(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203621496 U
(45)授权公告日 2014.06.04

(21)申请号 201320755593.3

(22)申请日 2013.11.25

(73)专利权人 宁波恒普真空技术有限公司
地址 315300 浙江省宁波市慈溪市古塘街道青少年宫北路 488-560 号

(72)发明人 刘鹏 徐文立 胡芳

(74)专利代理机构 浙江永鼎律师事务所 33233
代理人 王梨华 陈丽霞

(51)Int.Cl.
B22F 3/115(2006.01)
F27D 9/00(2006.01)

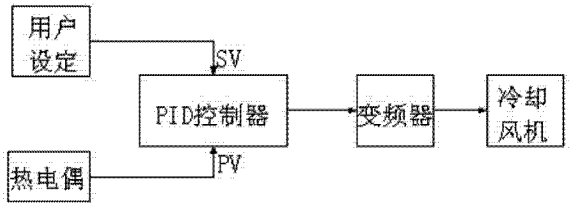
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)实用新型名称

金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置

(57)摘要

本实用新型涉及金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉，公开了一种金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置，包括操作界面和前端设置在炉体内的热电偶，还包括PID控制器、变频器和设置在炉体内的冷却风机，操作界面、热电偶均与PID控制器的输入端连接，PID控制器的输出端与变频器的控制端连接，变频器的输出端与冷却风机连接。本实用新型减少了整个冷却工艺的冷却时间、提高工作效率，且整个冷却过程中对冷却速度的控制保证了产品的性能基本上没有受到任何影响；而且设置的冷却器，使急速冷却的降温曲线斜率更陡，可设定可控冷却的区间范围更大，冷却器的增加使急速冷却时的冷却速度比原设计要快很多，大大提高了生产效率。



CN 203621496 U

1. 金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置，包括操作界面和前端设置在炉体（1）内的热电偶（13），其特征在于：还包括 PID 控制器、变频器和设置在炉体（1）内的冷却风机（14），操作界面、热电偶（13）均与 PID 控制器的输入端连接，PID 控制器的输出端与变频器的控制端连接，变频器的输出端与冷却风机（14）连接。

2. 据权利要求 1 所述的金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置，其特征在于：冷却风机（14）前方设有冷却器（8），冷却器（8）包括盘绕的铜管，铜管内均匀分布有多层铜翅片。

金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉，尤其涉及了一种金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置。

背景技术

[0002] 产品在金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉中，经脱脂、烧结后进入冷却工艺。冷却分自然冷却、强制冷却和封入冷却。自然冷却和封入冷却不启动风机。自然冷却是进入冷却工艺后，加热停止，让产品自然冷却下来，没有任何气流经过；封入冷却是进入冷却工艺后，加热停止，充入一定压力的保护气体，让产品在一定压力的气氛中慢慢冷却下来。这两种冷却方式的冷却速度很慢，导致生产效率低。客户为了生产效率，通常会选择强制冷却。强制冷却是进入冷却工艺后，炉体内压力达到风机启动压力，风机启动，炉体内产生定向气流循环，如图 1 所示，其为强制冷却时的定向气流循环图，图中箭头表示气体的流向。

[0003] 炉体 1 上设有夹套 4，炉体 1 内还设有隔热材筒 2 和发热体 3，夹套 4 与隔热材筒 2 间的通道为气流通道 5，烧结炉上的料箱 6 置于炉体 1 中部，烧结炉前后两边均设有隔热材门 7，隔热材筒 2 两边靠近隔热材门 7 的地方设有挡风罩 15，在进入冷却工艺后，隔热材门 7 均为打开，冷却风机 14 启动形成风量，气流从叶轮 9 两边排出流经气流通道 5，再进入设置有料箱 6 的炉体 1 内部，再由叶轮 9 中间吸入，叶轮 9 为轴流叶轮，它能使气流由叶轮 9 中间吸入再从叶轮 9 两边排出。夹套 4 内通有循环冷却水，其可把气流经过气流通道 5 时留在炉体 1 内壁上的热量带走。强制冷却也称急速冷却，一旦启动冷却风机 14，其转速是不变的。

[0004] 烧结工艺结束后，产品 12 温度降到冷却开始温度。冷却开始温度一般设定在 ≤ 1200℃，但是如果冷却开始温度设定太高，在实施强制冷却时，其冷却速度太快，对产品 12 性能参数等都会有影响，如变形，开裂，尺寸偏差，硬度影响等问题，另外对陶瓷板 11 会造成开裂影响。如图 3 所示，料箱 6 内设有料板 10，料板 10 上设有陶瓷板 11，产品 12 放置在陶瓷板 11 上，陶瓷板 11 的作用是防止高温时产品 12 与料板 10 粘在一起。如果从高温（例：1200℃）就开始强制冷却，其冷却速度太快，会使陶瓷板 11 开裂。所以需要将产品 12 温度降至比较低的温度（例：600℃～ 900℃）后再开始强制冷却。但是从较高的温度降到开始实施强制冷却而不会影响产品 12 性能和陶瓷板 11 开裂情况的温度所用的时间很长。例如在炉型 VM48/48/200 烧结炉上烧结完成后，产品 12 温度从 1200℃降到 900℃，自然冷却所用的时间是 105min，而强制冷却所用的时间是 30min，自然冷却比强制冷却的所用时间要多 75min。

[0005] 对于客户而言，冷却速度越快，生产效率越高，但前提是必须保证对产品和陶瓷板无影响。

[0006] 另外，从高温直接开始强制冷却对产品的硬度也有影响，例：沉淀型马氏体不锈钢 17-4PH，在金属粉末注射成形行业内，不锈钢 17-4PH 开始强制冷却的温度一般设定为 600℃左右，因为从高温（例 1000℃）就开始直接强制冷却会使不锈钢 17-4PH 的硬度提高。在炉型为 VM48/48/200 的烧结炉上测量的在不同温度下开始强制冷却后对 17-4PH 硬度的

影响情况见表 1。

[0007] 表 1 :设定不同温度下开始强制冷却后测得 17-4PH 的 HV 硬度

[0008]

开始强制冷却（℃）	HV 硬度
600	200
700	225
800	260
900	305
1000	360

[0009] 像手机上用的 SIM 卡的卡托，因为形体比较薄，如果用不锈钢 17-4PH 材料制作，在金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉上烧结过后，烧结过后的产品会有变形，要用液压压机整形。如果产品硬度太高，整形时会变得更困难，因此要求冷却后产品的 HV 硬度≤ 260。所以烧结这种不锈钢 17-4PH 材料制作的产品一般将开始强制冷却的温度设定在 600℃～800℃。但从烧结温度自然冷却到可实施强制冷却而对产品无影响的温度的时间太长，这会造成生产效率低下。

发明内容

[0010] 本实用新型的目的在于提供了一种可减少冷却时间、提高工作效率而又不影响产品性能的金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置。

[0011] 为了解决上述技术问题，本实用新型通过下述技术方案得以解决 ：

[0012] 金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置，包括操作界面和前端设置在炉体内的热电偶 , 还包括 PID 控制器、变频器和设置在炉体内的冷却风机，操作界面、热电偶均与 PID 控制器的输入端连接，PID 控制器的输出端与变频器的控制端连接，变频器的输出端与冷却风机连接 , 连接方式采用线缆数据连接或通讯方式连接。

[0013] 作为优选，冷却风机前方设有冷却器，冷却器包括盘绕的铜管，铜管上均匀分布有多层铜翅片。铜管内通有循环冷却水，其可把经过设置有料箱的烧结炉炉体内部的较热的气流热量带走，使炉体内温度快速冷却下来。

[0014] 本实用新型利用变频器与 PID 控制器，对冷却风机的转速进行控制，实现无级可控变速，解决了从冷却开始温度降到可开始实施强制冷却而又对产品无影响温度冷却速度不可过快，而自然冷却又太慢的缺陷 ；其减少了整个冷却工艺的冷却时间、提高工作效率，且整个冷却过程中对冷却速度的控制保证了产品的性能基本上没有受到任何影响 ；而且设置的冷却器，使强制冷却的降温曲线斜率更陡，可设定可控冷却的区间范围更大，冷却器的增加使急速冷却时的冷却速度比原设计要快很多，大大提高了生产效率。

附图说明

[0015] 图 1 是现有技术的强制冷却时定向气流循环图。

[0016] 图 2 是热电偶的设置图。

[0017] 图 3 是料箱内部结构图。

[0018] 图 4 是本实用新型的冷却时定向气流循环图。

[0019] 图 5 是本实用新型的原理框图。

[0020] 图 6 是设定三个温度区间的降温曲线图。

[0021] 图 7 是可控冷却下和自然冷却下的温度分别从 1200℃降到 600℃所用时间的实际降温曲线图。

[0022] 图 8 是可实施可控冷却方法的区间范围图。

[0023] 附图中各数字标号所指代的部位名称如下：其中 1—炉体、2—隔热材筒、3—发热体、4—夹套、5—气流通道、6—料箱、7—隔热材门、8—冷却器、9—叶轮、10—料板、11—陶瓷板、12—产品、13—热电偶、14—冷却风机、15—挡风罩、16—冷却器进水管、17—冷却器出水管。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图与实施例对本实用新型作进一步详细描述。

[0025] 实施例 1

[0026] 金属粉末注射成形真空脱脂烧结炉的可控冷却装置，如图 2、图 4 和图 5 所示，包括操作界面和前端设置在炉体 1 内的热电偶 13，还包括 PID 控制器、变频器和设置在炉体 1 内的冷却风机 14，操作界面、热电偶 13 均与 PID 控制器的输入端连接，PID 控制器的输出端与变频器的控制端连接，变频器的输出端与冷却风机 14 连接，连接方式采用线缆数据连接或通讯方式连接。在本实施例中，操作界面为触摸屏。

[0027] 冷却风机 14 前方设有冷却器 8，冷却器 8 包括盘绕的铜管，铜管上均匀分布有多层铜翅片。铜管与冷却器进水管 16、冷却器出水管 17 连接。循环冷却水通入冷却器进水管 16，流经布有多层铜翅片的铜管中，再流出冷却器出水管 17，多层铜翅片起到散热作用，能把经过冷却器的较热的气流温度快速降下来，气流重复循环，能使炉体 1 内温度快速冷却下来。

[0028] 可控冷却方法包括以下步骤：

[0029] a. 炉体 1 上设有热电偶 13，热电偶 13 监测炉体 1 内的实时温度值 PV，将实时温度值 PV 输送到 PID 控制器；

[0030] b. 根据工艺要求将冷却开始温度 T0 至从冷却开始温度 T0 下降到可开始实施强制冷却的温度 T1 这一温度范围从高到低分为若干个温度区间，根据工艺要求设定好每个温度区间所对应的冷却速率，根据设定好的冷却速率在时间 - 温度坐标轴上做降温曲线，定义降温曲线上与任一时间点对应的温度为温度设定值 SV，将降温曲线上任一时间点所对应的温度设定值 SV 输送到 PID 控制器；

[0031] c. PID 控制器将任一时间点监测到的实时温度值 PV 和同一时间点所对应的温度设定值 SV 进行比较，利用比例 - 积分 - 微分控制规律进行运算，把运算结果传输给变频器，变频器改变频率控制冷却风机的转速，使炉体 1 内的实时温度值 PV 与温度设定值 SV 接近，使炉体 1 内的温度按设定好的降温曲线进行冷却。

[0032] 例如，如图 6 所示：将从 1200℃降至 600℃划分为 3 个温度区间，第一个温度区间为 1200℃～＞ 1000℃，其设定冷却速率为 5℃ /min ；第二个温度区间为 1000℃～＞ 800℃，其设定冷却速率为 8℃ /min ；第三个温度区间为 800℃～ 600℃，其设定冷却速率为 10℃ / min ；这样根据冷却速率在时间 - 温度坐标轴上做降温曲线。

[0033] 需要说明的是，降温曲线是通过操作界面（触摸屏）来设定的。根据产品工艺要求设定，不同的产品 12 可以设定不同的降温曲线以在炉型为 VM48/48/200 的烧结炉上对用不锈钢 17-4PH 材料制作产品 12 做实验为例，分别就可控冷却和自然冷却作对比，因为 600℃以下都为强制冷却，即风机转速达到最大的情况，就不作对比。冷却开始温度 T0 为 1200℃，可开始实施强制冷却的温度 T1 为 600℃，将 1200℃下降至 600℃从高到低分为五个温度区间，第一个温度区间为 1200 ～＞ 1100℃，所对应的冷却速率为 4℃ /min，第二个温度区间为 1100 ～＞ 1000℃，所对应的冷却速率为 4.5℃ /min，第三个温度区间为 1000 ～＞ 900℃，所对应的冷却速率为 5℃ /min，第四个温度区间为 900 ～＞ 800℃，所对应的冷却速率为 6℃ / min，第五个温度区间为 800 ～ 600℃，所对应的冷却速率为 7℃ /min，根据设定好的冷却速率在时间 - 温度坐标轴上做降温曲线，定义降温曲线上与任一时间点对应的温度为温度设定值 SV，将降温曲线上任一时间点所对应的温度设定值 SV 输送到 PID 控制器，见表 2。操作时，在触摸屏上手动输入表 2 中的参数，根据表 2 中的参数设定好降温曲线。程序根据设定好的降温曲线运行，使炉体 1 内的温度随设定好的降温曲线冷却。

[0034] 表 2 ：每个温度区间的冷却速率设定

[0035]

温度区间（℃）	冷却速率（℃ /min）
1200 ～＞ 1100	4
1100 ～＞ 1000	4.5
1000 ～＞ 900	5
900 ～＞ 800	6
800 ～ 600	7

[0036] 以自然冷却为对比实验，实验测量从 1200℃降到 600℃时可控冷却和自然冷却分别所用的冷却时间，如图 7 所示，图 7 为实验实际降温曲线图，图 7 中 A 为可控冷却的实际温度曲线，B 为自然冷却的实际温度曲线。

[0037] 从图 7 中可知，从 1200℃降到 600℃，可控冷却所用时间为 112min，而自然冷却所用时间为 230min。其两者最终测得的产品 12 的硬度基本相同，产品 12 的其他性能参数也基本相同，且陶瓷板 11 没有开裂。由此可见可控冷却既能保证产品 12 的性能，又能提高生产效率。

[0038] 如图 8 所示，有了可控冷却方法，冷却工艺在急速冷却到自然冷却的区间范围内都可以实施。图 8 中，E 表示现有技术的急速冷却的温度曲线，F 表示自然冷却的温度曲线，G 表示本实用新型的急速冷却的温度曲线。图 8 中阴影 D 表示现有技术中未设置冷却器时，

可采用可控冷却方法的区域；图中阴影 C 加上阴影 D 表示本实用新型可采用可控冷却方法的区域。由此可见，增加了冷却器后，可采用可控冷却方法的区域范围增大。

[0039] 总之，以上所述仅为本实用新型的较佳实施例，凡依本实用新型申请专利范围所作的均等变化与修饰，皆应属本实用新型专利的涵盖范围。

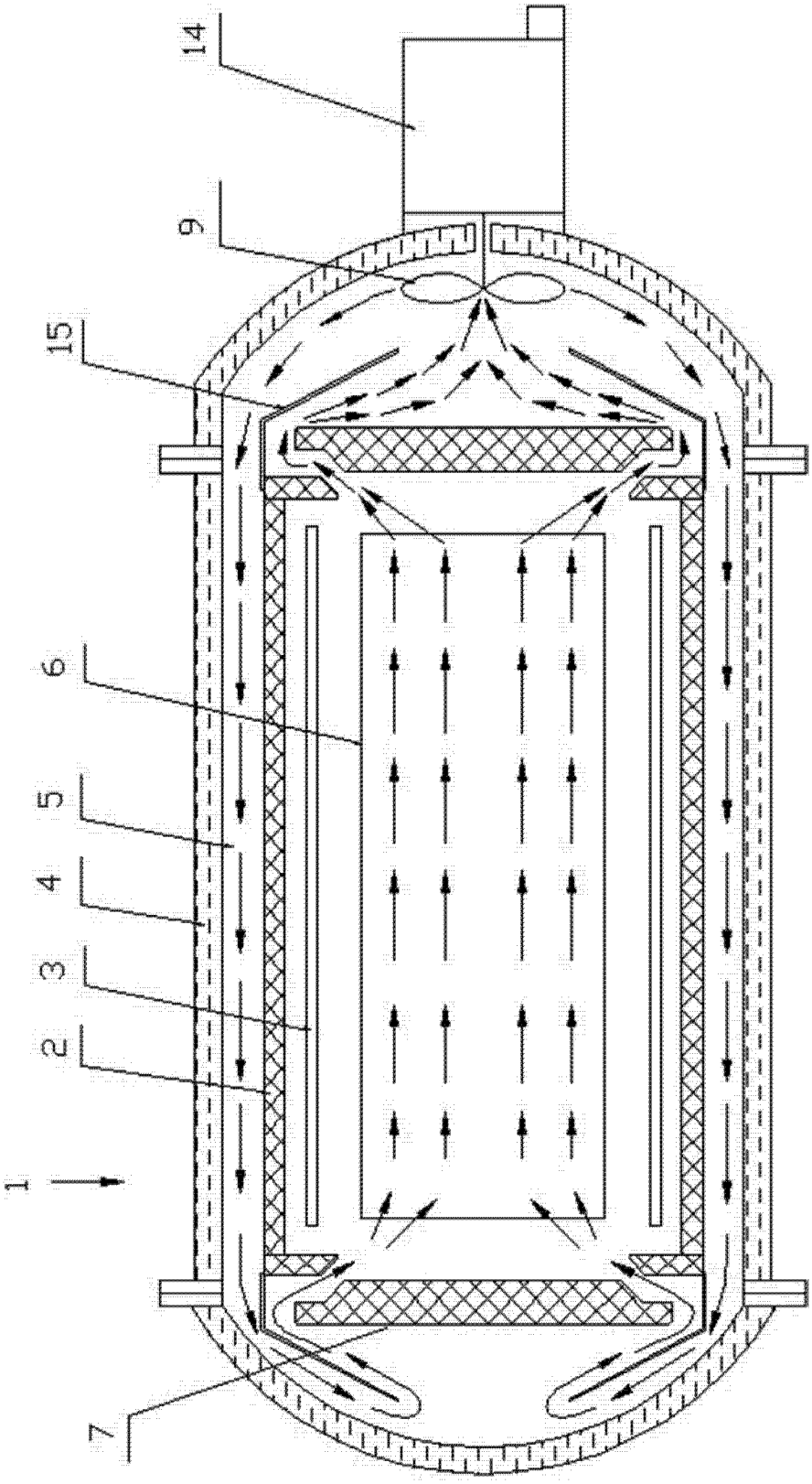


图 1

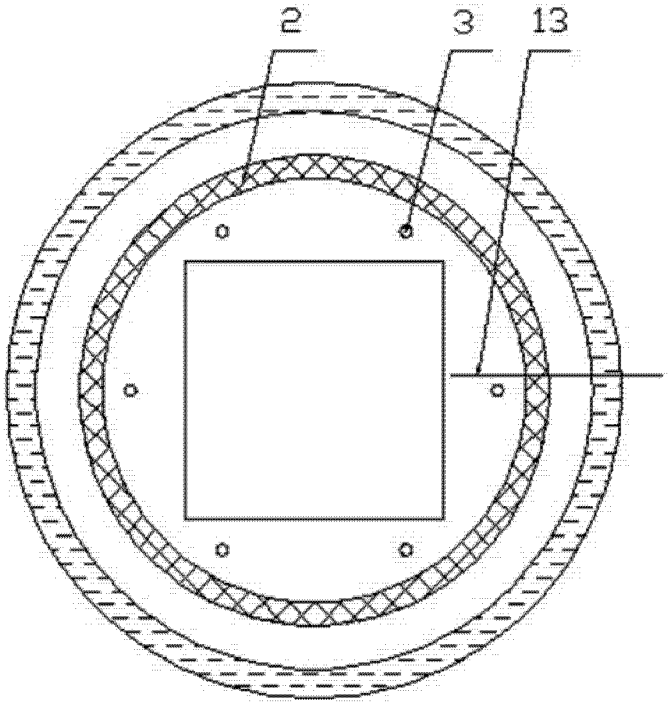


图 2

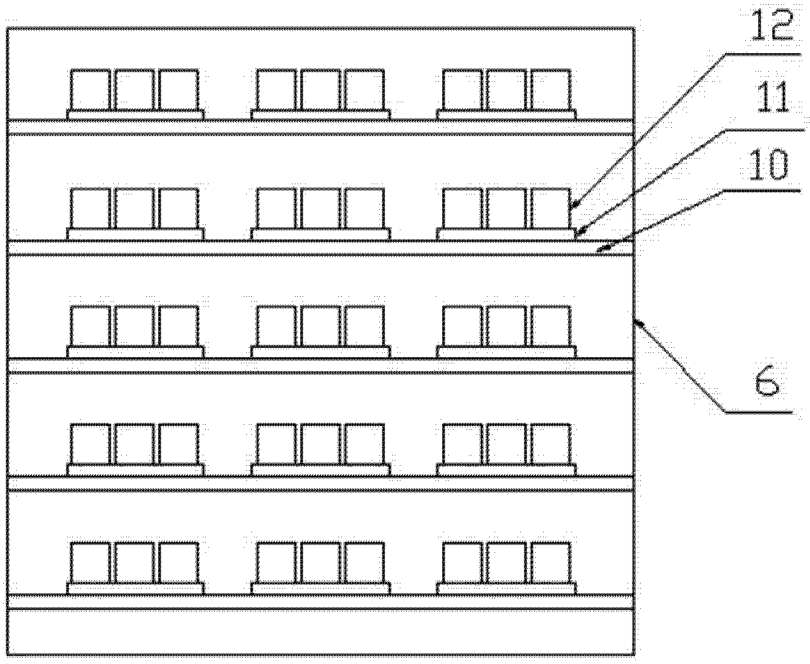


图 3

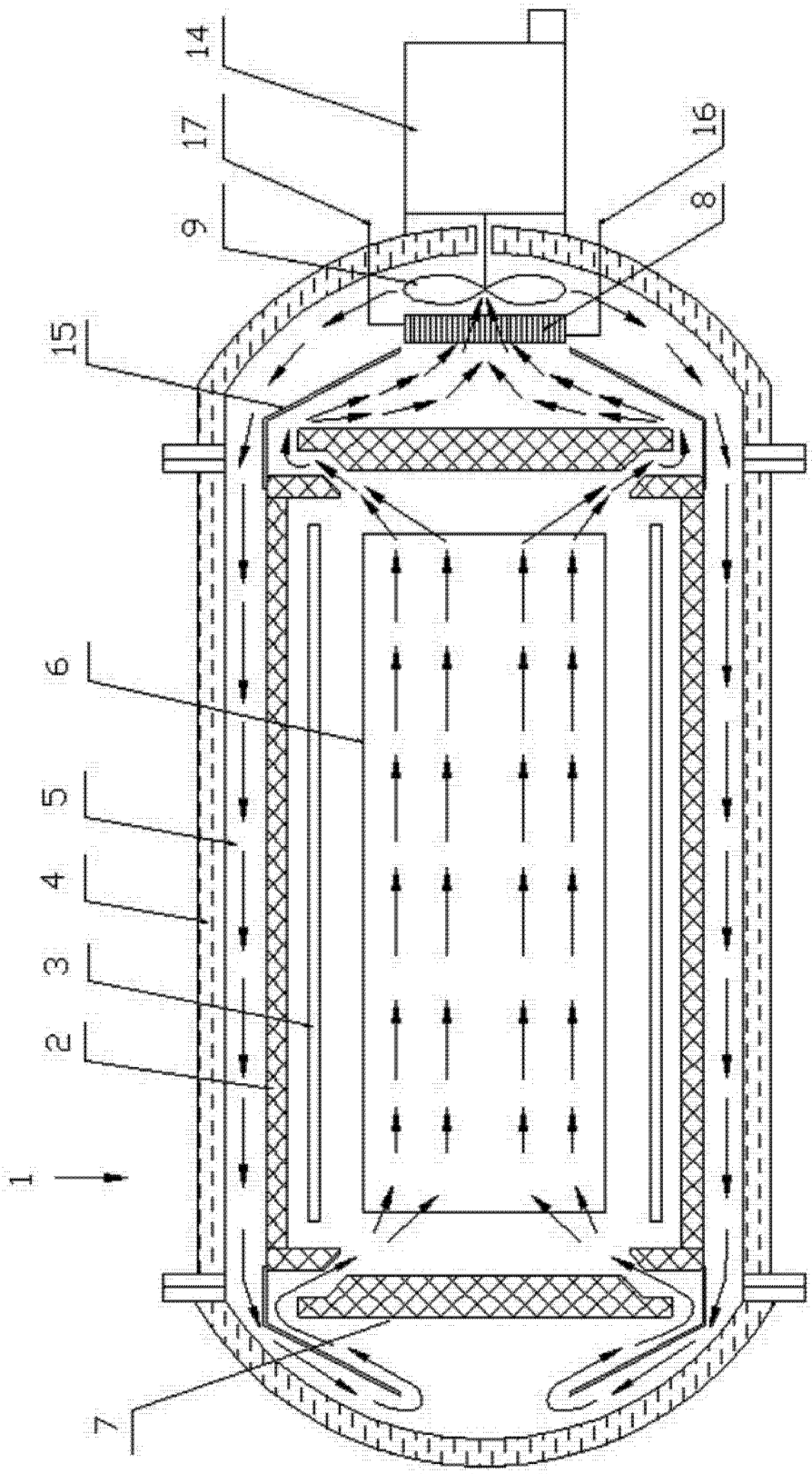


图 4

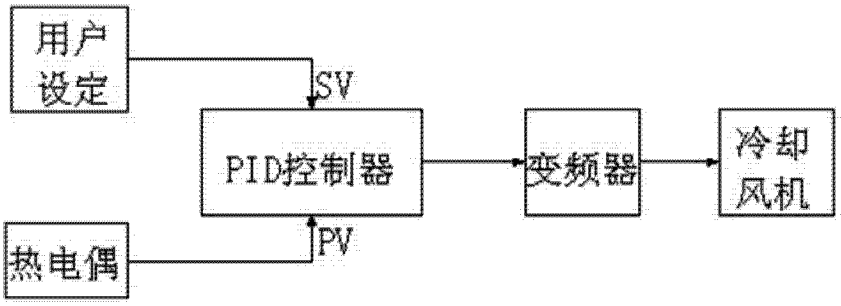

用户
设定
SV
PID控制器
变频器
冷却
风机
热电偶
PV

图 5

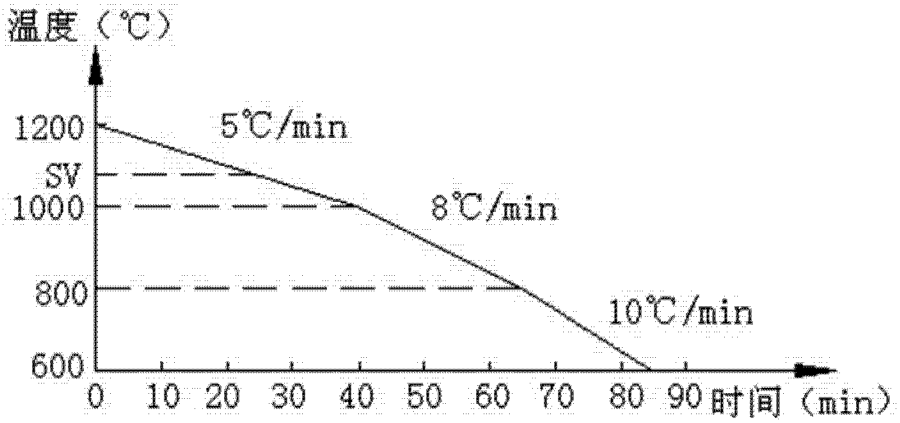

温度（℃）
1200
SV
1000
800
600
5℃/min
8℃/min
10℃/min
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
时间（min）

图 6

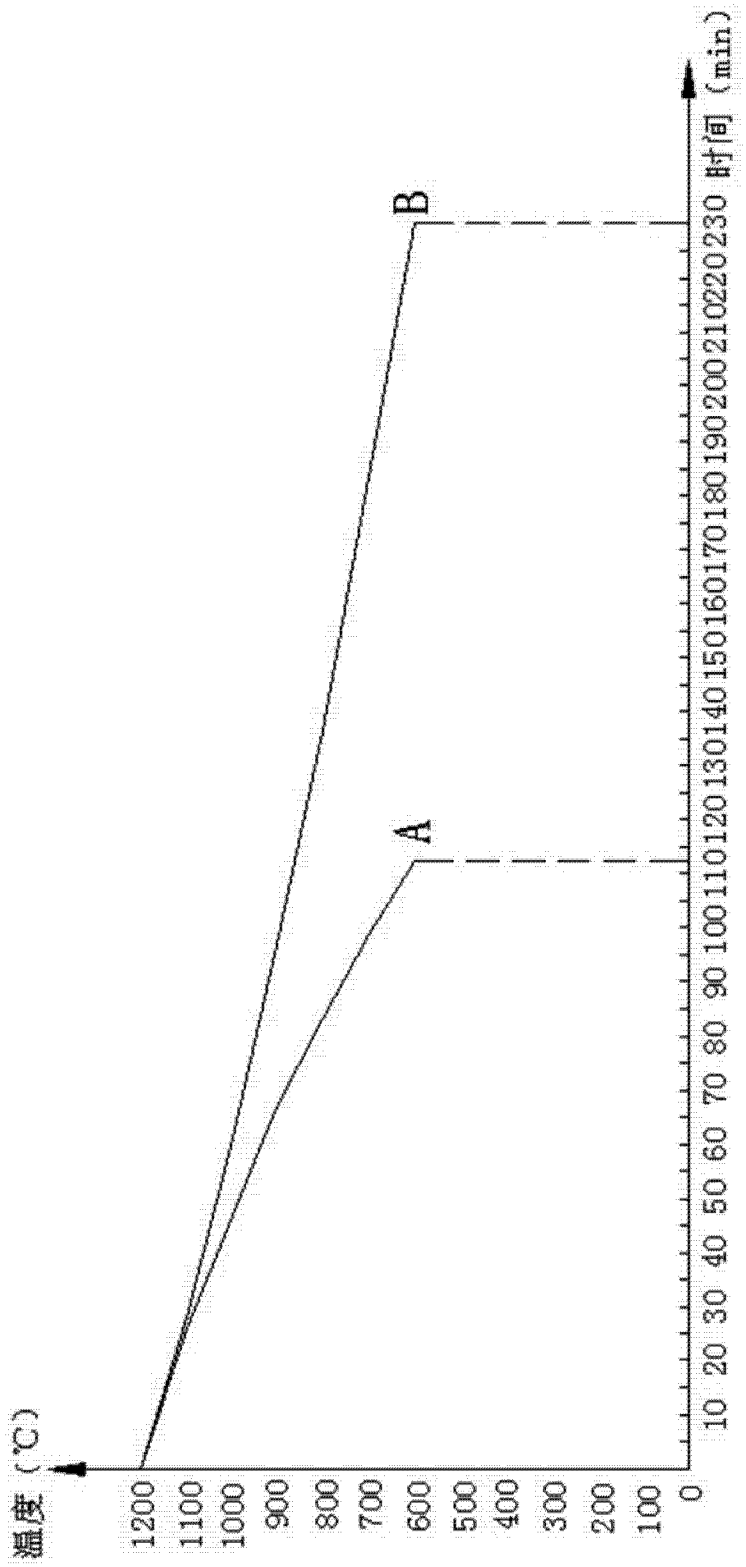

温度（℃）
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 时间（min）
A
B

图 7

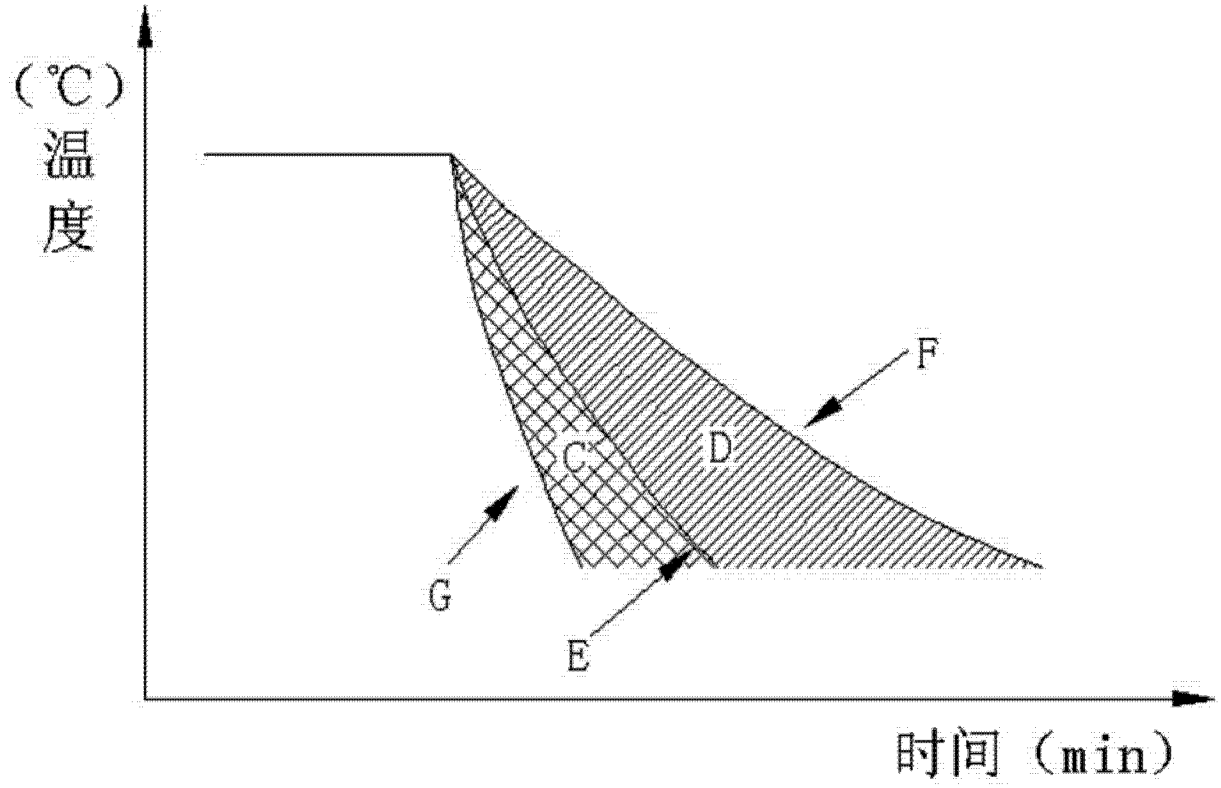


图 8