



[12] 发明专利申请公开说明书

C10B 3/00

C10B 19/00

C10B 39/00

[11] CN 86 1 06940 A

CN 86 1 06940 A

公开日 1987年7月1日

申请号 86 1 06940

申请日 86.9.25

优先权

[32]85.9.26 [33]法国 [31]8514291

申请人 于西诺尔钢铁公司

地址 法国巴黎92070

发明人 简·阿曼德·格希斯兰·科迪尔

伯纳德·埃米尔·安里·杜萨特

彼里·亨里·罗洛特

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

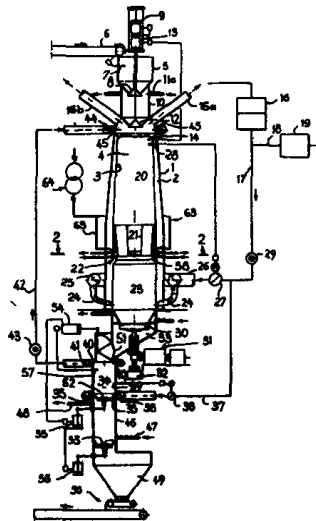
代理部

代理人 刘文志

54)发明名称 在罐式炉内通过电加热生产型焦的方法以及生产这种焦的罐式炉

57)摘要

该方法包括将第一部分的部分循环炉顶气体输送到炉子下部(23)的底部,以确保焦炭的一次冷却;将其余部分的循环的炉顶气体输送到区域(34)中,以二次冷却气流的形式与炉子下部(23)排出的大量焦炭逆流循环,然后,从区域(34)中(40)处排出二次冷却气流,再输送到炉子的顶部以稀释所产生的气体,并保持这些气体回收设备(15a和15b)足够高的湿度以避免任何冷凝;从区域(34)中通过密封箱(46)排出冷却的焦炭。



权 利 要 求 书

1. 在直立罐式炉中生产型焦的方法，其包括在炉子上部的用于输入经压制预先成型的原料煤球的密封设备和回收所产生的气体的设备，和在炉子下部的用于排出冷却的焦炭的密封设备和输入气流的设备；上述方法包括以上升的方法循环再循环气流，与构成下降移动床的成型煤球的下降原料逆流；使成型煤球在相当于炉子上部的第一区进行预热和脱挥发分步骤，然后在相当于炉子中部的第二区进行碳化和焦化步骤，在相当于炉子下部的第三区进行冷却步骤以冷却焦化的煤球；在炉子的顶部回收由于煤的干馏和焦化产生的顶部气体；然后循环一部分上述炉顶气体以构成循环气流，其特征在于其包括将第一一部分的部分循环炉顶气体输送到第三区的底部以确保焦炭的一次冷却；将其余部分的循环炉顶气体以二次冷却气流的形式在第四区中与第三区排出的焦炭逆流，第四区以一密封的方式与第三区出口相连；然后从第四区中排出二次冷却气流，再输送到炉子的顶部以稀释所产生的气体，并将上述气体的回收设备保持在一定温度，该温度足够高以避免任何冷凝；从第四区通过密封的锁箱排出冷却的焦炭。

2. 根据权利要求1的方法，其中向上述预焦化煤球的移动床提供电能以进行碳化和焦化，并通过循环气流传递上述能量。

3. 根据权利要求2的方法，其中通过安置在第二区的炉壁中的至少两个电极之间产生的电流在煤球的移动床中电传导达到电能的供应。

4. 根据权利要求2的方法，其中通过第二区的煤球移动床中的电流的感应达到电能的供应。

5. 生产金属化型焦的方法，其包括按照上述权利要求之一的方

法的焦化，通过压制糊状物制备成煤球原料，糊状物包括单一的或混合的粘合剂和适当的煤和基于要以金属或氧化物的形式混进焦炭中的金属元素的物质的细颗粒的混合物。

6. 根据权利要求5的方法，其中基于金属元素的物质包括铁的氧化物，锰矿石和来自铁锰生产的粉尘，铁铬合金生产中的铁铬精矿，在硅铁合金生产中循环的氧化硅和石英细粒。

7. 以炉墙形式的生产型焦的罐式炉，炉墙基本上呈圆筒形，并确定相当于炉墙上部的第一预热区，相当于炉墙中间区域的第二碳化和焦化区和相当于炉墙下部的第三焦炭冷却区，炉子包括在炉子顶部用于输入原料成型煤球的密封设备和回收所产生的气体的设备，和在炉子底部的密封的焦炭排出设备和输入循环气流的设备，上述输入设备在炉子的外面经循环设备连接到回收所产生的气体的设备，以及排列在第二碳化和焦化区底部的电加热设备，上述炉子还包括第四密封的二次冷却区，其上游连接到第三区的排放设备，其下游连接密封的排放锁箱，第四区包括在其底部至少有一根连到循环设备的二次冷却气流供入管，在其顶部，至少有一根气体回流管，其连接到回收煤干馏和焦化所产生的气体的设备附近的炉子的上部。

8. 根据权利要求7的炉子，其中输入原料的密封设备包括一个密封的原料供应锁箱，在其下部通过一个分布罩连接炉子的第一区，原料锁箱由旋转料斗供料。

9. 根据权利要求7的炉子，其中从第三区排出焦炭的排出设备包括可垂直移动的旋转炉底，开口通过一个密封锁箱进入第四二次冷却区。

10. 根据权利要求7至9的任何一个的炉子，其中电加热设备

是传导型的，其包括至少一对插在炉墙第二区的壁中的径向相对的电极，上述炉壁在上述区域形成内截面变窄的成型煤球床层通道，该通道由电极靠着其安装的炉腹确定。

1 1. 根据权利要求 1 0 的炉子，其中电极包括其垂直截面呈 L 形状的若干部分，其沿炉腹各个面延伸，以致 L 的一个分叉是水平的。

1 2. 根据权利要求 1 1 的炉子，其中的罐有一个圆形截面，和若干圆形电极部分，电极由插入的耐火炉墙使之相互隔开，耐火炉墙相应于由电极的 L 形轮廓确定的炉腹斜面呈斜平面。

1 3. 根据权利要求 1 0 至 1 2 任何之一的炉子，其包括一个由耐火材料制成的尖顶形内炉墙，内炉墙配备中心电极，其与沿着炉墙内壁环行的圆周电极共同操作。

1 4. 根据权利要求 1 3 的炉子，其中借助通过旋转炉底延伸的设备而使尖顶形内炉墙安装成高度可调。

1 5. 根据权利要求 1 0 或 1 1 的炉子，其中罐有一矩形截面，电极部分是直线形的，并且，电极支撑在配置在矩形截面的两对边上的壁架上。

1 6. 根据权利要求 7 至 9 任何之一的炉子，其中电加热设备是电感型的，其包括排列在炉子耐火衬内的与罐共轴的外部电感线圈。

1 7. 根据权利要求 1 6 的炉子，包括一个由耐火材料制成的尖顶形内炉墙，其中排列着层叠内磁芯。

1 8. 根据权利要求 1 7 的炉子，其中与外电感线圈共轴的内电感线圈绕制在内磁芯周围，提供与外线圈同相的电流。

1 9. 根据权利要求 7 至 9 任何之一的炉子，其中电感加热设备包括径向排列在炉子耐火墙中的一组成对的电感线圈，这些电感线圈

确定产生穿过罐水平地扩展的旋转磁场的外电感器。

20. 根据权利要求19的炉子，其包括一个由耐火材料制成的尖顶形内炉墙，内炉墙中安装一个内感应器，内感应器包括一组相对着外感应器线圈排列的径向线圈，并确定一组与之共同操作的成对的耦合线圈，因此在外电感器和内电感器之间产生旋转磁场。

21. 根据权利要求7至9任何之一的炉子，其中电加热设备包括结合至少一对如权利要求13定义的通过传导进行加热的电极和至少一个如权利要求16定义的通过电感进行加热的线圈。

22. 根据权利要求21的炉子，其中电感加热设备除了如权利要求13定义的线圈之外，还包括一个如权利要求17定义的层叠的磁芯。

23. 生产型焦的方法，其基本上如同附图上所表示的和有关描述的方法。

24. 生产型焦的罐式炉，其基本上如同附图所表示的和有关描述的炉子。

在罐式炉内通过电加热生产型焦
的方法以及生产这种焦的罐式炉

本发明是关于一种生产型焦的方法，以及生产这种焦的罐式炉，在这种炉内的加热和焦化的热量由电能供给，并通过循环气流传递。

在罐式炉内生产型焦的方法已为人们所知，炉内许多成型煤球相对于循环气流以逆流方式向下循环，循环气流来源于焦化产生的气体馏分，它从炉顶部引出再进入炉底部。

成型煤球依靠来自分馏的气体，在炉中部焦化。

为了获得这种热源，已有人建议先借助燃烧炉，根据焦耳效应通过消耗电能来产生热，这就避免了炉顶部回收的焦化气体由于燃烧产生烟而稀释，燃烧炉体积大，尤其是供给空气时，因此炉顶部回收的焦化气体其热值大大增加。

解决这个问题的第一种方法是通过电阻炉外部电加热提供热能，然而由于堆积的焦炭受热不均匀，该方法产率低、效率低。事实上，焦炭在墙壁处以超速经受过热，并且对煤球的机械性能（破裂）和冶金性能（活性）有不好的影响。

许多出版物，例如专利 FR—A—628, 128、US—A—2, 127, 542、DE—A—409, 341和 FR—A—2, 529, 220已提出了解决这些问题的建议，通过在待焦化的煤球堆分离的两个相反电极之间产生电流，依靠在灼热的煤球堆中电传导向有关区域直接提供炼焦热能。

在专利 FR—A—2, 529, 220中，罐式炉呈塔型，其横截面在循环过程中成型的煤球床整个内床高度上是基本均匀的，并且，

罐式炉一方面含有放置在炉子侧墙中间的电极，另一方面含有可动电极，其通过炉顶上部插入循环煤球床中，并且以可调方式放置在高于固定电极位置的炉平面上。

这种炉的一个主要缺点是难以保证循环成型煤球床有合适的电传导，以便以单一和最佳方式调节供给焦化煤球所需的热量。事实上，大部分煤球的电传导性部分是与煤球彼此间接触的情况和再现性有关，因此与成型得到的这些煤球的内压的分布有关。现在该床局部或整体超密实会阻碍物料的流动，还阻碍床的正确循环，而这是不允许的。

另外，根据焦耳效应局部电流通过会产生热量局部加热煤球，从而使电阻大大降低，引起已过热的区域电流集中。

这种困难利用前面介绍的方法难以解决，并且不能保证调节循环煤球床的热平衡，而对于控制煤球烘干性能（例如改良性、规则性、均匀性和精密性）这是必要的。

本发明的目的是通过提供在直立罐式炉中生产型焦的方法来克服这些缺点，直立罐式炉的结构使提供的热能合适地分布于整个炉断面，同时确保大部分焦炭的正确循环，达到焦化成型煤球的最优条件。

因此，本发明提供一种在直立罐式炉中生产型焦的方法，炉上部有加入成型煤球原料的密封设备及回收生成气体的设备，炉下部包含排焦的密封设备和引进气流的设备，该方法包括循环与下降成型煤球成逆流的上升循环气，下降的成型煤球构成下降的移动床；将成型煤球预热，在相应炉上部的第一段除挥发份，然后在相应炉中间部位的第二段进行碳化和焦化，在相应炉底下部的第三段冷却焦化的煤球；在炉顶部回收干馏和焦化煤球产生的顶部气体，循环部分上述热气体使之形成循环气流，其特征为在第三段底部引进第一部分顶部循环气

体馏分以便达到焦炭初次冷却，顶部气体的其余馏分在以密封方式与第三段外部连接的第四段内，与来自第三段的焦炭成逆流以第二次冷却流循环形式循环，从而从第四段抽提出二次冷却流，在炉顶再将其引入从而稀释产生的气体，维持回收上述气体的设备在一足够高的温度以防止冷凝，通过密封锁箱从第四段排出冷却焦炭。

根据本发明的其它特征：

最终的焦化步骤是根据焦耳效应在煤球床内通过消耗电能进行的，煤球床直到达到所需的最终温度才导电。在最终煤球冷却中通过热交换二次加热的循环气体依靠电加热过的煤球过热，它们在碳化、干馏和炉上部预热过程中传递并连续转换这种热。

电加热是在焦化的成型煤球移动床中通过电传导进行的，电流在至少两个放置在第二段高度的罐壁中的相反电极之间产生。

通过在焦化煤球移动床中引入电流达到电加热，焦化煤球位于第二段下部。

本发明的另一个目的是提供生产金属化的型焦的方法，其特征在于包括如前述定义的方法焦化，通过模压合适煤混合物的单一或混合粘合剂构成的密实糊状物制备成型煤球原料，以金属元素为基础的物质细粒以金属或氧化物形式结合入焦炭中。

以金属元素为基础的物料含有铁氧化物、锰矿石和由生产铁锰合金生成的粉尘、生产铁铬合金的铬铁精矿、石英屑和为了生产硅钢而必须循环的氧化硅粉尘。

本发明还有一个目的是提供生产型焦的罐式炉，相应炉墙上部的第一预热区、相应炉墙中部的第二碳化和焦化区，以及相应炉墙下部的第三焦炭冷却区决定罐式炉的炉墙基本呈圆筒型，该炉包括顶部密

封设备，用于加入原料成型煤球；回收生成气的设备；以及在底部排焦的密封设备和进循环气流的设备，该进气设备在炉外部与回收循环设备产生的气体的设备相连接；还有放置在第二碳化和焦化区炉墙的电加热设备，其特征在于该炉包括密封的第四二次冷却区，其上游与第三区排出设备连接，下游与密封排出锁箱连接。在第四区的底部至少有一根供给二次冷却气体流的导管连到循环设备，在第四区上部，至少有一根二次冷却气返回管线在炉顶部回收由煤干馏和焦化产生的气体的设备附近和炉上部连接。

引进原料的密封装置包括送料和通过分布罩在炉下部与炉的第一区连通的密封锁箱，锁箱本身备有旋转布料器。

排出第三区放出的焦炭的设备包括一个旋转炉底，它能垂直平移，并通过密封锁箱与第四二次冷却区相通。

根据本发明的第一具体方案，电加热设备是传导型，并且由至少一对放置在炉墙第二区底墙的电极形成，在这区，形成煤球床通道内截面的收缩，此收缩通道由炉腹决定，固定电极靠着炉腹安装。

在本发明优选的实施方案中，电极包括若干部分，其垂直切面呈L型沿炉腹的各个面伸延，因此L的一个分叉是水平的。

对于具有圆形截面的罐，电极部分是圆形，并且通过插入耐火墙和绝缘材料彼此分离，绝缘材料相应电极L型切面确定的炉腹斜面呈斜面型。

最好选择这种L型断面，因为它使焦炭堆积成形，并在它们保护的电极上煤球导电好，这种保护堆积不断更新，它延长了电极寿命同时防止下降的成型焦床磨损，并且它将后者与灼热烘干区隔开以及与该范围内非常热的循环气流隔离开，因此热损失减少，电极的机械阻

力得到改善，所有这些都是当后者是冷却铜合金时。

根据传导加热的具体改进方案，炉包括尖顶形的内炉墙，其由备有中心电极的耐火材料构成，中心电极与沿着炉墙内壁环流的圆周电极相配，这两个电极供给直流电或单相电流。

根据本发明的第二个具体方案，电加热设备是电感型，并且由与罐共轴的感应线圈形成，安置在炉的耐火衬中。

在改进方案中，炉包括尖顶形且由耐火材料构成的内炉墙，里面放置一个层叠的磁芯。

通过在这个磁芯周围缠绕内感应线圈来进一步改进良好的热能分布，其中的内感应线圈与外感应线圈同轴，借助在中等频率下的同一电流源而使供入的电流与后者同相。

根据另一个改进方法，感应加热装置通过成对感应线圈的组配形成，感应线圈径向放置在炉的耐火墙中，并且确定外部感应器穿过罐产生水平扩展的旋转场。

根据最后提到的具体改进方案，要适应大尺寸的炉子，炉子包括由耐火材料构成的尖顶形内炉墙，其内放置径向线圈组配构成的内部感应器，径向线圈与外部感应器线圈相对放置，测定配合的耦合线圈组配对，它在外部感应器和内部感应器之间产生旋转场。

根据进一步的混合实施方案，电加热设备通过至少一对电极结合形成，例如以前描述的通过传导产生热的电极，以及至少一个通过传导产生热的线圈。

这里结合附图详细介绍本发明，附图表示本发明的几个实施方案，在这些附图中：

图 1 是本发明的圆形炼焦炉的轴向截面图；

图 2 A 是第一种改进的图 1 的 2—2 剖面图，具有由两相电源（斯科特变压器）馈电的两对电极；

图 2 B 是图 2 A 电极的馈电操作原理图；

图 3 A 是第二种改进方案的图 1 的 2—2 剖面图，它具有由三相电源馈电的三对电极；

图 3 B 是图 3 A 电极的馈电操作原理图；

图 4 是电极区内的炉壁沿图 3 A 的 4—4 线剖开的垂直径向截面图；

图 5 是沿图 3 A 的 5—5 线剖开的炉壁的径向及垂直截面图；

图 6 是本发明改进的三组炼焦炉装置的透视图，它具有矩形截面，带有供给三相电流的三对相反电极；

图 7 是图 1 炉下部改进的局部轴向截面图，供给它单相电流或直流电；

图 8 是沿图 7 炉的 8—8 线剖面图；

图 9 是本发明第二实施方案炉的局部垂直轴向截面图，该炉通过简单电感加热；

图 10 是图 9 炉的第二实施方案的局部垂直轴向截面图，通过外部和轴向电感加热；

图 11 是图 9 炉的第三种改进的局部垂直轴向截面图，通过带旋转场的外部电感加热；

图 12 是图 9 炉的第四种改进的局部垂直轴向截面图，它通过带旋转场的外部 and 内部电感加热；

图 13 是沿图 12 炉 13—13 线的剖面图，说明电感器的连接原理；

图 1 4 是本发明混合方案的局部图，通过单相传导和外部电感加热。

本发明的方法包括在罐式炉中以连续方式炼焦，罐式炉是用传导和/或电感加热，使通过粘合剂经模压结块的煤球焦化。

煤球在炉中的热解使得放出煤和粘合剂的干馏气，其中大部分气体经粗净化后循环到炉底部，这些循环气体形式上升气流冷却炉下部的煤球，并以逆流方式逐渐加热炉顶部下降的煤球。

煤球被相继地预热和干燥，然后除去烟气，再碳化确保煤球的机械固结。

逐渐加热煤球在 850°C 左右完全除去挥发物质，然后煤球变得能导电，这种导电性用来在煤球床中通过电流，在煤球床中和煤球之间的接触点根据焦耳效应加热煤球。

这种电加热在所需温度下烘干和焦化煤球。

煤球床加热炉栅，炉栅以逆流的方式过热从炉下部来的上升气流，在炉中已焦化的煤球被冷却。

气体过热还使仍留在气体中的重烃裂解，因而上升气流主要是由氢气（和甲烷）构成，由于它的特殊热性能和电性能，过热气体含有在气体和煤球之间热交换的极好的载体，避免煤球之间形成电弧和火花。

首先将预先混合、干燥、粉碎和预热的煤与混合粘合剂（树脂、焦油、沥青…）混合制成糊状，然后预热的糊状物在有切向圆柱环的压制机中压制成卵形或球形来制备原料成型煤球。

图 1 所示的罐式炉包括一个金属壳 1，其有带耐火衬 2 的内表面，耐火衬 2 基本上为圆筒形炉墙 3 所确定，在炉上部炉墙稍呈截锥形，

在里面装有大量成型煤球构成的移动床 1，在图 1 所示的实施方案中，炉墙 3 的截面呈圆形，也可如图 6 所示呈矩形截面。

罐式炉在顶端通过密封设备加入成型煤球原料，该密封设备包括一个旋转料斗 5，通过放置在料斗中的料面探测器 7 来控制传送带供给的煤球量，料斗 5 的下部包括一个旋转罩 8，在千斤顶 9 的控制下打开罩的开口，可将煤球引入密封锁箱 10 中，密封锁箱 10 包括导管 11 a、11 b，其是为用中性气体吹扫而设置的。密封锁箱 10 密闭，打开其下部开口通过分布罩 12 进入炉内，其开度由千斤顶 13 控制，它是随罐顶部料面探测器 14 来的信号而控制。

分布罩 12 和 8 的开启根据探测器 14 的信号而进行。

在炉的上部还有供给回收生成气体的设备，这些气体通过两个大内径管线 15 a 及 15 b，在旋转分布罩 12 各边上进入炉中。

通过管线 15 a、15 b 回收的焦化气体被送去 16 代表的一次净化装置，以便进行如下处理，如冷却、洗涤、除焦油、除冷凝水和萘。用这种方式处理的气体，其 60%~80% 经循环管线被循环到炉中，剩余部分气体经导管 18 并通过图 19 中所示的一个普通二次气体净化装置被送到气体贮藏计量器中（图中没有标出）。

焦化炉的炉墙 3 包括三个不同的操作区。炉墙的上部分表示第一烘干区 20，其中通过干馏煤和粘合剂煤球被逐渐预热并变成无烟的，并且通过以逆流方式上升的热气流来进行第一个碳化步骤。

中间部分是碳化结束并进行焦化的第二区 21，在这区底部安装电加热器 22，加热器排列在耐火炉衬 2 的内壁上。

第三区 23 是进行生成焦炭的一次冷却区，生成的焦炭充满了炉墙的下部分，该区包括在其底部的从一次净化装置 16 来的循环气流

的入口设备，这些设备包括一组用于由圆环供气环 2 5 来的一次循环流的入口导管 2 4，圆形供气环 2 5 通过管线 2 6 与循环管线 1 7 相连接，其中安装的阀 2 7 用于调节流量并根据安装在炉顶的温度检测器 2 8 所传送的读数信号来控制。管线 1 7 中循环气的循环作用由空气压缩机 2 9 保证，循环气的第一部分的入口流相应于一次气流，其送到管线 2 6 并用将温度维持在预定给定值上的方式调节（所说温度由检测器 2 8 检测），以便避免焦油在煤球进料上及炉的内壁上冷凝。

在炉子底部有排放从第三区 2 3 来的焦炭的设备，该设备包括一个旋转炉底 3 0，该炉底由马达减速器 3 1 驱动，并在竖直方向上用千斤顶 3 2 平移以便调节炉底的高度。

旋转炉底 3 0 安置于炉子的第三区 2 3，与锁箱 3 3 相连，该锁箱通向用于进行焦炭二次冷却的第四区 3 4。

二次冷却的第四区 3 4 包括其底部入口导管 3 4，该导管是供应二次冷却气流即循环气流的剩余部分，这些导管 3 5 伸到圆环 3 6 中，圆环 3 6 经管线 3 7 和流量调节阀 3 8 与循环管线 1 7 相连。根据温度检测器 3 9 传送的读数信号控制阀 3 8，温度检测器 3 9 用于测量第四区 3 4 内焦炭的平均温度，该区 3 4 是焦炭的二次冷却区。用二次冷却流的形式引入的循环气体的剩余气流并以维持焦炭温度在预定的给定值上的方法控制，温度是用检测器 3 9 检测，给定值要比通常处理焦炭的最高温度低。

该二次冷却的第四区 3 4 包括其上部的管线 4 0，该管线 4 0 通向二次冷却流的圆形集气管 4 1，该集气管 4 1 经管线 4 2（其上安有一台空气压缩机 4 3）与圆形环 4 4 相连，圆形环 4 4 用于返回环绕炉子上部的二次冷却气流，此处回收产生的气体并将此气体经过返

回导管 4 5 进入这个圆环 4 4。

第四冷却区 3 4 在出口的地方与装有吹扫导管 4 7、4 8 的密封锁箱 4 6 相连，并与卸料漏斗 4 9 相连，该漏斗向皮带测量排出装置 5 0 排出冷却焦炭。

阀 5 1、5 2、5 3 按顺序自动开启，保证了锁箱 3 3、第四区 3 4 和密封锁箱 4 6 之间的连通，上述阀门的开启分别由千斤顶 5 4、5 5 和 5 6 按照检测器 5 7 传送的读数信号控制，检测器 5 7 位于第四区顶部料面上。

借助循环分成一次流和二次流的气体的装置，前面所述炉子的结构，一方面通过调节一次流使碳化区中炉子的热量分布最佳化；另一方面，由于炉子顶部的温度至少保持在 150°C ，并由于在从冷却的第四区抽出的二次流中稀释而夹带焦油，故避免了在罐的上部这些焦油聚集冷凝。

离开第一区的煤球的温度达到 850°C ，超过这个温度则其电导率变得相当大，并且温度很快会增加到约 $1,100^{\circ}\text{C}$ 这一极限值。

在第二区下方的温度普遍高于 900°C ，从而导致电流过度加热煤球直到最终的焦化温度，即 $950^{\circ}\text{C}\sim 1250^{\circ}\text{C}$ 。焦化温度取决于生产所希望的焦炭的反应活性（冶金焦炭的温度为 $1,100^{\circ}\text{C}$ ）。

焦化的煤球在炉子的下方，即在一次冷却的第三区 2 3 下降，在该区底层吹入冷循环气流，该冷气流在炉子的各区用作热传递介质。

冷却后，用旋转炉底连续地从第三区排出焦化的煤球，并分两步卸下。在进行焦炭二次冷却的第四区中，煤球被二次循环气流彻底地冷却，然后将此二次气流送回炉子的顶部。最后将这些气体经过最终锁箱用中性气体吹扫从炉中除去，这样排除了任何爆炸的危险。排出

呈冷却状态的型焦，並在考察之前过筛分类。

和在一套普通炉子中生产的焦炭比起来，导电的型焦的生产综合了用气体烘干焦炭和该电焦化工艺的优点。

首先和普通焦炭比起来，型焦的生产具有如下优点：

—煤品种的供应可以多样化並且降低了焦炭糊的成本价格。

该工艺可以使用大量的无烟煤、低级煤、岩粉、焦炭粉、石油焦，并可用粘合剂如树脂、焦油和沥青基残油代替易熔煤。

—分散生产焦炭。

该工艺允许用较小的设备生产型焦，以适应数量和质量（形状、尺寸、烘干温度和焦炭的反应活性）的需要。

—对于给定生产能力的设备能降低投资费 20% 或更多。

—具有很高的热效率，因为顶部排出气体温度为约 150℃，而从罐式炉中排放出的焦化煤球呈冷却状态。在普通炼焦装置中，排出的气体约为 500℃，从炉中卸出的焦炭温度大于 1000℃，並且烟囱排出的烟的温度超过 400℃。

—提高了焦炭的产量，因为焦化煤球在中性气体中干冷却不氧化焦炭中的碳，而普通的湿法熄灭焦炭的蒸气则氧化了焦炭中的碳。

此外，和气体火焰烘干的型焦比起来，电焦化型焦具有如下优点：

—因为干馏气体没有被己燃烟气稀释，並且由于循环导致了烃的裂解，因此能生产没有重烃的富干馏气体。这种气体可以以政府补助的形式维持价格作为炉子的燃料或从其中提取氢气。

—极高的焦炭产量，这是由于不存在任何燃烧和（或）炉中不存在煤球的表面氧化作用。

—焦炭的物理和化学性质的控制。

电加热和循环气逆流的结合导致了具有精确控制各区温度的逐渐焦化过程，这些区有除烟区和预烘干区、碳化区和电焦化区、焦化煤球的冷却区。

—烘干温度的均一性保证了焦炭质量的一致性。

烘干温度的控制使得生产的焦炭的反应活性得到控制：用于电冶金的活性焦炭（在低温烘干），具有非常低活性的铸造焦炭（在高温烘干：1, 350℃），具有可调节反应活性的高炉焦炭。

—焦炭尺寸的选择。

对于每个煤球来说在焦化前供给电能使得在高温区内部逐渐烘干。生产大尺寸的焦炭是可能的，这种焦炭尺寸均一并且更适合于高炉或冲天炉，因为它们显然比用气体烘干的煤球具有更好的强度。

—炉子具有低惯性。

快速的电控加热使得炉子适应焦化速率的改变，可制止不正常工作（烘干）并便于起动和停止。

—不存在污染并改善了工作条件。

焦化煤球的排出在干燥状态下进行，当炉子装料和卸料时密封炉子，因此限制了大气污染，所以使工作条件得到了很大改善。

—能够使用小型和中型设备。

小型设备在现场生产所希望的数量和质量的焦炭，而且是经济的，因为可使这些设备自动化而不需很高的投资。

加热设备 2 2 位于第二区 2 1 的下方。下面将叙述两个最佳实施方案。

第一个实施方案系指传导性的电加热，耐火材料衬里的内壁确定了炉墙 3，使炉墙 3 的第二区 2 1 的下方形成了狭窄的型焦床的内部

通道，沿炉墙3壁形式的炉腹58确定了这个狭窄通道。

特别是如图4所示，电极59沿着炉腹58的每一边延伸，在竖直截面上呈L型，因此L型的一个分叉是水平的。电极59是导电性材料制成的（例如铜），用穿过耐火材料衬里2的棒60固定电极，棒的另一端在半外壳1的外面用常用的方式，例如螺母和防松螺母固定。通过插入圆片61形式的电绝缘材料，使棒60与外壳1电绝缘。壳外面棒60的一端形成了电极接线柱62，在其上固定输电线63，用来将电极连到电源64，如图1所示。

在直接靠近耐火衬里层2的电极59用有内部循环的冷流体导管65来冷却，冷流体导管作为线圈在耐火衬里的前面沿电极59的两边排列。该电极也可以直接用冷流体的内循环来冷却。在有环形横截面形状的罐式炉的情况下，如图2A和3A所示，电极59呈正好相对的环形部分的形式，该环形部分用插入墙66使之相互分离，墙66可以更清楚地表示在图5中。这个墙66呈斜面形状，该斜面有一个与炉腹58相应的斜度，电极59靠着炉腹58安装。

根据第一实施方案的第一种改进措施，使用该设备频率下的电源，每相一对电极59围绕罐排列。给定相的电极在罐中径向相对，如图2A和3A所示，从而确保电流到炉子中心的通路。通过在电源变压器副线圈上的作用，电源电压是可调节的（逐相地调节）。

根据焦化炉的尺寸，在炉子的周边上有放置需要配置的2对或3对电极的地方。

对于直径小的焦化炉，例如直径小于或等于2米，可提供一个两相电源，象在图2A和2B中所描述的那样，根据图2A的连接图使用斯各特变压器送电的方法。在这里将初级三相电源变成可调电压的

次级两相电源（这两相电源一方面是1和1b，另一方面是2和2b）。

在焦化炉直径较大的情况下，例如3到4米，如图3A和3B所示，三对电极1，1b；2，2b；3，3b，根据图3B的三相图提供电力。

电极59由截面呈L形状的环形部分构成，这些电极支撑在炉子内表面的冷却的耐火壁架67上（图4）。在每个电极上形成自然堆积的高石墨化煤球（这是由于煤球在高温区停留时间过长局部过焦化所造成的），这些煤球有很好的传导性，保护了电极59并分配了上升物料中的电流密度。

每一个电极用绝缘耐火插入墙66与邻近的电极分开，该墙抗磨损（例如有氮化硅粘合剂的碳化硅砖），墙的坡度导致在铜电极区域中物料逐步地稍微压缩，从而在焦化过程中改善了煤球床的导电性并使其均匀化。

另一方面，在这压缩的焦化段中，在一次冷却区23的入口，炉子的直径迅速增加从而降低了煤球床层的压缩作用，增加了煤球间的接触电阻，避免了在冷却区的寄生电流，否则在剪切磨损时在冷却区寄生电流将加热已经焦化的煤球。

选择电极59环形部分的设计宽度应近似地等于插入的耐火墙66的宽度以便避免电流在炉子围墙上的相之间优先通过或甚至从一相到另一相短路。

在上文中已经描述了本发明的关于有圆形横截面的罐式炉的情况，图6表示了罐的横截面呈矩形的一种改进方案。

就采用的原料煤球的进料设备和焦炭的回收设备而言，及就通过安装在炉子顶部的两个收集导管70和71回收并通过导管72和

7 3 返回到一次冷却区底部的焦化气的循环而言，这个炉子的结构基本上与附图 1 描述的炉子结构相似。在这种情况下，焦炭的冷却分两步进行，在这两步之间部分循环气体正如以前解释的那样被分开。

一个本质的区别在于传导电流的电极 7 4 为直线形状，该电极排列在矩形部分的两个相对的边上并放置在壁架 7 5 之上。这些电极也有一个 L 形状的轮廓，在这些电极上堆积大量的高度石墨化煤球。

对于有三相电源的工业上的应用，如图 6 所示，将炉子分成三个部分。从变压器 7 6 供给的电力的每一相电流通向一对铜电极，该给定相的电极沿着炉子的两长边互相相对地放置，并且由绝缘的耐火墙 7 7 将其与相邻的电极对分开。

如图 7、图 8 所示，在本发明的第一实施方案的改进方案中，圆形炉子包含尖顶形的内炉墙 8 0，此内炉墙由耐火材料制成，而炉子炉墙 3 的结构在所有圆周部分仍然不变。这个内炉墙 8 0 带有一个中心截头圆锥体电极 8 1，该电极使得在焦化过程中通过大量热煤球和来自圆形圆周电极 8 2 的电流构成回路，电极 8 2 有一 L 形截面而且沿着壁架 6 7 上方这个罐的内周延伸。

这种安装是用来避免由不同相提供的电极之间的寄生电流，而保证电流到炉子中心的通道。对于小容量的炉子，在作为阳极连接的圆周电极 8 2 和形成阴极的中心电极 8 1 之间，通过直流电源，例如一个整流器 8 3，或单相电流源来保证供电。

尖顶形炉墙 8 0 安装在通过柱 8 5 的中心延伸的圆棒孔上，该柱 8 5 支承了环状旋转炉底孔并使之可动。

为了调节电焦化区的高度，尖顶形炉墙 8 0 在安装在圆棒 8 4 下的千斤顶 8 7 的作用下，可竖直地移动。在圆棒 8 4 的上部，用绝缘

体 8 8 覆盖在其上，绝缘体 8 8 避免产生沿圆棒 8 4 的寄生回路电流的通道。

呈截头圆锥体形状的中心电极 8 1 由某种耐磨损的材料组成，例如高密度的碳化硅，其具有足够高的导电性，从而限制阴极 8 1 的墙的局部加热。阴极 8 1 支承在耐火绝缘材料的套管 8 9 上。通过阴极返回的电流向下输送，经过安装在圆棒 8 4 的轴的镗孔中的绝缘冷却的导管 9 0 输送到炉的底部。

可滑动地安装柱 8 5，例如用一组齿槽（没有标出），在伞齿轮 9 1 中，用与此相啮合的小伞齿轮 9 2 驱动柱 8 5 旋转，该小伞齿轮 9 2 被安装在马达减速器 9 3 的输出轴的这端。柱的竖直滑动由千斤顶 9 4 来保证。焦炭排出的速度（在整个周边上是均匀的）通过调节测量炉底旋转的速度及炉底的高度来调整。

阴极 9 1 用从导管 9 5 来的冷气流的循环来冷却，该气体通过由尖顶形炉墙与柱 8 5（在该区域中炉墙 8 0 安置在该柱的外边）之间提供的环形空隙排出。

根据第二实施方案，在图 9 到 13 中有详细的描绘，其电加热由感应电流完成。

正如图 9 所示，安装在焦化区 2 1 底部的加热设备包含与炉墙 3 同轴的电感线圈 1 0 0，其配置在炉子的耐火墙壁 2 中。垂直层叠的软钢磁芯 1 0 1 径向地绕线圈 1 0 0 排列，并取电场的回路线方向。线圈 1 0 0 由一个提供在约 5 0 和 1 0 0 赫兹之间的适当频率的发电机 1 0 2 供给电流。

构成线圈 1 0 0 的导体是一个空心管，由 1 0 3 引入和 1 0 4 抽出的冷流体在此管中循环，且该管本身通过导线 1 0 5 和 1 0 6 连

接到发电机 102 上。

层叠磁芯 101 构成了一个磁轭，该磁轭由通过导管 107 引入和通过导管 108 抽出的冷流体的循环来冷却。

对于图 9 方案建立的体积功率表达式（所消耗的电功率乘焦炭的单位体积），表明了罐式炉的半径和煤球的导电率对该煤球床中局部产生的功率有一确定的影响。

特别由于在炉的中心感应电场是很弱的，所以这个第一方案就有对靠炉子内壁通过的煤球和靠炉子中心通过的煤球加热不均匀的缺点，通过炉子中心处的煤球不能充分地加热。

在大容量炉子（直径 3 米或更大）的情况下，就上升气流而论，在加热中降低横向不均匀方面将有一个极限效率，处在邻近外面的煤球床实际上将比中心处的煤球有更高的温度和导电性，这样将导致在焦化结束时出现不同的温度，使得靠近炉壁和炉中心处的焦化煤球的质量不一样。

因此，在图 9 中表示的这一简单的解决方案被限制在小的焦化装置中，焦化装置的排出装置应有利于煤球的圆周流动（例如旋转炉底）。

根据在图 10 中表示的改进的第二实施方案，炉子含有电感应加热设备，其进一步包括与炉墙 3 同轴并排列在炉子耐火墙 2 中的电感线圈 110，炉子含有内炉墙 111，其呈尖顶形且由耐火材料制成，内炉墙包括用于加强炉子轴附近磁场的设备。构成内炉墙 111 的耐火材料可以是，例如带粘合剂氮化硅的碳化硅，其绝缘性对于预计的应用是足够大的，而其抗磨损和抗热冲击性是优良的。

这些设备可以由沿径向排列并安装在尖顶形炉墙 111 中的竖直的层叠软钢芯 112 组装而成。

如图 1 0 所示，这些完整的设备还将包括与线圈 1 1 0 共轴的内感应线圈 1 1 3，线圈 1 1 3 供给与线圈 1 1 0 同相的电流，并安装在尖顶形炉墙 1 1 1 中。径向排列的竖直层叠软钢芯 1 1 2 插入线圈 1 1 3 中，并与之共轴。

如图 1 0 所示的情况，电感线圈 1 1 0 由螺旋绕制的空心电导体构成，在空心导体中循环由 1 1 4 导入并由 1 1 5 排出的冷却流体。内感应线圈 1 1 3 以同样的形式构成，其由在进口 1 1 6 和出口 1 1 7 之间循环的冷却流体冷却。该冷却循环流体经在柱 1 1 8 中循环后引向炉子的外部，柱 1 1 8 的直径小于尖顶形炉墙 1 1 1 的直径，该柱用于支撑尖顶形炉墙。柱 1 1 8 延伸通过炉子的旋转炉底，正象关于在附图 7 中表示的电感加热的第一实施方案的更详细说明那样。

层叠铁芯 1 1 3 的组装件构成内感应磁轭，其也由循环冷却流体而冷却，冷却流体由沿柱轴排列的中心管 1 1 9 供入，引到铁芯上部，然后流体通过与管子 1 1 9 共轴并在管子 1 1 9 外面的管道返回。

竖直层叠铁芯 1 2 0 沿径向排列在线圈 1 1 0 的外侧，形成外部感应磁轭，其由通过管道 1 2 1 供入并由管道 1 2 2 排出的循环冷却流体冷却。

中频发电机 1 2 3 通过导线 1 2 4 向串联的线圈 1 1 0 和线圈 1 1 3 供电，导线 1 2 4 连接线圈 1 1 0 的输入端，而导线 1 2 5 将线圈 1 1 0 的输出端连到线圈 1 1 3 的输入端，导线 1 2 6 将线圈 1 1 3 的输出端连到发电机 1 2 3。

线圈 1 1 0 和 1 1 3 相互相对地放置在炉子中，使它们各自的感应磁场相结合，以均匀的方式沿着炉墙 3 的圆周壁和内炉墙 1 1 1 的圆周壁同时加热煤球。

在另一个改进的第二实施方案中，电感加热设备由径向排列在炉子耐火墙中的一组成对的电感线圈组成，于是其确定一个产生水平方向穿过罐的旋转磁场的外部感应器。

在附图 1 1 中，共轴的沿径向排列的正好相对的两个线圈 1 3 0、1 3 1 水平地绕在层叠磁铁芯上，形成感应器 1 3 2、1 3 3。线圈 1 3 0 和 1 3 1 供入同相的多相电流（参考图中号数 1），因此径向穿过罐的磁场，即线圈 1 3 0、1 3 1 的相对端面，具有相反极性。

在通常的三相电流情况下，使用三对径向相对的线圈。

分别代表一个相的每对线圈 1 3 0、1 3 1 在感应器中均匀地偏置，因此，产生的磁场以供入的电流的频率旋转，在焦化的煤球中产生涡流。

感应器 1 3 2、1 3 3 由循环冷却流体冷却，冷却流体通过管道 1 3 5 进入，通过管道 1 3 6 排出而循环供入。

中等频率三相发电机 1 3 7 提供图 1 1 中所示的在轴向截平面中两个线圈的电流。

附图 1 3 所示的水平截面图表示供电的排列情况，附图 1 3 仅仅关于炉墙外部的感应器。

根据在先前的附图和示于附图 1 2 和 1 3 得到的另一个改进装置，炉子还包括尖顶形的、由耐火材料构成的内炉墙 1 4 0，其中安装着内感应器，内感应器由相对着外感应器的线圈排列的一组径向线圈组成，内炉墙 1 4 0 确定一组共同操作的耦合成对线圈，这样，在外感应器和内感应器之间产生径向的旋转磁场。

连接外感应器线圈 1 3 0 的是线圈 1 3 0 a，其以这样的方式通入电流，以使线圈的相对端面具有相反的极性。同样，线圈 1 3 1 a

和线圈 13 1 连接。

线圈 13 0 a 和 13 1 a 水平地绕制在层叠磁铁芯上，通过线圈的是一个冷却回路，其由中心供入管 14 1 和圆周回流管 14 2 构成（附图 13）。

在附图 14 所示的混合改进装置中，炉子的电加热设备包括：在焦化区有正如附图 7 所描述的带有 L 型圆周电极 15 0 和中心电极 15 1 的传导加热设备，其由整流器 15 2 供电；和如附图 9 所描述的包含轴向线圈 15 3 的感应加热设备，其由中等频率的电源 15 4 供电；和任意的一组径向排列的、并安装在电极 15 1 的支撑柱 15 7 中的竖直层叠的软钢芯 15 6，正象附图 10 中所描述的那样。

于是，轴向线圈 15 3 排列在壁架 15 5 上，壁架支承电极 15 0 并处于电极之下。

在炉子圆周部分的电感加热和在炉子中心的传导加热相结合的混合装置打算用作中等和大容量的炉子。其包括：

排列在炉子的耐火衬中与罐同轴的简单线圈的感应加热，该线圈与用于附图 9 的感应加热的基本装置完全相同，确保外层的加热；

如附图 7 所描述的在中心电极和圆形电极之间的煤球床层的传导加热（通过单相电源或直流电源）；该装置与向着电极传导的电流的磁通量有关，在电极周围，通过减小其截面积，在该区域产生较大的电流强度和较大的容积功率，因而加热了煤球。

感应线圈与中心电极和圆周电极之间的传导加热相结合还使得在外部线圈产生的磁力线作用下传导电流迅速旋转。

同样，在两个电极之间的电流线路不断地更新，避免沿着煤球界线的电流的优先通路，优先通路极易导电，会产生局部的过热。

感应加热应用完全在焦化的煤球外面的感应线圈产生的可变磁通量，在很大程度上避免煤球之间的接触电阻和煤球与电极之间的接触电阻变化的问题。

线圈的极化效应可以以一定的方式结合以控制在电焦化区的感应磁力线，这些可使加热电流在横截面上均匀分布，以避免靠近线圈的煤球局部过热和避免在烘干段外面的寄生加热电流。

由于这些特殊的优点，在煤球床层中产生的电磁感应使容积功率在很宽的范围内变化，对于每米75至100伏的电力梯度，发出功率将达到每立方米热的和焦化的煤球5至10兆瓦特，而这对于传导系数来说是相当低的。

在大量的煤球中产生的电功率高于电焦化本身的热量需要，这些电功率可用来还原可混合在复合煤球中的细矿石或氧化性粉尘，其被焦炭的碳和粘合剂的挥发性物质还原。

与电焦化同时发生的这些还原反应调节煤球的电焦化温度，产生很坚固的金属化焦。

本发明包括生产型焦的方法，其中，可以把下列物料加入要压制成煤球的煤的混合物中：

铁的氧化物细粒和粉尘（富矿粉尘、钢铁加工粉尘和高炉气、用来从矿块中除去粉尘的装置中得到的粉尘等等）。

锰矿石细粒和锰铁生产的粉尘。

生产铁铬合金的铁铬精矿。

在硅铁合金生产中循环的氧化硅和石英细粒。

对于这些不同的应用，混入焦炭糊中的矿物细粒的量由煤球床层的电导率来限制，该电导率在热的时候低于100姆（均相介质电导

率等于电焦化起始温度（即850℃至900℃）时煤球床层的电导率）。

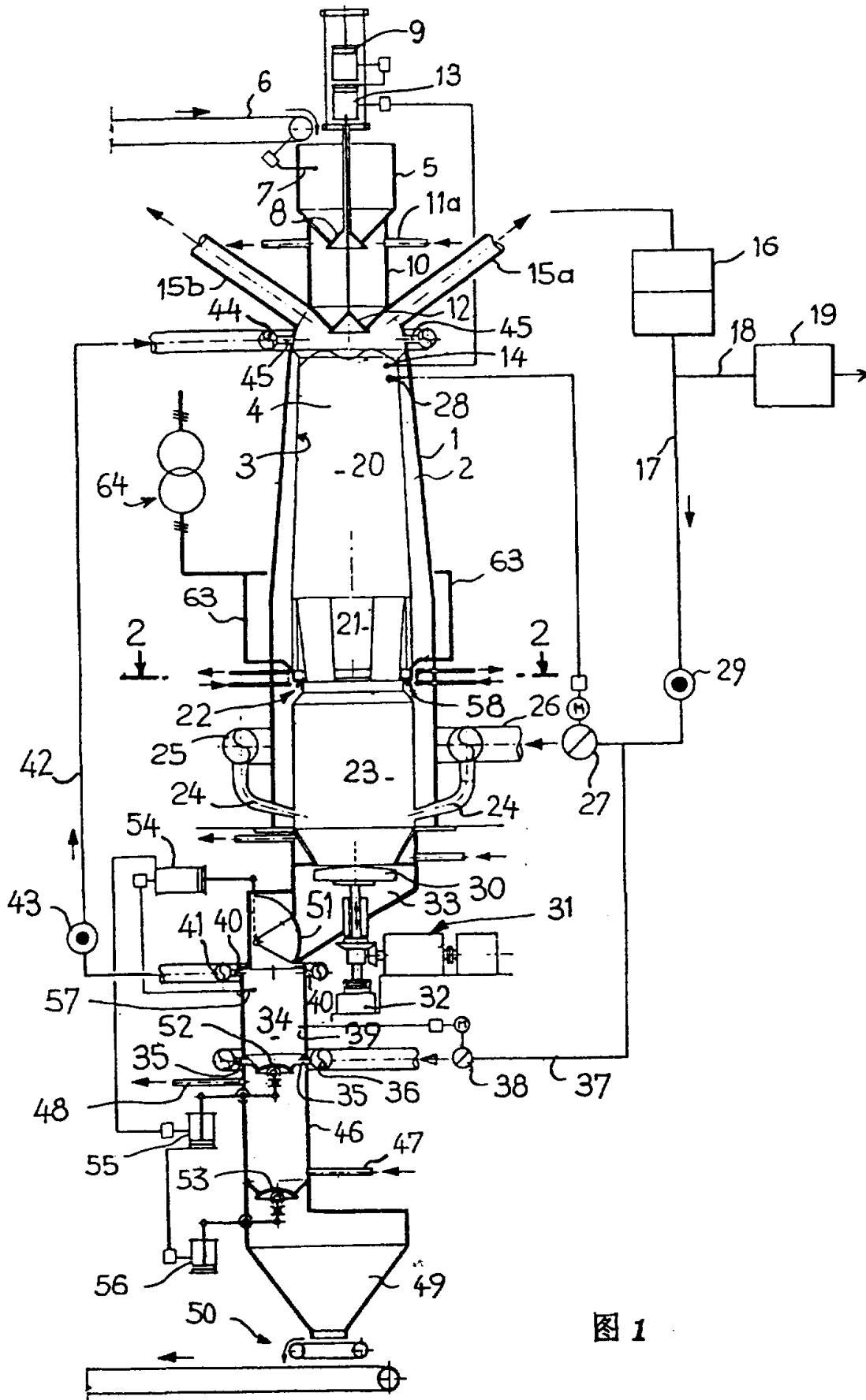


图 1

图 2B

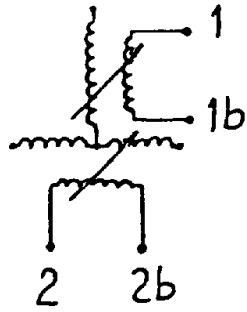


图 2A

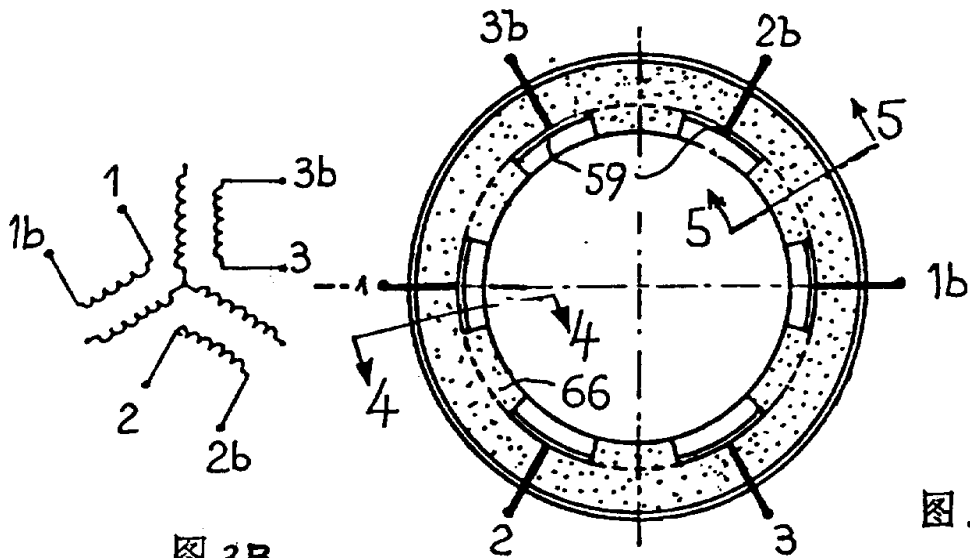
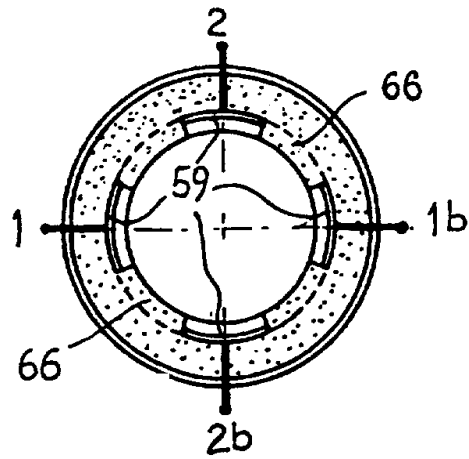


图 3B

图 3A

图 4

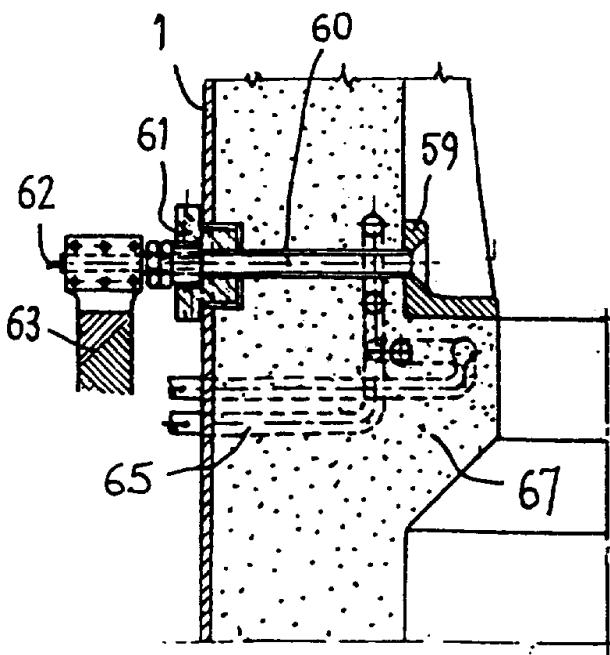
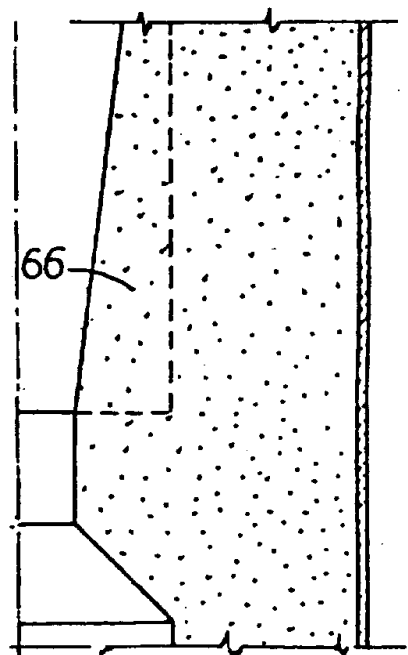


图 5



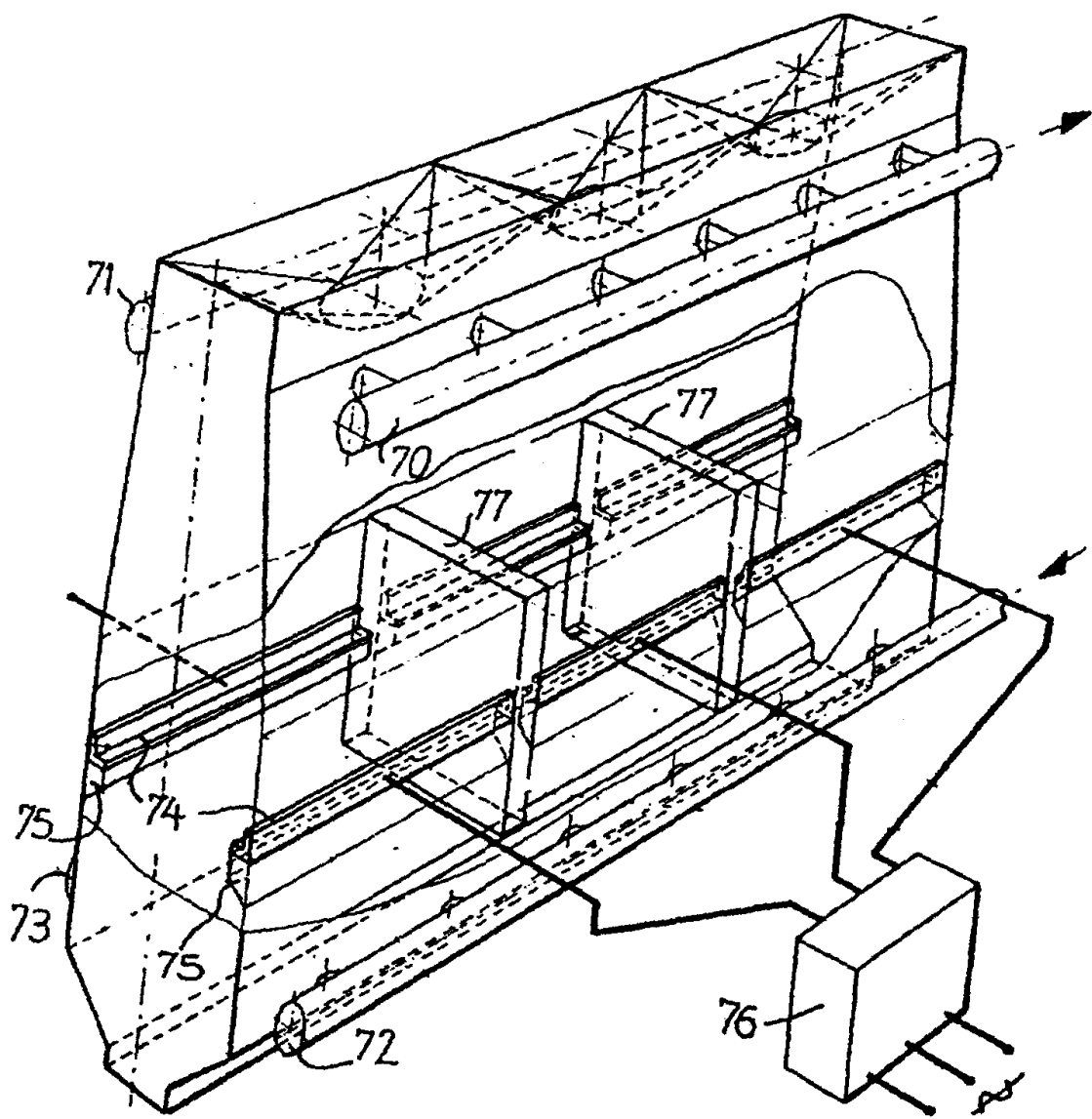


图 6

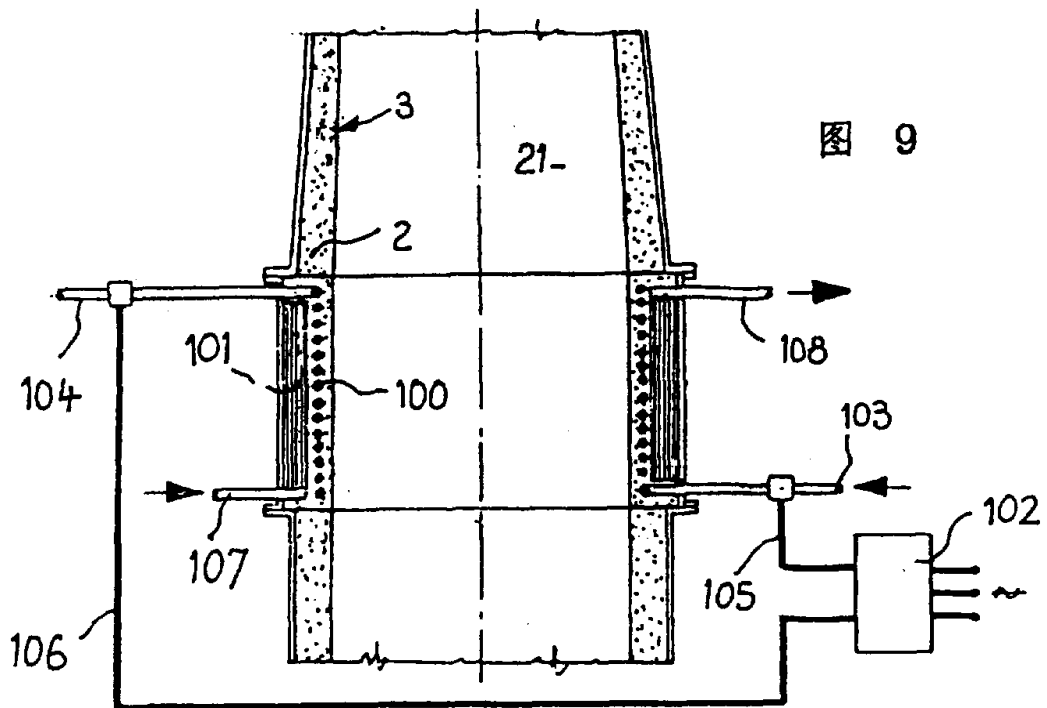


图 9

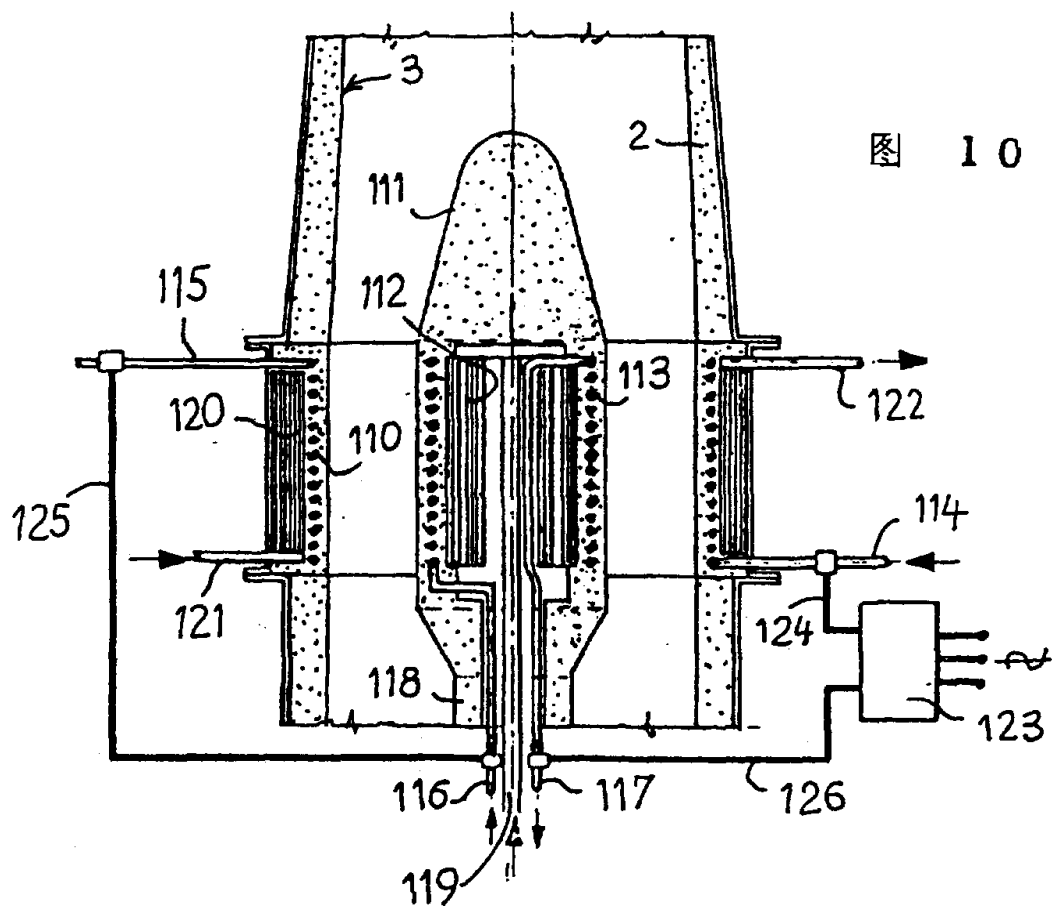


图 10

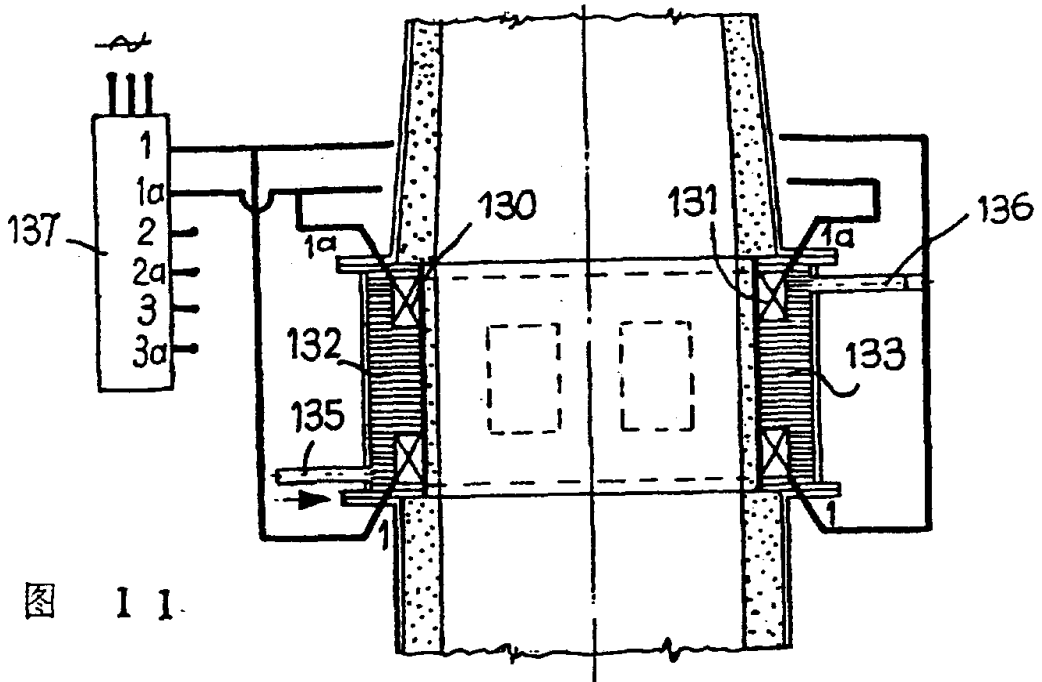


图 1 1.

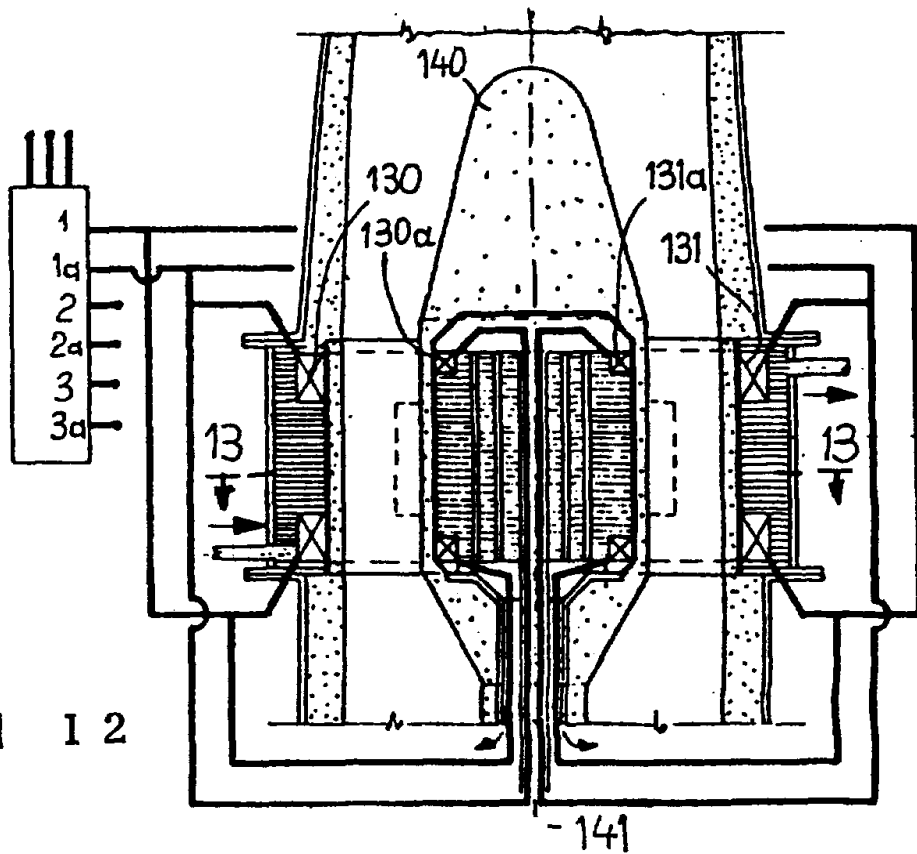


图 1 2

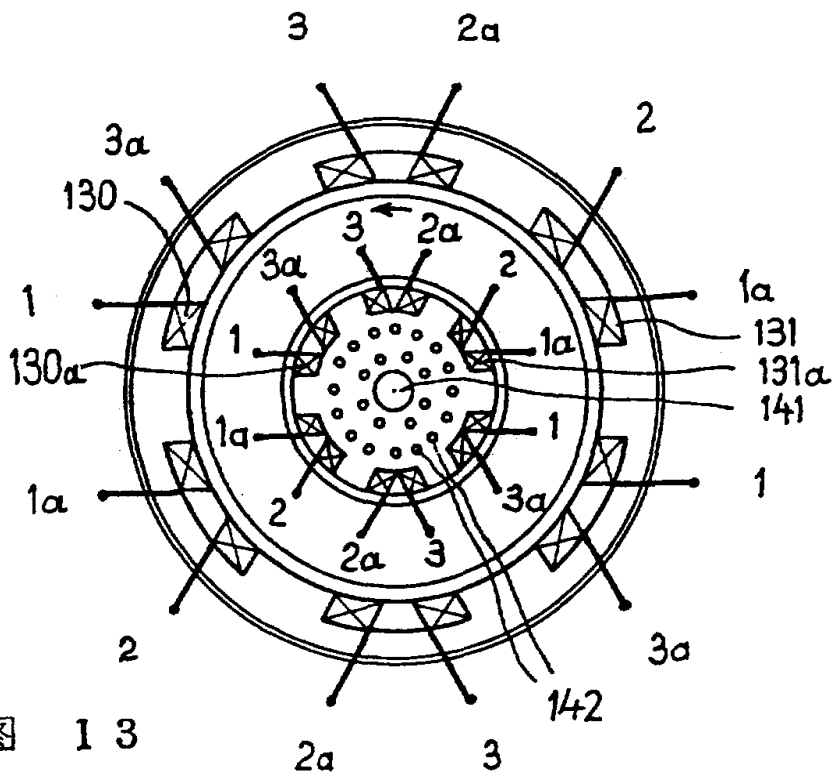


图 13

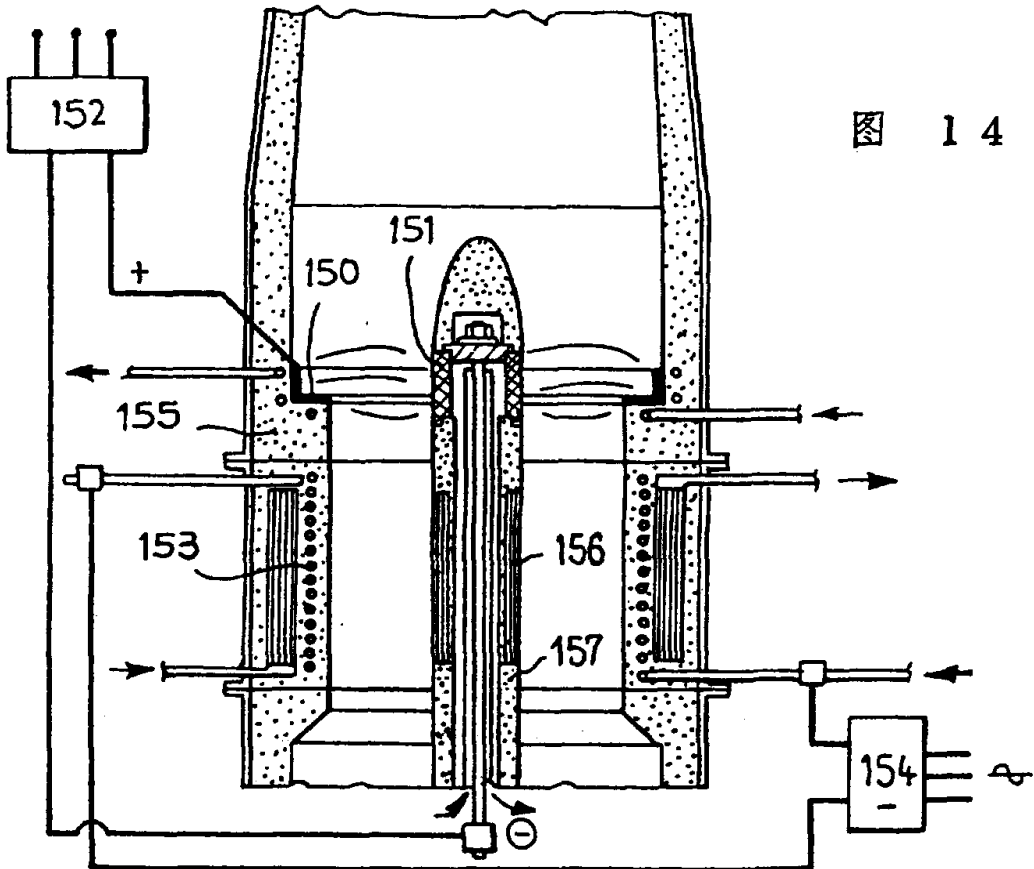


图 14