

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 33/38

G01N 21/35



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03823410.6

[43] 公开日 2005 年 10 月 19 日

[11] 公开号 CN 1685229A

[22] 申请日 2003.7.30 [21] 申请号 03823410.6

[30] 优先权

[32] 2002.7.30 [33] NL [31] 1021182

[86] 国际申请 PCT/NL2003/000547 2003.7.30

[87] 国际公布 WO2004/011935 英 2004.2.5

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.30

[71] 申请人 希帕视觉有限公司

地址 荷兰格罗宁根

[72] 发明人 约普·达尔斯特拉

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

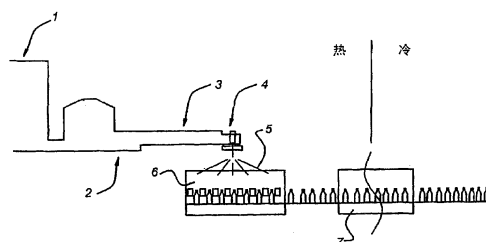
代理人 夏青

权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于测量和控制玻璃制品生产过程的
的分析系统及方法

[57] 摘要

描述了一种分析和控制玻璃制品的成形工序的分析系统。该分析系统包括红外敏感测量系统和与之通信的处理器，该红外敏感测量系统被配备用以在玻璃制品的成形工序后立即测量从热的玻璃制品发出的红外辐射，该处理器被配备用以根据测量系统所确定的信息来确定玻璃制品中的热分布。由于该红外敏感测量系统只对所谓的近红外线(NIR)区内的辐射敏感，因此能够测量到从玻璃壁内部发出的辐射。这使得可能实现新颖的分析方法，利用这些方法，特别是可以分辨玻璃壁厚度的变化与温度的变化。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种分析和控制玻璃制品的生产过程的分析系统，该生产过程包括成形工序和冷却工序，该分析系统包括红外敏感测量系统和与之通信的处理器，该红外敏感测量系统被配备用以在玻璃制品的成形工序后立即测量从热的玻璃制品发出的红外辐射，该处理器被配备用以根据该测量系统所确定的信息来确定玻璃制品中的热分布，其特征在于该红外敏感测量系统（30）只对近红外线范围内的辐射敏感。

2. 根据权利要求1的分析系统，其特征在于，该红外敏感测量系统（30）对900至2800毫微米之间的波长敏感。

3. 根据前述权利要求中之一项的分析系统，其特征在于，该红外敏感测量系统（30）包括至少一个红外传感器（32）和至少一个近红外线滤波器（34）。

4. 根据权利要求3的分析系统，其特征在于，该近红外线滤波器（34）的传输特性取决于玻璃制品的颜色以及具体的材料成分。

5. 根据前述权利要求中之一项的分析系统，其特征在于，该处理器（38）被配备用以执行下列步骤：

（a）把玻璃制品（18）的图像细分成至少两个测量区（40，41，42，43，44）。

6. 根据权利要求5的分析系统，其特征在于，该处理器（38）被配备用以执行下列步骤：

（b）对连续的玻璃制品（18）确定不同测量区的平均强度值。

7. 根据权利要求6的分析系统，其特征在于，该处理器（38）被配备用以执行下列步骤：

（c）对于至少两个测量区，由为在时间上连续成形的若干玻璃制品（18）所确定的平均强度值确定一当前平均值；

（d）对于该至少两个测量区中的每一个测量区，记录当前强度或是当前平均强度与一个参考值之间的任何偏差；

（e）比较该至少两个测量区之间的任何偏差；

（f）如果有任何偏差就产生一错误信号。

8. 根据权利要求7的分析系统，其特征在于，如果在第一个测量区中出现正偏差而在第二个测量区中出现负偏差，则该错误信号表示偏差玻璃厚度。

9. 根据权利要求7的分析系统，其特征在于，如果对于所有测量区都出现正偏差，或是对于所有测量区都出现负偏差，则该错误信号表示偏差玻璃温度。

10. 根据权利要求6的分析系统，其特征在于，该处理器（38）被配备用以对至少一个测量区执行下列步骤：

（c）通过将平均强度值的图绘制为连续的玻璃制品（18）的函数来确定加工曲线，即若干个操作台（14）；

（d）借助于最佳拟合曲线来确定冷却曲线；

（e）记录当前加工曲线与该冷却曲线之间的任何偏差；

（f）如果有任何偏差就产生一错误信号。

11. 根据权利要求10的分析系统，其特征在于，该错误信号包

含有关成形工序期间的可能原因的信息。

12. 根据权利要求 1-3 的分析系统, 其特征在于, 该处理器(38) 被配备用以记录玻璃制品中的热分布中的局部不连续性。

13. 一种分析和控制玻璃制品的生产过程的方法, 包括:

- a) 提供用来确定热玻璃制品中的热分布的测量装置;
- b) 在热玻璃制品进入冷却室前测量从这些热玻璃制品发出的红外辐射;
- c) 根据测得的红外辐射确定玻璃制品中的热分布, 其特征在于, 该测量装置(30) 只对近红外线范围的辐射敏感。

14. 根据权利要求 13 的方法, 其特征在于, 该测量装置(30) 只对 900 至 2800 毫微米之间的波长敏感。

15. 根据权利要求 13 的方法, 其特征在于, 该测量装置(30) 包括至少一个红外传感器(32) 和至少一个近红外线滤波器(34)。

16. 根据权利要求 13-15 中之一项的方法, 其特征在于, 该方法包括下列步骤:

(d) 把玻璃制品(18) 的图像细分成至少两个测量区(40, 41, 42, 43, 44)。

17. 根据权利要求 13-16 中之一项的方法, 其特征在于, 该方法包括下列步骤:

(e) 对于连续的玻璃制品(18), 确定不同测量区的平均强度值。

18. 根据权利要求 13—17 中之一项的方法，其特征在于，该方法包括下列步骤：

(f) 对于至少两个测量区，由为连续成形的若干玻璃制品 (18) 所确定的平均强度值确定一当前平均值；

(g) 对于该至少两个测量区中的每一个测量区，记录当前平均强度与一个参考值之间的任何偏差；

(h) 比较该至少两个测量区之间的任何偏差；

(i) 如果有任何偏差就产生一错误信号。

19. 根据权利要求 18 的方法，其特征在于，如果在第一个测量区中出现正偏差，且在第二个测量区中出现负偏差，则该错误信号表示偏差玻璃厚度。

20. 根据权利要求 18 的方法，其特征在于，如果对于所有测量区都出现正偏差，或是对于所有测量区都出现负偏差，则该错误信号表示偏差玻璃温度。

21. 根据权利要求 17 的方法，其特征在于，该方法包括下列步骤：

(j) 通过将平均强度值的图绘制为连续的玻璃制品 (18) 的函数来确定加工曲线，即若干个操作台 (14)；

(d) 借助于最佳拟合曲线来确定冷却曲线；

(e) 记录当前加工曲线与该冷却曲线之间的任何偏差；

(f) 如果有任何偏差就产生一错误信号。

22. 根据权利要求 13—15 中之一项的方法，其特征在于，该方法包括记录玻璃制品中的热分布中的局部不连续性。

用于测量和控制玻璃制品生产过程的分析系统及方法

本发明涉及用于分析和控制玻璃制品的生产过程的分析系统，该生产过程包括成形工序和冷却工序，该分析系统包括红外敏感测量系统以及与之通信的处理器，红外敏感测量系统被配备用于在玻璃制品的成形工序后立即测量从热的玻璃制品发出的红外辐射，处理器被配备用于根据测量系统所确定的信息来确定玻璃制品中的热分布。

在欧洲专利 EP643297A1 中公开了这种类型的系统。该专利描述了一种能够用于在玻璃制品已被冷却前确定玻璃制品的质量的分析系统。通过确定产品中的热分布并将其与来自数学模型的参考热分布进行比较，确定产品质量。如果某个特定产品不符合特定标准，那么就将该件产品在冷却前从生产过程中撤掉。这样就可以利用来自玻璃成形工序的、在冷却工序期间将会丢失的附加信息来确定造成产品缺陷的原因。如果需要，则用这种方法有可能及时调整成形工序。

然而，这种红外测量系统的缺点是对玻璃壁内部的温度变化、玻璃纯度以及玻璃厚度的敏感性非常低。尤其是，由于玻璃对红外辐射具有高吸收系数，因此对于红外线谱的大部分，玻璃都是完全不透光的。结果来自玻璃壁内部的红外辐射被完全吸收掉。因此，只能测到发自薄表面层的红外辐射。因而，无法确定在表面层下的玻璃壁内部的变化。来自表面层的红外辐射好像使红外传感器感测不到发自玻璃壁内部的少量辐射。部分地出于此原因而不可能确定红外辐射的变化是由玻璃壁厚度的变化引起的，还是由玻璃壁温度的变化引起的。尤其是，红外辐射强度的增大意味着产品外部上玻璃表面的温度较高。这可以由较厚的玻璃壁所造成，由于这一原因使产品冷却较慢，或者这也可以是由于产品的温度较高所造成。由于利用红外线只测到玻

璃表面的辐射，因此不可能分辨这两种起因。

本发明的目的是能够测量从热玻璃制品的玻璃壁内部发出的红外辐射。

为了实现此目的，本发明涉及开头部分所提到的分析系统，其特征在于该红外敏感测量系统只对所谓的近红外线（NIR）范围内的辐射敏感。

具有长波长的红外光在玻璃壁内部被完全吸收。这与 NIR 辐射的情形不同。NIR 辐射基本上发自玻璃壁内部，因而测得的 NIR 辐射量与玻璃壁内部的热量有关。

优选地，该红外敏感测量系统对 900 至 2800 毫微米之间的波长敏感。已经发现在这些波长上获得最佳结果。

在本发明的一个实施例中，该测量系统包括至少一个红外传感器和至少一个近红外线滤波器。优选地，该近红外线滤波器的传输特性取决于玻璃制品的颜色及特定材料成分。这就确保了最佳测量敏感性。在一优选实施例中，该处理器被配备用于执行下列步骤：

- (a) 把玻璃制品的图像细分成至少两个测量区；
- (b) 为连续的玻璃制品确定不同测量区的平均强度值；
- (c) 为至少两个测量区而从为在时间上连续成形的若干玻璃制品所确定的平均强度值中确定一当前平均值；
- (d) 为该至少两个测量区中的每一个测量区记录当前强度或是当前平均强度与参考值之间的任何偏差；
- (e) 比较该至少两个测量区之间的任何偏差；
- (f) 如果有任何偏差就产生一错误信号。

通过分析该至少两个测量区之间的偏差，可以确定是否已经出现玻璃壁厚度的变化或者是否已经出现温度的变化。在此上下文中的变化是表示相对于先前的玻璃制品以及过去所生产的玻璃制品的变化。

在另一个实施例中，该处理器被配备用于执行下列步骤：

- (a) 把玻璃制品的图像细分成至少两个测量区；
- (b) 为连续的玻璃制品确定不同测量区的平均强度值；
- (c) 通过绘制平均强度值的图作为连续的玻璃制品（即，操作台）的函数，确定加工曲线；
- (d) 借助于最佳拟合曲线来确定冷却曲线；
- (e) 记录当前加工曲线与冷却曲线之间的任何偏差；
- (f) 如果有任何偏差就产生一错误信号。

通过确定最佳拟合曲线并把它作为参考曲线，就能够将当前加工曲线与其进行比较。这能够为每个测量区单独执行。加工曲线相比拟合曲线的偏差提供了有关成形工序中的错误的信息。借助于该分析方法能够监控成形工序的质量和玻璃制品的质量。如果测得的强度正好位于冷却曲线上，则这些玻璃制品将具有相同的质量。

在另一个实施例中，处理器被配备用于记录玻璃制品中的热分布中的局部不连续性。利用该分析系统，能够确定来自玻璃壁内部的热量的热分布。如果玻璃壁中存在与玻璃无关的材料、成分不同的玻璃、更少量玻璃（水泡、气泡）或更大量玻璃（玻璃碎片或玻璃尖），这将导致热分布的局部不连续性。这种局部不连续性是玻璃纯度的变化造成的。

此外，本发明涉及一种分析和控制玻璃制品的成形工序的方法，如权利要求 13 所描述的。通过测量近红外线范围内的辐射，就能确定玻璃壁内部的热分布，这就为新颖的分析方法提供了可能性。

在权利要求 18 中描述了上述方法的一个实施例。尽管所测辐射的强度取决于温度分布、玻璃数量以及材料特性，但是利用该方法可以容易地确定玻璃壁厚度的变化。通过比较两个测量区内与平均强度的偏差，就有可能确定所测辐射的变化是归因于玻璃壁厚度的变化，

还是归因于玻璃温度的变化。将在对附图的描述中更详细地说明该分析方法。

在权利要求 21 中描述了根据本发明方法的另一个实施例。利用该方法能够快速确定成形工序的正确设置，并缩短在生产改变的情况下的配置时间。此外，不同测量区的当前加工曲线的偏差能够被用来分析成形工序的单个子工序中的故障。

在参照附图描述的若干实施例的基础上，本发明进一步的优点和特征将变得更为清楚，图中：

图 1 表示目前技术现状的生产过程，

图 2 用图解方式表示目前技术现状的玻璃成形机和测量系统，

图 3 用图解方式表示根据本发明的测量系统，

图 4 表示把玻璃制品细分成若干个测量区的例子，

图 5 是表示两个测量区的平均强度的变化以及参考值的示意图，

图 6 是表示两个测量区的平均强度的变化以及参考值的示意图，

图 7 是所谓的加工曲线的图，

图 8 是具有拟合曲线的所谓加工曲线的示意图。

图 1 示出空心玻璃制品的已知生产过程，该生产过程中的各种工艺步骤都是能够被认识到的。在熔化炉 1 内，与基本原材料以及添加剂混合的回收玻璃碎片被熔化而产生液体玻璃。熔化了了的玻璃经由一个或多个通道 2（“前炉”）从熔化炉 1 流到进料器 3 中。在进料器 3 的下游，通过坯形成工序 4 将玻璃流切成若干个玻璃坯。然后经由坯传送装置 5 将玻璃坯供给独立部件（Independent Section，缩写 IS）机 6。

图 2 更详细地示出了其中发生成形工序的 IS 机 6。在 IS 机 6 内

将各玻璃坯成形为产品。成形工序例如借助于两个模具来完成。玻璃坯首先注入第一个模具（所谓的坯料模 11），在该模 11 中，根据成形工序，对第一阶段的产品进行吹制或模压。这个第一阶段的产品也称作玻璃型坯，然后将该玻璃型坯运送到第二个模具（所谓的吹制模 12），在该模 12 中，将玻璃型坯进行吹制，以产生玻璃制品 18 的最终形状。具有这两个模具的部件 16 也被称为一个操作台（station）。IS 机 6 包括数个并行部件 14。每个部件 14 本身又可包括能够彼此独立地生产产品的数个操作台 16。吹制的玻璃制品 18 一个接一个地放在传送带 8 上并被送入冷却室 7；参见图 1。产品在冷却室 7 中被加热到所谓的玻璃退火点以上。用此方式来使产品变成无应力。现在能够将产品进行冷却和包装，并送到其目的地。在冷却室后面的生产过程部分也被称作生产范围的“冷”部分。在生产期间，在每个工序中都可能对玻璃制品的质量有不利影响的各种故障。因此有必要将各个工序的工艺参数设置在很窄的容限内并进行监控。这些工艺设置取决于最终产品的类型，并且对于不同类型产品的生产（所谓的产品变化）必须进行重新调整。质量好的最终产品 18 具有正确的尺寸，具有统一的玻璃厚度，没有任何裂缝，具有均匀的颜色并具有高的玻璃纯度。玻璃纯度是指玻璃必须不含所有与玻璃无关的物质，诸如沙粒、气泡、金属和杂质。

为了能够给用户 provide 一贯高质量的玻璃产品 18，对玻璃产品进行检验以确定其质量。为了防止退火工序引起来自成形工序的信息丢失，目前使用的是红外测量系统 20，参见图 2，系统 20 在玻璃产品进入冷却室 7 之前测量玻璃产品 18 的热辐射。由红外测量系统 20 得到的信息能够用来监控玻璃产品 18 的质量以及工序。已知的测量系统 20 具有上面提到的缺点。

图 3 用图解法表示按照本发明实施例的新颖的测量系统 30。测量系统 30 包括滤波系统 34，至少一个红外传感器 32 以及数字处理

器 38。滤波系统 34 只允许近红外线 (NIR) 区内红外辐射, 也就是具有 600 至 5000 毫微米之间波长的辐射的选择性传送。NIR 区内的热辐射主要自玻璃壁 36 内部发出。优选地, 滤波系统的配备, 使得其依据玻璃的特定成分而允许 900 至 2800 毫微米范围波长内的辐射的传送。图 3 中用细的虚线箭头来表示 NIR 辐射。数字处理器 38 被配备用以根据测量数据分析玻璃产品中的热分布。这能够用下面实施例所描述的各种方式来进行。

在一个实施例中, 数字处理器 38 被配备用以将从玻璃产品得到的热分布细分成若干个所谓的测量区 40、41、42、43、44; 参见图 4。这些区可以是多个长条, 它们将玻璃产品 18 的图像细分成水平测量区 40、41、42、43、44 (参见图 4), 但是测量区 40、41、42、43、44 也可能是不同的形式。测量区 40、41、42、43、44 的数目为两个或多个。测量区的数目是无关的, 但是有关成形工序的更详细信息是利用更多的测量区获得的。测得的辐射强度最好是在各测量区 40、41、42、43、44 上的平均值。将如此得到的当前平均值与参考值相比较。该参考值是通过源自测量区的冷却曲线, 或是通过另一种统计计算 (例如运行平均) 来确定的。如果当前平均值大于参考值, 则差为“正”; 参见图 5。如果该平均值小于其参考值, 则差为“负”。

对每个测量区 40、41、42、43、44 组进行此分析。如果有测量区 40、41、42、43、44 显示有差并具有相反的符号, 则此变化归因于玻璃厚度的变化; 参见图 5。解释: 每件玻璃制品都是用玻璃坯形成的。这些坯具有固定的重量和体积。因而每件产品的玻璃量是固定的。如果由于工序中的故障的结果, 在产品中的某处 (例如在底部) 产生出了较薄的玻璃壁, 则在该产品另外的测量区 40、41、42、43、44 内的玻璃壁厚度必然增大。具有较薄玻璃壁的测量区 40、41、42、43、44 将发出较少的辐射; 具有较厚玻璃壁的测量区 40、41、42、43、44 将发出较多的辐射。由于制造产品的玻璃来自同一个炉子,

因此不能将此变化归因于材料特性的变化。图 6 示出具有测量区 40、41、42、43、44 的平均强度的不同变化的曲线。由于工序中的故障的结果,出现了辐射偏差。由于在此情形中测得的偏差具有匹配符号,因此已经存在玻璃壁温度的变化。解释:每件玻璃制品都是用玻璃坯形成的。这些坯具有固定的重量和体积。因而每件产品的玻璃量是固定的。如果由于工序中的故障的结果,玻璃产品 18 的温度上升,则玻璃产品 18 的那些较热的部分都将发出更多的辐射。由于玻璃壁的厚度没有改变,因此相关测量区 40、41、42、43、44 的偏差都将具有用于此差异的匹配符号。由于用于玻璃产品 18 的玻璃来自同一个熔化炉 1,因此不能将此变化归因于材料特性的变化。

IS 机 6 的每个部件 14 都包括一个或多个操作台 16。每个操作台 16 都能够独立于其它的部件 14 而生产玻璃产品 18。刚刚形成的玻璃产品 18 按固定顺序放在传送带 8 上。依据刚才生产玻璃产品 18 的部件 14,这些玻璃产品 18 都会具有不同的冷却时间。冷却时间是成形工序结束至产品通过测量系统 30 时的时间之间的时间。

由于本发明优选地在时间上同步于 IS 机 6,因此生产出玻璃产品 18 的那个操作台 16 因每件玻璃产品 18 而已知。在图 7 中,相对于一特定测量区 40、41、42、43、44 的各种操作台 16 绘出了测量的强度。沿着 X 轴绘制与各个部件(‘1’, … ‘12’)相关的操作台的名称(B 和 F)。那些越靠近测量系统 30 的操作台 16 具有越短的冷却时间,因而在当它们通过测量系统 30 的时间点也具有更高的辐射级。因此,从图 7 可以看出,来自靠近测量系统 30 的‘12B’操作台(还参见图 2)的玻璃产品 18 要比来自远离测量系统 30 的‘1B’操作台的玻璃产品 18 热。所得到的曲线被称为 IS 机曲线。

在图 8 中,已经通过图 7 中的测量点画出了已利用“最小平方”或类似方法计算出的指数曲线。该曲线被称为冷却曲线。如果在产品的最终成形工序之后所形成的所有玻璃产品都具有相同的玻璃壁厚

度、温度分布以及材料特性，那么 IS 机曲线的测量点将正好落在冷却曲线上。玻璃产品 18 将都具有相同的质量。然而，如果在特定部件 14（从而操作台）的工序中发生故障，那么来自此部件 14 的产品将受到质量变化的影响。温度分布和 / 或玻璃壁厚度将改变。结果 IS 机曲线将显示相对于冷却曲线的偏差。如果测得的强度在冷却曲线上，则玻璃产品 18 将具有相同的质量。结论仍然是该冷却曲线能够用作成形工序的参考值。与玻璃产品 18 的特定冷却曲线相关的 IS 机设置参数值能够作为用于玻璃产品 18 的将来生产的参考值。

当必须生产另一种玻璃产品时，必须调整成形工序的所有设置参数。为了明显缩短此调整时间以及减少大量的推测，将来自玻璃产品的冷却曲线的这些（已知的）设置参数立即用作为参考值。现在成形工序的设置被调整，以使得 IS 机曲线变为与该冷却曲线相同。这样，所有的玻璃产品 18 都获得与在先前生产中相同的质量。

通过记录当前 IS 机曲线与冷却曲线之间的任何偏差，可以指示出成形工序中的错误以及确定该错误已出现在哪个工序中。优选地，对于当前工序的所有测量区 40、41、42、43、44 组，确定 IS 机曲线与冷却曲线。计算出的冷却曲线被用作为各个操作台的参考值。如果在相对于冷却曲线的 IS 机曲线中出现偏差，则下列情形可能已经发生：

情形 A：该偏差施加于所有部件，与现存的冷却曲线相比，新计算出的冷却曲线已被上移或下移，但实际上冷却曲线的形状保持相同。

分析 A：所有部件都已发生了偏差。这意味着在整个 IS 机内出现了故障，例如对于所有部件的冷却能力，或是在进料器、前炉和熔化炉内 IS 机的工序上游中出现了故障。此外，该故障单独具有热特性。

解释：部件内的操作台能够独立于其它部件而生产玻璃产品 18。

如果确定了相对于冷却曲线（参考）的偏差辐射图案，那么故障一定是由共同的因素引起的。这可以是 IS 机 6 内的共同因素（诸如 IS 机 6 内冷却空气的温度、湿度），或者是 IS 机 6 工序上游中的共同因素。即，进料器、前炉和熔化炉 1 内的温度、材料特性。实际上冷却曲线的形状保持相同。这意味着产品的冷却速率也保持相同。因而可以推断，在 IS 机 6 内的最终工序后，对于所有部件 14 都已经升高或降低初始温度，并且玻璃分布和材料特性保持相同。

情形 B：该偏差施加于所有部件，与现存的冷却曲线相比，新计算出的冷却曲线已被上移或下移，而冷却曲线的形状也已经改变。

分析 B：在所有部件中再次出现故障。因此，已经出现的故障一定是共同因素。由于冷却曲线的形状已改变，因此可以推断，玻璃的材料特性已经改变以及玻璃分布也已经相应改变。

解释：冷却曲线的形状取决于玻璃壁的玻璃厚度和材料特性，而不取决于产品玻璃壁内的初始温度。由于玻璃的量实际上保持不变（坯），因此对于所有部件 14 已同时出现的偏差一定是由材料特性的变化引起的。

情形 C：只有具有共同的坯形成工序的操作台 16 出现偏差。

分析 C：如果与冷却曲线相比，只有对于具有共同的坯形成工序的操作台 16 才在 IS 机曲线内出现偏差，则在坯形成工序中引起干扰。如果具有偏差的操作台的平均强度较高或较低，则坯的重量就较高或较低。

情形 D：相对于冷却曲线的 IS 机曲线内的偏差只与单个的操作台 16 有关。

分析 D：只在有关的操作台 16 内出现故障。只有该操作台内的那些工序部件可以是故障的起因。

以上描述的实施例只试图用作为例子，而决不是试图限制本发明的范围。本领域内的技术人员将能够快速地设计其它实施例，例如，

随着时间的变化测量单个瓶子，以便能够用这种方法来得到冷却曲线。IS 机 6 也能够由部件 14 与操作台 16 的不同组成来构成，其结果是分析方法稍微不同地进行。本领域内的技术人员可以清楚地理解，能够用其它任何合适的处理器来取代数字处理器 38。能够使用模拟、数字或软件技术或是它们的任何期望组合来构成处理器 38。处理器 38 也可以包括各种子进程，可选地按照主从关系。处理器不必靠近系统的其余部分，而是能够例如经由远程通信与测量系统通信。

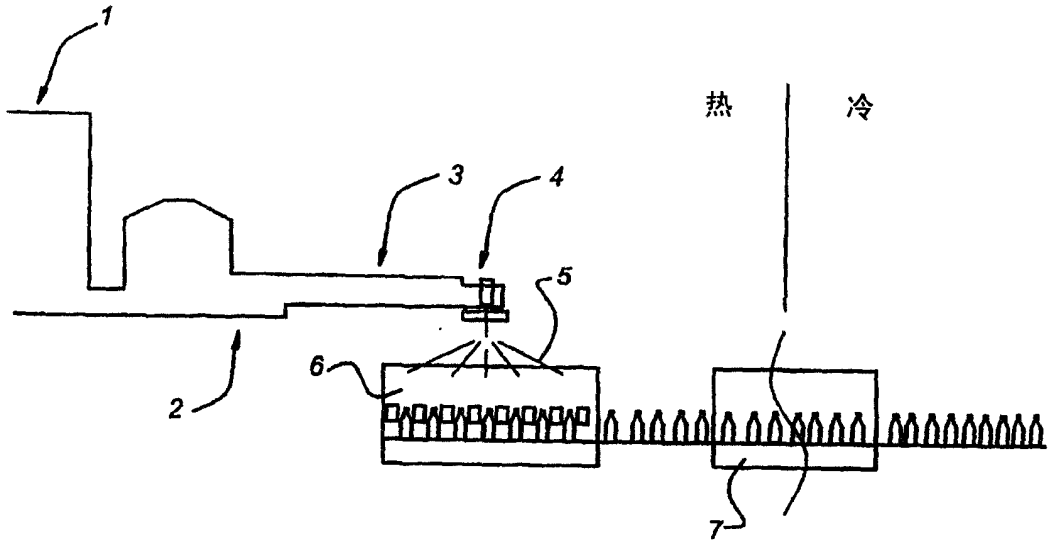


图1

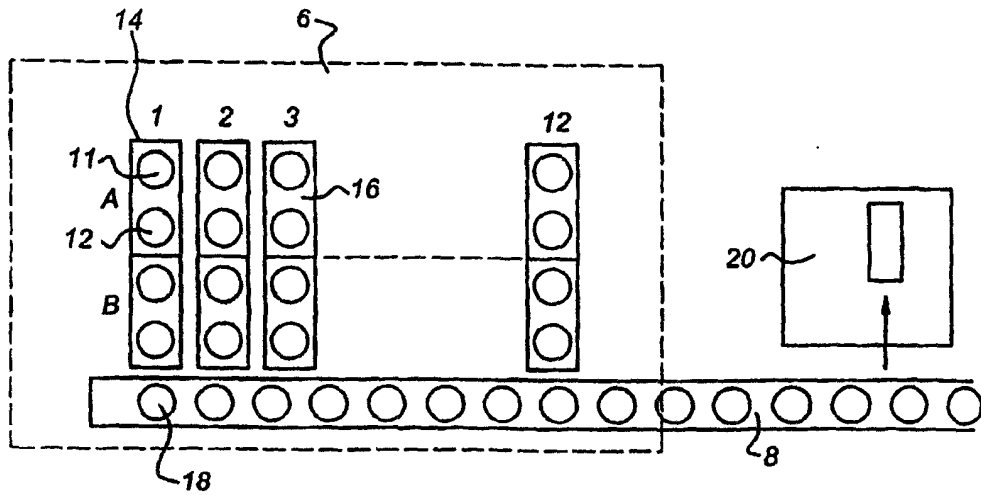


图2

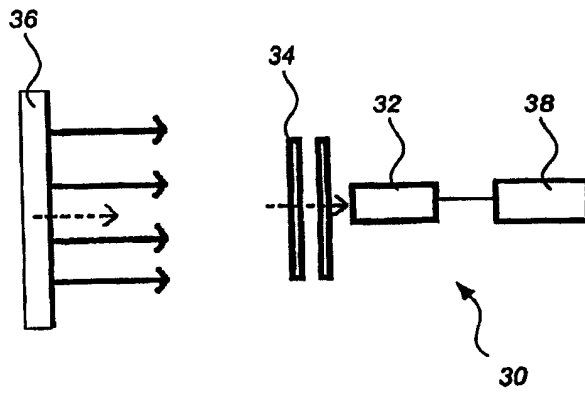


图3

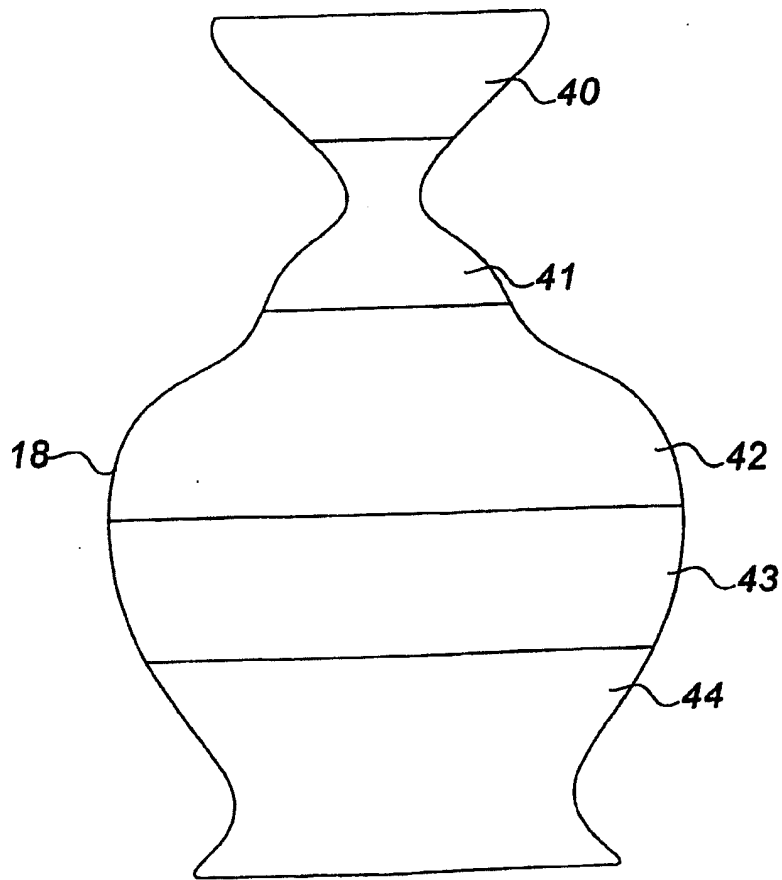


图4

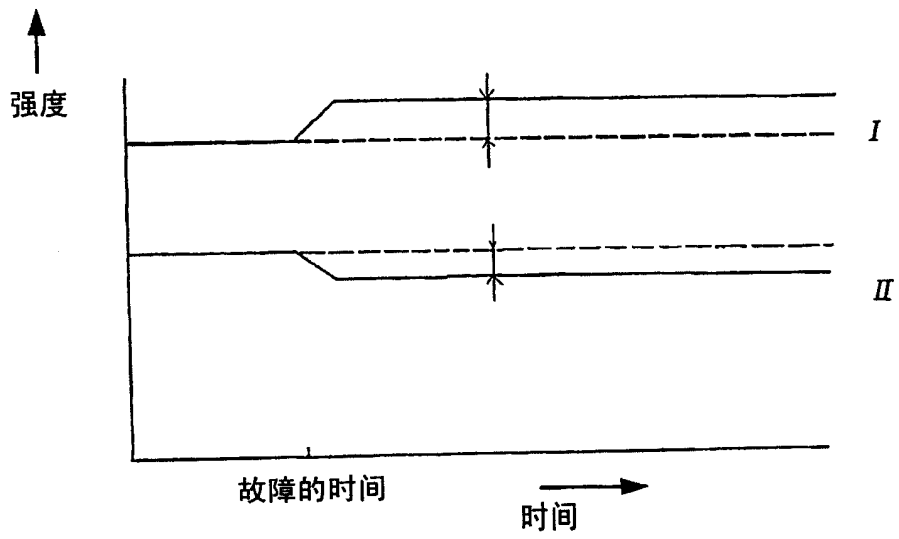


图5

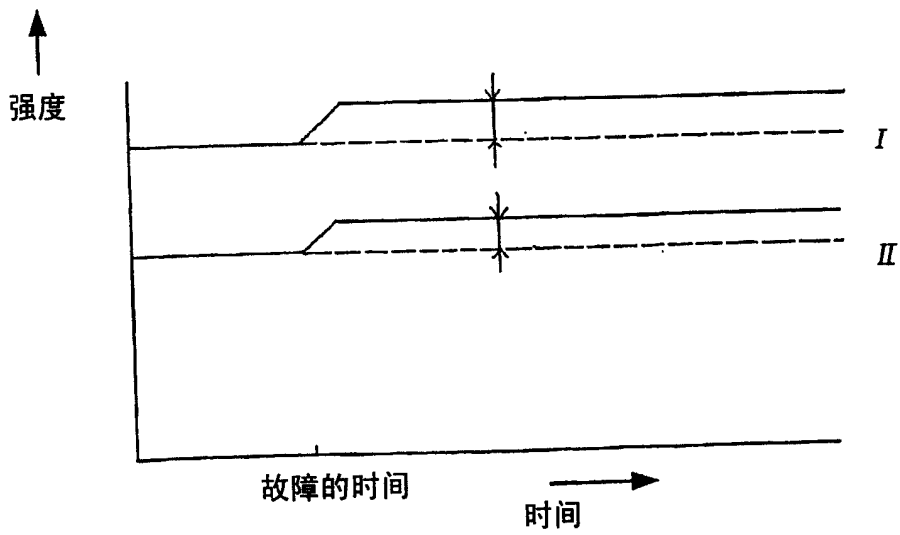


图6

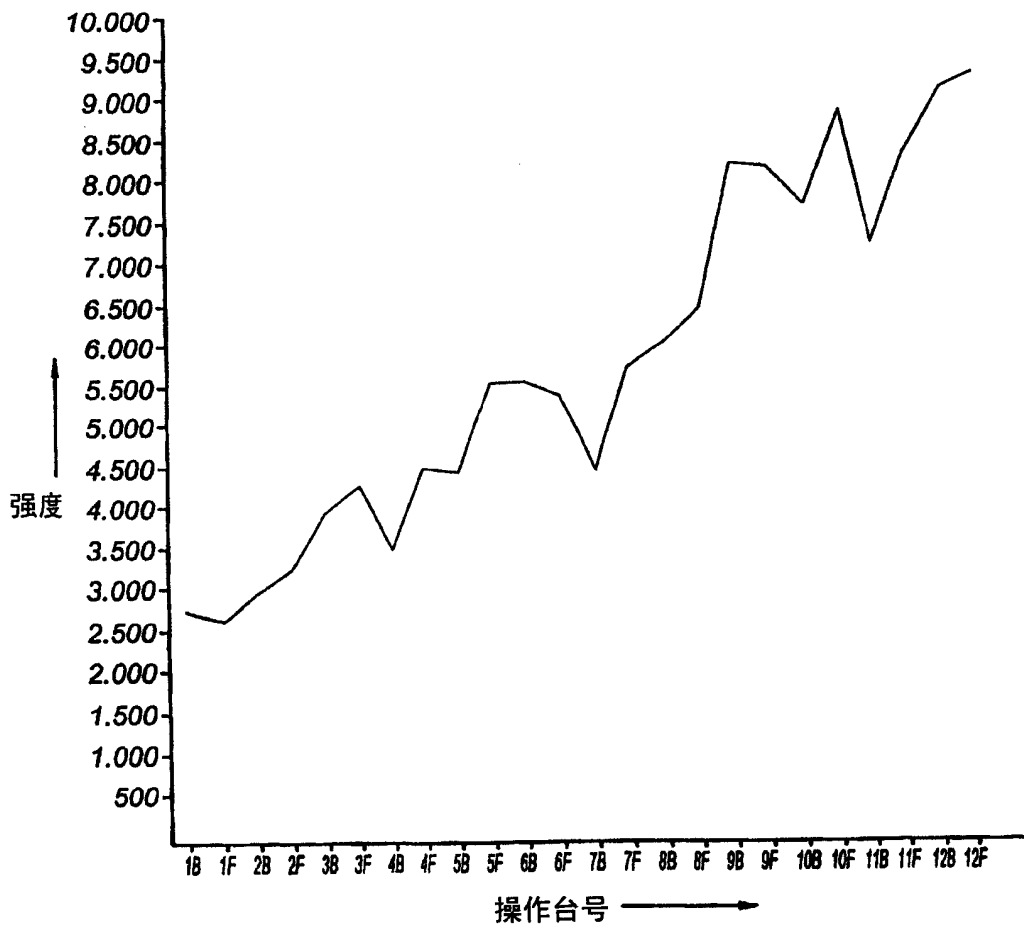


图7

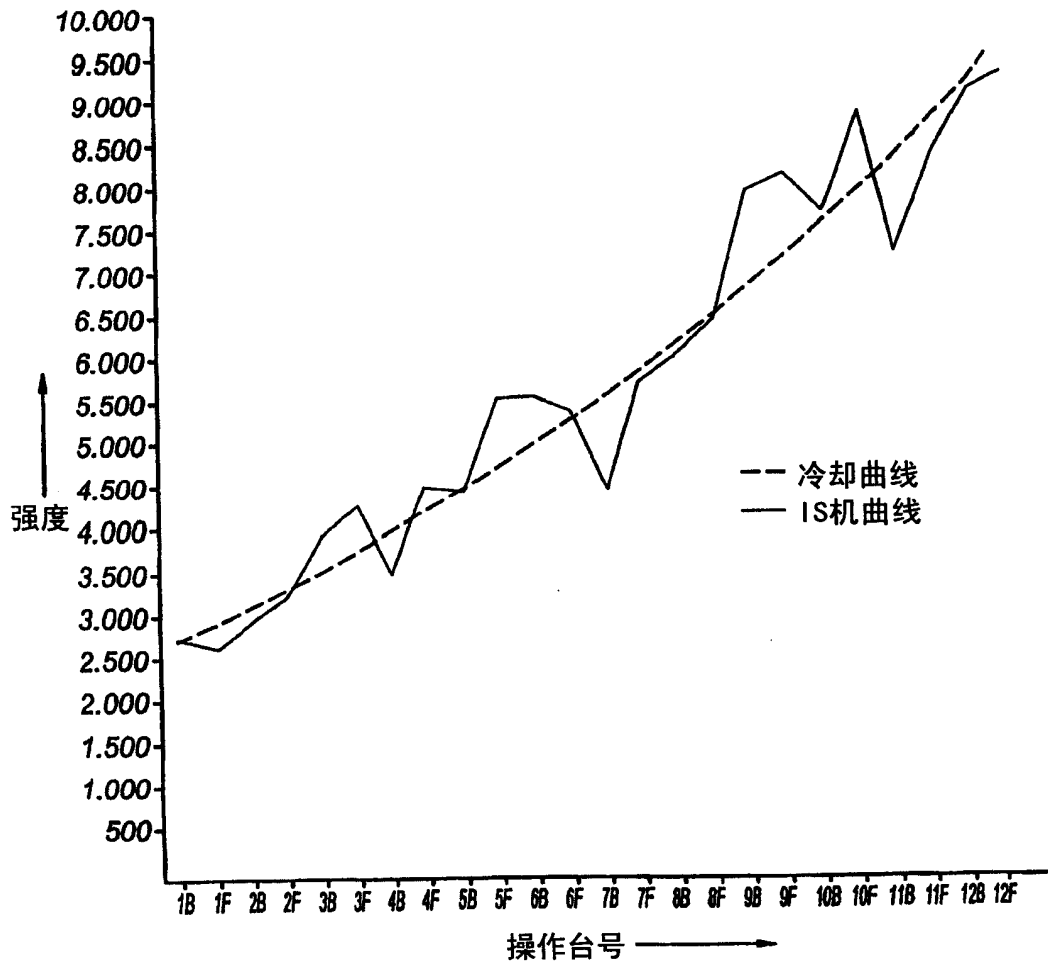


图8