

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H05B 6/80

F24C 7/02



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97190556.8

[45] 授权公告日 2003 年 11 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 1129350C

[22] 申请日 1997.5.20 [21] 申请号 97190556.8

[30] 优先权

[32] 1996.5.17 [33] ZA [31] 96/3960

[32] 1996.5.17 [33] ZA [31] 96/3962

[32] 1996.5.17 [33] ZA [31] 96/3963

[32] 1996.9.5 [33] ZA [31] 96/7506

[86] 国际申请 PCT/NL97/00282 1997.5.20

[87] 国际公布 WO97/44988 英 1997.11.27

[85] 进入国家阶段日期 1998.1.16

[71] 专利权人 技术金融公司(所有权)有限公司

地址 南非桑顿

[72] 发明人 保罗·弗里茨·福尔斯

安德列·基思·朱伯特

约翰·丹尼尔·勒鲁

马泰斯·约翰尼斯·罗索

审查员 孙克良

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

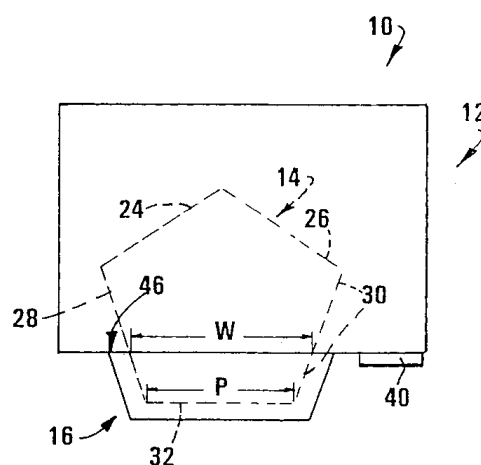
代理人 秦开宗

权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 22 页

[54] 发明名称 介电加热装置

[57] 摘要

本发明提供了一种形式为微波炉的介电加热装置，它有许多在电气上连接的侧壁，这些侧壁围成一个加热空腔。上述侧壁布置成相邻的一对侧壁互相倾斜，成 180°角。该装置有许多形式为磁控管的，向空腔内发射电磁辐射线的电磁能源，以使用介电的微波加热空腔内的物体，微波的频率随着时间而变化，使得该空腔起多波形共振加热腔的作用。



ISSN 1008-4274

1. 一种介电加热装置，它包括：

5 若干导电的侧壁，这些侧壁顺序地布置，并且在电气上互相连接，
围成一个加热空腔，至少一对上述相邻的侧壁互相倾斜以形成一个夹角，所形成的夹角是从由锐角和钝角所组成的一组角度中选出来的；
以及

10 至少一个能够发射适用于介电加热的电磁辐射线，并且能够将这种辐射线以某一种频率输入上述空腔内的电磁能源，上述频率是随着
时间而变化的，并且使得上述加热空腔起一个多模共振加热腔的作用，该装置具有垂直工作状态，在该状态，侧壁在空腔的下端和空腔的上端之间延伸。

15 2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，上述装置做成一个围成
上述加热空腔的炉子，上述空腔呈管子的形状，并且该空腔和侧壁垂直的截面的外形为多边形，有许多沿着周边连续延伸的侧壁，每一对相邻侧壁形成上述空腔的一个角。

20 3. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于，上述空腔和侧壁垂直的
截面的外形是一个正多边形，这种多边形所有的边的长度相等，边的数量是从 3、5、7、9 或 11 这些数目中选出来的。

25 4. 如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，上述多边形是正五边形，有五条长度相等的边，每一对相邻的边所夹的角为 108° ，每一块
侧壁都是一块平坦的平板，外形为矩形。

30 5. 如权利要求 1-4 中任何一项所述的装置，其特征在于，上述空腔的端部是敞开的，上述两个敞开的端部分别形成空腔的一个进口和一个出口，以便连续地加热沿纵向移动通过该炉子的一根条料。

35 6. 如权利要求 5 所述的装置，其特征在于，在上述空腔的每一端上设置了一块闸板，闸板上有一个孔，用以容纳沿着纵向通过该空腔的条料，在上述孔与条料之间有工作空隙，这种空隙选择为能在使用时阻止电磁辐射线从空腔通过上述闸板上的孔从条料的四周围发射出去。

7. 如权利要求 2-4 中任何一项所述的装置，其特征在于，上述炉子有一对封闭上述空腔的两端的端壁，其中一块端壁成为空腔的底板，另一块端壁隔开距离，在底板的上方，成为该空腔的顶板，在上述炉子的至少一块侧壁上形成了进入该空腔的门的至少一部分，以便在加热炉子中的至少一件物体时，进行分批操作。

8. 如权利要求 7 所述的装置，其特征在于，上述炉子具有至少五块都是平板的侧壁，每一块侧壁的形状都是平坦的，外形为矩形，上述门上开了一个能关闭的通向上述空腔的门孔，该门孔的面积大于各侧壁平板的面积。

9. 如权利要求 8 所示的装置，其特征在于，上述门至少形成该炉子的一块侧壁平板，但少于炉子的两块侧壁平板。

10. 如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，上述门为铰接在门孔一侧的单独一块门板，上述门至少有一个铰链，并且各铰链都安装在从炉子的一块端壁延伸到另一块端壁的方向上。

11. 如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，上述门包括一对分别铰接在门孔相对的两侧的并排门板，每块门板至少有一个铰链，并且各铰链都安装在从炉子的一块端壁延伸到另一块端壁的方向上。

12. 如权利要求 1-4 中任何一项或权利要求 6 或权利要求 8-11 中任何一项所述的装置，其特征在于，上述装置是一台微波炉，各电磁能源都是能发射频率为 $0.3 \times 10^9 - 1 \times 10^{10} \text{Hz}$ 的微波辐射线的微波源。

13. 如权利要求 12 所述的装置，其特征在于，上述各微波源是能够发射频带宽度至少为 1MHz，频率在 2.4-2.5GHz 范围内的微波辐射线的微波源。

介电加热装置

5 本发明涉及一种电介质加热装置。更具体的说，涉及一种使用微波加热的介电加热装置，它适用于食物的加热和烹调，并且适用于，但不限于，作为家用或公用的微波炉的加热装置。

按照本发明，提供了一种电介质加热装置，它包括：

10 若干导电的侧壁，这些侧壁顺序地布置，并且在电气上互相连接，围成一个加热空腔，至少一对上述相邻的侧壁互相倾斜，形成一个夹角，所成的夹角是从由锐角和钝角所组成的一组角度中选出来的；以及
至少一个能够发射适用于介电加热的电磁辐射线，并且能够将这种辐射线以某一种频率输入上述空腔内的电磁能源，上述频率是随着时间而变化的，并且使得上述加热空腔起一个多模共振加热腔的作用，该装置具有垂直工作状态，在该状态，侧壁在空腔的下端和空腔的上端之间延伸。

20 上述选出的角度不是一个直角，该夹角小于 180° ，但不等于 90° ，它或者是一个锐角，或者是一个钝角。

通常，各相邻的一对壁的相邻的两条边缘在实质上靠在一起，使这一对壁在电气上互相连接。或者，各相邻的一对壁沿着相邻的边缘在电气上连接在一起。当然，考虑到由能源所发射的辐射线的波长，上述空腔的尺寸应该足够的大，以保证该空腔内的多波形的共振过程。

上述装置可以做成一个围成上述加热空腔的炉子，上述空腔呈管子的形状，并且该空腔的断面的外形为多边形，有许多沿着周边连续延伸的侧壁，每一对相邻侧壁形成上述空腔的一个角。

30 上述空腔的断面外形的边可以是单数的，例如是一个正多边形，这种多边形所有的边长度相等，边的数量可以是 3、5、7、9 或 11，通常是 5 或 7 条边，最好是 5 条边。这种多边形可以是正五边形，有五条长度相等的边，每一对相邻的边所成的角为 108° ，每一道侧壁都是一块平坦的平板，外形为矩形。不过，也可以至少有两条边具有不同的长度。因此，该空腔的横断面的外形的边基本上是直的，每一块侧壁板

是平坦的，形状呈矩形，并且外形的每一条边都相等，所有的夹角都等于 108° 。

5 上述空腔的端部可以是敞开的，两个敞开的端部分别形成一个进口和一个出口，以便连续地加热沿纵向通过该炉子的一根条料。在这种情况下，在空腔的每一端上设置了一块闸板，闸板上有一个孔，用以容纳一个沿着纵向通过该空腔的条料，在孔与条料之间有工作空隙，这种空隙选择为能在使用时阻止电磁辐射线从空腔通过上述闸板上的孔和断面的四周发射出去。

10

当管状空腔的两个端部敞开时，便形成了一个进口和一个与进口隔开距离的出口，使得该炉子适用于让一种固体，例如一种要加热的物体或物质，连续地从进口通向出口。这种炉子将适用于，例如，加热连续挤压出来的条料之类的东西。在每一个端部的闸板的形状都设计成能阻止或减少从空腔内通过该端部发射出去的电磁辐射线。

15

因此，空腔可以是长形的，而且，当把它竖立起来让一根挤出物向下通过该空腔时，在垂直方向是长形的。在该空腔中可以设置许多微波源，至少其中有一些的微波输出是可调的，并且这些微波源在垂直方向和圆周方向都围绕着空腔中的一个中心区域互相隔开距离，以便容纳移动的挤出物，当空腔呈竖直方向时，上述挤出物将向下通过该空腔。

20

上述微波源可以以上述沿圆周和/或纵向都隔开距离的方式，围绕着空腔中的一条向下通过中心通道的条料布置在上述空腔内，这些微波源设置成将微波辐射线射向上述通道内的条料。这样，在上述微波空腔内就有了一个垂直的微波炉，该微波炉在其下端有一个出口，和一个用于挤出条料的挤出器，而在其上端有一个进口。

25

或者，该炉子可以有一对端壁，这对端壁封闭了该空腔的相对两端，其中一块端壁成为空腔的底板，另一块端壁隔开距离，在底板的上方，成为该空腔的顶板，该炉子的至少一道壁上形成了进入该空腔的门的至少一部分，以便在加热炉子中的至少一件物体时，进行分批操作。此时，该炉子具有至少五块都是平板的侧壁，每一块侧壁的形状都是平坦的，外形为矩形。上述门上开了一个能关闭的通向空腔的门孔，该门孔的面积大于各侧壁平板的面积。上述门至少形成该炉子的一块侧壁平板，但少于炉子的两块侧壁平板。一方面，门可以选择为铰接在门孔一

30

35

侧的单独一块门板,另一方面,也可以是分别铰接在门孔相对两侧的一对相邻的平板,上述门至少有一个铰链,并且各铰链都安装在从炉子的一块端壁延伸到另一块端壁的方向上。

- 5 当空腔的两端封闭时,该空腔的长度可能缩短,其两端之间的长度小于其横断面的宽度,当然,长度也可以大于宽度。

10 通常,如上所述,底板、顶板和侧壁板一般都是导电的,并且在电气上互相连接。该炉子可以有一块或多块把门孔封闭住的门板,而且这些门板同样也是导电的,也与上述底板、顶板、和侧壁板在电气上连接。上述底板是一块平坦的板,在这块板的上表面安装了一个转台,用于使炉子内的物品在用微波加热时使它转动。上述顶板同样也是一块平板,上面有设置了格栅的通风口。这块顶板可以与底板平行,而侧壁板则与底板和顶板正交。

15 在一种具体的结构中,当炉子的横断面是正多边形时,它具有单独一个微波能源,例如磁控管、调制管等等。该炉子有一根波导管,用于将微波辐射线从上述微波能源引导到侧壁板上的微波输送孔去,将微波辐射线从波导管输入空腔的内部。波导管的形状是空心的局部的带或套圈,水平地与壁板的外表面隔开距离,围绕着炉子的一部分,例如在中央,在底板和顶板的中间。最好,侧壁板中的至少一部分由门板组成,但是,一般在门板上是没有穿过它的微波输送孔的,并且上述波导管只在不是由门板组成的那些侧壁板或其一部分的上方围绕着炉子,所以,在门板的外表面或表面上没有波导管穿过。

25 如果空腔的横断面是正五边形,一般都希望用门板来形成空腔的多于一块但少于两块的侧壁板。当用两块门板封闭门孔时,他们的位置是互相并排的,在向上延伸的边缘上互相紧靠,通常在靠近门孔的两相对的侧边上用铰链铰接在向上延伸的边缘上。当只有一块门板时,则在靠近门孔的一侧用铰链铰接在向上延伸的边缘上。

30 当用于家庭时,一般都希望上述空腔位于大致呈矩形的壳体内,在该壳体上设有普通的控制器,例如,设置在控制板上,用于控制向该空腔输入的微波能量,并且,具有当门打开时自动切断微波源的电源的断路器。最好如上所述,各微波源能够发射相当宽的频带的微波辐射线,例如至少 1MHz 宽,最好是 1.5MHz 宽。这样宽的频带的微波源可能不

容易获得，但，在这种微波源最后开始大量生产之前，可以有目的地专门制造公用的（饭馆、医院、饭店等等）微波炉。

5 上述装置可以是一台微波炉，各电磁能源都是能发射频率为 $0.3 \times 10^9 - 1 \times 10^{10} \text{Hz}$ ，例如 1-10GHz 的微波辐射线的微波源。更具体的说，各微波源可以是能够在频带宽度至少为 1MHz，频率在 2.4-2.5GHz 范围内发射微波辐射线的微波源。通常，上述频率是 2.45GHz 的工业频率，2.45GHz 在微波源公称频率的中央。这种微波源是磁控管、调制器等等，其结构或多或少是常用的，根据需要，可以是家用型或者是工业型。

10

上述微波源所发射的微波辐射线的频率/波长是可以调整的，同样，其所产生的微波辐射线的强度/振幅或功率，以及微波辐射线的传播方向和/或将其集中或压缩成或多或少的离散射线束等等，都是可以调整的。因此，上述微波空腔可以是动态调谐的定波型的，或者是多波形的，
15 能产生各种重叠的定型波，或者是已往的那种适当的混合型。

这样，上述微波源可以与至少一个动态调谐定型波发生器，多波形发生器，或者任何其他适当类型的微波发生器连接。在一个用于干燥和/或烧结大直径陶瓷挤压成形的优选实施例中，使用了一种多模空腔来产生重叠的定型波。这种微波热源可以设置在位于一挤出器下方的微波空腔内，这样，该空腔便能接受一条挤出来的条料。通常，空腔的尺寸和形状设计成能紧密地包围着该条料，以便条料能塞满该空腔的端部，减少使用时发射不必要的微波。如上所述，该空腔可设置闸门。

25 为加热挤出的大断面条料，使用多模微波空腔是合适的。如上所述，可以有许多微波辐射线源，而且其中的至少有些微波辐射线源是可以调整的，例如，可调整其输出功率（振幅/强度）和/或波长/频率。

30 如上所述，上述微波源的中央或公称频率大约是 2.45GHz，其频带宽度至少能产生两种不同的电磁强度，而且，对于所选定的断面的几何形状，最好尽可能的多。例如，对于夹角为 108° ，四周连续的边长为 290mm, 208mm, 260mm，206mm 和 208mm 的多角形的断面（或等长的各边长度在 200-300mm 范围内的正五边形），上述空腔从一端到另一端的长度对于每一个微波源一般需要 700-800mm，例如 730mm，在公称频率为 2.45GHz 时，频带宽度至少为 1MHz。为了在以上和类似的尺寸和公称频率下有效地进行工作，频带的宽度最好为至少 4MHz。
35

上述微波能源的结构可以设计成频率以所需要的方式随着时间自动变化的。例如，频率可以以某一速率在上述频带上变化，其变化速率根据供给电磁能源的电源频率而定，例如，以 50Hz 的速率变化。

5

上述微波能源可以设计成使它的频率自动地以上述速率在整个频带上变化。或者，该装置具有与微波能源连接，受其控制的控制装置，该控制装置能以上述速率在整个频带范围内改变微波能源的频率。

10

本发明的介电加热装置可以具有为微波能源所发射的电磁辐射线导向的导向装置，该导向装置具有为接受从电磁能源来的电磁辐射线用的进口，和为将电磁辐射线送入上述加热空腔内的出口；上述装置还可以具有使该出口相对于上述加热空腔移位的移位装置。或者，该装置还具有一设置在该出口上的旋转天线。当上述能源是微波源时，各导向装置基本上是常用的那种微波波导管。

15

上述移位装置可以用来改变上述出口的方位，以改变从出口发射出去，并送入空腔中的电磁辐射线的方向。最好，使出口绕着一根沿空腔的长度方向延伸的轴线，以至少每秒一转的速率作圆周运动，其速率可根据所加热的物质的特性和位置来确定；并且，当出口的方位改变时，其位置却固定不动。

20

或者，上述移位装置也可以设计成使送入空腔的电磁辐射线的位置发生变化。因此，该移位装置有一根轨道，例如一根循环的轨道，上述导向装置沿着这根轨道运动，从而改变电磁辐射线的送进位置，通常，沿轨道的运动速率为每秒一圈。或者，上述加热装置有一根与导向装置的出口协同工作的天线，这根天线设计成能绕着沿空腔的长度方向的轴线旋转，并且所发射的微波的方向与该旋转轴线倾斜一个角度。

25

上述加热装置至少还具有另外一个固定的导向装置，该固定的导向装置有一个出口，该出口相对于炉子的侧壁是固定的，所以，在加热过程中，由它所发射的电磁辐射线的位置和送进方向都是固定不变的。

30

在一个特定的实施例，上述导向装置是这样布置的，它的出口是横着进入空腔内的。或者，除此之外导向装置设计成沿纵向将微波送入空腔内，上述空腔的纵向是从空腔的一端到另一端的方向。

35

在具有至少另一个固定的导向装置的实施例中，一个产生微波的微波发生器与各导向装置连接。或者，一个单独的微波发生器的输出输入各导向装置内。

5

通常，上述能源是这样设计的，它将微波辐射线以一种促使该空腔起多模调谐腔作用的方式送入该空腔内。

10

上述炉子可以有一个附加励磁装置，用于连续地改变在该空腔内分布的调谐场，例如，一根在使用时将微波射入空腔内的移动天线。

本发明利用上述介电加热装置提供了一种介电加热方法，这种方法包括借助于上述各动力源产生电磁辐射线，并将辐射线送入上述加热空腔内。该方法还包括从各能源发射频率改变的辐射线。

15

上述方法还包括改变辐射线送入空腔内的方向。上述方法包括改变出口的方位，以改变上述电磁辐射线相对于空腔的送入倾斜方向。或者，该方法还包括使出口移位，从而改变电磁辐射线送入空腔的位置。

20

现在，用一个特定的非限制性的例子来说明本发明。

例子

25

一种按照本发明的特定的微波空腔，当处于垂直状态时，其水平的横断面为正五边形，有五块垂直延伸的壁板，每一块壁板上有垂直方向隔开距离的孔，每一个孔都用于容纳微波源，即磁控管-波导管-风扇总成。上述空腔有二十个这样的总成，都设置在上述空腔壁板上选定的孔内。上述孔多于二十个，所以，选择适当的孔来容纳这些总成，这些总成就能以所希望的在垂直方向和/或周边方向隔开距离的方阵安装在上述这些壁板上。上述方阵又选择成能让这些总成能加热从上向下通过该空腔的挤出来的条料，使条料以所要求的速度沿其长度加热到所希望的温度。

30

35

上述空腔在垂直方向呈长形，装在一个与它相配的五边形壳体内，沿径向与壳体隔开距离。壳体由一个上面带有门的框架组成，门可以打开，以便能容易地通向空腔的壁板。这些门都是接地的，并且设有一高效的法拉第隔离网。空腔的顶部和底部是敞开的。

使用时，一根条料在空腔内部向下挤出，在被挤出的条料与该空腔壁板的内表面之间有绝热层。设置了一个经过冷却的空气源，还有一台风扇，用于强制地把冷却的空气向上吹到空腔与壳体之间的间隙中去，形成强制通风系统。并且，上述磁控管总成中的风扇有一个与该强制通风系统相通的进口。空腔侧壁的最下面的部分用一个水套或盘旋水管进行水冷。上述空腔的高度大约是 5m，顶部设有烟雾抽气风扇，以便从该强制通风系统中抽出空气。设置了用于控制挤出物和空腔的壁板之间的空间内的具有受控的温度和湿度的气流装置。

在空腔内设置了两个光传感器，用于测量在空腔中挤出来的条料的温度；还在一块或多块空腔的侧壁的绝热层中设置了三个隔开距离的热电偶，用于监视在空腔中挤出来的条料的温度。每一个磁控管总成都带有一个过热切断开关，在上述强制通风系统和/或空腔的壁板上也设置了同样的开关。在强制通风系统中设置了放大二极管组件，以便不断地监视微波辐射线。在装置内部的一些选定的点上也设置了同样的二极管组件，以监视微波辐射线。

下面，参照附图详细说明本发明的实施例。附图中：

- 图 1-4 表示根据本发明的各种家用烹调微波炉的立体图；
图 5-6 表示图 1-4 中的微波炉的门的结构的示意平面图；
图 7-8 表示图 1-6 中的炉子的门的结构的变型的示意平面图；
图 9-10 表示图 1-6 中的炉子的门的结构的进一步的变型的示意平面图；
图 11 表示实施本发明的另一种微波加热装置的立体图；
图 12 表示图 11 中的装置的剖视图，其侧门处于打开状态；
图 13 表示图 11 中的装置的五边形空腔的剖视图，它有一个通风进口；
图 14 表示图 11 中的装置的电路示意图；
图 15 表示用于图 1-10 中的炉子和图 11-14 中的装置磁控管的时间平均频谱的频率范围的曲线图；
图 16-20 表示在一个具有三角形的空腔内的由计算机所产生的微波电气模式的示意图象；
图 21-25 表示具有现有技术中的方形的空腔内所产生的微波电气模式的示意图象；

图 26-40 表示在图 1-14 的炉子的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

图 41-45 表示在具有正六角形的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

5 图 46-50 表示在具有正七角形的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

图 51-55 表示在具有正八角形的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

10 图 56-60 表示在具有正九角形的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

图 61-65 表示在具有正十角形的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

图 66-70 表示在具有正十一角形的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

15 图 71-75 表示在具有正十二角形的空腔内所期望产生的微波电气模式的示意图象；

图 76 表示按照本发明的介电加热装置的示意剖视图；

图 77 表示图 76 中的介电加热装置沿 L X X V II 方向看的上部的示意剖视图。

20

在图 1-4 中，一台按照本发明的微波炉整体用标号 10 来表示。在图 1 中，炉子 10 是关闭的，而在图 2 和 3 中是开着的。在图 4 中，炉子不但是打开的，而且为了便于说明，卸掉了外壳。该炉子 10 包括一个壳体 12，该壳体除了炉子的门板之外（下面还要描述），在平面图上是矩形的。在壳体内部有一个加热空腔 14（详细的请见图 4）。该炉子有一扇门板 16。

25

空腔 14 的水平断面是正五边形，其平面上的外形也是正五边形。空腔 14 有一块平坦的五角形顶板 18，顶板上设有带格栅 20 的通风口。一块平坦的五边形底板 22 与顶板 18 隔开距离，设置在顶板下方，并与其对准。该空腔有五块平坦的矩形壁板，分别以标号 24、26、28、30 和 32 表示（亦见图 5-6，在这两个图中，除了另有说明之外，同样的标号用于表示与图 1-4 中相同的零件）。

30

35 炉子 10 设有一动力源，该动力源包括一个单独供电的磁控管 34，和一个用于将微波辐射线从磁控管 34 引导到四个微波输送孔 38（在图

2 和 4 中只能看到一个孔) 去的波导管 36, 各微波输送孔的位置分别在壁板 24-30 的中央, 其形状为垂直延伸的窄槽, 这些孔使得微波能从波导管 36 的内部通入空腔的内部。波导管 36 的形状为局部的空心的带子或套圈, 围成了在空腔 14 四周的一部分上延伸的通道, 关于它, 下面还要说明。窄槽 38 和波导管 36 的位置在底板 22 和顶板 18 的中间。磁控管的位置靠近并伸入波导管 36 邻近壁板 30 的端部, 波导管 36 的另一端靠近壁板 28。

炉子 10 具有平常的控制板 40, 上面设有控制开关 42, 用于控制输入空腔 14 的微波能。此外, 该炉子还有普通的断电开关 44, 该开关形成了门板 16 在靠近控制板 40 处的挂钩的一部分。上述控制板 40 与门板 16 并排, 而门板 16 铰接在离开切断开关 44 和控制板 40 较远的垂直延伸的边缘的铰链上 (见图 5 和 6)。

炉子 10 有一个转台 48, 它安装在底板 22 的上表面上, 并由一台在底板 22 下面的电机 (图中未示出) 以常用的速度驱动。此外, 上述顶板 18、底板 22 和侧壁板 24-32 都是金属构件, 并且在电气上以普通的方式互相连接。形成门板 16 的一部分的板 32 上有很多小的通孔, 以便借助于空腔 14 内部的灯光 (图中未示出) 来观察空腔 14 中的内容物。上述通孔选择很小的尺寸, 以防止磁控管 34 所发射的微波穿过这些孔。磁控管 34 的公称输出频率为 2.45GHz, 频带宽度为 4-6.5MHz。侧壁板 30 上有通风格栅 50。

本发明的一个特点是上述壁板 24 和 26, 以及壁板 28 和 30 的主要部分上, 和底板 22 与顶板 18 的主要部分一样, 是空腔 14 的固定部分。壁板 28 和 30 以及顶板 18 上的剩余的小部分, 以及整块壁板 32 则形成门板 16。门板 16 封闭了一个门孔 52, 门孔的高度等于底板 22 与顶板 18 之间的空档, 其宽度用图 5 和 6 中的标号 W 表示。特别应该指出, 门孔的宽度 W 要比壁板 24-32 的宽度 P 大得多。这样, 半径为 R 的圆形的碗、盘子或碟子 (图中未示出) 才能不必倾斜就通过门孔 52 放入空腔 14 内, 或者取出来。上述半径 R 等于 $W/2$, 大于 $P/2$ 。P/2 是不必倾斜就能放入宽度为 P 的门孔内的碗、盘子和碟子的半径, 它等于侧壁板 24-32 的宽度。

在图 7 和图 8 中, 除了另有说明之外, 同样的标号用于表示与图 5-6 中同样的零件。图 1-6 中的炉子 10 的构造与图 7 和 8 中的炉子的主

要区别在于门板 16。图 1-6 中的门板是铰接在 46 处的单独一块整体的门板，而图 7 和 8 中的门板是分成两部分的，各以标号 16 表示之，并且分别用相应的铰链铰接在 46 处，即铰接在门孔 52 相对的两侧（图 7 和 8 中的门孔 52 除了关闭该门孔的门板 16 之外，与图 2-4 中的门孔的尺寸相同）。很容易理解，图 6 和 8 中的门板 16 是关闭的。图 6 和 8 中，壁板 28、30 的一小部分分别形成门板 16 的一部分，并且每一部分门板 16 占据壁板 32 的一半，当关闭时，两块门板 16 在相邻的边缘 54 上互相靠紧。

图 9 和 10 中的门板 16 也和图 5 和 6 中的门板一样，是单块的整体门板 16。但是，空腔 14 的固定部分是整块的壁板 24、26 和 28，以及壁板 30 的一半（而不是整块的壁板 24 和 26，以及壁板 28 和 30 的大部分）。而在这种结构中，门板 16 又形成了壁板 32 和壁板 30 的另一半。

从图 5-10 看得最清楚，在所有的情况下，底板 22 和转台 48 都从门孔 52 凸出来（见图 2-4），凸出在壳体 12 的外面。底板 22 和转台 48 的凸出部分被门板或门板的两部分所包围，而且很容易理解，空腔的固定部分包括底板 22 的全部，但只包括顶板 18 的主要部分，顶板 18 剩下的一小部分包括在门板 16 中（图 5-6 和 9-10），或者包括在门板的两部分 16 中（图 7-8）。此外，还应该理解，图 7-8 的门板部分 16 具有与图 2-4 中的标号 44 所示的开关同样作用的切断开关（图中未示出），而图 9-10 中的门板 16 所具有的开关 44 则基本上与图 1-4 中的相同。

请参阅图 11-13，标号 100 整体地表示一个实施本发明的介电加热装置的微波加热装置。装置 100 包括一个炉子 102，该炉子有一个加热空腔 104（见图 12 和 13），和四个作为电磁能源的磁控管 106，该磁控管能够发射适合于介电加热的电磁辐射线。

上述空腔的形状呈管状，炉子 102 有五块侧壁 108（见图 12），这五块侧壁在实体上和电气上顺序地在空腔 104 的角部 110 处互相连接，并且从空腔 104 的一端延伸到另一端。或者，相邻的两块侧壁互相隔开间隙，这间隙是波长的一小部分，以防止电磁辐射线从该空腔中漏出去。两块相邻的侧壁在电气上连接，例如，用导电的带子，借助于普通的安装板，等等。

从图 12 中看得很清楚，空腔 104 的横断面的外形是多边形，具体的说是五边形，它有五条直的边 112，顺序地布置在周围。每一对相邻的侧边 112 都在角部 110 处相交，一般，侧边的长度大约为 0.260m。
5 在图 11-13 所示的装置中，每一对相邻的侧边之间的夹角，当空腔 104 为五边形时，是 108° 。

上述炉子 102 有四条支承它的支腿 114，炉子在平面图上呈方形，在正视图、后视图和侧视图上呈矩形。炉子 102 有四扇侧门 116，这四
10 扇侧门用铰链 120 铰接在一个框架 118 上。侧门 116 能让东西放入炉子 102 的内部。空腔的一扇顶门 122（见图 11）用铰链机构（图中未示出）铰接在框架 118 上，这个铰链机构使门 122 转动到超过中心的状态，支承在框架上。底座 124 安装在框架 118 的底部，而四个支腿 114 则固定在该底座上。

15 空腔 104 的所有侧壁 108 基本上都是平直的，都用一块矩形的金属薄板，通常是铝薄板制成。虽然上面说的空腔 104 的形状是五边形的，而且它的边长都相等，但，在该炉子的变型中，至少有两条边 112 在原则上可以有不同的边长。

20 在图 11-13 所示的装置中，管状空腔 104 的相对的两端有一对将端部封闭的端壁，所以这种炉子 102 适合于成批地操作，例如用于干燥和/或烧结陶瓷的过滤薄膜的支承等等。这一对端壁由管状空腔 104 下端的底板 126，和上端的空腔门 122 所形成。在本发明的其他实施例中，上述空腔 104 的相对两端是敞开的，形成一个进口和一个与进口隔开距离
25 的出口。这种炉子 102 适合于加热连续从进口到出口通过的物体或物质。因此，这种炉子可以用来加热连续挤出的条料等。

上述底板 126（见图 13）通常是一块借助于一块不锈钢编织物（图中未示出）连接在侧壁 108 上的铝板。在底板 126 上设有小孔状的冷风
30 进口 128。冷风的温度大约是 $20-22^{\circ}\text{C}$ ，流量最大大约是 $10\text{m}^3/\text{min}$ ，在使用时通过进口 128 送入空腔 104 内，以冷却磁控管 106。一台抽气风扇 170（示意地示于图 14 中）与空腔 104 的上部区域相通，用于从其中抽吸空气。上述抽气风扇 170 通常用来抽吸空腔中的水蒸汽和燃烧后的
35 气体。上述冷空气是从一台普通的空调装置 168（见图 14）通过一根软管输送过来的。

5 为了减少空腔 104 的有效容积，可以设置一块五边形的底部插板（图中未示出）。这块插板具有合适的尺寸，所以能够紧配在空腔 104 内。在侧壁 108 上设置了十个安装结构 107。这些安装结构 107 设置成同心的两圈，每一圈五个安装结构 107。因此，在每一块侧壁 108 上设置了两个在垂直方向对准但隔开距离的安装结构 107。

10 上述装置 102 有四个安装在上述安装结构 107 上的磁控管 106。应该理解，电磁能源是可以用调制管或其他器件来代替的。通常，上述磁控管是能在市面上买到的那种，其所产生的公称频率大约是 2.45GHz，其频带宽度大约是 2-15MHz。每一个磁控管在频率为 2.45GHz 时的公称功率为 1400W。下面，说明这种磁控管的频谱。

15 磁控管 106 借助于普通的波导管（图中未示出）安装在安装结构 107 上。每一个磁控管 106 与一个磁控管控制器 156 连接，而该控制器又与一台个人计算机（PC）130 连接（见图 14）。为了增强微波在空腔 104 内的分散，在空腔 108 的侧壁 108 上用螺钉安装了固定可调的偏转器 132（在图 13 中只表示了一个）。

20 请看图 14，图中的标号 150 整体地表示上述介电加热装置 100 的布线设计。该装置 100 包括上述 PC130，一般是一台 IBM 的兼容 PC，分别带有射频（RF）插件和温度插件 152、154。该装置 100 还有磁控管控制器 156，该控制器通过一条复合控制线 158 与 PC130 连接，并控制这台 PC。

25 上述 RF 插件 152 与若干设置在炉子 102 内的 RF 传感器或探头连接，以检测空腔 104 的 RF 泄漏。在图示的实施例中，在门 122 的下面有四个传感器，在由四扇侧门 116 围成的腔室内还有三个传感器。通过电线 160 与 RF 插件 152 连接的 PC130 带有监视由上述各 RF 传感器所检测到的 RF 泄漏的适当的软件。当传感器监测到 RF 泄漏超过预定的限量时，或者 RF 传感器失效时，该 PC130 中的软件便自动停止加热装置 100 的工作。

30 上述温度插件 154 与一温度传感器（图中未示出）连接，该温度传感器设置在炉子 102 的冷空气流道内，用以监测空气的温度是否超过预定的最高温度。在四个磁控管 106 和空腔 104 的所有侧壁 108 上也都设

有温度传感器（图中未示出）。当有 RF 插件 152 时，上述 PC130 通过
电线 160 与温度插件 154 连接，并且该 PC130 有适当的软件来监视由各
温度传感器所检测到的温度。因此，如果温度超过预定的最高温度，上
述 PC130 便能自动地停止该加热装置的运行，并产生一警告信号，把目
前的状态通知操作者。上述 RF 插件和温度插件 152 和 154 一般都通过
线路 RS232 或 RS422 与 PC 连接。

上述装置 100 还可以有开关式的检测装置 214、216（见图 14），
用于检测门 122 是否处于打开状态。上述开关 214、216 与 PC130 连接，
而 PC130 又设计好程序，能根据开关 214、216 发来的信号停止各磁控
管 106 的工作。

上述炉子 102 既可以完全在 PC130 的控制下工作，也可以由操作
者通过 PC130 进行人工控制。上述 PC130 设计成将所有操作命令都保
存起来。因此，由温度传感器监测到的温度，和由 RF 检测器检测到的
RF 辐射线都储存在 PC130 内，便于将来备查。

上述 PC130 有适当的软件，通过各磁控管控制器 156 来控制各磁
控管 106 的工作。磁控管控制器 156 的控制是由复合控制线 158 来实现
的，这种控制线通常是一种 RS232 线路。PC130 用于控制从各磁控管
106 所发射的辐射功率的增量在 1 % 的范围内，并使送入磁控管的电源
的波形为正弦曲线。

加热装置 100 中的各种电气组件都通过一个连接器 164 与三相电源
连接。从电源来的中线 166 分别与 PC130，RF 插件 152 和温度插件
154，以及空调装置 168 和抽气风扇 170 连接。中线 166 还通过电线 174
与指示灯 172 连接，并分别通过电线 178、182 和 186 与电磁致动器
176、180 和 184 连接。

三相电源的一根第一正极供电线与磁控管控制器 156、PC130、
RF 插件 152 和温度插件 154 连接，并且通过一根第一正极供电线 188
与开关 190 的端子连接。上述第一正极供电线还分别通过电线 192 与起
动和停止按钮 194 和 196 连接。起动按钮 194 通过电线 198 与电磁致动
器 176 和指示灯 172 连接，当按下起动按钮 194 时，便向电磁致动器 176
供电，该致动器便接通开关 190，于是便向空调装置 168 和抽吸风扇 170
供电。一根从三相电源来的第二正极供电线通过电线 200 与开关 202 连

接。这个开关 202 通过电线 206 与各磁控管 106 的电热丝供电端子连接。

5 一根第三正极供电线通过电线 206 与开关 208 连接。开关 208 则通过电线 210 与各磁控管 106 的高压电源端子连接。上述电磁致动器 184 可以有选择地使开关 202 和 208 处于其断开或接通状态。电磁致动器 184 的电力是通过两个串联开关 214、216 输入的，这两个串联开关设计成能中断输入致动器 184 的电力，从而断开开关 208，切断向磁控管 106 的供电。在电路的各个点上设置了适当的熔断器 212。

10 使用时，接通一个外部的隔断开关 218，于是电力便通过电线 188、200 和 206 输入各电气组件中。然后，按下起动按钮 194，于是电力便通过电线 198 输入电磁致动器 184，使该致动器通电，从而接通开关 220。当开关 214、216 接通时，电力便输入各磁控管 106。

15 当上述电磁致动器 176 致动时，开关 190 的触点闭合，于是空调装置 168 和抽吸风扇 170 开动。与此同时，上述 PC130 的硬盘驱动装置起动，产生一个程序选择菜单，用于选择炉子 102 的操作过程。

20 为了把要加热的物体或物质放入空腔 104 内，要把门 122 打开（此时开关 214、216 断开，切断各磁控管 106 与三相电源的连接），再使门 122 倾斜到超过中心的状态，并在装载的过程中使其保持在该位置。PC130 还设计成能监视门 122 的状态，并且设有当门打开时防止炉子 102 开动的程序。如有必要，例如，当要达到烧结温度时，要加热的物体或物质可以放在空腔 104 内的一个绝缘容器中（图中未示出），例如可以用耐火纤维之类的外套，或灯泡状的氧化铝罩子。当将上述加热的物体或物质放入空腔 104 之后，便把门 122 关上。当门 122 处于关闭状态时，开关 214、216 便接通，从而使得电力能够输入各磁控管 106 中。

30 装入 PC130 中的控制程序是用菜单启动的，需要通过键盘将某种信息输入 PC130 中。例如，可以选择一种现有的加热说明文件，其中包含了预先选定的，特别适合于要加热的物体或物质的加热参数。或者，也可以向 PC130 输入一种新的加热说明，并且可以选择自动或手动控制磁控管 106 的功率。一当上述控制程序获得了需要的工作数据，加热过程便开始。在加热过程中，上述温度传感器和 RF 传感器便收集由 PC130 所记录下来的数据，以便提供加热过程的完整的记录。此外，也记录由磁控管 106 所提供的电磁功率的数据。这样的设计能够分析由 PC130 所

显示出来的图象，从而检查加热过程。另外，也可以用 PC130 来选择预先选定的加热曲线，在加热另一批物体或物质时，重复同样的加热曲线。还可以将 PC130 与一台打印机连接，以便把在加热过程中记录下来的数据打印出来。

5

在有些情况下，上述加热装置 100 还设置了一个不间断的电源（UPS），以便在突然断电时向该加热装置供电。一般，在这种加热装置 100 中有一台 60A，380V 的 UPS。

10

请参阅图 15，图中的标号 250 整体地表示在图 11-13 的装置 100 中使用四个磁控管 106 时，所测得的它们在空腔 104 内所产生的时间平均频谱。如箭头 252 所指，在该测量装置上设定的中间频率为 2.45MHz，而沿着 X 坐标轴的每一格所代表的频率跨度是 10MHz。磁控管 106 所产生的微波的频率以大约 50Hz 的速率在该频带宽度上变化。各磁控管 106 的频带宽度足以在空腔 104 的内部激励出间歇产生的足够数量的微波电气模式。在已经制成的这种装置的样机中发现，一根在普通微波炉中使用的普通的磁控管 106 具有足以在五边形空腔 104 内激励出所需数量的微波电气模式的频带宽度。

15

20

请参阅图 16-20，图中显示了在外形为三角形的空腔中微波电场的各种分布方式。在本发明的该实施例中，在空腔的三块侧壁的每一块侧壁上都安装了一根磁控管。使用时，三根磁控管都通电。各磁控管的输出频率在全部时间内都不同，从而在三角形空腔内连续地激励出各种容许的微波电模式。

25

30

35

再请参阅图 16-20，图中显示了在等边三角形断面的空腔内各种理论上容许的微波电场的分布。激励出这些模式中的那一种要随各磁控管即时的输出频率而定。如图 16-20 所示，随着各磁控管的输出频率随时间而发生的变化，局部最大值的数量和位置也在变化。因此，在三角形空腔内的每一点上，微波场的强度，也就是介电加热的能力是随着各磁控管的输出频率的变化而变化的。借助于连续激励出如图 16-20 所示的各种不同的模式，就能够在该空腔内，在几秒钟的时间间隔内产生整体上均匀的微波场强度，因而也就是整体上均匀的介电加热能力，从而减小了在该时间间隔内表现出来的局部的最大和最小场强。如果在同一个位置上重复产生比其他位置多的最大值，那么，这些最大值就在这个加热时期内都加在这一位置上的这部分材料上，其结果是在这个位置上产

生不希望产生的热点。因此，在空腔内最大值和最小值所在的位置不断的变化，能避免形成这种热点。

5 从图 26-70 可见，可以使用各种形状的空腔以增加在各中空腔内部所激励出来的电磁模式的数量，这与在图 21-25 的现有技术中使用的方断面的空腔中只激励出比较少的上述模式，形成了鲜明的对比。

10 具体的说，在图 26-40 中表示了在空腔 14、104 中的各种理论上容许的微波电场分布图。激励出那一种模式是随磁控管 34、106 即时的输出频率而定的。图 26 中所示的模式在五边形空腔 14、104 的中心具有局部最大值。如图 27-40 所示，局部最大值的数量和位置随着各磁控管 34、106 的输出频率随时间的变化而不同。因此，在五边形空腔内的每一点上的微波场强，因而也就是介电加热能力是随着磁控管 34、15 106 的输出频率的变化而改变的。借助于连续激励出如图 26-40 所示的各种不同的模式，就能够在空腔 14、104 内，在几秒钟的时间内产生整体上均匀的场强，因而也就是整体上均匀的微波加热能力，从而就减少了在这一个时间间隔内明显的局部最大和最小场强的平均数量。如果在同一个位置上重复产生比其他位置多的最大值，那么，这些最大值就在这个加热时期内都加在这一位置上的这部分材料上，其结果是在这个20 位置上产生不希望产生的热点，而在这些热点之间则产生不希望的冷点。因此，在炉子 10、100 中，局部最大值和最小值是连续地变化的，从而避免了这种热点和冷点的形成。

25 为了进一步加强磁场分布的均匀性，可以用磁控管控制器 156（图 11-14）和 PC130 来控制各磁控管 106 的输出频率，使得某一种微波电模式的激励大大超过其他的电磁模式。

30 在一定的时间间隔内，上述炉子 10、100 在空腔 14、104 内产生了一个整体上均匀的场强。该场强的最大值和最小值，在该空腔 14、104 中，无论是在高度方向还是在断面方向上，与现有的矩形空腔相比，其分布都要均匀得多，因而就能减小在加热期间在空腔内形成热点的可能性。因此，使用时，要加热的物体或物质能够整体上均匀地加热，而使用转台（图 1-10）则进一步促进了加热的均匀性。

35 请参阅图 76 和 77，一个按照本发明的介电加热装置在整体上用标号 310 来表示。该装置是一台五边形断面的微波炉，带有底板（图中未

示出)和五块侧板,分别用标号 314、316、318、320 和 324 表示。各相邻侧板 314-324 之间的夹角 A 都是 108° 。侧板 314-324 在图 76 中周边方向的长度分别为 290mm,208mm,260mm,260mm 和 208mm;而该炉子从其底板到顶板 312 的深度为 730mm。

5

上述炉子 310 具有诸如磁控管之类的微波能源(图中也未示出),该能源所产生的微波辐射线的公称频率为 2.45GHz,其频带宽度为 30MHz。上述微波源的频率以 50Hz 的速率在该频带宽度内变化。

10

上述顶板 312 有或多或少处在中央的孔 325,一个转台 326 就安装在此孔内。转台旋转时带着一根天线 328。该炉子有诸如波导管 330 之类的导向装置,用以接受从能源发来的微波辐射线,和把这种辐射线从能源传递到在炉子 310 内部形成的加热腔中去,上述波导管 330 在该加热腔内有一个出口,以便这些辐射线进入进口 332 后再进入天线 328。

15

上述波导管 330 的出口是用来将进口 332 处的微波辐射线输送到转台 326 上,而上述天线 328 则用来将这些辐射线从出口 334 输入该炉子 310 的空腔内。转台 326 以每秒 1 转的速度绕轴线 338 沿着箭头 336 的方向转动,并将沿着径向从天线中出来的辐射线以与轴线 338 成角度 F 的方向输入炉子内。这样,输入炉子 310 内的辐射线的方向,在使用时总是以一秒钟为周期在变化。

20

图 76 和 77 中的炉子 310 的特点是炉子的不规则的五边形的外形(图 76),以及天线 328 的转动,这两者一起促进了激励出各种不同的微波电场分布,并且激励出在该炉子 310 的空腔内容许的各种不同的微波电模式。在空腔内的微波强度的局部最大值和最小值的位置是在不断地变化的,其速率足以避免在该空腔内加热的任何物体中产生局部的热点。

25

30

为了进一步增强磁场分布的均匀性,各磁控管的输出频率可以用磁控管控制器和 PC 来控制,以使所激励的某一种微波电模式大大超过其他的电磁模式。

35

上述加热装置在一定的时间内促进了空腔中场强的整体均匀性。在空腔内的场强的最大值的分布,与现有的矩形空腔相比,无论在横断面方向还是垂直方向,都分布得相当均匀,而这就能在加热期间起减少形

成热点的可能性的作用。因此，在使用时，要加热的物体或物质就能够均匀地加热。

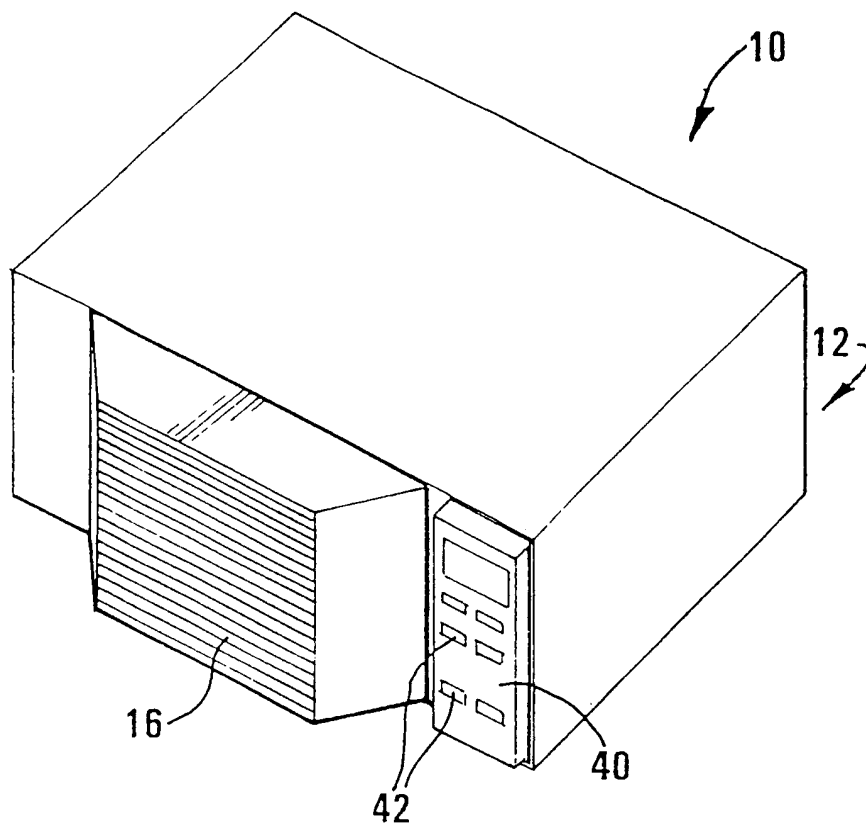


图 1

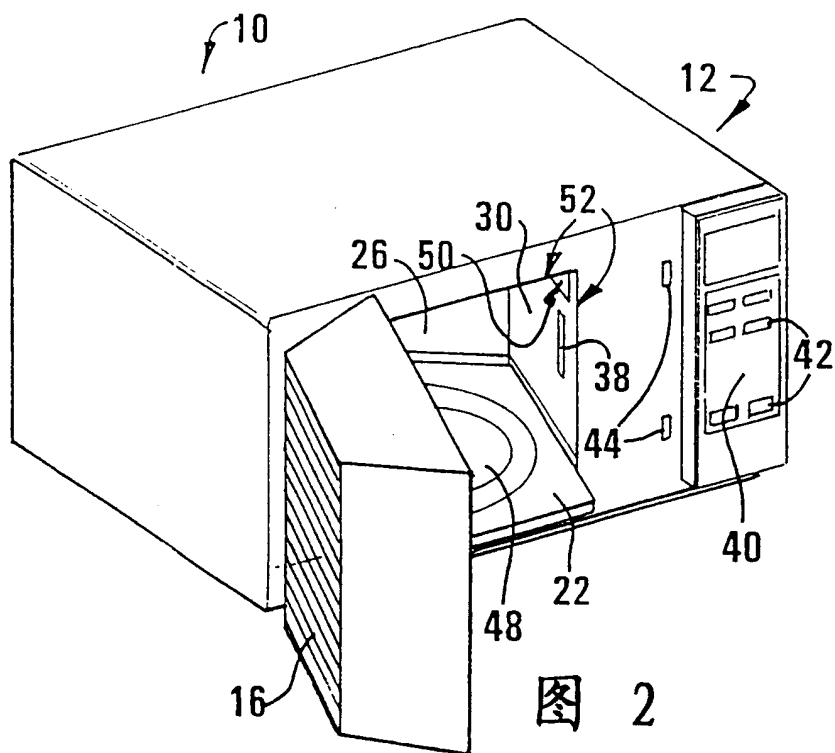


图 2

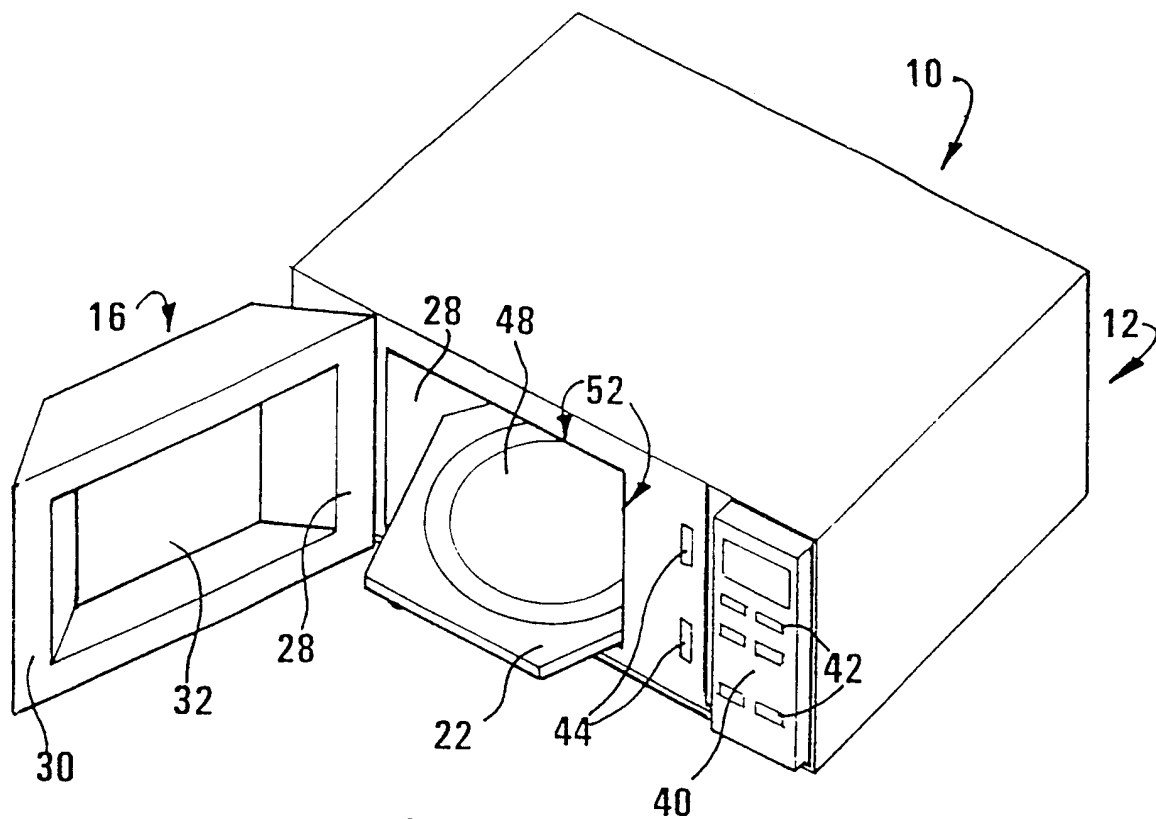


图 3

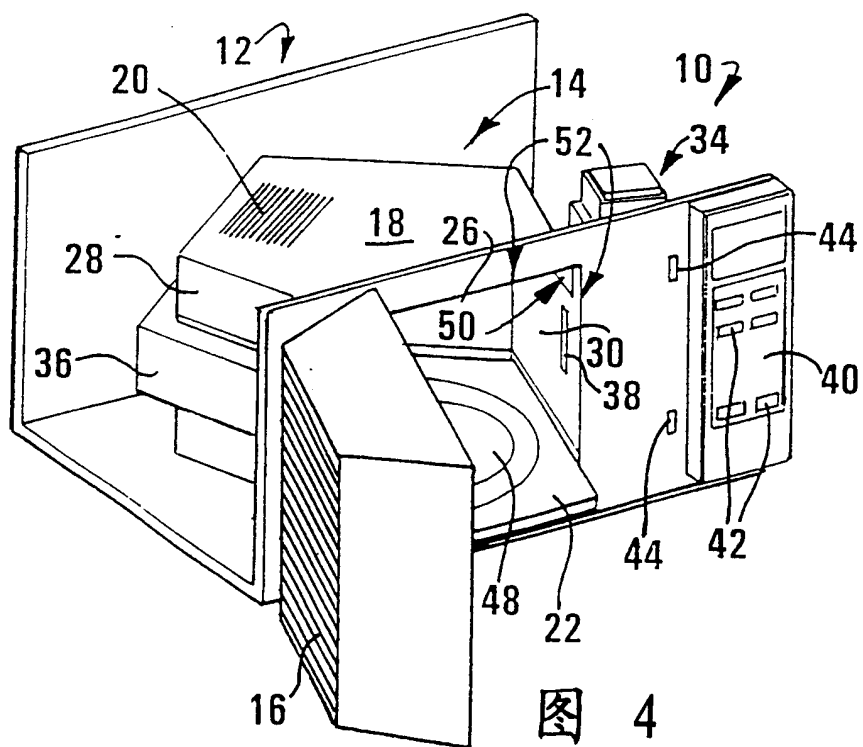
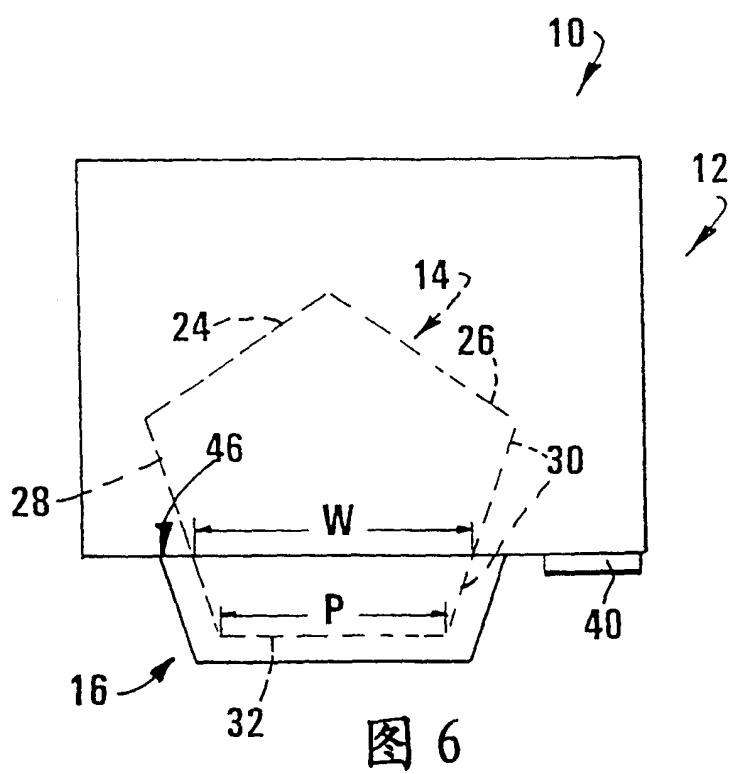
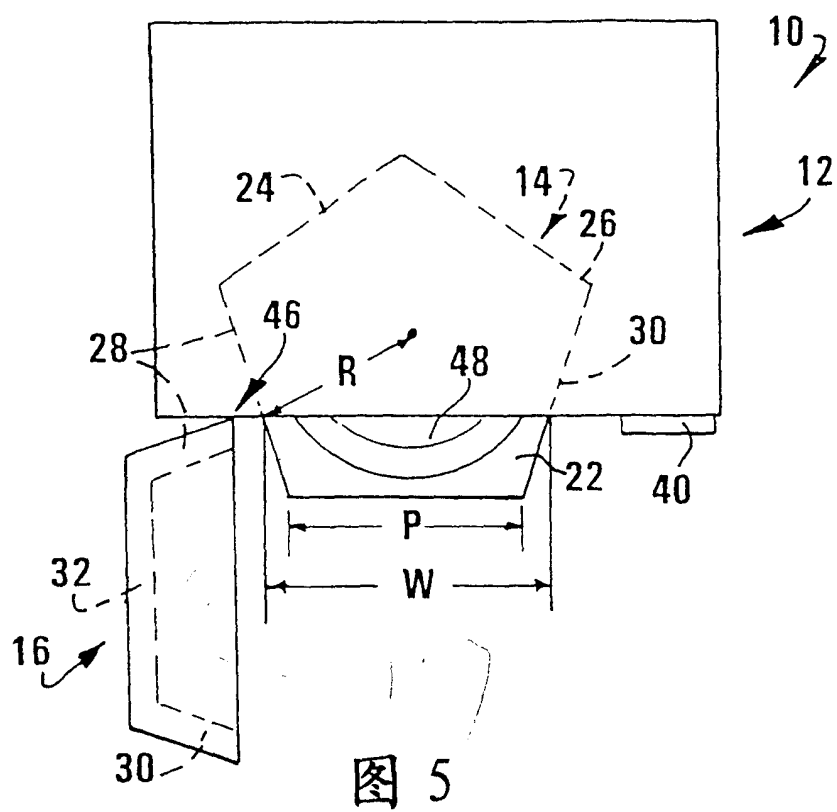


图 4



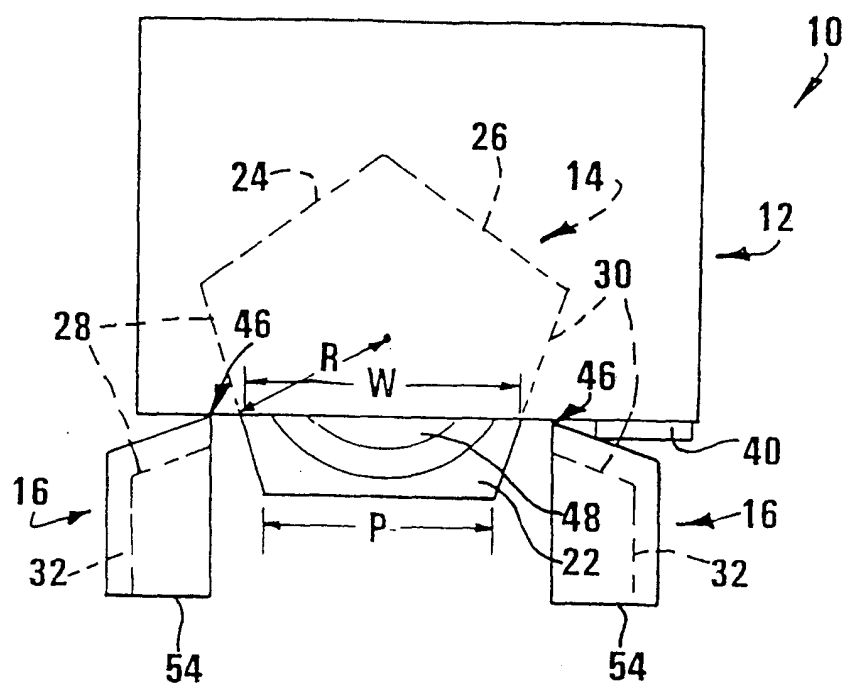


图 7

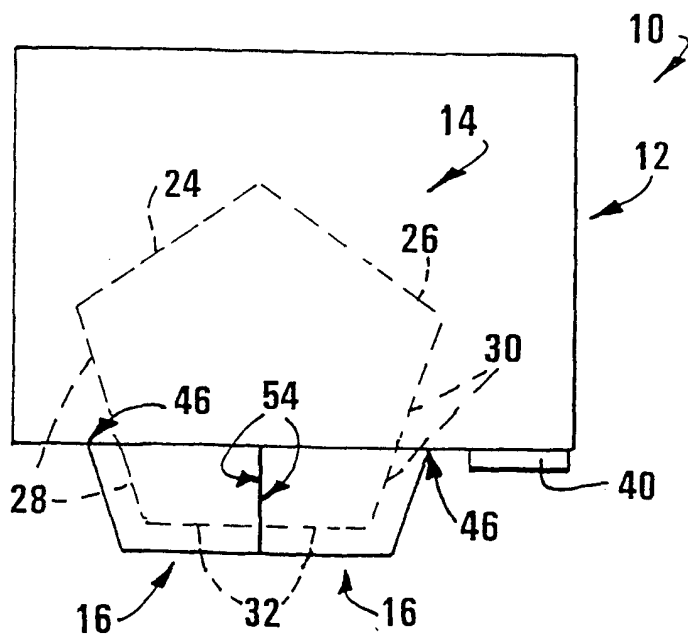


图 8

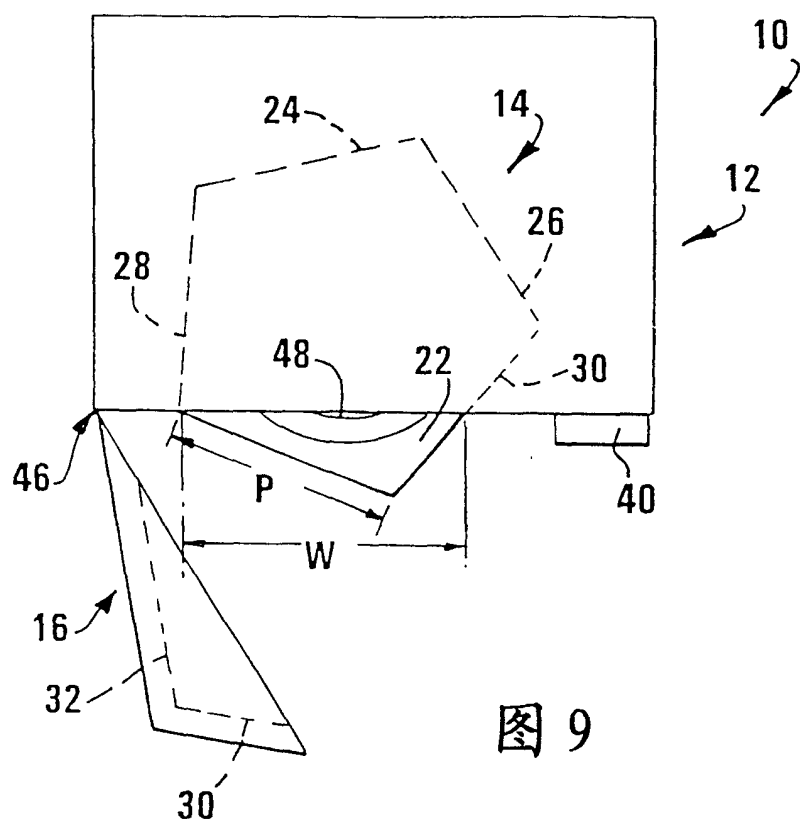


图 9

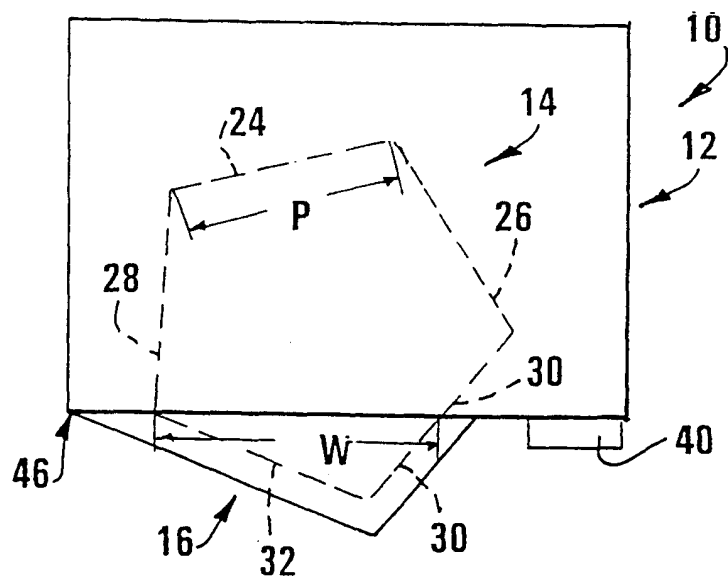


图 10

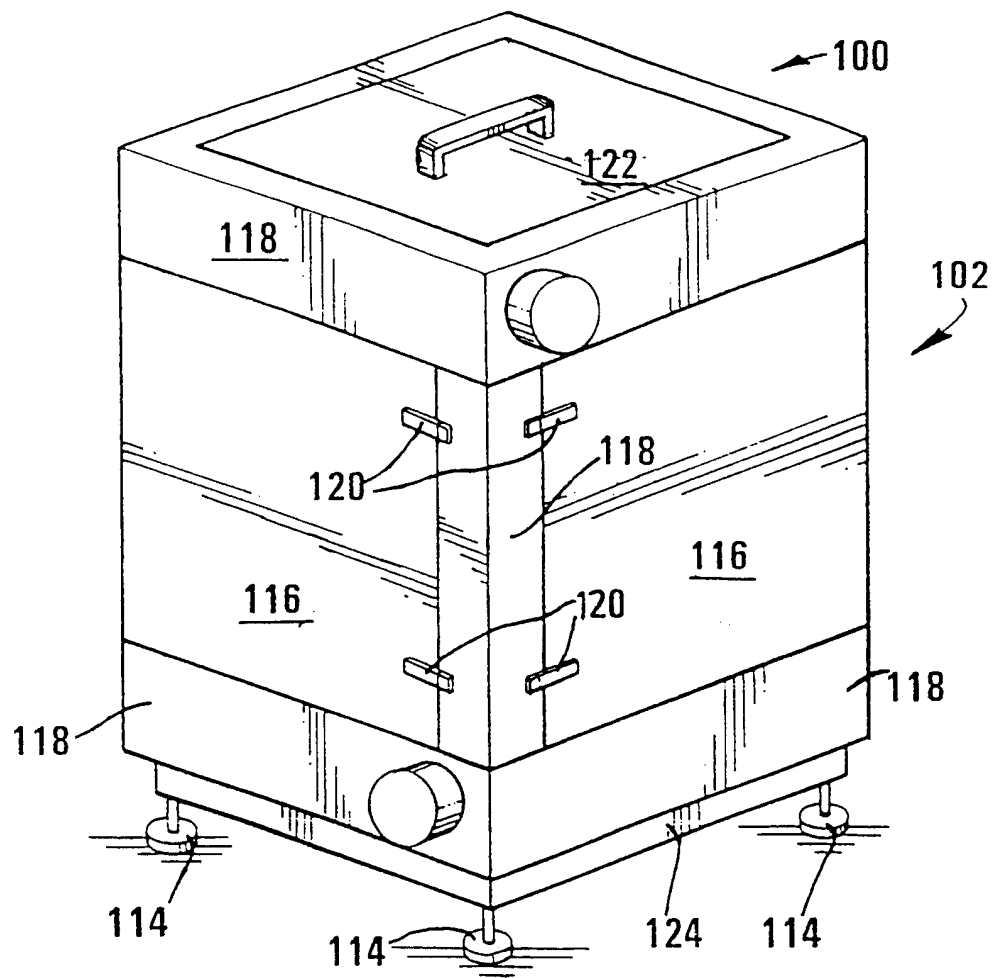
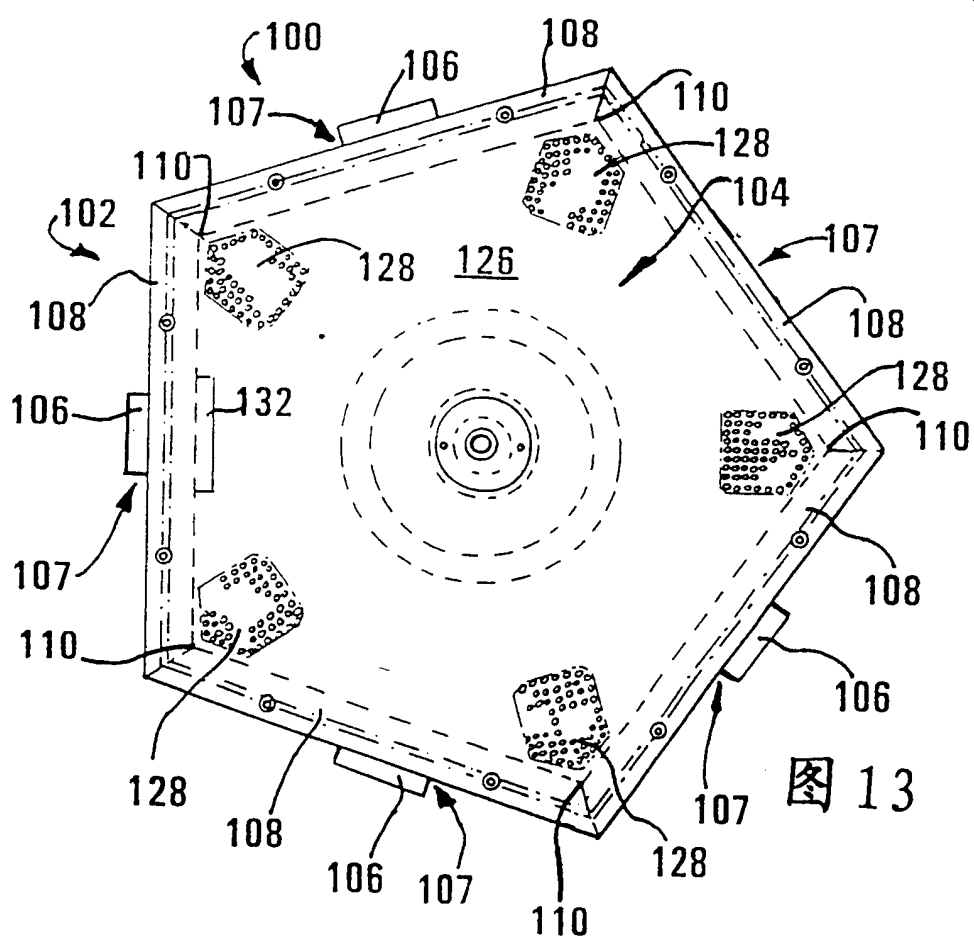
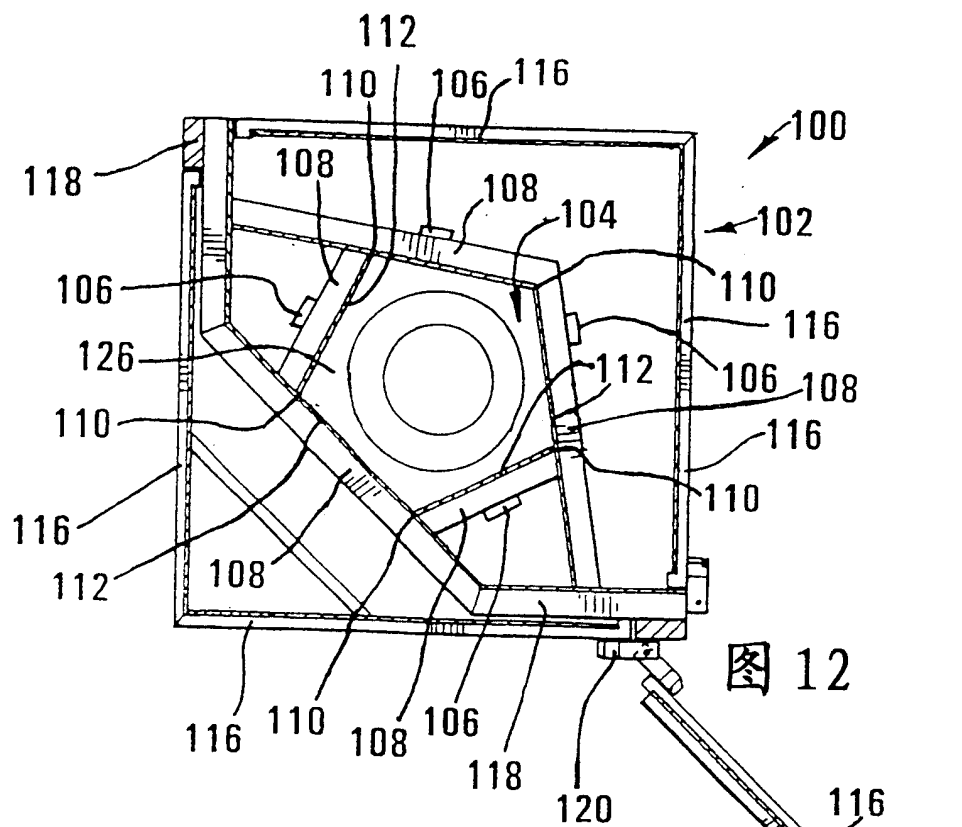


图 11



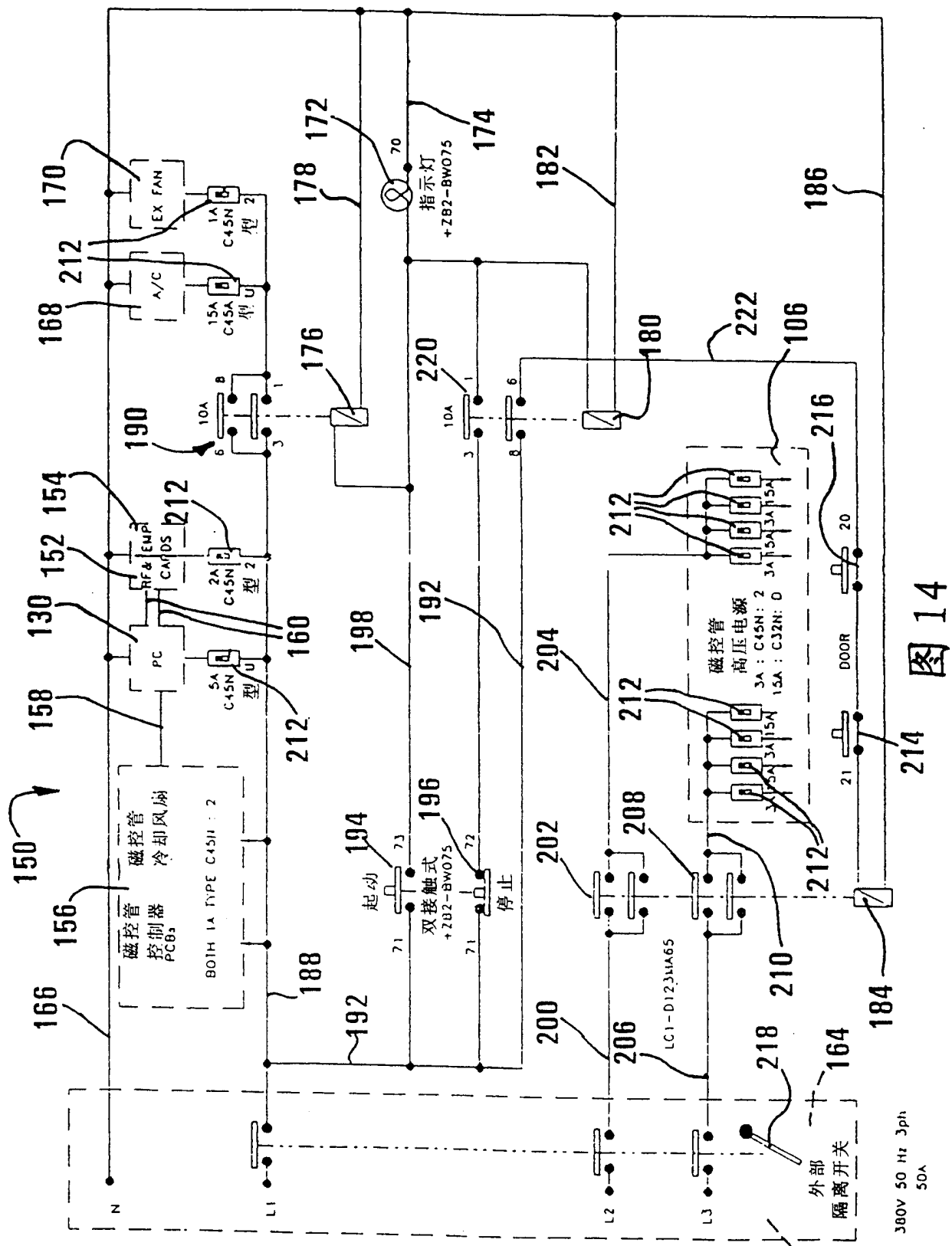


图 14

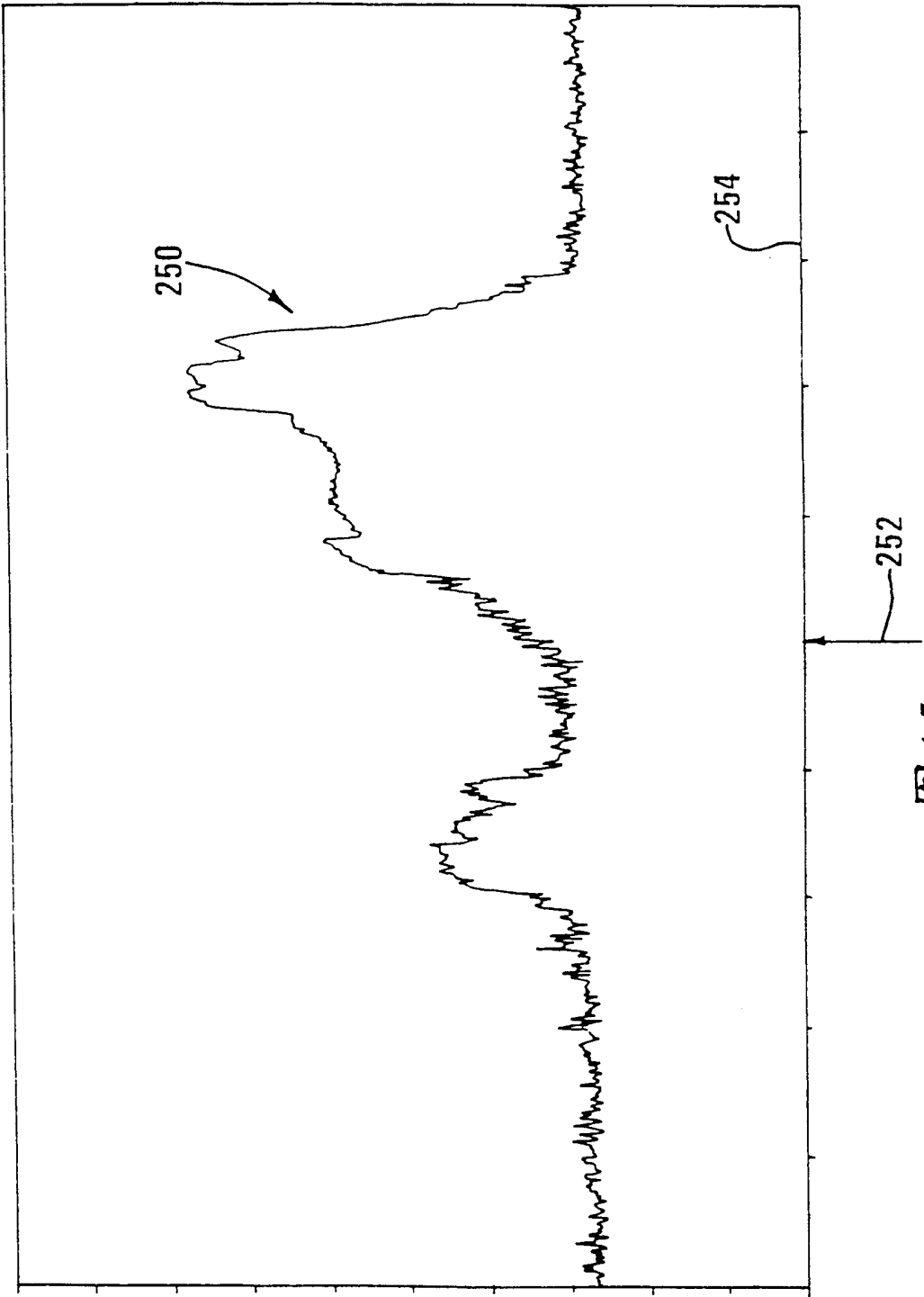


图 15

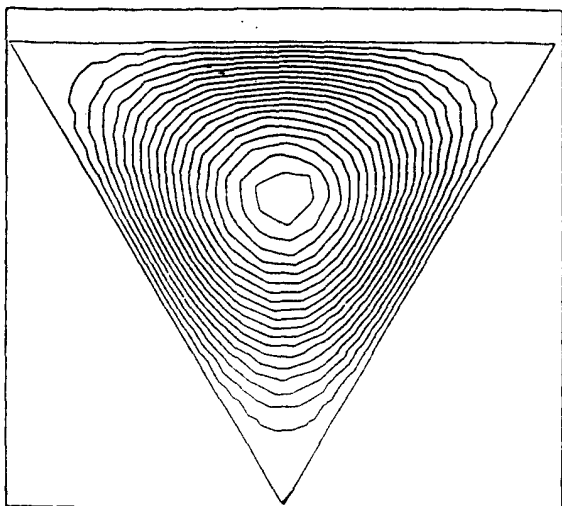


图 16

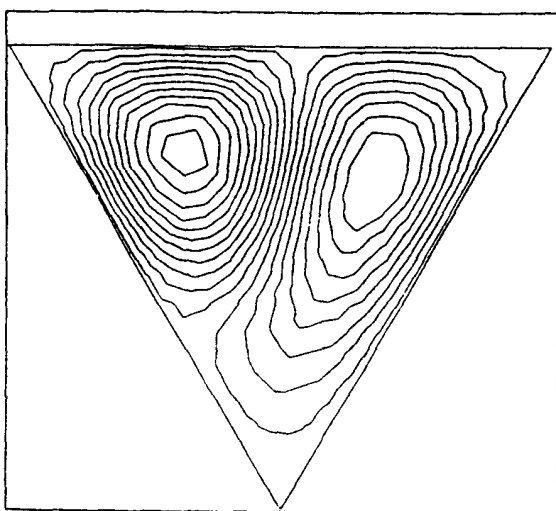


图 17

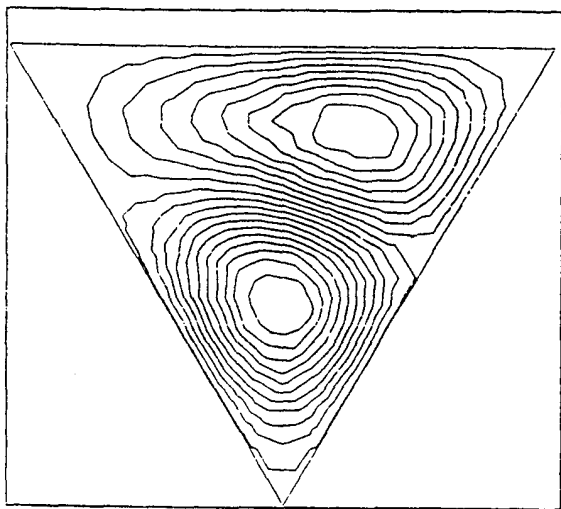


图 18

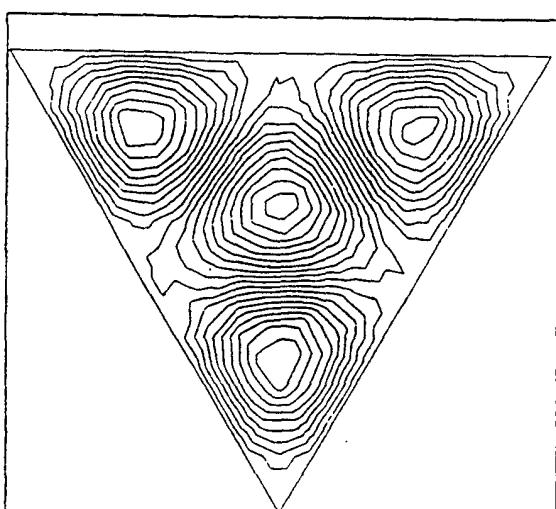


图 19

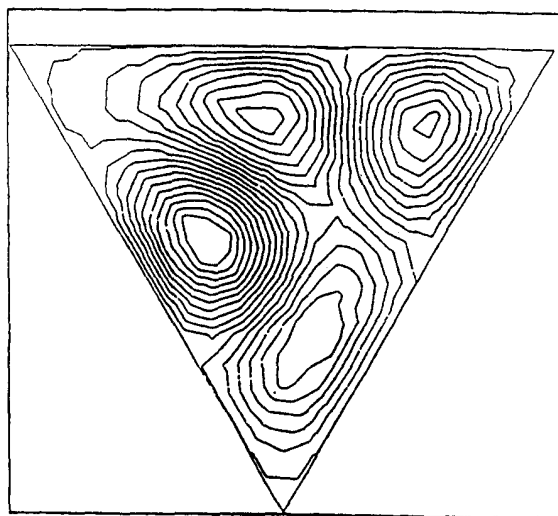


图 20

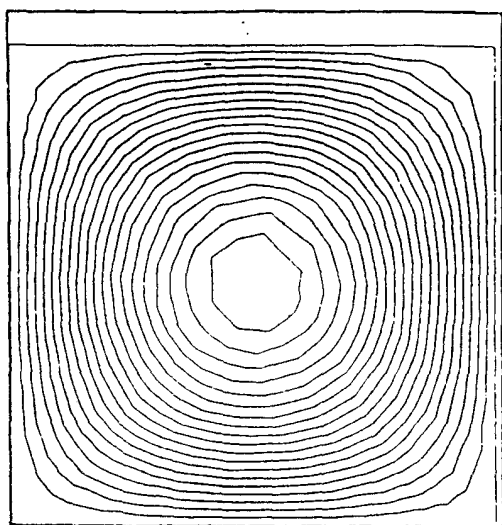


图 21

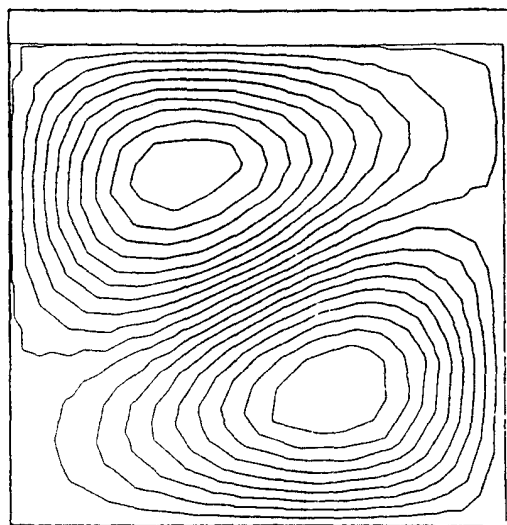


图 22

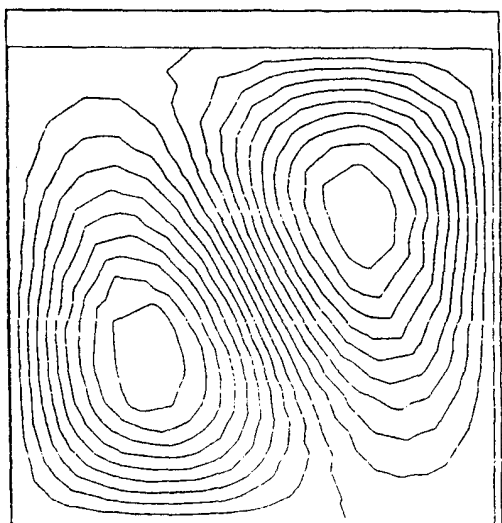


图 23

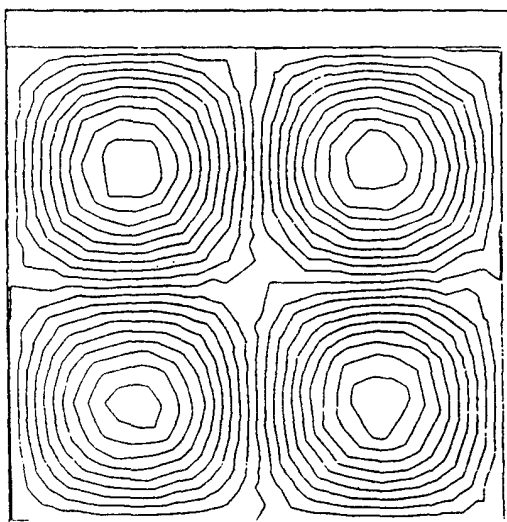


图 24

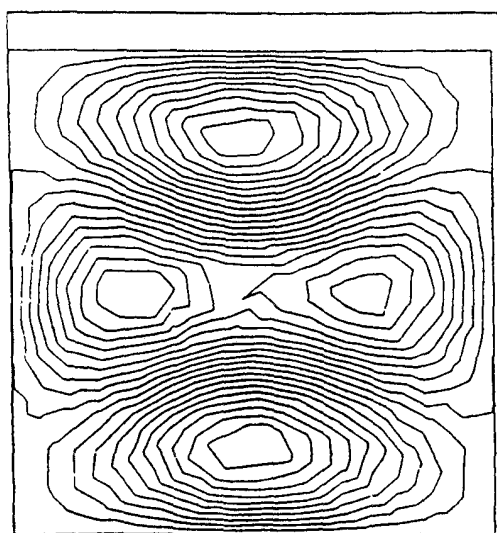


图 25

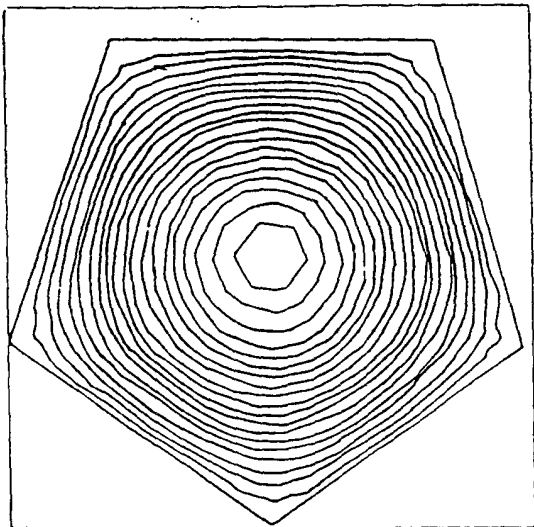


图 26

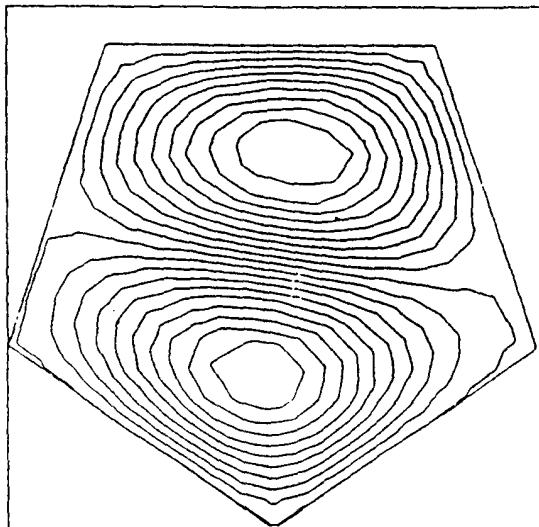


图 27

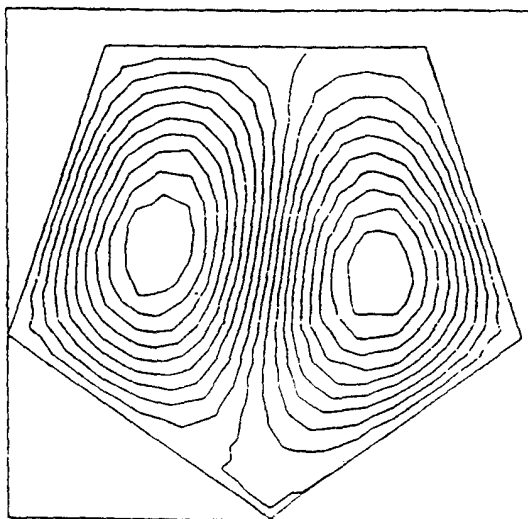


图 28

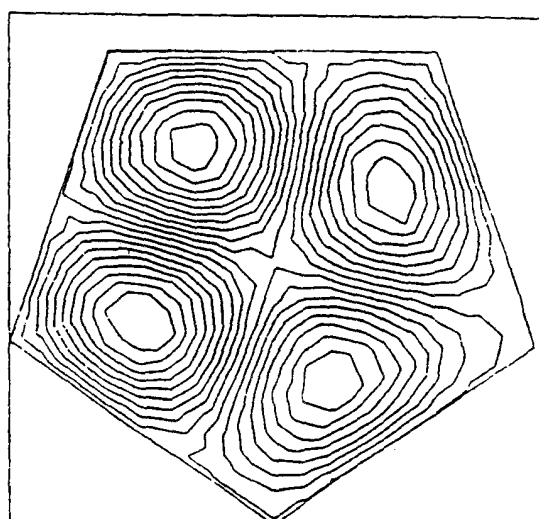


图 29

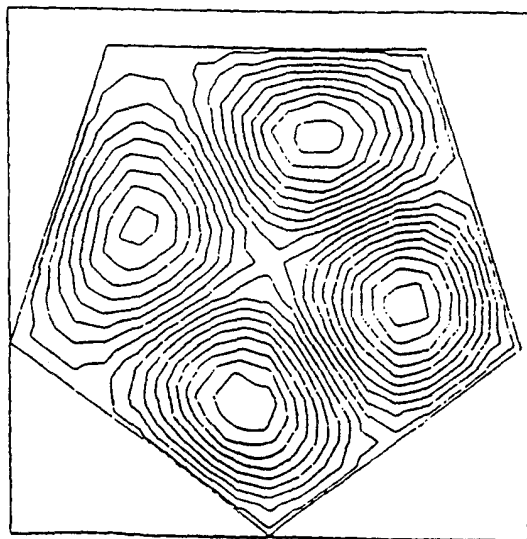


图 30

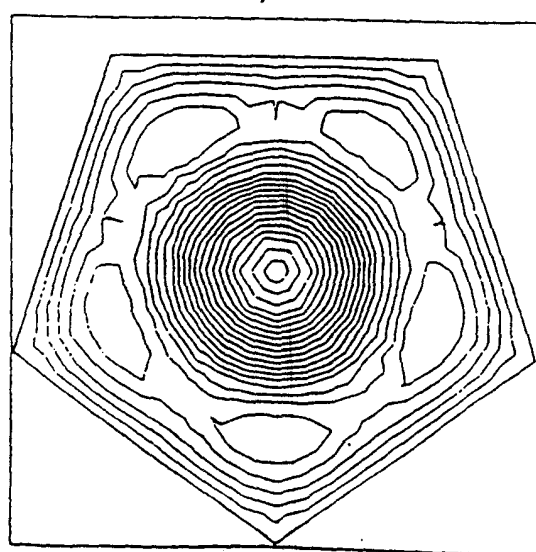


图 31

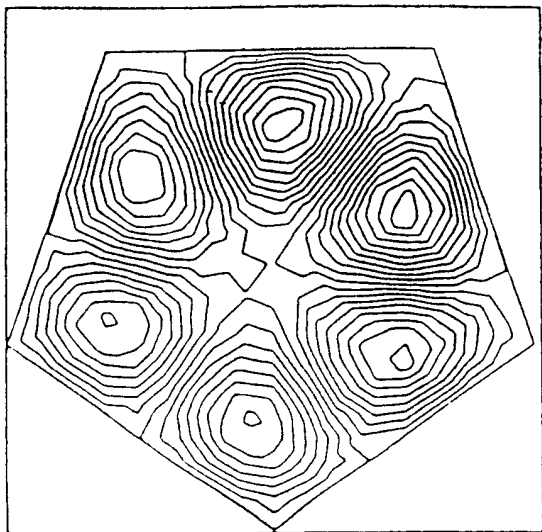


图 32

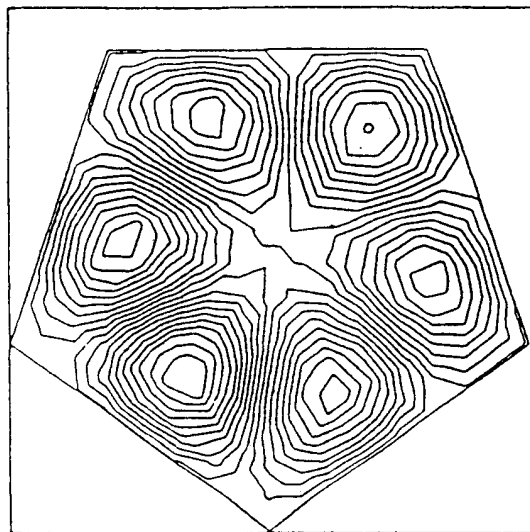


图 33

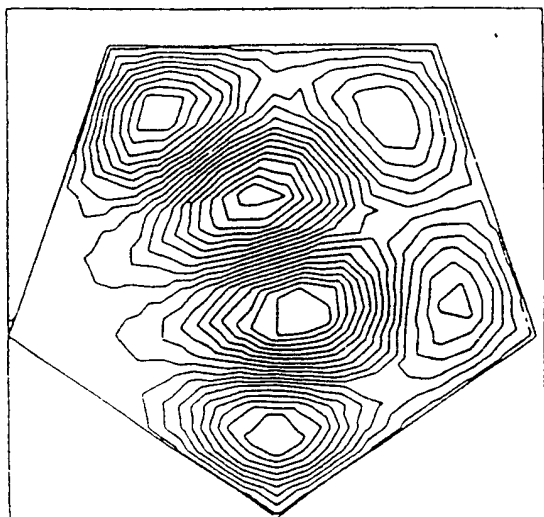


图 34

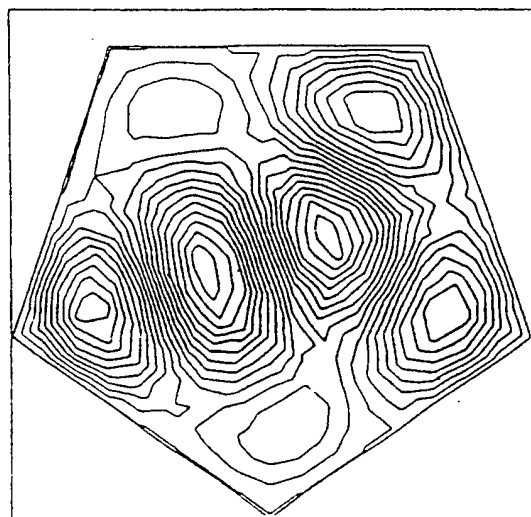


图 35

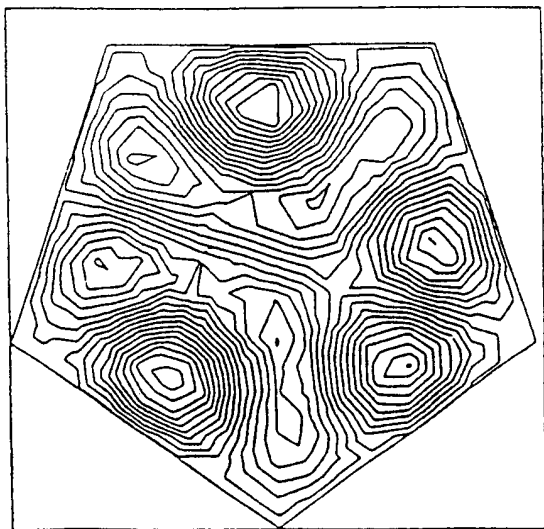


图 36

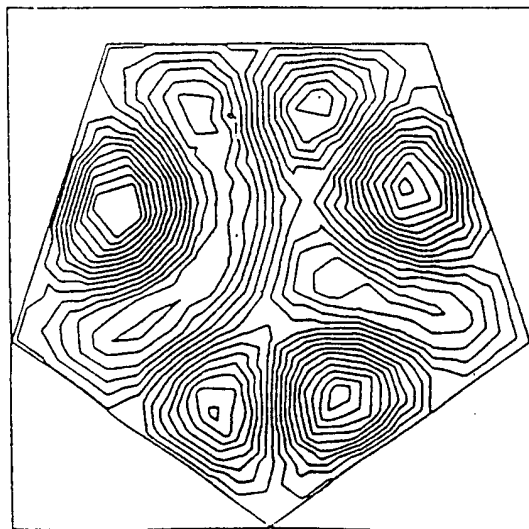


图 37

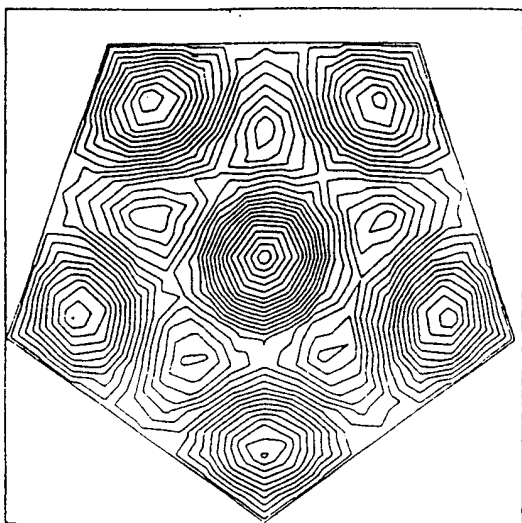


图 38

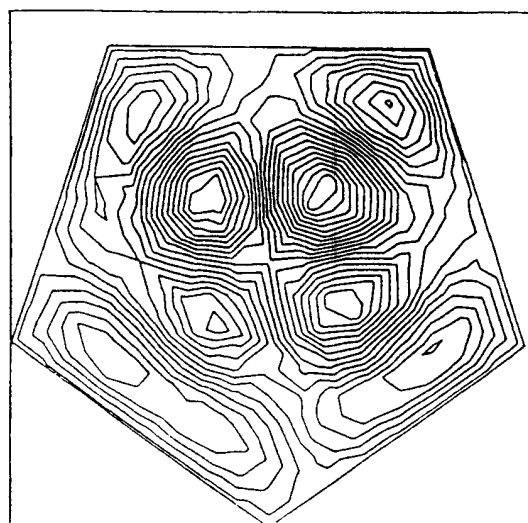


图 39

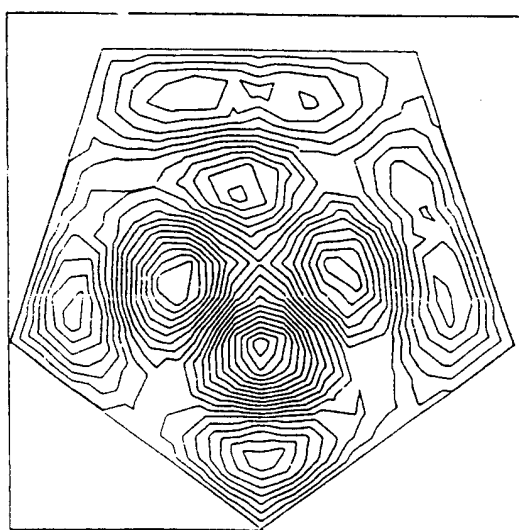


图 40

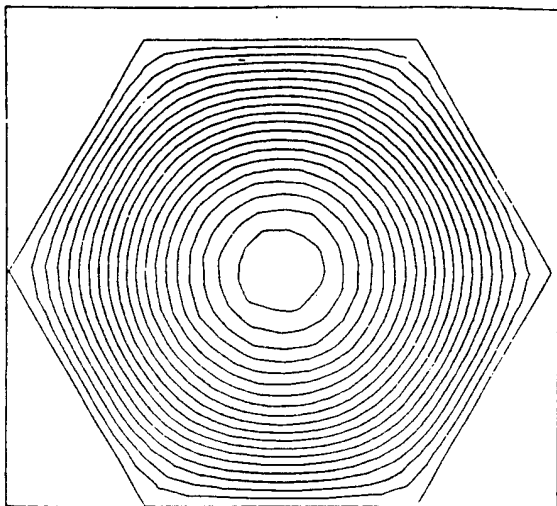


图 41

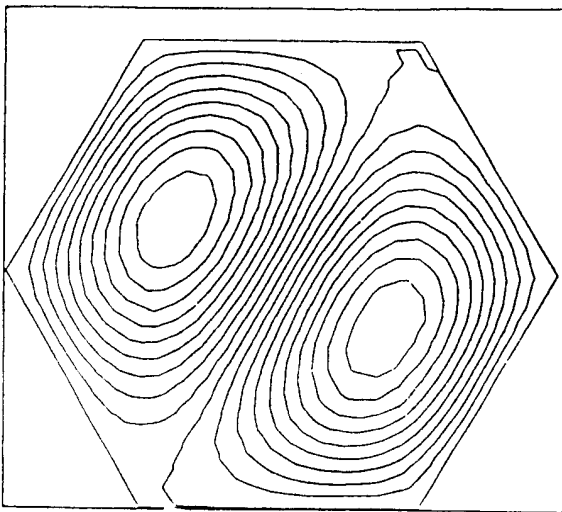


图 42

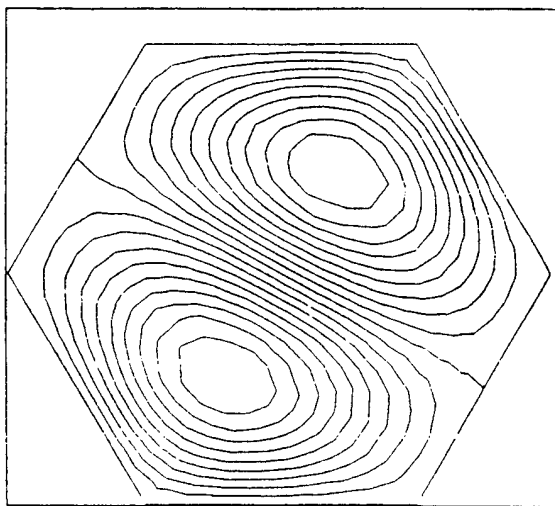


图 43

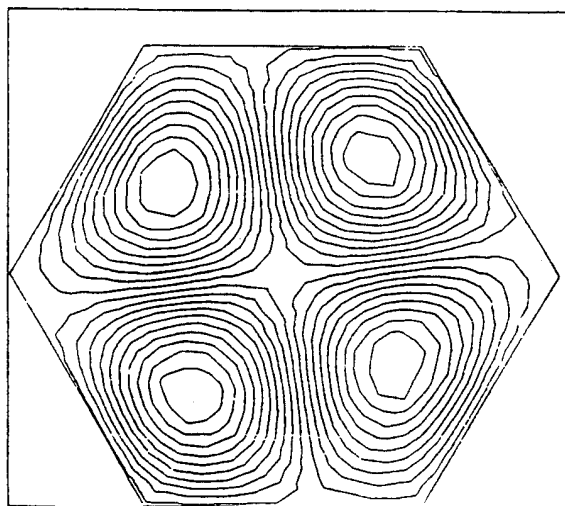


图 44

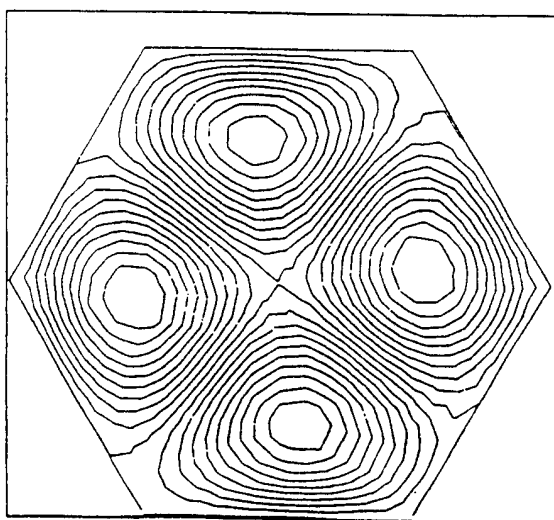


图 45

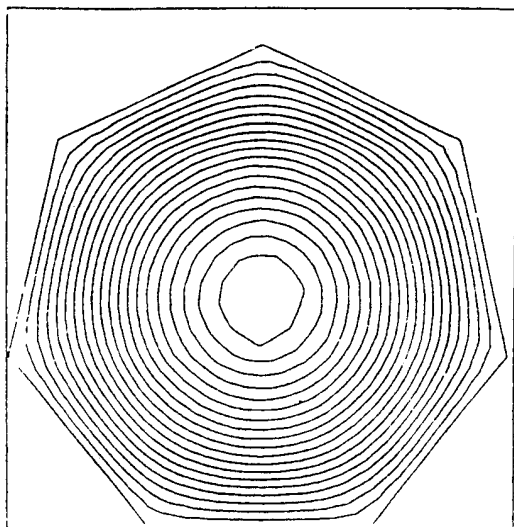


图 46

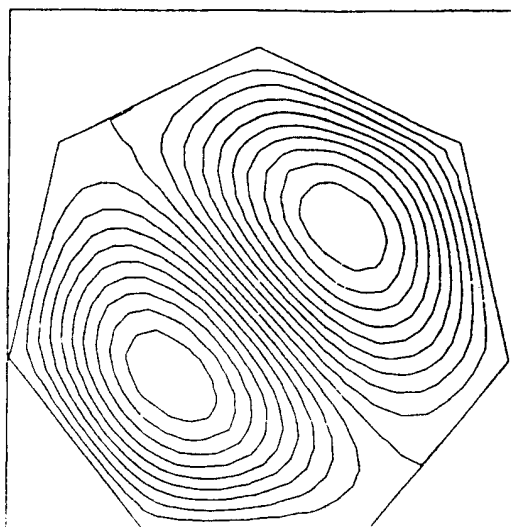


图 47

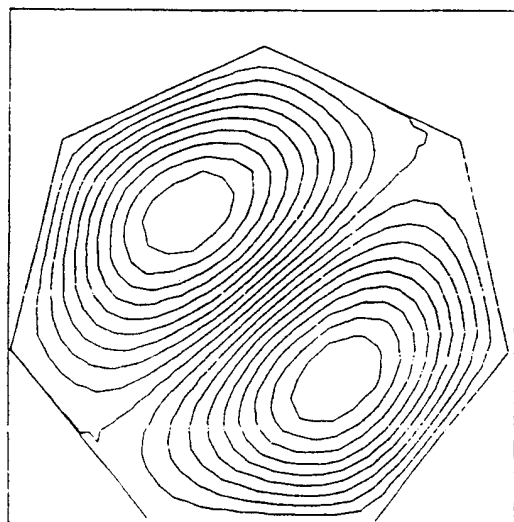


图 48

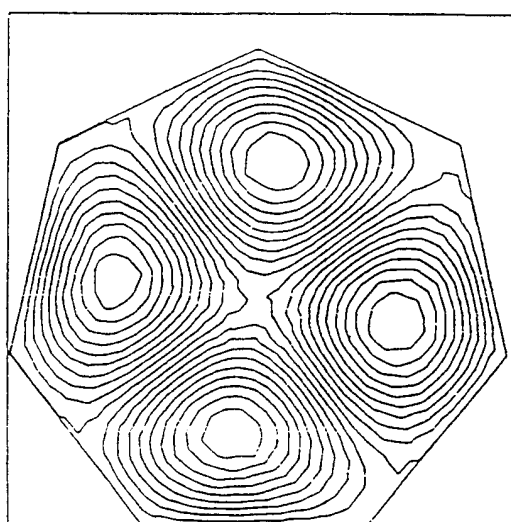


图 49

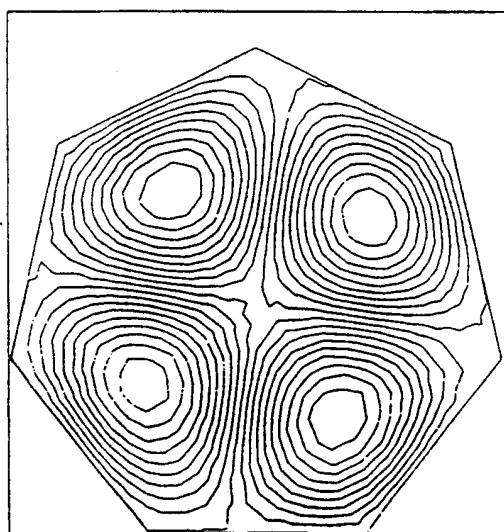


图 50

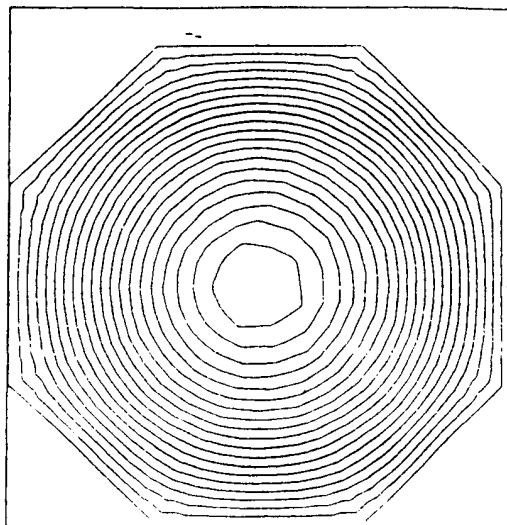


图 51

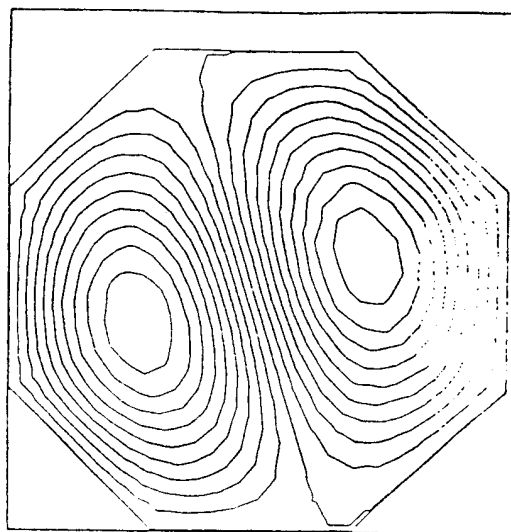


图 52

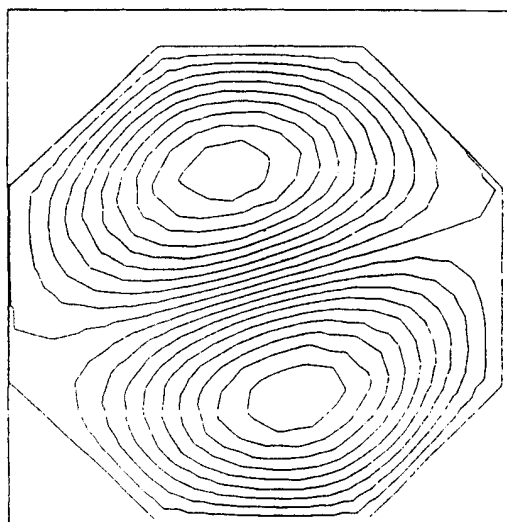


图 53

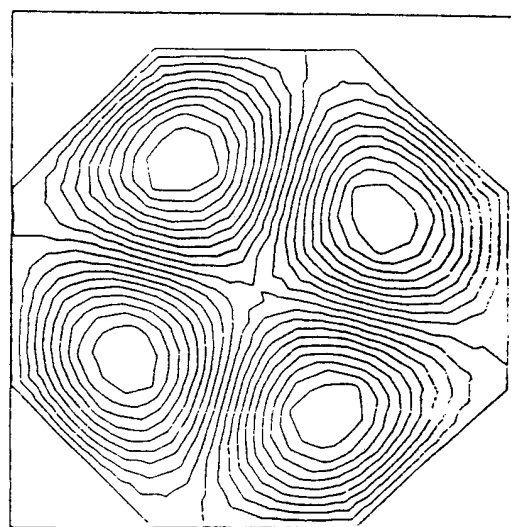


图 54

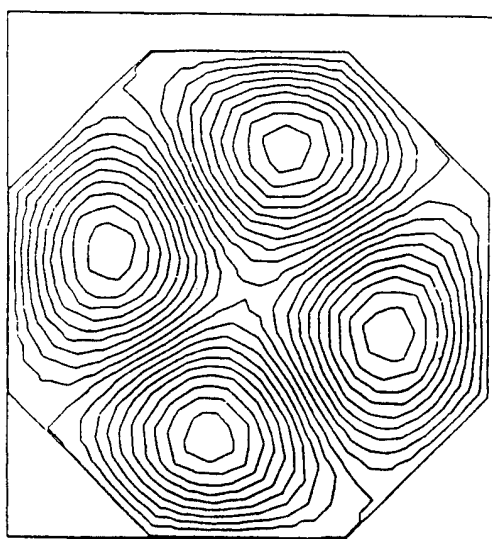


图 55

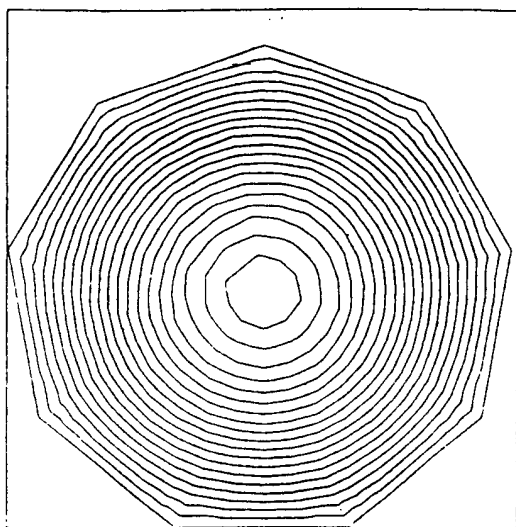


图 56

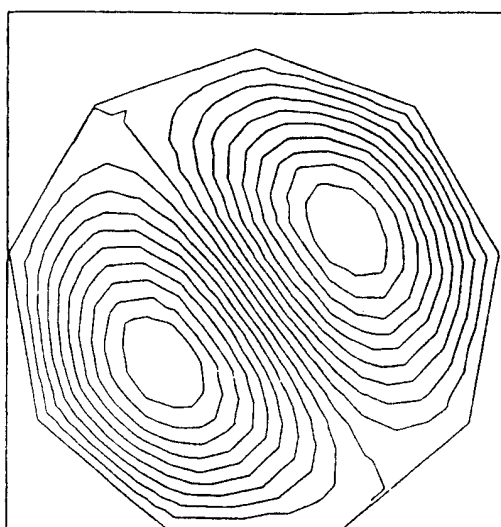


图 57

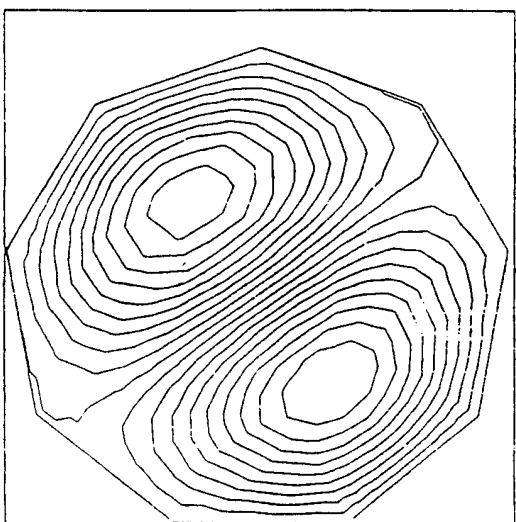


图 58

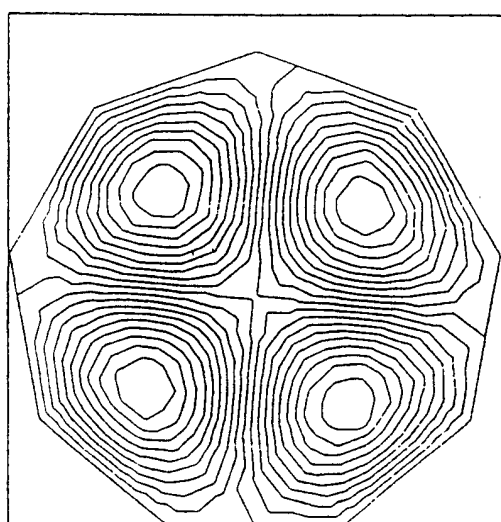


图 59

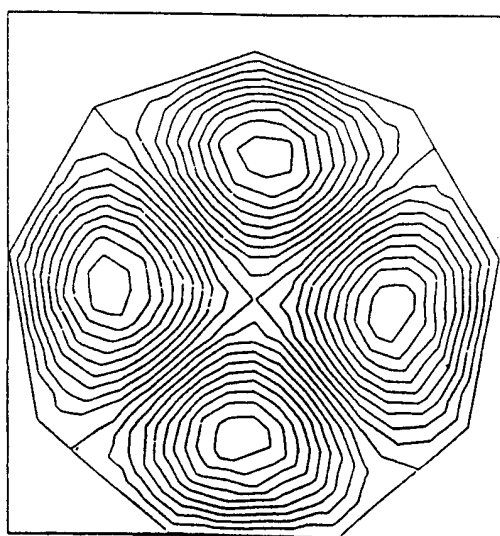


图 60

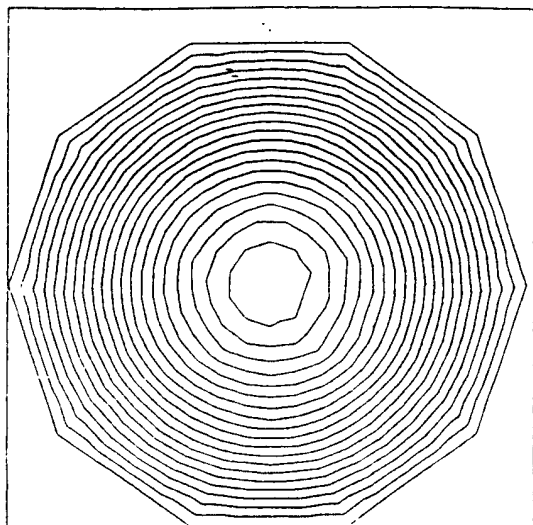


图 61

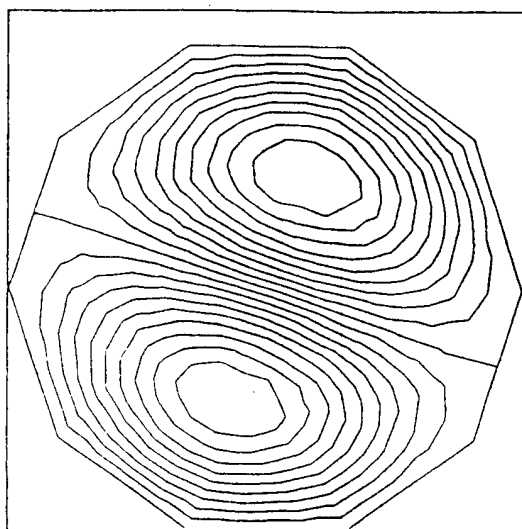


图 62

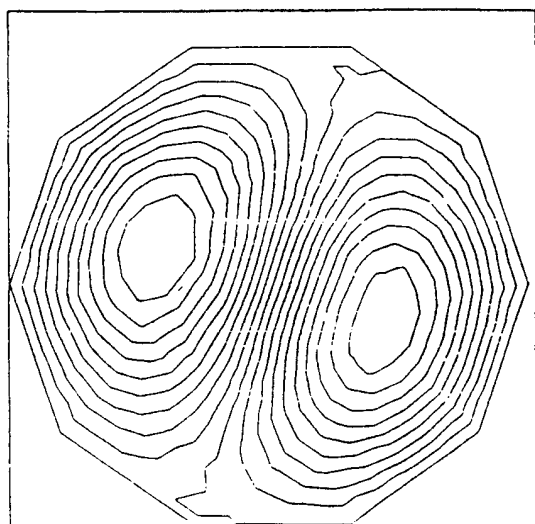


图 63

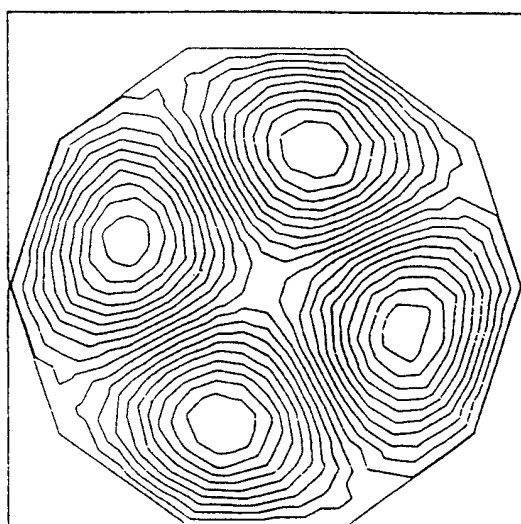


图 64

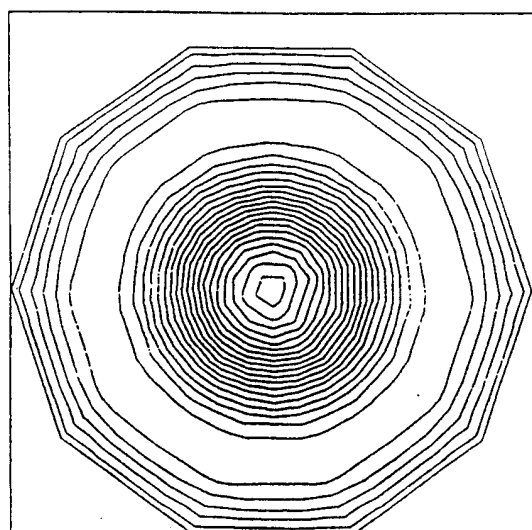


图 65

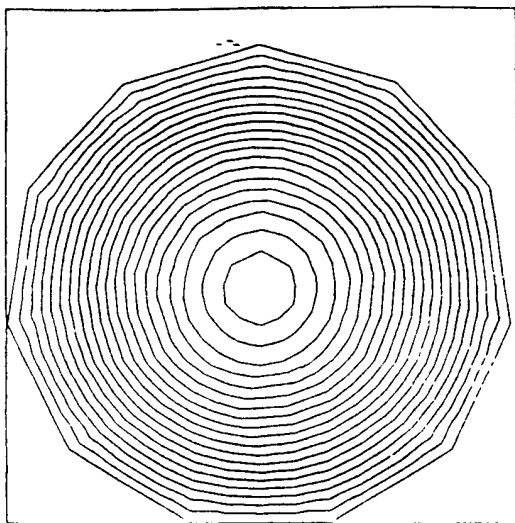


图 66

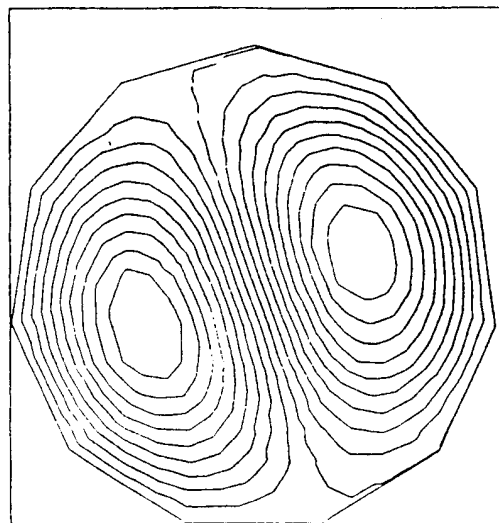


图 67

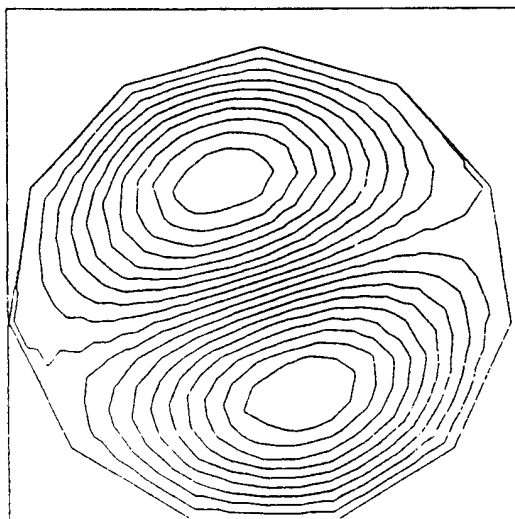


图 68

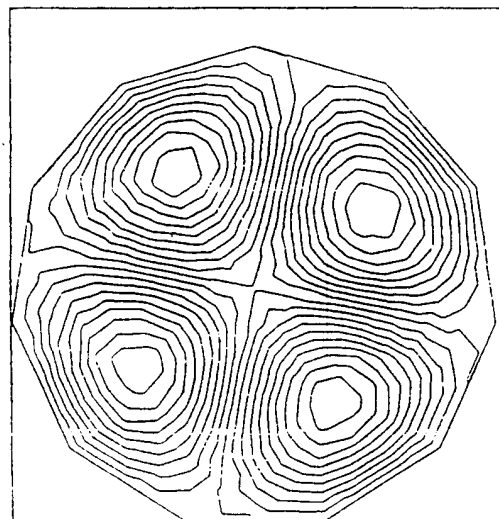


图 69

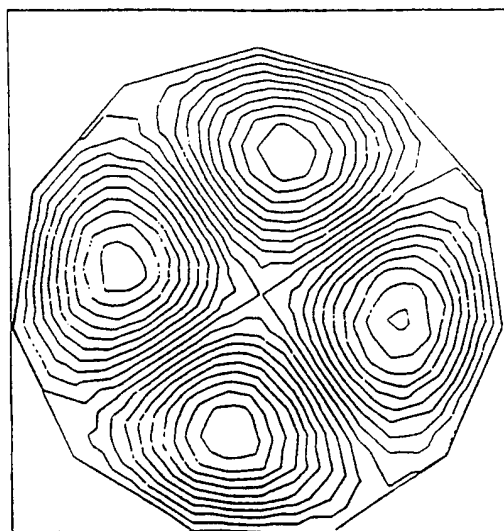


图 70

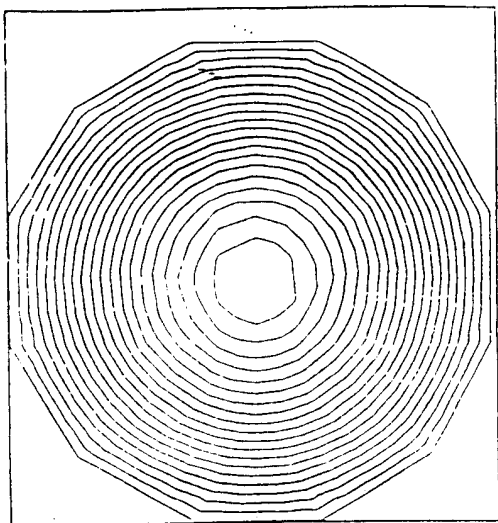


图 71

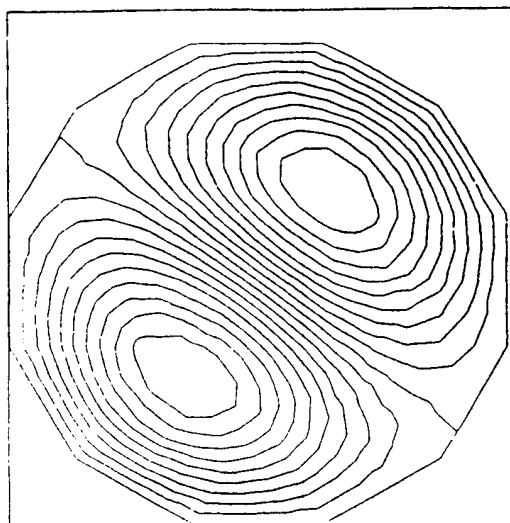


图 72

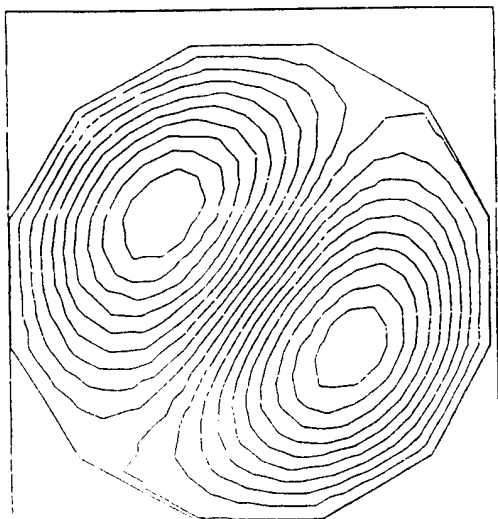


图 73

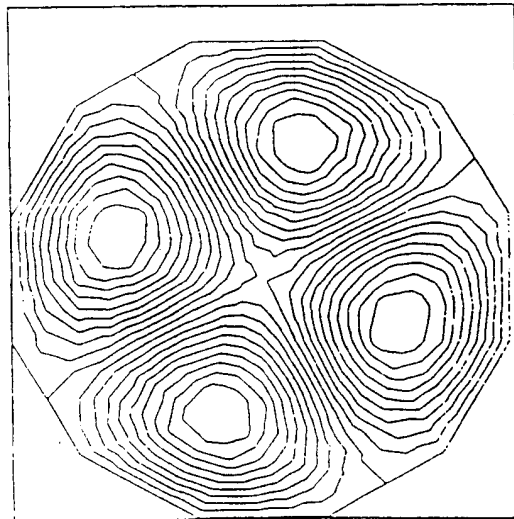


图 74

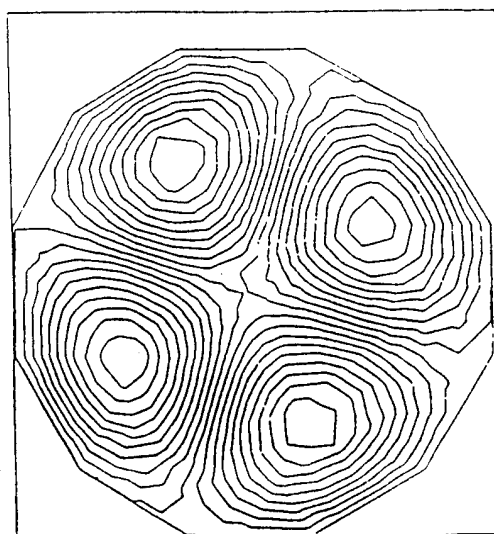


图 75

