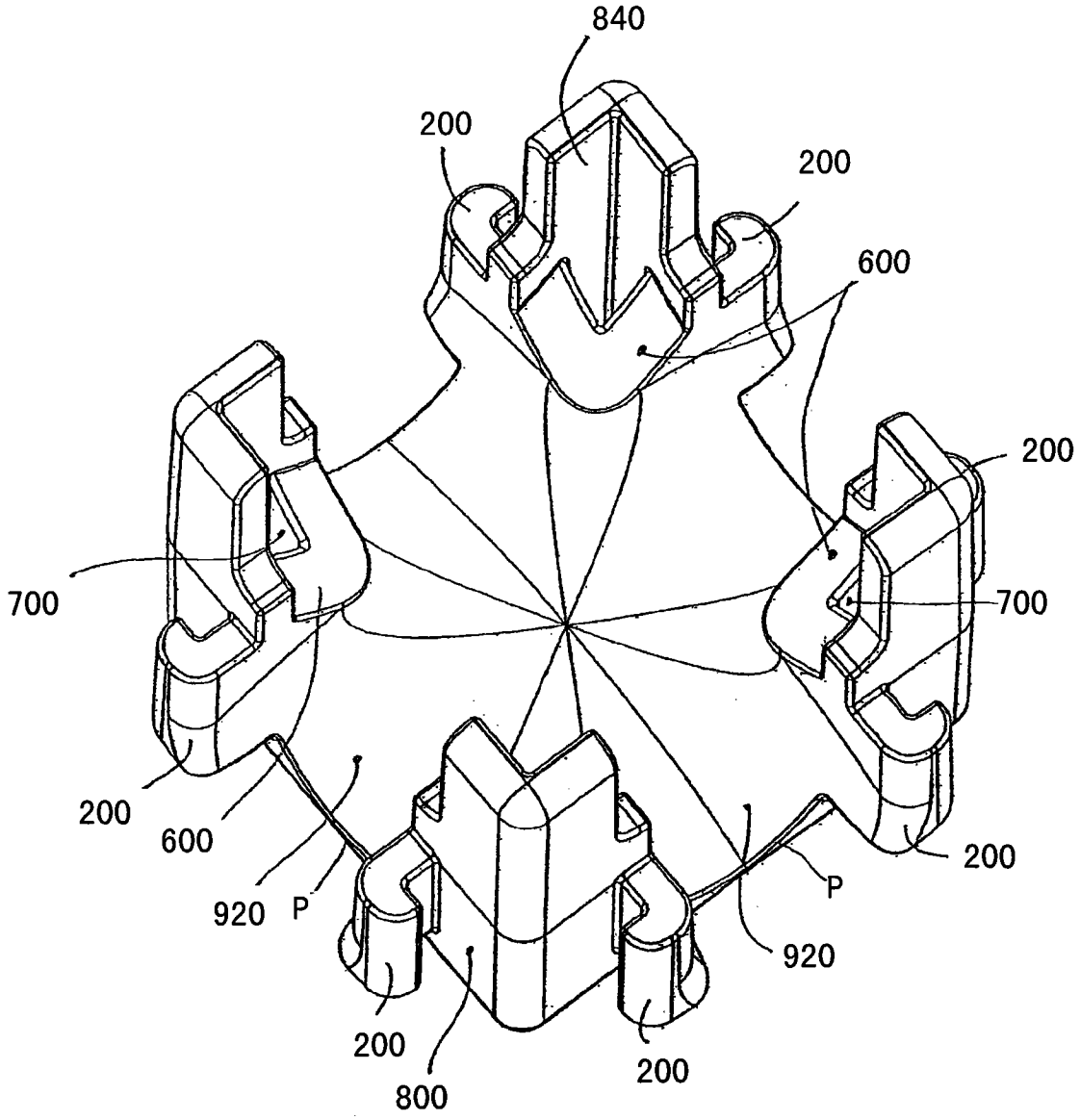


图 59B

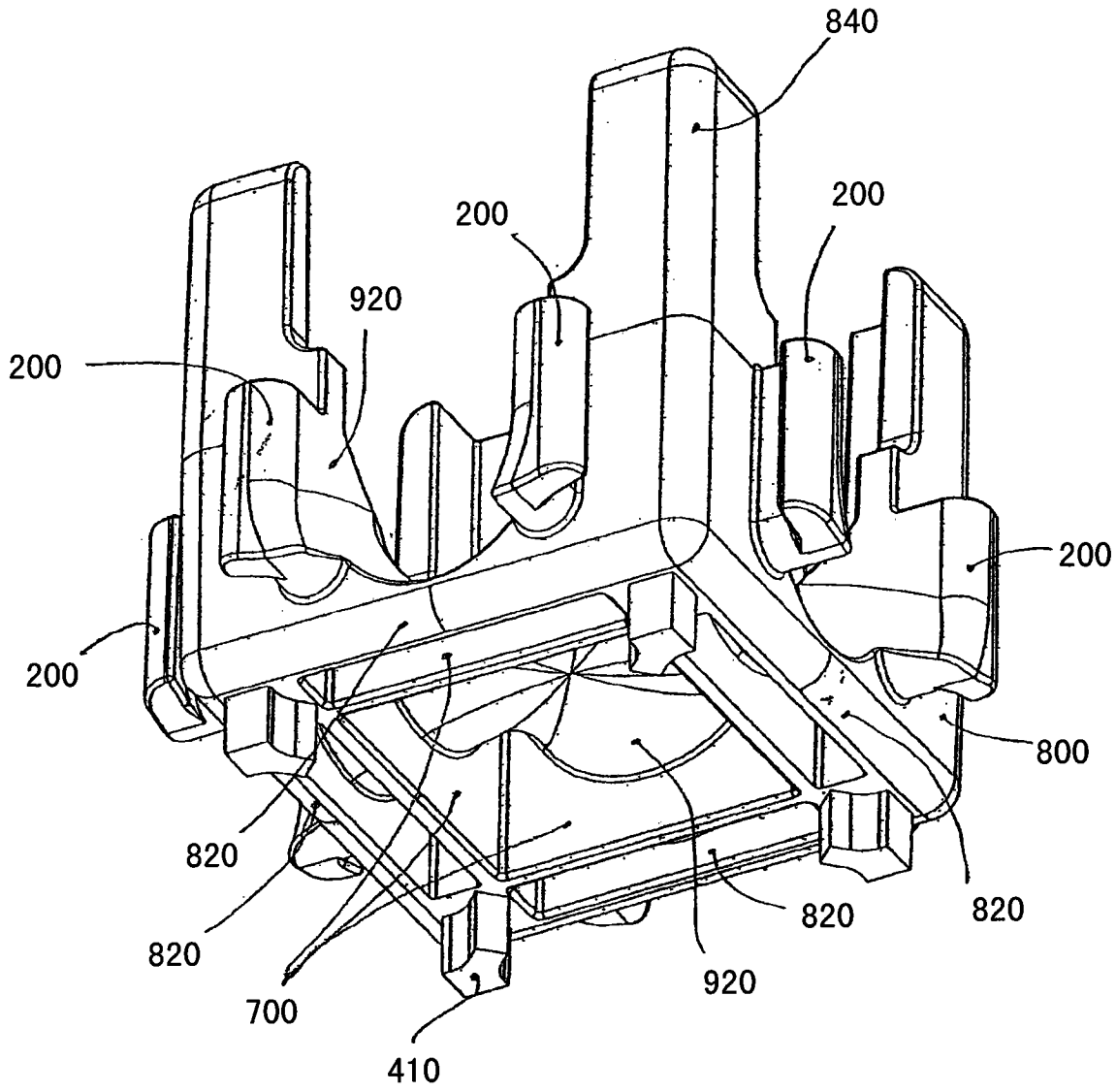


图 59C

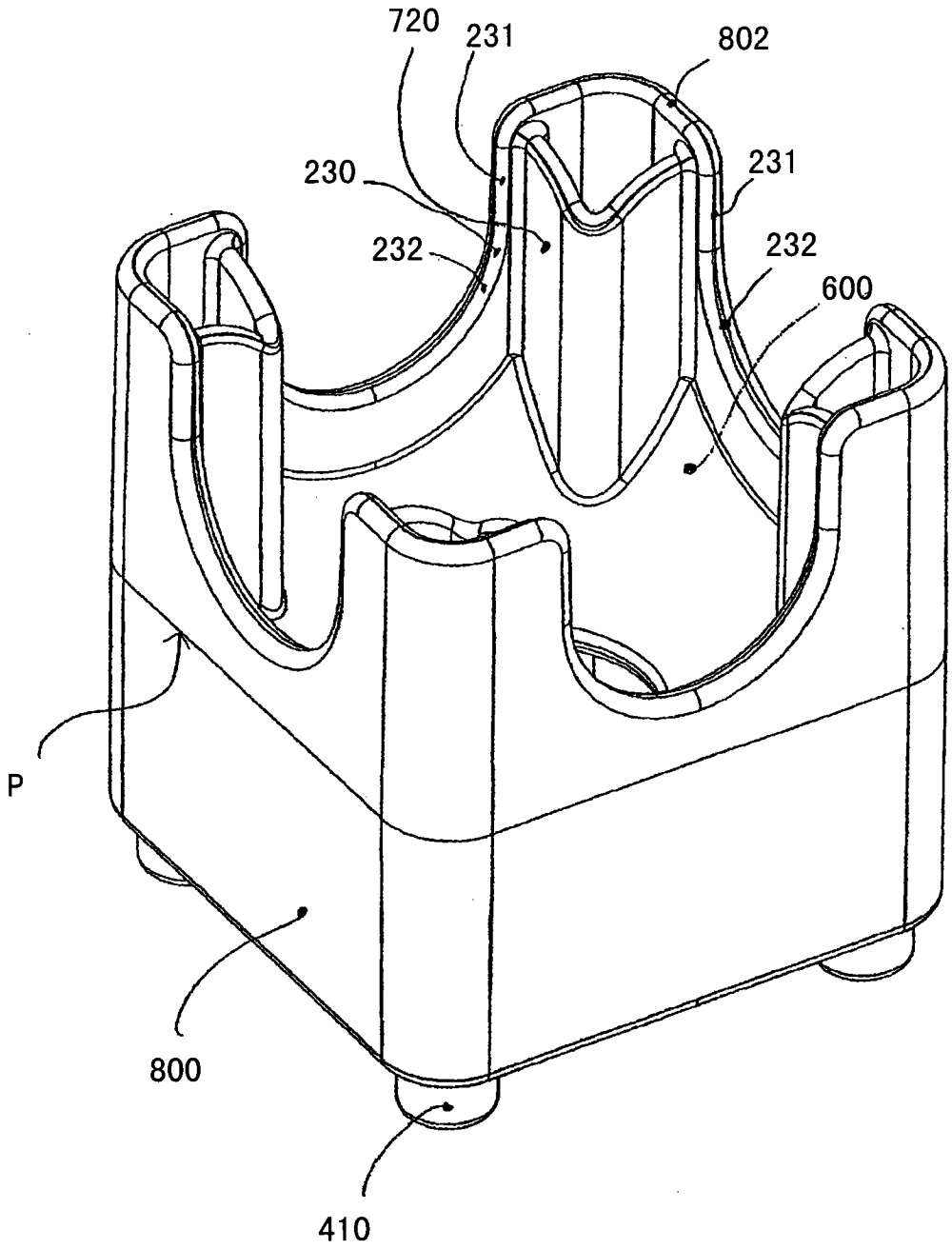


图 60A

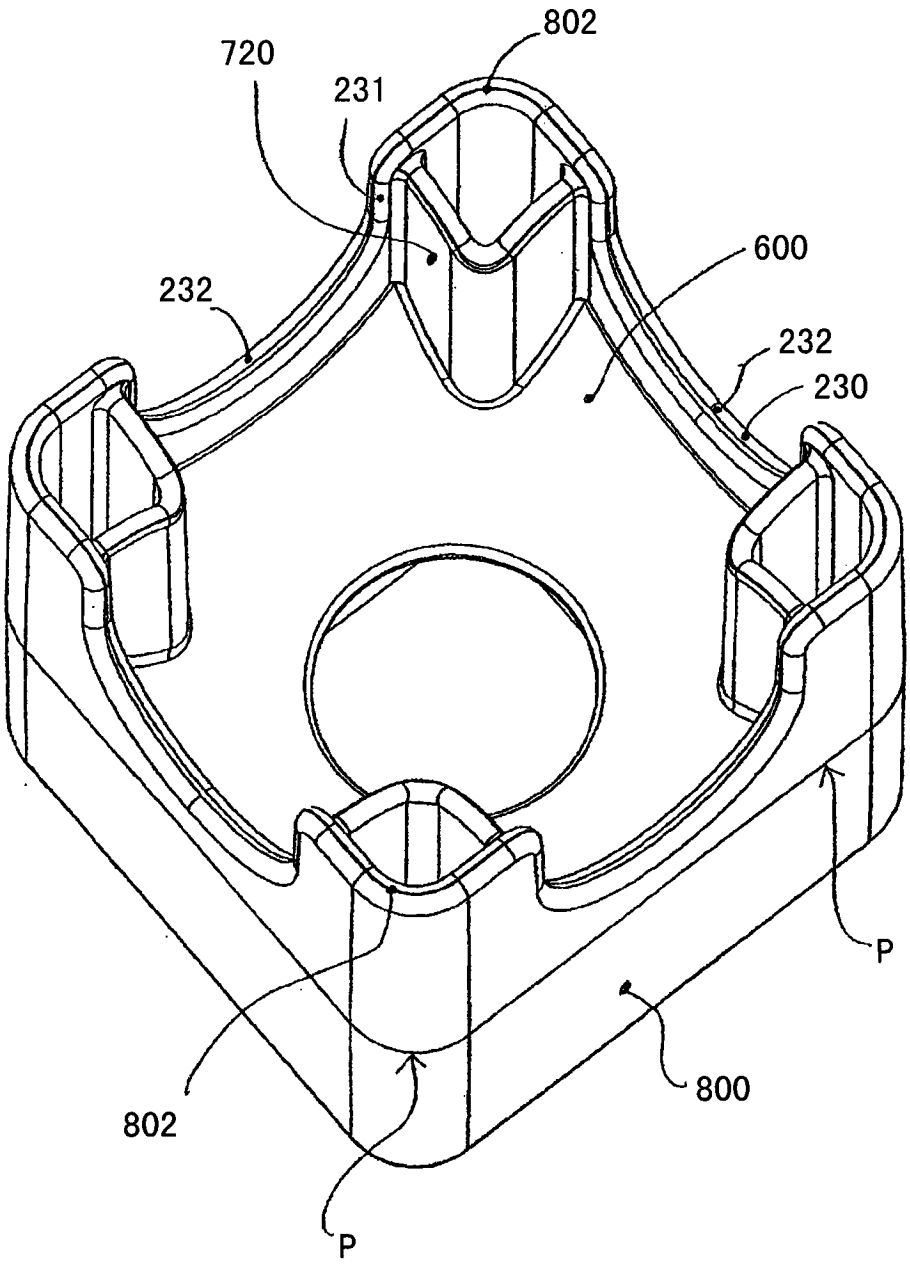


图 60B

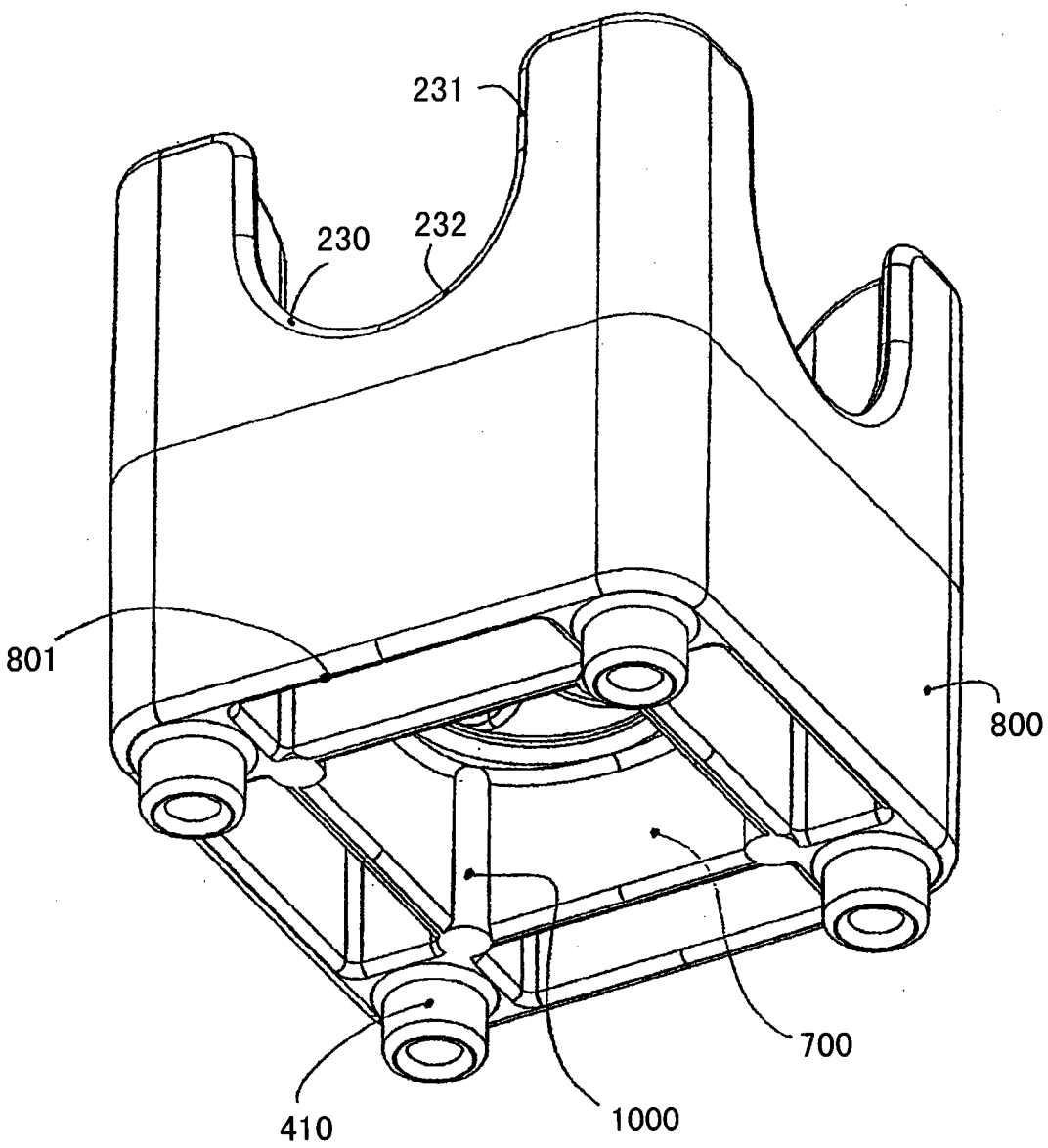


图 60C

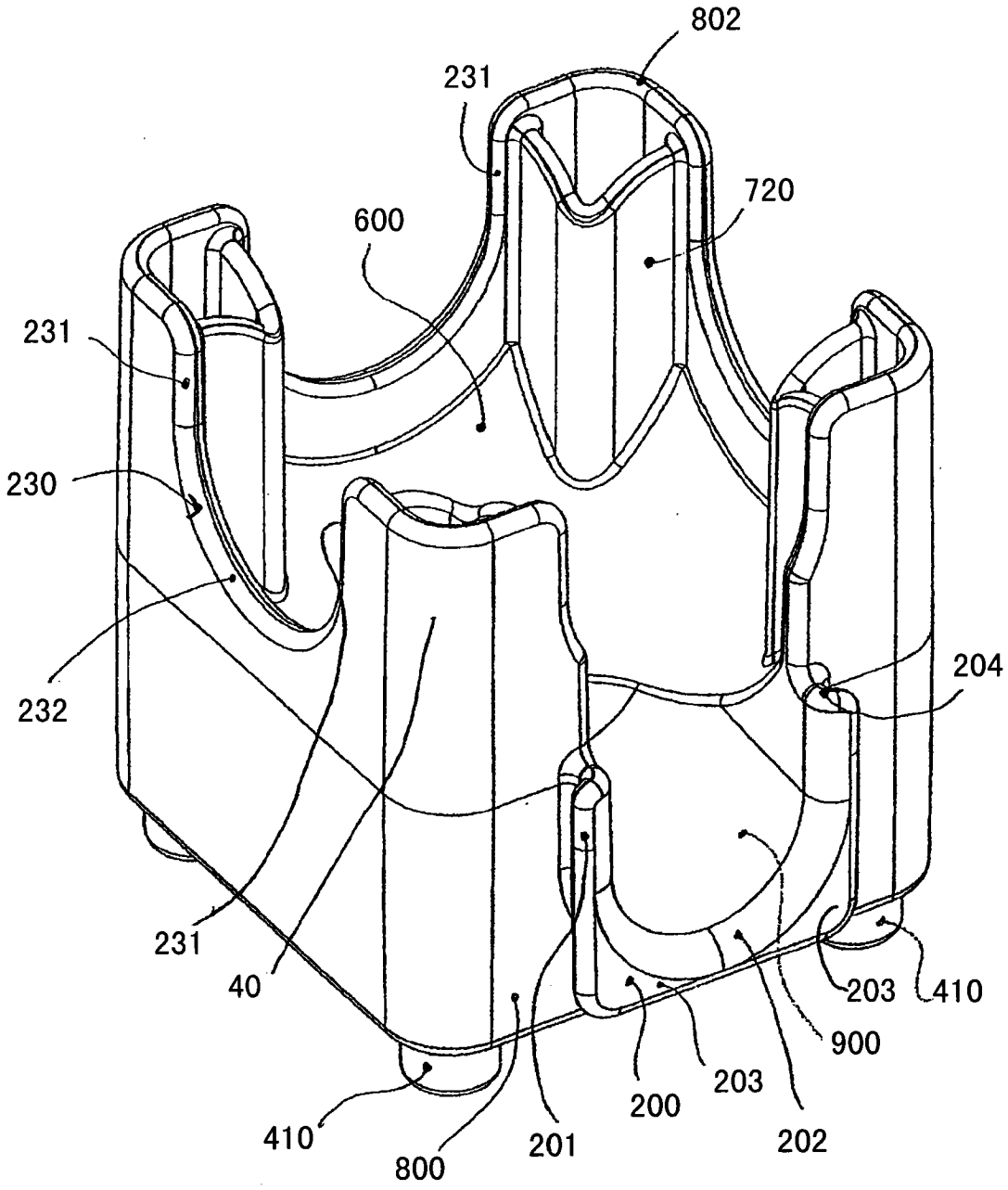

802
231
720
600
231
230
232
204
231
40
203
410
900
203
200
410
800
201
202

图 61A

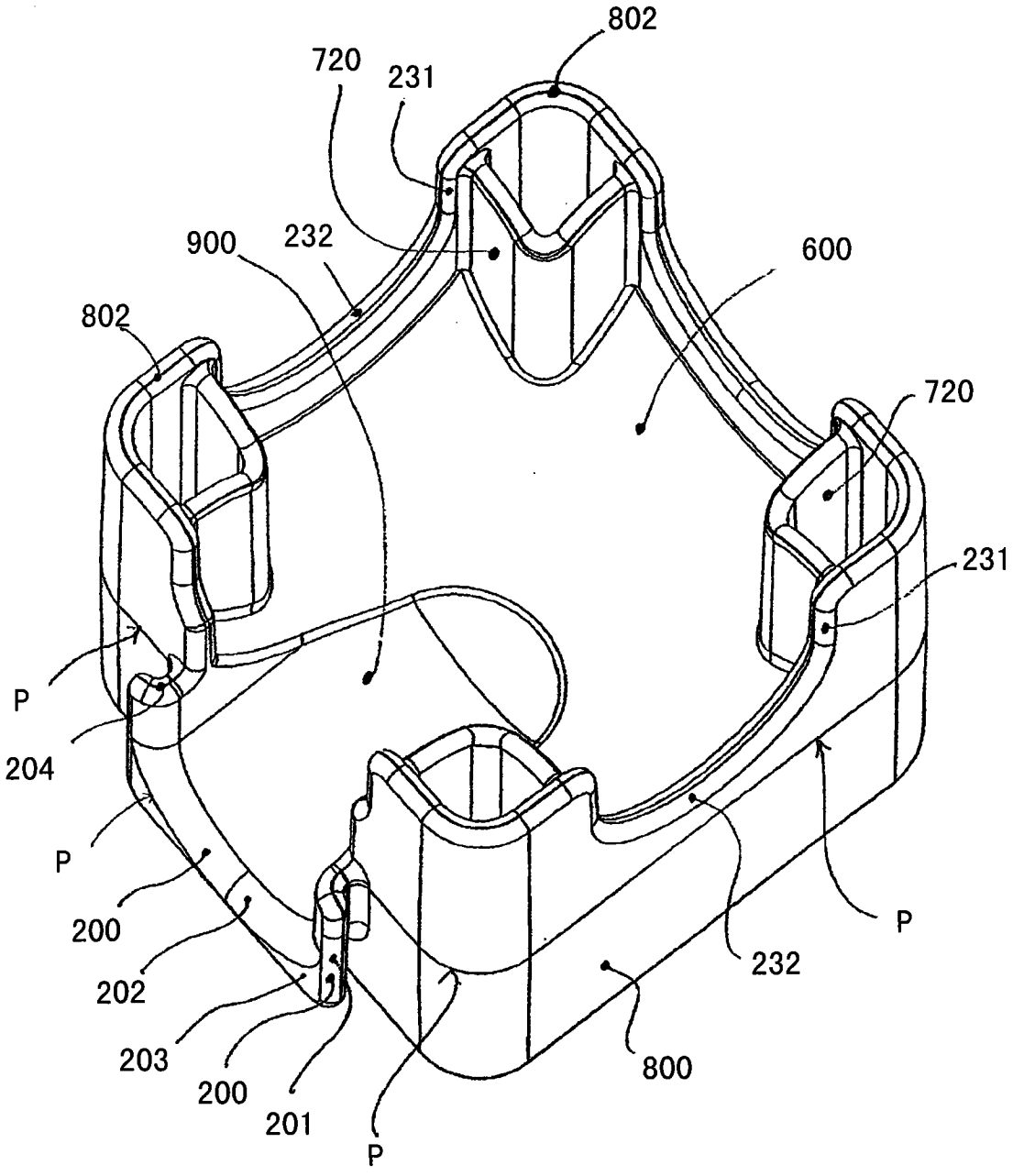

802
720
231
900
232
600
802
720
231
P
204
P
200
202
203
200
201
P
800
232
P

图 61B

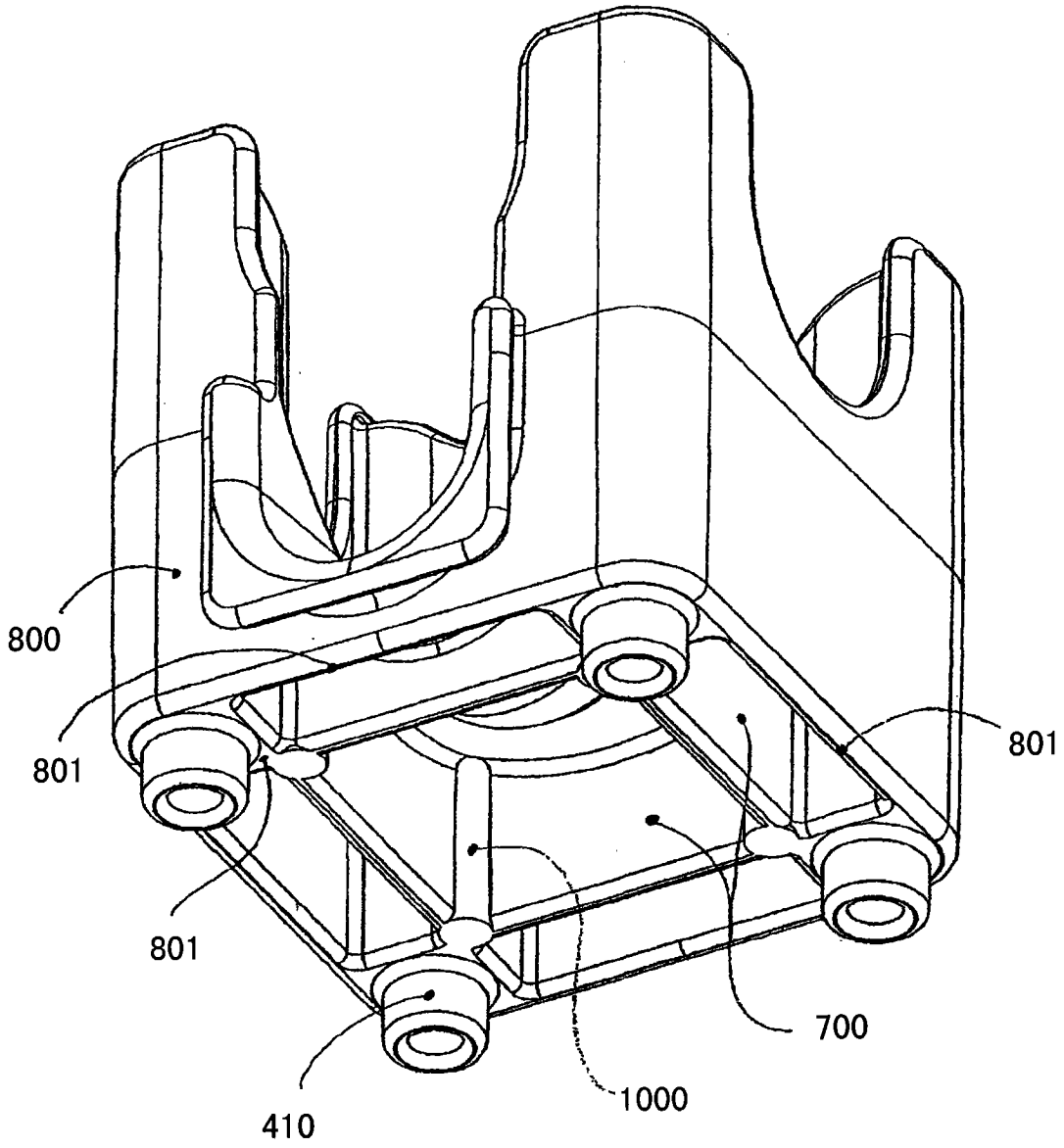


图 61C

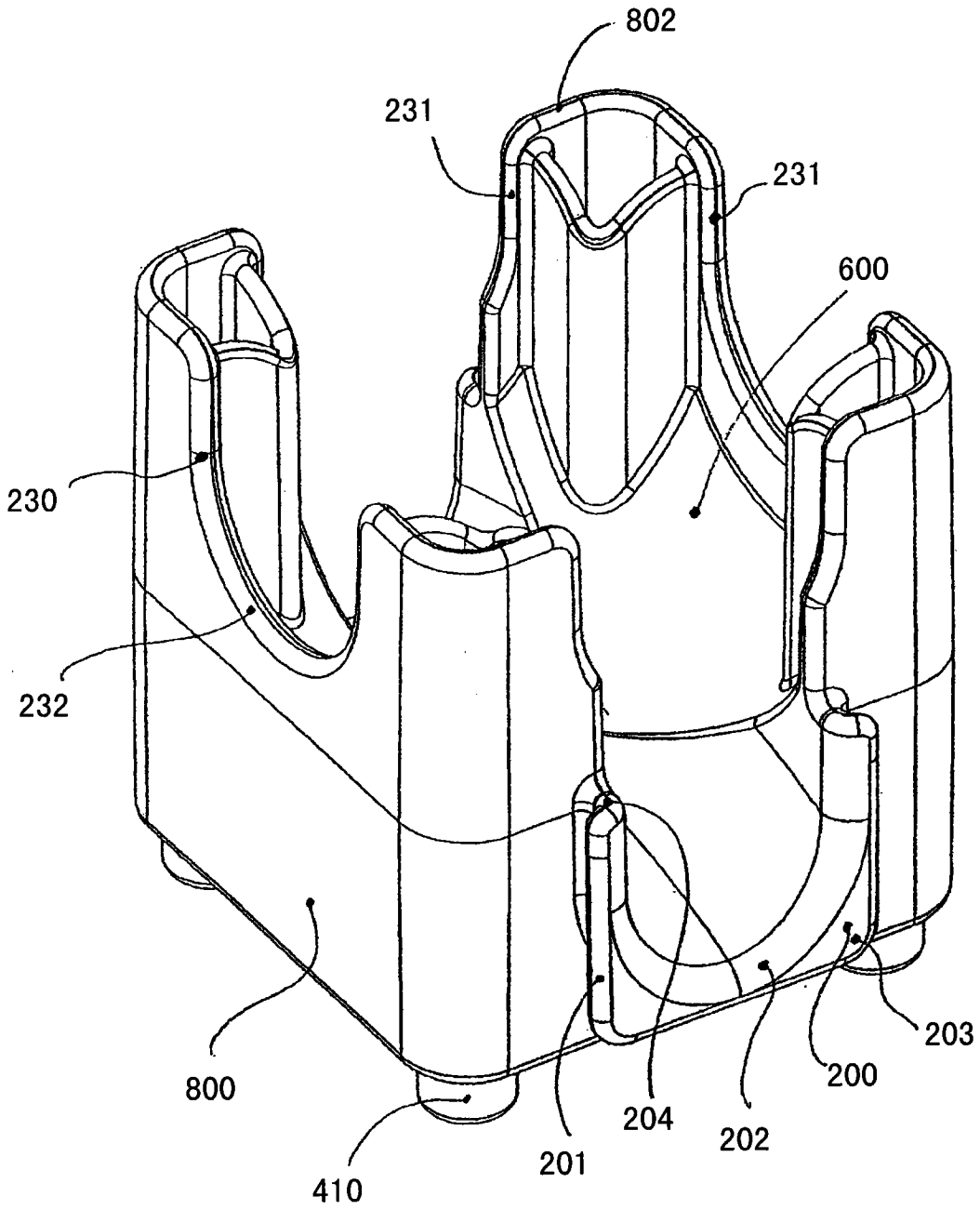


图 62A

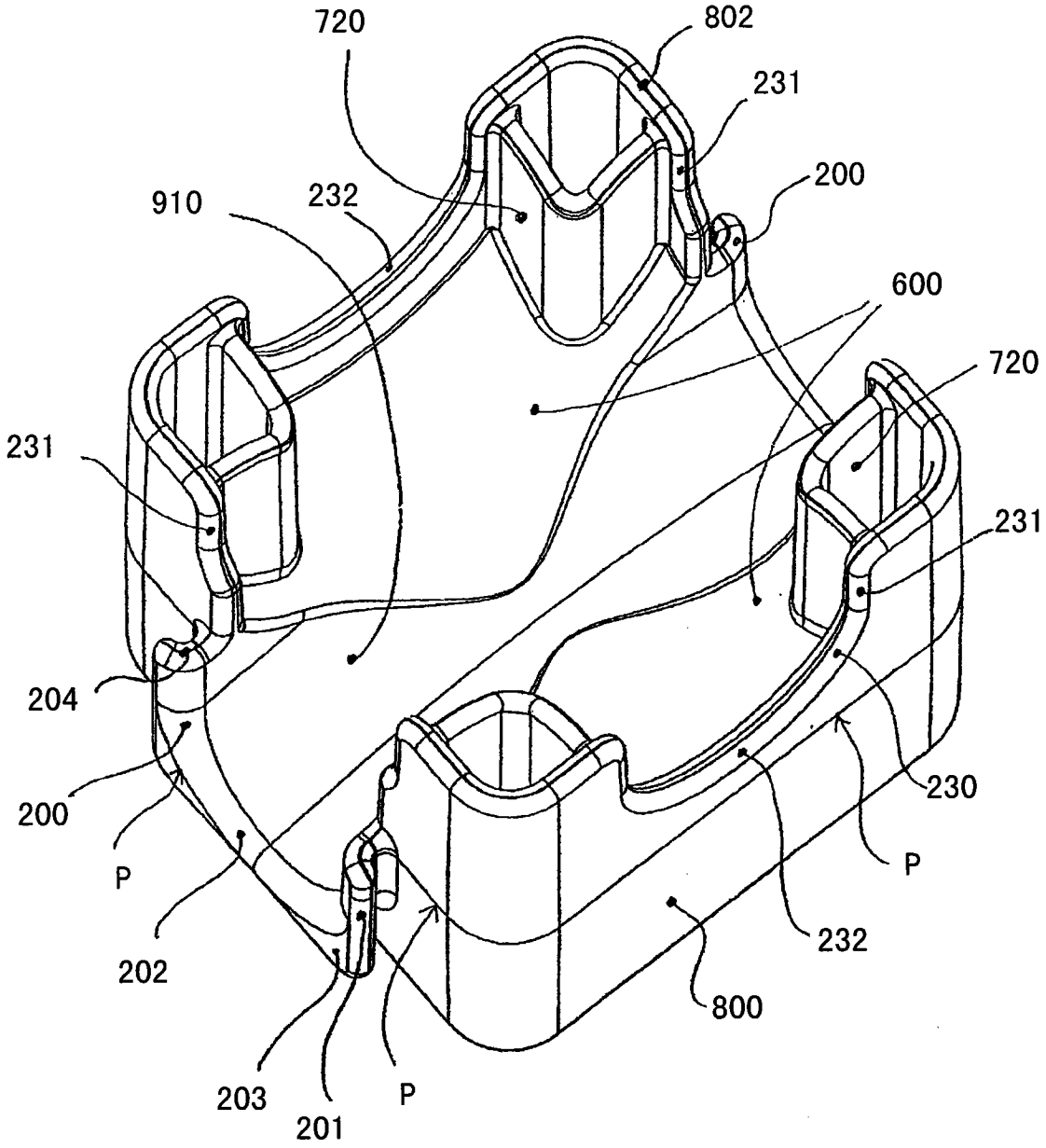

720
802
231
910
232
200
600
720
231
231
204
200
P
202
203
201
P
230
P
232
800

图 62B

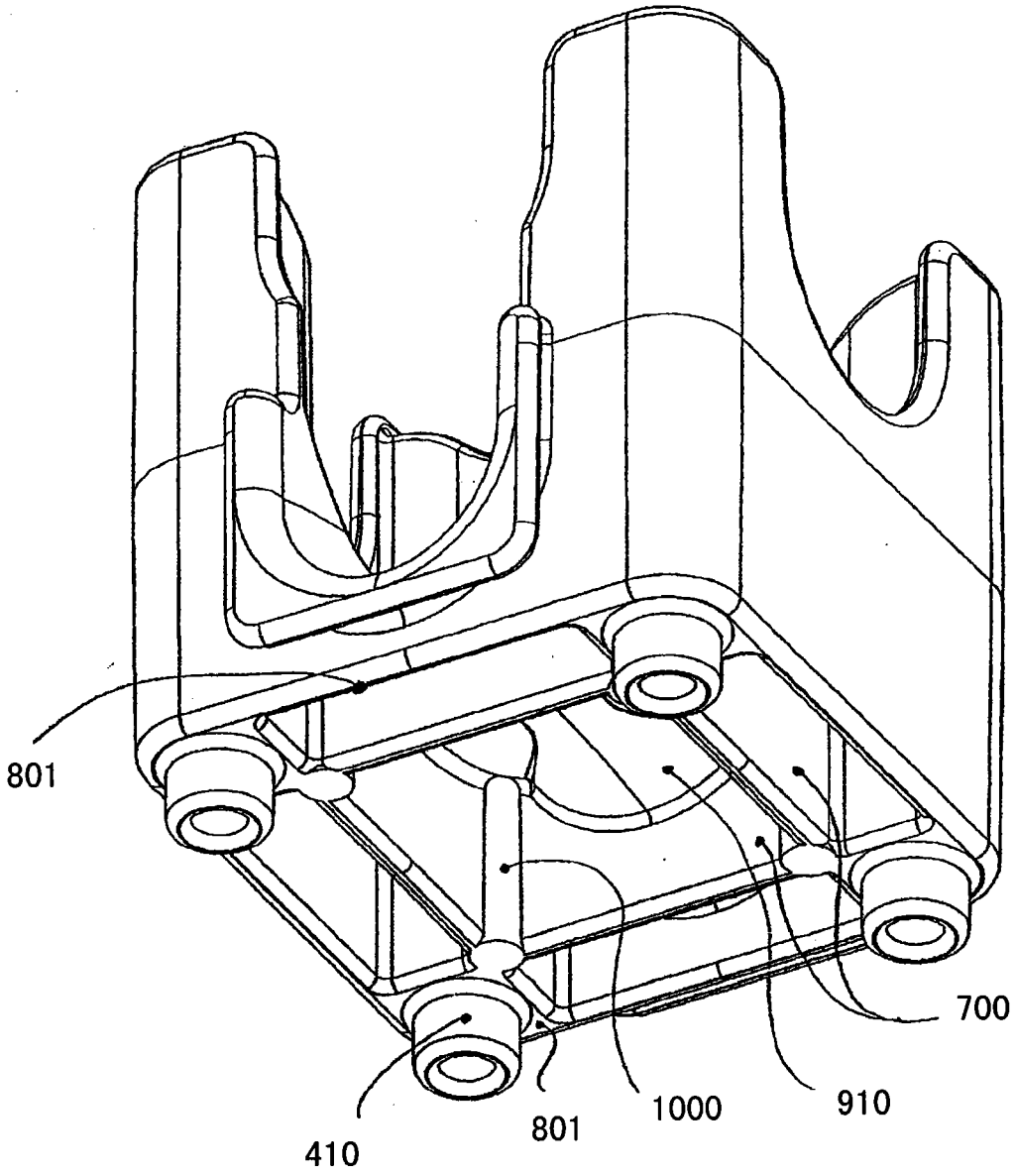


图 62C

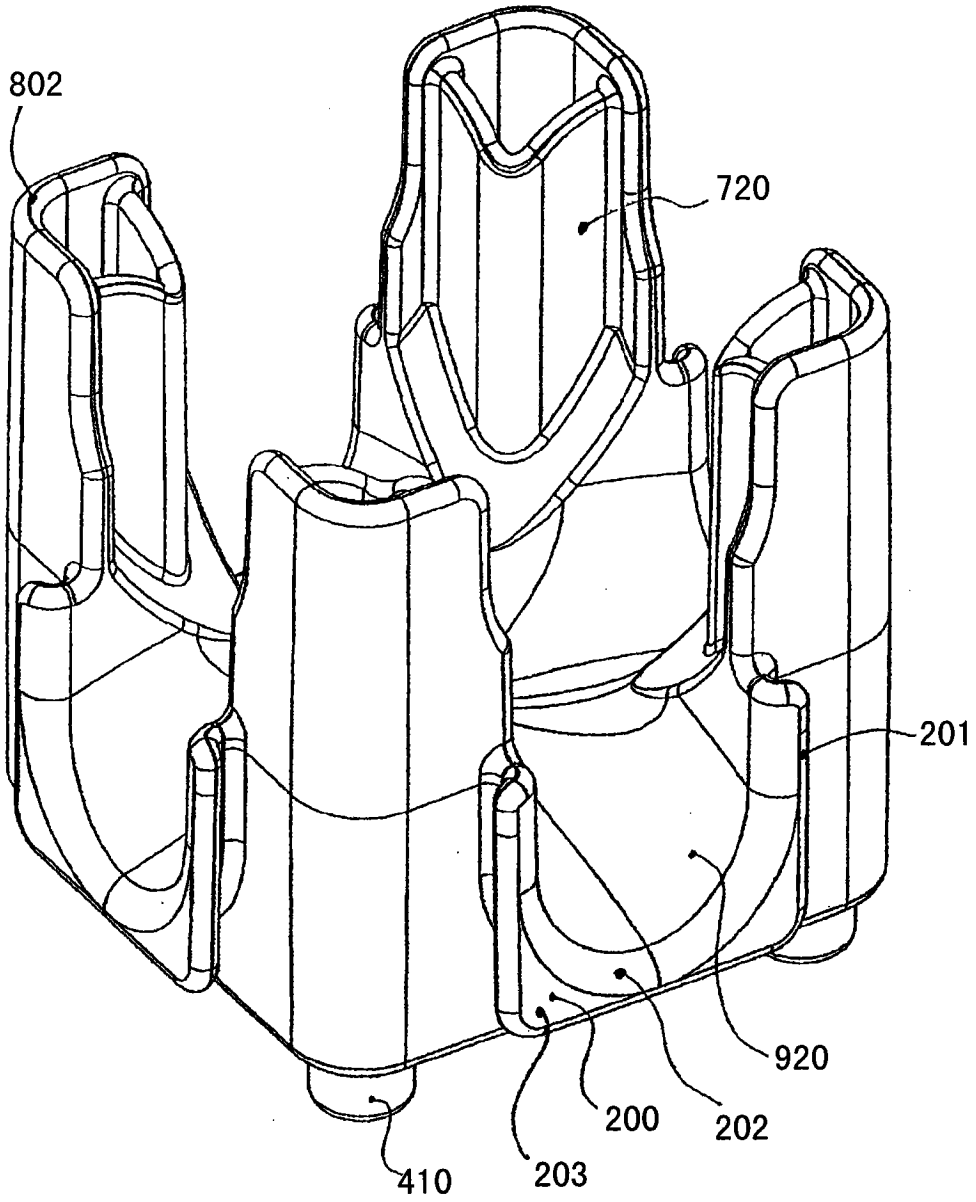


图 63A

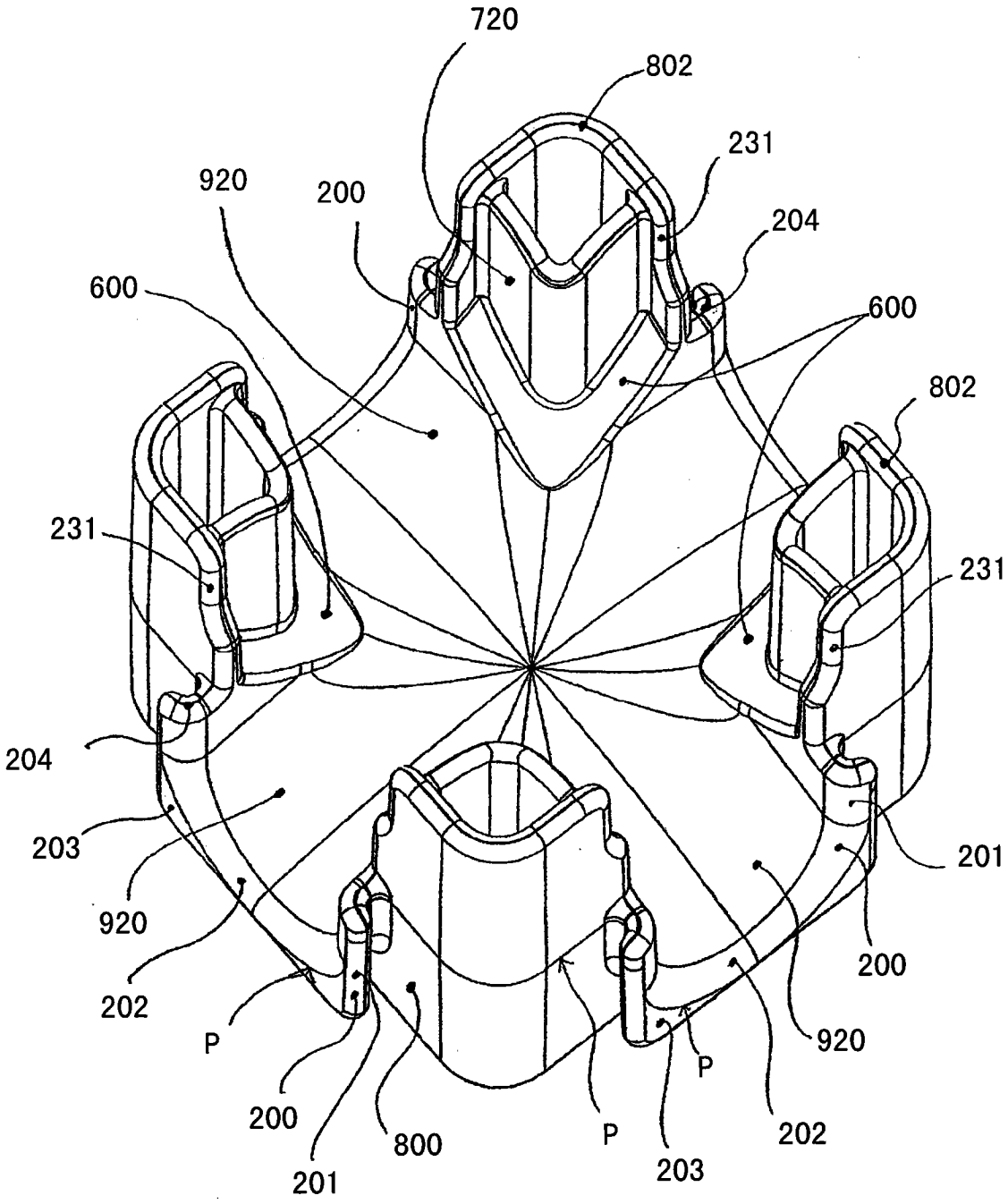

720
802
231
920
200
204
600
600
802
231
231
204
203
201
920
200
202
920
P
P
200
800
P
202
201
203

图 63B

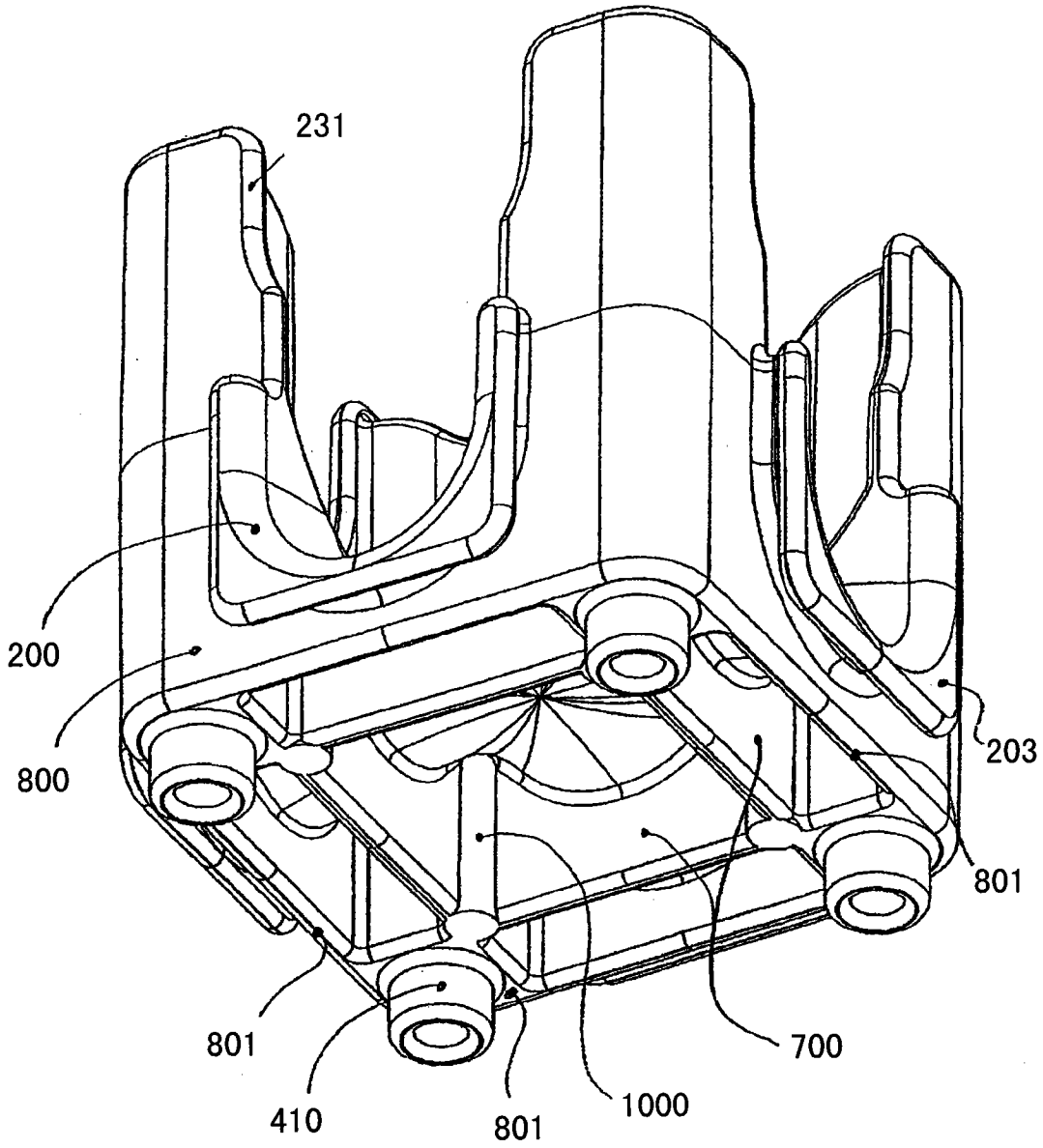


图 63C

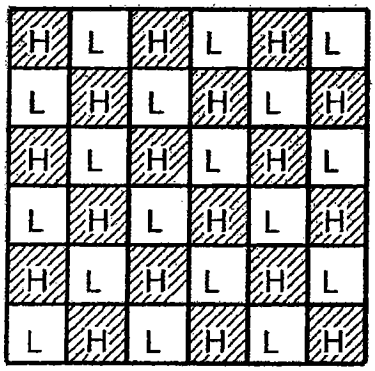


图64A：立方体 / 正交变型

关键词
H= 高
L= 低

高和低的模块件偏置一垂直移位

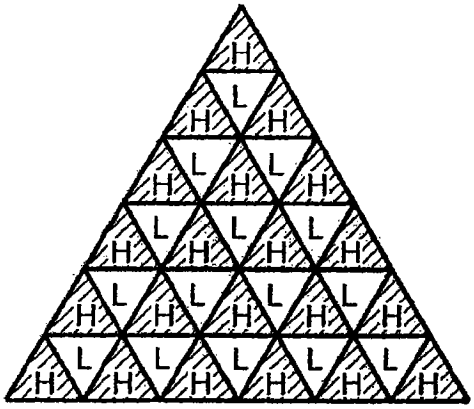


图64B：三角形变型

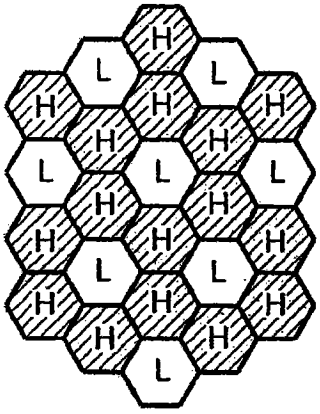


图64C：六角形变型#1

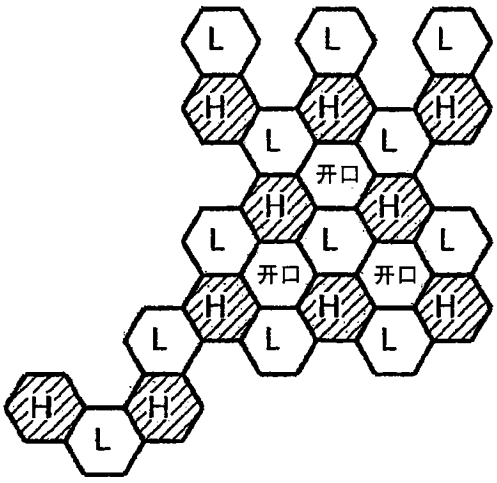
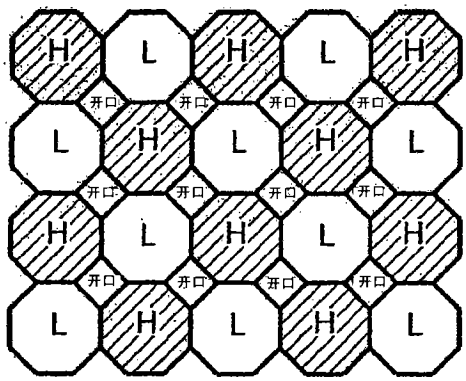


图64D：六角形变型#2

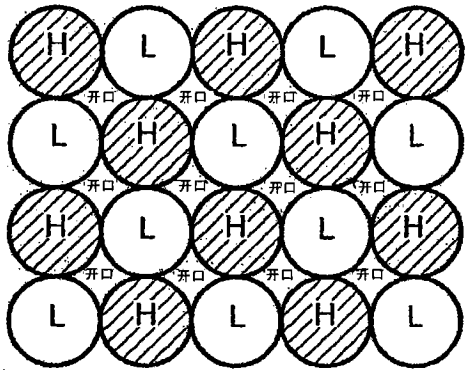
图 64



关键词
H= 高
L= 低

高和低的模块件偏置一垂直移位

八角形变型 图 64E



圆形变型 #1（正交网格的几何形状） 图 64F

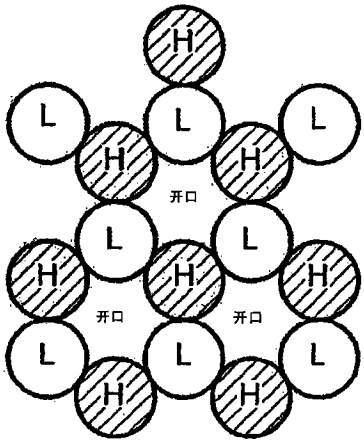
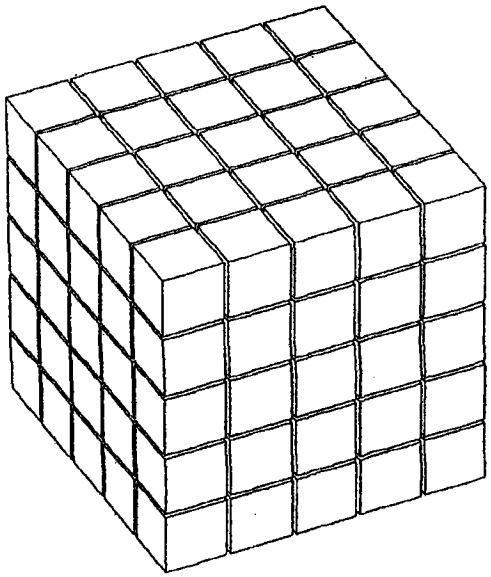
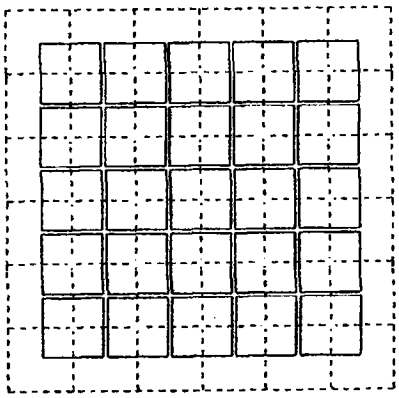


图64G： 圆形变型#2
（三角形 / 六角形网格的几何形状）

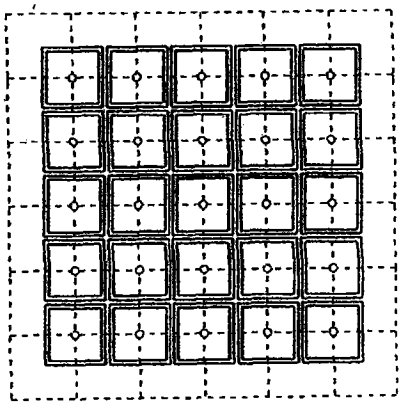
图 64G



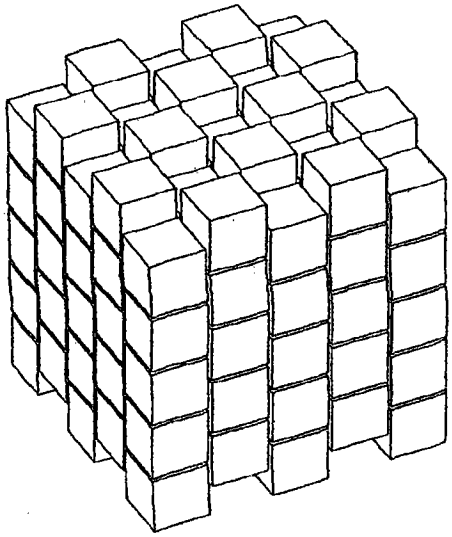
等轴立体图用立方体表示的笛卡尔空间 图 65A



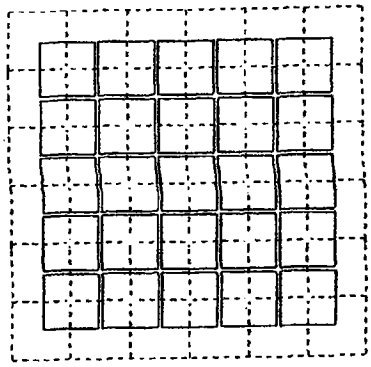
平面图 图 65B



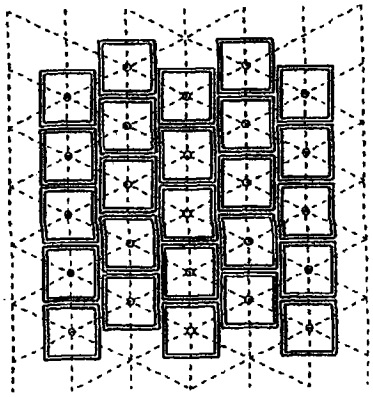
剖视图 图 65C



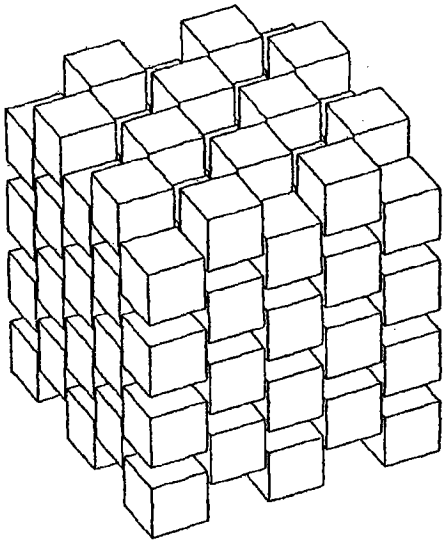
等轴立体图用立方体表示的 1/2 移位的笛卡尔空间 图 65D



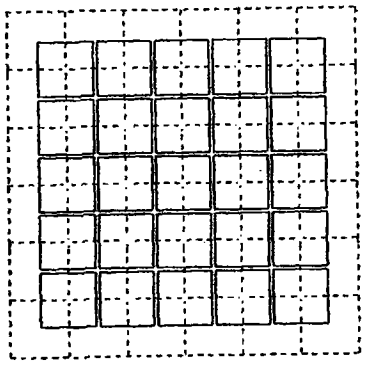
平面图 图 65E



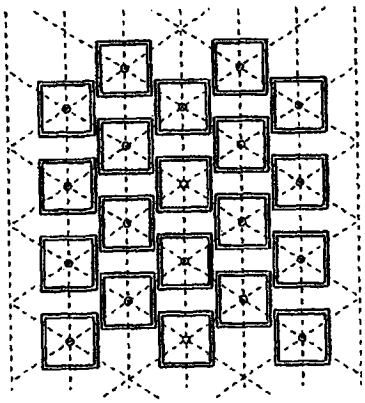
剖视图 图 65F



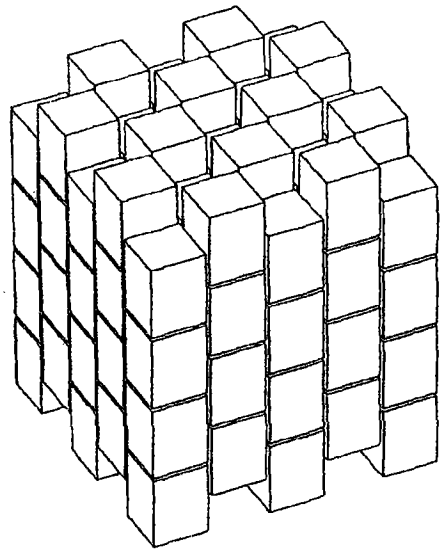
等轴立体图移位的立方体模块件之间 1/3 级 图 65G



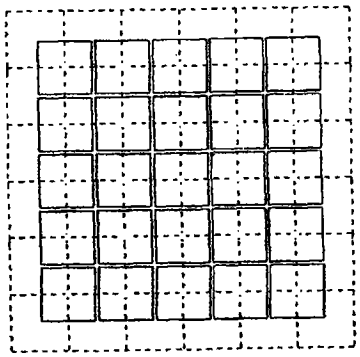
平面图 图 65H



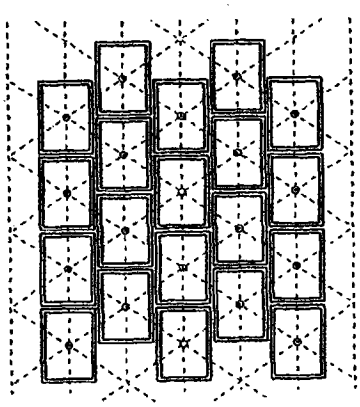
剖视图 图 651



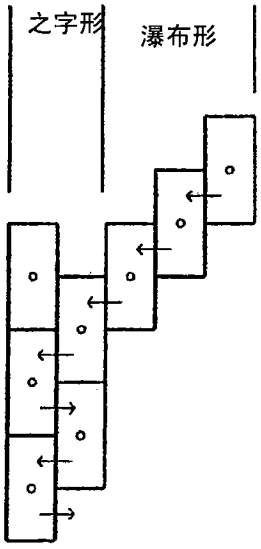
等轴立体图用矩形块表示的 1/2 级移位的笛卡尔空间 图 65J



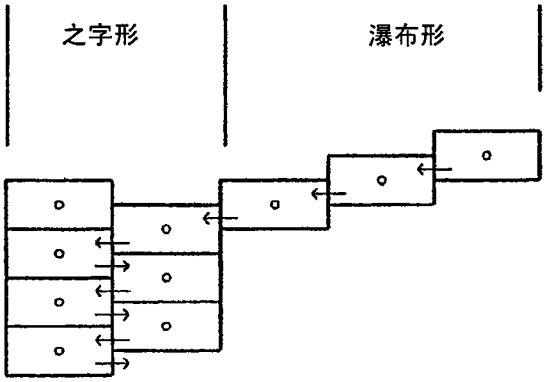
平面图 图 65K



剖视图 图 65L



垂向尺寸加长的版本 图 65M



垂向尺寸截短的版本 图 65N

平面图

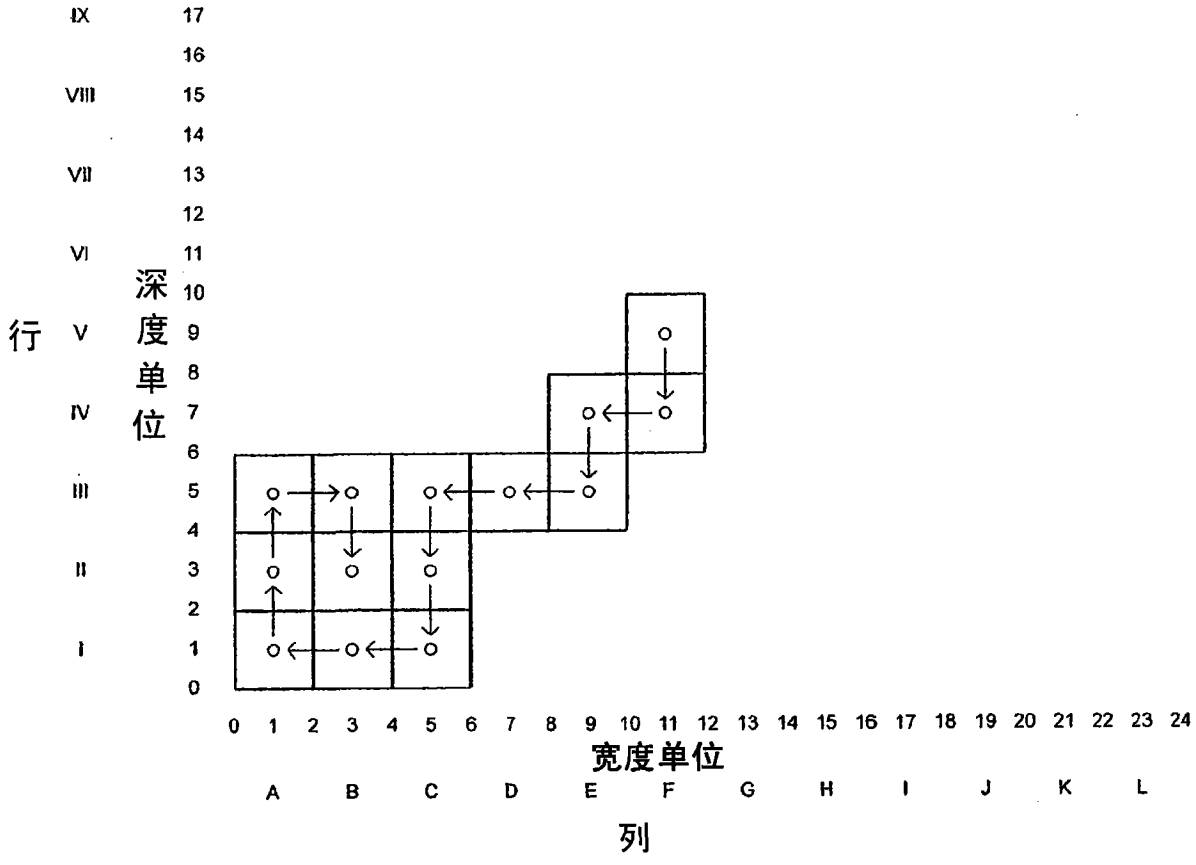


图 66A

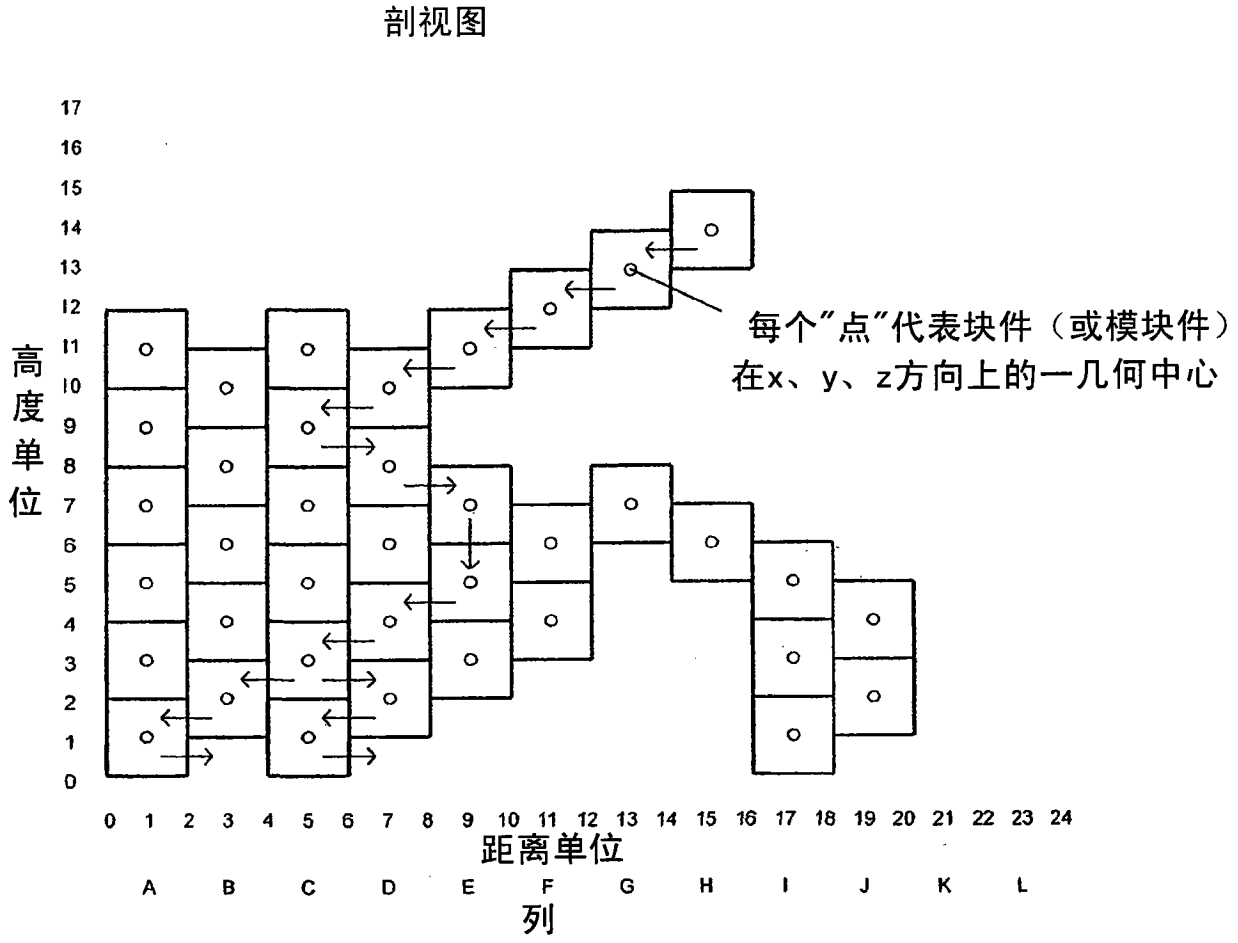


图 66B

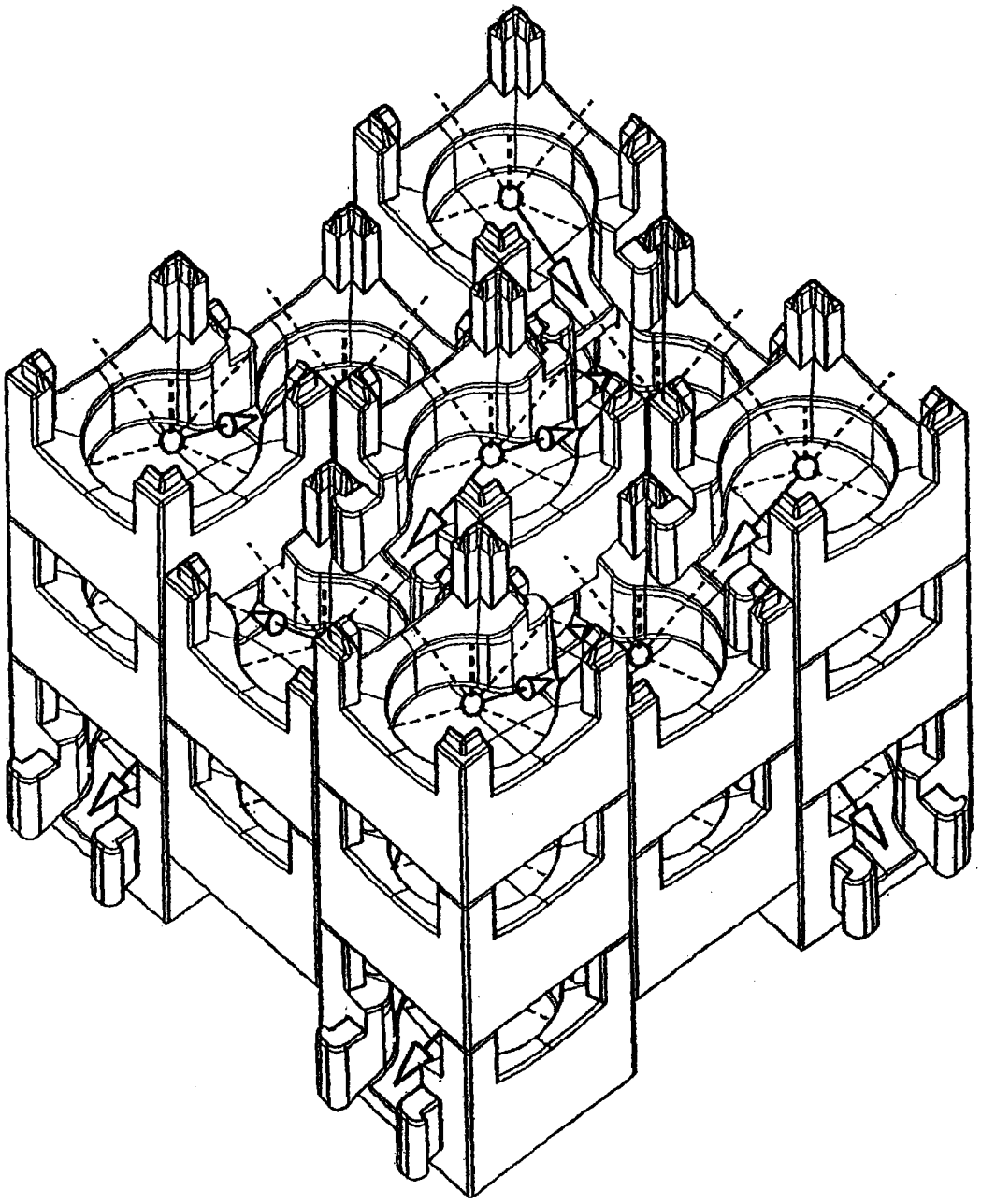


图 67

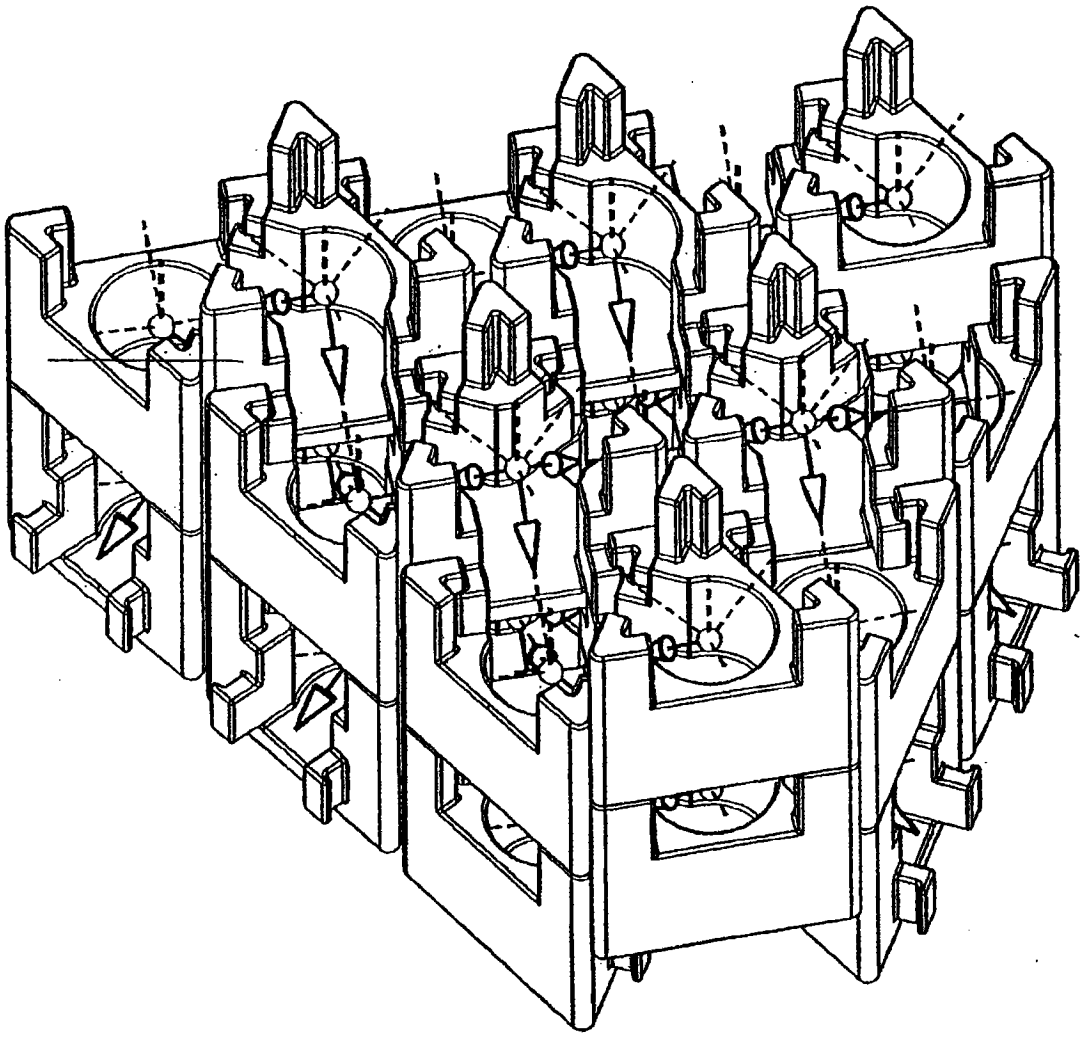


图 68

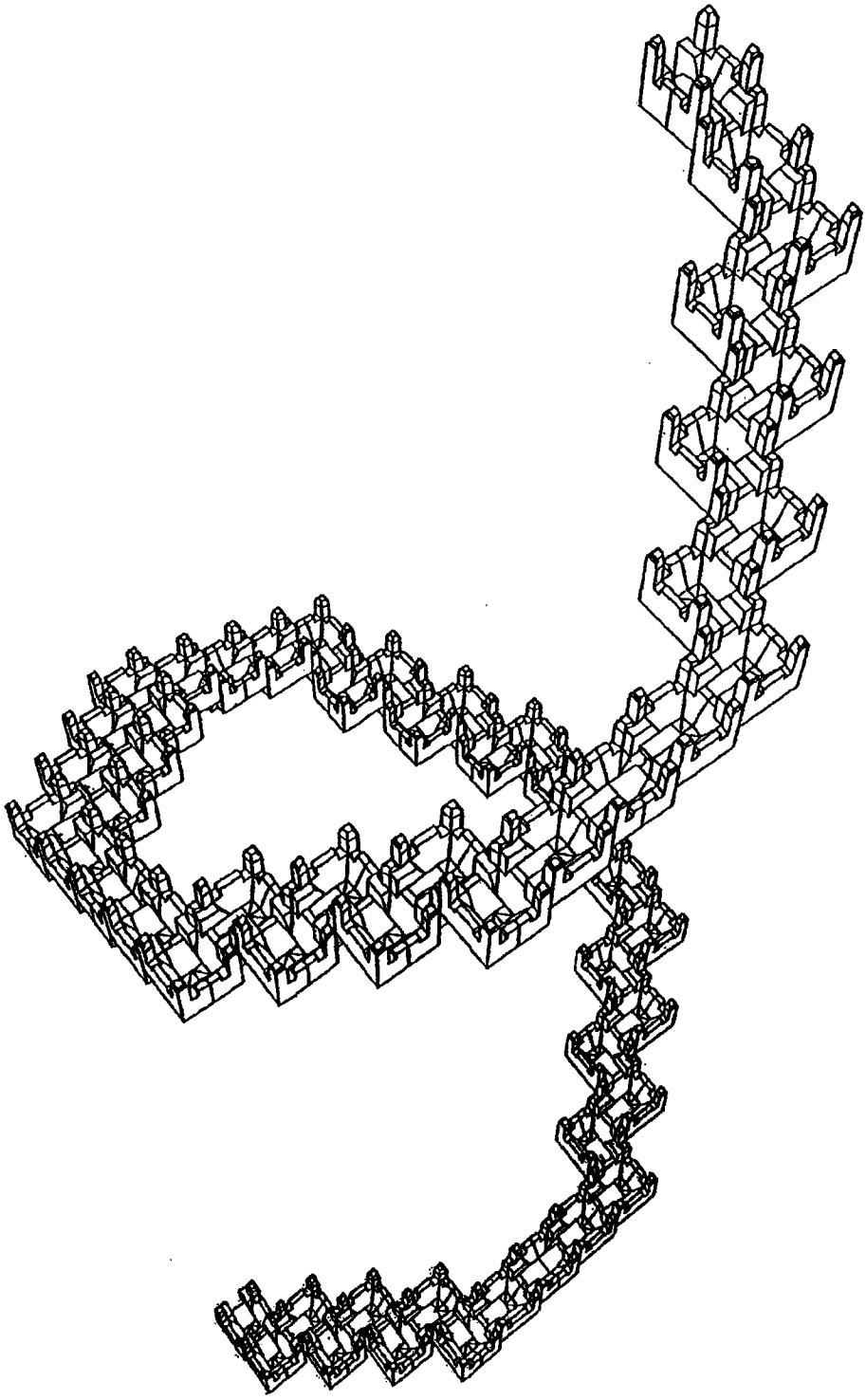


图 69A

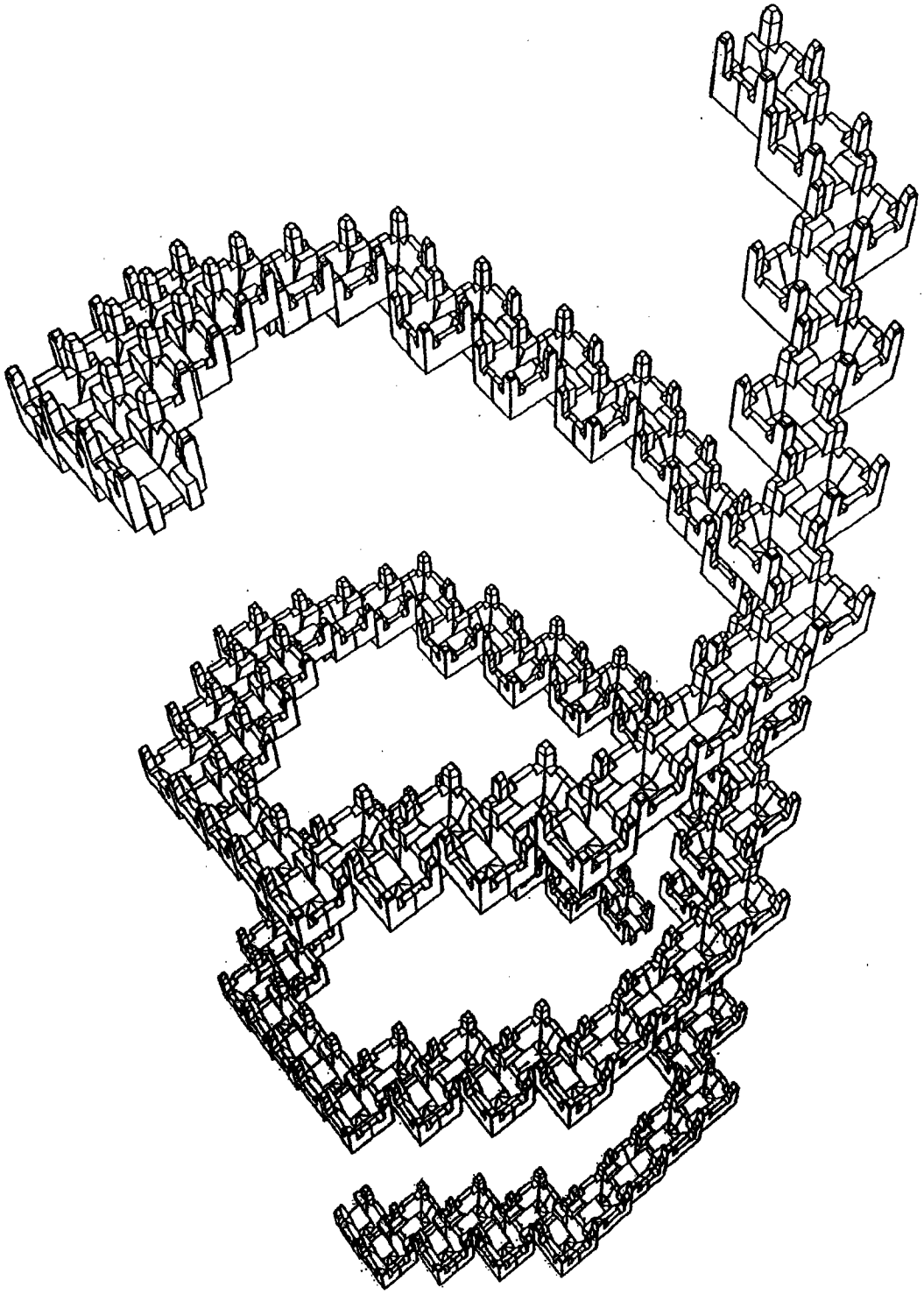


图 69B

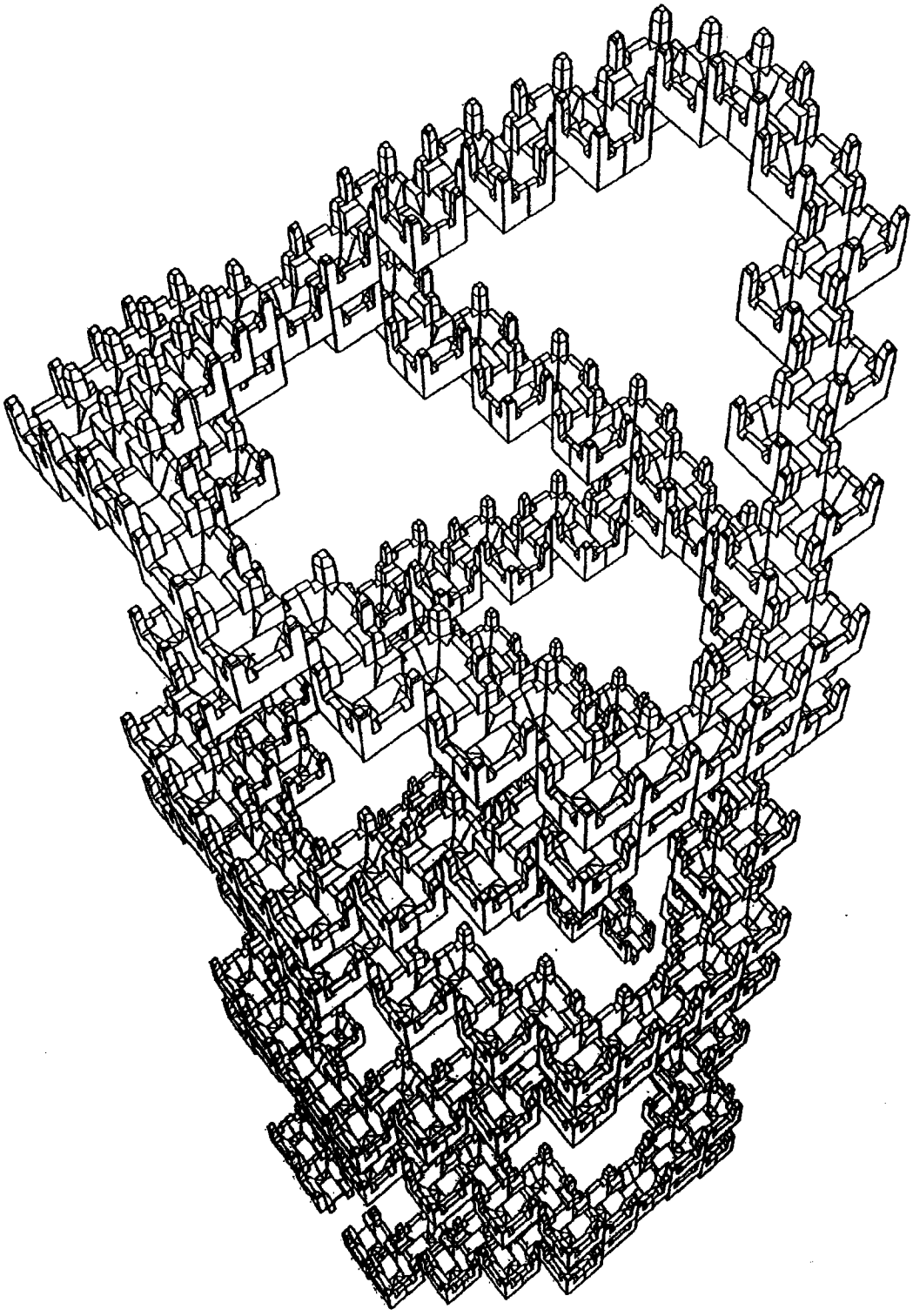


图 69C

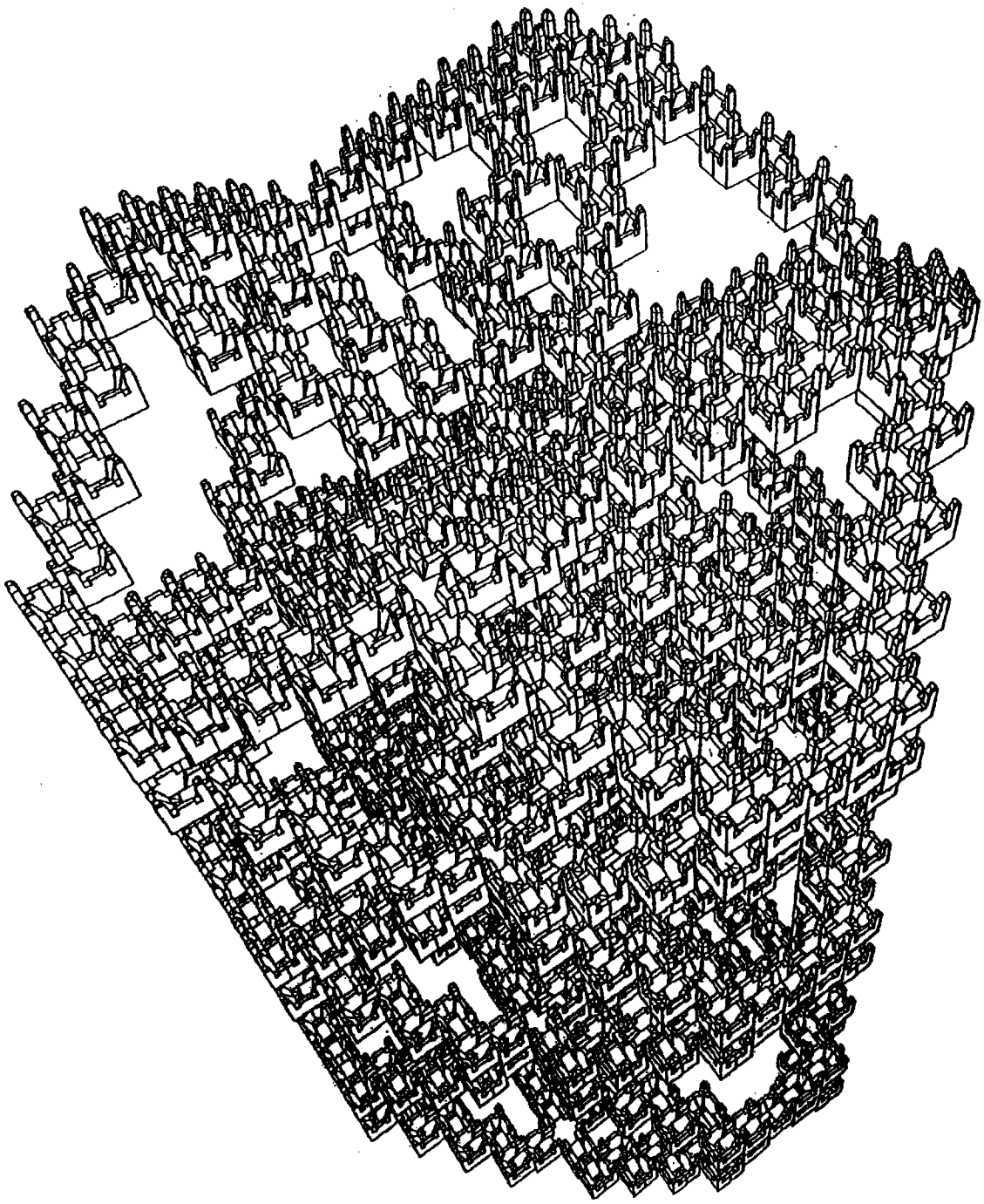


图 69D

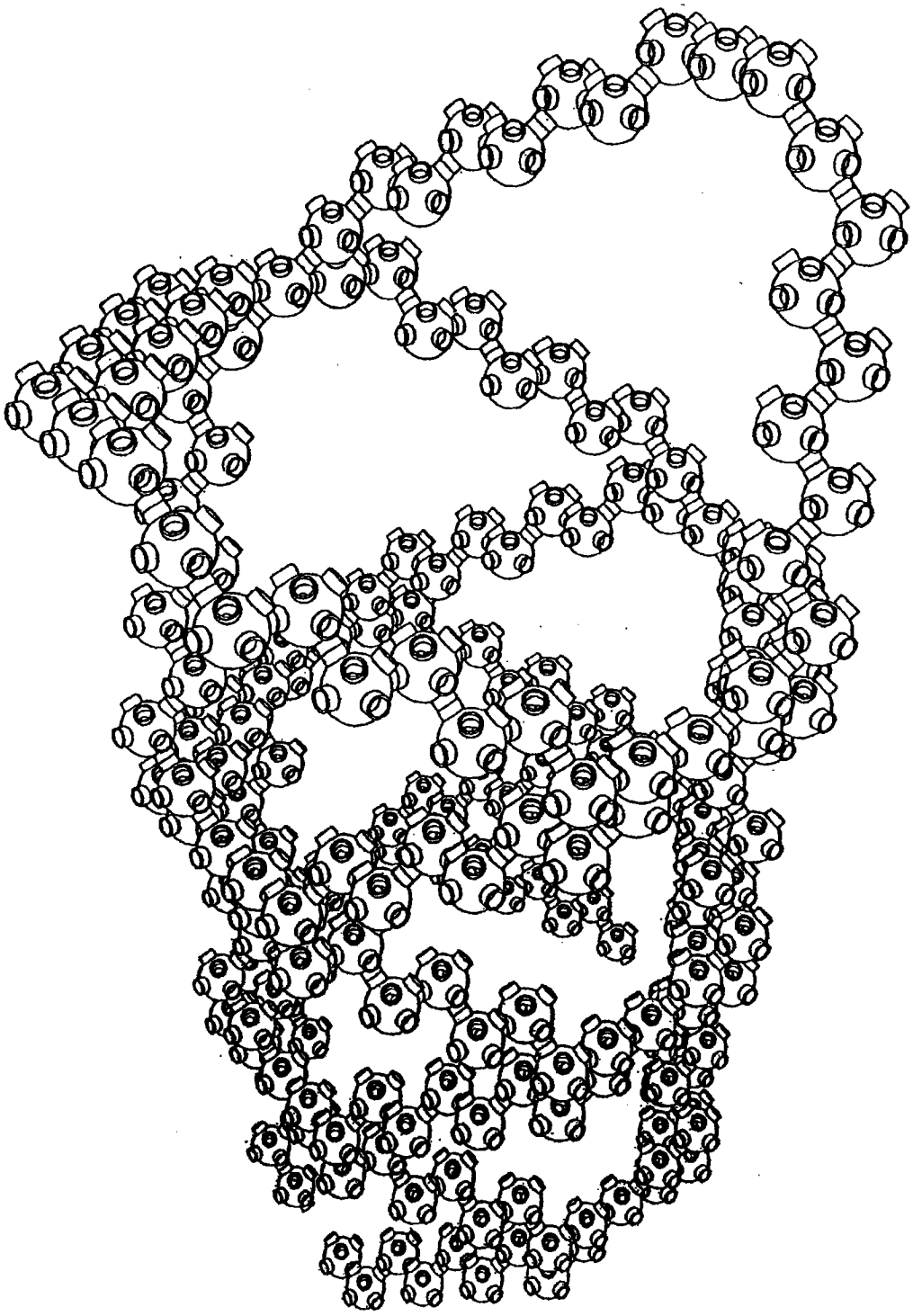


图 69E

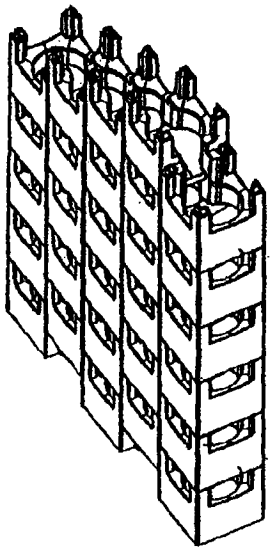


图 70A

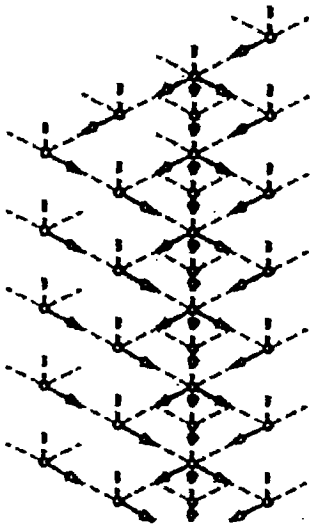


图 70B

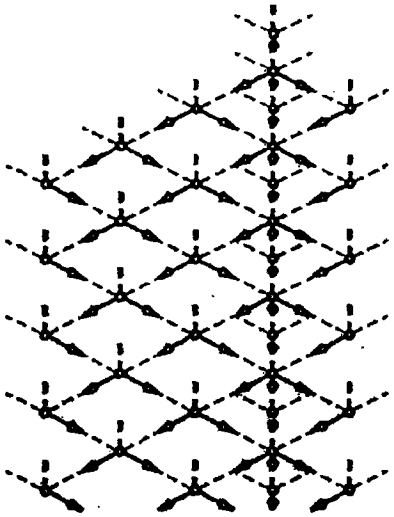


图 70C

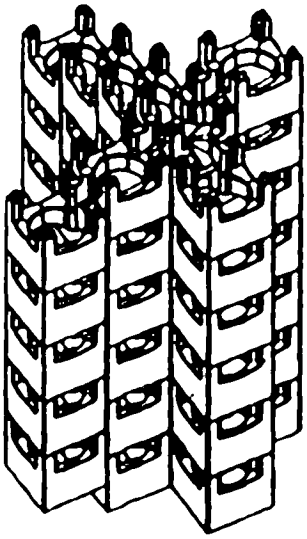


图 70D

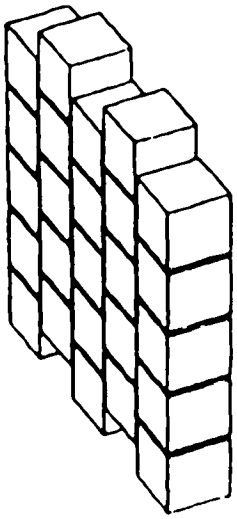


图 71A

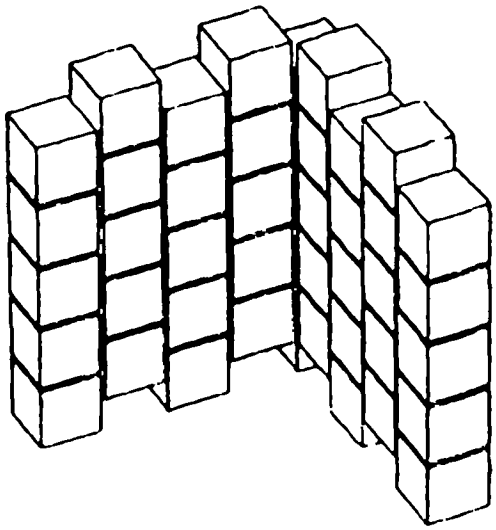


图 71B

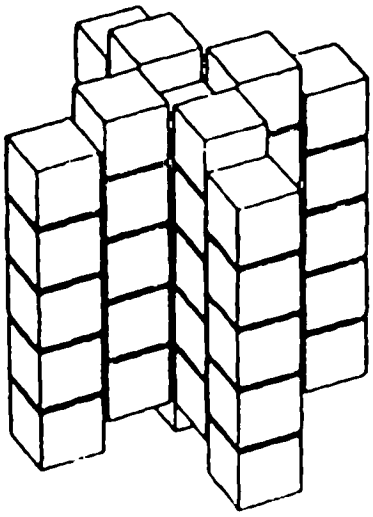


图 71C

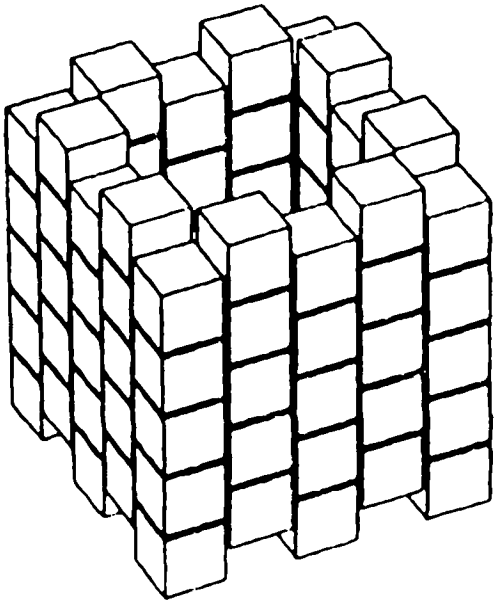


图 71D

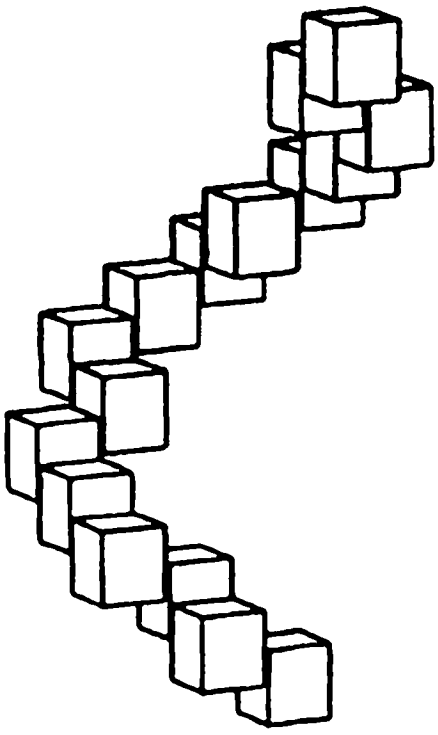


图 72A

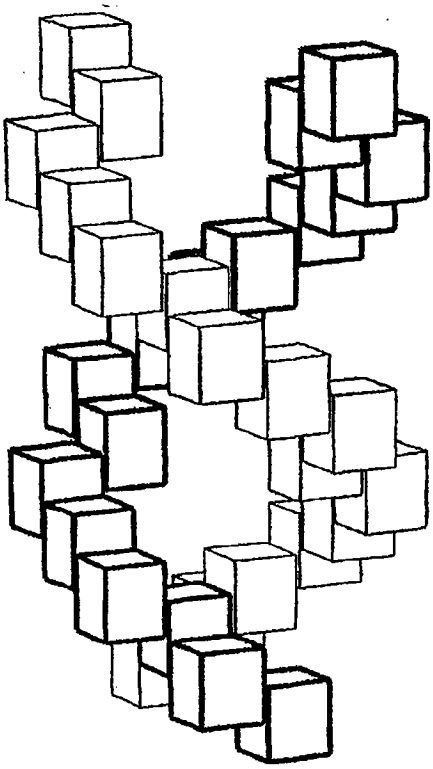


图 72B

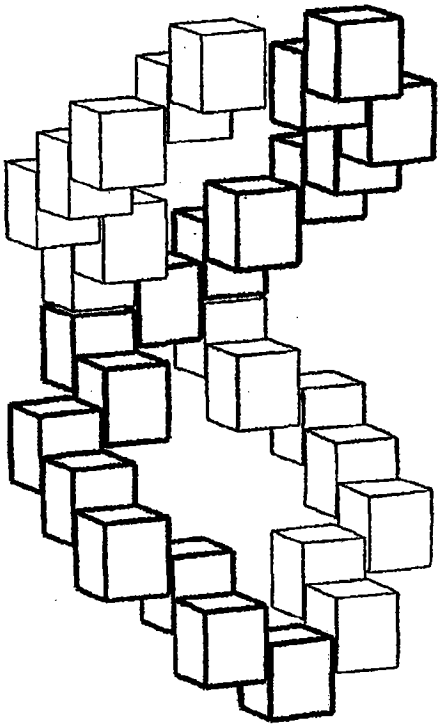


图 72C

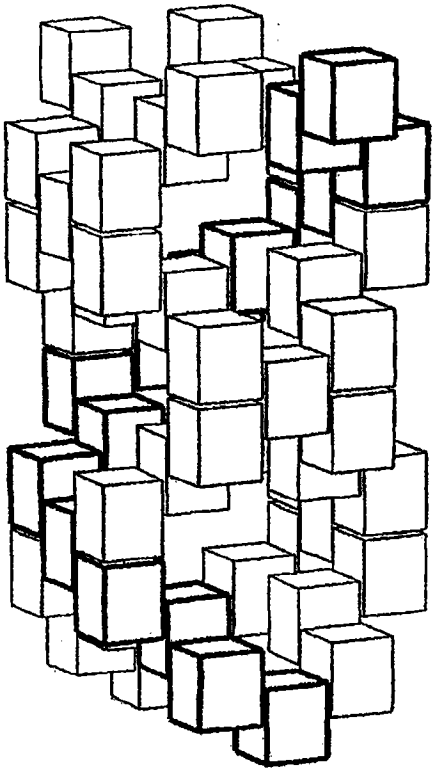


图 72D

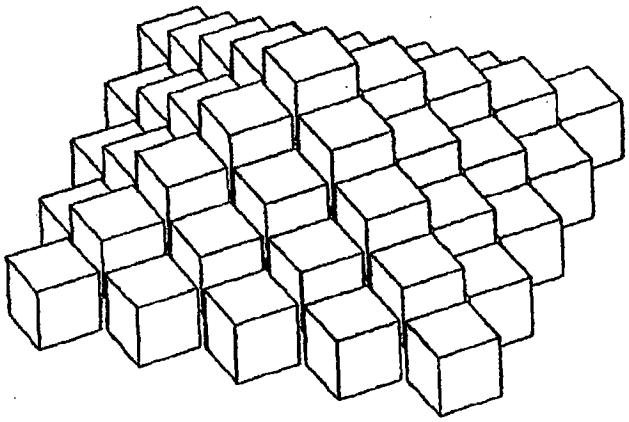


图 73A

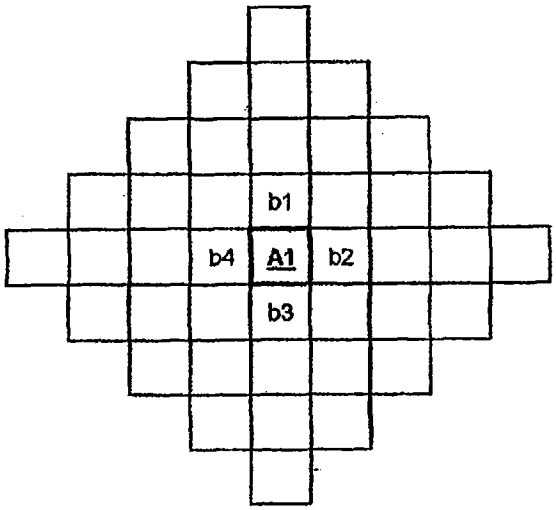


图 73B

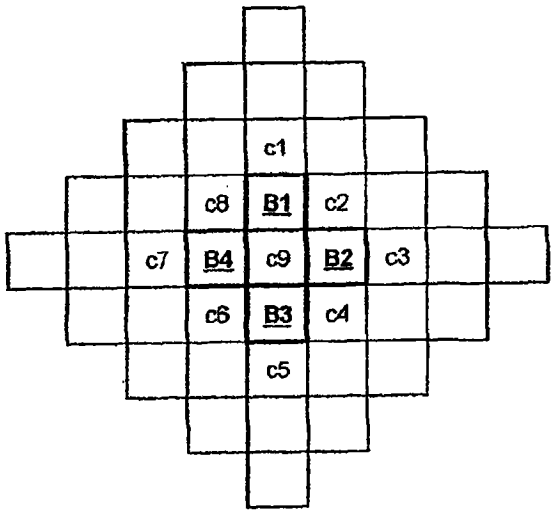


图 73C

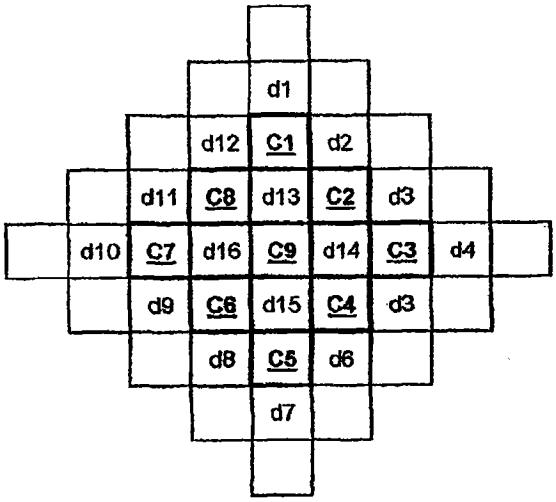


图 73D

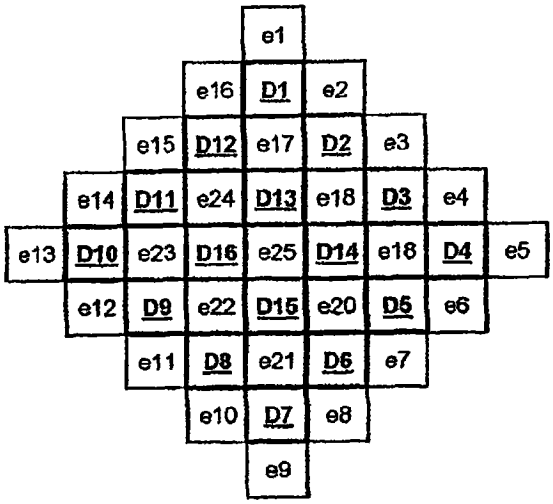


图 73E

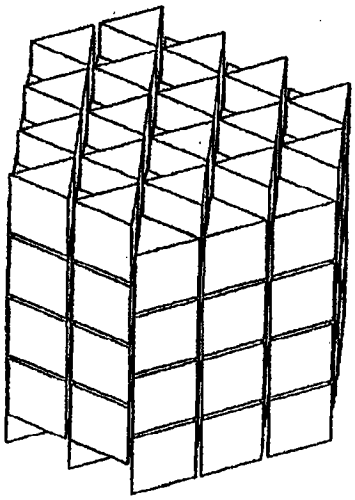


图 74A

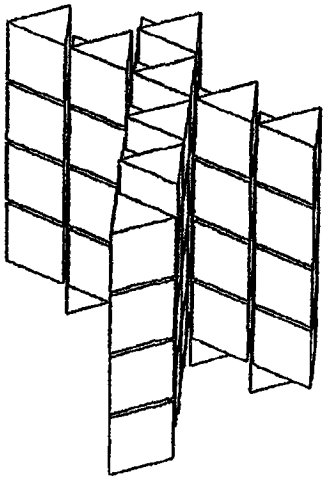


图 74C

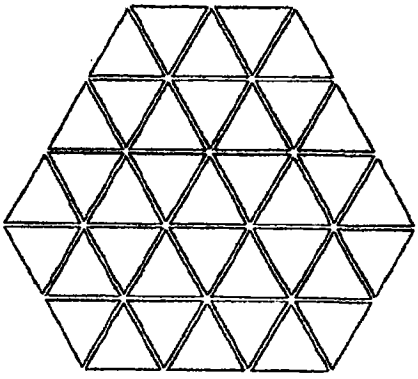


图 74B00700 采用三角形实心体的半级移位的空间

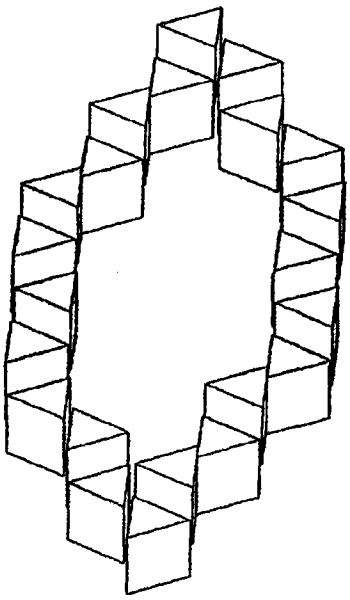
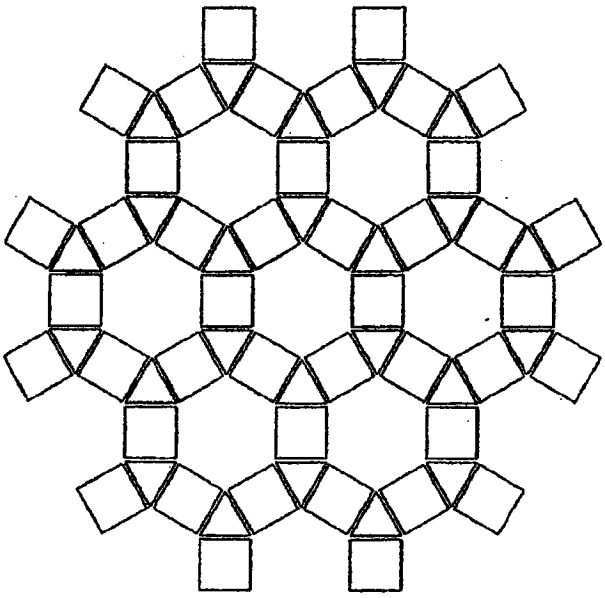


图 74D



00800仅采用立方体形和三角形实心体的方形、三角形和六角形体铺设上的1/2级移位的空间

图 75A

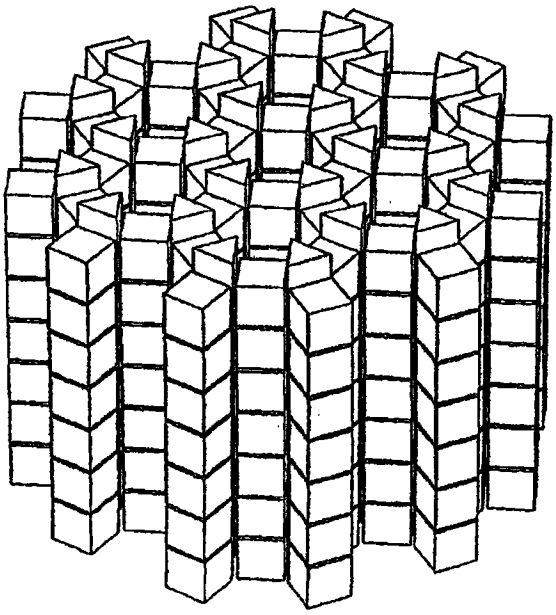


图 75B

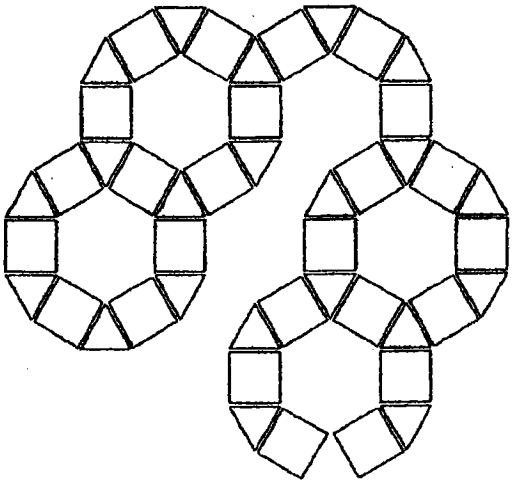


图 75C

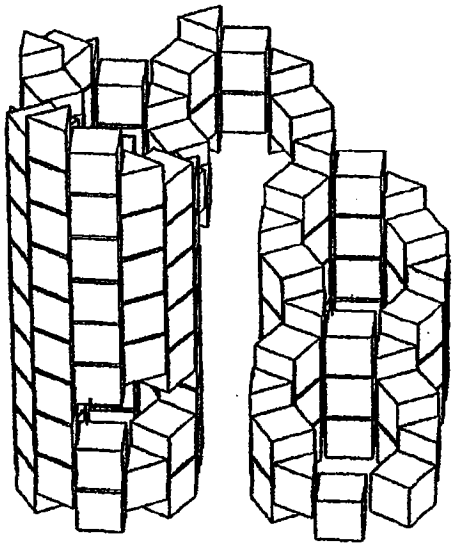


图 75D

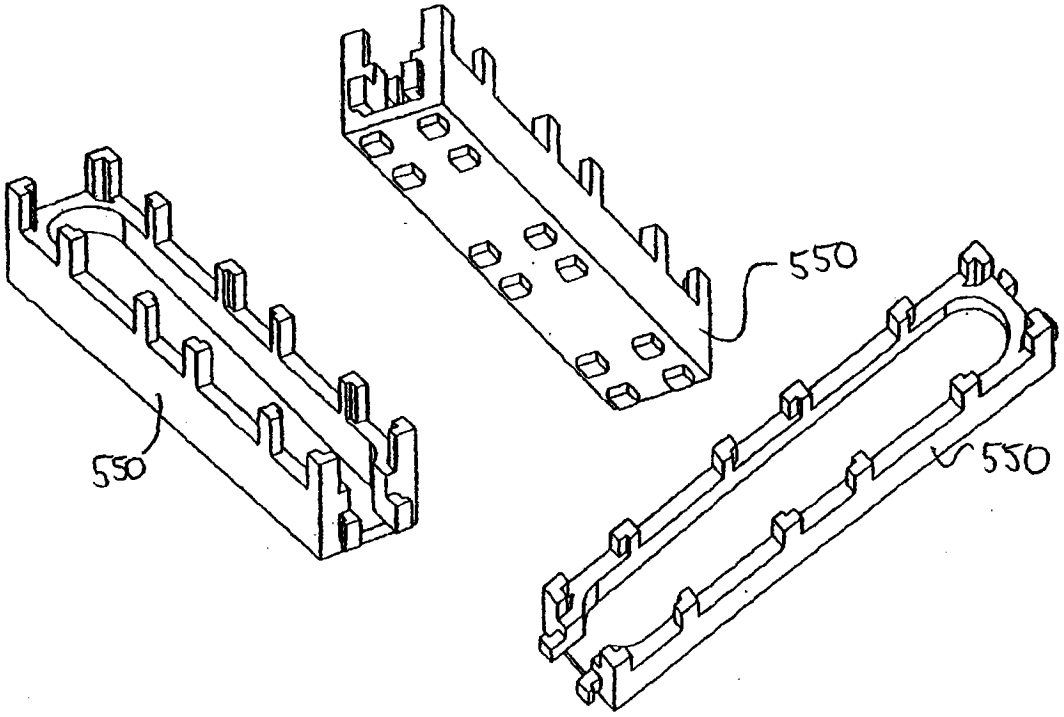


图 76A

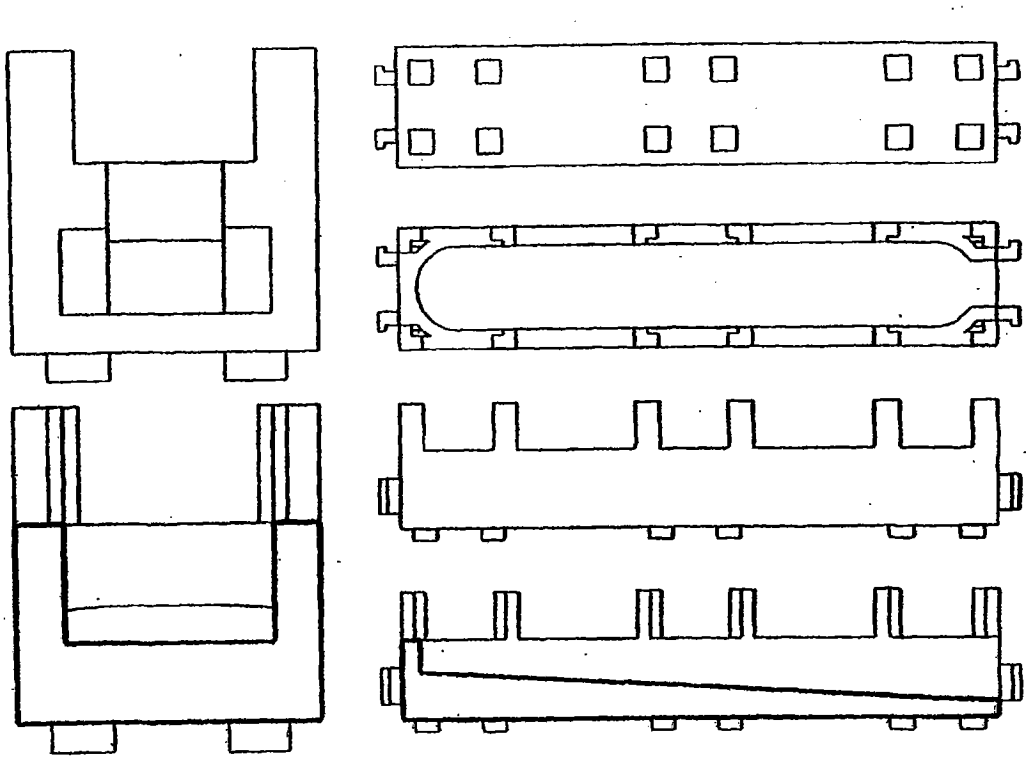


图 76B

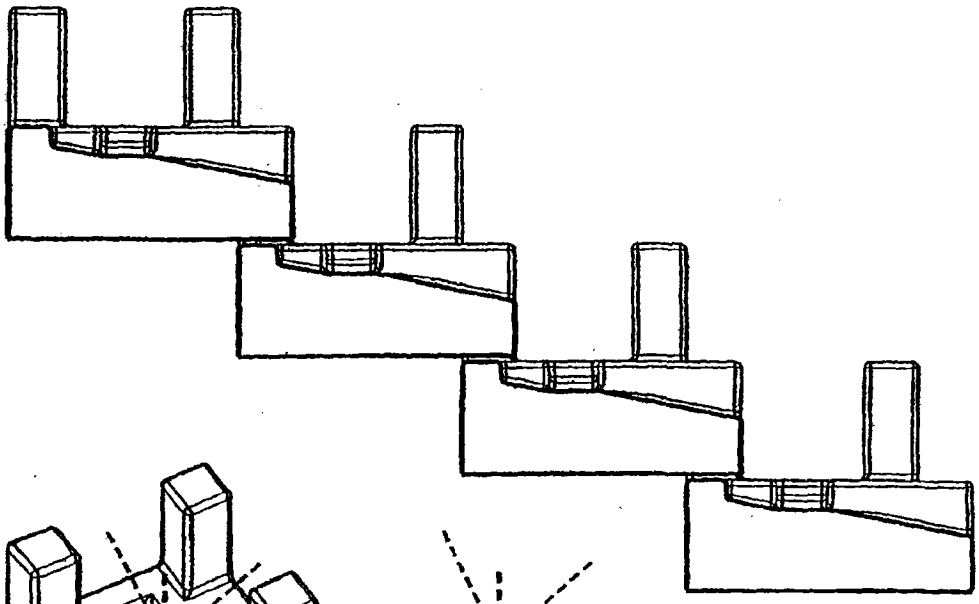


图 77A

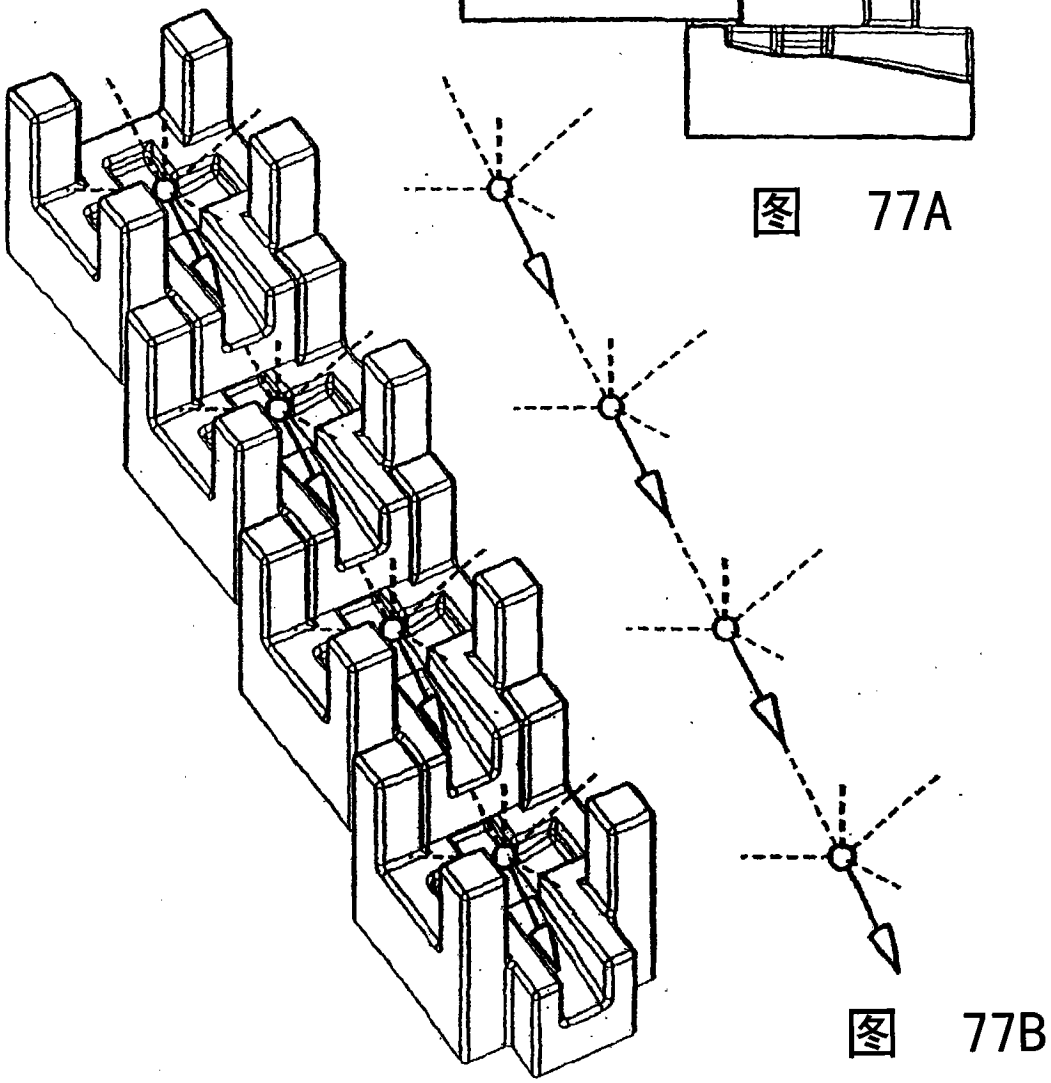


图 77B

图 77C

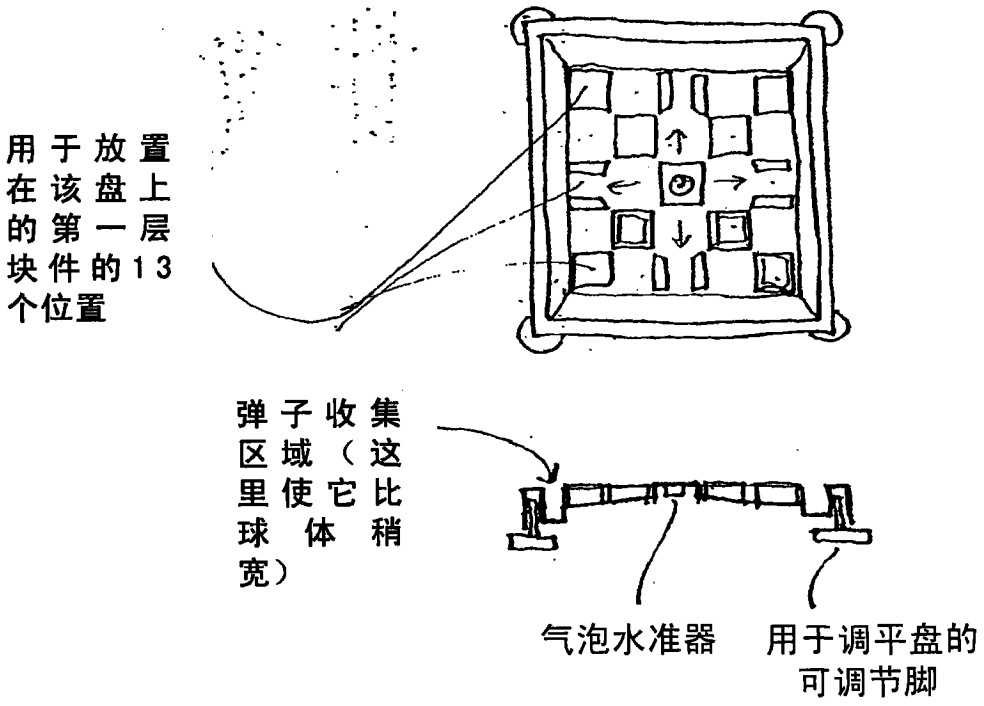


图 78