[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H01L 22/12
H01L 35/28

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97196529.3

[43] 授权公告日 2003 年 5 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1110101C

[22] 申请日 1997.3.20 [21] 申请号 97196529.3

[30] 优先权

[32] 1996. 5.20 [33] US [31] 08/650,299

[86] 国际申请 PCT/US97/04514 1997.3.20

[87] 国际公布 WO97/44993 英 1997.11.27

[85] 进入国家阶段日期 1999.1.18

[71] 专利权人 HI－Z 技术股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 F·A·里维脱 J·C·贝斯
N·厄尔斯纳

审查员 浦柏明

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

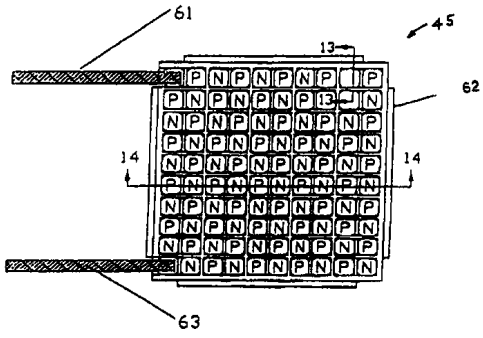
代理人 胡晓萍

权利要求书 5 页 说明书 11 页 附图 14 页

[54] 发明名称 具有无间隙蛋格栅的热电组件及其制造方法和应用

[57] 摘要

一种热电组件(45)，包括安装于一无间隙蛋格栅中的诸热电元件。一具有元间隙壁的蛋格栅采用例如注塑成型技术制成。此无间隙蛋格栅可为大量 p 形元件和 n 形元件提供绝缘空间。即使由金属喷涂技术形成电连接时，空间壁没有间隙有效地避免了元件之间的中间壁短路的可能性。采用好几种可行的方法如模塑和铸塑可自动地制造无间隙格栅，如与现有的蛋格栅制造技术相比，可显著地减少制造热电蛋格栅的劳动力成本。制造热电元件(45)、p 形和 n 形，并以一预定方式插入无间隙格栅的绝缘空间中，以提供用于预定应合型式的所需热电效果。电连接建立在组件的冷侧和热侧上，从而根据需要串联或并联地连接热电元件。



ISSN1008-4274

1.一种形成一冷表面和一热表面的热电组件，包括:

a)一无间隙格栅，呈具有多个热电元件空间的一蛋格栅形状，

b)多个 P 形热电元件，

c)多个 n 形热电元件，

所述 p 形和所述 n 形热电元件位于所述热电元件空间中，

d)一在所述冷表面上的金属化涂层，用于将 p 形热电元件连接到所述冷表面上的 n 形热电元件上，

e)一在所述热表面上的金属化涂层，用于将 p 形热电元件连接到所述热表面上的 n 形热电元件上，

所述 p 形和所述 n 形元件的部位、所述蛋格栅和所述金属化涂层的结构可有效地使多个所述热电元件串联电连接.

2.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，所述格栅处是一注塑成型格栅.

3.如权利要求 2 所述的热电组件，其特征在于，所述注塑成型格栅由高温材料构成.

4.如权利要求 3 所述的热电组件，其特征在于，所述高温材料是一种液晶塑料.

5.如权利要求 4 所述的热电组件，其特征在于，所述高温液晶塑料是 Dupont Zenite .

6.如权利要求 2 所述的热电组件，其特征在于，所述高温塑料是硅硐塑料.

7.如权利要求 3 所述的热电组件，其特征在于，所述高温材料是具有一有机增塑剂的无机材料.

8.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，所述多个热电元件空间各自构成四面壁和一基本上正方形空间，以用于具有一正方形面的热电元件.

9.如权利要求 8 所述的热电组件，其特征在于，至少两面壁构成上壁段，所述上壁段是倾斜的以便于所述热电元件的安装.

10.如权利要求 8 所述的热电组件，其特征在于，所述多个热电元件空间各自在所述壁的相交处构成四个交点，并且还在至少三个所述相交点处构成一挡块装置用于限制所述热电元件的插入深度.

11.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，所述热表面和冷表面各自构成一表平面和一表面周边，并且还包括至少一个模制成的支撑凸缘，该支撑凸缘在所述表面周边之外，并且在所述表平面之间.

12.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，还包括两个导电线.

13.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，所述金属化涂层包括一层钼层和一层铝层.

14.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，所述金属化层各自具有一镍-铝合金层.

15.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，还包括两个连接到所述组件上的导电线，所述导电线之一是焊接到所述蛋格栅上的以与一“p”形元件接触，另一个导电线是焊接到所述蛋格栅上以与一“n”形元件接触.

16.如权利要求 1 所述的热电组件，其特征在于，热表面和冷表面两者都由一电绝缘薄膜覆盖.

17.如权利要求 16 所述的热电组件，其特征在于，所述电绝缘薄膜由金属层覆盖.

18.如权利要求 16 所述的热电组件，其特征在于，所述电绝缘薄膜包括一粘合剂薄膜.

19.如权利要求 18 所述的热电组件，其特征在于，所述薄膜是由 Dupont 公司制造的 Kapton 牌聚酰亚胺薄膜.

20.一种构成一冷表面和一热表面的热电组件，包括:

a)一无间隙格栅，由电绝缘陶瓷材料构成，呈具有多个热电元件空间的一蛋格栅形状，

b)多个 P 形热电元件，

c)多个 n 形热电元件，

所述 p 形和所述 n 形热电元件位于所述热电元件空间中，

d)一在所述冷表面上的金属化涂层，用于将 p 形热电元件连接到所述冷表面上的 n 形热电元件上，

e)一在所述热表面上的金属化涂层，用于将 p 形热电元件连接到所述热表面上的 n 形热电元件上，

所述 p 形和所述 n 形元件的部位、所述蛋格栅和所述金属化涂层的结构可有效地使多个所述热电元件串联电连接.

21.如权利要求 20 所述的热电组件，其特征在于，至少两面壁构成上壁段，所述上壁段是倾斜的以便于所述热电元件的安装.

22.如权利要求 20 所述的热电组件，其特征在于，所述多个热电元件空间各自在所述壁的相交处构成四个交点，并且还在至少三个所述相交点处构成一挡块装置用于限制所述热电元件的插入深度.

23.如权利要求 20 所述的热电组件，其特征在于，所述热表面和冷表面各自

构成一表平面一表面周边，并且还包括至少一个模制成的支撑凸缘，该支撑凸缘在所述表面周边之外，并且在所述表平面之间.

24.一种用于制造一热电组件的方法，包括以下步骤:

a)采用一注塑成型方法从一种电绝缘材料制成一绝缘蛋格栅，所述蛋格栅构成多个热电空间，各空间具有至少四面无间隙的绝缘壁，

b)制造多个 p 形热电元件，各元件的形状可配合到所述多个热电空间之一中，

c)制造多个 n 形热电元件，各元件的形状可配合到所述多个热电空间之一中，

d)将所述多个 p 形热电元件和所述多个 n 形热电元件按预定图案插入所述多个热电空间中，

e)在所述蛋格栅的一侧上提供电连接，构成一热侧，在另一侧上提供电连接而构成一冷侧，以将多个元件串联地连接并且提供一热电组件.

25.如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述注塑成型方法包括将高温塑料注射到所述蛋格栅的一个模具中，这样所述塑料可经过所述模具的一个注入口流入到所述模具的模具腔中.

26.如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述电连接采用热喷射方法在所述热侧和冷侧上施加一金属化涂层而形成.

27.如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，还包括磨削掉一部分所述金属化涂层以露出所述蛋格栅的表面边缘.

28.如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述多个空间各自的三个表面边缘都是露出的.

29.如权利要求 27 所述的方法，其特征在于，还包括用一电绝缘薄膜覆盖热表面和冷表面的步骤.

30.如权利要求 29 所述的方法，其特征在于，还包括用一金属层覆盖所述电绝缘薄膜的步骤.

31.如权利要求 30 所述的方法，其特征在于，所述电绝缘薄膜包括粘合剂薄膜.

32.如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述模具设计成在所述蛋格栅中提供两个固体塑料段，塑料的体积大约为 0.5 立方厘米以用于单固地连接导电线.

33.如权利要求 24 所述的方法，其特征在于，所述注塑方法包括将一有机先质注入一模具，并且加热先质以将其转变成无机状态.

34.一种热电发电装置，包括:

1)至少一个热侧热交换器，

2)至少一个冷侧热交换器，

3)位于所述至少一个热侧热交换器和至少一个冷侧热交换器之间的至少一个热电组件，所述至少一个热量组件形成一热表面和一冷表面，并且包括：

a)一无间隙格栅，它具有构成多个热电元件空间的一蛋格栅形状，

b)多个 P 形热电元件，

c)多个 n 形热电元件，

所述 p 形和所述 n 形热电元件位于所述热电元件空间中，

d)一在所述冷表面上的金属化涂层，用于将 p 形热电元件连接到所述冷表面上的 n 形热电元件上，

e)一在所述热表面上的金属化涂层，用于将 p 形热电元件连接到所述热表面上的 n 形热电元件上，

所述 p 形和所述 n 形元件的部位、所述蛋格栅和所述金属化涂层的结构可有效地使多个所述热电元件串联电连接.

35.如权利要求 34 所述的热电发电装置，其特征在于，还包括用于保持所述组件和所述热交换器之间紧密接触的挤压装置.

36.如权利要求 35 所述的热电发电装置，其特征在于，所述挤压装置包括至少一个 Bellville 弹簧叠片.

37.如权利要求 34 所述的热电发电装置，其特征在于，所述格栅是一注塑成型的格栅.

38.如权利要求 37 所述的热电发电装置，其特征在于，所述注塑成型格栅是由高温材料制成的.

39.如权利要求 34 所述的热电发电装置，其特征在于，所述散热器装置是由乙二醇冷却的.

40.一种用于制造热电发电装置的方法，所述发电装置包括多个热电组件，各组件构成一冷表面和热表面，包括以下步骤：

a)从一种电绝缘材料制成一无间隙绝缘蛋格栅，所述蛋格栅构成多个热电空间，各空间具有至少四面无间隙的绝缘壁，

b)制造多个 p 形热电元件，各元件的形状可配合到所述多个热电空间之一中，

c)制造多个 n 形热电元件，各元件的形状可配合到所述多个热电空间之一中，

d)将所述多个 p 形热电元件和所述多个 n 形热电元件按预定图案插入所述多个热电空间中，

e)在所述蛋格栅的一侧上提供电连接，构成一热侧，在另一侧上提供电连接而构成一冷侧，以将多个所述元件串联地连接，并且提供一具有一热表面和一冷表面的热电组件，

f)制造一冷侧热量交换器和一热侧热量交换器，

g)将所述组件挤压地组装在所述冷侧热量交换器和所述热侧热量交换器之间。

41.如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，所述无间隙蛋格栅采用注模成型方法制成。

42.如权利要求 41 所述的方法，其特征在于，所述所述注模成型方法包括将高温塑料注射到所述蛋格栅的一个模具中，这样所述塑料可经过所述模具的一个注入口流入到所述模具的模具腔中。

43.如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，所述电连接可采用热喷射方法在所述热侧和冷侧上施加一金属化涂层而形成。

44.如权利要求 43 所述的方法，其特征在于，还包括磨削掉一部分所述金属化涂层以露出所述蛋格栅的表面边缘。

45.如权利要求 44 所述的方法，其特征在于，所述多个空间各自的三个表面边缘都是露出的。

46.如权利要求 44 所述的方法，其特征在于，还包括用一电绝缘薄膜覆盖热表面和冷表面的步骤。

47.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，还包括用一金属层覆盖住所述电绝缘薄膜的步骤。

48.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述电绝缘薄膜包括粘合剂薄膜。

49.如权利要求 48 所述的方法，其特征在于，所述薄膜是由 Dupont 公司制造的 Kapton 牌聚酰亚胺薄膜。

50.如权利要求 46 所述的方法，其特征在于，所述电绝缘薄膜包括一有机或无机涂层。

51.如权利要求 40 所述的方法，所述形成无间隙绝缘蛋格栅的方法可从以下方法中选出：铸塑、流铸、吹塑、挤压、真空成型、传统机械加工、冲压、模铸、粉末压缩成型和锻造。

52.如权利要求 40 所述的方法，其特征在于，所述无间隙蛋格栅用一挤压成型方法制成，其中可挤出三种型式，所述三种型式各自切成适当厚度并且叠加在一起以形成完整的无间隙蛋格栅。

具有无间隙蛋格栅的热电组件及其制造方法和应用

技术领域

本发明涉及热电装置，具体地涉及组件式热电装置。

发明背景

热电装置是众所周知的。这些装置所采用的物理原理为1821年发现的塞贝克(温差电动势)效应和1834年发现的珀尔帖效应。塞贝克原理告诉我们，当两根由不同材料(例如铜和铁)制成的电线端端相连时，构成两个接头，一个接头保持比另一接头较高的温度，这样在两个接头之间会形成电压差。珀尔贴效应揭示了一种相反的效应。当电流经过一由不同材料制成的电路时，在一个接头处会吸收热量，另一个接头会放出或发出热。

当今所用的大多数用于产生电或用于冷却的热电装置都采用半导体材料(如碲化铋)，它们都是良好的导电体但导热性能都较差。这些半导体一般都经高掺杂处理以产生过剩电子(n式)或电子不足(p式)。一种n式半导体将在冷侧形成一负电荷，p式半导体将在冷侧形成一正电荷。

由于半导体热电装置的各个元件都仅产生几毫伏的电压，所以将元件串联是有利的，以便产生较高电压生成电能或可使用较高电压用于冷却。已经开发出多种技术来将半导体元件串联在热电装置中。现有技术的一种方法示出在图20中。在此装置中，p和n式半导体都布置成一棋盘图案并且在两个不同的半导体上的冷侧和热侧上各低温焊接有电跨线以将所有半导体元件相互串联。此方法是一种低成本的常规方法，但具有某些局限性。在100℃以上时，焊料可融熔到热电元件中而损坏它们。在高湿度环境中，湿气可能冷凝在元件之间的空隙中，会使组件热短路。此外，这种结构机械强度不够而易破裂。

目前所用的另一种方法是如图21所示的所谓装蛋格栅式设计。此处用绝缘材料制成的一蛋格栅可隔开热电元件，并且使电跨接线压靠于诸元件，这样不需焊料就可形成一良好的电连接效果。同样已知，将一种导体材料喷射在这些蛋格栅的各侧面上可提供电连接效果。在现有技术的设计中，蛋格栅都是用许多单独的条形材料制成的，这些条材已经采用精密激光切割机切割成具有一系列槽。这些条材然后通过将激光加工的槽互锁而组装成一蛋格栅。用适当的蛋格栅结构能将所有元件串联连接。显然，在两种装置中都可以将任意数量的

元件布置成串联。因而，串联的几个元件可形成一串联组，此串联组可布置与其它类似组平行。现有技技术蛋格栅的主要缺陷示出在图 21 中。如图 21 中清楚所示，由交叉条所形成的接头处间隙会使相邻格之间出现短路，尤其是在采用如金属喷涂等技术施加电跨接线时。显然这种短路会显著地降低性能，而减少组件的功率输出。

同样的，现有的蛋格栅式组件主要由于装配格栅和在格栅中安装元件所花费的劳动力成本而较贵。所以亟需一种无间隙的低成本热电格栅式组件。

发明内容

本发明提供一种热电组件。该热电组件包括安装于一无间隙蛋格栅中的热电元件。具有一无间隙壁的蛋格栅采用诸如注塑成型技术制成。此无间隙蛋格栅可为大量 p 形和 n 形热电元件提供绝缘空间。空间的壁中无间隙可有效地避免元件之间的中间壁短路的可能性，即使在采用金属喷涂技术形成电连接时亦如此。采用好几种可行技术可自动地制造无间隙格栅，如与现有的蛋格栅制造技术相比，可显著地减少制造热电格栅的劳动力成本的模塑和铸塑技术。热电元件 ，p 形和 n 形，都以一预定方式制造并插入无间隙格栅的绝缘空间中，以形成用于预定应用型式的所需热电效果。电连接可建立在组件的冷侧和热侧上，从而根据需要串联或并联地连接热电元件。一般地，大部分或所有元件都是串联连接的。

在本发明的一个较佳实施例中，该无间隙蛋格栅由高温塑料制成。在此实施例中，p 形热电材料挤压成型，然后切割成 p 形热电元件，挤压出 n 形热电材料并切割成 n 形热电元件。n 和 p 形元件也可由铸塑材料或热压制材料切割而成。当对热侧和冷侧施以金属喷涂时，可将热电元件以一结构装到蛋格栅中以并使其串联。施加两个导电线，并且采用金属热喷涂技术在热和冷侧上形成电连接。在一个表面上喷涂一薄层钼，然后，在钼上喷涂一层铝。在另一侧上重复这些步骤。然后，磨光这些表面以露出除了元件之间所需的连接之外的绝缘格栅壁。在此较佳实施例中，然后在冷表面和热表面施上一密封。此密封较佳地由一非常薄的电绝缘层构成，如 Dupont 公司的 Kapton 薄膜，并且在此电绝缘层上设置一层铝。

在本发明的一个较佳实施例中，设置八个组件可形成一发电装置，该发电装置可在温差约 300°F 的热流和冷流体中产生约 62 瓦 12 伏的电能。热电组件可藉由 Belville 弹簧提供的弹簧力而与热侧热源和冷侧散热器保持紧密接触。

附图简述

图 1A 和 B 本发明一“蛋格栅”的两个视图；

图 2 至 9 和 11 是上述格栅的截面图；

图 10 示出了一端视图；

图 12 和 14 示出了一较佳的元件结构；

图 13 示出了一组件的一部分横截面的放大图，表示格栅的部分、元件和金属涂层；

图 15A 和 B 和 16A 和 B 示出用于制作格栅的模具；

图 17 示出了本发明的注塑成型工艺；

图 18 示出了配合在一起的模具；

图 19 示出了本发明的金属化工艺；

图 20 示出了一种现有技术的热电装置；

图 21 示出了现有技术装蛋格栅的细节；

图 22 是图 24 所示热电发电装置的详细图；

图 23 是图 22 的截面图；

图 24 是热电发电装置的较佳实施例总体图；

图 25 是图 22 所示热电发电装置安装在一井口干燥设备中的状态；

图 26 示出了输出功率曲线图，它是对于几个热乙二醇温度的乙二醇流率的函数；

图 27 是被绝缘层和导电层组成的密封覆盖的热电组件。

较佳实施例的详细描述

本发明的一个较佳实施例可如下所述地构成：

制作“蛋格栅”

注塑成型的格栅

此装蛋格栅的较佳实施例采用如图 15A 和 B 以及 16A 和 B 所示的型模注塑而成。图 15A 和 B 示出了型模的底部 20，图 16A 和 B 示出了型模的顶部 22。在图 18 中示出顶部和底部处于其模塑位置。采用众所周知的塑料模塑技术将一种高温热塑性材料 、如 Dupont Zenite 生产的液晶聚合树脂经过注入口 24 注射到一注塑机 26 中、如图 17 所示。采用 Dupont Zenite 塑料时，干燥机保持在 275°F，并且料桶温度在喷嘴后部是为 625°F，在喷嘴附近是 640°F。底部模具和顶部模具大约都保持在 200°F。Zenite 材料大约在 550°F 时熔融。以通

常的方式，流体状塑料经过注入口 24、通道 28 和道口 30 进入模具腔。图 18 示出了通气口 34。如图 17 所示的，制成零件由注射杆 32 顶出。由申请供应商所制定的初始产量是以每小时约 50 个“装蛋格栅”的速度生产质量很好的格栅。一个工人很容易将此速度提高到每小时 200 个格栅，并且最终工艺可完全自动化。这比工人采用现有技术的方法将已恰当开槽的绝缘材料层装配成热电组件格栅时每小时只能生产 3 个格栅要快得多。

图 1A 中示出了一个注塑完成的蛋格栅。此实施例包括可装 100 个热电元件的盒子(空间)。在一较佳实施例中，可去除两个角空间而为电导线提供一较强的基部。元件的尺寸为 5.1 毫米×5.1 毫米×3.0 毫米。格栅底部的空间尺寸为 5.1 毫米 x5.1 毫米。在图 1 中示出了蛋格栅的俯视图。图 2 至 9 示出了格栅的多个截面。图 10 是侧视图，图 11 是一截面图，该截面图示出了由蛋格栅形成的一个盒子的放大图。请注意，盒子壁的上部是如图 11 中 Y 处所示的倾斜 5 度。在此实施例中，盒壁的直形部分如图 11 中 X 处所示的形成一 0.2 英寸的正方形。此尺寸可允许有正 0.001 英寸的公差而为具有负 0.001 公差的 0.200 英寸正方形的热电元件提供一紧配合。请注意，图 11 和 12 所示的支撑凸缘 62 在蛋格栅两表平面之间的中间平面处绕蛋格栅外围设置。此支撑凸缘可为格栅提供额外的强度，以及在接下来的组件制造过程中可被利用，并且在安装制成的组件时也是有用的。

图 12 示出了装蛋格栅的俯视图，并且各位置都标出了 P 和 N 元件。这些元件都由安装者放在这些位置上，并保证各元件都牢固地靠在图 1 和 11 所示的挡块 10 上。然后，在蛋格栅顶部和底部喷射导体材料，再反顶部和底部磨光，直至所有绝缘表面的顶部都没有导体材料。以下详细地讨论用于安装蛋格栅的较佳程序。图 13 和 14 示出了在如图 12 所示的位置 13-13 和 14-14 处的制成品的截面实例。图 14 中是表示将所有热电元件电串联连接的效果是怎样的。在此特定的截面中，热表面在顶部，电子流是从左到右。

安装热电元件

热电元件

采用几种众所周知的技术中的任一种来制备尺寸为 5.1 毫米 x5.1 毫米 x3.0 毫米的热电元件，这些技术如由美国新泽西州 Park Ridge 的 Noyes 数据公司于 1970 年出版的 Slttig 编辑的热电材料一书所描述的。较佳的材料是高温应用的碲化铅和低温下应用的碲化铋。这些元件也可从供应商处方便地购到，如办公室位于美国新泽西州 Trenton 的 Melcor 公司。一半的元件应是“n”

元件，另一半是“p”元件。

填蛋格栅

如图 12 所示在蛋格栅的适当盒子中放入“p”元件，并保证各元件都贴靠在挡块上。如图 12 所示地在蛋格栅的适当盒子中放入“n”元件，保证各元件贴靠在挡块上。将一 2 英寸长、1/8 英寸宽的铜制网状引线插在位置 61、63 中、如图 12 所示。另外，安装引线的角位置可以变化，这样固体蛋格栅材料可代替这两个位置处的空隙，以及这两个位置中充满固体塑料。因而，在形成铜导线连接处的位置上不存在角元件。这样在此实施例中，导线 61 安装处的 P 位置是固体塑料(约 0.5 立方厘米)，在导线 63 安装处的 N 位置是固体塑料(约 0.5 立方厘米)。这可提高使铜导线焊接到蛋格栅上的自动化能力。在组件的热侧上，此塑料可延伸到蛋格栅的整个高度上，但在冷侧上，塑料仅延伸到与相邻元件相同的高度。铜导线(图 12 中的标号 61、63)位于塑料上，过去通常将元件放在此处，并且采用一平行间隙点焊机，将铜导线加热到塑料开始软化的程度，并且导线压入软化的塑料中。使固体塑料角粘接铜导线是一个重要的优点，因为它可防止角元件被过度加热而使“ 挡块”(图 1 和 11 中的标号 10)融化。当挡块融化时，来自平行间隙焊机的挤压力可使角元件移出位置而会损坏组件的整体性。由于此困难，对角元件进行焊接需要的技术要求很严格，所以该工艺难以自动化。而将导线焊入塑料中则较简单的并且允许改变焊接参数。本发明还可消除由难以将铜导线焊到角元件上所产生的角部支脚破裂和焊接质量差等问题。

为热电元件提供电连接
对热、冷表面进行金属化

采用弹簧加载的夹子可将多个组件夹到一可转动的芯轴上。在图 19A 和 B 中，示出了夹到此芯轴上的 20 个组件。然后，在芯轴以 55 转/分速度下，将 180-240 粒度的 Al_2O_3 对组件/元件表面进行喷砂处理到达均匀的无光光洁度。然后，采用压缩空气将组件/元件表面吹净。接着采用如图 19A 和 B 所示的热喷涂装置将一金属热喷涂层施加到露出表面上。这些喷涂技术都是已知的。进一步的具体细节可从由美国金属协会出版的第九集金属手册中了解。可采用多种金属来对表面进行涂层。较佳的涂层是双涂层，包括 0.006 英寸厚的第一钼涂层和 0.06 英寸厚的第二铝涂层。涂钼时涂得尽可能快以使热电表面的氧化

最小。为了完成这种重要的粘结涂层，喷枪拿得非常靠近工作区，大约 4 英寸。此距离比一般热喷涂工业中涂钼时所用的距离小得多。采用用于导线电弧喷枪的典型钼喷涂参数以“大约 0.0005”的增量使钼涂层达到 0.006 英寸。采用具有 14 号钼的一 Metco 5RG 导线电弧系统，雾化空气压力为 80 帕+/-5 帕，工作电压是 32VDC（直流电压），工作电流是 175 安培+/-10 安培。此线夹可采用 50 帕压力。必须小心地喷涂铝，这样它不会非常密集和高强度。如果涂层太强，则会使钼-热电材料界面附近形成很大的应力，这会使热电材料破裂或失效。采用喷枪在离开工件大约 17 英寸处进行铝喷涂。此距离比一般热喷射工业中用于喷涂铝的距离大得多。对于 14 号铝线，雾化空气压力是 50 帕+/-5 帕，工作电压是 29VDC，工作电流是 150+/-10 安培。线夹可采用 45 帕的空气压力。以此方式，所喷涂的铝足以起到一良好的导电体的作用。上述参数是应用于横截面大约.200″.2×00″的热电元件的。当横截面尺寸减小时，可以放松喷射参数，这是因为在钼-铝界面附近产生的热应力较小，所以破裂的可能性也小。两个涂层都采用如图 19A 和 B 所示的系统施加，其时芯轴转速为 55 转/分，喷枪前、后运动的速度约为每秒 0.2 英寸。在对表面进行涂层之后，再重新安装组件以露出未喷涂的表面并且重复上述过程。

减小组件表面

喷涂表面必须减小以露出蛋格栅壁。为此，将一喷涂过的组件放于表面光整或研磨机械的安装夹具中。一种较佳的光整方法是采用精密的砂磨或双面研磨，或者两者皆采用。将组件表面减小到如从图 11 和 12 所示的蛋格栅凸缘 62 测量的适当高度。然后，将组件从夹具上拆下，将组件反向，减小组件另一面，直至组件表面离蛋格栅凸缘有适当高度。

施加绝缘密封

此时组件已完成，但在元件和蛋格栅壁之间的空隙中易于聚集湿气。这些湿气引起热短路并且长时间后会引起腐蚀。采用由 Dupont 公司制造的聚酰亚胺薄膜可将一片薄铝层粘到各表面上可密封该组件。已知的薄膜是 Kapton 牌的，一适当的薄膜型号为 100KJ。当在压力下加热时，此薄膜将粘到其接触的表面上。通过将一片 Kapton 牌薄膜放于组件表和一薄铝层之间，铝可牢固地粘到组件上，但由于有 Kapton 牌薄膜的隔离，铝与组件不会触电。在图 27 中示出了 Kapton 牌薄膜-铝密封，两层的厚度在图中是夸大的。这可构成较佳实

施例，但铝层也可用铜层或其它金属、陶瓷、玻璃或塑料层替代。自粘的 Kapton 牌薄膜也可用具有或不具有粘合剂的类似薄膜或覆层替代。还可以采用不粘上去的绝缘薄膜和一导电薄膜。

密封组件表面的这一工艺还具有显著加强组件中元件的优点。还可使组件表面与组件电路实现电隔离。在将组件安装于一热电发电装置或一制冷系统中时，还可避免组件与热源或散热片电隔离的要求(相应地减少成本)。

检验

将组件热表面加热到 250℃，将组件的冷侧降到 50℃。测量组件的断路电压。碲化铋元件电压应为 3.2 伏左右。然后将一电负载应用到组件上，直至电压降到 1.6 伏，再测量电流。计算由组件产生的功率，如 P=IxV。希望碲化铋元件的功率值至少为 13 瓦。

热电发电装置

图 24 中所示是一热电发电装置 28 的示意图，图 22 和 23 所示是发电装置的详细情况。该装置包括一热侧热量交换器 40、一第一冷侧热量交换器 42、连接软管 43 和第二冷侧热交换器 44、串联电连接的八个热电组件 45 以及四个弹簧加载的压缩元件 46。如图 24 所示，热乙二醇在 A 处进入热侧热量交换器 40 并在 B 处引出。冷乙二醇在 C 处进入一个冷侧热量交换器 42，从其中经过，并经过连接软管 43(图 20 所示)，然后，经过另一冷侧热量交换器 44 并在 D 处引出，如图 24 所示。

热交换器

在此实施例中热侧热量交换器 40 是一焊接而成的钢结构。热交换器的本体长 14 1/2 英寸、宽 3 英寸。这主要由两个相同的加工而成的翅片段 40A 和 40B 构成。这两段是焊接在一起的，并且如图 22 所示的在热交换器的相对端上焊接有短接管 40C 和 40D，以形成一用于热乙二醇的翅片状通道。各冷侧热量交换器也是一焊接而成的钢结构。它们各自包括一翅片状段 42A 和 44A 以及一盖板 42B 和 44B，它们都焊接在一起，并且焊接到短接管 42C 和 44C 上以形成一用于冷乙二醇的翅片状通道。

压缩元件

压缩元件 46 包括一钢架 46A，该钢架基本上是一有四侧面的矩形框架，外部尺寸为高 5.64 英寸、宽 3 3/4 英寸、厚 1 3/4 英寸。该框架可构成一宽 3.12 英寸、高 5.02 英寸的矩形空间以用于热量交换器，并且热电组件 45 可配合于其中。各框架还包括一止推按钮 46A1 和含有一六角螺母的配合空间的螺母板 46A2。压缩元件 46 各自在热量交换器和热电组件上提供约 1000 磅的压力。这可由一套 Bellville 弹簧叠片 46B 实现，各自都在两个热电组件 45 上中心定位，各自再夹在两个薄(0.01 英寸厚)铝(Al_2O_3)夹板 46 之间，如图 23 所示。应当注意，如果热电组件 45 已被绝缘密封件、如图 27 所示的 Kapton 牌薄膜-铝密封件盖住，则铝夹板 46C 是不必要的。通过螺母 46E 拧紧调节螺栓 46D 可提供负载而压缩弹簧叠片 46B。螺栓 46D 在螺母 46E 上产生的力矩由螺母板 46A2 所阻止。由螺栓 46D 所产生的向上推力通过调节螺母 46E 而在顶部吸收，然后将框架 46A 支撑到位于压缩元件 46 相对侧上的止推按钮 46A1 上。来自螺栓 46D 的向下推力通过装垫圈 46H 和弹簧叠片 B 在底部吸收。因而，两个热电组件 45 藉由止推按钮 46A1 和弹簧叠片 B 所提供的约 1000 磅的对力紧密压缩地保持在热量交换器之间。

井口干燥设备

在本发明一个较佳实施例中，热电发电装置 28 插在图 25 所示的一井口干燥设备。此热电发电器采用经过管道 9 引出再沸腾器 1 的热(375°F)干燥乙二醇作为其热源，采用经过管道 14 进入预加热热交换器 8 的冷(60°F)湿乙二醇作为其冷源。

装置的性能

串联连接的八个热电组件的总输出功率将在约 12 伏时为 62 瓦左右，此时热侧温度为 375°F，冷侧温度约为 65°F。通过添加辅助的热电发电装置可获得额外的功率和较高的电压。如所示的，在上述结构中仅利用了干燥设备可提供的废能源的很小的百分比。

图 26 示出了输出功率的曲线，其是几个热乙二醇温度下乙二醇流率的函数。当流率大于 10 加仑/分时，可采用将一个以上装置串接来使功率增加。当流率在 30 加仑/分以上时，发电装置较好并联连接。当流率在这些范围之外时，最好重新设计该装置使其更长或更宽。

将发电装置安装在现场的工程师可选择安装的旁路管线和阀以使它们绕过发电装置。如果不需要或是为了修理，查将发电装置从设备上拆除。如果需要可设置一流量控制阀，虽然在大多数情况下这是不需要的。当发电装置用于提供阴极保护时，发电装置一般应连接到一固定电流调节器上，该调节器可自动地改变系统阻抗以配合系统要求。当发电装置用于提供照明、仪器或通信电源时，该发电装置一般可连接到一固定电压分路调节器上。使系统工作不需要电池。然而，当发电装置用于为一诸如通信系统提供电源时，且短时峰值功率要求高于发电装置正常的功率输出时，那么就应当包括一电池和电池调节器以便具有这种短期高峰值负载。所有这些辅助设备都是可以“现成”获得的。

通过上文的描述已经对本发明进行了介绍，但这些描述只是示意说明本发明，并不是把本发明限于所揭示的确定形式。应当理解，对于本技术领域的普通技术人员而言，还可作出许多修改和变化。例如，除了所述的热电组件外，还可采用一些热电组件，其中热量交换器和压缩元件的细节可能需要适当地变化。使组件具有许多个热电元件也是切实可行的，其中单个热电组件就足以提供所需的电压。还可采用其它已知的将热电元件与热交换器保持良好热接触的方法。除了所述的那些位置之外，在一些位置上接入热和冷乙二醇管线也是有利的。已叙述了热量交换器为焊接的碳钢装置。这些热量交换器可根据本说明书的示教采用其它已知技术制成。当销售充分证明它是适当时，应用者可计划采用铸铝方式来制造热量交换器，这可大大降低成本。

对于热电组件而言，除了 Zenite 之外可采用许多其它的材料注塑蛋格栅。这些包括 Xydar、(由基本上与 Zenite 等同的由 Amaco 制造的)聚乙烯、硅酮、聚四氟乙烯和许多其它材料。Zenite 由于其在较高温度下的特好的性能(例如：熔点、热稳定性等)，所以是首选的。同样采用呈“滑泥”形(这是在描述悬在液体中的细陶瓷材料时所用的词)的陶瓷材料也是可以的。在模塑成型之后，通过干燥和/或(一般是熟石膏)吸收液体的模具而去除液体。然后，烧结构件增加其强度。实际上，Zenite 包括一细玻璃粉末填充料以降低材料成本，并且可控制其它材料性能。这种填充料可以是某些其它材料、如碳或由玻璃纤维制成的随后切断的纤维、石墨纤维等。可使用的其它可模塑材料为有机先质，当它加热时可从有机物转变为无机状态，或它们本身是无机材料。对于高温蛋格栅来说，材料的这一特性是非常重要的，蛋格栅将与高温热电材料、例如 PbTe 和 SiGe 一起使用，并在大于 350℃的高温下工作，而 350℃一般是大多数有机材料的耐温上极限值。这些材料可使蛋格栅承受较高温度值，其时有机材料一般会丧失其强度。磷酸盐和硅酸盐膏和水泥也可用于制造高温蛋格栅的材料。

还有其它方法可用于代替所述的注塑方法来制造无间隙蛋格栅。这些方法

包括：

铸塑

有好几种铸塑方法适用于制造蛋格栅。两份环氧树脂可倒入一与上述模具类似的一个模具中并且固化而形成蛋格栅。通过铸塑方法，这些元件当插入时可包含在模具中并且铸塑在位。其它可被铸塑的材料是塑料、玻璃、陶瓷和金属合金。

流铸

铸塑材料的另一种方法是流铸。这是一种成型工艺，其中，一般由熟石膏制成的一个模具将水从滑泥中抽出。这可留下随后与模型(这将复制蛋格栅结构)壁一致的沉积物。然后，干燥此沉积物并且烧结成一刚性结构。“滑泥”由将所制造的构件的粉末构成并且悬在水中。这些粉末可以是有机或无机材料。

吹塑

将塑料薄膜插入一模具中，并且用压缩空气将其吹成与模具形状一致。

挤压技术

当一蛋格栅在与组件热侧和冷侧面平行的平面中剖切时，可能出现三种不同的轮廓。这三种轮廓都可以挤压成型。靠近热侧的截面轮廓将构成热侧连接件的部位。靠近蛋格栅中心的轮廓将构成元件部位，靠近蛋格栅冷侧的截面将构成冷侧元件部位。各截面可通过一挤压模挤压塑料、玻璃或陶瓷(处于生料或未烧结状态)而成型。然后，诸挤出件被切成适当厚度并叠加在一起以形成完整的无间隙蛋格栅。还可以将单个挤出件轮廓切成适当厚度，接下来采用多种技术将在端部形成所需的形状(以形成挡块和容纳电极)。陶瓷挤出件在成形操作之后将要烧结。

真空成型

在加热模具上形成薄塑料片以形成所需形状。采用真空或在某些情况下采用压缩空气将塑料压迫在模具上以形成一无间隙蛋格栅。

传统的机械加工

也可通过对一块塑料中的用于元件的空间进行机械加工而形成无间隙蛋格栅。甚至某些可加工的陶瓷材料也可被钻孔、成形铣削等而形成所需的蛋格栅结构。还可采用超声波加工、激光加工和喷水加工技术将一块塑料或陶瓷材料制成一无间隙蛋格栅。

冲压

可以通过设计一种工具，它可在一片材料上冲出多个所需尺寸的方孔而制成无间隙蛋格栅。然后，在第二次操作中在孔的底部形成挡块，第二次操作是将一些材料转移到框架上，使这些材料起到一挡块的作用。

模铸

将需成形的材料(塑料、玻璃、陶瓷浆或金属)倒入一模具腔中以形成所需形状的蛋格栅。

粉末压缩成型

采用足够的力将金属、塑料、陶瓷或玻璃粉末压入一模型中而具有冲头和模型混合形状(无间隙蛋格栅的形状)。然后，生料部分推出，随后可烧结以增加强度。

锻造

在两个半模之间反复锤打要成形的材料，直至对正在成形的片材赋予所需的模具形状(无间隙蛋格栅)。

因此，所附的权利要求书覆盖了将落于本发明真实精神和范围中的所有修改和变化。

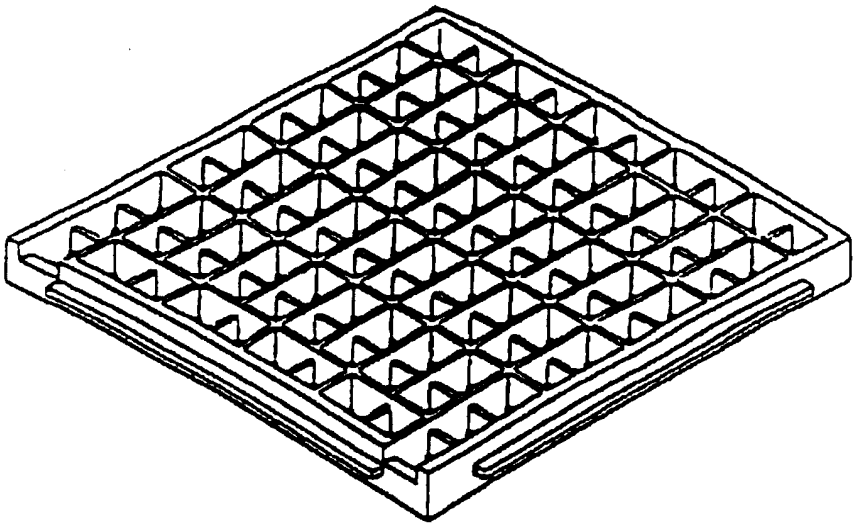


图 1A

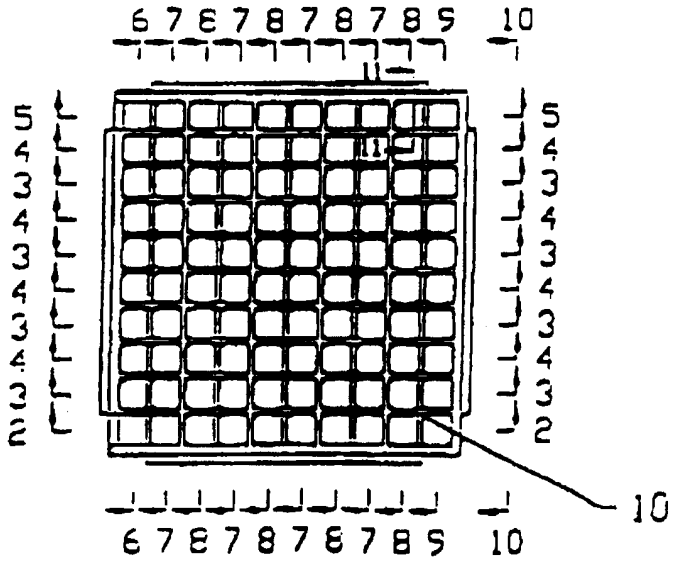


图 1B

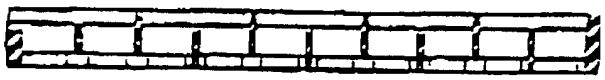


图 5

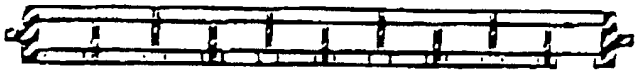


图 4

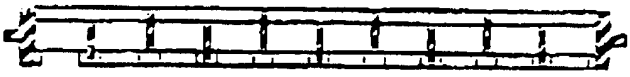


图 3

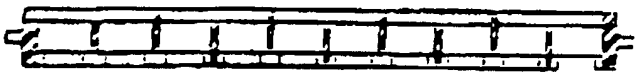


图 2



图 6



图 7



图 8



图 9

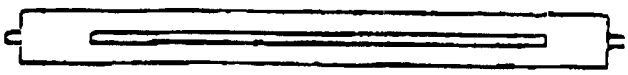


图 10

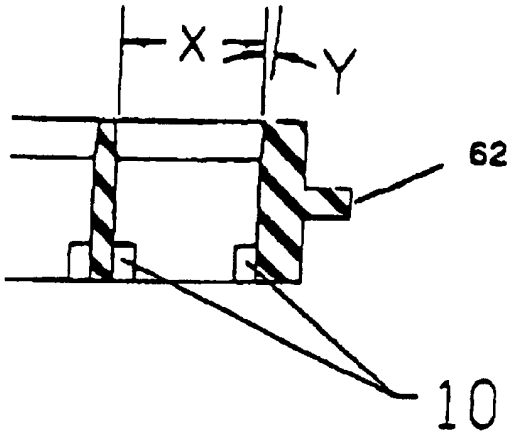


图 11

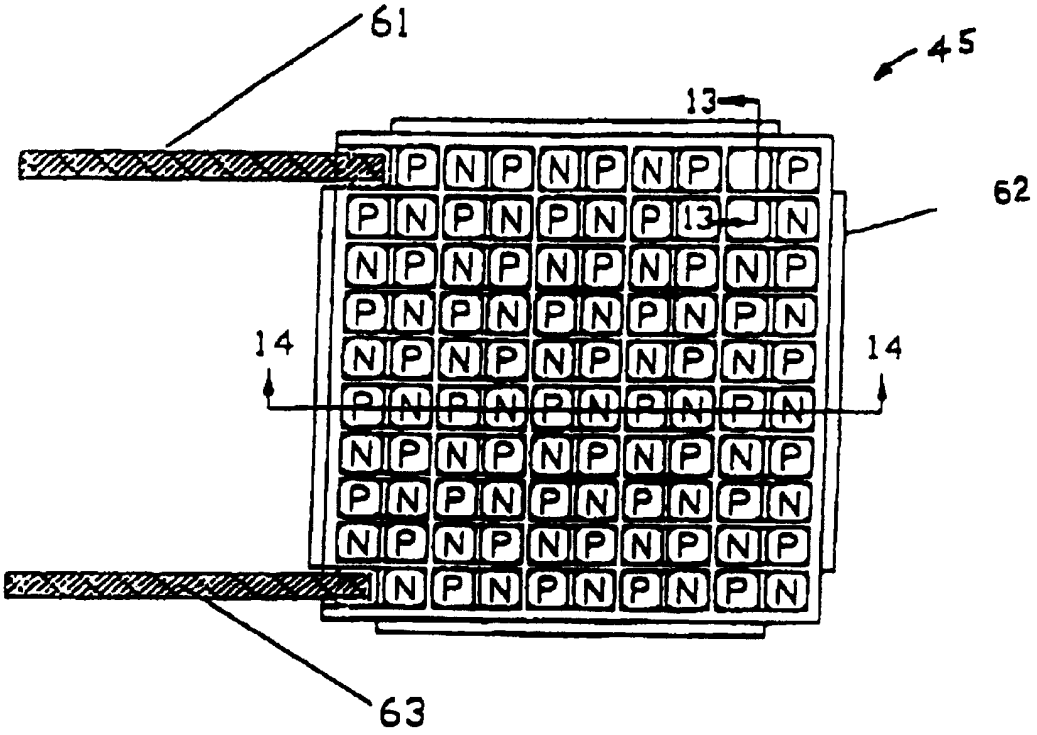


图 12

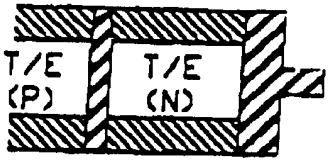


图 13



图 14

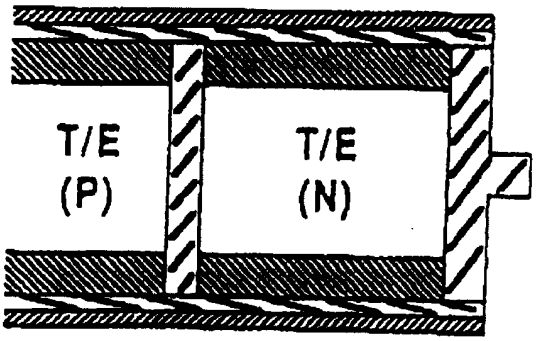


图 27

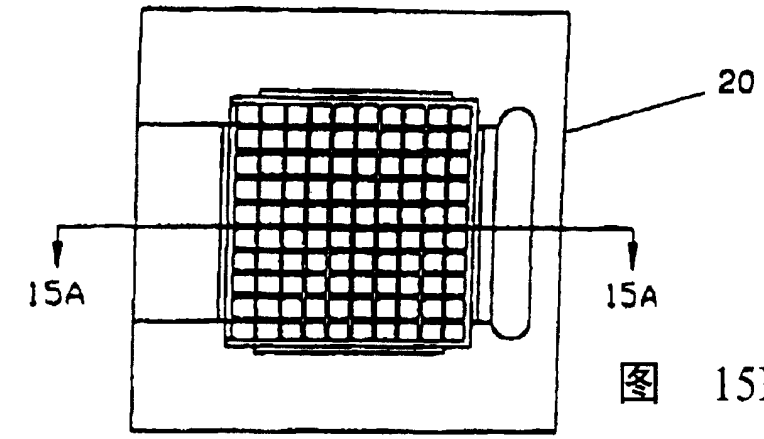


图 15B

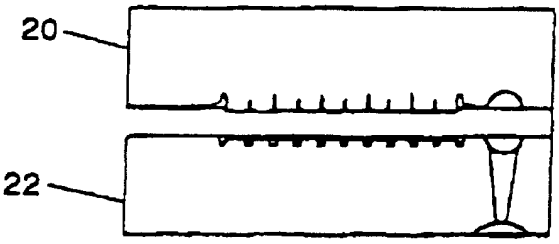


图 15A

图 16A

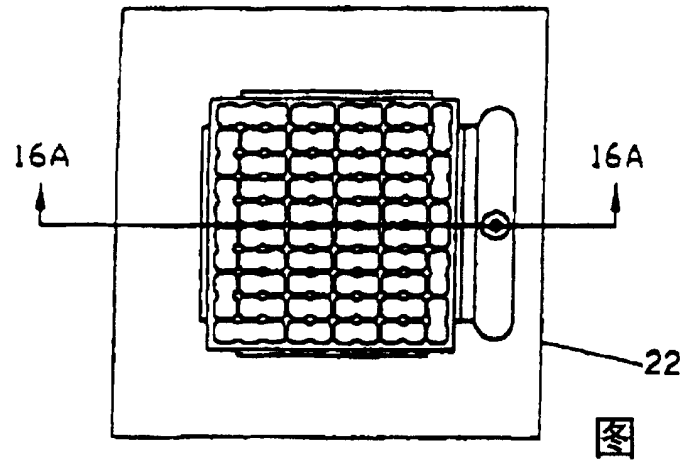


图 16B

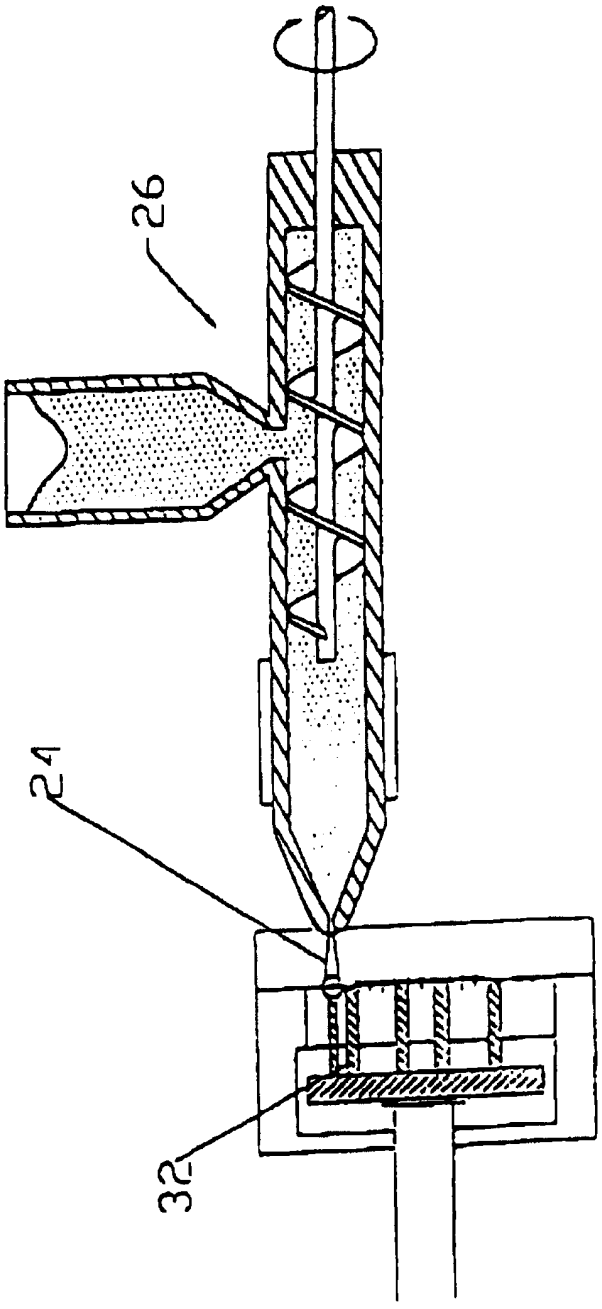


图 17

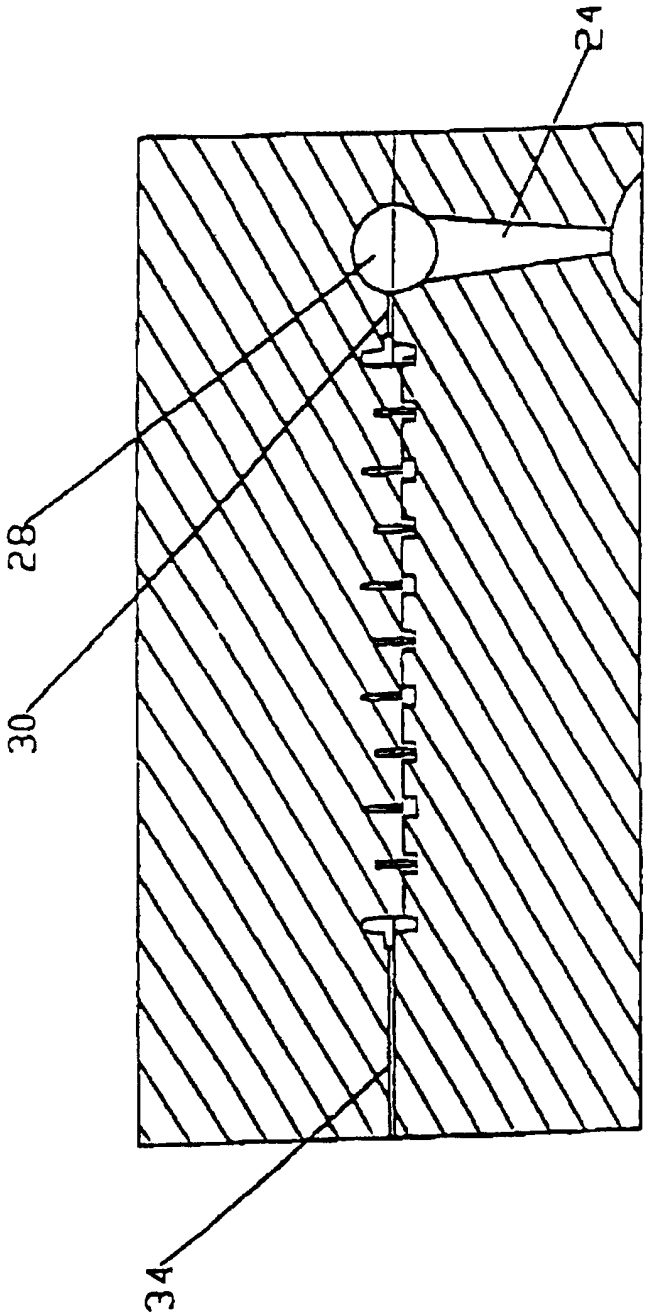


图 18

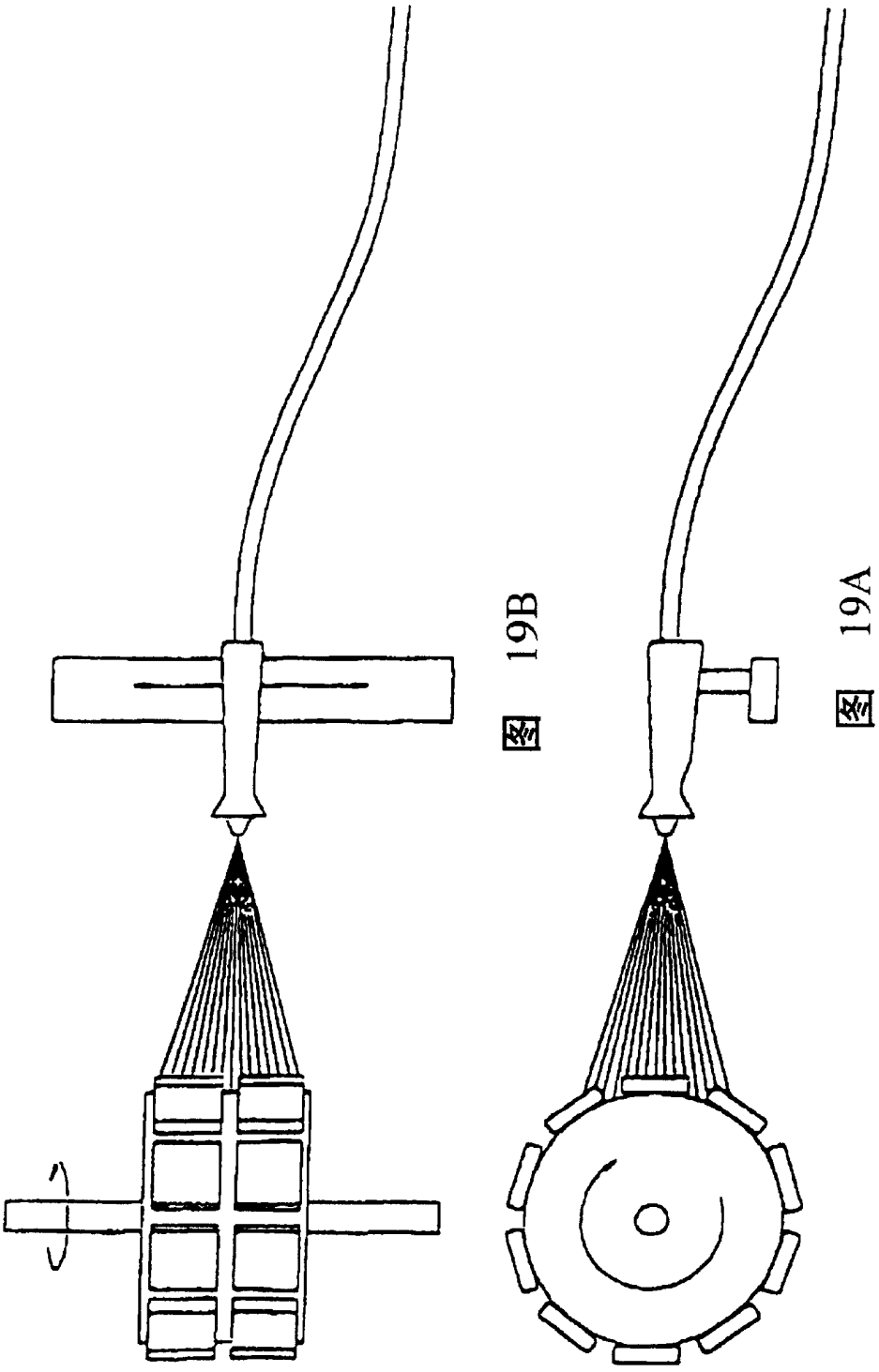


图 19B

图 19A

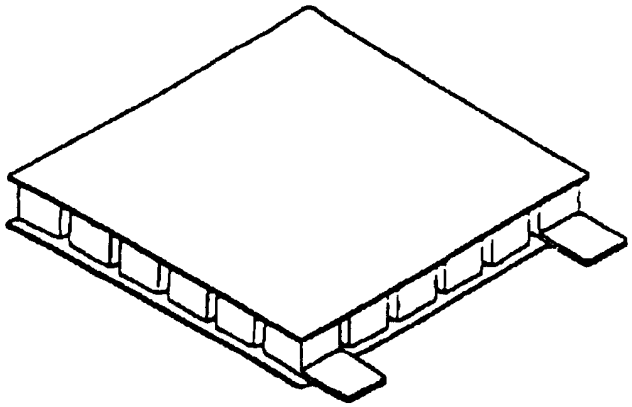


图 20

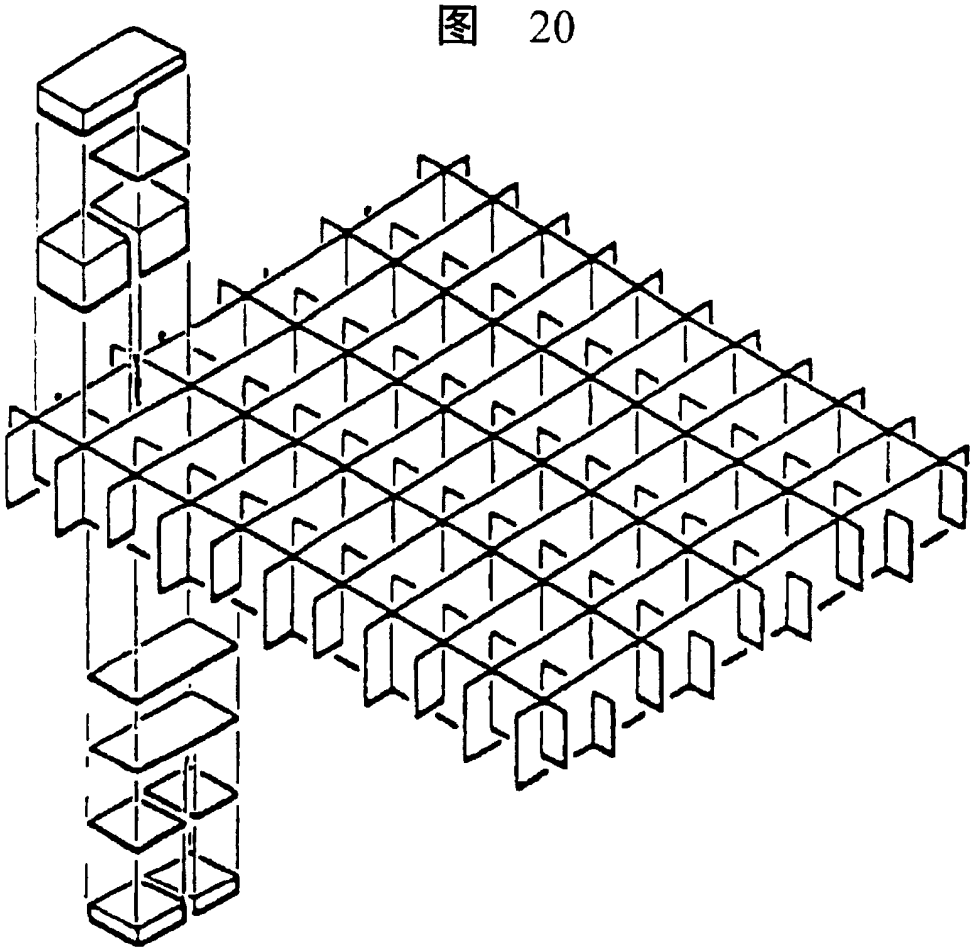


图 21

图 22

对于国际专利申请过程,不予考虑

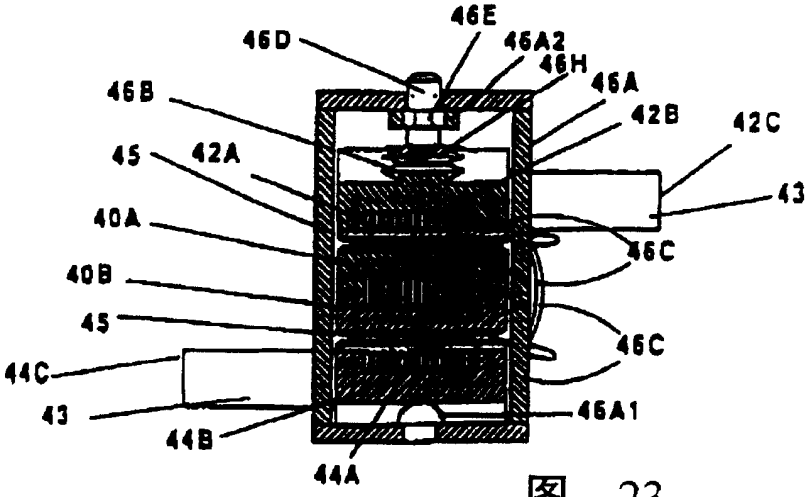

46E
46D
46A2
46H
46A
46B
42B
42C
45
42A
43
40A
46C
40B
45
46C
44C
43
46A1
44B
44A

图 23

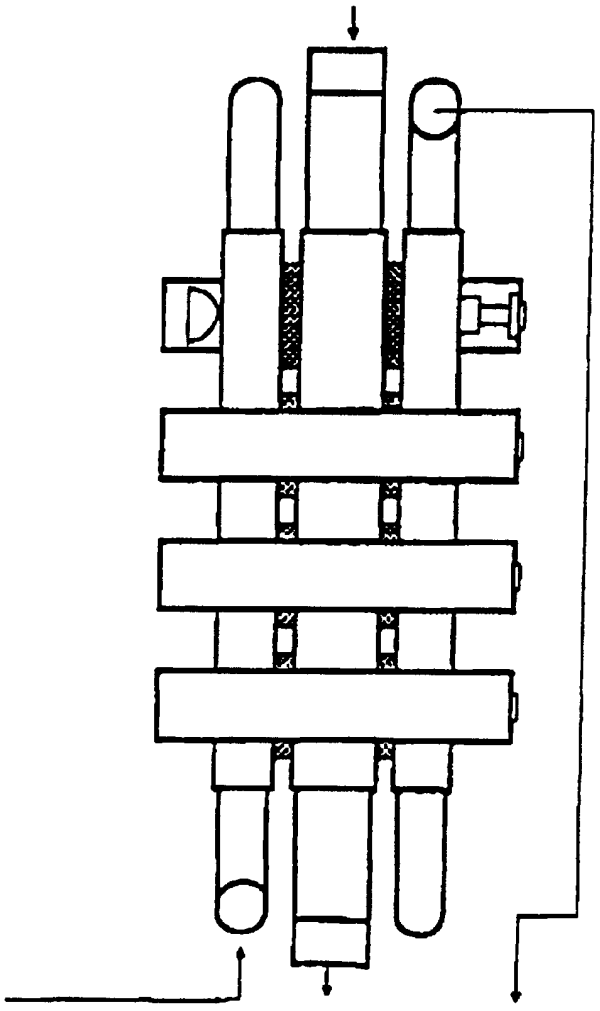


图 24

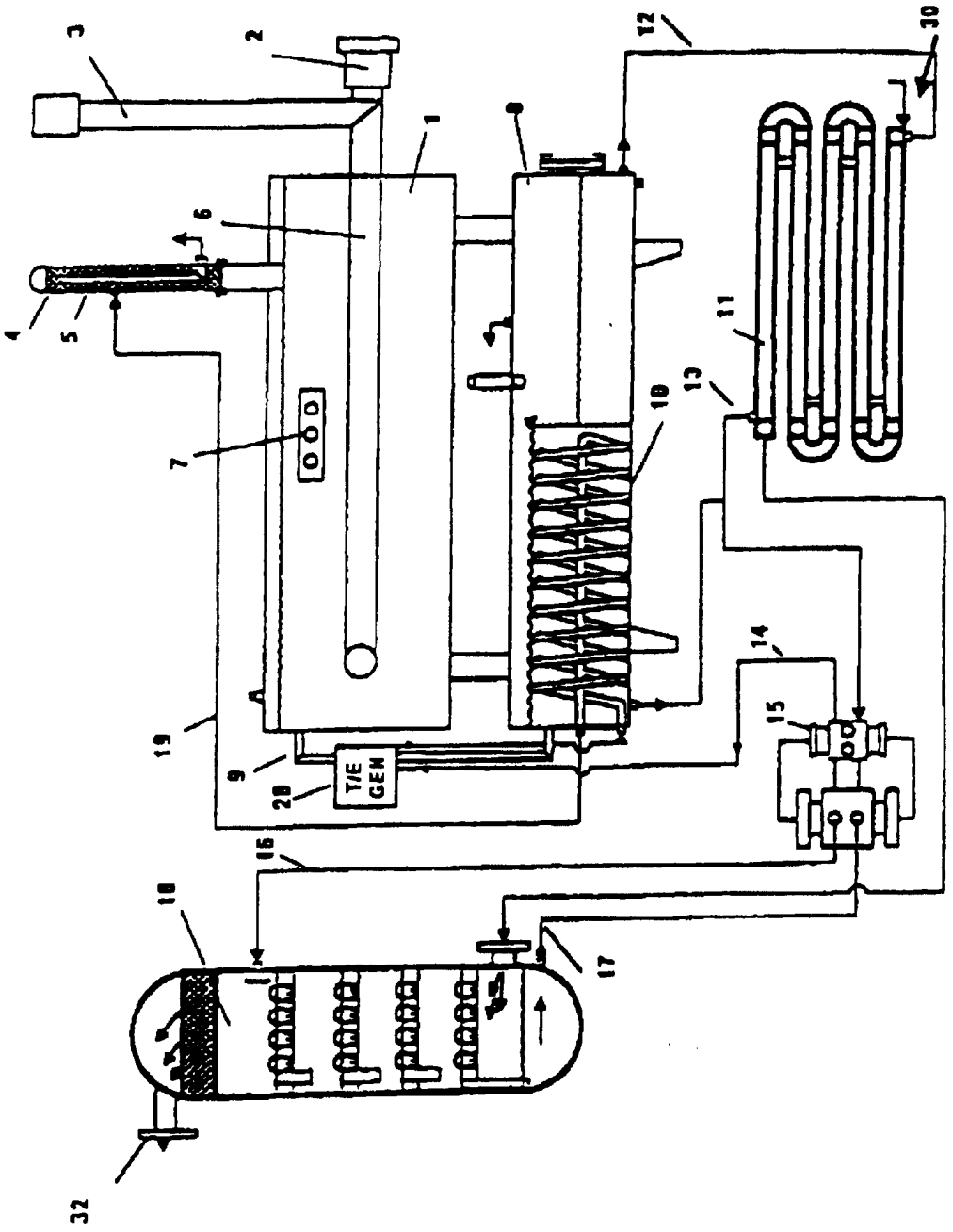


图 25

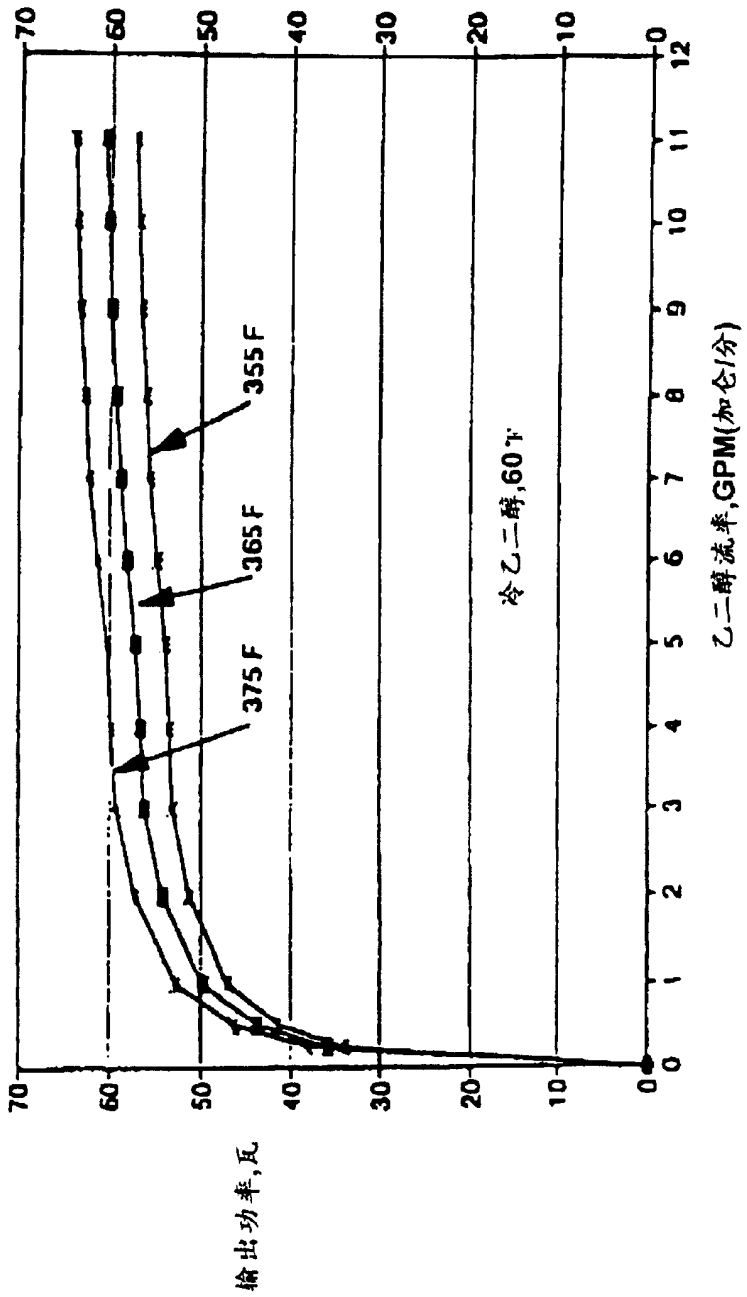


图 26