

(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
2009 年 4 月 16 日 (16.04.2009)

PCT

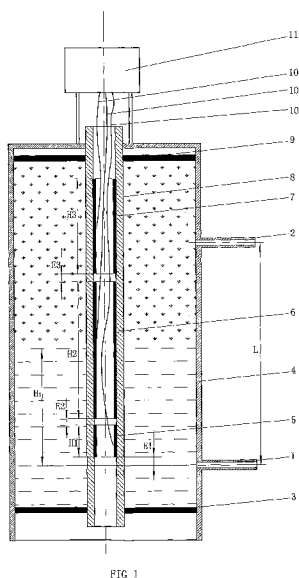
(10) 国际公布号
WO 2009/046579 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01F 23/26 (2006.01) *F22B 37/78* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2007/003012
- (22) 国际申请日: 2007 年 10 月 22 日 (22.10.2007)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
200710163870.0
2007 年 10 月 10 日 (10.10.2007) CN
- (71) 申请人及
(72) 发明人: 罗明(LUO, Ming) [CN/CN]; 中国北京市大兴工业开发区金苑路 2 号奥宇大厦 703 室, Beijing 102600 (CN)。
- (74) 代理人: 北京北新智诚知识产权代理有限公司 (BEIJING BEIXIN-ZHICHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENT CO., LTD.); 中国北京市西城区西直门南大街 16 号, Beijing 100035 (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (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, LS, MW, MZ, NA,

[见续页]

(54) Title: AN ALL WORKING CONDITION CONTINUOUSLY MEASURING LIQUID LEVEL METER FOR A STEAM DRUM OF A BOIL AND THE LIQUID LEVEL COMPUTING METHOD THEREOF.

(54) 发明名称: 全工况连续测量锅炉汽包液位计及其液位计算方法



(57) Abstract: An all working condition continuously measuring liquid level meter for a steam drum of a boil and the liquid level computing method thereof, the liquid level meter for the steam drum of the boil includes a metal measuring barrel (4) and a transducer (11), the upper part of the metal measuring barrel (4) has a steam side tube (2) connected to the steam drum, the lower part of the metal measuring barrel (4) has a water side tube (1) connected to the steam drum, the metal measuring barrel (4) has an insulating sleeve (8) inside, a 1# probe (5), a 2# probe (6) and a 3# probe (7) are successively set in the insulating sleeve (8) from bottom to top, the three probes are insulated and not conducted, each of the three probes is connected to the transducer (11) through a probe lead wire respectively.

(57) 摘要:

一种全工况连续测量锅炉汽包液位计及其液位计算方法, 该锅炉汽包液位计包括金属测量筒 (4)、变送器 (11), 金属测量筒 (4) 上部设有连接到汽包的汽侧管 (2), 金属测量筒 (4) 下部设有连接到汽包的水侧管 (1), 金属测量筒 (4) 内有绝缘护套管 (8), 绝缘护套管 (8) 内自下而上依次装有 1# 探极 (5)、2# 探极 (6) 和 3# 探极 (7), 三个探极之间彼此绝缘不导通, 三个探极分别通过探极引线与变送器 (11) 连接。

WO 2009/046579 A1



SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告。

全工况连续测量锅炉汽包液位计及其液位计算方法

技术领域

本发明涉及液位测量技术领域，尤其涉及一种具有全工况连续测量功能的锅炉汽包液位计及其液位计算方法。

5 背景技术

由于锅炉汽包内的水和蒸汽都是高温高压，且工况变化复杂，其液位测量一直是个难题，目前大部分调节和保护用的锅炉汽包液位计采用平衡容器测量原理，而平衡容器对汽包的测量受工况条件影响，在锅炉起炉和停炉过程中往往测量严重不准无法使用，另外即使在锅炉运行过程中出现异常工况也可能导致无法正常测量，严重影响了锅炉的安全运行。而电接点液位计在起停炉或异常工况时只能间断测量液位，即显示出的液位只能是一个范围，因而不能用于水位的自动调节，同时受可靠性的限制，其一般也不用于用于液位保护。

锅炉汽包的温度根据机组的大小一般从 2Mpa 到 20Mpa 不等，对应的饱和水和蒸汽温度从 212℃ 到 365℃；常温下水和汽的介电常数分别为 80 和 1，在 365℃ 时水和蒸汽的介电常数分别为 9.94 和 2.65，水的介电常数变化近 10 倍，而传统的电容式液位计只能用于被测量介质的介电常数相对稳定的场合，所以也不能用于锅炉汽包的液位测量。

发明内容

本发明的目的提供一种全工况连续测量锅炉汽包液位计，该液位计可根据实时监测的水和蒸汽介的电常数来计算液位值，无论锅炉处于起炉、停炉、联排等任何状态，该液位计均能可靠准确的输出连续的液位值，从而实现全工况连续测量液位的功能。

本发明另一个目的是提供一种全工况连续测量功锅炉汽包液位的液位计算方法。

本发明的目的是这样实现的：一种全工况连续测量功锅炉汽包液位计，所述锅炉汽包液位计包括一金属测量筒、一变送器；所述金属测量筒上部设有连接到汽包的汽侧管，所述金属测量筒下部设有连接到汽包的水侧管，所述金属测量筒内有一绝缘护套管，所述绝缘护套管内自下而上依次装有 1#探极、2#探极和 3#探极；各个探极之间彼此绝缘不导通；所述三个探极分别通过探极引线与变送器连接。

所述探级引线为屏蔽导线，所述屏蔽导线一端的线芯连接探级，所述屏蔽导线另一端线芯和屏蔽层连接到变送器。

所述三个探级轮流测量电容，任何一个探级测量电容的同时其他探级均停止测量。

一种全工况连续测量锅炉汽包液位计的液位计算方法，所述液位计算方法是：

采用液位计标定的参数，液位计工作时测量 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值，利用 1#探级和 3#探级分别监测水和蒸汽的介电常数，

首先分别计算 dA 和 dB：

A) 当满足条件 $Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H3} \times H2$ 时，更新 dA，

$$5 \quad dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H1}$$

B) 当满足条件 $\frac{Cx1 - Ce1}{H1} \times H2 > (Cx2 - Ce2)$ 时，更新 dB，

$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H3}$$

C) 不满足条件则使用最近一次更新的 dA 或 dB；

D) 液位计刚上电时使用预设的 dA 和 dB；

10 然后计算液位值 Hx：

1) 不考虑 E2 和 E3 计算出液位临时变量 hx：

$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H1 + H2 + H3) \times dB}{dA - dB} + E1$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围，计算实际液位 Hx：

A) 当 $hx > E1 + H1 + H2$ 时，液位在 3#探级处，

$$15 \quad Hx = hx + E2 + E3$$

B) 条件 A 不满足，当 $hx > E1 + H1$ 时，液位在 2#探级处，

$$Hx = hx + E2$$

C) 条件 B 都不满足，说明液位不超过 1#探级，此时 Hx 不用变，即：

$$Hx = hx$$

20 其中：

H1、H2、H3：分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度；

Ce1、Ce2、Ce3：空值电容，分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值；

Cx1、Cx2、Cx3：液位计工作时测量的 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值；

25 E1：1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离；

E2、E3：分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙；

L：液位计的量程，即锅炉水侧管与汽侧管的中心距；

dA：单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量；dA 的变化反映了水的介电常数变化；

dB: 单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dB 的变化反映了蒸汽的介电常数变化;

hx: 液位的临时变量;

Hx: 液位值。

5 一种全工况连续测量锅炉汽包液位计的液位计算方法, 所述液位计算方法是:

采用液位计标定的参数, 液位计工作时测量 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值, 利用 1#探级和 3#探级分别监测水和蒸汽介的电常数, 利用 3 个探级的空值电容 Ce1、Ce2、Ce3 和满值电容 Cm1、Cm2、Cm3 计算得到 1#探级和 3#探级相对于 2#探级的映射高度 H12 和 H32,

$$10 \quad H12 = \frac{Cm1 - Ce1}{Cm2 - Ce2} \times H2$$

$$H32 = \frac{Cm3 - Ce3}{Cm2 - Ce2} \times H2$$

首先分别计算 dA 和 dB:

A) 当满足条件 $Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H32} \times H2$ 时, 更新 dA,

$$dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H12}$$

15 B) 当满足条件 $\frac{Cx1 - Ce1}{H12} \times H2 > (Cx2 - Ce2)$ 时, 更新 dB,

$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H32}$$

C) 不满足条件则使用最近一次更新的 dA 或 dB;

D) 液位计刚上电时使用预设的 dA 和 dB;

然后计算液位值 Hx:

20 1) 不考虑 E2 和 E3 计算出与映射高度 H12 和 H32 相关联液位临时变量 hx:

$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H12 + H2 + H32) \times dB}{dA - dB} + E1$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围, 计算实际液位 Hx

A) 当 $hx > E1 + H12 + H2$ 时, 液位在 3#探级处,

$$Hx = H1 + H2 + E1 + E2 + E3 + \frac{(hx - E1 - H12 - H2)}{H32} \times H3$$

25 B) 条件 A 不满足, 当 $hx > E1 + H12$ 时, 液位在 2#探级处,

$$Hx = hx + E2 - H12 + H1$$

C) 条件 B 不满足, 当 $hx > E1$ 时, 液位在 1#探级处,

$$H_x = (h_x - E1) \times \frac{H1}{H12} + E1$$

D) 条件 C 不满足, 说明液位在 1#探级以下或与 1#探级底端处于同一水平面,

$H_x = E1$ 。

其中:

5 H1、H2、H3: 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度;

H12、H32: 分别为 1#探级、3#探级相对于 2#探级的映射高度, 在物理结构理想状态下, H12 等于 H1, H32 等于 H3;

Ce1、Ce2、Ce3: 空值电容, 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值;

10 Cm1、Cm2、Cm3: 满值电容, 分别为 1#探级、2#探级、3#探级在标定介质时的电容测量值;

Cx1、Cx2、Cx3: 液位计工作时测量的 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值;

E1: 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离;

E2、E3: 分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙;

15 L: 液位计的量程, 即锅炉水侧管与汽侧管的中心距;

dA: 单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dA 的变化反映了水的介电常数变化;

dB: 单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dB 的变化反映了蒸汽的介电常数变化;

20 h_x : 液位的临时变量;

H_x : 液位值。

本发明的有益效果是: 由于锅炉的起炉、停炉、联排等情况对于本液位计而言只是反映出水和蒸汽介电常数的变化, 而本锅炉汽包液位计可以实时的监测水和蒸汽介的电常数, 所以无论锅炉处于起炉、停炉、联排等状态, 按照本发明设计的锅炉汽包液位计
25 均能可靠准确的输出连续的液位值, 从而实现全工况连续测量液位的功能。

下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

附图说明

图 1 是本发明全工况连续测量锅炉汽包液位计的示意图。

具体实施方式

30 实施例 1:

一种全工况连续测量锅炉汽包液位计，参见图 1，图中 H1、H2、H3 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度，E1 为 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离，E2、E3 分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙。L 为液位计的量程，即锅炉水侧管与汽侧管的中心距。本实施例中，H1=100mm，H2=400mm，H3=150mm，E1=0，
5 E2=E3=3 mm。

所述锅炉汽包液位计包括一金属测量筒 4、一变送器 11；所述金属测量筒上部设有连接到汽包的汽侧管 2，所述金属测量筒下部设有连接到汽包的水侧管 1，所述金属测量筒内有一绝缘护套管 8，所述绝缘护套管内自下而上依次装有 1#探极 5、2#探极 6 和 3#探极 7，各个探极之间彼此绝缘不导通，其中 1#探级主要用于监测水的介电常数，3#探级
10 级主要用于监测蒸汽的介电常数，2#探级为主测量探级；所述三个探极分别通过探极引线 10 与变送器 11 连接。

本实施例中，探极引线 10 为屏蔽导线，所述屏蔽导线一端的线芯连接探级，所述屏蔽导线另一端线芯和屏蔽层连接到变送器。

本实施例中，为了防止三个测量探级之间的信号相互干扰，三个探级轮流测量，1#
15 探级测量时 2#和 3#探级停止测量，2#探级测量时 1#、3#探级停止测量，3#探级测量时 1#、2#探级停止测量。

本实施例中，金属测量筒 4 内有一个绝缘护套 8，金属测量筒 4 的上下处均密封；在绝缘护套 8 内，从下至上依次有三个测量探级：1#探级 5、2#探级 6、和 3#探级 7，这三个探级之间彼此绝缘不导通；三根屏蔽导线 10 一端的线芯分别连接到三个探级，另一端线芯和屏蔽层连接到变送器 11；这样三个探级就分别与金属测量筒之间形成了三个
20 电容，为了防止三个测量探级之间的信号相互干扰，三个探级轮流测量，1#探级测量时 2#和 3#探级停止测量，以此类推。液位的变化、水和蒸汽介电常数的变化将导致这三个电容值的相应变化；变送器 11 用来测量三个电容值、计算液位值、输出液位模拟电流信号和通讯数字信号。变送器 11 内置单片微型计算机、电容测量、电流变送、数字通讯接口等电路。微型计算机完成电容测量信号处理、计算液位值、输出电流值及数字通讯等
25 工作，变送器通过测量三个探级与金属测量筒之间的电容值来计算液位值，通过电流变送电路输出液位模拟电流信号，由数字通讯接口和上位机进行数字通讯。

金属测量筒引出两个连接管即侧汽管 2 和水侧管 1，侧汽管 2 和水侧管 1 分别连到汽包的侧汽管和汽包的水侧管，根据连通器原理，测量出测量筒内的液位即可得到汽包
30 内的液位；一般需要对测量筒外面采取保温措施，使得测量筒内的水和蒸汽温度与锅炉

汽包内水和蒸汽的温度相近，减小因密度差引起的液位误差。

实施例 2:

参见图 1，本实施例中，全工况连续测量锅炉汽包液位计的液位计算方法是：

液位计出厂前先进行如下参数标定：

5 H1、H2、H3：分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度；

E1：1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离；

E2、E3：分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙；

Ce1、Ce2、Ce3：空值电容，分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值；

10 dA 预设：单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量；
dA 的变化反映了水的介电常数变化；

dB 预设：单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量；
dB 的变化反映了蒸汽的介电常数变化；

15 经过上述参数标定的液位计在工作时每测量到一组电容值（Cx1、Cx2 和 Cx3）后计算液位值 Hx，

首先分别计算 dA 和 dB：

A) 当满足条件 $Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H3} \times H2$ 时，更新 dA，

$$dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H1}$$

B) 当满足条件 $\frac{Cx1 - Ce1}{H1} \times H2 > (Cx2 - Ce2)$ 时，更新 dB，

20
$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H3}$$

C) 不满足条件则使用最近一次更新的 dA 或 dB；

D) 液位计刚上电时使用预设的 dA 和 dB；

然后计算液位值 Hx：

1) 不考虑 E2 和 E3 计算出液位临时变量 hx：

25
$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H1 + H2 + H3) \times dB}{dA - dB} + E1$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围，计算实际液位 Hx：

A) 当 $hx > E1 + H1 + H2$ 时，说明液位在 3#探级处，此时 Hx 应该加上 1#探级和 2#探级间的间隙 E2 及 2#和 3#探级间的间隙 E3，即：

$$Hx = hx + E2 + E3$$

B) 条件 A 不满足, 当 $hx > E1 + H1$ 时, 说明液位在 2#探级处, 此时 Hx 应该加上 1#探级和 2#探级间的间隙 $E2$, 即:

$$Hx = hx + E2$$

5 C) 条件 B 不满足, 说明液位不超过 1#探级, 此时 Hx 不用变, 即:

$$Hx = hx$$

其中:

$H1$ 、 $H2$ 、 $H3$: 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度; 本实施例中, $H1=100\text{mm}$
 $H2=400\text{mm}$ $H3=150\text{mm}$

10 $Ce1$ 、 $Ce2$ 、 $Ce3$: 空值电容, 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值;

$Cx1$ 、 $Cx2$ 、 $Cx3$: 液位计工作时测量的 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值;

$E1$: 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离; 当 1#探级下端低于水侧管中心处时为负值、高于水侧管中心处时为正值; 本实施例中 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的
 15 距离为 0, 即制作时让 1#探级下端与汽包水侧管中心线对齐;

$E2$ 、 $E3$: 分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙; 一般为 2~3mm, 本实施例中, 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙均为 3mm。

L : 液位计的量程, 即锅炉水侧管与汽侧管的中心距;

dA : 单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dA 的
 20 变化反映了水的介电常数变化;

dB : 单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dB 的变化反映了蒸汽的介电常数变化;

hx : 液位的临时变量;

Hx : 液位值。

25 标定时: $Ce1=100\text{pF}$ $Ce2=180\text{pF}$ $Ce3=120\text{pF}$

$H1=100\text{mm}$ $H2=400\text{mm}$ $H3=150\text{mm}$

$E1=0$ $E2=E3=3$ dA 预设=0.2 dB 预设=0

在某一时刻测量电容值: $Cx1=125\text{pF}$ $Cx2=228\text{pF}$ $Cx3=125\text{pF}$

计算过程如下:

30 计算 dA 和 dB :

$$A) Cx2 - Ce2 = 48 \quad \frac{Cx3 - Ce3}{H3} \times H2 = 13.33$$

满足条件 $Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H3} \times H2$ 更新 dA:

$$dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H1} = 0.25$$

$$B) \frac{Cx1 - Ce1}{H1} \times H2 = 100 \quad Cx2 - Ce2 = 48$$

5 满足条件 $\frac{Cx1 - Ce1}{H1} \times H2 > (Cx2 - Ce2)$, 更新 dB:

$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H3} = 0.0333$$

计算液位值 Hx :

1) 不考虑 E2 和 E3 计算出液位临时变量 hx :

$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H1 + H2 + H3) \times dB}{dA - dB} + E1$$

$$10 \quad = 260.0 \text{ mm}$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围, 计算实际液位 Hx

A) $E1 + H1 + H2 = 500$, 不满足 $hx > E1 + H1 + H2$

B) $E1 + H1 = 100$, 满足 $hx > E1 + H1$, 则:

$$Hx = hx + E2 = 260.0 + 3 = 263.0 \text{ mm}$$

15 实施例 3:

由于在锅炉汽包液位计生产制作中, 三个探级的直径、测量筒的内径及绝缘护套的厚度等因物理因素存在一定的误差, 从而导致在锅炉汽包液位在实际应用中单位高度的介质在三个探级间引起的电容增加量可能不一致, 所以需要设定两个映射高度值 $H12$ 和 $H32$, 分别表示 1#探级、3#探级相对于 2#探级的映射高度, 以此来修正液位计的探级和
20 测量筒物理误差对液位值 Hx 的影响, 使锅炉汽包液位计给出更准确的液位值 Hx ;

参见图 1, 本实施例中, 全工况连续测量锅炉汽包液位计的液位计算方法是:

液位计出厂前进行如下参数标定:

$H1$ 、 $H2$ 、 $H3$: 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度;

$E1$: 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离;

25 $E2$ 、 $E3$: 分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙;

$Ce1$ 、 $Ce2$ 、 $Ce3$: 空值电容, 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值;

$Cm1$ 、 $Cm2$ 、 $Cm3$: 满值电容, 分别为 1#探级、2#探级、3#探级在标定介质时的电容测

量值，通常在标定时采用水作为该介质；

H12、H32：分别为 1#探级、3#探级相对于 2#探级的映射高度，在物理结构理想状态下，H12 等于 H1，H32 等于 H3（该参数也可以不进行标定而在计算时候再临时计算）；其计算方法为：

$$\begin{aligned} H12 &= \frac{Cm1 - Ce1}{Cm2 - Ce2} \times H2 \\ H32 &= \frac{Cm3 - Ce3}{Cm2 - Ce2} \times H2 \end{aligned}$$

dA 预设：单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量；
dA 的变化反映了水的介电常数变化；

dB 预设：单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量；
dB 的变化反映了蒸汽的介电常数变化；

经过上述参数标定的液位计在工作时每测量到一组电容值（Cx1、Cx2 和 Cx3）后计算液位值 Hx；

首先分别计算 dA 和 dB；

A) 当满足条件 $Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H32} \times H2$ 时，更新 dA，

$$dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H12}$$

B) 当满足条件 $\frac{Cx1 - Ce1}{H12} \times H2 > (Cx2 - Ce2)$ 时，更新 dB，

$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H32}$$

C) 不满足条件则使用最近一次更新的 dA 或 dB；

D) 液位计刚上电时使用预设的 dA 和 dB；

然后计算液位值 Hx：

1) 不考虑 E2 和 E3 计算出与映射高度 H12 和 H32 相关联液位临时变量 hx：

$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H12 + H2 + H32) \times dB}{dA - dB} + E1$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围，计算实际液位 Hx

A) 当 $hx > E1 + H12 + H2$ 时，说明液位在 3#探级处，此时的 Hx 即为 1#探级高度 H1、2#

探级高度 H2、E1、E2、E3 及液位在 3#探级的高度之和，即：

$$Hx = H1 + H2 + E1 + E2 + E3 + \frac{(hx - E1 - H12 - H2)}{H32} \times H3$$

B) 条件 A 不满足，当 $hx > E1 + H12$ 时，说明液位在 2#探级处，此时 Hx 应该加上 1#探级和 2#探级间的间隙 E2，同时将 H12 换算回物理高度 H1，即：

$$H_x = h_x + E_2 - H_{12} + H_1$$

C) 条件 B 不满足, 当 $h_x > E_1$ 时候, 说明液位在 1#探级处, 此时应将 1#探级处的液位按照 H_{12} 和 H_1 的比例计算回物理高度, 即:

$$H_x = (h_x - E_1) \times \frac{H_1}{H_{12}} + E_1$$

5 D) 条件 C 不满足, 说明液位在 1#探级以下或与 1#探级底端处于同一水平面, 即:

$$H_x = E_1.$$

其中:

H_1 、 H_2 、 H_3 : 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度; 本实施例中, $H_1=100\text{mm}$
 $H_2=400\text{mm}$ $H_3=150\text{mm}$

10 H_{12} 、 H_{32} : 分别为 1#探级、3#探级相对于 2#探级的映射高度, 在物理结构理想状态下, H_{12} 等于 H_1 , H_{32} 等于 H_3 ;

C_{e1} 、 C_{e2} 、 C_{e3} : 空值电容, 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值;

15 C_{m1} 、 C_{m2} 、 C_{m3} : 满值电容, 分别为 1#探级、2#探级、3#探级在标定介质时的电容测量值, 通常在标定时采用水作为该介质, 本实施例中, 采用水作为该介质;

C_{x1} 、 C_{x2} 、 C_{x3} : 液位计工作时测量的 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值;

E_1 : 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离; 当 1#探级下端低于水侧管中心处时为负值、高于水侧管中心处时为正值, 本实施例中 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离为 0, 即制作时让 1#探级下端与汽包水侧管中心线对齐;

20 E_2 、 E_3 : 分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙; 本实施例中, 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙均为 3mm。

L : 液位计的量程, 即锅炉水侧管与汽侧管的中心距;

dA : 单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dA 的变化反映了水的介电常数变化;

25 dB : 单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dB 的变化反映了蒸汽的介电常数变化;

h_x : 液位的临时变量;

H_x : 液位值。

标定时: $C_{e1}=100\text{pF}$ $C_{e2}=180\text{pF}$ $C_{e3}=120\text{pF}$

30 $C_{m1}=123\text{pF}$ $C_{m2}=270\text{pF}$ $C_{m3}=159\text{pF}$

$$H1=100\text{mm} \quad H2=400\text{mm} \quad H3=150\text{mm}$$

$$E1=0 \quad E2=E3=3 \quad dA \text{ 预设}=0.2 \quad dB \text{ 预设}=0$$

在某一时刻测量电容值: $Cx1=125\text{pF}$ $Cx2=228\text{pF}$ $Cx3=125\text{pF}$

计算映射高度 $H12$ 和 $H32$:

$$5 \quad H12 = \frac{Cm1 - Ce1}{Cm2 - Ce2} \times H2 = 102.22 \text{ mm}$$

$$H32 = \frac{Cm3 - Ce3}{Cm2 - Ce2} \times H2 = 173.33 \text{ mm}$$

计算 dA 和 dB :

$$A) \quad Cx2 - Ce2 = 48 \quad \frac{Cx3 - Ce3}{H32} \times H2 = 11.54$$

$$\text{满足条件 } Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H32} \times H2 \quad \text{更新 } dA:$$

$$10 \quad dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H12} = 0.24457$$

$$B) \quad \frac{Cx1 - Ce1}{H12} \times H2 = 97.8 \quad Cx2 - Ce2 = 48$$

$$\text{满足条件 } \frac{Cx1 - Ce1}{H12} \times H2 > (Cx2 - Ce2), \text{ 更新 } dB:$$

$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H32} = 0.0288$$

计算液位值 Hx :

15 1) 计算临时变量 hx :

$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H12 + H2 + H32) \times dB}{dA - dB} + E1$$

$$= 271.3\text{mm}$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围, 计算实际液位 Hx

A) $E1 + H12 + H2 = 502.22\text{mm}$, 不满足 $hx > E1 + H12 + H2$;

20 B) $E1 + H12 = 102.22\text{mm}$, 满足 $hx > E1 + H12$; 则:

$$Hx = hx + E2 - H12 + H1 = 271.3 + 3 - 102.22 + 100 = 272.1\text{mm}$$

权 利 要 求

1、一种全工况连续测量锅炉汽包液位计，其特征在于，所述锅炉汽包液位计包括一金属测量筒、一变送器；所述金属测量筒上部设有连接到汽包的汽侧管，所述金属测量筒下部设有连接到汽包的水侧管，所述金属测量筒内有一绝缘护套管，所述绝缘护套管内自下而上依次装有 1#探极、2#探极和 3#探极；所述三个探极之间彼此绝缘不导通；所述三个探极分别通过探极引线与变送器连接。

2、根据权利要求 1 所述的全工况连续测量锅炉汽包液位计，其特征在于，所述探极引线为屏蔽导线，所述屏蔽导线一端的线芯连接探极，所述屏蔽导线另一端线芯和屏蔽层连接到变送器。

3、根据权利要求 1 所述的全工况连续测量锅炉汽包液位计，其特征在于，所述三个探极轮流测量电容，任何一个探极测量电容的同时其他探极均停止测量。

4、一种权利要求 1 所述的全工况连续测量锅炉汽包液位计的液位计算方法，其特征在于，所述液位计算方法是：

采用液位计标定的参数，在液位计工作时测量 1#探极、2#探极和 3#探极的电容值，利用 1#探极和 3#探极分别监测水和蒸汽的介电常数，

首先分别计算 dA 和 dB：

A) 当满足条件 $Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H3} \times H2$ 时，更新 dA，

$$dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H1}$$

B) 当满足条件 $\frac{Cx1 - Ce1}{H1} \times H2 > (Cx2 - Ce2)$ 时，更新 dB，

$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H3}$$

C) 不满足条件则使用最近一次更新的 dA 或 dB；

D) 液位计刚上电时使用预设的 dA 和 dB；

然后计算液位值 Hx：

1) 不考虑 E2 和 E3 计算出液位临时变量 hx：

$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H1 + H2 + H3) \times dB}{dA - dB} + E1$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围，计算实际液位 Hx：

A) 当 $hx > E1 + H1 + H2$ 时，液位在 3#探极处，

$$Hx = hx + E2 + E3$$

B) 条件 A 不满足, 当 $hx > E1 + H1$ 时, 液位在 2#探级处,

$$Hx = hx + E2$$

C) 条件 B 不满足, 液位不超过 1#探级, 此时 Hx 不用变,

$$Hx = hx$$

其中:

$H1$ 、 $H2$ 、 $H3$: 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度;

$Ce1$ 、 $Ce2$ 、 $Ce3$: 空值电容, 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值;

10 $Cx1$ 、 $Cx2$ 、 $Cx3$: 液位计工作时测量的 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值;

$E1$: 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离;

$E2$ 、 $E3$: 分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙;

L : 液位计的量程, 即锅炉水侧管与汽侧管的中心距;

15 dA : 单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dA 的变化反映了水的介电常数变化;

dB : 单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dB 的变化反映了蒸汽的介电常数变化;

hx : 液位的临时变量;

Hx : 液位值。

20 5、一种权利要求 1 所述的全工况连续测量锅炉汽包液位计的液位计算方法, 其特征在于, 所述液位计算方法是:

采用液位计标定的参数, 在液位计工作时测量 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值, 利用 1#探级和 3#探级分别监测水和蒸汽的介电常数, 利用 3 个探级的空值电容 $Ce1$ 、 $Ce2$ 、 $Ce3$ 和满值电容 $Cm1$ 、 $Cm2$ 、 $Cm3$ 计算得到 1#探级和 3#探级相对于 2#探级的映射高度 $H12$ 和 $H32$,

$$H12 = \frac{Cm1 - Ce1}{Cm2 - Ce2} \times H2$$

$$H32 = \frac{Cm3 - Ce3}{Cm2 - Ce2} \times H2$$

首先分别计算 dA 和 dB :

A) 当满足条件 $Cx2 - Ce2 > \frac{Cx3 - Ce3}{H32} \times H2$ 时, 更新 dA ,

$$dA = \frac{Cx1 - Ce1}{H12}$$

B) 当满足条件 $\frac{Cx1 - Ce1}{H12} \times H2 > (Cx2 - Ce2)$ 时, 更新 dB,

$$dB = \frac{Cx3 - Ce3}{H32}$$

C) 不满足条件则使用最近一次更新的 dA 或 dB;

5 D) 液位计刚上电时使用预设的 dA 和 dB;

然后计算液位值 Hx:

1) 不考虑 E2 和 E3 计算出与映射高度 H12 和 H32 相关联液位临时变量 hx:

$$hx = \frac{(Cx1 + Cx2 + Cx3 - Ce1 - Ce2 - Ce3) - (H12 + H2 + H32) \times dB}{dA - dB} + E1$$

2) 根据所计算的 hx 值判断液位的位置范围, 计算实际液位 Hx

10 A) 当 $hx > E1 + H12 + H2$ 时, 液位在 3#探级处,

$$Hx = H1 + H2 + E1 + E2 + E3 + \frac{(hx - E1 - H12 - H2)}{H32} \times H3$$

B) 条件 A 不满足, 当 $hx > E1 + H12$ 时, 液位在 2#探级处,

$$Hx = hx + E2 - H12 + H1$$

C) 条件 B 不满足, 当 $hx > E1$ 时, 液位在 1#探级处,

$$15 \quad Hx = (hx - E1) \times \frac{H1}{H12} + E1$$

D) 条件 C 不满足, 液位在 1#探级以下或与 1#探级底端处于同一水平面,

$$Hx = E1.$$

其中:

H1、H2、H3: 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级的物理高度;

20 H12、H32: 分别为 1#探级、3#探级相对于 2#探级的映射高度;

Ce1、Ce2、Ce3: 空值电容, 分别为 1#探级、2#探级和 3#探级在介质为空气时的电容测量值;

Cm1、Cm2、Cm3: 满值电容, 分别为 1#探级、2#探级、3#探级在标定介质时的电容测量值;

25 Cx1、Cx2、Cx3: 液位计工作时测量的 1#探级、2#探级和 3#探级的电容值;

E1: 1#探级下端离汽包水侧管的中心线的距离;

E2、E3: 分别为 1#探级与 2#探级之间和 2#探级与 3#探级之间的间隙;

L: 液位计的量程, 即锅炉水侧管与汽侧管的中心距;

dA: 单位高度的水相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量; dB 的

变化反映了水的介电常数变化；

dB: 单位高度的蒸汽相对于空气引起测量探级与金属测量筒之间的电容增加量；dB
的变化反映了蒸汽的介电常数变化；

hx: 液位的临时变量；

5 Hx: 液位值。

10

15

20

25

1/1

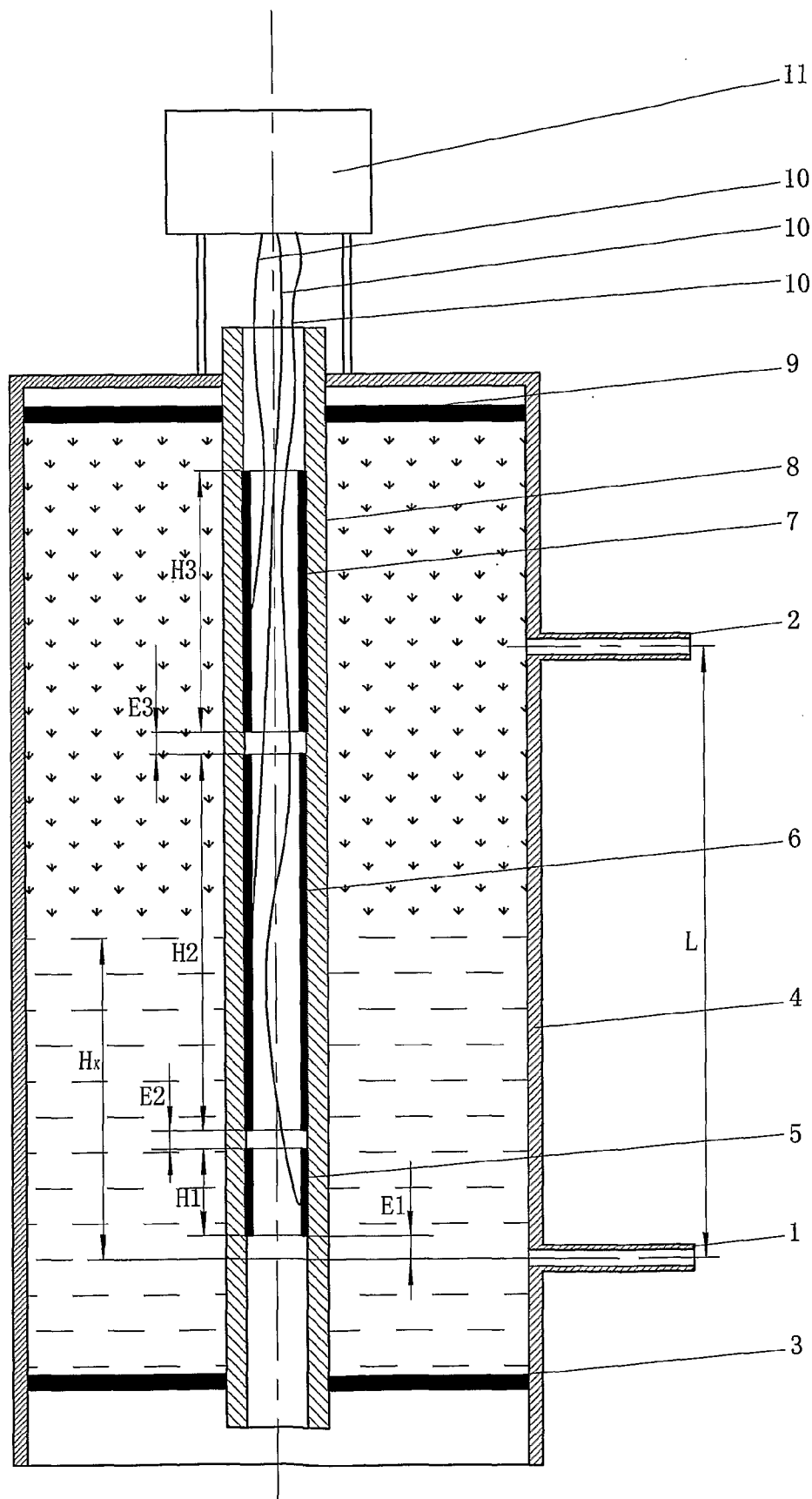


FIG 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2007/003012

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:G01F23, F22B37

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, PAJ: boiler, drum, tank, accumulator, packet, level, capacitance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN1441232A (LUO, Ming) 10 Sept.2003 (10.09.2003) the whole document	1-5
A	CN2436919Y (GAO, Weixin) 27 Jun.2001 (27.06.2001) the whole document	1-5
A	CN1506665A (CHEN, Yanping) 23 Jun.2004 (23.06.2004) the whole document	1-5
A	CN2819057Y (GUO, Chengpeng) 20 Sept.2006 (20.09.2006) the whole document	1-5
A	US6932028B1 (PAUL, Hatfield et al.) 23 Aug.2005 (23.08.2005) the whole document	1-5
A	JP2001-324105A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 22 Nov.2001 (22.11.2001) the whole document	1-5

☐ 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
01 Jul.2008 (01.07.2008)Date of mailing of the international search report
17 Jul. 2008 (17.07.2008)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

HU, Yuelan

Telephone No. (86-10)62085736

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2007/003012

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1441232A	10 Sept.2003 (10.09.2003)	CN1189724C	16 Feb.2005 (16.02.2005)
CN2436919Y	27 Jun.2001 (27.06.2001)	None	
CN1506665A	23 Jun.2004 (23.06.2004)	None	
CN2819057Y	20 Sept.2006 (20.09.2006)	None	
US6932028B1	23 Aug.2005 (23.08.2005)	US7017407B	28 Mar.2006 (28.03.2006)
		US2006070438A	06 Apr.2006 (06.04.2006)
		WO2006042119A	20 Apr.2006 (20.04.2006)
JP2001-324105A	22 Nov.2001 (22.11.2001)	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2007/003012

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01F23/26 (2006.01) i

F22B37/78 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2007/003012

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类表(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:G01F23, F22B37

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,PAJ;锅炉, 汽包, 液位, 电容

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
A	CN1441232A (罗明) 10.9 月 2003 (10.09.2003) 全文	1-5
A	CN2436919Y (高维信) 27.6 月 2001 (27.06.2001) 全文	1-5
A	CN1506665A (陈延平) 23.6 月 2004 (23.06.2004) 全文	1-5
A	CN2819057Y (郭程鹏) 20.9 月 2006 (20.09.2006) 全文	1-5
A	US6932028B1 (PAUL, Hatfield et al.) 23.8 月 2005 (23.08.2005) 全文	1-5
A	JP2001-324105A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 22.11 月 2001 (22.11.2001) 全文	1-5

☐ 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

“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

01.7 月 2008 (01.07.2008)

国际检索报告邮寄日期

17.7 月 2008 (17.07.2008)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

胡跃澜

电话号码: (86-10) 62085736

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2007/003012

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1441232A	10.9 月 2003 (10.09.2003)	CN1189724C	16.2 月 2005 (16.02.2005)
CN2436919Y	27.6 月 2001 (27.06.2001)	无	
CN1506665A	23.6 月 2004 (23.06.2004)	无	
CN2819057Y	20.9 月 2006 (20.09.2006)	无	
US6932028B1	23.8 月 2005 (23.08.2005)	US7017407B	28.3 月 2006 (28.03.2006)
		US2006070438A	06.4 月 2006 (06.04.2006)
		WO2006042119A	20.4 月 2006 (20.04.2006)
JP2001-324105A	22.11 月 2001 (22.11.2001)	无	

主题的分类:

G01F23/26 (2006.01) i

F22B37/78 (2006.01) i