



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94194407.7

[51]Int.Cl⁶

C21C 1/08

[43]公开日 1996 年 11 月 27 日

[22]申请日 94.12.7

[30]优先权

[32]94.1.4 [33]SE[31]9304347-9

[86]国际申请 PCT/SE94/01177 94.12.7

[87]国际公布 WO95/18869 英 95.7.13

[85]进入国家阶段日期 96.6.6

[71]申请人 新特卡斯特有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 斯蒂格·伦纳特·贝克鲁德

康尼·安德森

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

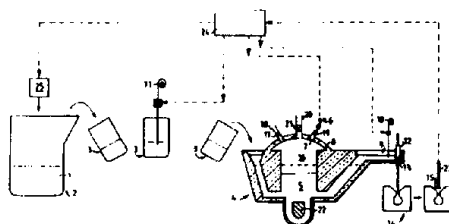
代理人 陈永红

权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 在浇注炉内紧密石墨铸铁生产的控制过程

[57]摘要

一种连续地提供熔融铸铁以铸造紧密石墨铸铁 (CGI) 的过程,包括:生产熔融铸铁的步骤,加入用来调整石墨化能力的剂,如果需要,对铁水脱硫至硫含量小于 0.025%,将铁水送至一个调节炉,在调节炉内,利用铁水的一定补偿量代替从调节炉中排出的铸铁,使铁水的量被维持在一个预定的限度内,将铁水注入铸型或注入浇包,再从所述的浇包浇注入铸型,以及加入石墨形态变质剂和孕育剂,在浇注前取一个铁水的试样,或从铸型中取一个试样,以及当在试样中心和在容器壁附近记录铁水的温度随时间变化时,使试样从这样一个状态凝固,在该状态下试样和容器之间在高于结晶温度的一个温度维持热平衡,同时记录在试样中心及容器壁附近的铁水温度变化以及利用所记录的温度变化以一种公知的方式来确定铸铁的组织性能和石墨化能力,以及当所确定的铸铁的石墨化能力和组织性能与 CGI 的已知的性能偏离时,按照与该偏差的一个预定关系调整加入的石墨化能力调整剂的量,或调整加入的或去除的石墨形态变质剂的量,或者调整加入的孕育剂的量。



权 利 要 求 书

1. 一种为凝固成为紧密石墨铸铁的铸件连续地提供预处理铁水的方法或过程,包括步骤:

I. 生产熔融铸铁

II 加入调整铸铁的石墨化能力的熔剂;

III. 将熔融铸铁送至一个调节炉,在该调节炉中,利用来自上述步骤的熔融铸铁的一定的补偿量间歇地代替从调节炉排出的铸铁,而将在操作中的熔融铸铁的量维持在一个预定的限度内;

IV. 直接将熔融铸铁浇注入铸型,或先注入浇包,再从所述的浇包中浇注到铸型中,

以及,在步骤 IV 之前,如果需要,利用一些适当的脱硫方法对熔融铸铁脱硫(脱硫方法本身是已知的),脱硫至小于大约 0.025% 的一个硫的重量百分点;进一步地,在实施所述步骤 I 到步骤 IV 的一步或多步时,在熔融铸铁中加入石墨形态变质剂和孕育剂,其特征在于:

步骤 III 之后和/或从铸型以及加入所述的处理剂之后至少取一个熔融铸铁的试样,

以及使试样从这样一个状态凝固,即在该状态下试样和容器之间在高于结晶温度的一个温度下基本保持热平衡,同时记录试样中心和靠近容器壁处的铁水温度随时间的变化,以及利用所记录的溫度随时间的变化以一种公知的方式来确定铸铁的组织性能

和石墨化能力;以及

当上述确定的铸铁的石墨化能力或/和确定的铸铁的组织性能偏离相应的公知紧密石墨铸铁的组织性能和石墨化能力的值大于预定值时,按照与上述偏差的一个预定关系,调整在步骤Ⅱ中加入的石墨化能力调整剂的量,和/或调整加入的或去除的石墨形态变质剂的量,和/或调整加入的孕育剂的量。

2. 一种按照权利要求1所述的方法或过程,其特征在于:

在步骤Ⅱ之后,步骤Ⅲ之前,熔融铸铁被送入一个反应的容器,在该容器中石墨形态变质剂被加入熔融铸铁;

如果需要,在调节炉内再次将石墨形态变质剂加入到熔融铸铁中;

在步骤Ⅳ,熔融铸铁被浇注入铸型;以及

步骤Ⅲ后孕育剂被加入到熔融铸铁。

3. 一种按照权利要求1所述的方法或过程,其特征在于:

在步骤Ⅱ之后,在步骤Ⅲ之前,熔融铸铁被送到一个反应容器,在该容器中熔融铸铁被脱硫至小于大约0.025%的一个硫的重量百分点;

在步骤Ⅳ,熔融铸铁被注入浇包,再从浇包浇注入铸型;以及当熔融铸铁还在所述的浇包中时被加入石墨形态变质剂和孕育剂。

4. 一种按照权利要求1或2或3所述的方法或过程,其特征在于调节炉基本上是封闭的。

5. 一种按照权利要求4所述的方法或过程,其特征在于为调节炉提供一种惰性保护气体氛围。

6. 一种按照权利要求 4 或 5 所述的方法或过程,其特征在於给调节炉增压。

7. 一种按照权利要求 6 所述的方法或过程,其特征在於当给在调节炉中的熔融铸铁加入石墨形态变质剂时,减小调节炉内的压力。

8. 一种按照权利要求 1 至 7 中任何一项所述的方法或过程,其特征在於从一个铸型的浇口或浇注系统中取一个熔融铸铁的试样。

9. 一种按照权利要求 1 至 7 中任何一项所述的方法或过程,其特征在於在步骤 IV, 熔融铸铁被注入浇包,再从浇包浇注入铸型,其中 从一个所述的浇包中取一个熔融铸铁的试样。

说 明 书

在浇注炉内紧密石墨铸铁生产的控制过程

本发明涉及一种为凝固成紧密石墨铸铁的铸件提供预处理铁水的方法。

紧密石墨铸铁(下面缩写为 CGI)是这样一种铸铁,当在抛光的一个二维平面上观察它时,其中的石墨呈蠕虫状(也被称为紧密铸铁或蠕虫状铸铁);蠕虫状石墨在 ISO/R945—1669 中被定义为“Form III”石墨或者按照 ASTM specification A247 蠕虫状石墨被定义为“Type IV”石墨。

CGI 的机械性能是灰铸铁和球墨铸铁的最佳性能的结合。CGI 的疲劳强度和极限抗拉强度与珠光体球墨铸铁的数值相当,同时 CGI 的导热性与灰铸铁的导热性相似。尽管如此,CGI 与约占铸铁总产量 70% 的灰铸铁和约占铸铁总产量 25% 的球墨铸铁相比,目前 CGI 只占铸铁的世界总产量的有限的部分。

以前 CGI 的产量有限的一个原因是难以可靠地生产 CGI。难点是在生产 CGI 的过程中 CGI 中的石墨化能力和石墨形态变质元素必须在一个很窄的范围内被同时控制。迄今,借助于大量的实验以及完全凭经验条件和经常性的高昂代价,才使这个控制过程得以完成。SE—B—444,817, SE—B—469,712 和 SE—B—470,091 所描述的方法已经大部分解决了这些困难。SE—B—444,817 描述了一种

包括石墨形态变质剂的铸铁的生产方法,被建立在一种热分析法上的该方法基于一个小而且有代表性的试样的实际凝固过程,该热分析方法能够形成石墨的析出和生长而且最终如浇注时所要求的 CGI 的最佳凝固那样用附加的石墨形态变质元素处理铁水。由于在凝固过程中试样的中心和接近取样的容器壁的铁水的一个位置的温度随时间的变化被记录,因此得到了能用来提供关于浇注过程中凝固阶段的信息的两个不同的凝固曲线。因为这种取样方法提供了快速而又很准确的关于铁水的固有的结晶性质的信息,所以 SE-B-444,817 的主题提供了一种在宏观上控制 CGI 生产的最初的现实可能性。

SE-B-469, 712 讲述了一种 SE-B-444,817 所讲述的方法的改进,在该改进的方法中利用装有一种物质的一种带壁的特殊类型的取样容器,该物质使溶解在靠近该容器的铁水中的镁元素的浓度降低至少 0.003%。这样做的目的是建立一个降低镁含量导致产生片状石墨的界限;关于 Mg 元素,从紧密石墨的形态到片状石墨的转变延续只有 0.003 的百分点的浓度范围,主要从 0.008% 到 0.005%,虽然其绝对的值可随凝固时间而变化。

SE-B-470, 091 描述了 SE-B-444, 817 所讲述的方法的进一步的改进。该专利说明书描述了如何能确定组织被变质处理的铁水的实际的碳当量(C. E)或者石墨化能力,尤其碳当量(C. E)高于共晶点的 CGI。而且再次使用热分析结果来校正或调整铁水的成分。该方法以引入低碳含量铸铁的取样容器坯料为基础,当该容器装有铁水时其中该坯料的尺寸是这样的,即当容器充满铁水时该坯料不完全被熔融。当温度越过 γ 液相线时,做为一种近似的组织被变

质处理的铸铁的绝对温度或相对于共晶温度的实测的和已校准的值的温度差被记录；在该组织被变质处理的铸铁的相图的基础上，铁水的碳当量(C. E)被确定。

这些专利说明书的所讲的内容基本上代表了以工业规模为基础的相同质量的 CGI 的生产方法的技术状况。对于在例如 DE—A1—29, 37, 321(stefanescu), DE—C1—34, 12, 024(Lampic)或 JP—52, 026, 039(Komatsu)中所描述的老式的方法，这几乎是不实际的，因为这些老式的方法充满了废品的问题。然而，如上所述，CGI 的生产仍然是很有限的。导致这样的一个重要原因是迄今还不能在一些连续或半连续的过程中可靠地控制 CGI 的生产，而只能在断续的过程中控制 CGI 的生产。

这里“连续过程”的基本意思是连续地提供凝固成 CGI 的铁水的过程，例如浇注被设置在连续移动的铸型生产线内的铸型，即，没有任何装原料或移动被处理的铸铁的过程的间断并从中能连续地获得这样的不间断铁水流的过程，与“批量生产过程”不同，“批量生产过程”的意思是凝固成 CGI 的铁水的各部分的生产 and 分配随意地跟着一个接下来的类似的断续的操作；“半连续的过程”意思是包括一个断续的子过程和一个连续的子过程的一个总的过程，例如，一个包括断续的处理过程和一个向反应容器装原料的过程，从该反应容器中可以连续地获得最终的产品，即，没有任何间断，在本案中，意味着在一个连续移动铸型生产线上选择生产 CGI 的连续的铸件但其也能够生产 CGI 的独立的铸件。

一个批量生产过程和一个连续或半连续的过程之间的一个重要的差别是在批量生产过程中，产品性能基本上不能从一个产品到另

一个产品改变和调整,而只有当准备一批新的原料时产品性能从一个产品到另一个产品被改变或调整,而在至少包括一个被控制的连续的子过程的一个过程中这样的改变和调整基本上随时随地都能进行;在本案中,是在浇注前生产过程的最后的可能阶段通过对铁水中的孕育剂(也可选择石墨形态变质剂)的含量的在线控制而影响生产过程的,这将在以后更详细地讨论。为了简单起见,以及证明上述所讨论的差别,在本说明书中“连续过程”的概念和“半连续过程”的概念将被包括在“连续过程”一词中。

为了经济利益,近似网状的铸造金属或合金的大规模的生产早晚需要一种连续的制造过程,这个事实对于本领域普通技术人员来说是显而易见的,连续过程对于批量生产过程来说具有许多优点,这对于本领域普通技术人员来说是清楚的。从逻辑上讲,例如,连续制造方法的优点在于“稠密部分”(congested sections",或者“涌塞(bottlenecks")的潜在危险在生产链中大大地减少,并能提供生产设备最佳的经济用途。

如在引言中所述的,仍然利用断续过程而不用连续过程生产CGI的主要原因之一是因为老式技术的过程的控制问题不便于可靠的连续的CGI生产过程。

在这个领域内的有实际意义的所有技术改进都有朝着解决断续制造过程的问题的方向。前面所述的专利说明书描述的方法是控制和调整有限量的(即,一个批量)给定铁水成分。从这批量中取出一个试样进行热分析,如果热分析的结果与所规定的数值不符合,那么整批量的组分被校正,即,如果这校正是完全可能的;如果该批量的组分不能被校正,那么整个批量被转移走。

取样以及校正铁水的组分之后，铁水按照已知的方法尽可能快速地浇注，通常在 5—20 分钟之内。当等待的时间过长时铁水内的许多附加物起化学反应而且在铁水保持的温度下变得不活泼。这样，批量生产过程的条件不允许对于每一批量多于一次的取样机会，而且过程中断是不允许的。试样从一个移动的浇包中获得以及在分析试样的时间过程中铁水有被除渣的时间和被送至最终处理的位置的时间，在那里该分析结果被用来对浇注前的铁水进行一些必要的调整。终止的热分析是不合适的因为这将减少可利用的浇注时间。这样，现有的工艺过程虽然在许多方面是有优势的，但是它对连续制造过程似乎没有形成好的基础，因为按照所述的以前的工艺对于产品性能的直接控制没有提供机会，只是当时对一个批量调整。

在批量生产方法过程中，在该过程的早期阶段于铁水中加入孕育剂和石墨变质剂的主要的量，之后实施热分析取样过程以及浇注前立刻对铁水成分调整。由于孕育剂的作用有限，孕育剂主要的量必须显著地大于与在待浇注的铸铁中所要求的含量相对应的量，因为孕育剂具有有限的效果；孕育剂促进石墨晶体的形成，但如果铁水的浇注和冷却不突出，那么许多所形成的晶核在铁水中再次溶解或在物理上例如因漂浮作用晶体核被从铁水中排出。将孕育剂的用量减少到与被浇注的铸铁中所要求的含量相应的量当然是所希望的。

被加入该过程内的存在于铁水中的硫的量必须被保持在一个低的水平；硫本身在 CGI 中是不希望得到的，因此在该过程中无论如何硫本身必须被消除。高的硫含量也将降低热分析的准确性。存在的硫同 Mg 反应，Mg 是用在该过程中的石墨形态变质剂。如在 SE

—B—469,712 中所提供的内容,只有以元素的形式被溶解的 Mg 有使石墨形态改变的作用。在分析测量的结果时,一个高的硫含量引起关于加入的 Mg 的主要部分与在取样时存在的硫是否或没有完全反应的误差问题,以及关于铁水需要被校正的范围的误差问题。找到减少或消除这些误差的方法当然是所希望的。

本发明的一个目的是借助于一个实施过程控制的改进的方式,提供一种 CGI 的连续的生产方法,该方法具有上面所指出的希望得到的性能。

这个目的由权利要求 1 所述的方法来达到。

所述的发明方法的实施例由从属权利要求限定。

由于脱离在以前的工艺发展的方向以及代替用热的方法分析被充分处理的铸铁,而使上述问题得以解决,并且利用一个连续过程能够生产 CGI。

按照本发明,只是在浇注前孕育剂需要被立刻精确定量加入,而这在常规方法是不可能的,在常规方法中在过程中孕育剂被大量地早加入,必需过量。而在本发明中,则是测量充分被处理的铸铁的结晶的能力,测量的结果用于孕育剂加入的反馈控制,孕育剂的加入在处理过程的可能的最后阶段完成,以便于优化加入该系统的孕育剂量。因为孕育剂通常包括 $FeSi$,这将影响碳当量(C.E)的值,因此该结果也被反馈到步骤 II 并用来增加或减少调整所需要铸铁的碳或/和硅含量的处理剂的加入。当实施本发明时,如果需要,为铁水提供高的含硫量是较容易的。在将熔化的铸铁送进调节炉之前可以设置一个脱硫步骤,或者作为一种选择,也可以加入定量的石墨形态变质剂,此外还有一定量的改善组织性能的变质剂,其中也包括与铸铁的

硫含量相应配比的量,这样,所有的硫到过程结束基本上被反应,以便 CGI 在熔解状态下不含有硫。如前所述,这个反应不是瞬时的而且损害在过程中所取的试样。当实施本发明时,在过程结束时从铁水中取样,一般铁水在调节炉内保持很长一段时间。随着每新的一批铁水被送至调节炉,所述的新的批量的铁水的有效的硫浓度通过与存在于调节炉内的较低有效硫浓度的铁水混合而被减少,以及加入的硫在取样前被付与了更完全的反应时间。

步骤 I 的铁水的生产在一个熔化器内适当地完成,例如冲天炉或电炉,以及铁水的生产可由一个具有熔炼和处理炉的双联法组成。用于生产浇水的原材料可是碎铁,生铁原材料,回炉铁,或者其它常规的铸铁炉料,或者以上这些的结合;尽管不希望,原材料仍可有相对高的含硫量。

在步骤 II 铁水的碳当量 (C. E) 通过碳和/或硅或低碳铁来调整,碳和/或硅或低碳铁加入的量与它被浇注的铁水的热分析的结果相一致;碳当量 (C. E) 被调整的原理基本上按照 SE-B-470,091 所描述的方法。

按照本发明的一个实施例(下面被称为实施例 A),铁水被送入到一个反应的容器内,通常是一个浇包,在该反应容器内铁水经历一个基本处理过程,在该基本处理过程中基本上按照 SE-B-444,817 和 SE-B-469,712 所描述的方法,根据上述分析结果的量加入例如象 Mg 的一种石墨形态变质剂。镁可用一些适当的常规的方式被加入到铁水中。含镁合金(例如 FeSiMg 合金含有 45—60%Te, 40—70%Si 以及 1—12%Mg)可被用于一个所谓的夹层方法(即,合金被放在反应的容器的底部,铁水在合金上浇注),因为纯 Mg 产生

较少的渣,最好加入纯镁。纯镁可以例如线的形式被加入,或在一个所谓的 GF—转换器(GF=Georg Fisher AG) 中被加入。如上所述,不需要在基本处理过程中包含一种孕育剂,尽管在基本过程中包含加入孕育剂也无关紧要。

一旦完成上述选择的基本处理过程,即进行铁水除渣以及将铁水送至一个调节炉,该炉可以是一个开放式炉,例如,该过程调节是利用一个连续的渣层保护铁水以防止被空气氧化,不过最好用一个封闭式的炉,该炉最好设有一种惰性保护气体的氛围。这减少了所不希望得到的铁水成分的氧化,特别是象 Mg 那样的容易被氧化的石墨形态变质剂。当利用一种保护气体时,可利用诸如氮气或一种惰性气体,或上述气体的混合气体的那样的不氧化气体。

按照本发明的一个实施例,所用的封闭式的调节炉最好是增压的。除了使该炉增压以及进一步减少空气进入调节炉内的铁水之外,在构建调节炉时使炉压能够调节,以便以一种有利的方式控制铁水向铸型的排空,这将在下面更详细地描述。

该炉例如可是由 ABB 公司出售的 PRESSPOUR 型炉。被加入的单批的铁水在调节炉内与已存在的铁水混合。

炉内的铁水含量的再次充填一般可到达大约 25%,因为发现这种翻转水平具有好的量均衡效果。

按照实施例 A,进一步的石墨形态变质剂,例如 Mg,如需要可加入调节炉内的铁水中。镁可以钢包镁芯线或棒的形式加入,线或棒通过炉的外壳或盖上的一个可封闭的开口加入炉内。如前面的加入物一样,加入该装置 Mg 的量由在铸型中或其上游充分处理的 CGI 的热分析结果所控制。当至少一定量的石墨形态变质剂加入铁

水中时在铁水中有产生气体的危险,例如象 Mg , 当其被加入铁水中时容易气化。当调节炉被增压时产生的气体容易破坏增压控制系统。因此, 当在调节炉内将石墨形态变质剂加到铁水时, 调节炉内的压力最好减小。

在另一个实施例(下面相对于实施例 A 被称为实施例 B), 铁水在被浇注到铸型以前被从调节炉送至一个小的浇注的浇包里, 石墨形态变质剂的总量按照上述铁水调整原理被加入所述的浇包内, 即装在调节炉内的基本铁水在先不利用 Mg 处理。

生产步骤的工序被热分析取样中止。取样最好在浇注槽或在浇注系统, 虽然也能从浇注液流取样或者如从一个浇注的浇包中取样。取样可是人工地, 例如利用一个手持喷管, 或是全自动地或是半自动的, 在这里半自动的取样意思是实际样品自动取出而取样器由人工变换。取样的装置例如可是在 $SE-B-446,775$ 所描述的一种。由于在从调节炉取出的铁水能提供一个表示炉的含量的热分析结果之前, 为了能使已存在于调节炉内的铁水与被加入该炉内的每一批新的铁水混合, 必须经过一个给定的时间段, 因此在取样前, 调节炉的每批铁水的再次充填之后必需使几个铸型(一般大约 4—5 个铸型)通过。另一方面, 就实施例 A 来说, 必须以一个速度取样, 该速度足够快以确保分析结果能用来改善下一个基本处理过程。确定混合时间的持续时间时, 必须考虑这些重要的参数, 包括充填铸型所用的时间, 铸型的容量, 调节炉的尺寸以及基本处理要完成的可利用的、浇包的尺寸。

开始本过程所用的步骤大部分取决于起始条件: 例如开始本过程之前车间可用来生产灰铸铁或球墨铸铁, 或调节炉可或多或少装

有铁水。无论哪种情形,首先调节炉装有铁水,可选择用 Mg 做基本处理,直至铁水的硫或/和附加物的浓度基本上在 CGI 生产的校正范围内。该炉充填铁水一般靠经验,同时可选择性地借助取自出铁口样品的化学分析。

按照实施例 A,首先该炉被充填的铁水占炉子容量的大约 $3/4$,直到得到一个孕育剂的稳定和均匀的水平后,铁水被排出,这个水平一般合适 2—4 个铸型,此后浇注被暂时中断以及取一个热分析的试样。热分析的结果影响在反应容器里的下一批量铁水的基本处理,以后铁水充满调节炉,分析结果显示为了快速调整该系统在调节炉内将 Mg 加入铁水的可能的需要,此后生产开始。在操作中有计划的或不希望得到的中止时,炉内压力减小,然后停止生产,以便于炉出铁口内的铁水退回炉内,于是降低 Mg 的衰弱或氧化。由于在炉内每单位时间的衰弱率是已知的,所以能计算出在中止阶段活泼 Mg 的减少。于是中止后 Mg 的相对的量能被加入铁水中,生产重新开始。

当实施实施例 B 时,开始和停止程序基本上与前面所适用的步骤一样。浇包应被重新加热。中止时,如果可能浇包应被排空而使被铁水进入铸型或中止后在几分钟之内返回调节炉内,如果更长一些的停止,浇包要重新加热;当重新开始生产时,浇包被简单地再次充填。

现在将参照一些例子更详细地描述本发明方法,同时也参照附图,在附图中同样的附图标识代表同样的对象。

图 1 是按照本发明的方法的实施例 A 的原理性示意图;

图 2 是一个控制图的实例,该图用于在实施图 1 方法时控制铁

水中的石墨形态变质剂的含量；

图 3 是类似于图 2 的控制图的一个例子，但只是涉及铁水中孕育剂的量；

图 4 是按照本发明的方法的实施例 B 的一个原理性示意图；

就图 1 所说明的实施例来说，该实施例是前面所描述的实施例 A 的一个实例，在炉 2 内有先准备的铁水 1。在这种情况下，由铁屑产生铁水。如 25 所示，在铁水中加入碳和/或硅和/或钢来调整在炉 2 内的铁水的碳当量(C.E)。接下来铁水被移到一个浇包 3 内，在浇包 3 内铁水经过一个基本处理过程，该过程包括以一些合适的形式加入镁 11。这个基本处理之后，从熔体表面去除渣，铁水被送至和引入一个封闭的调节炉 4，在调节炉 4 中维持一种增压的惰性气体氛围，该调节炉 4 是由 ABB 公司所出售的商标为 *PRESSPOUR*[®] 的所谓的压力浇注型的调节炉。铁水以一种被控制的方式从该炉流出，或是用在气体输送管 18 上的一个滑阀 17 或是用安装在出铁口 9 内的放出液体的孔 13 内的塞杆 12 来控制炉体空间 16 内的气体的过压，或者是利用这些控制方法的组合。利用一个感应加热元件 22 加热铁水 5 而且同时铁水 5 在某种程度上也被再次混合。被引入调节炉 4 中的一批铁水与已经存在于调节炉内的铁水 5 混合。当该过程连续时该调节炉最大容量的大约 75% 被利用。如需要可以再向炉 4 中加入镁。镁是以钢包镁芯的线或棒 6 的形式加入的，线或棒 6 通过在炉子外壳 8 上的一可封闭的开口 7 被加入炉 4 中。同其它加入物一样，镁的加入量也通过浇注的 CGI 的热分析结果加以调整。开口 7 装有一个滑阀或盖 19。该装置还包括一个排烟道 20(可选择用开口 7 代替)，通过排烟道 20，在炉的环境里的 MgO 粒子， Mg 汽

化物及其它气体被排除,排烟道 20 装有安装在外壳 8 里的一个滑阀或盖 21。在操作过程中为了不断地输送气体,阀 17 打开,而阀 19 和 21 关闭。当需要将 Mg 线 6 加入炉中时,先使炉内的压力降低,使出铁口 9 内的压力降至虚线所示的位置,这个操作过程用大约 10—70 秒完成,然后排烟道 20 内的阀 21 和镁进给阀 19 打开,这个过程用时大约 5 秒。Mg 芯线 6 被加入该炉大约 30 秒。然后阀 19 和 21 关闭,该过程再用 5 秒。最后,阀 17 打开以及压力被增至正常操作水平,该过程用大约 20 秒。这样将 Mg 棒 6 加入调节炉所用的时间总共大约为 70 秒。排出铁水前按照上述调整原理将孕育剂 10 立刻送入该炉的出铁口 9。利用塞杆 12 控制从炉 4 排出的铁水。最后利用一个取样装置 23 取样进行热分析而使方法步骤中断,这里不详细地描述。在所描述的情况中,在一个铸型 14 的浇注槽或浇注系统 15 里取样。为了确保分析结果表示炉的含量,取样前,调节炉的每一次再次充填以后允许通过 4—5 个铸型。利用一个计算机 24 分析试样,在这里不详细地描述;虚线箭头表示从计算机 24 出来或到计算机 24 去的信息的流动。

按照下面所描述的理论对该系统的石墨形态变质剂的加入适应地进行调整,在此参照图 2 的控制图,在图 2 中石墨形态变质剂的含量的控制值被作为时间的函数标在 y 轴上,时间被标在 x 轴上。 y 坐标的正值表示对于石墨形态变质剂的控制量的过量,负值表示缺乏。当 $y=0$ 时,控制量与 x 轴重合。参照标号有下列意义:

100=标准上限(*upper specification limit*)

110=控制上限

120=控制下限

130=标准下限(lower specification limit)

当实际值在控制限之内(即在线 110 与 120 之间)而且趋势不偏离该区域时,Mg 的加入量没有变化,与前面过程相同的 Mg 的量被包括在下一基本处理过程中。如果实际值在控制上限 110 上,在标准上限 100 下,在下一基本处理过程中 Mg 的加入量减少,如果实际值在相对较低的范围内(在线 120 与 130 之间),在下一基本处理过程中 Mg 的加入量增加。如果实际值在标准上限 100 之上,铁水不再从调节炉排出直到 Mg 含量减弱(有意的)或者炉内的铁水被含镁量较低的铁水稀释直到镁含量达到一个合格的水平。同时给一个废品警告,如果调节炉容量不足,则在现存的铁水中可加入 Mg 含量少的炉料。当实际值降至标准下线 130 之下时也中止从炉排出铁水,这时在炉内加 Mg 线,此时发出一废品警告。

用相似的方式控制铁水的孕育剂的加入。图 3 的参照标号的意义与在图 2 相同。如果实际值在控制限内(在线 110 和 120 之间)以及趋势不偏离该区域,对于加入该系统的孕育剂的量不变。如果实际值在控制限外,在调节炉的出铁口的加入铁水的孕育剂的量或增加或减少;当实际值在标准限外(分别是线 100 和 130)也给出一废品的警告。

对于如图 4 所描述的实施例,是前面描述的实施例 B 的一个例子,在一个炉 42 内准备铁水,然后铁水送至一个容器 43,在容器 43 中铁水按照一些已知的适用的方法被脱硫至大约 0.005—0.01% 的 S 的重量百分比,同时为了调整铁水的碳当量(C. E)值加入重量百分比为大约 3.7% 的碳。接着,从铁水表面除渣以及铁水被送至和引入一个增压的调节炉 44(与实施例 A 的炉 4 相似),它具有大约 6—

65 吨的容量,按照实施例 A 所示的方法以一种控制方式从炉中排出铁水。被加入调节炉 44 的铁水的批量与已存在其中的铁水 45 混合,同时也可选择地加入合金化元素(例如 Cu 或 Sn);这些合金化元素也可或交替地在过程的其它一些合适占被加入,铁水被注入一个小的处理或浇包 60。然后浇包内的铁水用 Mg 芯线 46 处理和浇注铸型 54 之前用孕育剂 50 处理。上述方法步骤由从铸型 54 的浇注槽或浇注系统 55 或从浇包 60 取一热分析的试样 63 而中止。Mg 和孕育剂的加入由浇注的 CGI 的热分析结果控制。这些与图 2 和 3 有关的控制和调整理论也基本上适用于这个后来的实施例的情况。

对于本领域普通技术人员,应当理解的是本发明不是对这里所描述的和阐明的实施例进行限定,在本发明的范围内所描述的方法在许多方面能被改进。例如,为了使调节炉的给料可靠,在选择的基本处理后实施一个附加的热分析取样。其它方法理论,装置、部件、处理剂等等如上面所指出的那样当然也可在本发明的范围内使用。

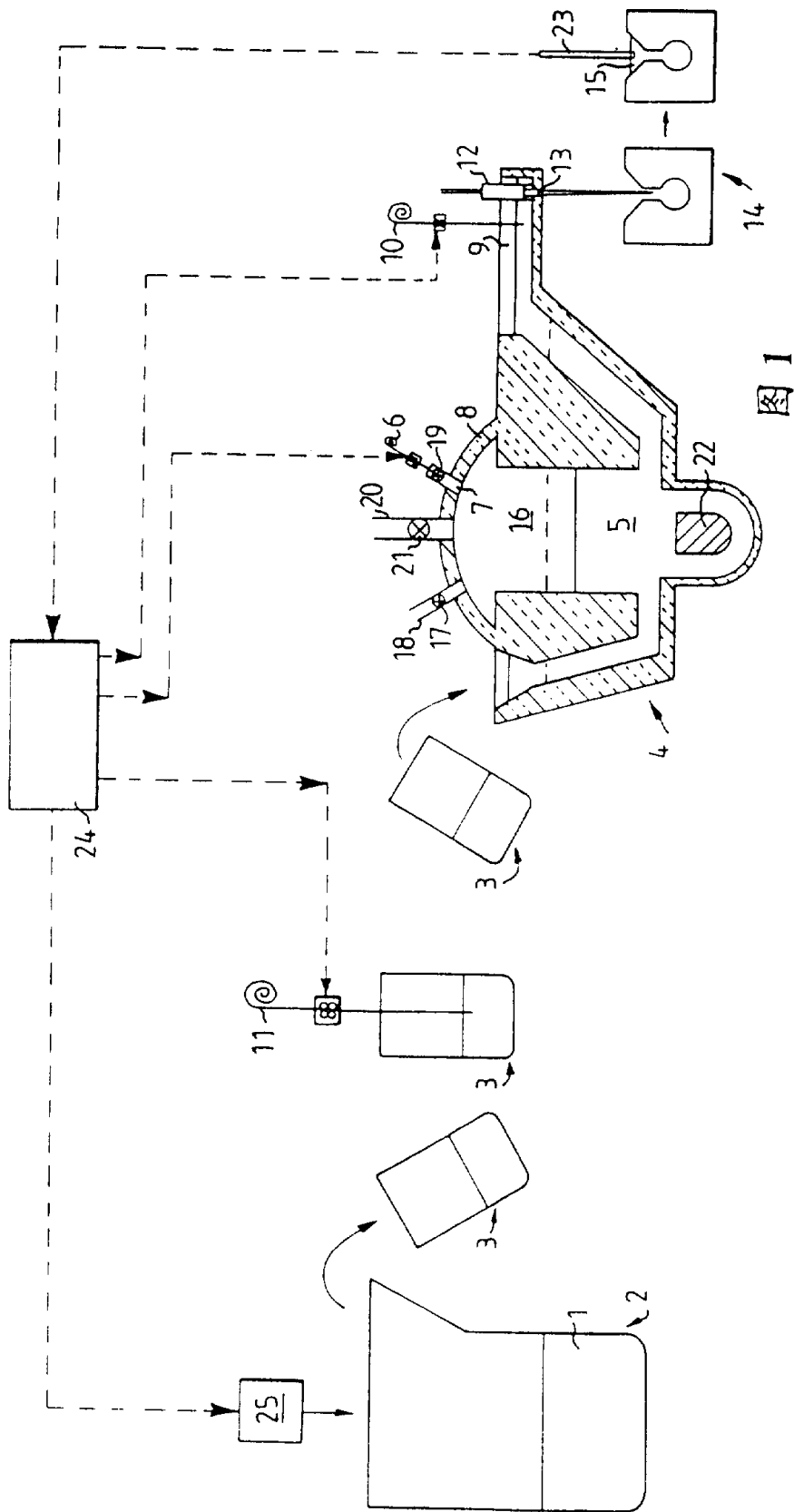


图 1

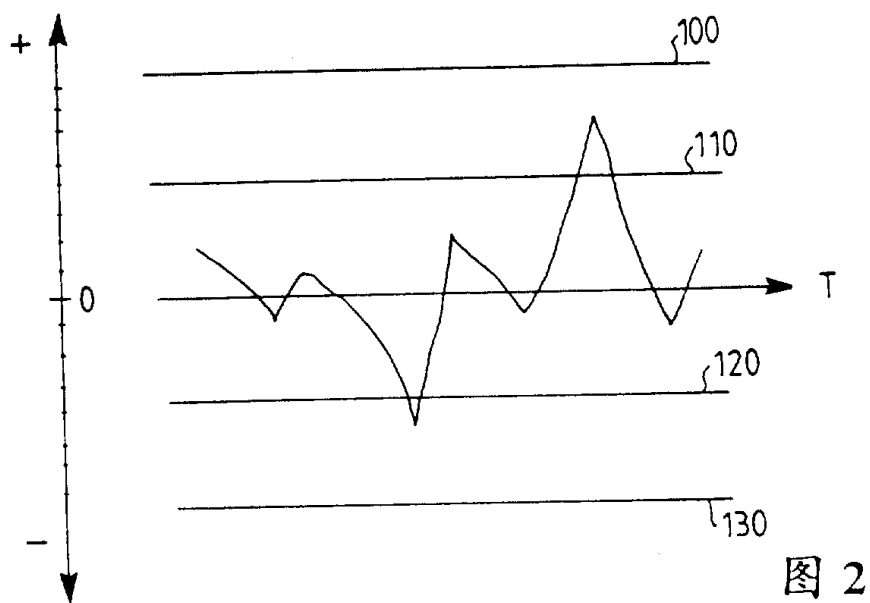


图 2

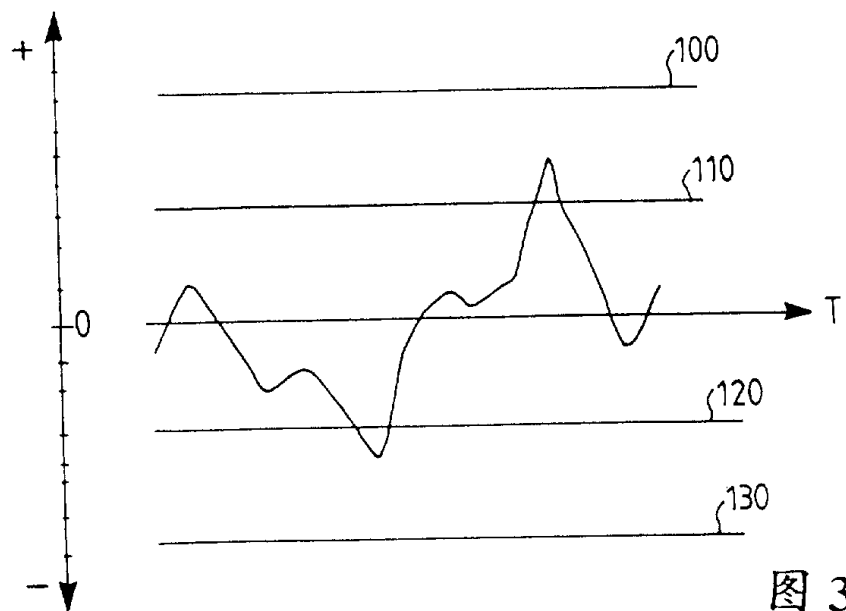


图 3

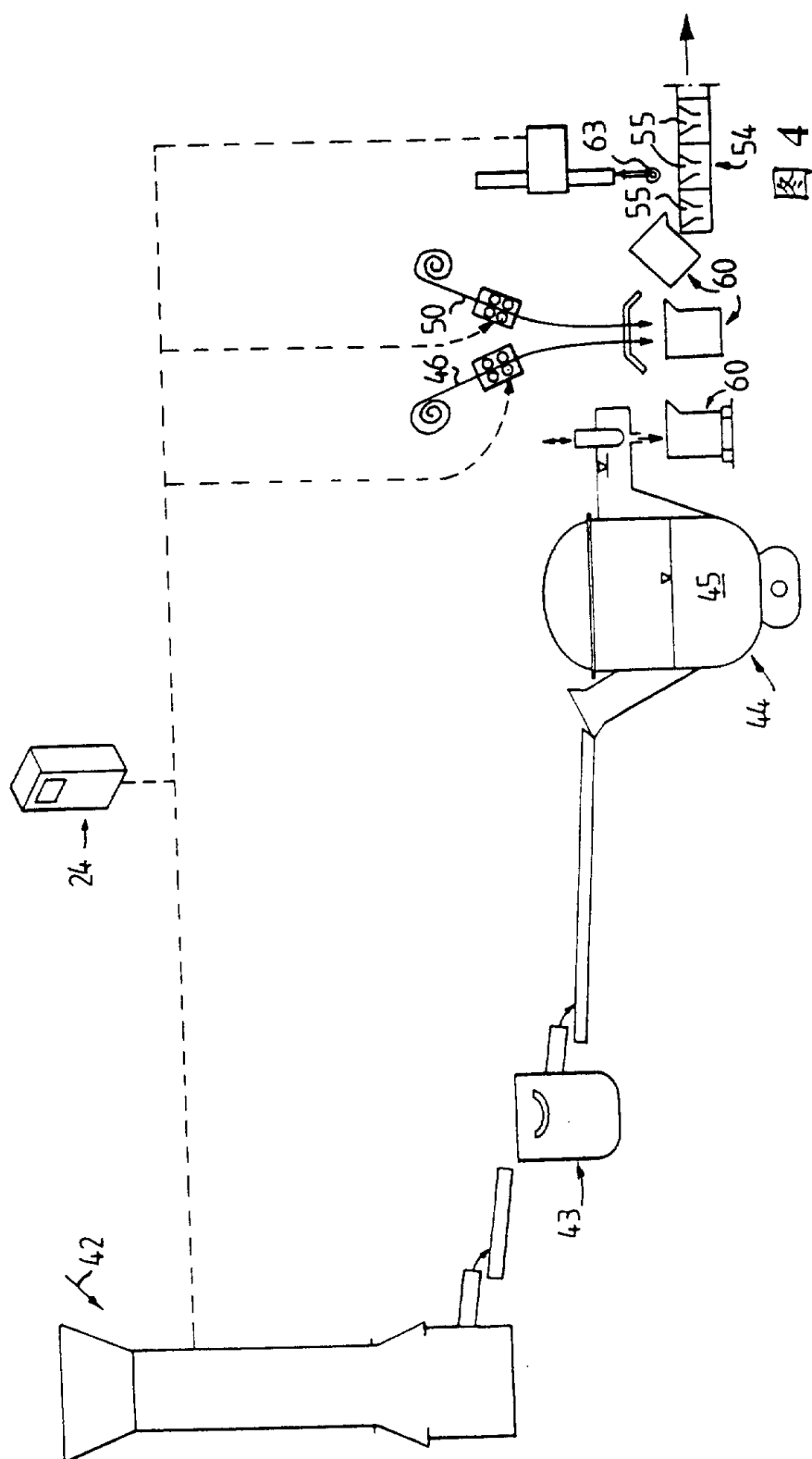


图 4