

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B22D 11/06 (2006.01)

B22D 29/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03817450.2

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 100337771C

[22] 申请日 2003.5.23 [21] 申请号 03817450.2

[30] 优先权

[32] 2002. 5. 23 [33] US [31] 60/383,176

[86] 国际申请 PCT/US2003/016484 2003. 5. 23

[87] 国际公布 WO2003/100364 英 2003. 12. 4

[85] 进入国家阶段日期 2005. 1. 21

[73] 专利权人 贝尔直升机泰克斯特龙公司

地址 美国得克萨斯州

[72] 发明人 布赖恩·A·赖利

罗伯特·A·谢波德

[56] 参考文献

US5769153A 1998. 6. 23

CN1286474A 2001. 3. 7

结构吸波材料及其结构型式设计 赵东林
等, 兵器材料科学与工程, 第 20 卷第 6 期 1997

隐身技术与隐身对抗 钟华等, 国防科技参
与, 第 17 卷第 1 期 1996

审查员 陈 炆

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 魏晓刚 李晓舒

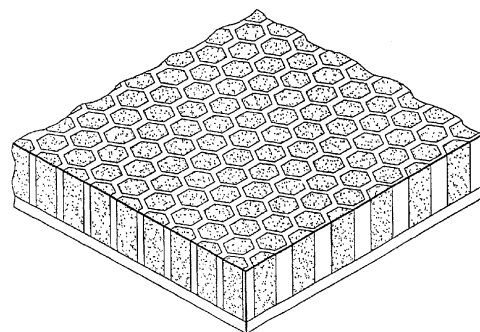
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 12 页

[54] 发明名称

用于减小运载工具的红外和雷达特征的方法和
设备

[57] 摘要

一种蜂窝结构(图 4), 固者在一背板(图 5)特别是一飞行器上, 其中蜂窝结构填充有红外线吸收材料(图 2)以降低飞行器的雷达和热特征。



1. 一种用于运载工具的壁板，包括：

下蒙皮；

上蒙皮；

由单个小室的阵列所形成的蜂窝结构，该小室具有选定的横截面面积，并且该蜂窝结构设置在内蒙皮和外蒙皮之间；以及

绝热材料，该绝热材料设置在蜂窝结构的单个小室内，该绝热材料对运载工具的雷达特征没有影响；

其中，蜂窝结构减小运载工具的雷达特征，并且绝热材料减小运载工具的红外特征。

2. 如权利要求 1 所述的壁板，其中，下蒙皮和上蒙皮由复合材料形成。

3. 如权利要求 2 所述的壁板，其中，下蒙皮由玻璃纤维、碳纤维和石英构成的组中选出的材料形成。

4. 如权利要求 2 所述的壁板，其中，上蒙皮由玻璃纤维、碳纤维和石英构成的组中选出的材料形成。

5. 如权利要求 1 所述的壁板，其中，蜂窝结构由复合材料形成。

6. 如权利要求 5 所述的壁板，其中，蜂窝结构由诺梅克斯、玻璃纤维、凯芙拉和克莱克斯构成的组中选出的材料形成。

7. 如权利要求 1 所述的壁板，其中，绝热材料完全填充蜂窝结构的单个小室。

8. 如权利要求 1 所述的壁板，其中，绝热材料局部填充蜂窝结构的单个小室。

9. 如权利要求 1 所述的壁板，其中，绝热材料是气凝胶。

10. 如权利要求 9 所述的壁板，其中，气凝胶预成形，以便将它装配到蜂窝结构的单个小室内。

11. 如权利要求 9 所述的壁板，其中，气凝胶由硅石、氧化铝和氧化锆构成的组中选出的材料形成。

12. 如权利要求 9 所述的壁板，其中，气凝胶为粒状。

13. 如权利要求 12 所述的壁板，其中，气凝胶由粘结剂保持到一起。

14. 如权利要求 12 所述的壁板, 其中, 气凝胶的颗粒在单个小室内自由移动。

15. 如权利要求 12 所述的壁板, 其中, 气凝胶的颗粒通过过筛工艺放置到单个小室内。

16. 如权利要求 12 所述的壁板, 其中, 气凝胶的颗粒通过振荡工艺放置到单个小室内。

17. 如权利要求 12 所述的壁板, 其中, 气凝胶的颗粒通过耙刮工艺放置到单个小室内。

18. 如权利要求 1 所述的壁板, 其中, 绝热材料保持在真空下。

19. 如权利要求 1 所述的壁板, 其中, 绝热材料是气凝胶与低密度气体的组合。

20. 如权利要求 1 所述的壁板, 其中, 单个小室具有六边形横截面形状。

21. 如权利要求 1 所述的壁板, 其中, 单个小室具有普通扩展的几何形状。

22. 如权利要求 1 所述的壁板, 其中, 单个小室具有过扩展的几何形状。

23. 如权利要求 1 所述的壁板, 其中, 单个小室具有欠扩展的几何形状。

24. 如权利要求 1 所述的壁板, 其中, 单个小室具有弯曲的小室几何形状。

25. 如权利要求 1 所述的壁板, 还包括:

设置在蜂窝结构的单个小室内的雷达吸收材料;

其中, 雷达吸收材料附加地减小运载工具的雷达特征。

26. 如权利要求 25 所述的壁板, 其中, 雷达吸收材料是石墨碳。

27. 一种用于运载工具的壁板, 包括:

下蒙皮;

上蒙皮;

由单个小室的阵列形成的蜂窝结构, 该蜂窝结构设置在内蒙皮和外蒙皮之间;

绝热材料, 该绝热材料设置在蜂窝结构的选择的单个小室内, 该绝热

材料对运载工具的雷达特征没有影响;

其中, 蜂窝结构减小运载工具的雷达特征, 而绝热材料减小运载工具的红外特征。

28. 一种形成适于同时减小雷达特征和红外特征的壁板的方法, 包括以下步骤:

提供下蒙皮;

提供上蒙皮;

由单个小室的阵列形成蜂窝结构从而该蜂窝结构适于减小雷达特征;

将蜂窝结构设置在内蒙皮和外蒙皮之间; 以及

将气凝胶设置在蜂窝结构的至少选定的单个小室内。

29. 如权利要求 28 所述的方法, 其中, 将绝热材料设置在蜂窝结构的单个小室内的步骤是通过完全填充所述单个小室来实现的。

30. 如权利要求 28 所述的方法, 其中, 将绝热材料设置在蜂窝结构的单个小室内的步骤是通过局部填充所述单个小室来实现的。

31. 如权利要求 28 所述的方法, 其中, 绝热材料是气凝胶。

32. 如权利要求 28 所述的方法, 其中, 绝热材料是气凝胶和低密度气体的组合。

33. 如权利要求 28 所述的方法, 还包括以下步骤:

在将绝热材料设置在单个小室之内后将单个小室抽真空。

34. 如权利要求 28 所述的方法, 其中, 绝热材料是气凝胶和雷达吸收材料的组合。

35. 一种用于运载工具的壁板, 包括:

下蒙皮;

上蒙皮;

由单个小室的阵列所形成的蜂窝结构, 该小室具有选定的横截面面积, 并且该蜂窝结构设置在内蒙皮和外蒙皮之间; 以及

绝热材料, 该绝热材料设置在蜂窝结构的单个小室内;

其中, 蜂窝结构减小运载工具的雷达特征, 并且绝热材料减小运载工具的红外特征, 所述绝热材料是气凝胶, 小室内气凝胶所占比例大于等于 25%。

用于减小运载工具的红外和雷达特征的方法和设备

技术领域

本发明总地涉及减小运载工具的红外和雷达特征的方法，尤其涉及利用绝缘和吸收性材料来减小从运载工具特定方位发出的红外辐射量以及从该方位反射的雷达信号。

背景技术

军事行动中所涉及的运载工具需要减小它们被对方军队发现的可能性。这种需求存在于现代军队用来侦查敌方和瞄准敌方的所有方法中。这种方法的示例包括视觉侦查、音频侦查、主动和被动雷达以及红外侦查。避免被侦查到的这种需求对于飞行器，如飞机和直升机来说尤其关键，它们被敌方空中和地面部队利用任何或所有上述侦查方法所瞄准的可能性较高。

为减小飞行器的红外特征的目的，已经研制了多种方法。这些方法包括利用特殊的排气管道和屏蔽来减小排气的热特征，并且在飞行器的外表面上加上红外绝缘和吸收性材料。虽然这些方法在得到正确采用时非常有效，但是这些方法中每一种都存在缺陷。在大多数情况下，将绝缘红外和吸收红外的材料添加到飞行器的外蒙皮上也表示飞行器重量的显著增加，并且可能会于飞行器的空气动力学相干涉，减弱了飞行器的性能和航程。

相对于减小飞机的雷达特征的目的，可以优化飞机的表面形状以及飞机表面上的材料来减小雷达特征。不幸的是，附加的雷达吸收材料使它们承受附加的重量，并且为了雷达特征最小而优化的形状通常呈现出不太理想的空气动力学特性。

重要的是要意识到目前减小红外和雷达特征的各种技术通常相互排斥。在很多情况下，试图减小一个所关注区域内的特征实际上会增大另一区域内的特征。

发明内容

本发明提供了一种重量轻的结构，该结构用来实现减小的红外和雷达特征，同时对运载工具增加很小的或不增加重量。同样，本发明可以对现有技术系统作出显著性改进。能够利用本发明的这种类型的运载工具的一种示例是军用直升机，但是决不是将本发明的精髓和范围限定于任何一种特定运载工具。本发明的教导对于需要在红外发射和微波反射方面加以减弱的任何运载工具都是有益的。

本发明涉及在飞机的复合蒙皮内利用热绝缘体与雷达吸收的蜂窝结构的独特组合。根据本发明，气凝胶引入到通常充满空气的蜂窝结构的各个小室中。在特定情况下，气凝胶取代固态填料。

以在此描述的方式用气凝胶与雷达吸收的蜂窝结构相结合，可以在飞机重量方面差异可忽略的情况下实现减小飞机特征的明显改进。通过在复合夹层结构中正确采用蜂窝结构，可以为飞机外表面提供显著的结构完整性。同样，蜂窝结构并非是“死重”。

虽然处于结构上的目的通常不采用气凝胶，但是它们具有显著的优点，即对于给定体积重量非常轻。此外，气凝胶是非常好的绝缘体，从而相对少量的气凝胶并因此相对小质量的气凝胶就可以在热性能方面提供相当大的改善。

本发明的其他显著优点在于运载工具的红外特征和雷达特征可以同时予以减小，而不会在这些所关注的领域中产生任何不利影响。

附图说明

为了更全面地理解本发明的特征和优点，与附图一起参考本发明的详细描述，其中不同附图中的相应附图特征标识相应的零件，并且图中：

图 1 是根据本发明一个实施例的雷达吸收的蜂窝结构壁板的透视图，其中各个小室中完全填充气凝胶；

图 2 是图 1 的蜂窝结构壁板的特写透视图；

图 3 是根据本发明一个实施例的雷达吸收的蜂窝结构壁板的透视图，其中各个小室中半填充气凝胶；

图 4 是图 3 的蜂窝结构壁板的特写透视图；

图 5 是根据本发明一个实施例的雷达吸收的蜂窝结构壁板的透视图，其中各个小室中半填充气凝胶；

图 6 是图 5 的蜂窝结构壁板的特写透视图；

图 7 是可用于测试本发明的蜂窝结构壁板的热性能的实验室试验台的透视图；

图 8 是图 7 所示的黑体热源和温度控制器的特写透视图；

图 9 是图 7 的实验室试验台的透视图，示出根据本发明的蜂窝结构壁板固定到黑体热源的前部；

图 10 是图 9 所示的黑体热源和温度控制器的特写透视图，且蜂窝结构壁板固定到黑体热源的前部；

图 11 是蜂窝结构壁板与黑体热源相对的前侧的热成像的计算机截屏图；

图 12 是小室内没有气凝胶的蜂窝结构壁板的前侧的热成像的一组计算机截屏图；

图 13 是小室 25%填充气凝胶的蜂窝结构壁板的前侧的热成像的一组计算机截屏图；

图 14 是小室 50%填充气凝胶的蜂窝结构壁板的前侧的热成像的一组计算机截屏图；

图 15 是小室 75%填充气凝胶的蜂窝结构壁板的前侧的热成像的一组计算机截屏图；

图 16 是小室 100%填充气凝胶的蜂窝结构壁板的前侧的热成像的一组计算机截屏图；以及

图 17 是小室中的一半是 100%填充气凝胶且一半是空的蜂窝结构壁板前侧的热成像的一组计算机截屏图。

具体实施方式

在下面详细描述本发明各个实施例的实现和应用的同时，应该理解到本发明提供了多个可行的发明概念，它们可以在广泛的领域内实施。在此讨论的特定实施例仅仅是以特定方式对实现和应用本发明的举例说明，而并不限定本发明的范围。

图 1 是根据本发明一个实施例的具有蜂窝结构的雷达吸收壁板和下蒙皮组件的透视图，其中，蜂窝结构的各个小室完全填充有气凝胶。图 2 是图 1 的蜂窝结构和下蒙皮组件的特写透视图。如图 1 和图 2 所示，蜂窝结

构是由单个小室的阵列构成。小室优选地具有六边形横截面；然而，应该理解到各个小室可以具有不同几何形状的横截面。而且，根据所希望达到的效果，蜂窝结构可以由具有不同横截面形状和尺寸的小室形成。另外，各个小室可以具有不同的小室几何形状，包括普通扩展的、过扩展的、欠扩展的几何形状以及弯曲的小室几何形状。

小室以一种或多种形式填充气凝胶，包括粒状形式。气凝胶可以预成形，具有与蜂窝结构的各个小室的横截面形状相对应的横截面形状，或者气凝胶可以为松散的粒状形式。对于气凝胶为粒状形式的那些用途，气凝胶可以用粘结剂(binder)保持到一起。颗粒可以在小室内自由移动，或者颗粒可以紧密地填塞在小室内。用气凝胶填充小室的其他优点在于小室可以在不牺牲结构完整性的前提下做得更大，并且小室数量上的减少通常导致运载工具重量的整体减小。

气凝胶的类型可以随用途不同而有所变化。多种气凝胶为本领域技术人员所知。适宜的气凝胶的特定示例包括硅石、氧化铝、氧化锆气凝胶。每个小室中填充气凝胶的部分根据用途而有所变化。可以利用多种工艺中的任一种，例如包括：粒状气凝胶的过筛(sifting)、振荡(shaking)或耙刮(raking)，可以对蜂窝结构中选出的各个小室填充气凝胶。根据所期望的用途，蜂窝结构可以由本领域技术人员已知的多种材料中的任一种制成。这些材料包括但不限于 Nomex、玻璃纤维、Kevlar 和 Korex。

在特定用途中，小室可以部分填充有气凝胶，且部分填充有附加的雷达吸收和/或吸收红外线的材料。虽然雷达吸收是通过形成蜂窝结构的侧壁的材料所实现的，但是这种材料通常是一种差的热绝缘体。用雷达吸收材料局部填充小室是有利的，这是由于通过将蜂窝结构层的小室做得较大并且向气凝胶加入雷达吸收材料，可以保持结构完整性，减小热传导性，并且可以保持或增强雷达吸收能力。例如，通过向气凝胶中加入石墨碳，可以显著改善壁板的雷达吸收特性。此外，可以理解到可以向气凝胶中加入各种材料来改善壁板的选定特性，如导电性、热传导性、雷达吸收性等。通过选择性地将不同材料结合到蜂窝结构的各个小室内，可以为特定用途选择性调整壁板的总体特性。

在用气凝胶和/或其他材料的选定组合来将所选择的蜂窝结构小室填充到所需程度之后，将上蒙皮添加到蜂窝结构的顶部上来完成壁板。然后该

组件得以固化。蒙皮材料可以随着用途不同而有所变化。适宜的材料示例包括玻璃纤维、碳纤维、和石英。在利用特定材料的特定用途中，可以采用室温固化。其他用途可能需要升高温度和/或压力，来实现适当地固化。

已经证实将蜂窝结构小室抽真空可以提供优于气凝胶和空气的组合的明显热力优点。另外，蜂窝结构小室可以填充有低密度气体，以便改善热力性能，而不存在由蒙皮两侧的压差所施加的额外机械应力。

图 3 和 5 是根据本发明一个实施例的雷达吸收的蜂窝结构和下蒙皮组件的透视图，其中，蜂窝结构的各个小室中的一半填充有气凝胶，而另一半是空的。图 4 和 6 是图 3 和 5 中的蜂窝结构和下蒙皮组件的特写透视图。

图 3-6 中的蜂窝结构组件的填充气凝胶部分类似于图 1 和 2 所示的填充气凝胶的蜂窝结构组件。蜂窝结构组件中的空的部分与图 1 和 2 中的蜂窝结构组件区别在于它们的小室是空的。这种对蜂窝结构的特定单个小室进行选择填充尤其对于红外热源处于壁板特定位置之下的这种情况非常合适，因为填充气凝胶的小室在壁板的该位置处提供额外的热绝缘。另外，这种对蜂窝结构的特定单个小室的选择性填充对于壁板在特定位置需要额外强度的情况也是有益的。由于对单个小室填塞气凝胶和/或其他材料可以增加壁板强度，因此这是可行的。

图 7 是用于测试本发明的壁板的热力性能的实验室试验台的透视图。图 8 是图 7 所示的黑体热源和温度控制器的特写透视图。

图 7 和 8 的试验台包含有黑体热源、温度控制器以及一个或多个聚焦于黑体热源表面上的热线摄像机。温度控制器和黑体热源被设计成一同工作，以便维持从黑体热源前表面均匀发射红外辐射。热线摄像机对红外光谱敏感，而非可见光谱，并且可以用来捕捉黑体热源前表面或直接放在黑体热源之前的物体的前表面的热成像。

图 9 是图 7 的实验室试验台的透视图，示出根据本发明的蜂窝结构壁板固定到黑体热源之前。图 10 是图 9 所示的黑体热源和温度控制器的特写透视图，且蜂窝结构壁板固定到黑体热源之前。

在这种配置中，热线摄像机捕捉蜂窝结构壁板前表面的热成像，而非黑体热源的前表面的热成像，这是因为蜂窝结构壁板设置在黑体热源和热

线摄像机之间。于是，归因于从黑体热源前表面发出的红外辐射的能级相对均匀，因此这种配置可以用来测量蜂窝结构壁板在横跨其表面的各个点处、在各种温度下以及在各个时刻的热力特性。

图 11 是利用图 9 和 10 所示的测试设备获得的蜂窝结构壁板中与黑体热源相对的前侧上的热成像的计算机截屏图。从图 11 中可以看出在壁板右半部上的温度比在壁板左半部上的温度高相当多，这种温度差是由于在蜂窝结构壁板的左侧上存在填充气凝胶的小室，而相反在壁板右侧上具有空的小室。

图 12 是小室中没有气凝胶的蜂窝结构壁板前侧的热成像的一组计算机截屏图。在这些图中可以看出壁板前侧的温度在大约 18 分钟之内达到相对稳定的状态。

图 13 是小室中 25%填充气凝胶的蜂窝结构壁板前侧的热成像的一组计算机截屏图。对于图 12 所示的结果，可以看出在这些图中，壁板前侧的温度在大约 18 分钟之内达到相对稳定状态。但是与图 12 中所示的结果相反，图 13 中所示的结果呈现出比图 12 所示的结果明显低的温度。

图 14 是小室中 50%填充气凝胶的蜂窝结构壁板前侧的热成像的一组计算机截屏图。图 15 是小室中 75%填充气凝胶的蜂窝结构壁板前侧的热成像的一组计算机截屏图。图 16 是小室中 100%填充气凝胶的蜂窝结构壁板前侧的热成像的一组计算机截屏图。将这些结果相互对比并与图 12 和 13 的结果相对比揭示了在每个小室内气凝胶所占比例的增大对壁板的红外特征具有显著影响。

图 17 是蜂窝结构壁板的前侧的热成像的一组计算机截屏图，该蜂窝结构壁板以与参照图 1-5 以及 11 所描述的壁板相同的方式使得它的一半小室 100%填充气凝胶而另一半是空的。从这个图中可以看出，这个壁板的热力性能类似于图 11 所示的热力性能。

已经描述和图示了具有显著优点的本发明，尽管本发明以有限数量的形式图示，但是本发明并不限于这些形式中，而是在不背离它的精髓前提下可以作出各种变化和改进。

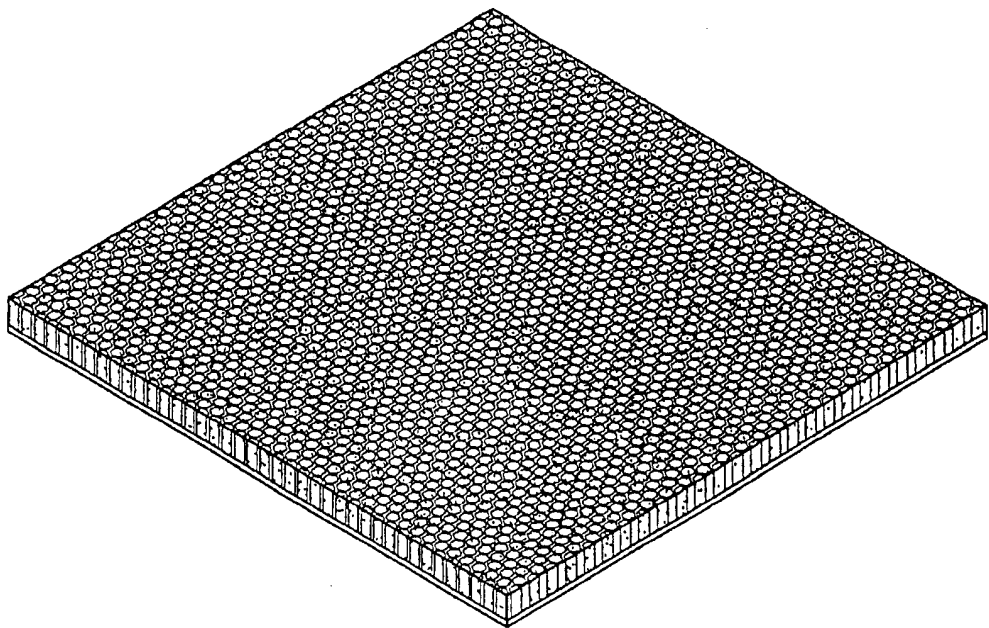


图 1

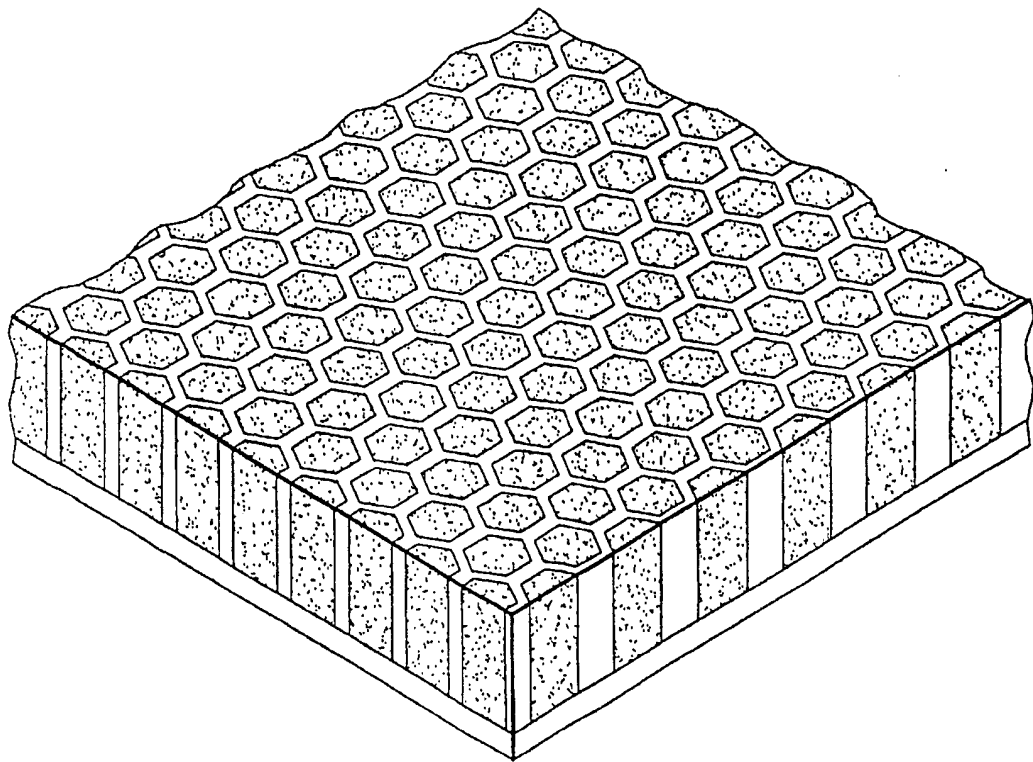


图 2

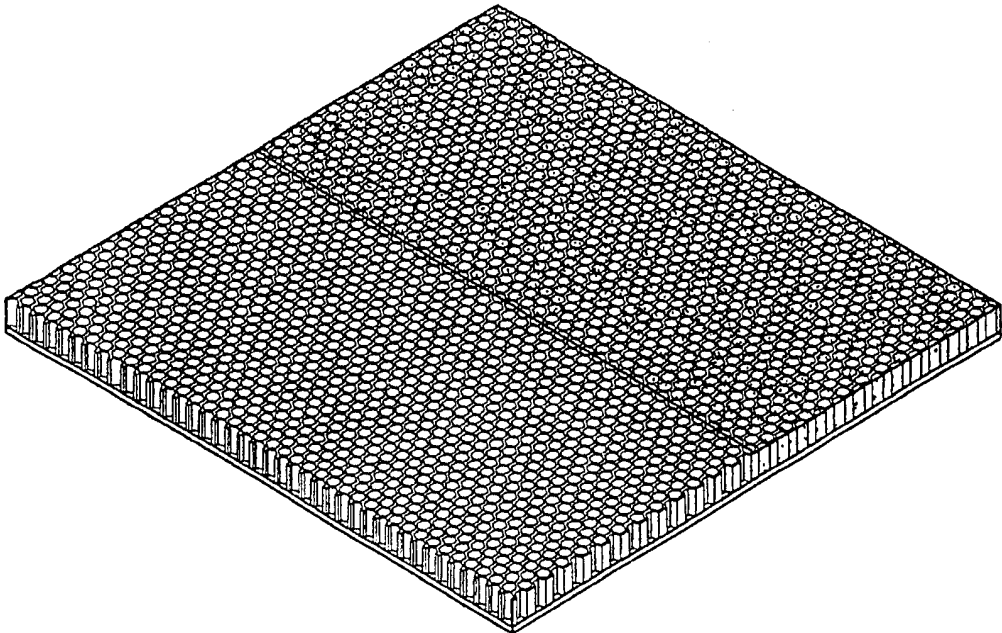


图 3

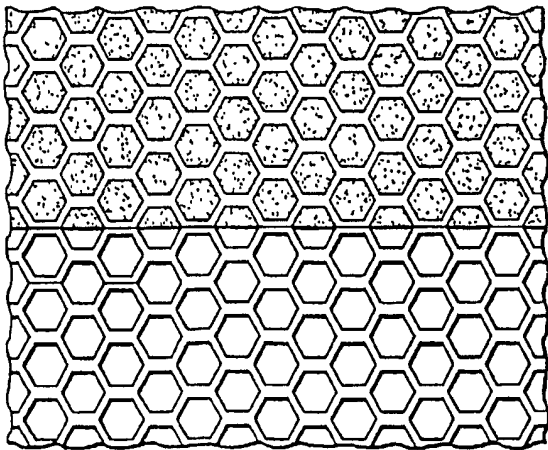


图 4

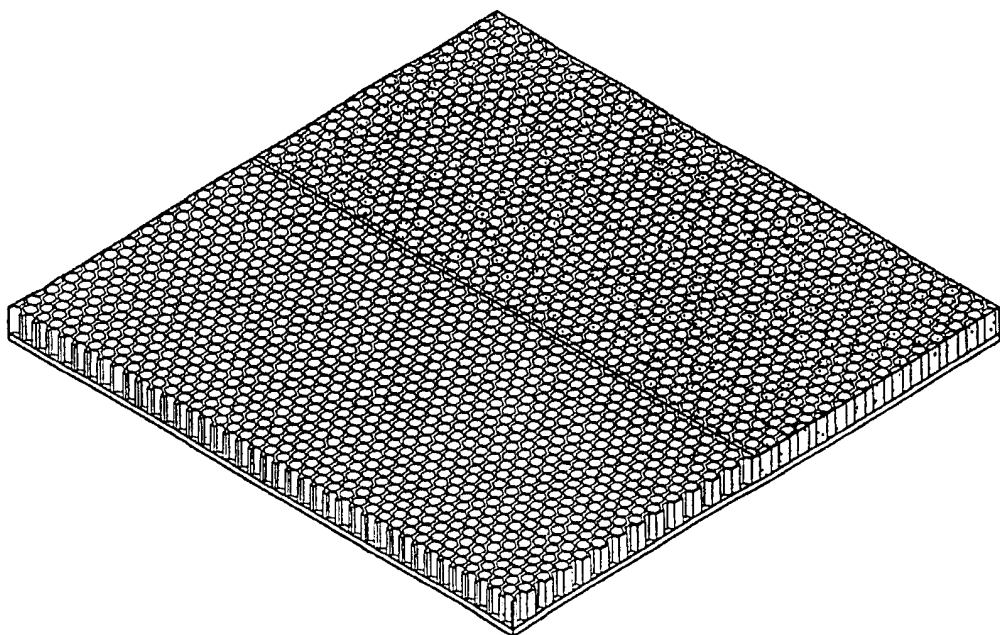


图 5

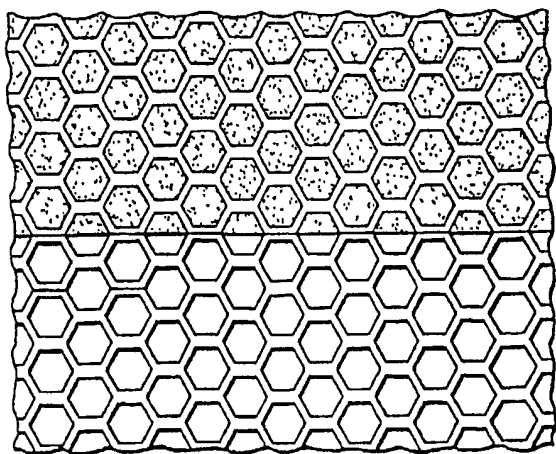


图 6

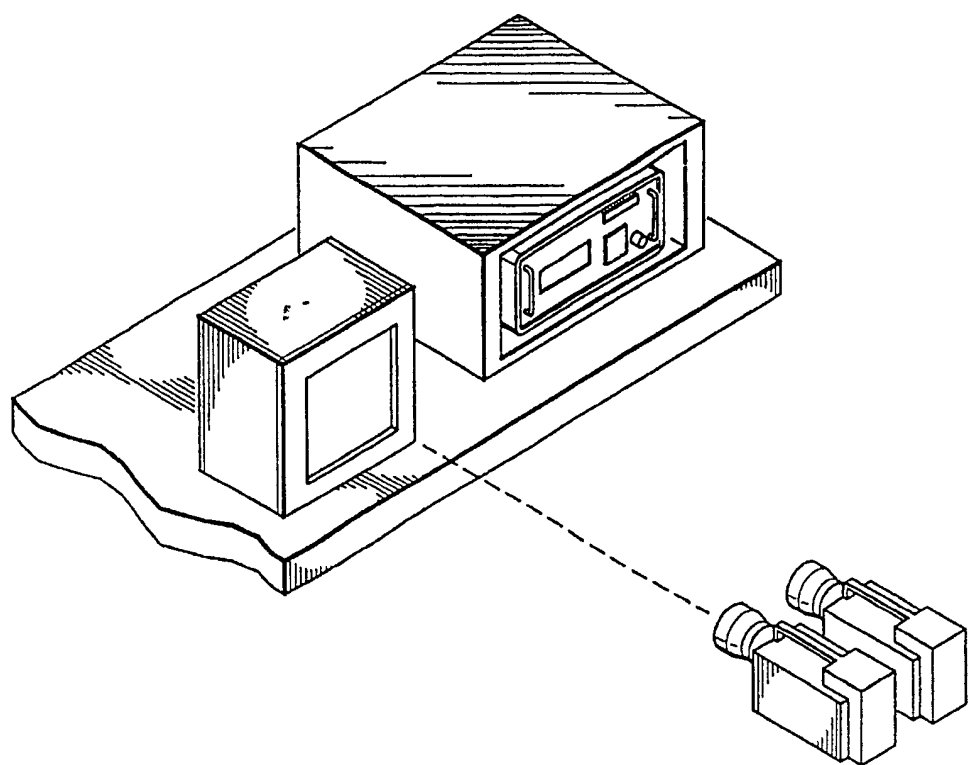


图 7

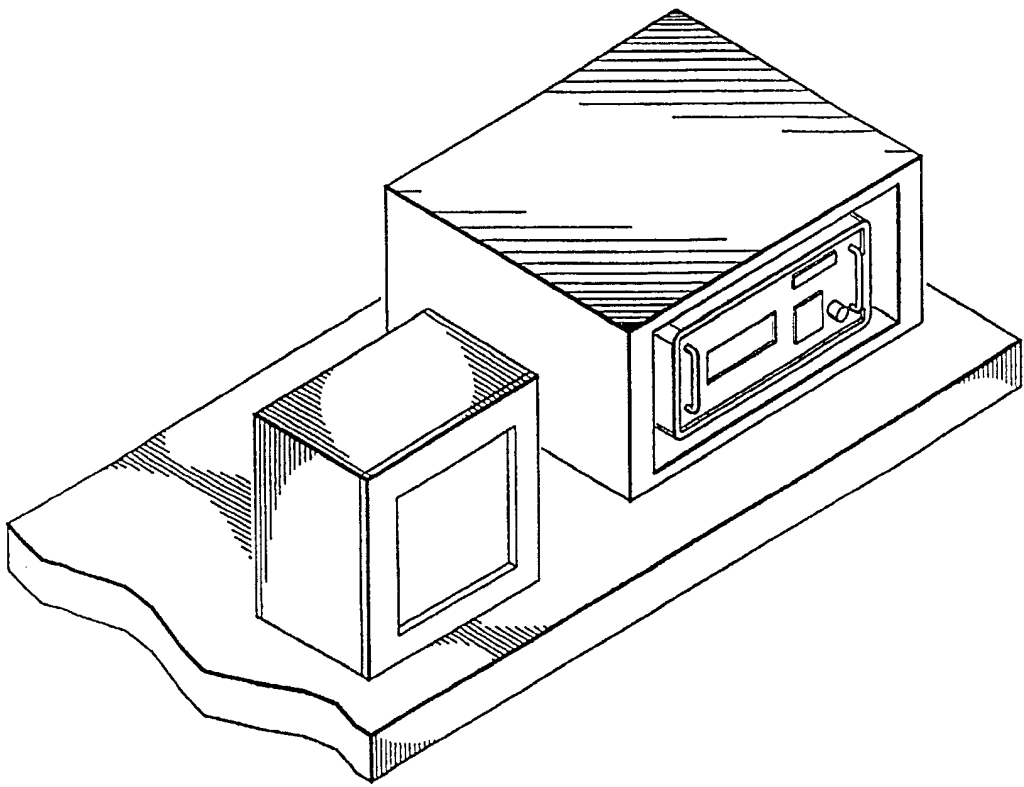
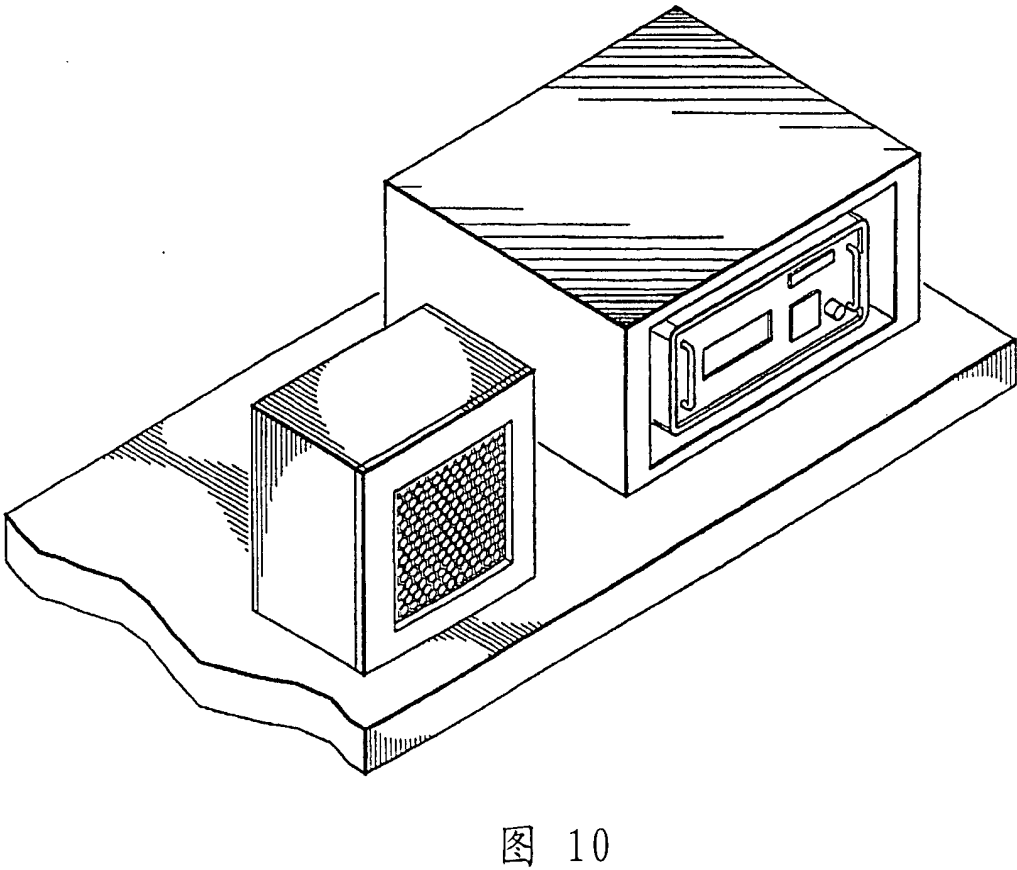
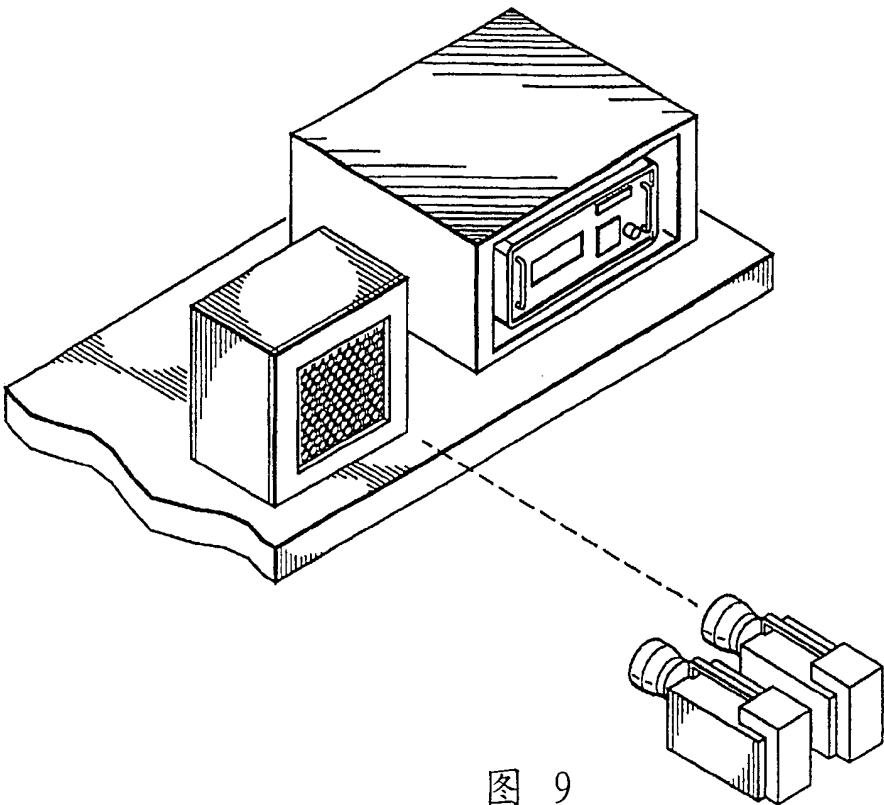


图 8



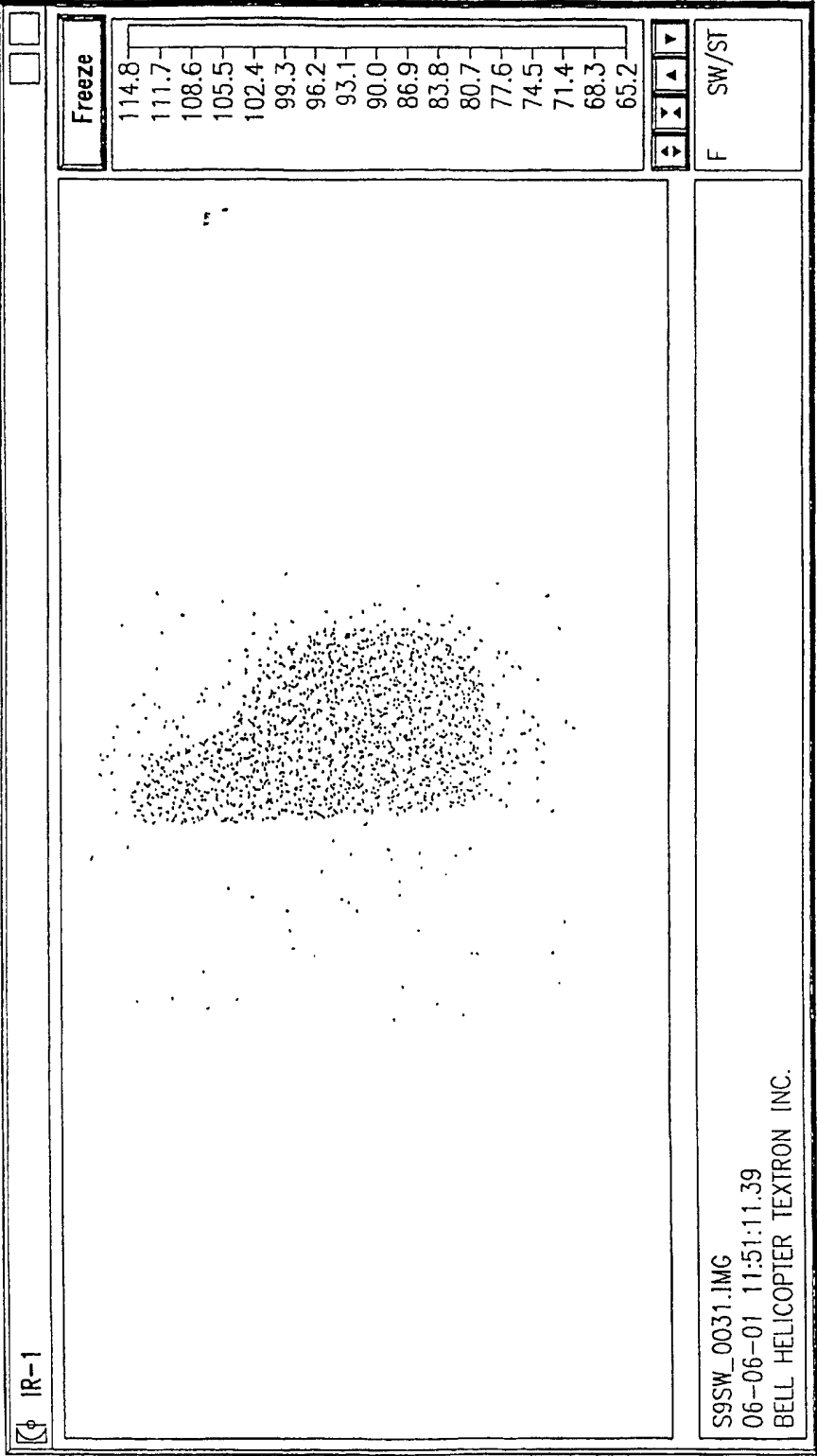
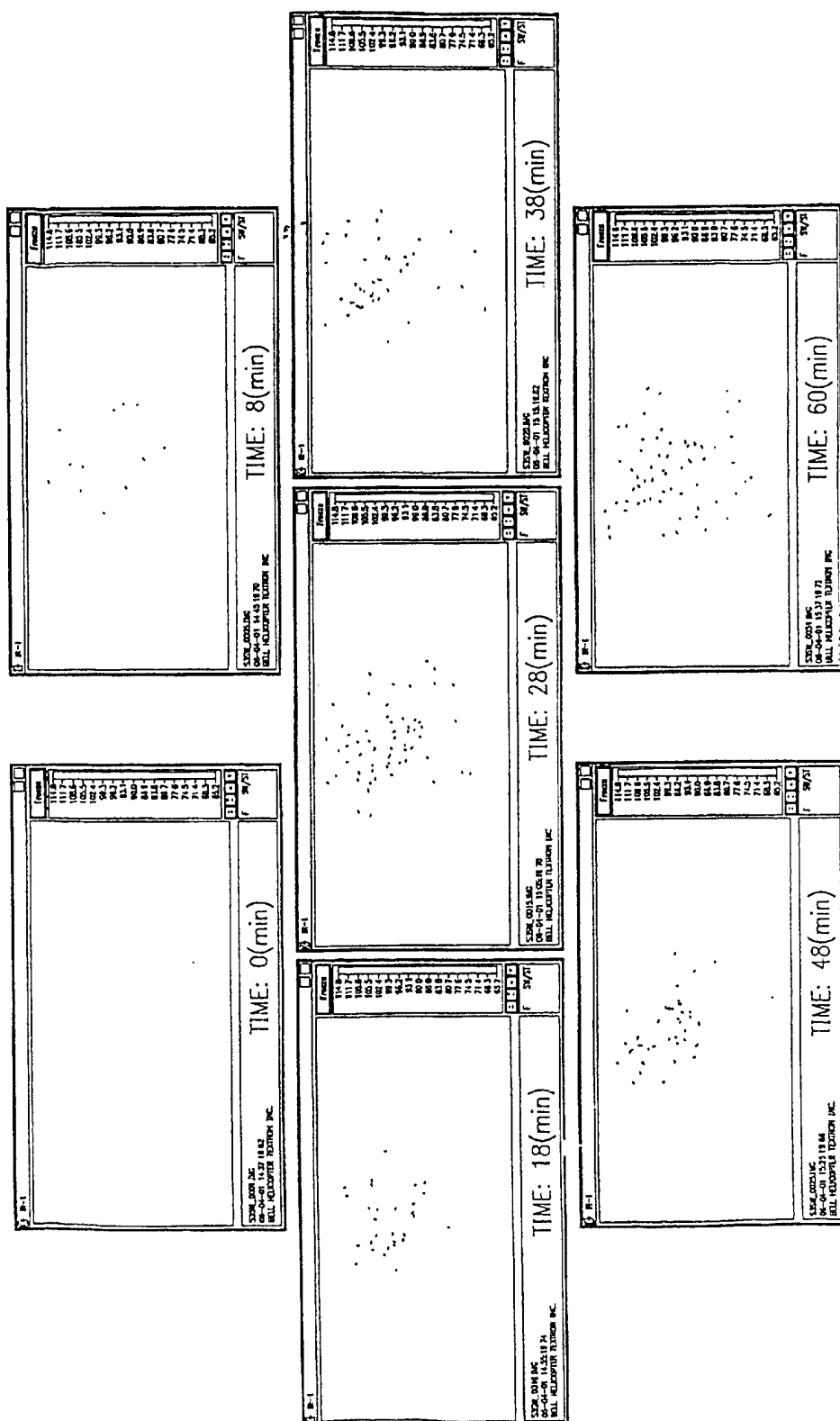


图 11



13

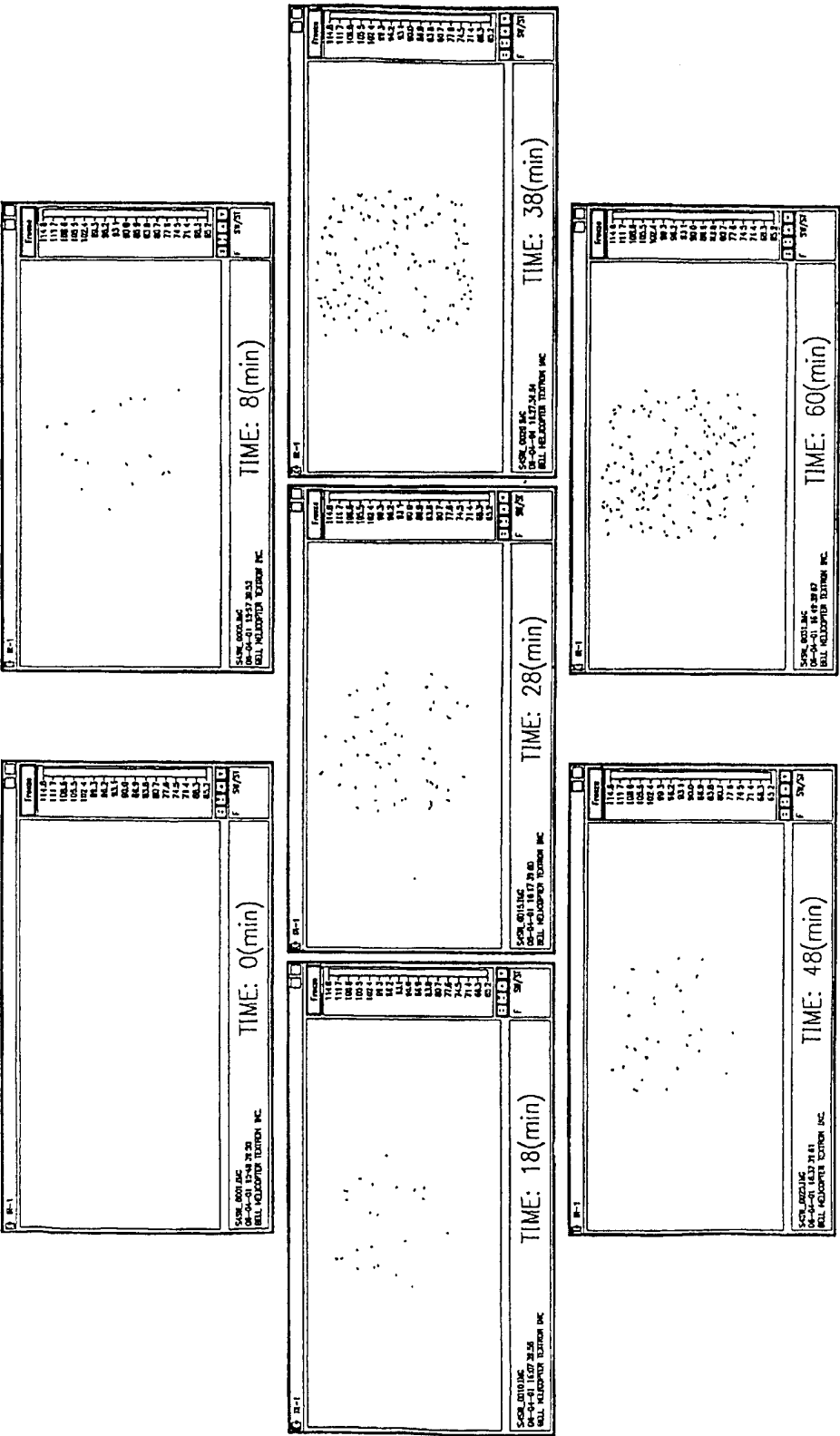


图 14

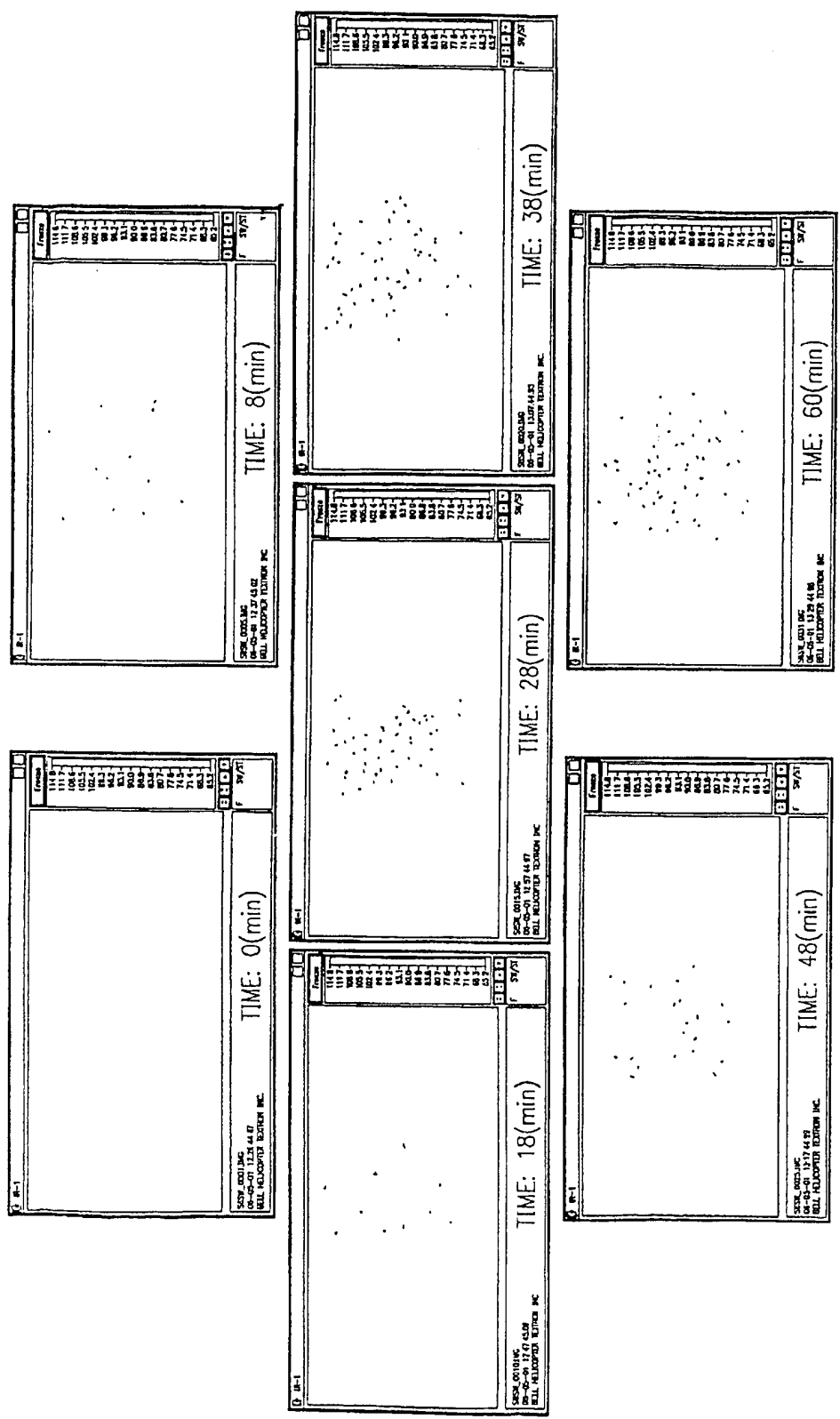
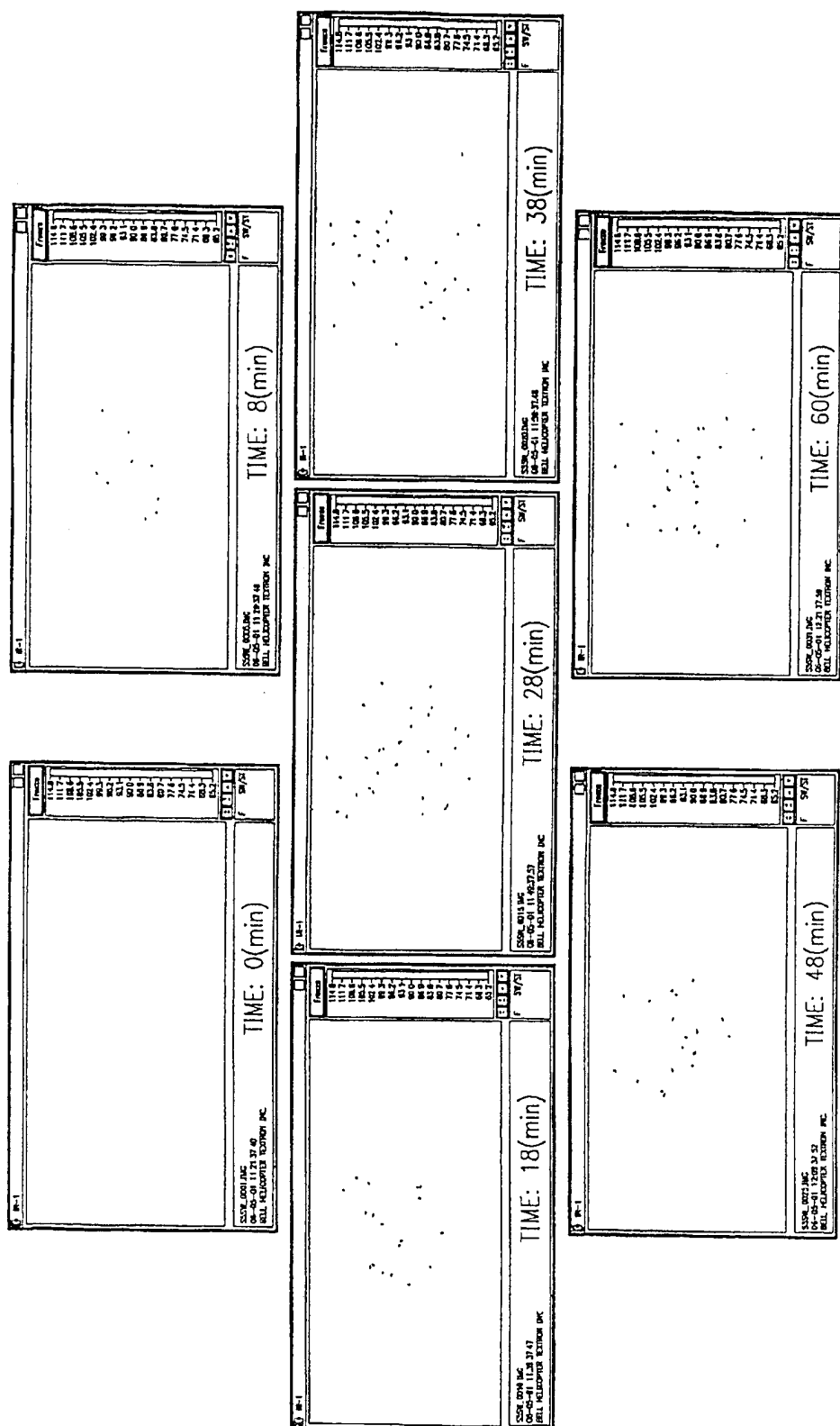
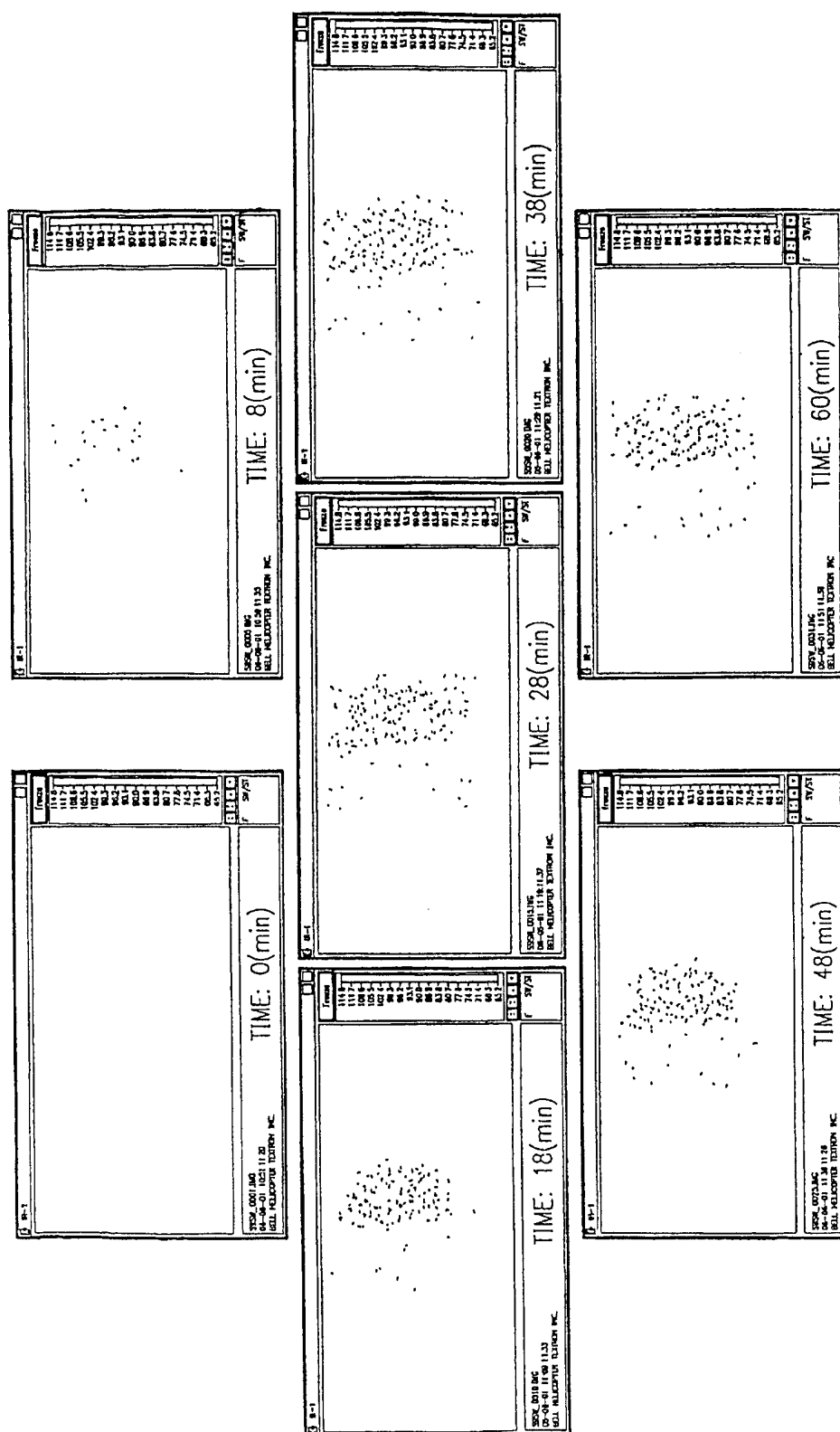


图 15



16



17