



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 87 1 06017 A

CN 87 1 06017 A

[43] 公开日 1988年4月6日

[21] 申请号 87 1 06017
 [22] 申请日 87.8.29
 [71] 申请人 哈尔滨工业大学
 地址 黑龙江省哈尔滨市西大直街 166 号
 [72] 发明人 刘振茂 张国威 刘晓为 陈德源

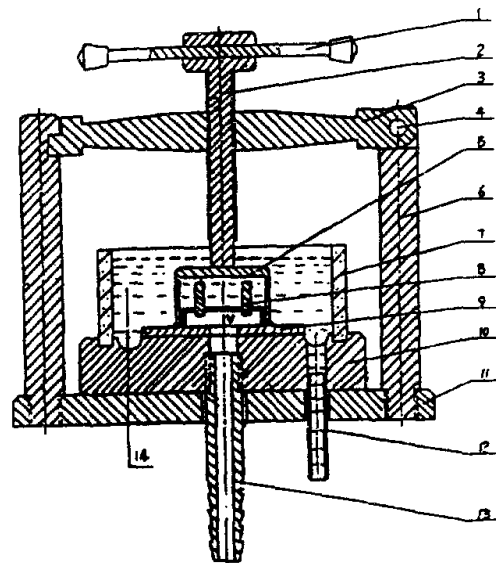
[74] 专利代理机构 哈尔滨工业大学专利事务所
 代理人 黄锦阳

[54] 发明名称 封装零部件漏孔检测筛选法及装置

[57] 摘要

用被检零部件和检漏系统构成一个可以充纳气体的腔体, 再将此腔体浸没在试验液体(乙醇或水)中, 给腔体充以压强为 P_G 的气体(空气、氮气等), 当 P_G 大于从漏孔产生气泡的临界压强 P_{γ_0} 时, 就从漏孔产生气泡而检出漏孔。采用气体的混合流模型分析气体通过漏孔的运动规律, 得在此模型下气泡法检漏灵敏度 $R \times l$ (漏率与漏孔长度乘积) 与压强 P_G 关系。

本发明可应用于电子元器件以及有密封要求的其它装置的零部件密封性进行定量检测和定性筛选。



1、一种用于封装零部件漏孔检测的方法，其特征在于将被测部件和检漏装置构成一个可以充气的气腔，再用试验液体复盖过被检零部件 1~2 厘米深，用高压气瓶通过检漏装置的管道给腔体充以一定气压的气体，观察液体中是否有气泡产生，并根据腔体内的气体压强和零部件漏孔结构测出漏孔的漏率。

2、如权利要求 1 所述检测方法，其特征在于所述试验液体可以是水或乙醇。

3、用于权利要求 1 所述检测方法的检漏装置，包括扳手，压紧螺钉 2，横杆 3，园柱销 4，压头 5，立杆 6，有机玻璃套 7，被测管壳 8，密封胶垫 9，基座 10，其特征在于被测管壳 8 在压头 5 的压力下经密封胶垫 9 与基座 10 紧密结合，形成一可充气腔体，基座 10 开有充气孔 13，压头 5 侧面开有观察孔。

封装零部件漏孔检测筛选法及装置

本发明属于电子器件制造技术

有密封性要求的装置（包括电子元器件）的零部件密封性检测方法主要有以下几种：

1、氦质谱检漏法：利用氦质谱检漏仪检漏。将被检部件压封在真空系统的管道上，而后将氦气通过细管喷到零部件上。另部件如有漏孔，氦气通过漏孔进入检漏仪内而被检出。它可以定量测试漏率，灵敏度比较高，高灵敏检漏仪可以检出 $10^{-9} \sim 10^{-10}$ 帕·米³/秒漏率的漏孔。该法缺点是设备复杂，设备费和试验费较高，更重要的是不能直观准确地确定漏孔位置。

2、卤素检漏法：利用卤素检漏仪，使含有卤素的气体只能通过零部件漏孔流出（或流入）再进入到检漏仪的电离室内电离，产生电流，检测出漏孔。该法可定量测定漏孔漏率，但灵敏度比较低，一般可检测到 10^{-7} 帕·米³/秒漏率。准确确定漏孔位置很困难，比较严重的缺点是，如遇有高浓度卤素，仪器会突然失灵；要经常“清洗”电离室和检查灵敏度，应用较为麻烦，试验费用也较高。

3、荧光法：将被检零部件放到荧光粉的混浊液内，而后放到真空室内并抽低真空，使荧光粉随同液体渗入到部件的漏孔内；干燥后再用紫外光照射部件，由于漏孔内有荧光粉而发出荧光，从而检出漏孔。这种方法操作麻烦，不但不能定量检测，而且灵敏度不高；更为严重的是很容易发生误检（因为在凹坑或不漏的缝隙等处

也会留有荧光粉)。

4、染色法：将被检部件放到含有颜料(一般采用一品红)的液体中，而后放到真空室内并抽低真空，使带有染料的液体渗入到部件的漏孔内，烘干后进行观察，有染色地方常被判是漏孔。该法虽为简单，但同样是检漏灵敏度低，不能定量测定漏孔的漏率，同样也很容易发生误检的问题(有凹坑，缝隙，沾污等都可能被染色)

上述各方法，对大批量生产的电子元器件的另部件漏孔检测来说，由于设备复杂或检漏灵敏度不高等原因而都不适用。

本发明的目的就是提供一种能对封装零部件进行高灵敏度的定量和定性检测的方法，以便保证用于高可靠电子元器件的零部件具有高密封性，从而保证其长期工作的稳定性和可靠性，还能为零部件制造厂家提供改进零部件制造工艺的依据。

本发明的任务是：第一，提出并实施一种能定量和定性检测零部件密封性质量的方法；第二，它的灵敏度要高于目前常用的其它方法，满足高可靠产品对零部件密封性的要求；第三，本方法应用方便，设备及检漏费用低，便于推广应用；第四，能准确指出漏孔位置，便于改进零部件制造工艺。

本发明是将气泡检漏法的基本原理应用于电子元器件或其它小型装置的零部件漏孔检测上。首先利用被检零部件和检漏装置构成一个可以充气的腔体，再用试验液体复盖过被检零部件1~2厘米深，用高压气瓶通过检漏装置的管道给腔体充以一定气压的气体，当零部件有漏孔时，气体通过漏孔流出而产生气泡，从而直观准确地检出漏孔，根据腔体内的气体压强和零部件漏孔结构可定量测出漏孔的漏率

由于该法中给腔体充入的气体压强可以达到较高的数值，所以检漏灵敏度很高，很容易检测到 10^{-11} 帕·米³/秒的漏率，就是说凡是漏率大于此值的漏孔都能检出。检测的灵敏度高，漏率数值范围宽（包括粗漏和细漏），漏孔半径变化范围大，当检测到极低漏率时，漏率半径和气体分子的自由路程在数量级上相近，那么在理论上分析气体通过漏孔的运动规律时，应不同于其它检漏法仅采用分子流模型或沾滞流模型，而必须采用混合流模型。在混合流模型中，分子流和粘滞流同时存在，假设我们检测的漏孔是一半径为 γ_0 ，漏孔长度为 l 的园柱形微细管道，此种漏孔的漏率为：

$$R = R_L + R_M \quad (1)$$

R_L 为粘滞流运动决定的漏率，其表示式为：

$$R_L = \frac{\pi \gamma_0^4}{16 \eta l} P_d \quad (2)$$

η 为空气的粘滞系数， $P_d = 1 \times 10^5$ 帕；而 R_M 为分子流运动决定的漏率，其表示式为：

$$R_M = \frac{8}{3} \frac{\pi A T}{2 M} \frac{\gamma_0^3}{l} P_d \quad (3)$$

A 为气体常数， T 为气体温度 (K)， M 为空气分子量， $P_d \approx 1 \times 10^5$ 帕。

半径为 γ_0 的园柱形漏孔，在试验液体中产生气泡所需临界压强为：

$$P_{\gamma_0} = P_a + \frac{2\sigma}{\gamma_0} + P_l \quad (4)$$

P_a 为液体上方大气压强， α 为试验液体的表面张力系数， P_1 为试验液体重量对气泡产生的附加压强，它和前两项相比可以忽略不计。当腔体内气体压强 P_G 满足：

$$P_G \geq P_{\gamma_0} + \frac{P_{\gamma_0} V_{\gamma_0}}{V} \quad (5)$$

条件时，就能从漏孔产生气泡。 n 是产生的气泡数， P_{γ_0} 和 V_{γ_0} 分别是半径为 γ_0 的气泡内气体压强和气泡体积。

从 (4) 式解出 γ_0 ，并忽略 P_1 值，代入 (2) 和 (3) 式，结果再代入 (1) 式，得出产生气泡的临界压强 P_{γ_0} 与欲检测的漏率 R 和漏孔长度 l 乘积 $R \times l$ 间关系为：

$$R \times l = \frac{\pi P_d^3}{16 \eta} \left(\frac{2 \alpha}{P_{\gamma_0} - P_a} \right)^4 + \frac{8 P_d}{3} \frac{\pi A T}{2 M} \left(\frac{2 \alpha}{P_{\gamma_0} - P_a} \right)^3 \quad (6)$$

当我们给腔体充气压强 $P_G \approx P_{\gamma_0}$ 时，(6) 式可表示为：

$$R \times l = \frac{\pi P_d^3}{16 \eta} \left(\frac{2 \alpha}{P_G - P_a} \right)^4 + \frac{8 P_d}{3} \frac{\pi A T}{2 M} \left(\frac{2 \alpha}{P_G - P_a} \right)^3 \quad (7)$$

图 1 给出两种试验液体（乙醇和水）的 P_{γ_0} (P_{γ_0}) 与检漏灵敏度 $R \times l$ 间的关系。这个结果表明，当腔体充以刚刚能产生少量的气泡的压强 P_G 由压力表测出) 时，由 (7) 式，或从图 1 都可以确定漏孔的 $R \times l$ 值，再由漏孔的部位，近似地确定漏孔长度 l ，最后就得到或测定了漏率。

气体通过漏孔流出形成气泡需要一定时间，它与 $(P_G - P_{\gamma_0})$ 大

小和 $R \times l$ 值有关。在混合流模型下，近似地计算出形成一个气泡的时间 Δt ，为了检漏灵敏度 $R \times l = R_L \times l + R_M \times l$ 相结合，以 $\Delta t / l$ 表示：

$$\frac{\Delta t}{l} = \frac{4 \pi \gamma_c^3 P_d^2}{3 (R_M \times l P_d + 2 P_G R_L \times l)} \ln \frac{(R_M \times l P_d + R_L \times l (P_G + P_{\gamma_0})) (P_G - P_{\gamma_c})}{(R_M \times l P_d + R_L \times l (P_G + P_{\gamma_0})) (P_G - P_{\gamma_0})} \quad (8)$$

对乙醇和水两种试验液体，以 $R \times l$ 为参数， $\Delta t / l$ 与 $P_G - P_{\gamma_0}$ 关系示于图 2。利用此图的结果，就能确定在某一检漏灵敏度 $R \times l$ 下，让 $P_G - P_{\gamma_0} \ll 10^5$ 帕（即 $P_G \approx P_{\gamma_0}$ ）时应该选取的 $\Delta t / l$ 值；由部件上漏孔的部位估测出漏孔长度 l ，从而就确定出 Δt 值。这就是为检测某一长度为 l 其漏率为 R 的漏孔，腔体充气的压强 $P_G \approx P_{\gamma_0}$ （与 $R \times l$ 值相对应），等待观察 Δt 时间就能发现从漏孔产生的气泡。

有密封性要求的产品零部件的密封性是保证其产品密封性的基础，过去一直没有一种简便、高精度检测漏孔的方法。本发明可以对部件的漏率进行宽范围、高灵敏度地定量检测和定性筛选，又可准确指出漏孔位置。该法有利于零部件制造厂改进零部件制造工艺和质量控制，为成品制造厂提供密封性合格的零部件，避免产品因零部件密封性不合格而造成产品不合格和经济损失，提高产品可靠性，具有重要的经济效益和社会效益。

本发明可应用于电子元器件（半导体器件、密封继电器、密封接插件等），以及有密封要求的其它装置的另部件密封性进行定量检测

和定性筛选。

本发明的主要技术指标：检测灵敏度 ($R \times l$) 与试验液体的表面张力系数有关，当以乙醇为试验液体时：

灵敏度不低于： 1×10^{-14} 帕·米⁴/秒 (或 1×10^{-11} 大气压·厘米⁴/秒)。以水为试验液体时：

灵敏度不低于： 5×10^{-13} 帕·米⁴/秒 (或 5×10^{-10} 大气压·厘米⁴/秒)。

图 1 为产生气泡临界压强 P_{γ_0} ($\approx P_G$) 与可检测的 $R \times l$ 间关系示意图，图 2 为等待观察时间 Δt 与 $(P_G - P_{\gamma_0})$ 关系示意图，图 3 为零部件漏孔检测台示意图，图中 1 板手，2 压紧螺钉，3 横杆，4 园柱销，5 压头，6 立杆，7 有机玻璃套，8 被测管壳，9 密封胶垫，10 基座，11 底座，12 送排液口，13 充、放气口，14 试验液体。

实施例：

应用本发明的最简单的试验装置如图 3 所示。这里是以检测或筛选功率晶体管 G 型封装管帽玻璃绝缘子上的漏孔为例，将管帽 (8) 放在密封胶垫 (9) 上，再把侧面有观察孔的压头 (5) 套在管帽上，把带有压紧螺钉 (2) 和板手 (1) 的横杆 (3) 放下，并予锁定，扳动板手 (1) 使螺钉 (2) 下降，压在压头 (5) 上，加一定的压力，使管帽借助胶垫 (9) 与基座 (10) 密封起来，这时管帽和基座形成了一个腔体 V ，通过充气孔 (13)，往腔体内充以压强可控的气体 (压缩空气、氮气、氧气皆可)，压强值由与充气管相串联的电磁阀门控制，并用与管道相连接的压力表测出 (实际上按图 1 中 $P_G \approx P_{\gamma_0}$ 与 $R \times l$ 关系，将 P_G 指标换算成 $R \times l$ 指示，直接测出 $R \times l$ 值)，利用高度可调的装有试验液体 (乙醇或水) 的连通器，通过送排液口 (12)，往用有机

玻璃围成的贮液槽中注入液体，并淹过压头(5)。用电磁阀门控制进入腔体 V 内的气体量，使之压强缓慢升高，如管帽绝缘子上有漏孔，其 $R \times l$ 值在检漏灵敏度范围内，在规定的等待观察时间内就能从漏孔产生气泡而检出漏孔及其漏率。当被检部件尺寸、形状不同时，可更换适当的压头(5)，以同样的方法实现漏孔的检测。当漏孔的漏率极低时，产生气泡体积很小，肉眼直接观察比较困难，可用5~10倍的放大镜进行观察。

漏率测量和密封性筛选的试验条件举例：

1、漏率测量：

给腔体 V 充气，使其压强以能产生少量气泡为限，以便满足 $P_G - P_{\gamma_0} \ll 1 \times 10^5$ 帕条件，达到 $P_G \approx P_{\gamma_0}$ 的目的，从而就决定了检漏灵敏度 $R \times l$ 。压力表指示值的单位为大气压， P_M 和 P_G 的关系为 $P_M = P_G - 1 (\approx P_{\gamma_0} - 1)$ (单位为大气压)。在每一 P_G 下等待观察产生气泡的时间 Δt 与漏孔长度 l 有关。当从零部件结构确定漏孔长度后，也就确定了 Δt ，同时也可从 $R \times l$ 值求得漏率 R 。两种试验液体的试验条件列入表1和表2。

2、密封性筛选：

以乙醇为试验液体，要求筛选的漏率为 1×10^{-9} 帕·米³/秒，即要求漏率大于此值的另部件完全筛选出来。从零部件结构估测出漏孔长度 $l = 1 \times 10^{-3}$ 米。则检漏灵敏度要求为 $R \times l = 10^{-12}$ 帕·米⁴/秒。从表1得出，要求给腔体 V 充气压强为2.4大气压，达到此压值后，等待观察5秒钟，凡是产生气泡者皆为漏率 $\geq 1 \times 10^{-9}$ 帕·米³/秒，密封性不合格。

表1 以乙醇为试验液体的检漏试验条件

$R \times l$ (帕·米 ⁴ /秒)	P_{γ_0} ($\times 10^5$ 帕)	$P_G - P_{\gamma_0}$ ($\times 10^5$ 帕,或大气压)	$P_M = P_G - 1$ (大气压)	Δt (秒)
10^{-7}	1.10	$\ll 0.1$	0.10	≤ 1
10^{-8}	1.18	$\ll 0.1$	0.18	≤ 1
10^{-9}	1.30	$\ll 0.1$	0.30	≤ 1
10^{-10}	1.55	0.1	0.65	$3 \times 10^2 \times 1$
10^{-11}	2.2	0.1	1.3	$10^3 \times 1$
10^{-12}	3.3	0.1	2.4	$5 \times 10^3 \times 1$
5×10^{-13}	3.8	0.1	2.9	$8 \times 10^3 \times 1$
10^{-13}	5.6	0.1	4.7	$1.6 \times 10^4 \times 1$
5×10^{-14}	6.7	0.3	6.0	$2.5 \times 10^4 \times 1$
10^{-14}	10.1	0.3	9.4	$5 \times 10^4 \times 1$

表 2 以水为试验液体的检漏试验条件

$R \times I$ (帕·米 ⁴ /秒)	P_{γ_0} ($\times 10^5$ 帕)	$P_G - P_{\gamma_0}$ ($\times 10^5$ 帕, 或大气压)	$P_M = P_G - I$ (大气压)	Δt (秒)
10^{-5}	1.15	$\ll 0.1$	0.15	≤ 1
10^{-6}	1.20	$\ll 0.1$	0.20	≤ 1
10^{-7}	1.35	$\ll 0.1$	0.35	≤ 1
10^{-8}	1.60	$\ll 0.1$	0.60	≤ 1
10^{-9}	2.10	$\ll 0.1$	1.10	≤ 1
10^{-10}	3.00	0.1	2.10	$5 \times 10^2 \times 1$
5×10^{-11}	3.50	0.1	2.60	$8 \times 10^2 \times 1$
10^{-11}	4.70	0.1	3.80	$1.5 \times 10^3 \times 1$
5×10^{-12}	5.50	0.1	4.60	$3 \times 10^3 \times 1$
10^{-12}	8.50	0.1	7.60	$6 \times 10^3 \times 1$
5×10^{-13}	10.50	0.3	9.80	$10^4 \times 1$

说明书附图

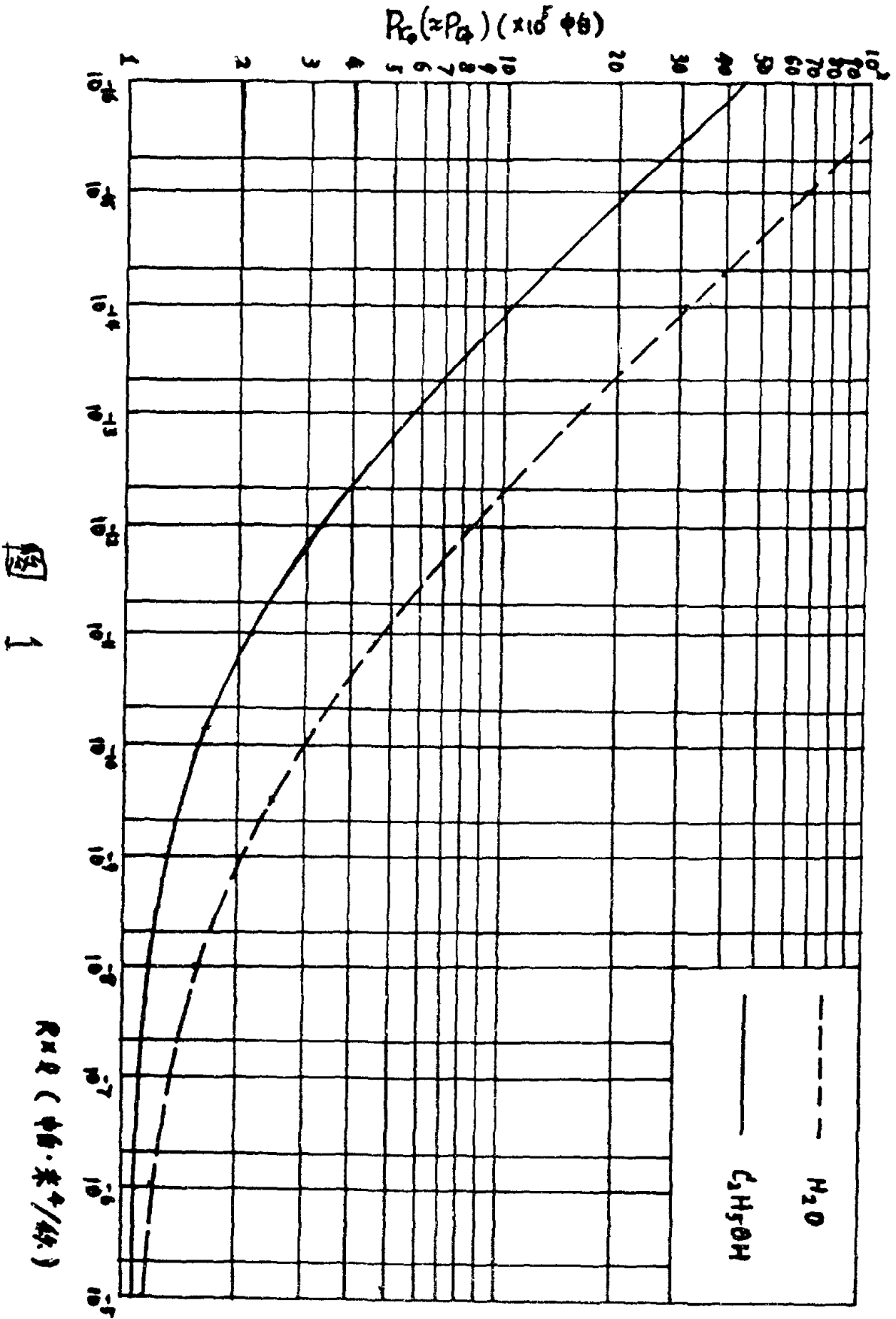
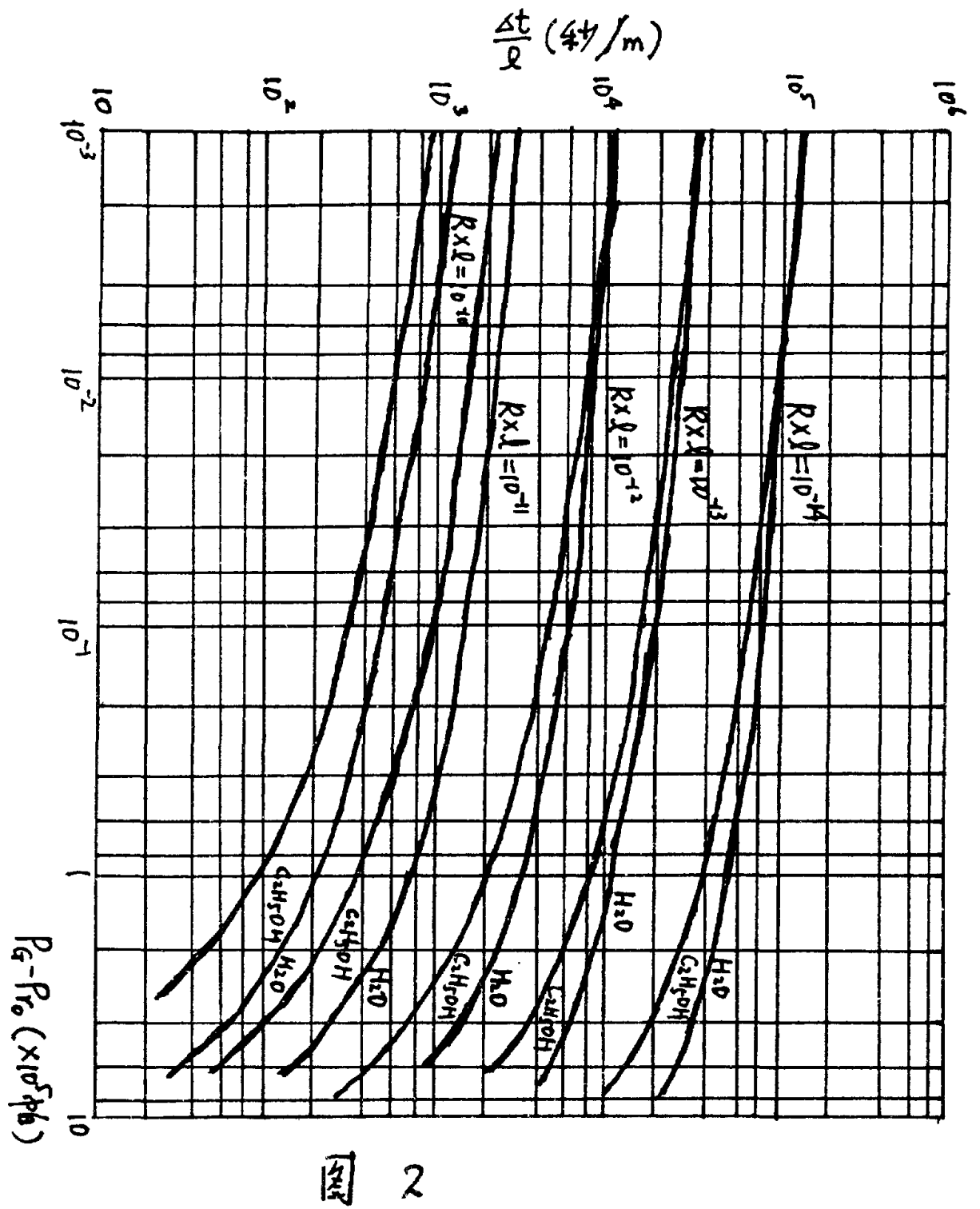
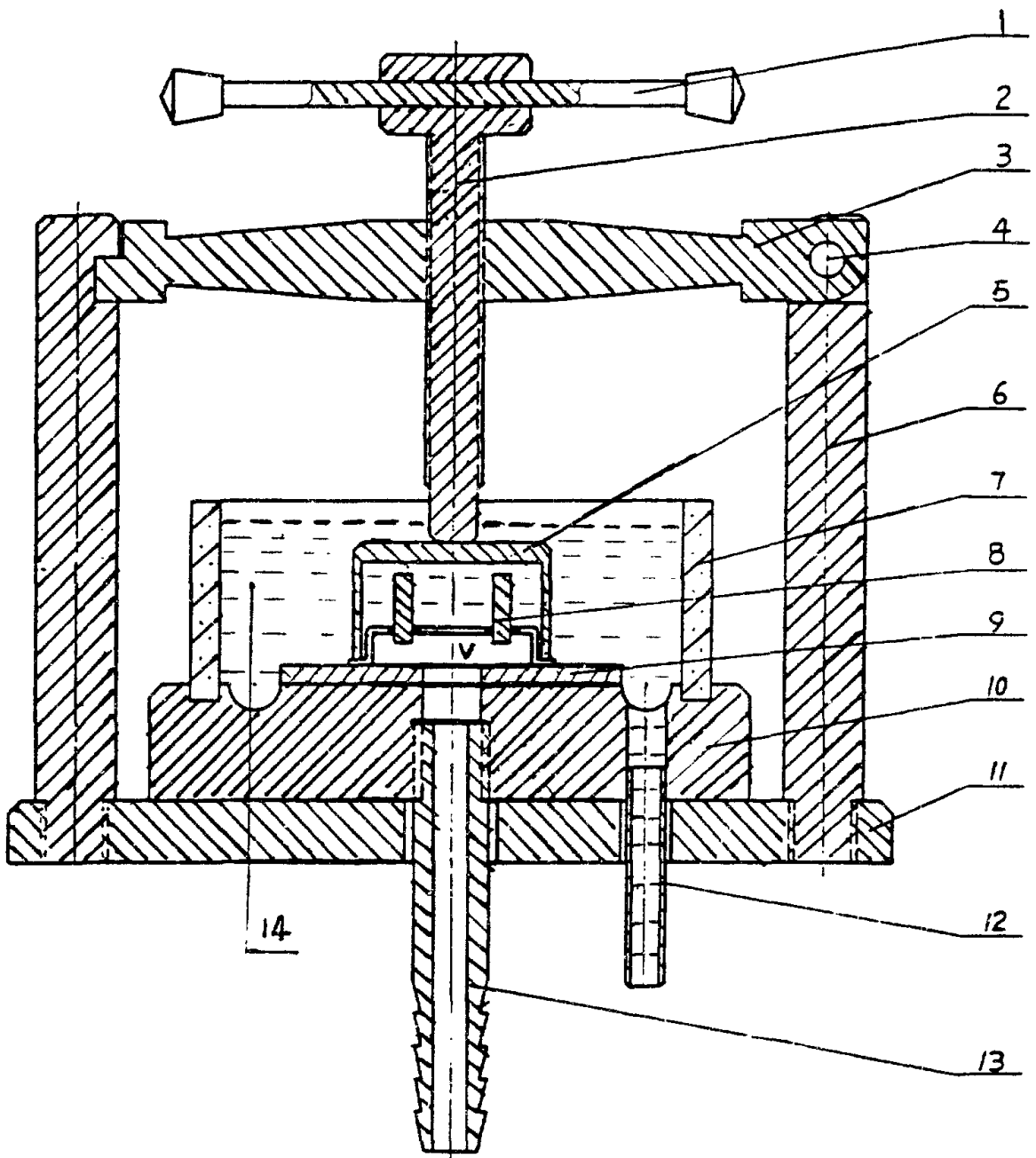


图 1



2



4

3