

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94117907.9

[45]授权公告日 2001年4月4日

[11]授权公告号 CN 1064130C

[22]申请日 1994.10.5 [24]颁证日 2000.12.15

[21]申请号 94117907.9

[30]优先权

[32]1993.10.5 [33]JP [31]249189/1993

[32]1994.6.13 [33]JP [31]130387/1994

[32]1994.6.29 [33]JP [31]147330/1994

[32]1994.9.14 [33]JP [31]219907/1994

[32]1994.6.17 [33]JP [31]135394/1994

[73]专利权人 日本钢管株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 山崎三生 井上茂 菊地一郎

粕谷昌纪 金谷弦治 广子正雄

吉川高文 枝广政士 小松喜美

井上明彦 水上秀昭 村井刚

中村英夫 山田善郎 安达雄二

中村广文 三好敬一 官本一志

土居正男 竹根史郎

[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 张 闽

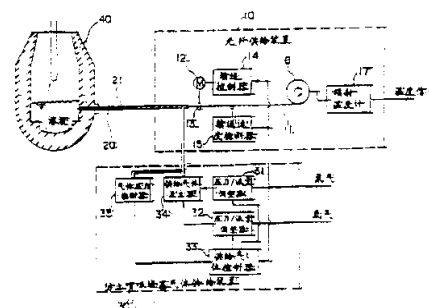
审查员 52 40

权利要求书6页 说明书23页 附图页数16页

[54]发明名称 使用光纤的温度测定装置和方法

[57]摘要

本发明提供了使用光纤测定温度的装置和使用光纤测定温度的方法。



ISSN 1008-4274

# 权 利 要 求 书

---

1. 一种使用光纤的温度测定装置, 包括:

金属管包覆的光纤;

配置在收容高温液体炉内并用于测定炉内高温液体温度的喷嘴, 该喷嘴的一端同收容在炉内的高温液体接触, 从另一端插入该包覆光纤;

为了防止喷嘴堵塞而向喷嘴内供给气体的气体供给组件;

通过喷嘴将包覆光纤的一端输送到高温液体中的光纤供给组件; 高温液体辐射的具有光谱分布的光从包覆光纤的一端射入; 以及

同包覆光纤的另一端相连并根据在包覆光纤内传播的光的光谱计算出温度的辐射温度计,

其特征在于, 其中所述光纤供给组件包括: 检测包覆光纤输送速度的速度检测器和根据速度检测器的输出信号控制包覆光纤输送速度的输送速度控制器;

所述的气体供给组件包括检测吹入喷嘴的气体压力的压力检测器和根据压力检测器的输出信号和速度检测器的输出信号选择吹入喷嘴的气体种类的气体种类选择组件。

2. 如权利要求1所述的温度测定装置, 其特征在于还包括: 根据光纤供给组件输送包覆光纤的难易情况选择向喷嘴吹入气体种类的气体种类的选择组件;

3. 如权利要求1所述的温度测定装置, 其特征在于其中所述的气体供给组件包括使在喷嘴同高温液体接触的端部吹出的气体的线

流速控制在50~500Nm/sec范围内的流速控制组件。

4. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于其中所述喷嘴内径同所述的金属管包覆光纤的外径的比在1.5至3.5之间。

5. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于其中所述的喷嘴是由耐火砖制作的。

6. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于所述的喷嘴是由陶瓷制作的。

7. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于其中所述的喷嘴是由金属的单管制作的。

8. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于其中所述喷嘴由内侧制成陶瓷的金属的单管制成。

9. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于其中所述喷嘴是由内管和外管组成的双层管，包覆光纤插入在内管内，通过内管和外管之间的空隙供给用于防止喷嘴堵塞的气体。

10. 如权利要求9所述的温度测定装置，其特征在于其中所述的内管具有陶瓷的内衬。

11. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于其中所述的光纤供给组件由预先卷绕了光纤的转筒、从转筒上输送光纤的滚轮、驱动滚轮的电动机、检测输送速度的检测器和输送速度控制器组成。

12. 如权利要求1所述的温度测定装置，其特征在于其中，所述的光纤供给组件包括使包覆光纤沿供给方向前后振动的振动装置，所述振动装置在不向高温液体中输送光纤的停止的时间内工作。

13. 如权利要求1所述的温度测定装置, 其特征在于, 其中所述气体供给组件包括按满足下式流量控制气体流量的控制器;

$$[Q \cdot M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)] / (T_m - T_1) < 4 \times 10^7$$

式中,

Q: 吹入气体流量Nl/min

T<sub>m</sub>: 溶液温度[K]

T<sub>1</sub>: 溶液凝固温度[K]

T<sub>g</sub>: 吹入气体温度[K]

C<sub>p</sub>: 在溶液温度下吹入气体的比热[J/Kg · K]

M: 吹入气体的分子量.

14. 如权利要求1所述的温度测定装置, 其特征在于, 其中所述的气体供给组件包括按照满足下式的气体流量控制气体流量的组件:

$$[Q \cdot M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)] / (T_m - T_1) > 3 \times 10^6$$

式中,

Q: 吹入气体流量[Nl/min]

T<sub>m</sub>: 溶液温度[K]

T<sub>1</sub>: 溶液凝固温度[K]

T<sub>g</sub>: 吹入气体温度[K]

C<sub>p</sub>: 在溶液温度下吹入气体的比热[J/Kg · K]

M: 吹入气体的分子量.

15. 如权利要求1所述的测温装置, 其特征在于, 其中所述光纤供给组件包括使包覆光纤通过该组件导入到喷嘴中的导管和密封所述导管和包覆光纤的密封装置.

16. 如权利要求15所述的温度测定装置，其特征在于，其中所述的密封装置包括沿光纤轴向配置的若干个具有直径比光纤直径更小的孔的密封橡胶圈，靠近密封橡胶圈之间配置的支撑环、靠近橡胶圈配置并压入密封油的套环；在两侧同所述光纤·导管相连接的密封装置的本体内配置这些密封橡胶圈和环。

17. 一种使用光纤测定温度的方法，该方法包括下列步骤：

准备金属管包覆的光纤步骤；

通过设置在装有高温液体的炉内的喷嘴将包覆光纤输送到高温液体中的步骤，所述喷嘴的一端同装在炉内的高温液体接触，高温液体辐射的具有光谱分布的光从所述包覆光纤的一端射入；

为了防止喷嘴堵塞向所述喷嘴内供给气体的步骤；

借助同包覆光纤的另一端连接的辐射温度计根据在包覆光纤内传播的具有光谱分布的光计算温度的步骤，

其特征在于，其中将包覆光纤送入高温液体中的步骤包括检测光纤输送速度步骤和根据速度检测器的输出信号控制光纤输送速度的步骤；

所述的供给喷嘴气体的步骤包括检测吹入喷嘴气体压力的步骤和根据该压力检测步骤的输出信号和该速度检测步骤输出的信号选择吹入喷嘴气体种类的步骤。

18. 如权利要求17的测定温度方法，其特征在于，还包括：根据在将所述包覆光纤输送到高温液体的步骤中的包覆光纤输送的难易状况选择吹入所述喷嘴的气体种类的步骤。

19. 如权利要求18所述的测定温度方法，其特征在于，其中吹入喷嘴内的气体是从惰性气体、惰性气体同氧化性气体的混合气、

氧化性气体中选择的。

20. 如权利要求17所述的测定温度方法，其特征在于，其中对喷嘴的气体供给进行控制以便使从该喷嘴的端部吹出气体的线流速在50至500Nm/sec范围内。

21. 如权利要求17所述的测定温度方法，其特征在于，其中使所述喷嘴的内径同金属管包覆光纤的外径比在1.5至3.5范围内。

22. 如权利要求17所述的测定温度方法，其特征在于，其中所述的喷嘴是由内管和外管组成的双层管，将包覆光纤插入内管内，通过内管和外管间的空隙供给防止喷嘴堵塞的气体。

23. 如权利要求17所述的测定温度方法，其特征在于，其中输送包覆光纤的步骤包含将包覆光纤连续地输送到高温液体中的操作。

24. 如权利要求17所述的测定温度方法，其特征在于，其中输送包覆光纤的步骤包含将包覆光纤断续地输送到高温液体中的操作。

25. 如权利要求17所述的测定温度方法，其特征在于，其中输送包覆光纤的步骤包含将包覆光纤断续地输送到高温液体中，在不将包覆光纤输送到高温液的停止时间内使包覆光纤沿供给方向前后振动的操作。

26. 如权利要求17所述的测定温度方法，其特征在于，其中喷嘴气体的供给按满足下式的气体流量进行：

$$[Q \cdot M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)] / (T_m - T_1) < 4 \times 10^7$$

式中，

Q: 吹入气体流量Nl/min

$T_m$ : 溶液温度[K]

$T_1$ : 溶液凝固温度[K]

$T_g$ : 吹入气体温度[K]

$C_p$ : 在溶液温度下吹入气体的比热[J/Kg·K]

$M$ : 吹入气体的分子量。

27. 如权利要求17所述的方法, 其中喷嘴气体的供给按照满足下式的气体流量进行:

$$[Q \cdot M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)] / (T_m - T_1) > 3 \times 10^6$$

式中,

$Q$ : 吹入气体流量[Nl/min]

$T_m$ : 溶液温度[K]

$T_1$ : 溶液凝固温度[K]

$T_g$ : 吹入气体温度[K]

$C_p$ : 在溶液温度下吹入气体的比热[J/Kg·K]

$M$ : 吹入气体的分子量。

28. 如权利要求17所述的测定温度的方法, 其特征在于, 其中喷嘴气体的供给按照满足下式的气体流量进行:

$$3 \times 10^6 < [Q \cdot M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)] / (T_m - T_1) < 4 \times 10^7$$

式中,

$Q$ : 吹入气体的流量[Nl/min]

$T_m$ : 溶液温度[K]

$T_1$ : 溶液凝固温度[K]

$C_p$ : 在溶液温度下的吹入气体的比热[J/Kg·K]

$M$ : 吹入气体的分子量。

$T_g$ : 吹入气体的温度[K]

# 说 明 书

## 使用光纤的温度测定装置和方法

本发明涉及使用光纤测定高温液体的装置和方法,特别是涉及可以连续测定温度的装置和方法。

目前,作为检测炉内溶液温度的方法例如在钢的精炼炉即对铁水进行脱碳处理的转炉等中的温度测量是采用采样方式或人工热电偶测量方法完成的。在采样方法中,是用安装在长矛状可移动体的长矛端部上的测温体从炉(容器)的原料入口等进行温度测量的。

目前的采样方法有如下的缺点:

首先,由于与炉(容器)的大小成比例而使测温装置巨大化。由于测温体使用一次就得扔掉,所以每次测温必需更换测温体,因此必需有更换测温体的附属装置。其次由于每次测温需要更换消耗式热电偶,所以使测量作业处理时的熔融温度的测定不得不断续地进行。又由于测温体一次性使用的经济上原因,使得测温不能频繁进行。因此处理终点的实际温度同目标温度不一定一致,还有引起能量损失,生产成本高和影响生产等问题。

关于连续测定炉内温度方法的公知文件例如有在特开昭61-91529号公报中描述的方法。这篇文件中公开的测温法虽然是用光纤测量炉内温度的,但是由于光纤的端部固定在喷嘴的端部,是通过从喷嘴的端部吹入的气体层测量温度的,所以存在测定精度相当不精确的问题。另外还有因光纤的端部长时间在高温下而发生随时

间老化问题。

另外,在特开昭63-203716号公报中,为了通过连续测定钢水温度把精炼中温度和终点的温度作为目标值而采用根据温升速度的变化率推定在终点的成分的钢水精炼控制方法,在这个公报中虽然记载了"可以采用通过从转炉等的反应器的底部、侧壁或上部将光纤浸在钢水中、使用由与光纤连接的辐射温度计连续测定钢水温度的方法";但是没有进行具体的描述,使其技术方案不清楚。

本申请人在先前申请的特愿平4-78736号(特开平5-24896号公报)申请中提出了一种测定温度装置,在这个装置中,将金属管包覆的光纤的前端作为测温元件插入钢水中,利用在这个光纤的端部满足黑体辐射条件的测量原理,使光纤的另一端同辐射温度计相连接以便进行温度测量,在这个装置中还设置有在送出金属管包覆的光纤的同时退绕光纤的输送机构,金属管包覆的光纤端部只是在进行测量钢水温度时才短时间插入高温液体中,测量结束之后立即将这个端部提升,然后将这个作为测温元件使用过的端部切掉,在下次测量时采用新的端部测量温度。

但是特愿平4-78736号(特开平5-24896号公报)中的温度特定装置是间歇式的测温装置,在每次测温时需要将作为测温元件使用过的光纤端部切掉,因此这个装置具有不能长期连续测量温度的缺点。

本发明的目的是提供一种可以长时间测定高温液体温度并且使用响应快、精度高的光纤的测定温度装置和方法。

为达到此目的,本发明提供一种具有以下构造的使用光纤的测定温度装置:

### 金属管包覆的光纤;

设在收容高温液体炉内并用于测定温度的喷嘴,该喷嘴的一端同收容在炉内的高温液体接触,使包覆光纤从另端插入;

为了防止喷嘴堵塞而向喷嘴内供给气体的气体供给组件;

使包覆光纤的一端通过喷嘴送到高温液体中的光纤供给组件,高温液体辐射的具有光谱分布光从该包覆光纤的一端射入;以及同包覆光纤的另一端相连接,根据在包覆光纤内传播的光的光谱求出温度的辐射温度计。

本发明还提供一种由以下步骤组成的使用光纤测定温度的方法;

准备金属管包覆的光纤的步骤;

通过设置在收容高温液体炉内的喷嘴使包覆光纤输送到高温液体中的步骤,使该喷嘴的一端同收容器炉内的高温液体接触,高温液体辐射的具有光谱分布的光从包覆光纤的一端入射;

为了防止喷嘴堵塞向喷嘴内供给气体的步骤;

将包覆光纤的另一端同辐射温度计相连接,根据在包覆光纤内传播的光的光谱求出温度的步骤;

图1是本发明例1的光纤测温装置的构成方块图;

图2示出了内侧为陶瓷的金属单管构成的测温喷嘴的一个例子;

图3示出了例1的温度测定结果;

图4为例1的热电偶指示值同光纤温度计指示值的对比曲线;

图5是本发明例2的光纤温度测装置构成的方块图;

图6示出了例2的温度测定曲线的一个例子;

图7为例2的热电偶指示值同光纤温度计指示值的对比曲线;

图8表示例2的防止喷嘴堵塞的效果图；

图9示出了例3的温度测定曲线的一个例子；

图10为例3的热电偶指示值同光纤温度计指示值的对比曲线；

图11表示例3的防止喷嘴堵塞的效果图；

图12是本发明例4的光纤测量高温液体的装置构成方块图；

图13是表示例4的温度测定曲线的一个例子；

图14为表示例4的热电偶指示值同光纤温度计指示值的对比曲线；

图15为表示例4的防止喷嘴堵塞的效果图；

图16是表示光纤的喷嘴装置构成的剖面图；

图17是图16的A-A, B-B和C-C各剖面图；

图18是适用光纤密封装置的测温装置的构成方块图。

实施例1：

本发明使用由金属管包覆的光纤，在收容应测定温度的高温液体的炉的炉壁上设置用于测定炉内高温液体温度的测温喷嘴。该喷嘴的一个端同收容在炉内的高温液体相接触，金属管包覆的光纤从喷嘴的另一端插入。为了防止该喷嘴堵塞由气体供给组件向该喷嘴内供给气体。该气体通过该喷嘴与金属管包覆的光纤之间的空隙吹入炉内的高温液体中。插入的金属管包覆的光纤的一端由光纤供给组件输送到高温液体中。高温流体辐射的具有光谱分布的光从接触高温液体的包覆光纤一端进入。包覆光纤的另一端同辐射温度计相连，根据从在包覆光纤内传播的光的光谱求出高温液体的温度。

该光纤供给组件包括：预先卷绕着包覆光纤的转筒、使包覆光

纤从转筒上送出的滚筒、驱动该滚筒的电动机、检测送出速度的检测组件和控制包覆光纤的输送速度的控制组件。通过驱动电动机驱动滚筒,使包覆光纤从转筒上送出。通过作为检测组件的检测器检测送出速度。送出速度由作为速度控制组件的控制器根据检测器的输出信号来控制。

金属管包覆光纤插入在喷嘴内,通过喷嘴同包覆光纤的间隙吹入防止在高温液体内的喷嘴堵塞的气体。因此喷嘴的内径同金属管包覆光纤的外径之比最好是1.5至3.5。

测温喷嘴可以选择采用下列喷嘴之一:由耐火砖或陶瓷构成的喷嘴,由金属单管构成的喷嘴,由内侧制成陶瓷的金属单管构成的喷嘴。测温喷嘴也可制成由内管和外管组成的双层结构。包覆光纤插入在该内管内。通过内管同外管之间的间隙供给用于防止堵塞喷嘴的气体。

该气体供给组件由气体种类选择组件和气体流速控制组件构成。该气体供给组件还可以包括压力检测器。

气体种类选择组件根据由光纤供给组件送出包覆光纤的难易情况选择吹入喷嘴和气体种类。气体流速控制组件使从同高温液体接触的喷嘴端部吹出气体的线流速控制在50-500Nm/sec范围内。可以选择惰性气体、惰性气体和氧化性气体的混合气或氧化性气体作为防止堵塞气体。

气体压力检测器检测为防止测温喷嘴堵塞而吹入测温喷嘴的气体压力。气体种类选择组件也可以根据压力检测器的输出信号和包覆光纤的输送速度检测器的输出信号选择吹入喷嘴的气体种类。

防止测温喷嘴堵塞的气体通过气体供给组件吹入测温喷嘴,最好是对吹入的气体流量进行控制。在流过的气体为惰性气体时,其流量过多时会在喷嘴的尖端形成蘑菇状物,该蘑菇状物是熔融金属部分凝固的海绵状块。由于这个蘑菇状物使包覆光纤不能插入,针对蘑菇状物的生成,虽然可以考虑通过吹入氧气溶解蘑菇状物而使包覆光纤能够继续供给,但是在吹入氧气的场合下有溶损喷嘴的问题,此外,在喷嘴出口附近发生金属的氧化反应会使测定精度降低。

关于在喷嘴端部生成蘑菇状物的问题,业已发现当气体的温度、种类,流量和溶液温度,溶液成分间关系满足式(1)的条件时,就不会在喷嘴端部生成影响测温的蘑菇状物。因此通过使气体流量控制在式(1)的范围内,就可以防止生产蘑菇状物,从而可以连续地进行测温,为此没有必要吹入氧气,也可以防止喷嘴的溶损等引起的测温精度降低。

$$\{Q \cdot M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)\} / (T_m - T_1) < 4 \times 10^7 \quad \dots\dots (1)$$

式中Q:吹入气体的流量Nl/min,  $T_m$ :溶液温度[K],  $T_1$ :溶液的凝固温度[K]  $T_g$ :吹入气体的温度[K],  $C_p$ :吹入气体在溶液温度的比热[J/Kg · K], M:吹入气体的分子量。

图1是本发明一实施例的光纤测温装置构成方块图,在图中,10是光纤供给装置,它由金属管包覆光纤11,电动机12,滚轮13,输送控制器14,输送速度检测器15,光纤转筒16和辐射测温计17组成。20是用于将金属管包覆光纤11插入炉内的测温喷嘴,也称为测温风口。21是同测温喷嘴20结合的光纤导管,在使金属管包覆的光纤11插入的同时,供给防喷嘴堵塞的气体。30是为防止喷嘴堵塞的供给气体组件,它由压力/流量调节器31、32、供给气体控制器33、供

给气体发生器34和压力检测器35构成。40是炉子例如转炉、电炉等。在图示的例中测温喷嘴20是设在炉40的侧壁,但是也可将测温喷嘴20设置在炉40的底部。

采用本实施例的光纤测温装置测定高温液体温度例如炉内溶液温度时,金属管包覆光纤11的端部是同防止喷嘴堵塞气体(例如氮气 $N_2$ )同时插入到炉内熔融金属或熔渣中的,因为这个金属管包覆光纤11的端部在高温下要受到溶损,相应于该溶损的部分不断地输送出新的光纤,使光纤11的端部连续地供给,就可以实现连续的测温。采用把金属管包覆在光纤上的这个结构是由于在光纤供给装置将光纤输送到炉内时,防止喷嘴堵塞的气体压力作用在光纤上,所以要确保具有抵抗该压力的强度,以便保护内部的光纤不被压坏。

包覆这个光纤的金属管可以采用例如不锈钢管。因为这种不锈钢的熔点是 $1400\sim 1430^{\circ}\text{C}$ ,所以即使插入高温钢水中也不立即熔化,可以保护光纤数秒的时间。在这个实施例中,因为光纤也是由具有 $1600^{\circ}\text{C}$ 以上软化点的石英玻璃制成的,所以可以短时间不熔融而保持其形状。

在这个实施例中采用的金属管包覆光纤的外径为1.2mm。

测温喷嘴20可以例如由耐火砖或陶瓷制成、由单管金属构成、或由内侧制成陶瓷的金属单管构成等,另外也可以做成双重管结构,即在由金属单管或内侧有陶瓷的金属单管构成的测温喷嘴的外侧设置金属管,设置在内侧的测温喷嘴的外径同外侧的金属管内径间的空隙同防止喷嘴堵塞气体供给装置30相连通。

测温嘴20的一端接触高温液体,另一端同光纤导管21以气密方式连接,金属管包覆光纤11从这个光纤导管21的一侧插入,而插入

到高温液体中。此外,在测温喷嘴20的内径同金属管包覆光纤11的外径之间设置有空隙,通过光纤导管21将防止堵塞气体吹到这个空隙中。

图2是示出在本实施例中把内侧制成陶瓷的金属单管构成的测温喷嘴的一个例子的图。图2的测温喷嘴20是将陶瓷管20b配置在不锈钢管20a的内侧而构成的。在这个例子中,使用SUS304作为不锈钢管20a的基体材料,虽然使用氮化硅( $S_{i_3}N_4$ )作为陶瓷管20b的基体材料,但是陶瓷不限于氮化硅,也可以使用氮化硼(BN),氧化锆( $ZrO_2$ )等。另外也可以用在金属管内表面涂一层陶瓷代替陶瓷管。

下面说明在不锈钢管20a内侧配置陶瓷管20b的理由,如果测温喷嘴20只是一个不锈钢管20a,则在温度测定中光纤的包覆管(不锈钢管)同测温喷嘴20融合,使金属管包覆光纤11b的输送停止,因此往往不能连续地进行温度测定。为了防止出现这个问题,通过采用在内侧配置陶瓷管20b的结构,使测温喷嘴20同光纤的包覆管不能融合。

由不锈钢管20a和陶瓷管20b构成的图2实施例中的测温喷嘴20的内径为4.0mm,外径为8.0mm,长度约1000mm。另外,在不锈钢(例如上述的SOS304)的单管喷嘴场合下,内径为2.0mm,外径为4.0mm。

光纤导管21具有在由防止喷嘴堵塞气体供给装置30供给防止喷嘴堵塞气体的同时、通过测温喷嘴20使从光纤供给装置10连续送出的金属包覆光纤11送入到炉40内的溶液中的功能。

光纤21的一端同测温喷嘴20的不接触高温液体的那端气密连接,虽然另一端可以使金属管包覆光纤11通过,但是为了防止喷嘴堵塞气体在光纤供给装置10的那侧洩漏,应制成例如具有双重密封

的高度气密性结构。另外,来自防止喷嘴堵塞气体供给组件30的配管同设置在光纤导管21的内径与金属管包覆光纤11的外径间的空隙21相连接并将上述气体供给到这个空隙中。

虽然象这样的光纤导管21是由与测温喷嘴20分开的其它部件构成的,但是,将光纤和防止喷嘴堵塞气体一起送入炉40内的功能是完全相同的,所以从广义上讲可以把光纤导管21看作构成测温喷嘴20的一部分的部件。

在金属管包覆光纤11从同光纤导管21气密连接的测温喷嘴20中送出的同时,从喷嘴20中向炉内溶液中吹出防止喷嘴堵塞气体。

这时,由于在溶液中防止喷嘴堵塞气体浮出来的区域内生成气泡,如果金属管包覆光纤11的前端进入到这个气泡生成区域内,温度测定精度会降低。因此,应使测温喷嘴20的放置,例如从水平面向下具有一个倾角(例如 $30^{\circ}$ 左右),最好是使金属管包覆光纤11的端部不要放入气体浮出来的区域内。

光纤供给装置10的作用是通过光纤导管21和测温喷嘴20连续地或断续地将金属管包覆光纤11送入到炉40内。为此输送控制器14驱动电动机12将预先卷在光纤转筒16上的金属管包覆光纤11输送出,同时,由输送速度检测器15检测出光纤的输送速度,输送控制器14根据这个检测的输送速度值使输送速度控制为所设定的值。

在本实施例中,光纤的连续输送速度为5mm/sec,断续输出速度为10mm/秒,持续10秒钟,然后停止20秒,重复此操作。在与防止喷嘴堵塞气体进入同时插入炉40内的金属管包覆光纤10的端部经过一般时间后便发生溶损,光纤的输送就是为了不断地供给新的光纤而仅补充这个已溶损部分(即仅仅是消耗掉的部分)。这样便通过

不断供给新的光纤而使连续的温度检测成为可能。

输送速度检测器15 可以根据例如在单位时间内的检测辊的旋转角度求出输送速度,这个检测信号被馈送到输送控制器14和防止喷嘴堵塞气体供给装置30内的供给气体控制器33。

根据这个输送速度检测器15的检测值是否在正常范围内,可以判断光纤输送的难易状态。例如,测温喷嘴20的端部一旦堵塞,输送速度便立即降低。输送控制器14在输送速度低于正常范围时,便立即停止电动机12的转动,从而防止了装置的事故。

在本发明中,如果黑体辐射条件成立,则可以利用根据这个辐射光的光谱分布计算出绝对温度这一计测原理。为此使溶液辐射的具有光谱分布的光从插入炉40内的金属管包覆光纤11 的端部射入,这个具有一定光谱分布的光经光纤传播入射到辐射温度计17中。

辐射温度计17 可以是例如根据两个波长的亮度输出的比较值求出温度的双色温度计或是根据辐射光的亮度输出直接求出温度的红外辐射温度计等,根据输入光的光谱信号分别按照测定方法算出温度,将这个计算出的温度信号转换成电信号输出给例如图中没有示出的记录仪等。

作为防止喷嘴堵塞气体供给装置30供给光纤导管21的气体,可以从惰性气体(例如氮气)、氧化性气体(例如氧气)和惰性气体同氧化性气体的混合气(这个混合比是可以改变设定的)中选一种。

另外,可以根据光纤供给装置10输送金属管包覆光纤11的难易程度自动或手动选择这个气体种类。在图1的实施例中所示出的是自动选择气体种类的方式。

防止喷嘴堵塞气体供给装置30内的供给气体控制器33 输入气

体压力检测器35的检测信号和光纤供给装置10内的输送速度检测器15的检测信号,根据这两个检测信号的数值自动地选择上述三种防止喷嘴堵塞气体中之一。分别向压力/流量调整器31和32供给基于这个选择结果的控制信号。

压力/流量调整器31、32包括压力调整器,流量调整器,控制阀等,压力/流量调整器31、32分别将输入的氮气、氧气作为控制信号的压力和流量供给气体发生器34,由供给气体发生器34使氮气、氧气或两者的混合气之一达到所定压力,并从此供给光纤导管21。

气体压力检测器35对供给气体发生器34供给光纤导管21的气体压力进行检测并将这个检测值馈给供给气体控制器33。在测温喷嘴20的端部发生堵塞,供给气体的吹出量便减小,因此使气体压力检测值上升,这正是为什么可以根据这个检测值是否在正常范围内而能判别测温喷嘴20端部堵塞状态的理由。供给气体控制器33根据这个供给气体压力检测值和上述的光纤输送速度检测值判断测温喷嘴20的堵塞状态,然后自动选择气体种类。

在图1的实施例中,如果光纤输送速度检测值和供给气体压力检测值是在正常范围,则为了保护测温喷嘴20和插在炉40内的金属管包覆光纤11供给气体控制器33选择有冷却效果的惰性气体(图1中为氮气)作为防止喷嘴堵塞气体。在惰性气体流入过程中,如果其流量过多,便在测温喷嘴20端部生成蘑菇状物(熔融金属在局部凝固的海绵状块,从而使金属管包覆光纤11不能插入。而与此相反,如果惰性气体流量过小,便有溶液进入测温喷嘴20的端部。

在图1的实施例中,由压力调整器31调整的吹入光纤导管21的氮气量为 $5.0\text{Nm}^3/\text{小时}$ , ( $1389\text{CC}/\text{sec}$ )。最好将测温喷嘴20端部的

气体线速度调整在50~500Nm/sec的范围内。而为了保证这个线流速最好使测温喷嘴20的内径同金属管包覆光纤11的外径比在1.5~3.5范围内。

即使如上所述在吹入氮气下进行温度测量,也可能由于在喷嘴20端部生成蘑菇状物而使光纤输送速度降低,同时使供给气体压力上升。在这种情况下,供给气体控制器33选择氮气和氧气按所定比例混合的混合气体作为防止喷嘴堵塞气体。虽然这个混合气的混合比的设定值可以是可变的,但是从保护喷嘴20的观点出发,氧气的混合比最大不能超过50%为宜。

供给气体控制器33根据上述选择结果控制压力/流量调整器31和32,以便生成上述所定混合比的混合气,并将这个混合气吹入光纤导管21中,使蘑菇状物等溶解,从而可以防止蘑菇状物附着。可是,由于蘑菇状物附着坚固,有时通过吹出混合气也不能使光纤输送速度和供给气体压力在正常范围内,在这时,供给气体控制器33为了防止喷嘴堵塞选择短时间供给氧气以便利用氧气进行溶解。

图3示出了利用在下述测定条件下的光纤对一个转炉测定结果的一个例子,

(1) 测温喷嘴, 型式: 复合单管喷嘴

喷嘴的内径/外径: 4.0mm/8.0mm

材料: SUS304+Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

(2) 光纤 结构: 不锈钢管包覆

外径: 1.2mm

(3) 吹入气体: 种类: 氮气

吹入量: 5.0Nm<sup>3</sup>/H<sub>r</sub>

吹出流速:121Nm/sec

(4) 光纤输送速度5mm/sec(连续)或10mm/sec(断续)。

在图3中上下变化的波形是用光纤测定的温度,为了确认精度而间断进行采样测定,黑点代表用热电偶测定的温度。用光纤测定的峰值同热电偶的测定值间的差平均为4°C,因此,对于测定温度1600°C的测定误差4°C是0.25%的精度,这是一个相当高的精度。

另外,在光纤的输送速度在连续状态下为5mm/sec的情况下,和在以10mm/sec输送10秒钟,然后停止20秒钟的断续情况下,在这两种情况下几乎获得相同的测定结果。另外,根据需要吹入氮气和氧气的混合物作为防止喷嘴堵塞气体,未发生光纤插入停止的故障。

图4是表示热电偶温度指示值( $T_o$ )同光纤温度计指示值( $T_f$ )间对比图,其中横轴代表 $T_o$ ,纵轴代表 $T_f$ ,光纤的测定值用口表示。在图4中的口几乎沿直线 $T_o=T_f$ 分布,这表明测定结果精度是令人满意的。

## 例2

图5是本发明的一实施例的光纤测温装置构成的方块图。本实施例同图1的实施例相比,节省了调整氧气压力/流量的压力/流量调整组件32,而没有氧气供给,代替它的是如后面所述,压力/流量调整组件31调整氮气流量以便使氮气流量在某个范围内。

图6是表示利用在下述测定条件下的光纤对一个转炉进行温度测定的结果的一个例子。

(1) 测温喷嘴, 型式:复合单管喷嘴

喷嘴的内径/外径:3.0mm/7.0mm

材料:SUS304+Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>

(2) 光纤: 结构: 不锈钢管包覆

外径: 1.2mm

(3) 吹入的气体: 种类: 氮气

吹入量: 2-20.9Nm<sup>3</sup>/H<sub>r</sub>

(4) 光纤输送速度: 5mm/sec (连续)

或10mm/sec (断续)

(5) 熔融 [C]: 4.2%~0.02%

温度1250~1650°C

在图6中上下变化的波形是用光纤测定的温度曲线, 为了确认精度而间断地进行采样测定, 在图中黑点代表用热电偶同时测定的温度。用光纤测定的峰值同热电偶的测定值间的差平均为4°C, 由此, 对于测定温度1600°C的测定误差4°C为0.25%的测定精度, 同图3的例相同, 这是一个相当高的精度。另外在连续状态下光纤输送速度为5mm/sec条件下, 和在以10mm/sec输送10秒钟, 在其后停止20秒的断续情况下, 结果表明在这两种情况下所获得的测定结果几乎一样。

图7是表示热电偶温度指示值( $T_e$ )同光纤温度指示值间对比曲线, 其中横轴代表 $T_e$ , 纵轴代表 $T_f$ , 由光纤测定的值用口代表, 图7中的口基本上沿直线 $T_e = T_f$ 分布, 这表明测定结果是令人满意的。

图8示出了在使图5中的实施例的吹入气体流量保持(1)式条件下和另一不同的条件下(仅氮气供给不保持(1)式的条件的场合)的光纤的输送停止频度的对比曲线, 从图中可以看出如采用的本发明可以进行稳定的测定。

在测定高温液体的场合下, 如果采用本发明在防止喷嘴堵塞气

体通过喷嘴的同时,通过测温喷嘴将金属包覆光纤的端部直接插入到高温液体中,只对上述光纤端部的被高温溶损的部分通过不断地输送新的光纤而连续地供给,借此可以进行长期地连续测定,并可以获得响应快和测定精度高的光纤测温装置。

另外,如果采用本发明,可以选择具有冷却作用的惰性气体,具有溶解蘑菇状物等效果的惰性气体同氧化性气体的混合气或者氧化性气体中的一种作为上述防喷嘴堵塞气体供给,借此可以使测定过程中测温喷嘴端部蘑菇状物等附着引起的堵塞得到防止,并使光纤的输送不再成为困难。

根据本发明,测温喷嘴的内径同金属管包覆光纤的外径间的比在1.5-3.5范围内,在所定速度下可以将从测温喷嘴端部吹出气体的线速度控制在50-500Nm/sec的范围内。

另外,根据本发明,可以使用由耐火砖或陶瓷构成的测温喷嘴或由把内测制成陶瓷的金属单管而构成的测温喷嘴,借此可以防止由于光纤的包覆管和测温喷嘴融合而引起的光纤输送停止故障。

根据本发明,作为进一步把金属管设置在由使金属单管或内侧加工成陶瓷的金属单管构成的测温喷嘴的外侧的二重管结构的测温喷嘴,还从内侧的测温喷嘴同外侧金属管之间的空隙中吹出防止喷嘴堵塞的气体,借此使测温喷嘴的耐久性提高,并可以使喷嘴长期使用。

此外,根据本发明,对应于检测光纤输送速度的速度检测器的输出信号和检测吹入喷嘴的防止喷嘴堵塞的气体压力的压力检测器的输出信号自动地对吹入测温喷嘴的上述三种防止堵塞喷嘴气体之一进行选择供给,借此可以在长期连续的测定场合下,使测定

操作省力,并且可以自动地进行。

根据本发明,在测定高温液体的场合中,由于通过正确控制防止喷嘴堵塞的气体流量,可以防止喷嘴端部的蘑菇状物的生成,而可以长期连续地进行测定,可进行响应快,测量精度好的利用光纤的高温液测定。

### 实施例2

按照本发明,光纤供给组件通过插入测温喷嘴使预先卷绕在转筒上的金属管包覆光纤的一端连续地或断续地输送到容器的高温液体中,同金属管包覆光纤的另一端相连接的辐射温度计对容器内高温液体进行测量。在这个测温喷嘴的内壁同金属管包覆光纤的外周面之间的形成的空隙内供给防止喷嘴堵塞气体,以便防止测温喷嘴的端部侧发生堵塞。

可是,在使用例如在氧化铝等陶瓷管和氧化镁碳(MgO-C)等耐火材料加工有通孔的测温喷嘴时,由于使用过程中的热应力、热冲击等往往引起这个测温喷嘴破裂,在此种情况下由于溶液浸入到测温喷嘴内而堵塞测温喷嘴使得测温不能进行。为此,本发明使用不锈钢等金属管作为这个测温喷嘴。另外,为了防止堵塞喷嘴,向金属管供给氧气、氮气等惰性气体时,如果流过的惰性气体过量,则在测温喷嘴端部形成蘑菇状物(熔融金属局部凝固的海绵状块),在这种情况下,由于测温喷嘴堵塞而使金属管包覆光纤不能插入。

为了防止蘑菇状物生成,虽然还可以考虑通过吹入氧气溶解蘑菇状物而使光纤供给成为可能,但是,吹入氧气又会引起测温喷嘴溶损问题。另外,在测温喷嘴出口附近发生金属的氧化反应又会使测定精度降低。

因此防止喷嘴堵塞气体的流量少一些为好,但过量的少又会使测温喷嘴的金属管熔融,使金属包覆光纤熔合,其结果仍导致不能测温。

本发明人对于采用由金属管组成的测温喷嘴供给光纤的测温喷嘴端部溶融问题反复作了各种实验,发现:气体温度,种类流量,溶液温度、溶液成分和喷嘴孔径间的关系在满足(2)式的条件时,测温喷嘴部不会熔融,从而可以稳定连续地供给光纤。因此根据(2)式中给出的范围调整气体流量,可以防止金属管(测温喷嘴)的熔融。并可以长时间稳定连续地进行测温:

$$\frac{Q \cdot M \cdot C_p (T_m - T_g)}{T_m - T_1} \longrightarrow > 3.0 \times 10^6 \quad \dots\dots (2)$$

式中, Q: 吹入气体的流量 [Nl/min]

$T_m$ : 溶液温度 [K]

$T_1$ : 溶液凝固温度 [K]

$T_g$ : 吹入气体的温度 [K]

$C_p$ : 在溶液温度下吹入气体的比热 [J/K<sub>g</sub> · K]

M: 吹入气体的分子量

### 例3

利用例2的图5方块图所示的测温装置进行温度测定。在测定过程中,根据供给气压力检测值和光纤输送速度检测值判断测温喷嘴20端部的堵塞状态,由供给气体控制器33调整气体流量。在调整



的对比曲线,其中横轴代表 $T_0$ ,纵轴代表 $T_r$ ,由光纤测定的值用口代表,图10中的口基本上沿直线 $T_0=T_r$ 分布,这表明测定结果是令人满意的。

图11示出了在实施上述实施例时即,使气体流量保持(2)式的条件和另一个不同的条件下,由于喷嘴堵塞而使光纤不能供给之前可进行连续测定时间的对比曲线。从曲线中可以看出按照本发明可以进行长期稳定地测定温度。

### 实施例3

按照本发明,光纤供给组件通过插入测温喷嘴使预先卷绕在转筒上的金属管包覆光纤的一端连续地或断续地输送到溶液的高温液体中,同金属管包覆光纤的另一端相连接的辐射温度计对容器内高温液体进行测量。在这个测温喷嘴的内壁同金属管包覆光纤的外周面之间形成的空隙内供给防止喷嘴堵塞气体,以便防止测温喷嘴端部侧发生堵塞。

另外,按照本发明,是断续地供给金属管包覆光纤,因此可以比连续地供给方式节省大量的光纤消耗,从而使成本降低。例如在一般的转炉(对铁水脱碳精炼而得到钢水的精炼炉)的作业中,精炼一批需15分钟左右,以10mm/sec速度连续供给光纤的场合下的光纤消耗量为9m,如果采用先连续供给光纤10秒钟后停止10秒钟的断续供给方式,则光纤的消耗量可以减为1/2,如果采用10秒供给20秒停止的断续供给,光纤消耗量可减为1/3,如果用5秒供给,20秒停止的断续供给,光纤消耗量可减为1/5,这样在一批精炼中可使光纤消耗量降低到2m以下。

长时间连续地测温会使测温喷嘴变为高温状态,在此时,在不

供给光纤的停止时间内,由于光纤的包覆管(金属)同构成测温喷嘴的金属管间的接触使金属发生相互熔合,结果使光纤的供给成为不可能。而根据本发明,在这个停止时间内由光纤供给装置使光纤在供给方向的前和后振动而防止了金属相互间熔合,从而可以长时间稳定地进行测温。

#### 例4

图12是本发明和一个实施例的光纤测温装置的方块图。在本实施例中,同图5的实施例装置的不同在于附加一个使金属管包覆光纤11沿供给方向的前和后振动的振动装置51和振动控制器52。

在图12的实施例中,当光纤输送速度检测值和供给气体压力检测值在正常范围时,为了保护测温喷嘴20和插入炉40内的金属管包覆光纤11,供给气体控制器33选择具有冷却效果的惰性气体(图12中为氩气)作为防止喷嘴堵塞气体。

图13是在采用下述测定条件下的光纤对10吨转炉进行温度测定的一例曲线。测温喷嘴20的设置位置在图12所示的炉子的腹部,从溶液液面往下400mm的位置上。

- |             |  |
|-------------|--|
| (1) 测温喷嘴    | 型式:单管喷嘴<br>喷嘴的内径/外径:2.0mm/4.0mm<br>材料:SUS310 |
| (2) 光纤      | 结构:不锈钢管包覆<br>外径:1.2mm                        |
| (3) 吹入气体    | 种类:氩气<br>吹入量:1.0Nm <sup>3</sup> /小时          |
| (4) 光纤输送速度: | 10mm/sec (20秒停止5秒供给)                         |

(5) 光纤振动: 振幅 $\pm 5\text{mm}$ , 每分180次

(6) 溶液 [C]: 4.2%~0.02%

温度: 1250~1650 $^{\circ}\text{C}$

图13的上下变化的波形是利用光纤测定的温度曲线, 为了确认精度而进行采样测定, 图中的黑点代表由热电偶同时测定的温度。图中测温波形低的时间是光纤停止供给的时间。用光纤测定的峰值同热电偶测定值之间的差平均为 $4^{\circ}\text{C}$ , 对于测定温度1600 $^{\circ}\text{C}$ 的误差 $4^{\circ}$ 的测定精度是0.25%, 这已是一个相当高的精度了。

图14是表示热电偶温度指示值( $T_e$ )同光纤温度计指示值( $T_f$ )间的对比曲线, 其中横轴代表 $T_e$ , 纵轴代表 $T_f$ , 用口表示由光纤测定的值。在图14中的口基本上沿着直线 $T_e=T_f$ 分布, 表明了这些测量值是精确的。

图15是实施本实施例时间, 即, 对在不供给光纤时间。以振幅为 $\pm 5\text{mm}$ 的每分钟180回振动的场合同没有振动场合的光纤输送变为不可能的频度进行比较的图, 从图中可以看出按照本发明可以稳定的进行测温。

在本发明的温度测定装置中设置防止气体从穿过导管的光纤洩漏的密封装置。

光纤密封装置是在对通过光纤导管供给的光纤的供给端进行密封的光纤密封装置, 包括若干个沿光纤轴向配置的具有直径比光纤直径还小的内孔的密封橡胶圈、靠近密封橡胶圈之间配置的支承环和靠近橡胶圈配置的供压入密封油的套环, 这些密封橡胶圈和环配置在同光纤导管相连接的密封装置的本体内。

本密封装置是利用橡胶圈的弹性的装置, 例如是用于防止在使

防止喷嘴堵塞气体供给位于光纤的被供给侧的导管中时气体从通过这个导管的光纤中漏出的密封装置。在测量炉温的情况下,是通过一起控制防止喷嘴堵塞气体在光纤导管中的流量和压力而使气体流动,从而使气体同光纤一起从测温喷嘴端部输送到溶液中。此处,利用使光纤通过宽度较窄(例如5mm宽)、直径比光纤直径(例如1.2mm)还小的孔的密封橡胶圈构成对光纤供给侧的密封。为了提高密封性能并且减少滑动阻力,本密封装置采用宽度窄的(例如5mm宽)的密封橡胶圈多个(例如4个)并排放置。配置在密封橡胶圈间的支承环承担防止密封橡胶圈变形的任务。并使油经过套环压入橡胶圈之间而获得润滑作用,从而使光纤通过密封橡胶圈的孔时的滑动阻力减小。

图16是表示光纤密封装置的剖视图。密封装置本体1构成了图中所示的中空部分,密封橡胶圈2,支承环3和密封橡胶圈2以套环4为中心左右配置在本体中。因此,在这个实施例中配置了四个橡胶圈。在密封橡胶圈的中心部分有比光纤5的直径1.2mm稍小的直径为1mm的孔,在密封装置1的两端加工有螺纹,分别连接着光纤导管6和密封压板9。另外,在这个密封压板9内也加工有螺纹,连接着光纤5供给侧的光纤·导管6。来自油密封供脂口8的密封用油反压压入到套环4中。当用防止喷嘴气体压+1kg/cm<sup>2</sup>的压力压入这个密封用油时就变成对着密封橡胶圈2同防止喷嘴堵塞的气体压力相反的反压,结果使密封效果更进一步提高。油的种类只要是具有润滑性的油就有效。然而使密封橡胶圈2的孔径减少时,虽然使密封性提高,但却使通过阻力变大而不能供给,相反如果使孔径增大则又会引起漏气问题,最好使密封橡胶圈2的孔径为光纤直径的80~85%。

图17的(A)、(B)、(C)分别为图16的A-A剖视图、B-B剖视图和C-C剖视图,分别示出了密封橡胶圈2,支承环3和套环4的剖视图。

光纤5穿过光纤·导管6再通过密封橡胶圈2时,由于光纤的直径为1.2mm比密封橡胶圈2的孔径1mm大,所以密封橡胶圈被挤压扩大。利用对密封橡胶圈的反作用力防止了光纤5的漏气。通过使密封橡胶圈2沿轴向配置多个(4个),可以使密封效果进一步提高。为了防止光纤5通过密封橡胶圈2时引起密封橡胶圈2变形翻起,在本实施例中配置了支承环3。另外,通过使支承环3的孔径为例如3mm可以使密封橡胶圈2的弹力,反力起作用。压入套环4的密封用油可以使用任何的油。

在本实施例中,根据使通过橡胶圈2时的滑动阻力变小的目的使密封橡胶圈2的宽度为5mm,为了提高密封效果,并列设置四个密封橡胶圈,在密封橡胶圈2的中间配置套环4,从油密封给脂口8压入密封用油可以减少通过密封橡胶圈2的滑动阻力,密封来自光纤·导管6(图的左侧)的防止喷嘴堵塞气体的逆流。由于使滑动阻力这样地减小,可以在50mm/分~800mm/分的宽范围光纤等的输送速度(滑动通过的速度)内下实现密封。

图18是适用图16的光纤密封装置的测温装置构造的方块图。

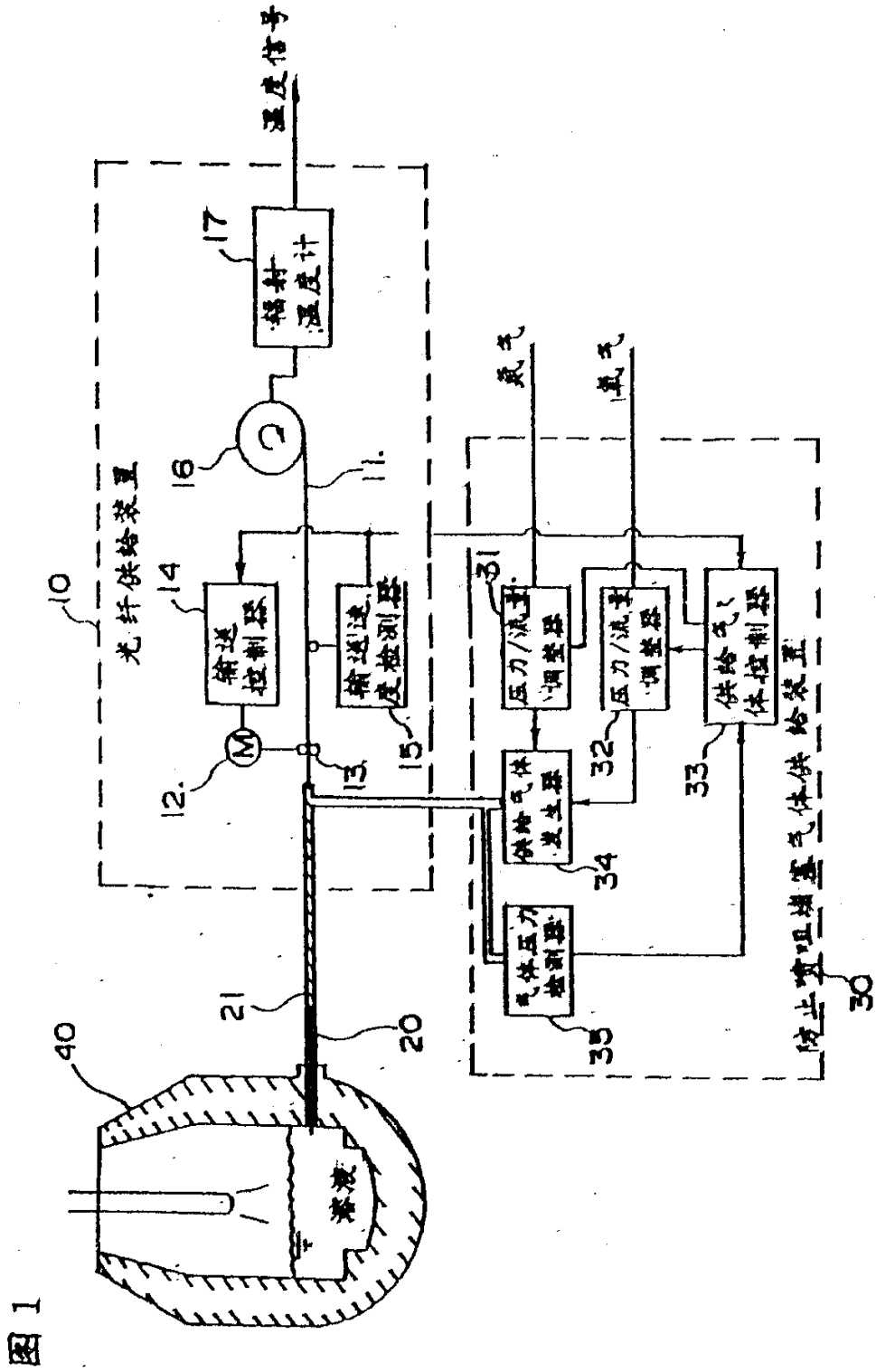


图 2

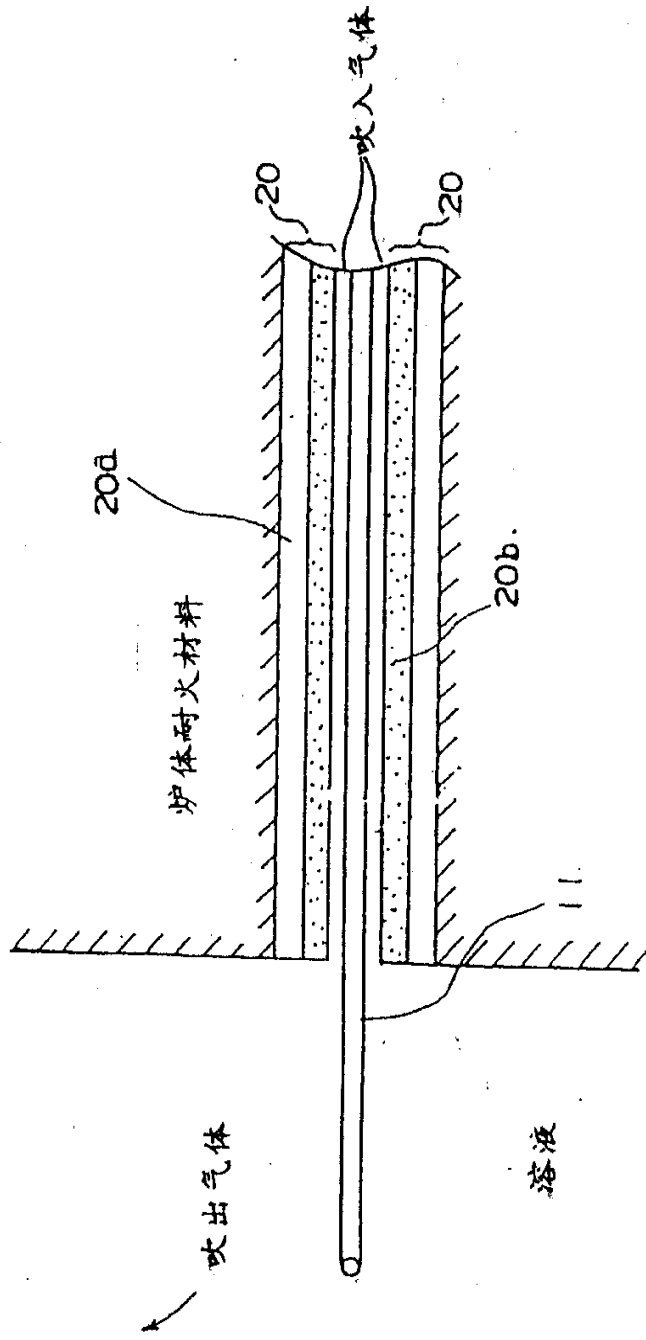


图 3

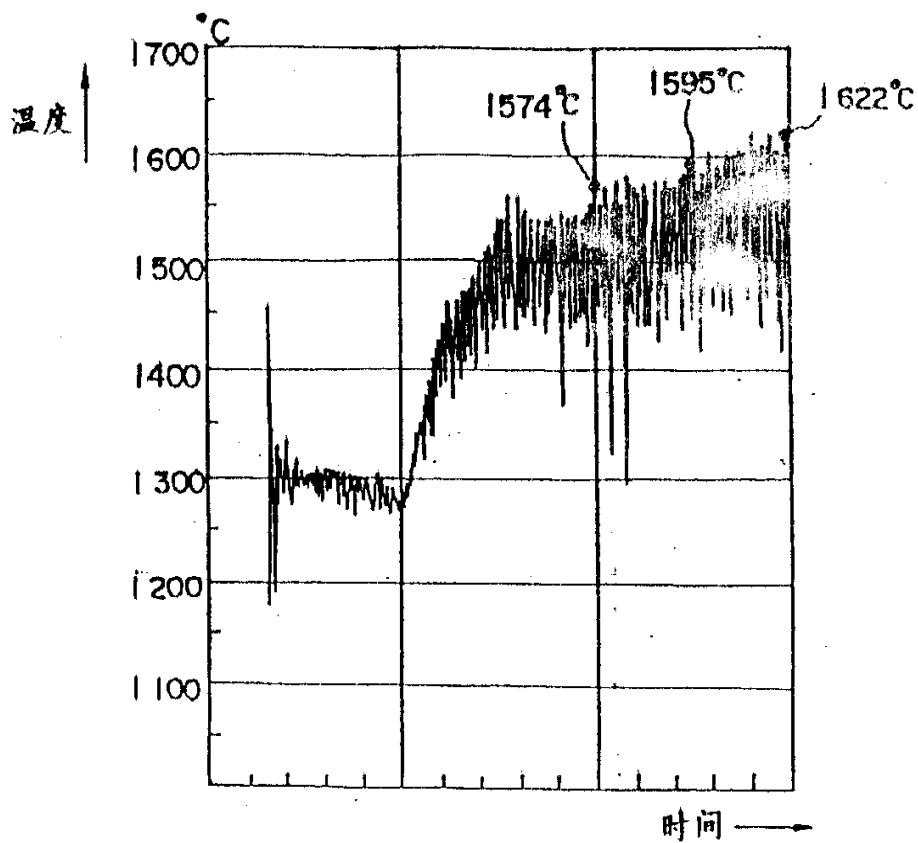


图 4

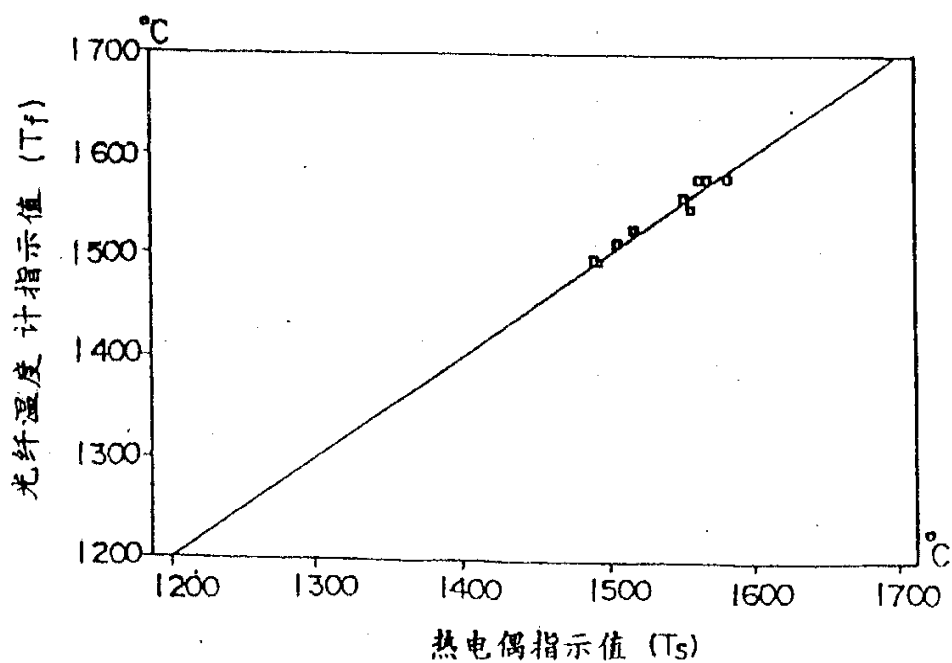


图 5

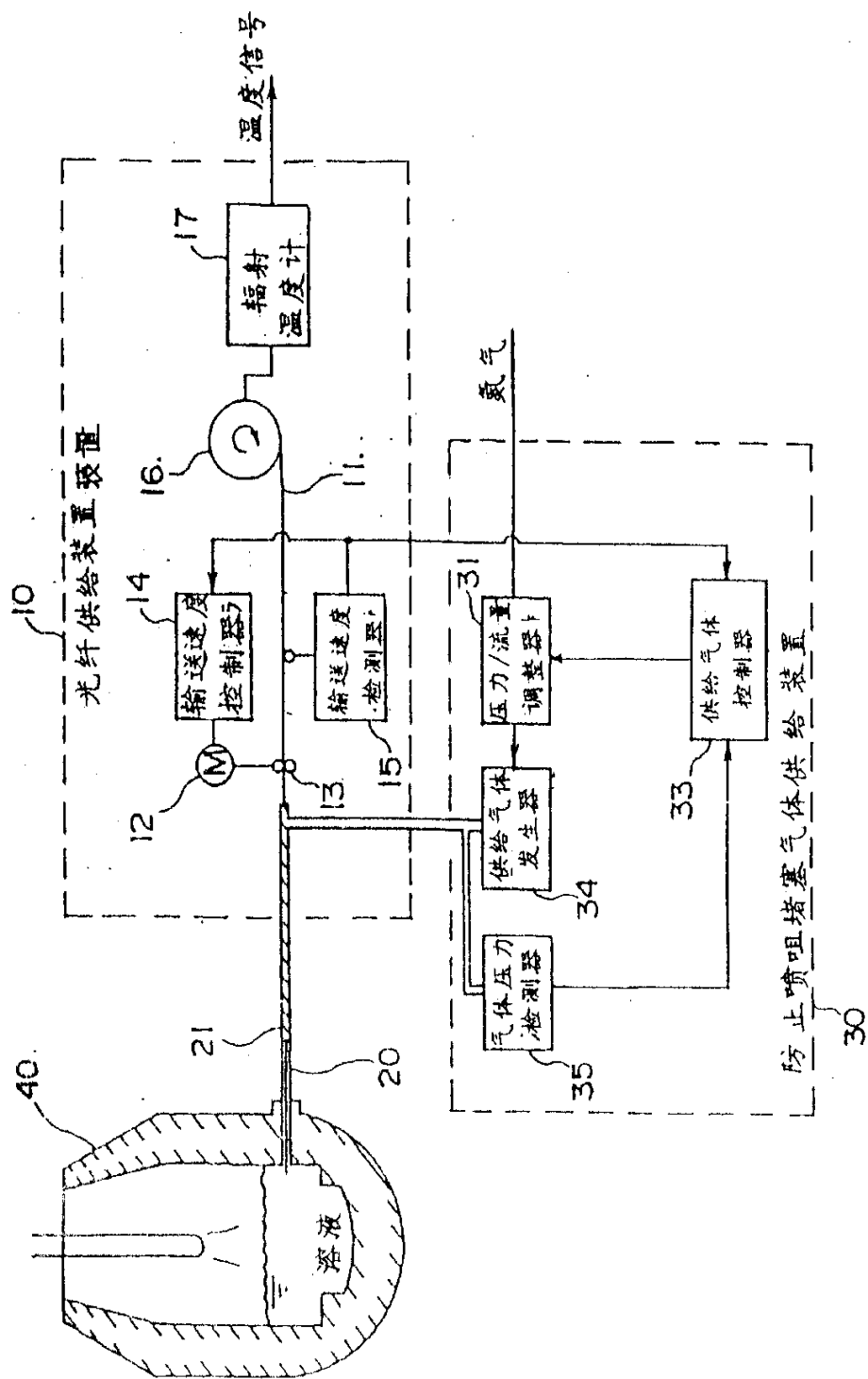


图 6

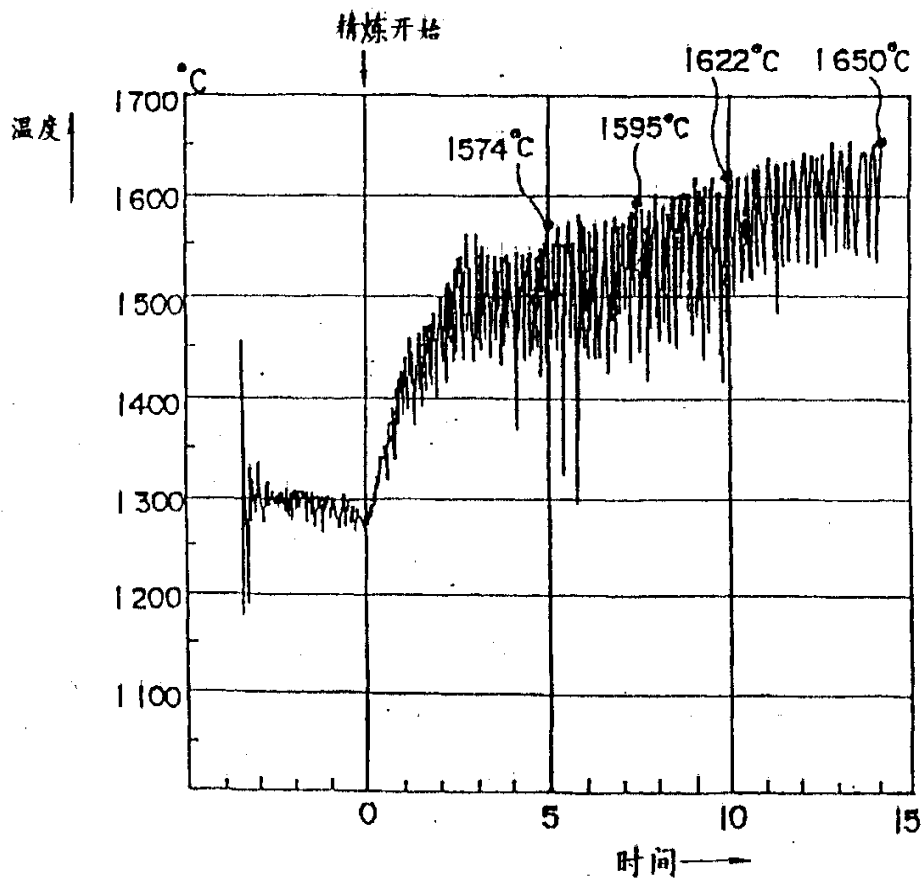


图 7

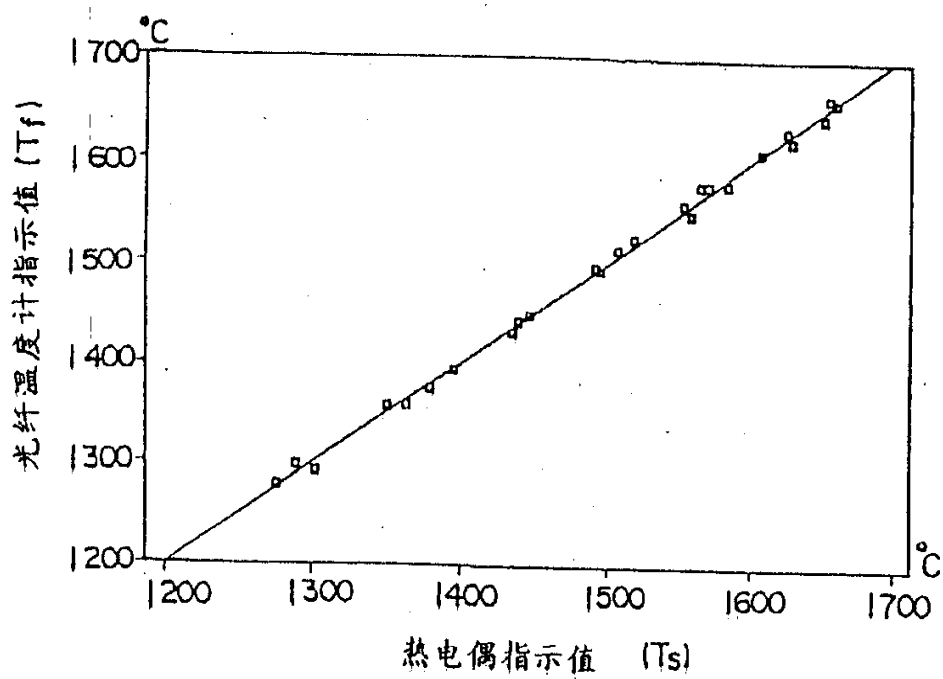
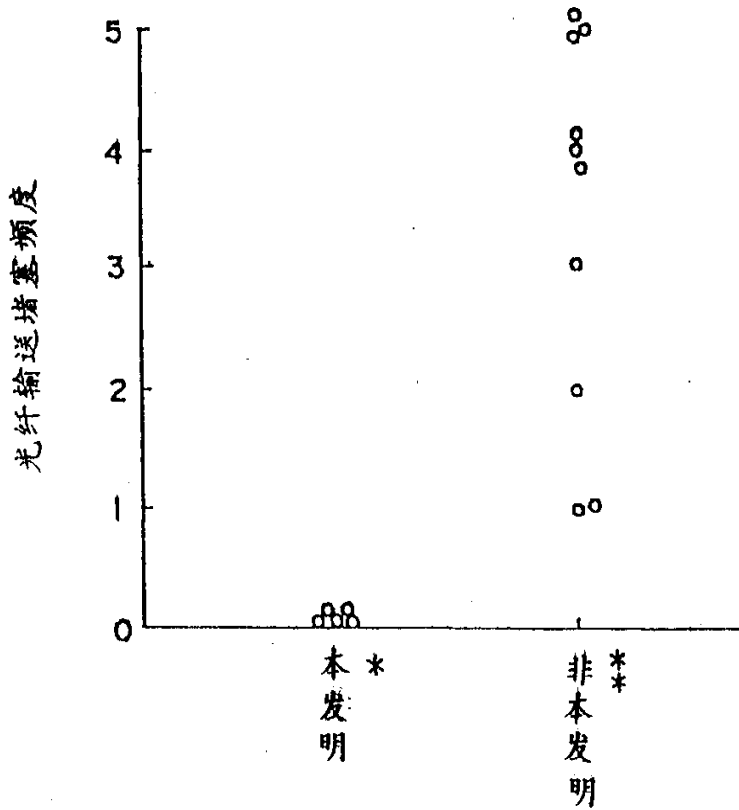


图 8



\* 本发明  $Q < \frac{4 \times 10^7 (T_m - T_l)}{M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)}$

\*\* 非本发明  $Q > \frac{4 \times 10^7 (T_m - T_l)}{M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)}$

图 9

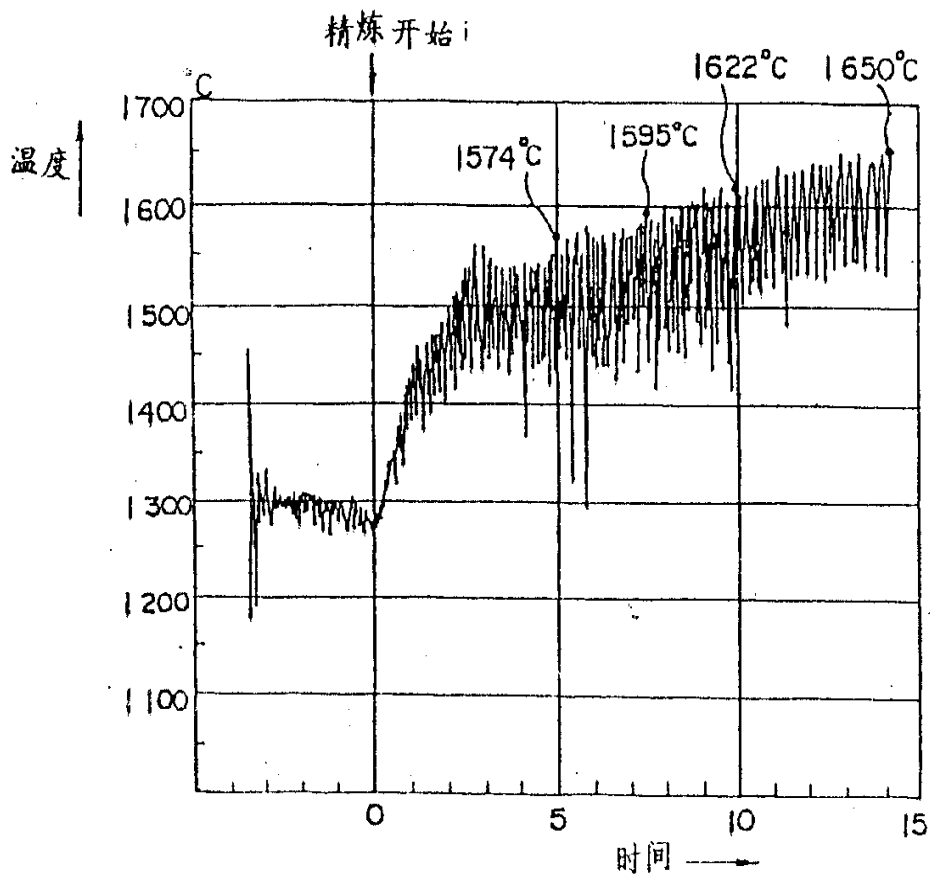


图 10

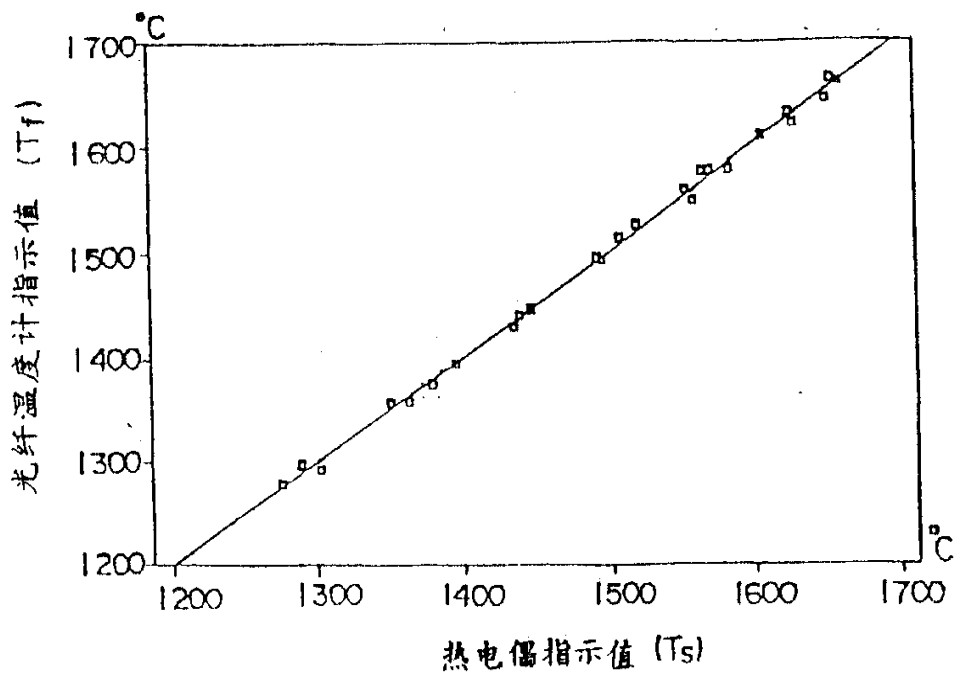
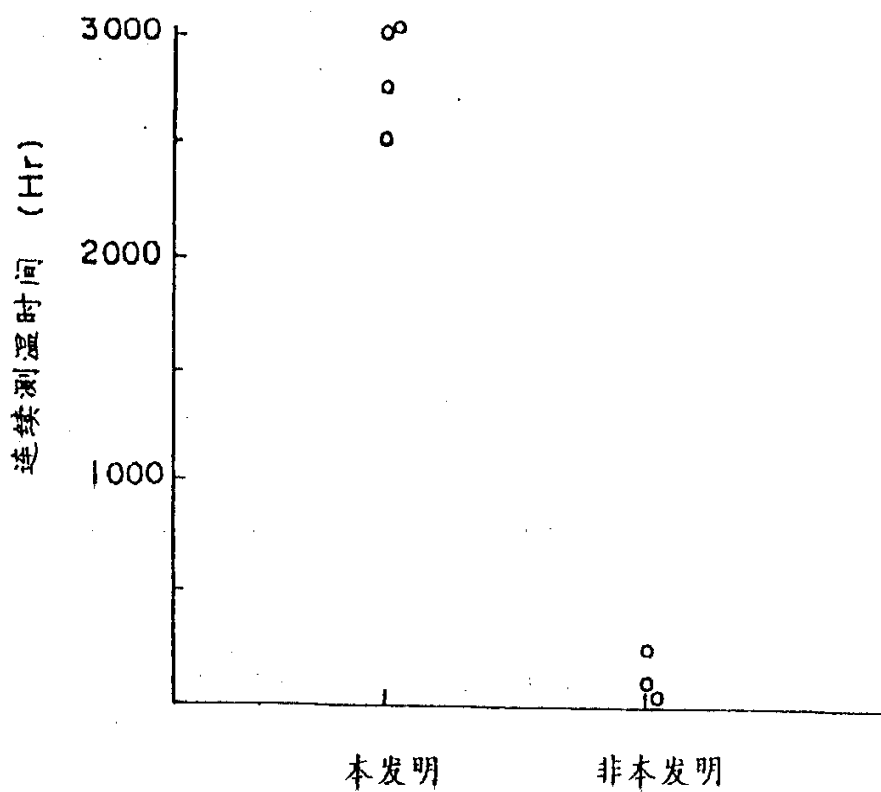


图 11



本发明：
$$Q > \frac{3 \times 10^6 (T_m - T_l)}{M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)}$$

非本发明：
$$Q < \frac{3 \times 10^6 (T_m - T_l)}{M \cdot C_p \cdot (T_m - T_g)}$$

图 12

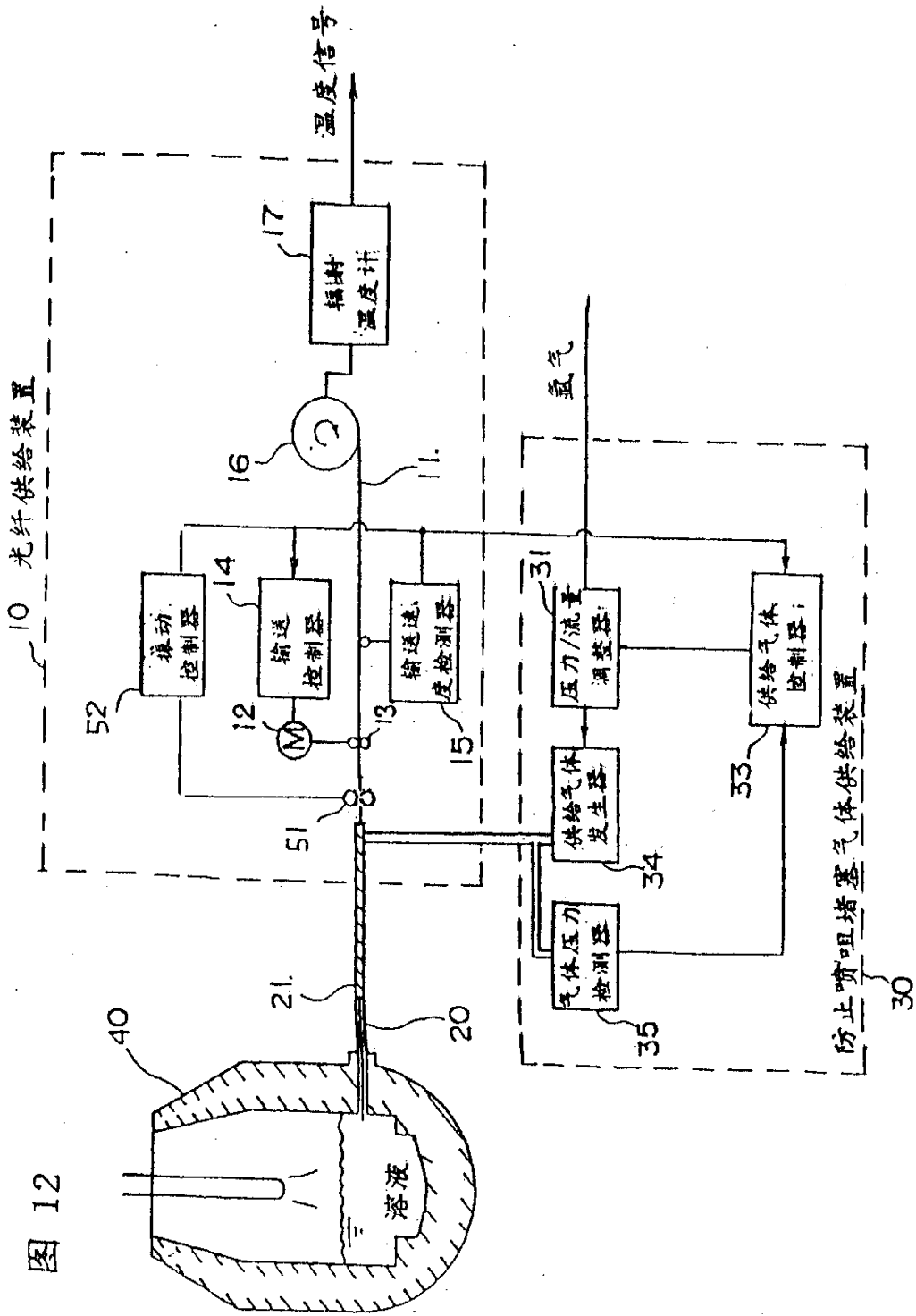


图 13

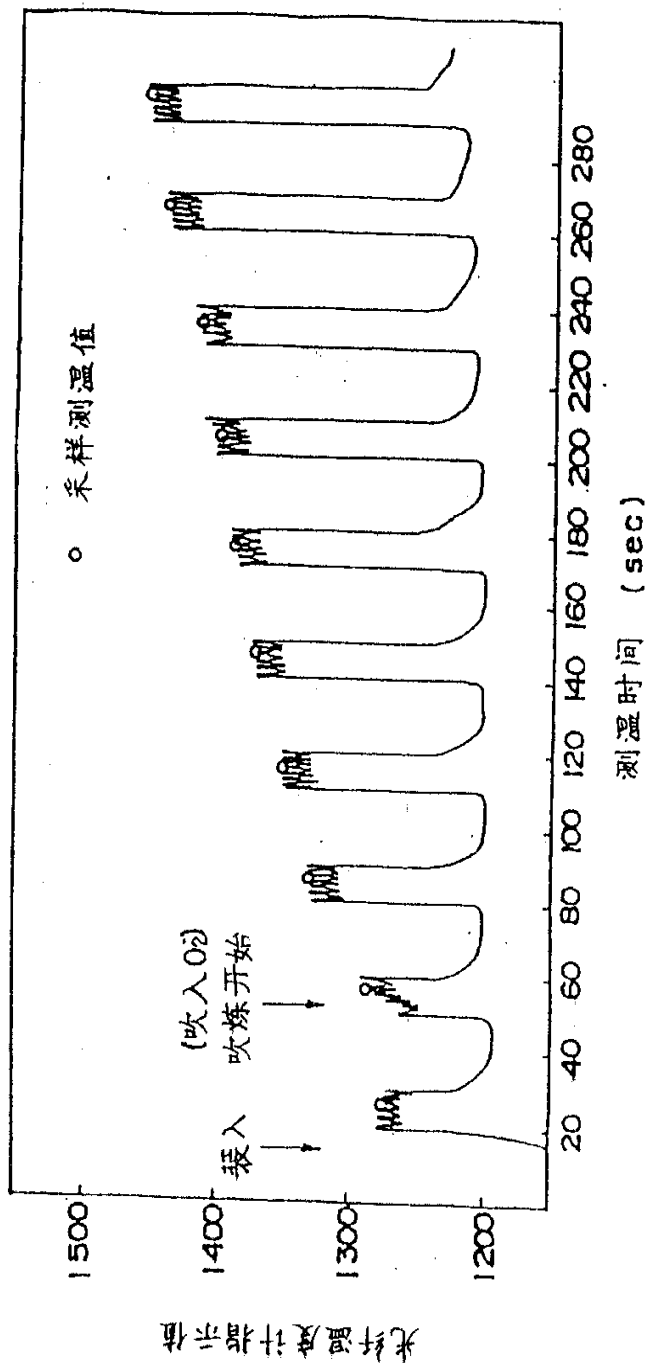


图 14

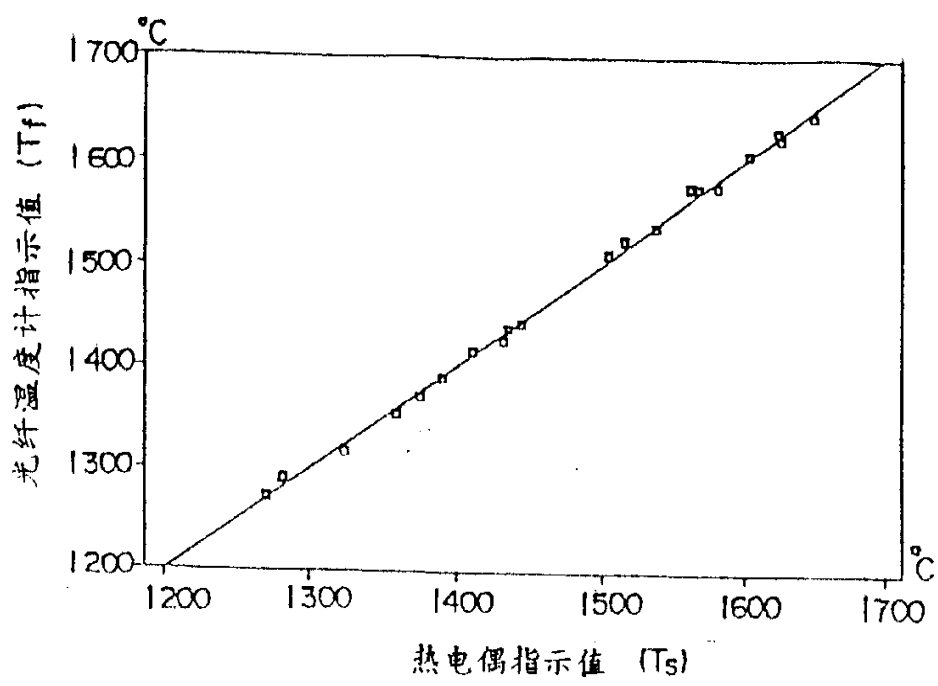


图 15

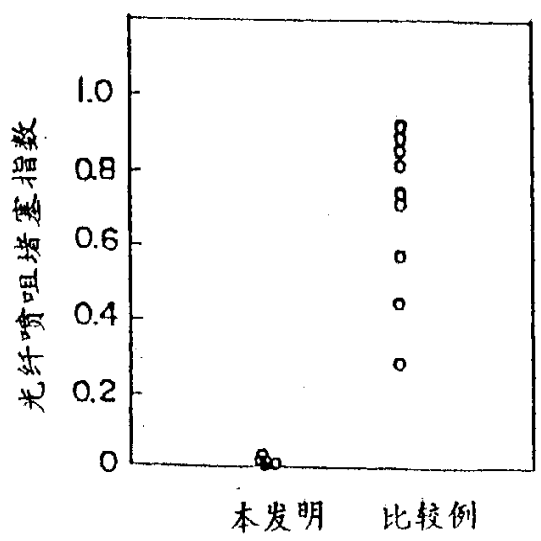
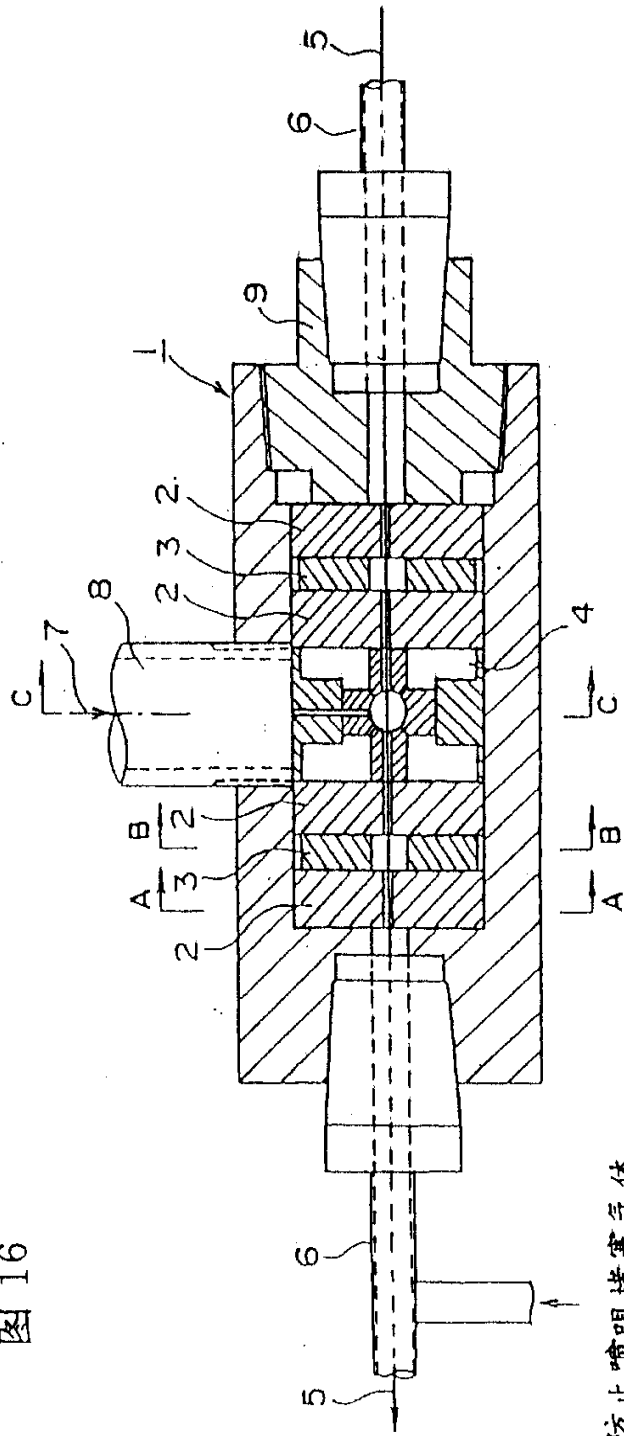


图 16



防止喷嘴堵塞气体

图17(A)

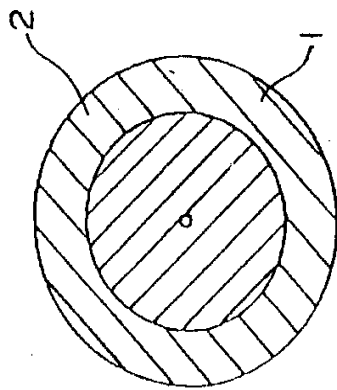


图17(B)

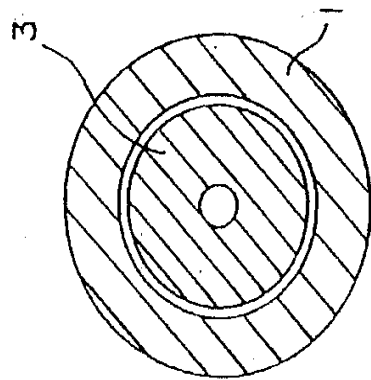


图17(C)

