

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2012 年 8 月 23 日 (23.08.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/109811 A1

- (51) 国际专利分类号:
H05B 6/10 (2006.01) *H05B 6/02* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/072255
- (22) 国际申请日: 2011 年 3 月 29 日 (29.03.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110040235.X 2011 年 2 月 16 日 (16.02.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **武湛君 (WU, Zhanjun)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。 **王智 (WANG, Zhi)** [CN/CN]; 中国黑龙江省哈尔滨市南岗区繁荣街 130 号, Heilongjiang 150006 (CN)。 **王奕首 (WANG, Yishou)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号,

Liaoning 116024 (CN)。 **史国栋 (SHI, Guodong)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。 **严佳 (YAN, Jia)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。 **柳敏静 (LIU, Minjing)** [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

(74) 代理人: **大连东方专利代理有限责任公司 (DALIAN EAST PATENT AGENT LTD.)**; 中国辽宁省大连市西岗区黄河路 263 号 608 室, Liaoning 116011 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: CONTACTLESS HEATING METHOD AND APPARATUS FOR HIGH TEMPERATURE MATERIALS

(54) 发明名称: 用于高温材料的非接触式加热的方法和装置

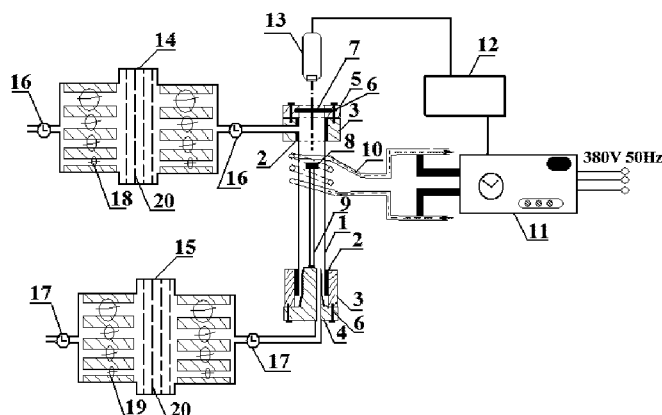


图 1 / FIG. 1

(57) Abstract: A contactless heating method and apparatus for high temperature materials are provided. A heated material(8) is provided on a supporter(9) in a quartz tube(1) sealed by sealing elements(4, 5); a coil(10) made of a copper pipe is surrounded outside the quartz tube(1); circular water coolant is in the copper pipe; a quick alternating magnetic field generated by a high frequency oscillation magnetic filed generator(11) is applied to the heated material(8) through the coil(10), thus heating the heated material(8); the input power of the high frequency oscillation magnetic filed generator(11) is adjusted by means of a computer data acquisition and control system(12) according to the temperature signals so that the heated material(8) is heated up to a pre-determined temperature; gas and air-pressure in the quartz tube(1) are adjusted by a gas supply control systems(14) and a pressure control system(15) connected with the sealing elements(4, 5), respectively. The method and apparatus are used in the research on high temperature anti-oxidation performance of the high temperature materials, thereby enabling the materials to be quickly and accurately heated, and enabling the heating-up speed, heating time, and temperature to be adjusted automatically.

[见续页]



WO 2012/109811 A1



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

一种用于高温材料的非接触加热的方法和装置, 将被加热材料(8)置于用密封件(4、5)密封的石英管(1)内的支架(9)上, 在石英管(1)外环绕铜管制成的线圈(10), 铜管内通有循环冷却水, 用高频振荡磁场发生器(11)通过线圈(10)对材料(8)施加快速交变磁场, 使材料(8)升温; 采用计算机数据采集和控制系统(12), 根据温度信号调节高频振荡磁场发生器(11)的输入功率, 使材料(8)达到设定温度; 通过与密封件(4、5)相连的进气控制系统(14)和压力控制系统(15)分别调节石英管(1)内的气体和气压。该方法和装置用于高温材料的高温抗氧化性能的研究, 实现了材料快速而准确地加热, 升温速度、加热时间和温度均能够自动调节。

说明书

用于高温材料的非接触式加热的方法和装置

技术领域

本发明属于高温材料技术领域，涉及一种研究高温材料的高温抗氧化性能所需的方法和装置，特别是对可导电的高温材料的非接触式的加热方法和装置。

背景技术

随着航空、原子能、冶炼等新技术的快速发展，一些应用背景下的高温材料结构的使用条件越来越苛刻，如用于高超声速飞行的结构部件，要求材料具有良好的高温性能以适应苛刻的作业环境，如抗热冲击、高温强度、耐腐蚀性、抗氧化性等，如何提高材料的高温抗氧化性是目前人们关注的主要问题。

目前，考核和研究高温结构材料高温抗氧化性能的设备，主要是高温氧化炉或氧乙炔焰，高温氧化炉通常温度在1400℃左右，其氧化气氛的压力不能调节，氧乙炔焰能产生1200~2800℃的高温，但温度很难调节，误差在100~300℃，这使得考核和研究材料高温抗氧化性能的结果存在较大的偏差。

发明内容

本发明的目的，旨在提供一种针对具有良好导电性能的高温材料的非接触式加热方法和装置，实现快速加热并准确控制温度，以提高对材料的高温氧化和热冲击性能评价的可靠性。

本发明的目的是通过以下技术方案实现的。

一种用于高温材料的非接触式加热的方法，通过对可导电的高温材料施加快速交变磁场使材料升温，包括以下步骤：

(1) 将被加热材料置于用密封件密封的石英管内的支架上，所述支架与石英管的密封件相连接；

(2) 石英管外环绕铜管制成的线圈，所述铜管内通有循环冷却水，用高频振荡磁场发生器通过线圈对被加热材料施加快速交变磁场，使材料升温；

(3) 采用非接触式高温温度计透过装在石英管密封件上的高透光石英板测量被加热材料的温度；

(4) 采用计算机数据采集和控制系统，根据被加热材料的温度信号调节高

频振荡磁场发生器的输入功率，使被加热材料达到设定温度；同时通过与石英管两端的密封件相连接的进气和压力控制系统调节石英管内的气体和气压。

本发明利用可导电材料的特性，通过对材料施加快速交变磁场，使材料内部快速产生超强涡流，材料在涡流的作用下迅速升温；并且，考虑到有些材料热疲劳性能实验需要隔绝空气，有些高温氧化性能实验需要调节氧化气氛，而有些模仿飞行器的大气环境实验需要含氧气、氮气、水蒸气，气压也受高度、飞行速度的影响而变化，因此高温材料加热实验时，石英管采用密封件封闭，且与进气和压力控制系统相连接，以实现气压和气体的调节。

进一步的，所述高频振荡磁场发生器可以采用380V、50~60Hz三相交流电源，参数为输入功率30~80kW、振荡频率15~35kHz；更好的，所述输入功率40~70kW、振荡频率25~30kHz。

本发明同时公开了实现上述用于高温材料的非接触式加热方法的装置：

所述装置包括石英管及其两端的密封件、高频振荡磁场发生器、铜管制成的线圈、非接触式高温温度计、计算机数据采集和控制系统、石英管的进气和压力控制系统、铜管冷却水循环系统；

所述石英管长为300~500mm、外径为40~50mm，其一端的密封件上装有高透光石英板，另一端的密封件上装设用于放置被加热材料的支架；

所述铜管制成的线圈环绕在石英管外，匝数为3~10圈，线圈内径为60~70mm，铜管内径为3~8mm、外径为5~15mm；

所述线圈的两端与高频振荡磁场发生器的输出端以及循环冷却水装置相连接；

所述高频振荡磁场发生器的输入功率为30~80kW，振荡频率为15~35kHz；

所述非接触式高温温度计、高频振荡磁场发生器分别与所述计算机数据采集和控制系统相连接。

所述石英管的进气和压力控制系统包括：与石英管两端密封件相连接的进气管路和排气管路、所述进气管路上的气体流量控制阀和流量表、所述排气管路上的气体压力控制阀和压力表。

为准确调节石英管的流入气体量和石英管内的气压，所述石英管的进气和压力控制系统的另一种配置包括：与石英管两端密封件相连接的进气管路和排气管路、所述进气管路上的气体流量控制室、所述排气管路上的一个气体压力控制室；

所述气体流量控制室的入口和出口均安装一个流量计；所述压力控制室的入口和出口均安装一个压力表；

所述气体流量控制室和气体压力控制室的构造相同，均为带有入口和出口的密闭腔体，内部装有2~5层与气体管路轴向垂直的多孔板，两端分别装有2~4个管径不同的、各自带有控制阀的入口管和出口管；

为准确调节进入石英管内的气体流量，气体流量控制室的入口管可以比出口管细，流量控制室的入口管径:出口管径= 0.1:1~0.5:1；

当石英管内所需的气压大于一个大气压时，所述气体压力控制室的入口管径:出口管径= 0.1:1~1:1；当石英管内所需的气压小于或等于一个大气压时，所述气体压力控制室的入口管径:出口管径 = 1:1~10:1。

所述石英管的两端密封件的结构包括：套于石英管端口外侧的环形橡胶垫、紧卡于所述橡胶垫外的金属环、及紧固于金属环上的密封塞；

其中一端的密封塞为设有排气孔的实心结构，其位于石英管内的端部上装设所述支架；

另一端的密封塞为中空结构，其中空部分密封安装有高透光石英板，与之相配的金属环上开有进气孔。

加热材料时，取下石英管密封件，将被加热材料放在支架上，再装上密封件，调整非接触式高温温度计的光路对准被加热材料中间位置，设置实验需要达到的最高温度、加热速率和保温时间等参数，接通计算机数据采集和控制系统、高频振荡磁场发生器、进气和压力控制系统，温度信号被电脑自动记录，反馈给高频振荡磁场发生器，控制输入功率。

根据被加热材料的设定温度、体积，调整石英管尺寸、铜管线圈匝数等参数。高温材料的辐射热量与材料的体积成正比，材料体积越大、设定温度越高，石英管的内径应越大，以便有效降低处于高温状态的材料对石英管的辐射热量；随着材料体积和设定温度的增大，可适当增加线圈的匝数。石英管最大工作温度是 1500℃，如果材料体积较小，可以在石英管不超过工作温度的情况下，把材料加热到 2000℃，持续 30 分钟以上，这足够研究任何一种高温结构材料的性能。

本发明可用于评价高温材料的高温抗氧化性能的研究，能够实现快速而准确的加热，升温速度、加热时间、温度等都可以实现自动调节，最大加热速率是 500℃/min，最高温度可达到 2000℃，与现有加热方法相比，具有操作简单、加

热速度快、成本低、安全、温度控制准确、试件周围气氛可调等优点。

附图说明

图 1 为本发明装置示意图。图中，

1.石英管， 2.环形橡胶垫， 3.金属环， 4.带有排气孔的密封塞， 5.中空密封塞， 6.紧固螺杆， 7.高透光石英板， 8.被加热材料， 9.支架， 10.铜管制成的线圈，内有冷却循环水， 11.高频振荡磁场发生器， 12.计算机数据采集和控制系统， 13.非接触式高温温度计， 14.气体流量控制室，其两端装有管径不同的、各自带有流量控制阀的入口管和出口管， 15.气体压力控制室，其两端装有管径不同的、各自带有压力控制阀的入口管和出口管， 16.气体流量计， 17.气体压力表， 18.流量控制阀， 19.压力控制阀， 20.多孔板。

具体实施方式

下面通过实施例对本发明做进一步说明：

实施例 1：被加热材料为硼化锆-碳化硅-石墨陶瓷基复合材料

石英管长 500mm，管外径为 40mm，被加热材料(试样)尺寸为 20×20×3mm，采用金刚石研磨膏将试样表面打磨到光洁度达到 1 μ m 以内。

预计达到的技术指标如下：石英管内气体的压力为 50 $\pm$ 10Pa，气体流量为 100 $\pm$ 10ml/s，试样表面温度 1500 $\pm$ 30 $^{\circ}$ C，保温 5 分钟。

高频振荡磁场发生器电源为三相 380V、50Hz，输入功率为 30kW，振荡频率为 15kHz，铜管制成的线圈匝数为 3 圈、线圈内径为 60mm，铜管本身内径为 3mm，外径为 5mm。

加热装置如图 1 所示，首先打开石英管 1 下端的密封塞 4，将待测试样 8 放在试样支架 9 上；检查并清洁高透光石英板 7，然后用紧固螺杆 6 将密封塞 4 和中空密封塞 5 分别紧密固定在石英管两端的金属环 3 上，高透光石英板 7 密封安装在中空密封塞 5 的中空部分；进气管路和排气管路分别与上端金属环 3 和下端密封塞 4 相连接，调整高温温度计 13 的光路对准试样 8 的中心，打开计算机数据采集和控制系统 12、高频振荡磁场发生器 11，开通气体流量控制室 14 和气体压力控制室 15，接通铜管制成的线圈 10 内的冷却循环水装置。

预设升温速度为 100 $^{\circ}$ C/min，升温到 1400 $^{\circ}$ C后，升温速率逐渐降低，直至达到最高温度 1500 $^{\circ}$ C并保温 5 分钟。选择气体流量控制室 14 的入口管径:出口管

径 = 0.5:1, 调节流量控制阀 18, 控制气体流量为 $100 \pm 10 \text{ ml/s}$; 选择气体压力控制室 15 的入口管径: 出口管径 = 10:1, 调节压力控制阀 19, 控制压力为 $50 \pm 5 \text{ Pa}$ 。

实验结果表明: 试样表面温度为 $1500 \pm 12^\circ\text{C}$, 气体流量为 $100 \pm 8 \text{ ml/s}$, 石英管内的气体压力为 $50 \pm 6 \text{ Pa}$, 从这些结果看, 设备具有较好的精度。特别是温度的准确性明显高于温差通常为 $\pm 300^\circ\text{C}$ 的氧乙炔焰。

实施例 2: 被加热材料为硼化锆-碳化硅-石墨陶瓷基复合材料

石英管长 500mm, 管外径为 50mm, 被加热材料尺寸为: $25 \times 25 \times 4 \text{ mm}$, 材料表面处理同实施例 1。

本实施例预计达到的技术指标如下: 石英管内气体的压力为 $1000 \pm 50 \text{ Pa}$, 气体流量为 $200 \pm 15 \text{ ml/s}$, 试样表面温度 $1600 \pm 40^\circ\text{C}$, 保温 5 分钟。

设备操作过程同实施例 1, 参数为: 高频振荡磁场发生器的电源为三相 380V、50Hz, 输入功率为 40kW, 振荡频率为 20kHz, 铜管制成的线圈匝数为 4, 线圈内径为 62mm, 铜管本身内径为 4mm, 外径为 8mm。

预设升温速度为 $100^\circ\text{C}/\text{min}$, 升温到 1450°C 后, 升温速率逐渐降低, 直至达到最高温度 1600°C 并保温 5 分钟。选择气体流量控制室 14 的入口管径: 出口管径 = 0.4:1, 调节流量控制阀 18, 控制气体流量为 $200 \pm 13 \text{ ml/s}$; 选择气体压力控制室 15 的入口管径: 出口管径 = 6:1, 调节压力控制阀 19, 控制压力为 $1000 \pm 42 \text{ Pa}$ 。

实验结果表明: 试样表面温度为 $1600 \pm 20^\circ\text{C}$, 气体流量为 $200 \pm 12 \text{ mL/s}$, 石英管内的气体压力为 $1000 \pm 35 \text{ Pa}$ 。

实施例 3: 被加热材料为硼化锆-碳化硅-石墨陶瓷基复合材料

石英管长 400mm, 管外径为 50mm, 被加热材料(试样)尺寸为 $20 \times 20 \times 8 \text{ mm}$, 材料表面处理同实施例 1。

本实施例预计达到的技术指标如下: 石英管内气体的压力为 $5000 \pm 100 \text{ Pa}$, 气体流量为 $500 \pm 25 \text{ ml/s}$, 试样表面温度 $1700 \pm 50^\circ\text{C}$, 保温 5 分钟。

设备操作过程同实施例 1。高频振荡磁场发生器的电源为三相 380V、50Hz, 输入功率为 50kW, 振荡频率为 25kHz; 铜管制成的线圈匝数为 5 圈、线圈内径为 65mm, 铜管内径为 5mm, 外径为 9mm。

预设升温速度为 $100^\circ\text{C}/\text{min}$, 升温到 1500°C 后, 升温速率逐渐降低, 直至达到最高温度 1700°C 并保温 5 分钟。选择气体流量控制室 14 的入口管径: 出口管径 =

0.3:1, 调节流量控制阀18, 控制气体流量为 $500\pm 20\text{ml/s}$; 选择气体压力控制室15的入口管径:出口管径 = 2:1, 调节压力控制阀19, 控制压力为 $5000\pm 81\text{Pa}$ 。

实验结果表明: 试样表面温度为 $1700\pm 25^\circ\text{C}$, 气体流量为 $500\pm 20\text{mL/s}$, 石英管内的气体压力为 $5000\pm 81\text{Pa}$ 。

实施例 4: 被加热材料为硼化锆-碳化硅-石墨陶瓷基复合材料

石英管长 300mm, 管外径为 50mm, 被加热材料(试样)尺寸为 $15\times 15\times 4\text{mm}$, 材料表面处理同实施例 1。

本实施例预计达到的技术指标如下: 石英管内气压为 $100000\pm 1000\text{Pa}$, 气体流量为 $400\pm 20\text{ml/s}$, 试样表面温度 $1750\pm 60^\circ\text{C}$, 保温5分钟。

设备操作过程同实施例1。高频振荡磁场发生器的电源为三相380V、50Hz, 输入功率为60kW, 振荡频率为30kHz; 铜管制成的线圈匝数为7圈、线圈内径为66mm, 铜管内径为6mm, 外径为10mm。

预设升温速度为 $100^\circ\text{C}/\text{min}$, 升温到 1600°C 后, 升温速率逐渐降低, 直至达到最高温度 1750°C 并保温5分钟。选择气体流量控制室14的入口管径:出口管径 = 0.2:1, 调节流量控制阀18, 控制气体流量为 $400\pm 17\text{ml/s}$; 选择气体压力控制室15的入口管径:出口管径 = 1:1, 调节压力控制阀19, 控制压力为 $100000\pm 650\text{Pa}$ 。

实验结果表明: 试样表面温度为 $1750\pm 25^\circ\text{C}$, 气体流量为 $400\pm 17\text{mL/s}$, 石英管内的气体压力为 $100000\pm 650\text{Pa}$ 。

实施例 5: 被加热材料为硼化锆-碳化硅-石墨陶瓷基复合材料

石英管长 500mm, 管外径为 45mm, 被加热材料(试样)尺寸为 $25\times 25\times 2\text{mm}$, 材料表面处理同实施例 1。

本实施例预计达到的技术指标如下: 石英管内气压为 $150000\pm 2000\text{Pa}$, 气体流量为 $300\pm 15\text{mL/s}$, 试样表面温度为 $1550\pm 30^\circ\text{C}$, 保温5分钟。

设备操作过程同实施例1。高频振荡磁场发生器的电源为三相380V、50Hz, 输入功率为70kW, 振荡频率为35kHz; 铜管制成的线圈匝数9圈、线圈内径为68mm, 铜管内径为7mm, 外径为13mm。

预设升温速度为 $100^\circ\text{C}/\text{min}$, 升温到 1500°C 后, 升温速率逐渐降低, 直至达到最高温度 1550°C 并保温5分钟。选择气体流量控制室14的入口管径:出口管径 = 0.1:1, 调节流量控制阀18, 控制气体流量为 $300\pm 14\text{ml/s}$; 选择气体压力控制室

15 的入口管径:出口管径 =0.5:1, 调节压力控制阀19, 控制压力为150000±1250Pa。

实验结果表明:试样表面温度为1550±25℃, 气体流量为300±14mL/s, 石英管内的气体压力为150000±1250Pa。

实施例6: 被加热材料为硼化锆-碳化硅-石墨陶瓷基复合材料

石英管长500mm, 管外径为50mm, 被加热材料(试样)尺寸为30×30×2mm, 材料表面处理同实施例1。

本实施例预计达到的技术指标如下: 石英管内气压为170000±2000Pa, 气体流量为250±15mL/s, 试样表面温度1650±40℃, 保温5分钟。

设备操作过程同实施例1。高频振荡磁场发生器的电源为三相380V、50Hz, 输入功率为80kW, 振荡频率为35kHz; 铜管制成的线圈匝数为10圈、线圈内径为70mm, 铜管内径为8mm, 外径为15mm。

预设升温速度为100℃/min, 升温到1560℃后, 升温速率逐渐降低, 直至达到最高温度1650℃并保温5分钟。选择气体流量控制室14的入口管径:出口管径 = 0.5:1, 调节流量控制阀18, 控制气体流量为250±13ml/s; 选择气体压力控制室15的入口管径:出口管径 =0.1:1, 调节压力控制阀19, 控制压力为170000±1270Pa。

实验结果表明:试样表面温度为1650±26℃, 气体流量为250±13mL/s, 石英管内的气体压力为170000±1270Pa。

以上所述, 仅为本发明较佳的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 本发明中被加热材料也并限于实施例所用材料; 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内, 根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种用于高温材料的非接触式加热的方法，通过对可导电的高温材料施加快速交变磁场使材料升温，包括以下步骤：

(1) 将被加热材料置于用密封件密封的石英管内的支架上，所述支架与石英管的密封件相连接；

(2) 石英管外环绕铜管制成的线圈，所述铜管内通有循环冷却水，用高频振荡磁场发生器通过线圈对被加热材料施加快速交变磁场，使材料升温；

(3) 采用非接触式高温温度计透过装在石英管密封件上的高透光石英板测量被加热材料的温度；

(4) 采用计算机数据采集和控制系统，根据被加热材料的温度信号调节高频振荡磁场发生器的输入功率，使被加热材料达到设定温度；同时通过与石英管两端的密封件相连接的进气和压力控制系统调节石英管内的气体和气压。

2、如权利要求1所述的用于高温材料的非接触式加热的方法，其特征在于：所述高频振荡磁场发生器的输入功率为30~80kW，振荡频率为15~35kHz。

3、如权利要求2所述的用于高温材料的非接触式加热的方法，其特征在于：

所述高频振荡磁场发生器的输入功率为40~70kW，振荡频率为25~30kHz。

4、一种如权利要求1所述的用于高温材料的非接触式加热方法的装置，其特征在于：

它包括石英管及其两端的密封件、高频振荡磁场发生器、铜管制成的线圈、非接触式高温温度计、计算机数据采集和控制系统、石英管的进气和压

力控制系统、铜管冷却水循环系统；

所述石英管长为300~500mm、外径为40~50mm，其一端的密封件上装有高透光石英板，另一端的密封件上装设用于放置被加热材料的支架；

所述铜管制成的线圈环绕在石英管外，匝数为3~10圈，线圈内径为60~70mm，铜管内径为3~8mm、外径为5~15mm；

所述线圈的两端与高频振荡磁场发生器的输出端以及循环冷却水装置相连接；

所述高频振荡磁场发生器的输入功率为30~80kW，振荡频率为15~35kHz；

所述非接触式高温温度计、高频振荡磁场发生器分别与所述计算机数据采集和控制系统相连接。

5、如权利要求4所述的用于高温材料的非接触式加热的装置，其特征在于：

所述石英管的进气和压力控制系统包括：与石英管两端密封件相连接的进气管路和排气管路、所述进气管路上的气体流量控制阀和流量表、所述排气管路上的气体压力控制阀和压力表。

6、如权利要求4所述的用于高温材料的非接触式加热的装置，其特征在于：

所述石英管的进气和压力控制系统包括：与石英管两端密封件相连接的进气管路和排气管路、所述进气管路上的气体流量控制室、所述排气管路上的一个气体压力控制室；

所述气体流量控制室的入口和出口均安装一个流量计；所述压力控制室的入口和出口均安装一个压力表；

所述气体流量控制室和气体压力控制室的构造相同，均为带有入口和出口的密闭腔体，内部装有2~5层与气体管路轴向垂直的多孔板，两端分别装有

2~4个管径不同的、各自带有控制阀的入口管和出口管；

所述气体流量控制室的入口管径:出口管径= 0.1:1~0.5:1；

当石英管内所需的气压大于一个大气压时，所述气体压力控制室的入口管径:出口管径= 0.1:1~1:1；当石英管内所需的气压小于或等于一个大气压时，所述气体压力控制室的入口管径:出口管径 = 1:1~10:1。

7、如权利要求4~6任一所述的用于高温材料的非接触式加热的装置，其特征在于：

所述石英管的两端密封件的结构包括：套于石英管端口外侧的环形橡胶垫、紧卡于所述橡胶垫外的金属环、及紧固于金属环上的密封塞；

其中一端的密封塞为设有排气孔的实心结构，其位于石英管内的端部上装设所述支架；

另一端的密封塞为中空结构，其中空部分密封安装有高透光石英板，与之相配的金属环上开有进气孔。

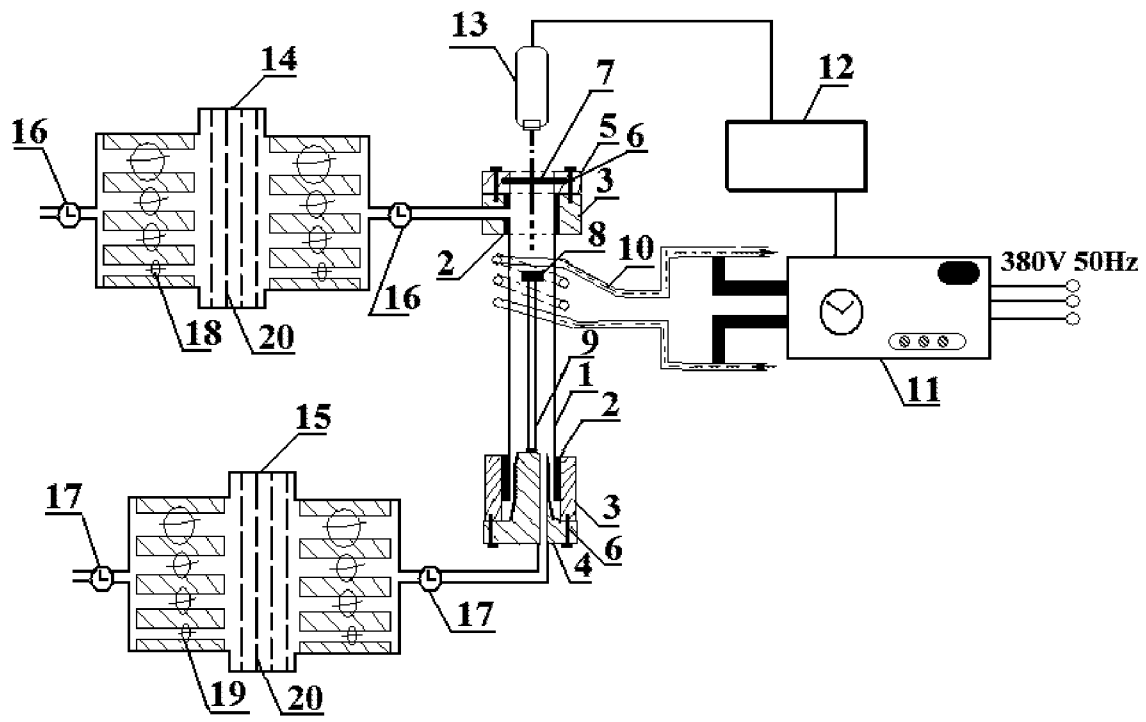


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/072255

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H05B6

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: quartz, silica, tube, pipe, conduit, coil, coiling, cool, eddy, temperature, frequency

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN101494163A (TOKYO ELECTRON LTD) 29 Jul.2009 (29.07.2009) page 6 line 25-page 12 line 28 and figures 1-4 in the description	1-5
A	CN2481109Y (UNIV HUADONG) 06 Mar.2002 (06.03.2002) the whole document	1-7
A	CN101726034A (QINGDAO FURUNDE AUTOMATION TECHN CO LTD) 09 Jun.2010 (09.06.2010) the whole document	1-7
A	US7161124B2 (UT BATTELLE LLC) 09 Jan.2007 (09.01.2007) the whole document	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 26 Aug. 2011 (26.08.2011)	Date of mailing of the international search report 15 Sep. 2011 (15.09.2011)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer SHEN,Xiang Telephone No. (86-10)62411550

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/072255

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US6195382B1 (CLEAN TECHNOLOGIES INTERNAT CO) 27 Feb.2001 (27.02.2001) the whole document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2011/072255

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101494163A	29.07.2009	JP2009176841A	06.08.2009
		KR20090080900A	27.07.2009
		US2009184109A1	23.07.2009
		TW200947588A	16.11.2009
CN2481109Y	06.03.2002	NONE	
CN101726034A	09.06.2010	NONE	
US7161124B2	09.01.2007	US2006231549A1	19.10.2006
US6195382B1	27.02.2001	WO0056407A1	28.09.2000
		AU4020400A	09.10.2000
		EP1169095A1	09.01.2002
		EP1169095B1	09.07.2008
		DE60039423E	21.08.2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/072255

Classification of Subject Matter:

H05B 6/10 (2006.01) i

H05B 6/02 (2006.01) i

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H05B6

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 石英管, 高频, 线圈, 冷却, 温度, 涡流, quartz, silica, tube, pipe, conduit, coil, coiling, cool, eddy, temperature, frequency

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN101494163A (东京毅力科创株式会社) 29.7 月 2009 (29.07.2009) 说明书第 6 页第 25 行至第 12 页第 28 行、附图 1-4	1-5
A	CN2481109Y (华东师范大学) 06.3 月 2002 (06.03.2002) 全文	1-7
A	CN101726034A (青岛福润德自动化技术有限公司) 09.6 月 2010 (09.06.2010) 全文	1-7
A	US7161124B2 (UT BATTELLE LLC) 09.1 月 2007 (09.01.2007) 全文	1-7
A	US6195382B1 (CLEAN TECHNOLOGIES INTERNAT CO) 27.2 月 2001 (27.02.2001) 全文	1-7



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇
引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引
用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了
理解发明之理论或原理的在后文件“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的
发明不是新颖的或不具有创造性“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件
结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时,
要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

26.8 月 2011 (26.08.2011)

国际检索报告邮寄日期

15.9 月 2011 (15.09.2011)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

申翔

电话号码: (86-10) 62411550

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/072255

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101494163A	29.07.2009	JP2009176841A	06.08.2009
		KR20090080900A	27.07.2009
		US2009184109A1	23.07.2009
		TW200947588A	16.11.2009
CN2481109Y	06.03.2002	无	
CN101726034A	09.06.2010	无	
US7161124B2	09.01.2007	US2006231549A1	19.10.2006
US6195382B1	27.02.2001	WO0056407A1	28.09.2000
		AU4020400A	09.10.2000
		EP1169095A1	09.01.2002
		EP1169095B1	09.07.2008
		DE60039423E	21.08.2008

主题的分类:

H05B 6/10(2006.01) i

H05B 6/02(2006.01) i