



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92103129.7

[51]Int.Cl⁶

H01L 31/04

[45]授权公告日 1996年2月28日

[24]颁证日 95.11.5

[21]申请号 92103129.7

[22]申请日 92.4.21

[30]优先权

[32]91.4.22 [33]US[31]690,194

[73]专利权人 电子研究所有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72]发明人 R·D·卡明斯

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

H01L 31/18

代理人 张志醒 叶恺东

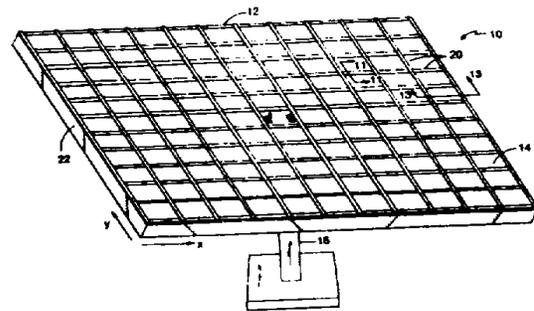
H02N 6/00

权利要求书 9 页 说明书 14 页 附图页数 12 页

[54]发明名称 日辐射发电

[57]摘要

一种大型光电池系统 10，具有一个大型整体式的结构格栅，支撑在一个支柱 16 上，该格栅包括以一定角度彼此连接在一起的以形成许多区间的多重结构构件 76 和 90，其深度足以使光电池系统具有一定刚度。还包括直接由上述构件支撑的大量透镜组件 14，该组件封闭住格栅的上边。格栅的其他各边也都封闭。所述构件之间的区间内装有多块太阳能电池 38，用以接收各透镜射来的阳光而产生电力。透镜组件与结构格栅的结构构件形成为一个整体。



权 利 要 求 书

1. 一种大型光电池系统，用以在例如发电站中利用日光辐射能进行发电，其特征在于包括：

一个大型整体式结构格栅，在 X 和 Y 方向上大幅度纵横延伸，支撑在一个支柱上，所述整体结构格栅为以一定角度连接在一起彼此之间形成许多区间的多重结构构件，所述结构格栅的深度足以使所述光电池系统在结构上具有一定的刚度；

大量的透镜组件，各组件由至少一个透镜组成，直接由所述整体结构格栅的结构构件支撑，所述透镜组件将所述整体结构格栅的上边封闭住；

所述整体结构格栅的所有其它边被多个直接由所述整体结构格栅的结构构件支撑的外壳板封闭住，使所述整体结构格栅的至少一部分封闭在所述板和所述透镜组件所界定的空间内；

多个太阳能电池，安置在所述空间中，所述整体结构格栅的至少一部分即封闭并安置在所述空间中，用以接收通过所述透镜组件的各透镜射来的阳光；

从而使所述透镜组件、所述结构格栅的结构构件、所述太阳能电池和所述外壳板构成一个整体。

2. 根据权利要求 1 所述的光电池系统，其特征在于，所述整体结构格栅的下边被装有所述多个太阳能电池且与所述多个太阳能电池电连接的大量电路板封闭，所述各电路板直接由所述整体结构格栅的结构构件支撑在该结构构件之间界定的空间中。

3. 根据权利要求 2 所述的光电池系统，其特征在于，各所述电路板包括：一个平面电绝缘层；一个上导电导热层，由所述电绝缘层

支撑着，且与该电绝缘层有热传导关系；和一个传热散热件，在所述电绝缘件下面延伸，与所述电绝缘件有传热关系。

4. 根据权利要求 3 所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层包含由玻璃纤维和环氧树脂制成的片状构件。

5. 根据权利要求 4 所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层的厚度约为 0.003 英寸，绝缘强度约为 4000 伏。

6. 根据权利要求 3 所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层由包含经阳极化的所述散热件的材料制成的阳极化电绝缘膜构成。

7. 根据权利要求 6 所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层的绝缘强度约为 800 伏。

8. 根据权利要求 3 所述的光电池系统，其特征在于，所述每个电路板的上导电导热层至少有一个隔断部分将所述上导电导热层靠近所述电路板的部分与所述上导电导热层的其它部分在电气上隔离开来。

9. 根据权利要求 3 所述的光电池系统，其特征在于：

所述每个电路板的上导电层被隔断，从而使其相邻的各部分在电气上被隔离开来，且作为正负导体；以及

至少一个太阳能电池横跨所述上导电层中的隔断条，且以导电导热的形式固定在所述导电层的正负部分上。

10. 根据权利要求 3 所述的光电池系统，其特征在于，所述每个电路板借助至少一个焊接点将多个太阳能电池的至少一个电池与所述上导电导热层电连接起来。

11. 根据权利要求 3 所述的光电池系统，其特征在于：

所述每个电路板将多个所述太阳能电池与所述上导电导热层电连接起来；且

所述每个太阳能电池直接与一对电路节点连接，在这一对电路节点之间至少有另一个所述太阳能电池被直接并联连接；

所述各太阳能电池配置成多个由并联连接的太阳能电池构成的电池组，所述由并联连接的太阳能电池构成的各电池组彼此串联连接；

因此，通过所述多个电池组中一个电池组中的任何太阳能电池的电流能通过所述多个电池组的相邻一个电池组中的任何太阳能电池。

12. 根据权利要求 2 所述的光电池系统，其特征在于，所述多个电路板由完全安置在所述封闭的光电池系统内的电导线相互连接起来，所述电导线将所述多个与所述多个电路板电连接的太阳能电池互相电连接起来。

13. 根据权利要求 1 所述的光电池系统，其特征在于，它还包括多个可拆除的垫片，安置在所述结构格栅的各位置上，用以补偿所述结构格栅中的结构变化，从而提高所述光电池系统的含有所述透镜组件的上边的平正度和所述光电池系统下边的平正度。

14. 根据权利要求 1 所述的光电池系统，其特征在于：

所述支柱为一个垂直立柱；

所述各透镜组件均匀分布在所述结构格栅的上边，但所述垂直立柱所在的位置除外；且

所述各太阳能电池也均匀分布在所述光电池系统上，但所述垂直立柱所在的位置除外。

15. 根据权利要求 1 所述的光电池系统，其特征在于，它还包括多个在所述系统上边的沟槽，位于所述透镜组件之间的缺口下面，且配置成使其收集通过所述缺口的水，并将所述水引到所述光电池系统外，从而防止所收集的水进入所述光电池系统中。

16. 根据权利要求 1 所述的光电池系统，其特征在于，它还包括多个位于所述系统上边的挡水板，每个所述挡水板都包括一个位于所述透镜组件的第一透镜组件边界下方的第一部分，一个位于所述透镜组件的第二透镜组件边界上方的第二部分，和一个在所述第一和第二

部分之间延伸的垂直挡水面，该表面制成使其可以挡水，并防止这些水进入所述透镜组件的所述第二透镜组件下面。

17. 根据权利要求1所述的光电池系统，其特征在于，封闭所述整体结构格栅的至少一边的装置至少有一个渗水孔，其大小和位置取得使所述光电池系统内的水能够排出所述光电池系统外。

18. 根据权利要求1所述的光电池系统，其特征在于，所述结构格栅实质上在所述透镜组件边缘区处对每个所述透镜组件起支撑作用，且所述光电池系统包括支撑各所述透镜组件中心区的装置。

19. 根据权利要求1所述的光电池系统，其特征在于，所述透镜组件与所述太阳能电池之间的间距取决于所述结构格栅的深度。

20. 根据权利要求19所述的光电池系统，其特征在于，所述透镜组件与所述太阳能电池之间的间距，其大小取得使每个透镜都能聚焦射来的阳光，从而使所有焦点都位于一个平行于所述透镜且通过相应的太阳能电池的平面上或该平面下方。

21. 根据权利要求20所述的光电池系统，其特征在于：

所有所述焦点位于所述平面下方；且

所述通过透镜射来的阳光在所述太阳能电池上形成一个尺寸大致等于所述太阳能电池的作用区尺寸的图形。

22. 根据权利要求20所述的光电池系统，其特征在于，所述各太阳能电池和所述各透镜的相对尺寸使入射到所述太阳能电池上的阳光的密集度与所述阳光通过所述透镜之前的密集度的比值在大约150 与 250 之间。

23. 根据权利要求1 所述的光电池系统，其特征在于，

所述外壳板之一包括一个电路板，该电路板包括一个平面电绝缘层；一个上导电导热层，由所述电绝缘层支撑着，并与所述电绝缘层有传热关系；和一个导热散热件，在所述电绝缘件下方延伸，与所述

电绝缘件有传热关系；所述上导电层被隔断，从而将其相邻各部分在电气上隔离开来，并兼作为正负导体；和

每个所述太阳能电池都横跨所述上导电层的隔断区，且以导电导热形式固定到所述导电层的正负部分上；

所述上导电导热层形成所述光电池系统的内表面，且暴露在所述外壳板和所述透镜组件所界定的空间内，所述导热散热件形成所述光电池系统的外表面。

24. 根据权利要求23所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层包括玻璃纤维和环氧树脂制成的片状构件。

25. 根据权利要求24所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层的厚度约为0.003英寸，绝缘强度约为4000伏。

26. 根据权利要求23所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层由包含经阳极化的所述散热件的材料制成的阳极化电绝缘膜构成。

27. 根据权利要求26所述的光电池系统，其特征在于，所述电绝缘层的绝缘强度为800伏。

28. 根据权利要求23所述的光电池系统，其特征在于，所述电路板的上导电导热层至少有一个隔断部分将所述上导电导热层靠近所述电路板的部分与所述上导电导热层的其它部分在电气上隔离开来。

29. 根据权利要求28所述的光电池系统，其特征在于，所述电路板至少有一个渗水孔，渗水孔的大小使水可以通过其中，所述渗水孔位于所述电路板的靠近所述电路板边缘的部分，且在所述隔断部分外面的所述上导电导热层上。

30. 根据权利要求23所述的光电池系统，其特征在于，所述太阳能电池借助至少一个焊接点与所述上导电导热层电连接。

31. 根据权利要求23所述的光电池系统，其特征在于，所述装置包括多个太阳能电池，这些电池位于所述电路板上，且与所述上导电

导热层电连接；以及

所述每个太阳能电池直接与一对电路节点连接，在这一对电路节点之间至少有另一个所述太阳能电池被直接并联连接；

所述各太阳能电池配置成多个由并联连接的太阳能电池构成的电池组，所述由并联连接的太阳能电池构成的各电池组彼此串联连接；

因此，通过所述多个电池组中一个电池组中的任何太阳能电池的电流能通过所述多个电池组的相邻一个电池组中的任何太阳能电池。

32. 根据权利要求1所述的光电池系统，其特征在于还包括：

多个水平延伸的挡水板，与所述透镜组件的各相应水平边连接，每个所述挡水板都包括一个位于所述透镜组件的第一透镜组件边界下方的第一部分；一个位于所述透镜组件的第二透镜组件边界上方的第二部分，所述第一透镜组件安置在高于所述第二透镜组件的部位，和一个在所述第一和第二部分之间的、在基本上垂直于由所述系统上边限定的平面方向上延伸的垂直挡水面，该挡水面制成使其能将水挡住，从而防止水进入所述第二透镜组件的下方；以及

多个倾斜的沟槽，与位于相邻共平面透镜组件之间的缺口下方的相应倾斜的透镜组件边缘相连通，并且配置成使其能收集所挡住的水，且在所述挡水板的所述垂直挡水面附近转为水平方向，并将所收集的水引到所述光电池系统之外，从而避免所收集的水进入所述光电池系统中。

33. 根据权利要求32所述的光电池系统，其特征在于，该光电池系统还包括多个装配撑条和多个衬垫，所述装配撑条位于所述共平面透镜组件之间的所述缺口上方和所述挡水板上方，所述衬垫位于所述装配撑条与所述透镜组件和所述挡水板被所述装配板条所盖住的部分之间。

34. 一种制造利用日光辐射能进行发电的大型光电池系统的方法，

其特征在于 包括下列步骤:

将焊料涂敷到电路板上;

将电池安装架安置到所述电路板上方的第一位置上, 所述电路板的结构使其可与所述电池安装架配合, 使所述电池安装架在所述电路板上精确就位;

在所述电路板的不为所述电池安装架阻挡的第一区上放置第一焊片, 所述电池安装架的各边在所述第一焊片安置到所述电路板的所述第一区上时与所述第一焊片接合;

熔化所述第一焊片;

往第一太阳能电池上涂敷焊料;

将所述第一太阳能电池放在因所述第一焊片熔化而熔化的焊料上方, 在所述第一太阳能电池放到所述电路板的所述第一区上时, 所述电池安装架的各边与所述第一太阳能电池接合;

使所述熔化的焊料冷却, 在所述第一太阳能电池与所述电路板之间形成至少一个焊接点;

从所述电路板的所述第一位置上拆下所述电池安装架;

将电池安装架安置到所述电路板上方的第二位置上, 所述电路板的结构使其可与所述电池安装架配合, 使所述电池安装架在所述电路板上精确就位;

在所述电路板的不为所述电池安装架阻挡的第二区上放置第二焊片, 所述电池安装架的各边在所述第二焊片安置到所述电路板的所述第二区上时与所述第二焊片接合;

熔化所述第二焊片;

往第二太阳能电池上涂敷焊料;

将所述第二太阳能电池放在因所述第二焊片熔化而熔化的焊料上方, 在所述第二太阳能电池放到所述电路板的所述第二区上时, 所述

电池安装架的各边与所述第二太阳能电池接合；

使所述熔化的焊料冷却，在所述第二太阳能电池与所述电路板之间形成至少一个焊接点；然后

从所述电路板的所述第二位置上拆下所述电池安装架。

35. 根据权利要求34所述的方法，其特征在于，所述焊片在所述第二太阳能电池与所述电路板之间形成多个焊接点。

36. 根据权利要求34所述的方法，其特征在于还包括下列步骤：

将焊片放到所述电路板的不为所述电池安装架阻挡的多个其它部位上；

熔化所述焊片；

将多个接头片放在因所述焊片在所述电路板的所述多个其它部位上熔化而熔化的焊料上方，所述安装架实际上在所述焊片和所述多个接头片被安置到所述电路板的多个其它部位时起导向作用；以及

使所述熔化的焊料冷却，在所述多个接头片与所述电路板之间形成焊接点。

37. 根据权利要求36所述的方法，其特征在于还包括下列步骤：

将一个辅助光学元件放到所述第二太阳能电池上方；

将所述各接头片折叠到所述辅助光学元件的各部分上，使所述辅助光学元件在所述第二太阳能电池上方固定就位。

38. 根据权利要求34所述的方法，其特征在于，

所述电路板有多个凹口；

所述电池安装架有多条腿；

所述将电池安装架放到电路板上方的步骤包括将所述多条腿插入所述多个凹口中的步骤。

39. 根据权利要求34所述的方法，其特征在于还包括下列步骤：

将多个电池安装架安置到所述电路板上方，所述电路板的结构使

其可与所述多个电池安装架配合，使所述多个电池安装架在所述电路板上精确就位；

将多个焊接片放到所述电路板的不为多个电池安装架阻挡的多个部位上，所述电池安装架的各边在所述焊接片放到所述电路板的所述多个部位时与所述焊片接合；

同时熔化所述各焊片；

往多个太阳能电池上涂敷焊料；

将所述多个太阳能电池放到因所述焊片熔化而熔化的焊料上方，所述电池安装架的各边在所述太阳能电池安置到所述电路板的多个部位上时与所述太阳能电池接合；

同时冷却所述焊接点，在各所述太阳能电池与所述电路板之间形成至少一个焊接点；

从所述电路板上拆下所述多个电池安装架。

说 明 书

日辐射发电

本发明涉及利用太阳的辐射能发电，更具体地说涉及光电池系统和类似的装置，在这个系统中，照射来的阳光通过一系列透镜聚焦到一组太阳能电池上，由该组太阳能电池发电。

电力研究学会(EPRI)期刊发表的下列文章是具有代表性的现有技术：“高密度光电池模件的设计”EPRI·AP-4752，1986年8月；“高密度(500X)光电池系统的初步设计”EPRI·AP-3263，1984年12月；和“点接触式硅太阳能电池”EPRI·AP-2859，1983年5月。

如上述文章所公开的那样，一种典型的光电池系统是由一组呈矩形金属盒形式的60个“模件”构成的。各模件顶面有一对透镜组件或“单元”。各透镜“单元”是个透明板，板上装有一组共24个透镜，将照射来的阳光聚焦到模件内的一组太阳能电池的各电池上。各透镜单元的周边装有聚合物制成的密封件，减少水漏进模件中的机会。60个模件装在一个结构格栅上，形成光电池系统，结构格栅由一个立式支柱支撑着。

每个模件中，24个太阳能电池中的每一个都形成为各电池组的一部分。每个电池组由下列各部分组成：一个金属安装板，起散热件的作用；一个扁平的陶瓷电绝缘件，焊接在安装板顶部；一对电极，焊接在电绝缘件顶部，与安装板电绝缘；一个扁平的硅太阳能电池，焊接在该对电极顶部，而且与各电极电连接；一个四边形的棱镜反射器或“辅助光学元件”，焊接到太阳能电池顶部，通过反射将照射来的阳光引向太阳能电池的作用区，如果没有这个反射器，则照射来的阳光会照不到电池的作用区。

各模件内有四个串联的太阳能电池与另外四个串联的太阳能电池并联连接。这类八个太阳能电池组成的电池组共有六组，彼此串联连接。

本发明的特点是要采用一些不同方法通过下列措施降低日辐射发电的成本：提供高效（一定量的日辐射能产生大量的电能）的硬件；提供造价低的制造方法；取消硬件的各部件；解决漏水和冷凝引起的问题。

从一个方面讲，本发明提出了一种用以在例如发电厂中利用日辐射发电的大型光电池系统。该光电池系统有一个大型整体式结构格栅，在 X 和 Y 方向上大幅度纵横延伸，支撑在一个支柱上。整体结构格栅是指彼此以某些角度连接在一起、彼此之间形成许多区间的多重结构构件。结构格栅的深度足以使光电池系统在结构上具有一定的刚度。大量的透镜组件（每一组件至少包含一块透镜）直接由整体结构格栅的各结构构件支撑在结构构件之间的区间内。这些透镜组件将整体结构格栅的上边封住。整体结构格栅的其它各边也都封闭着。结构格栅各结构构件之间形成的区间中配置有多个太阳能电池，并将它们安置在能通过各透镜组件的各透镜射来的阳光的位置上。透镜组件与结构格栅的结构构件形成一个整体。

从另一方面讲，本发明提出了这样的一种日辐射发电装置，该发电装置有一个由下列各部分组成的电路板：一个平面电绝缘层；一个上导电导热层，由一个电绝缘层支撑着，且与电绝缘层有热传导关系；一个传热散热构件，在电绝缘构件底下延伸，与电绝缘构件有热传导关系。该上导电层隔断，因而隔断区的各相邻部分彼此电绝缘，同时也作为正负导体用。上导电层的隔断区跨接有一个太阳能电池，固定在导电层的正负部分上，与该部分具有导电传热关系。

本发明的另一个方面的光电池系统具有这样的特点，该系统具有大量的共平面透镜组件，这些组件将光电池系统的上边封住。透镜组件的下方配置有多个太阳能电池。该系统还包括多个挡水板，每个挡水板

都有一个安置在第一透镜组件边界下方的第一部分，一个安置在第二透镜组件边界上方的第二部分，和在第一与第二部分之间延伸的垂直挡水面，该挡水面用于挡水，并防止水进入第二透镜组件底下。该系统还包括多个小水槽，安置在各个共平面透镜组件之间的缺口底下，配置成使其能收集通入各缺口中的水，以及收集挡水板的垂直挡水面所挡住的水，并将收集到的水引离光电池系统，从而防止所收集的水进入光电池系统中。

从另一方面讲，本发明提出了制造日辐射发电装置的一种方法。该方法是将焊料涂敷到电路板上，在电路板上方安置一个电池安装架，电路板的各结构件可与电池安装架配合，使电池安装架在电路板上精确就位。在电路板不为电池安装架阻挡的部位安置一个焊片，电池安装架的边在将焊片安置到电路板该部位时与焊片接合。使焊片熔化，在太阳能电池上涂上焊料。将太阳能电池安置在因焊片熔化而熔化的焊料上方，电池安装架的边就在太阳能电池安置在电路板该部位的过程中与太阳能电池接合。使熔化的焊料冷却，于是在太阳能电池与电路板之间形成至少一个焊接点。然后将电池安装架从电路板上拆除。

从下面的详细说明和从权利要求书中可以清楚了解本发明的其它优点和特点。

先简要地介绍附图。

图 1 是本发明的光电池系统的正视图。

图 2 是图 1 的光电池系统的后视图。

图 3 是图 1 的光电池系统的侧视图。

图 4 是本发明用于光电池系统的电路板的示意图。

图 5 是图 4 电路板的一部分的详图。

图 6 是本发明装在电路板一部分上的太阳能电池和辅助光学元件图。

图 7 是按照本发明由一个透镜将照射来的阳光聚焦到太阳能电池上的局部剖视图。

图 8 是本发明用以将太阳能电池安装到电路板上的电池安装架的示意图。

图 9 是图 8 电池安装架的侧视图。

图 10 是本发明光电池系统前表面一部分的局部剖视图。

图 11 是本发明的光电池系统沿图 1 中的 11-11 线截取的一部分的剖视图。

图 12 是本发明的光电池系统沿图 2 中的 12-12 线截取的一部分的剖视图。

图 13 是本发明的光电池系统沿图 1 中的 13-13 线截取的一部分的剖视图。

参看各附图，特别参看附图中的图 1、2 和 3。光电池系统 10 可与大量类似的光电池系统组合起来构成发电装置。系统 10 有一个 42.25 英尺×29.5 英尺×20 英寸的外壳 12。外壳 12 由一个内部的整体结构格栅（见图 11-13）支撑着，该结构格栅又由立式支柱 16 支撑着。支柱 16 通过驱动机构 15 与内结构格栅连接，驱动机构 15 将系统的内结构格栅配置成能使透镜单元 14 朝向太阳。外壳设计成单件，这使部件的数量和封闭各太阳能电池和光电池系统 10 内电气线路所需用的材料量减少到最少程度。

外壳 12 的正面有 120 个透镜单元 14（11 行×11 列透镜单元减去一个在立式支柱与外壳 12 连接处的透镜单元），每个透镜单元有 24 个菲涅耳透镜（4 行×6 行），将照射来的阳光聚焦到外壳 12 内的各太阳能电池上。外壳 12 的背面有 120 个电路板 18，太阳能电池即装在电路板 18 上与电路板 18 呈电连接。外壳 12 正面和背面上的各透镜单元 14 和电路板 18 的边缘区域上方设有多个装配撑条 20。外壳 12 的侧面由金属挡板 22 构成。外壳

12 内的各元件构制成使其暴露在集中照射的阳光下时不致燃烧。

图1-3 中所示的“一体化”的光电池系统设计，使用的硬件量最少。这种设计的另一个优点是系统的各部件便于装运到现场组装。举例说，各电路板18可在卡车上一个堆放在另一个电路板上，直到卡车达到其载重量限额为止。重量轻占地方的大型模件盒无须装运。

参看图 4。各电路板18长45.75 英寸，宽31.75 英寸，电路板有铜质顶层24和铝质背层，彼此由电绝缘层隔开（如图 7 中所示），电绝缘层由浸环氧树脂的玻璃纤维制成。铜质顶层24形成电路的各通路，并与各太阳能电池相连接，而传热的铝质背层起散热面的作用，玻璃纤维—环氧树脂电绝缘层则将顶层24与背层电绝缘起来。

顶层24有一个宽 0.100 ± 0.002 英寸的腐蚀线26，腐蚀线的中心线距电路板18的各边缘2.62英寸。腐蚀线26在顶层24中形成一个隔断条（通过顶层24下到电绝缘层的凹口），将顶层24的内部与边缘区域28电绝缘起来。边缘区28有20个0.190 英寸的螺丝孔30，各螺丝孔30彼此间隔 7英寸，其中心距腐蚀线26的顶部1.72英寸，这些螺丝孔用以将电路板18安装到电路板18底下的衬垫上（如图13所示）。边缘区28还有一些直径为 $3/8$ 英寸的渗水孔82，这些孔穿过电路板而钻出，构成因漏泄或冷凝而在系统外壳内聚集的水的出口。虽然钻孔30和渗水孔82在电路板18的边缘区28与铝质背层之间形成短路，但边缘区28是与顶层24的起导电通路作用的内部电绝缘的。

纵腐蚀线32和横腐蚀线34将顶层24的内部分成多个铜质电路通路条36。因此，腐蚀线32和34在顶层24中形成隔断条（通过顶层24下降到电绝缘层的各凹口），使相邻的电路通路条36电绝缘，从而使相邻的电路通路条36可作为那些跨接在纵腐蚀线32上且以导电（和传热）方式固定到两个被纵腐蚀线32隔开的相邻电路通路条36上的太阳能电池的正负导线。纵腐蚀线32宽 0.028 ± 0.002 英寸，横腐蚀线34宽 0.100 ± 0.002

英寸。旁路二极管27连接在头一个与最末一个电路通路条36之间，以便在一个或多个太阳能电池失灵时将电路板旁路，从而避免损及其余的太阳能电池。

参看图5，图中示出了电路板18在纵腐蚀线32附近的一部分的细节。纵腐蚀线32有一个围绕着宽0.195英寸、长0.467英寸的齿形区34的部分，该部分上方安置有一个太阳能电池（如图6所示）。

电路板18的铜质顶层上的四个0.100英寸×0.100英寸的方形凹口37用以固定将太阳能电池焊接到电路板18上时使用的电池安装架的各条腿（图7和8中所示）。两个方形凹口各自的中心分别在齿形区34的中心线左侧0.395英寸处和该中心线右侧0.395英寸处。底下的两个方形凹口，其中心在腐蚀线32底部下方0.232英寸处。上面的两个方形凹口，其中心在底下两个方形凹口上方0.900英寸处。每一组的四个方形凹口37以两钻孔30（图4）之间的垂直线与两钻孔30之间的水平线的交点为中心。

图6和7都示出了装在电路板18上的一个背接触式方形硅太阳能电池38和装在太阳能电池38顶上的一个四边形棱镜反射器或“辅助光学元件”40。辅助光学元件40通过反射将照射来的阳光引向太阳能电池38的作用区。如果没有辅助光学元件40，则照射来的阳光会照不到太阳能电池38的作用区上。太阳能电池的“作用区”是指暴露在辅助光学元件40的四个边之间的部位。太阳能电池38的作用区大小为1.265厘米×1.265厘米。

太阳能电池38在电流约为9.5安，电压约为0.65伏时，发出的电力约为6.25瓦。整个系统含有2880个太阳能电池，因而发出的电力约为18,000瓦。

太阳能电池38的背面有多个被硅半导体材料所隔开的金触点部分。太阳能电池38焊接到齿形区34正上方的电路板18上。齿形区34与太阳能

电池38的其中一个金触点部分电连接，电路板18上相邻的电路通路条也与太阳能电池38的至少另一个金触点部分电连接。

回过头来再参看图4。可以看出，电路板18形成这样的—个电路，使电路中的各太阳能电池三个—组地彼此并联连接，八个这样的电池组彼此串联连接。各电路板用相当于4号导线的金属带25与另一个电路板串联连接，该金属带完全安置在系统外壳内，以防受天气的影响。通过将各太阳能电池与至少另一个太阳能电池直接并联连接（将各太阳能电池直接连接在一对其间至少有另一个太阳能电池直接并联连接的电路节点之间）可以将弱电池存在的不良影响减小到最小程度。弱电池的伏安曲线（电压作为电流的函数）在电流小于强电池的伏安曲线通过零伏时的电流时通过零伏。任何电池的伏安曲线通过零伏之后都急剧下降。当一个弱电池与一个或多个强电池直接串联连接，且串联连接的电池两端的负荷相当小时，该一个或多个强电池将迫使电流通过弱电池，从而使弱电池产生大到足以抵消各强电池所产生的正电压的负电压，使整个发电过程受损。但一个弱电池直接与一个或多个强电池并联连接时，该一个或多个强电池将迫使一个正电势加到弱电池两端，于是弱电池发出的电流小于该一个或多个强电池的电流。尽管弱电池发出的电流比强电池的电流小，但它终究在发电过程中发挥了作用，而不是抵消其它太阳能电池的发电作用而损害发电过程。

再参看图6和7。焊接到电路板18上的铜接头片46和48通过固定两侧部分42和44将辅助光学元件40固定到太阳能电池38上方，两侧部分42和44固定在辅助光学元件40在底座部位的各边上。棱镜辅助光学元件40的各边与垂直方向成25度角。

参看图7。透镜单元14中的7英寸×7英寸的菲涅耳透镜52与太阳能电池38之间的间距略小于20英寸。在透镜与电池的这种间距下，焦距为20英寸的透镜52将照射来的太阳光束以这样的方式引向太阳能电池38

的作用区：使光束向下集中到太阳能电池38上的大小与太阳能电池38的作用区相等的一个图形(pattern)上。因为透镜52是个菲涅耳透镜，所以从该透镜出来的光有色差，每种颜色的光都有它自己的焦点。因此，在太阳能电池上的该图形的边缘仅由红光组成，因为在可见光谱中波长最长的是红光，其焦点比任何其它颜色的光距透镜52更远。

除非透镜52与太阳能电池38或透镜与太阳没有对好，否则辅助光学元件40的内部反射面是不会将照射来的光束50的大部分反射出去的。如果没有对好，则辅助光学元件40的内部反射面将会反射所有入射到内部反射面的射向太阳能电池作用区的光线。

应该指出的是，对任何已知波长的光来说，照射来的该波长的阳光，其焦点位于通过太阳能电池38且平行于透镜52的一个平面的下方。任何焦点都不要通过太阳能电池38的该平面的上方，这样做有利。若有任何焦点位于太阳能电池上方，则照射来的阳光可能会“跨越”在这些焦点外的垂直光轴上。为了避免照射到辅助光学元件40的一个内表面的跨越射来的阳光被反射到辅助光学元件另一侧的内表面上和防止从该另一侧内表面跨越射来的阳光被反射出辅助光学元件40之外，须要将棱镜辅助光学元件40的各边制成与垂直方向成一个较小的角度。若所有的焦点都位于太阳能电池38的位置或在其下方，则辅助光学元件40可制成使其各边与垂直方向所形成的角度大到足以使辅助光学元件40容许透镜52与太阳能电池38之间因对不好而产生的误差。当然，即使照射来的阳光的所有焦点都处在太阳能电池38的位置或该位置下方，但如果辅助光学元件40各边构成与垂直方向的夹角过大，则照射到辅助光学元件40内表面上的光线可能会被反射到该辅助光学元件另一侧的内表面上，且从该另一侧内表面上的光可能会被反射出辅助光学元件之外。

阳光入射到太阳能电池38的密集度与阳光通过透镜52之前的密集度，两者的比值最好在150与250之间。密集度比值过大时，来自日光

辐射的光子（一般认为这些光子撞击太阳能电池38的半导体材料而使其中的电子发射出来）开始使太阳能电池饱和。因此，随着密集度比值的增加，单位光子使太阳能电池产生的电子数越来越少，因而产生的电流也就小了。密集度比值约为200时，太阳能电池38的效率达到顶峰。

仍然参照图7。电路板18是个层压板，包括：铜质顶层24，厚约0.002英寸，形成与各太阳能电池连接的电路通路；铝质背层54，厚约0.030英寸，起散热片的作用；和内部的电绝缘层56，厚约0.003英寸，最好是由浸环氧树脂的玻璃纤维制成。玻璃纤维-环氧树脂层56经干燥之后以环氧树脂粘附到铜层24和铝层54上。虽然环氧树脂是电绝缘的，但将铜层24和铝层54压在一起而环氧树脂仍处于液体状态时，光环氧树脂层中就可能出现电气短路。玻璃纤维-环氧树脂层56中有了玻璃纤维，就可以避免铜层24和铝层54当压接在一起而环氧树脂处于液体状态时的彼此接触。玻璃纤维-环氧树脂层56的绝缘强度约为4000伏，而玻璃纤维-环氧树脂层56两端的温降仅为约11°F。应该指出，玻璃纤维-环氧树脂层的绝缘强度和该层两端的温降是作为该层厚度的函数而增加的。与玻璃纤维配用以制造玻璃纤维-环氧树脂层56的环氧树脂和用以将铜层24与玻璃纤维-环氧树脂层56粘结起来的环氧树脂都应选取得不致使电路板18在高温下崩裂。要测定电路板18会否崩裂，可以将其加热到420°F进行试验。

电绝缘层56的绝缘强度要高，这一点很重要，因为光电池系统装有960个串联连接的太阳能电池组，每个电池组包含并联的三个太阳能电池，其电压比上一个电池组的电压高大约0.65伏。在另一个实施例中，本发明的光电池系统装有1440个串联连接的电池组，每个电池组包含并联连接的两个太阳能电池，在此情况下，光电池系统内的电压能高达900伏。

电绝缘体的导热率一般很低。但重要的是，电绝缘层56两端的温降

要尽可能低。进入光电池系统的日辐射能，大约有25%可转换成电能，其余的75%作为热量被光电池系统吸收。太阳能电池中硅的温度上升时，电池两端的电压就下降。因此，玻璃纤维—环氧树脂电绝缘层56过厚，太阳能电池可能会发热到效率降低的温度。

不然也可以不采用玻璃纤维—环氧树脂层而对铝层54的顶面进行发黑阳极化处理，从而形成经阳极化处理的电绝缘膜，构成电绝缘层56。这个经阳极化处理的电绝缘膜，以环氧树脂粘附到铜层24上，其绝缘强度约为800伏。环氧树脂的厚度约为0.001英寸。制造电路板的上述另一种方法，可以用在这样一种光电池系统中：该系统中的太阳能电池彼此互连成使电路板两端的最大电势为300伏，例如，装有480个串联连接的太阳能电池组、而每个电池组由六个太阳能电池并联连接组成的系统。我们记得，太阳能电池串联连接时，各电压相加，太阳能电池并联连接时，各电流相加。

太阳能电池在电路板上应安置成使其相对于所有其它太阳能电池的精确度为 ± 0.005 英寸。参看图8和9。铝质电池安装架58在焊接工序中用作实际导向件，用这个导向件将太阳能电池和铜接头片固定到电路板上，使太阳能电池和铜接头片在电路板上安装的精确度达到 ± 0.002 英寸。电池安装架58长1.088英寸，宽0.888英寸，厚0.125英寸（不包括腿60的厚度）。四个腿60，其尺寸为0.098英寸 \times 0.098英寸 \times 0.010英寸，设计成可以装入电路板上的方形凹口37（图6）中。

在太阳能电池焊接到电路板上的方法中，先将焊料涂到电路板上，然后将电池安装架58放在电路板上太阳能电池应焊接的位置上。电池安装架58的中心缺口区62，其尺寸为0.772英寸 \times 0.454英寸，在将焊片安置到电路板上和在焊片熔化后将太阳能电池安置到焊料顶上时起导向作用。应该指出，虽然必须在太阳能电池与电路板之间形成多个电接点（如上面结合图6所述的那样），但只须要在中心缺口区62中放上一个

焊片，这是因为，焊料熔化时不会粘附到电路板铜表面上的腐蚀线下方的玻璃纤维-环氧树脂材料上，也不会粘附到将太阳能电池背面的各个金触点部分外的半导体材料上。侧缺口区64，其尺寸为0.294英寸×0.099英寸，在将焊片安置到电路板上和在焊片熔片后将铜接头片46和48（图6和7）安置到焊料顶部时起导向作用。在各铜接头片插入侧缺口区64中时，各接头片的两个顶叉部分直接向上粘附。

各焊片放到电路板上之后，但在太阳能电池和铜接头片在各自的焊片上方就位之前，将电路板放在一个电炉上方，使焊片熔化。然后往太阳能电池和接头片上涂焊料，将太阳能电池和接头片安置到熔融的焊料顶部，并且在太阳能电池和接头片顶部加重物。接着，将电路板从电炉上移走，使各焊接头冷却下来，这大约需要5分钟；当焊料硬化时，从电路板上卸下电池安装架58。有一点很重要，即不要用水冷却电路板，因为不同的材料冷却时，收缩的速度不同，快速冷却会使层压板脱层。然后将辅助光学元件40（图6和7）放到太阳能电池上方，并将成对的各接头片的分叉部分折叠到各辅助光学元件的两侧部分42和44上。

在上述焊接过程中，由于所有焊片同时熔化和冷却，因而在各焊接工序之间无须等待硬件冷却下来。单个电路板上的所有24个太阳能电池不到一小时就可以焊接好，如果焊接工艺是自动化的，则可以快到五分钟的时间。

通常，用电路板形成电路通路，电路板同时起散热片和光电池系统结构元件的作用，这样的设计使硬件的使用量最少。

参看图10。光电池系统的顶面装有一些透镜单元14，各透镜单元的边缘区上方配置有装配撑条20。装配撑条20与透镜单元14之间垫有橡皮衬垫66，以防止水进入系统外壳中。装配撑条20下面设置具有多个沟道69的金属沟槽板68，从系统正面顶部敷设到系统正面底部，用以收集通过衬垫66漏出的水，并将收集到的水引到系统外面，从而避免收集到的

水往下滴到光电池系统内的电池组件上。螺钉72将装配撑条20固定到设在沟槽板68内的流出槽73上。

金属挡水板70（“防雨板”）在水平方向延伸，每个挡水板都有位于其中一个透镜单元底下的一个部分，一个位于另一个透镜单元一部分上方的部分，和一个位于另两个部分之间的垂直挡水部分。挡水板70制成使其收集通过水平方向延伸的装配撑条底下的衬垫（图中未示出）所漏出的水，并防止收集到的水进入第二透镜单元底下。收集到的水通过沟道引入位于各挡水板70左右两侧的沟槽板68中。透镜单元14与挡水板70及沟槽板68之间都设有橡皮衬垫74。

参看图11，这是光电池系统顶部的一部分沿图1的11-11线截取的剖视图。沟槽板68用螺栓77和螺母79固定到内结构格栅构件76（此构件构成图13中更详细示出的内结构格栅的一部分）上。沟槽板68与结构格栅构件76之间设有找平垫片78。松开螺母79就可以在结构格栅构件76与沟槽板68之间拆下或加上找平垫片78，以便补偿内结构格栅的任何翘曲或下陷，从而提高系统外壳顶面的平正度，使各透镜单元14可以正对太阳。结构格栅在其各角和远边处的偏差特别突出。各透镜单元14的各角以及沿各透镜单元14各边的每隔大约14英寸处都设有找平垫片78（两处沿各透镜单元的各较长的边，一处沿各较短边的中心）。

沟槽板用螺栓固定到结构格栅上并找平之后，将透镜单元14安置到结构格栅顶部，并用装配撑条20固定到沟槽板68顶部。衬垫66安置在装配撑条20与透镜单元14之间，衬垫74安置在透镜单元14与沟槽板68之间。挡水板70有一个位于其中一个透镜单元14底下的部分，另一部分位于另一个透镜单元14一部分的上方，而垂直挡水部分位于其它两个部分之间。

参看图12，这是光电池系统底部的一部分沿图2中的12-12线截取的剖视图。结构格栅构件76用螺栓固定到倒转的沟槽板68上，沟槽板68

没有导水作用，而是为使对称设计简单而采用的。沟槽板68与结构格栅构件76之间设有找平垫片78。将找平垫片移近系统顶面以提高顶面的平正度时，必须在靠近系统外壳底面的相应位置上插入找平垫片，以确保系统外壳的顶面和底面彼此平行。同样，将找平垫片移近底面时，必须在靠近顶面处插入找平垫片。

装配撑条20将电路板18固定到沟槽板68下方。在电路板18与沟槽板68之间放上一个衬垫80。各电路板18上设有一个或多个直径为 $3/8$ 英寸的渗水孔82，构成因漏水或冷凝而聚集在系统外壳内的水的出口。各渗水孔82钻在穿过电路板18上的图4中所示的位置上，这些位置上方都没有衬垫80和沟槽板68。

参看图13，图中示出了光电池系统在单个透镜单元14与单个电路板18之间的矩形区沿图1中的13-13线截取的剖视图。图中示出的内结构格栅包括纵结构格栅构件76（从图11和12中也可以看到）、横结构格栅构件88和垂直结构格栅构件90。光电池系统的各矩形区以四个横结构格栅构件88、四个纵结构格栅构件76（图中可看到其中两个）和四个垂直结构格栅构件90（图中可看到其中两个）为界。

内结构格栅还包括构件84，该构件在长度方向上横过光电池系统矩形区中部延伸。结构格栅构件84与其它结构格栅构件不同，直接通过电路板18带电区上方。结构格栅构件84底部与电路板18分开，相隔一段距离。构件84固定在两个向上朝透镜单元14延伸的实心铝条86上，铝条86以环氧树脂粘附到透镜单元14上。铝条86在彼此相距约14英寸的两个位置处支撑透镜单元14，各位置距透镜单元14的三个边的距离相等（14英寸）。

从图13中还可以看到10号螺钉92，该螺钉装入电路板18的螺丝孔30中（图4）。螺钉92将电路板18与衬垫80连接起来。应该指出，装配撑条20安置在外壳顶面与金属板侧面22之间的各角处和外壳底面与金属板侧

面22之间的各角处，将各角包围住，使金属板固定就位，从而不致使金属板被风力吹离光电池系统。

内结构格栅是不装有在水平方向上延伸的扭力管的那一种。这种扭力管占地面积相当大，因此可以在光电池系统的整个正面设置透镜单元，从而可将太阳能电池均匀分布在光电池系统的整个内部，只有一个位置例外，即支柱固定到结构格栅上的那个位置。

其它实施例都列入下面的权利要求书中。举例说，本发明的许多特点，例如采用一个与太阳能电池电连接且兼作为散热片的电路板，可以在不同于上述围绕结构格栅制成的一体化系统的装置上实施。

说明书附图

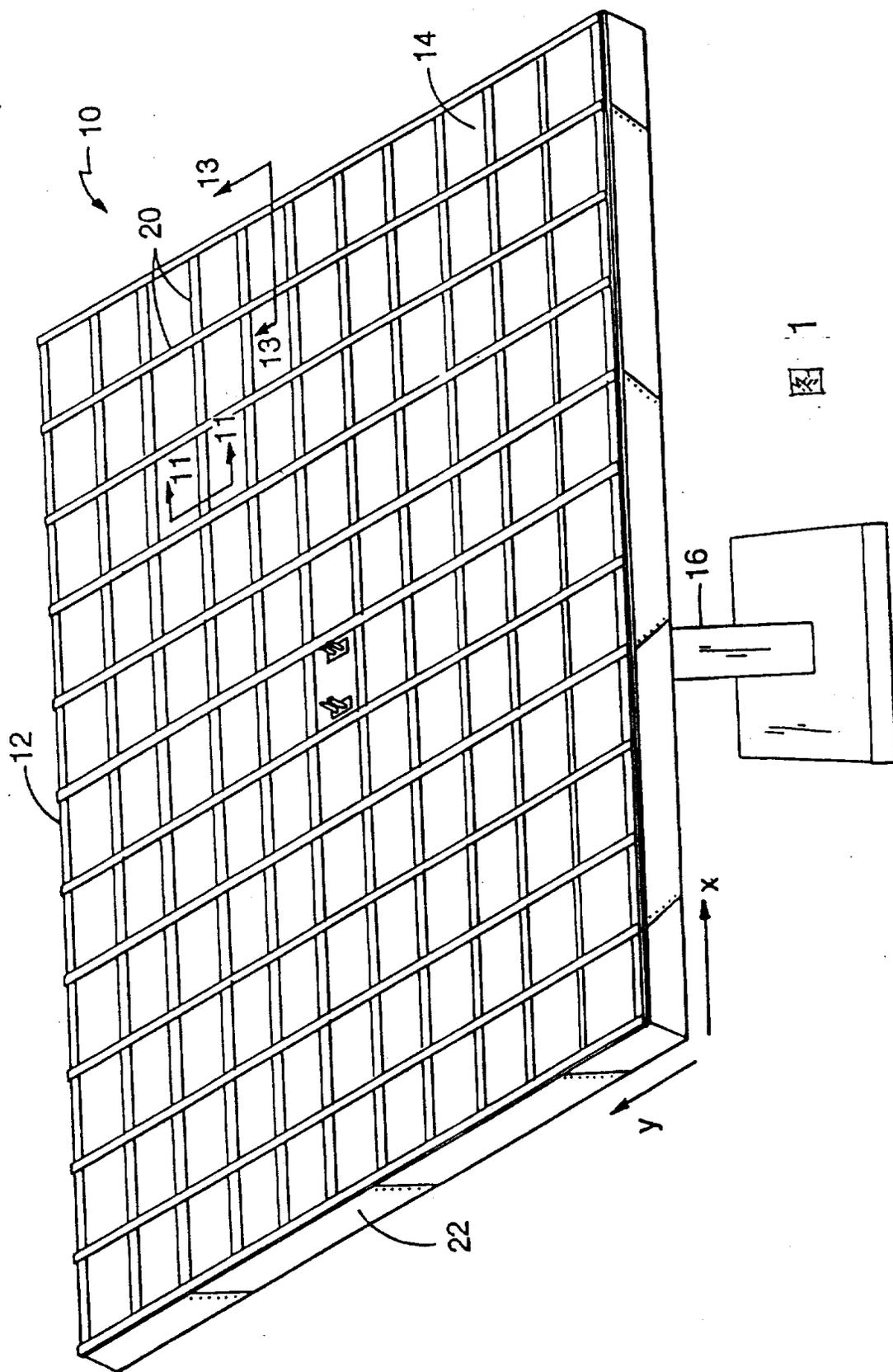


图 1

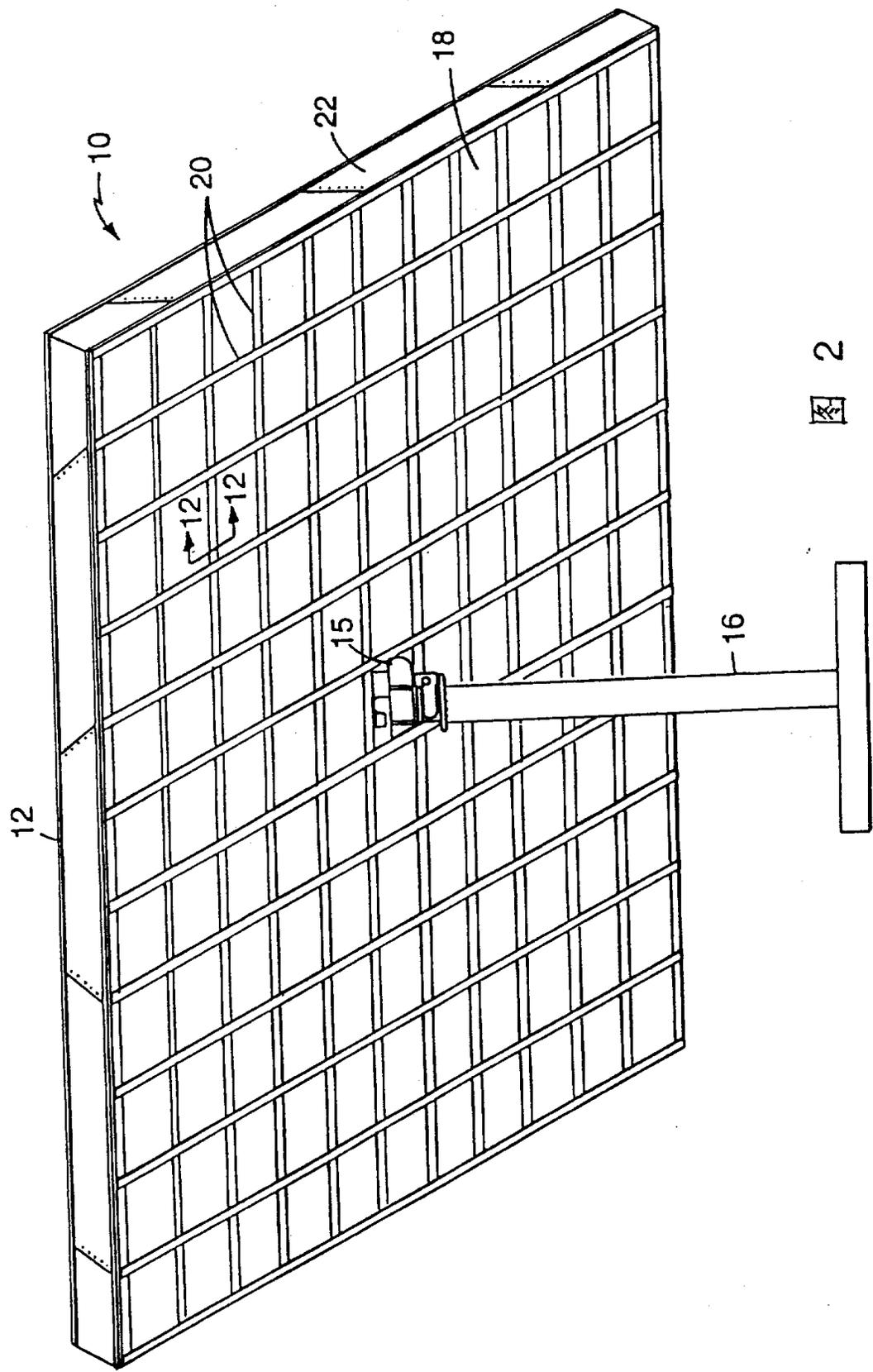


图 2

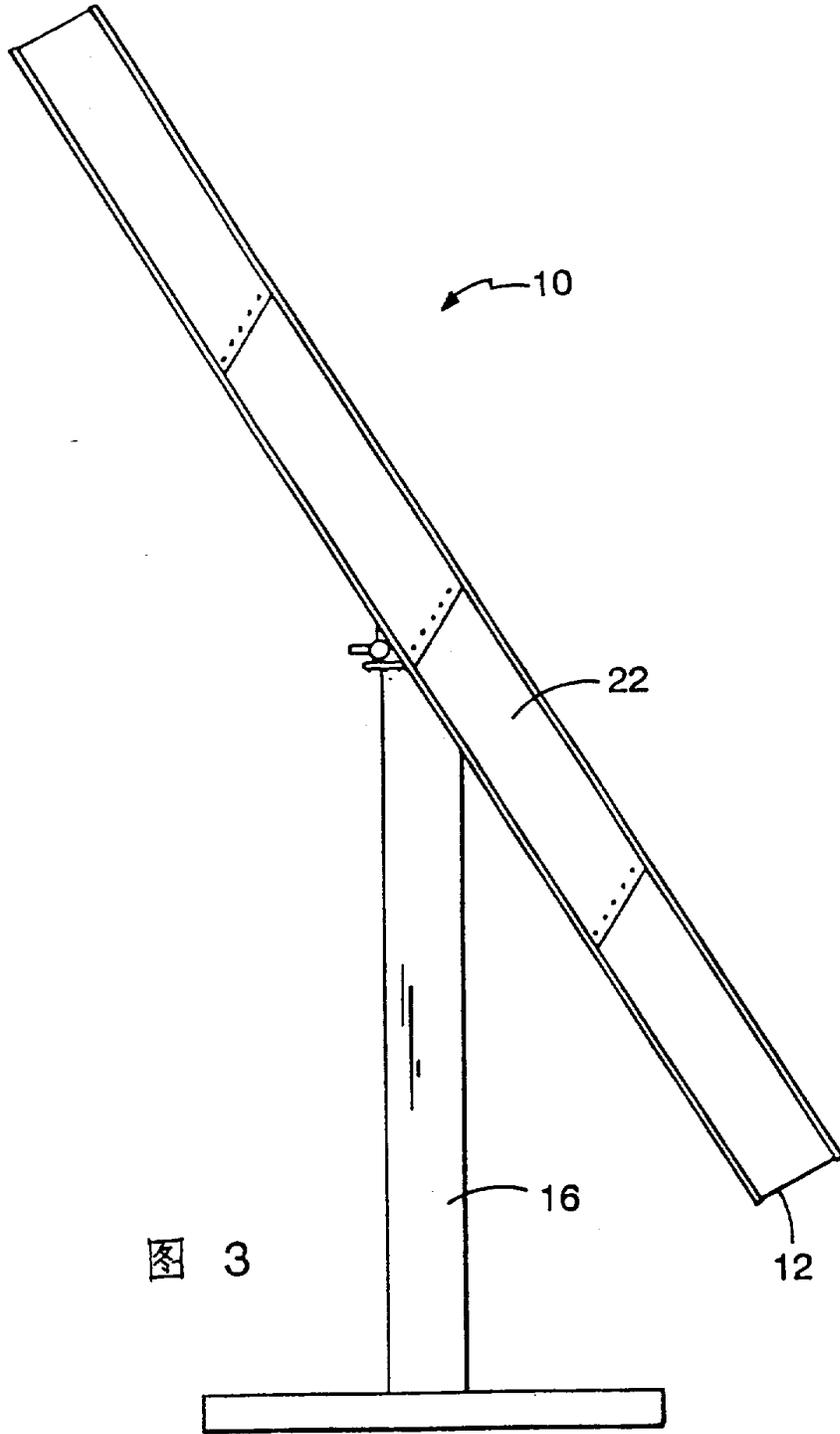


图 3

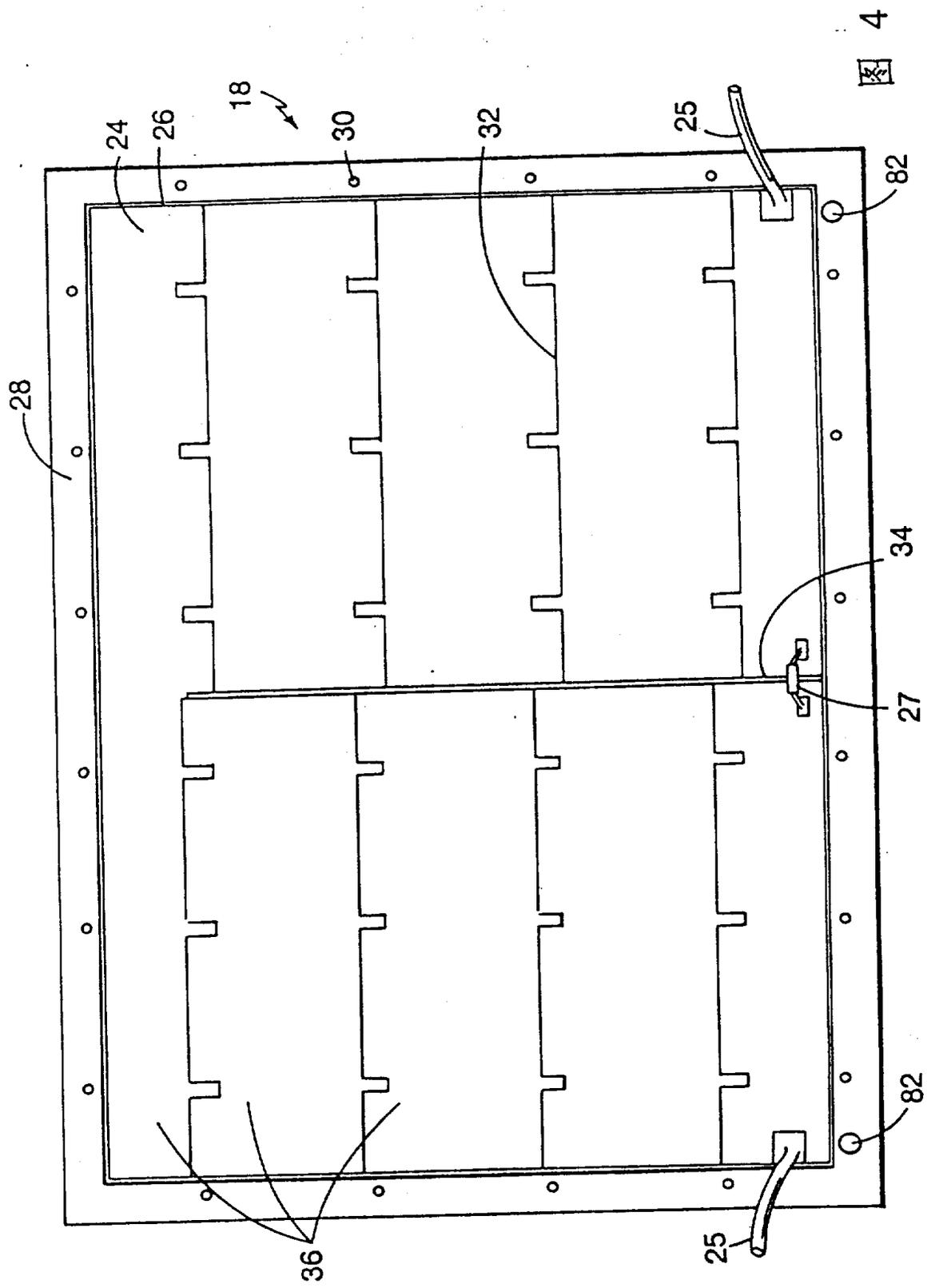
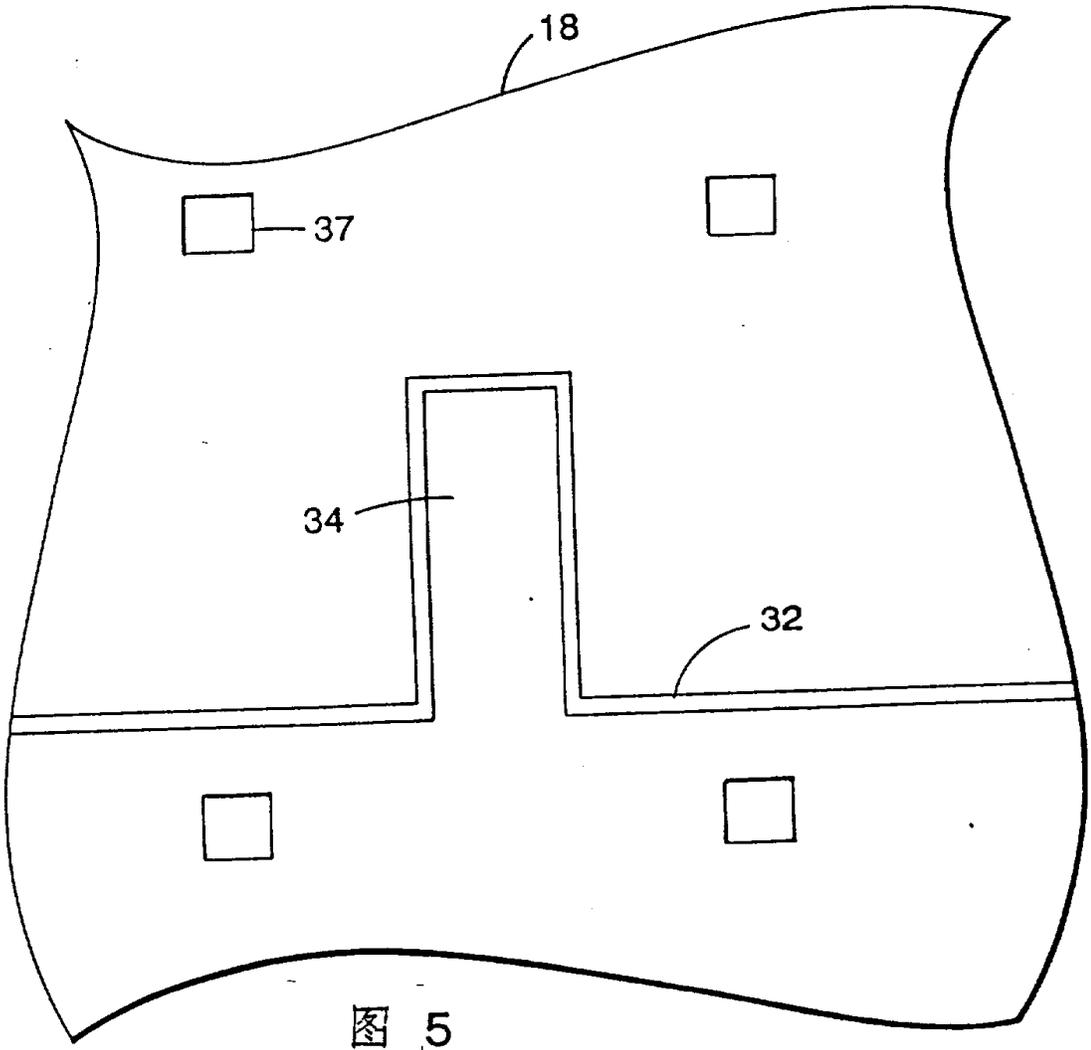


FIG. 4



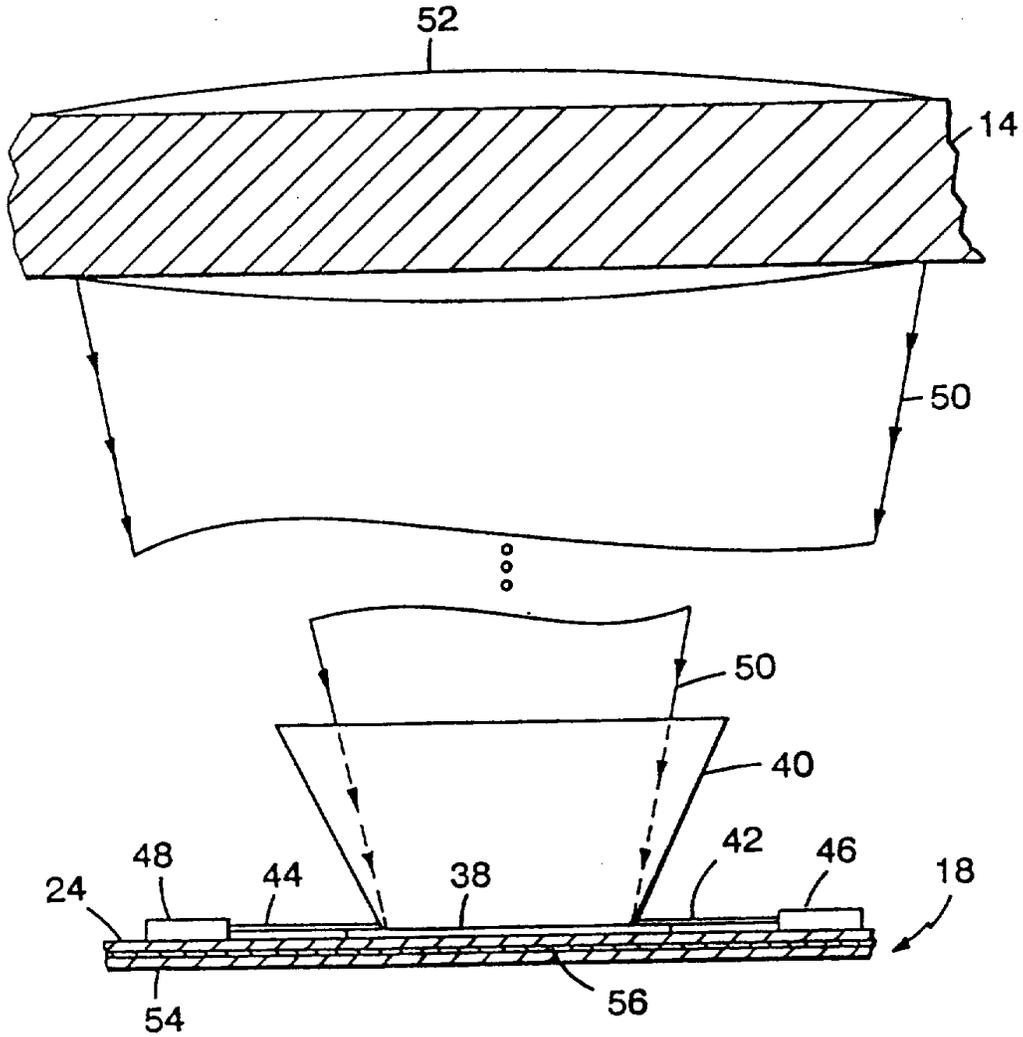


图 7

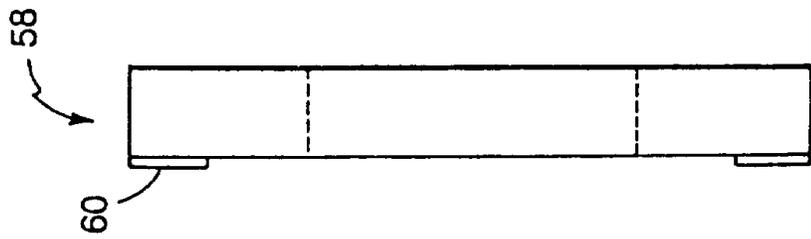


图 9

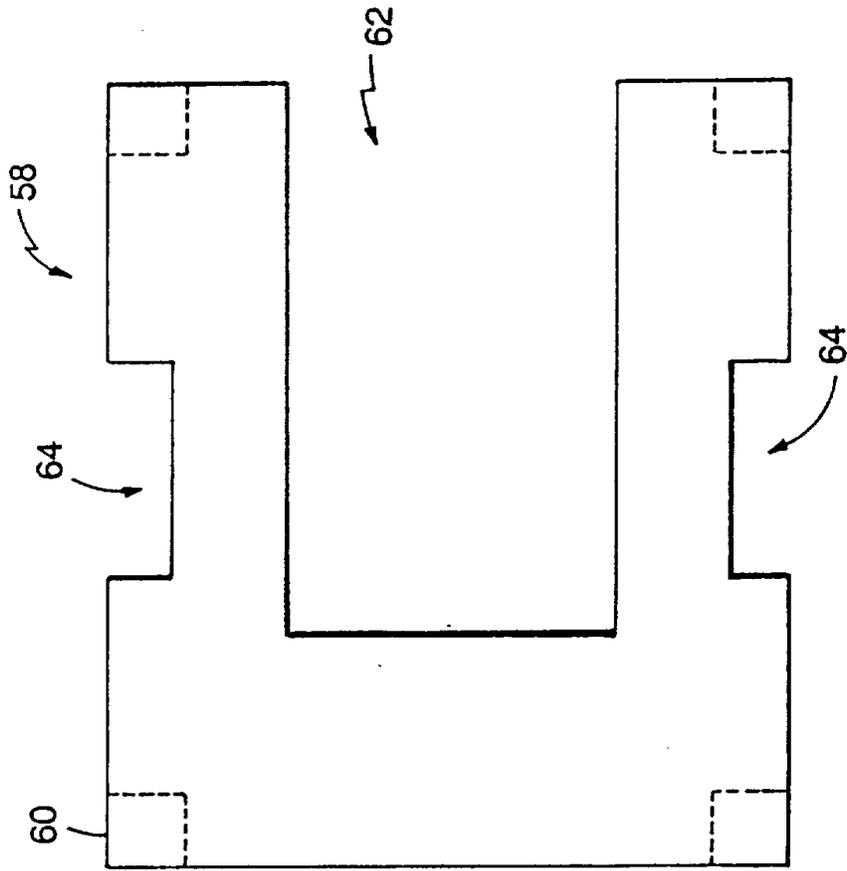


图 8

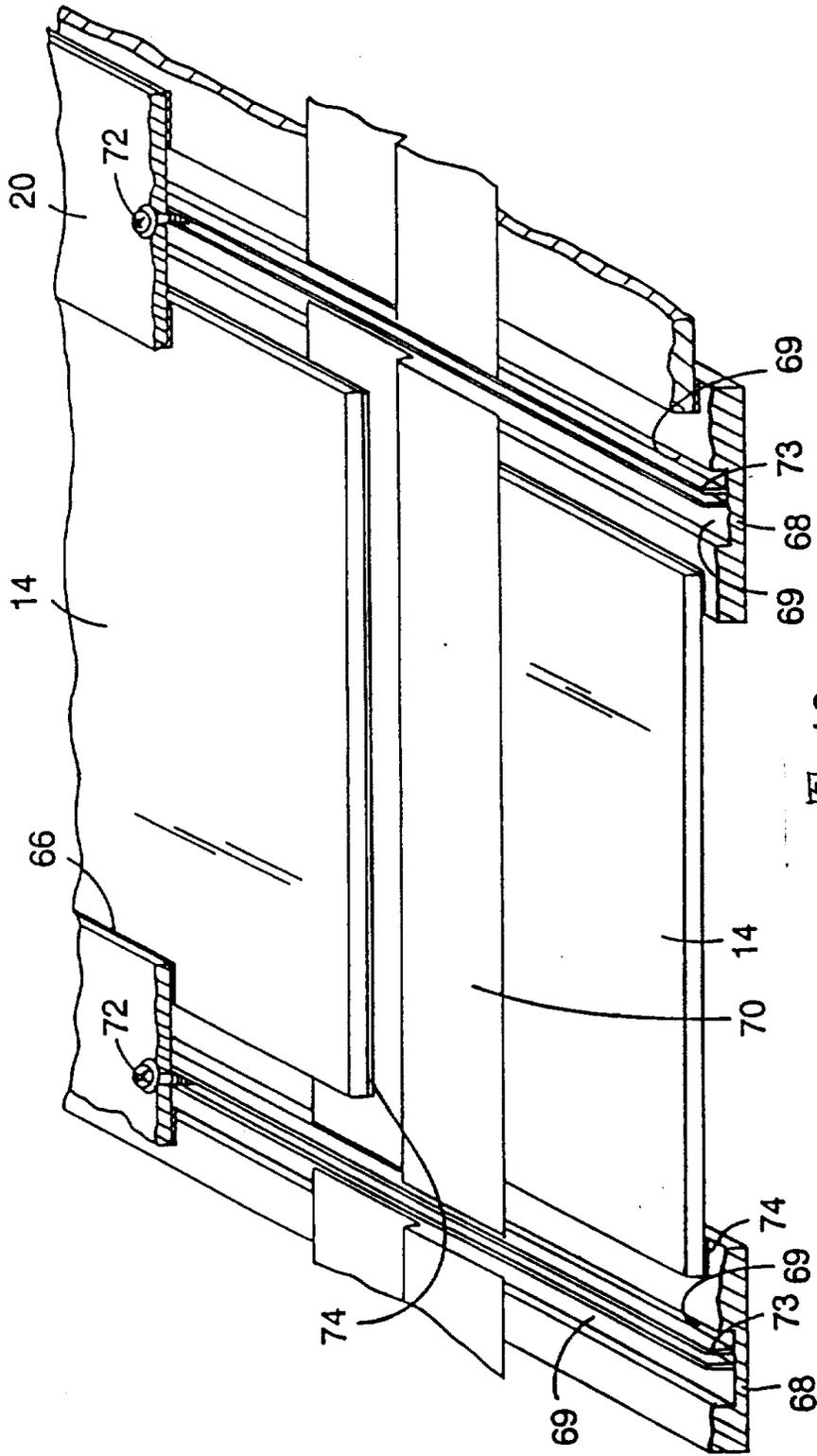


图 10

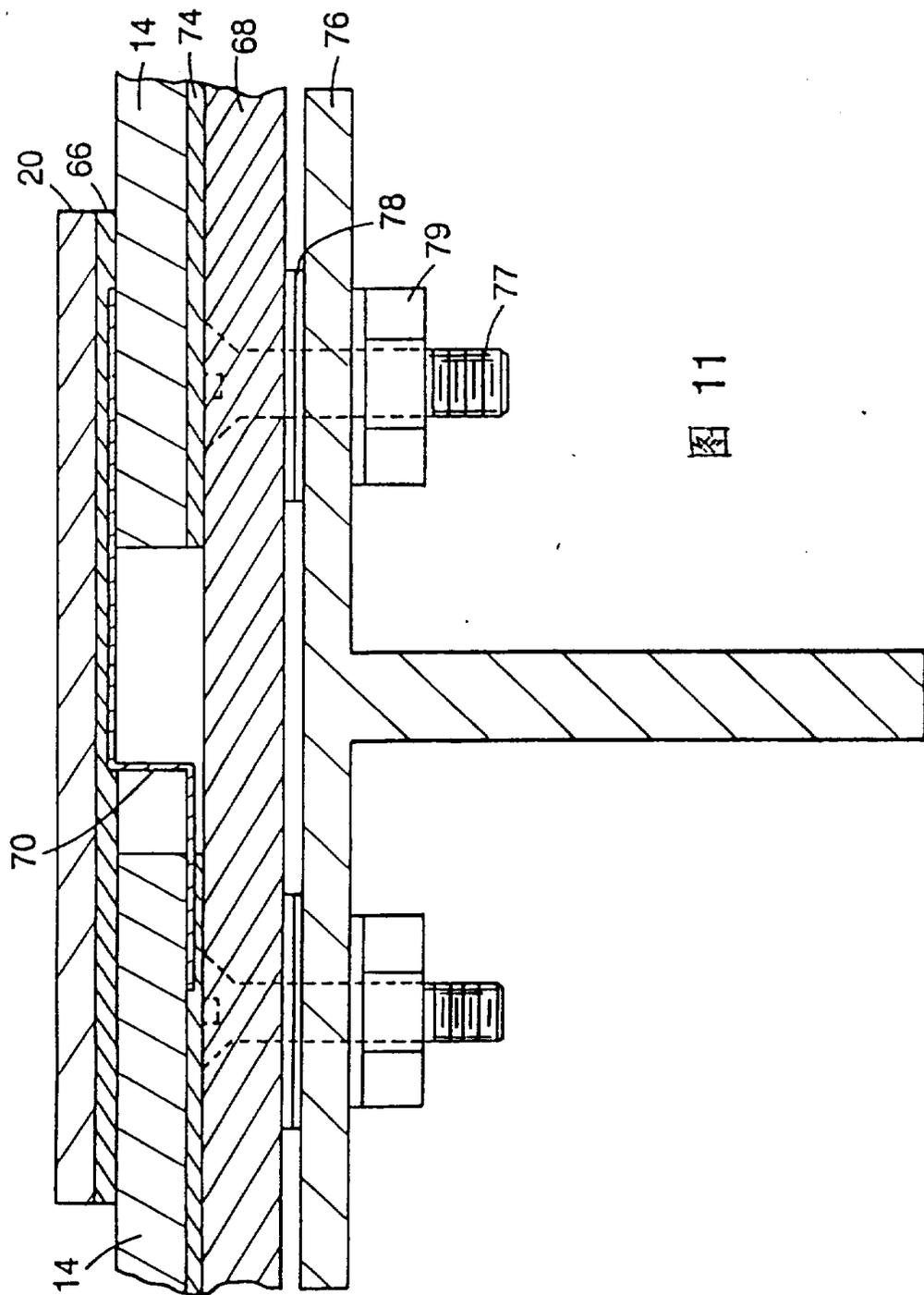


图 11

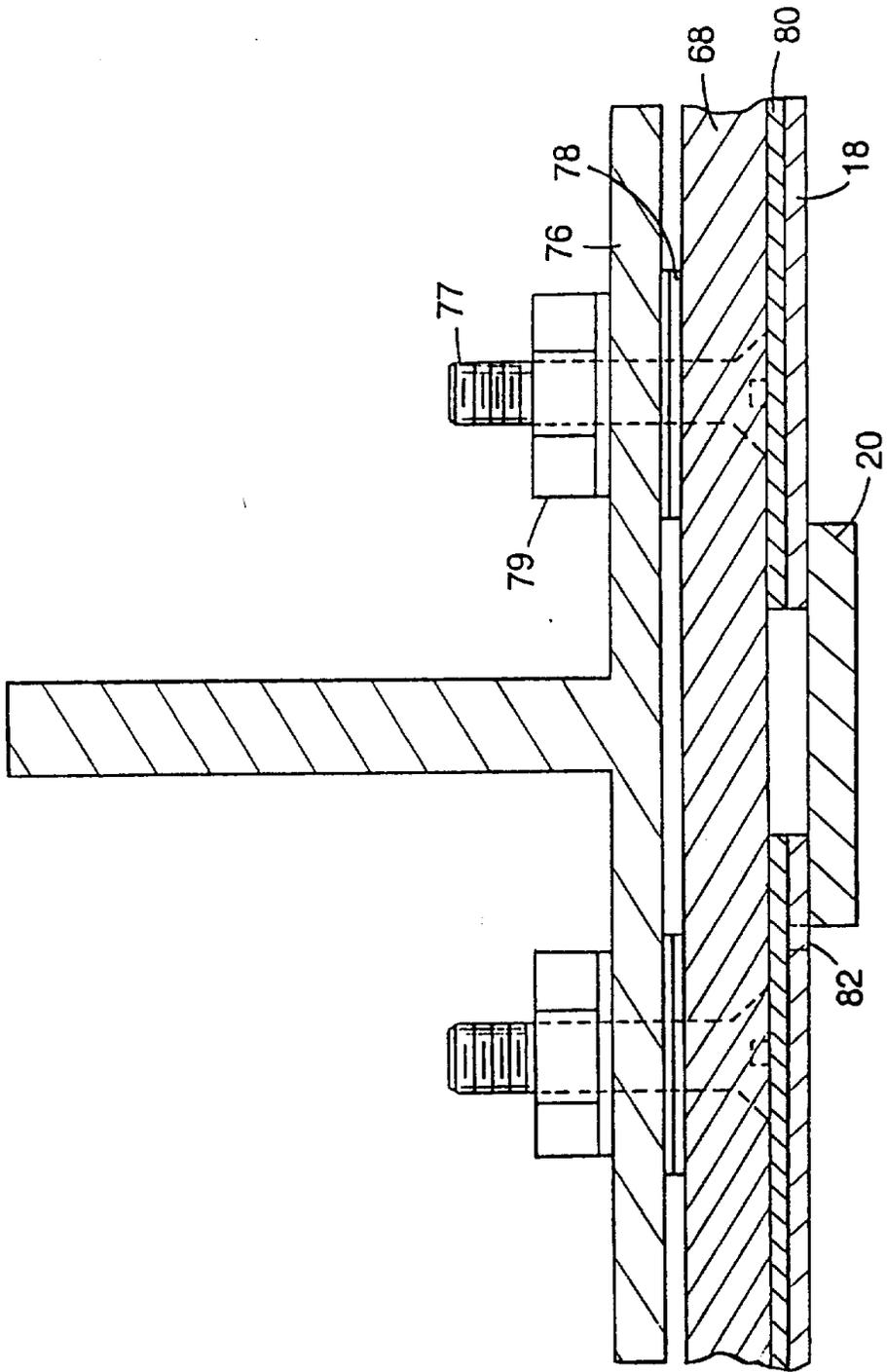


图 12

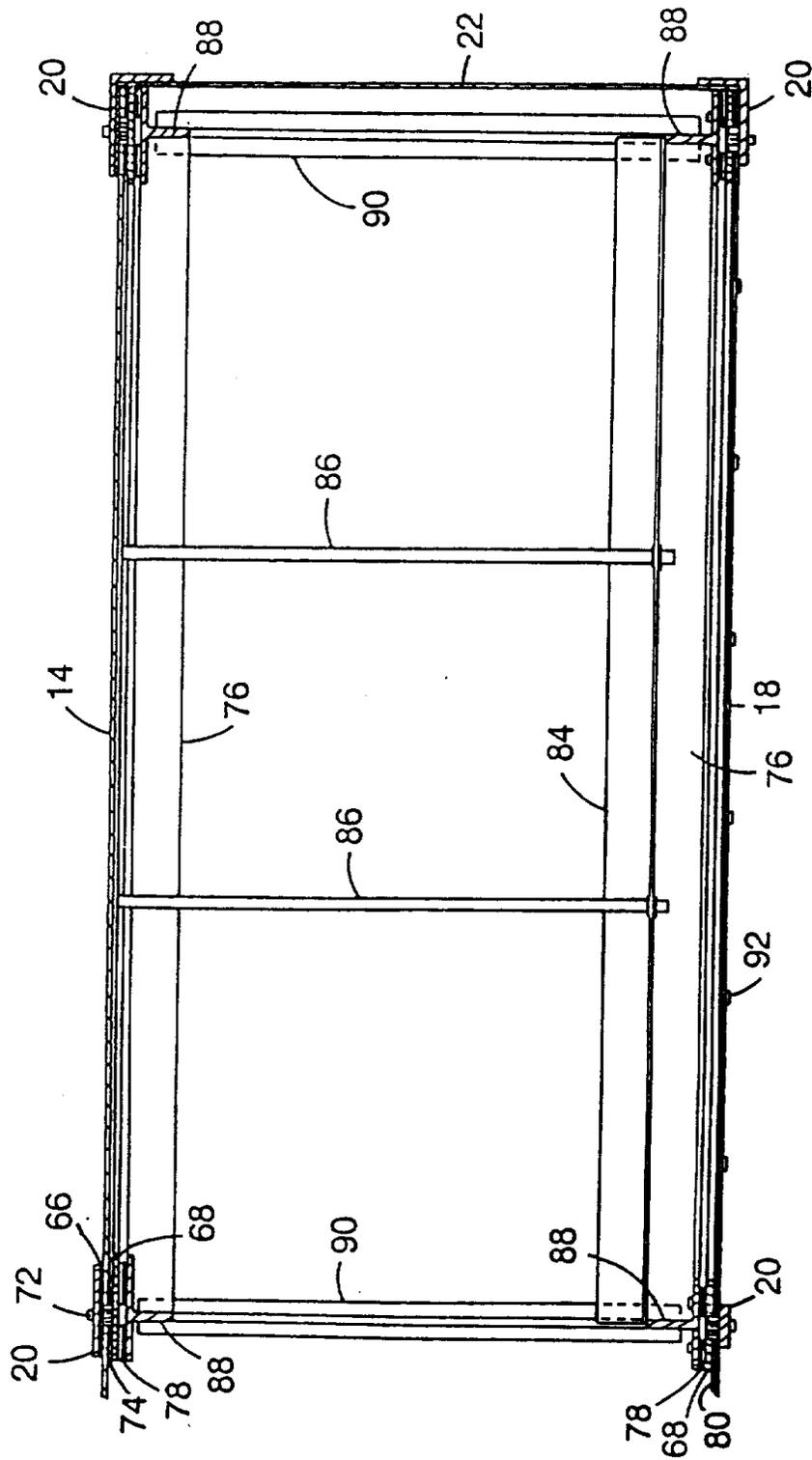


图 13