

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01F 38/20
H01F 38/28

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95116653.0

[45]授权公告日 2000 年 5 月 3 日

[11]授权公告号 CN 1052100C

[22]申请日 1995.8.24 [24]颁证日 2000.1.15
[21]申请号 95116653.0
[30]优先权
[32]1994.8.24 [33]DE [31]P4429959.1
[73]专利权人 亚瑞亚.勃朗勃威力有限公司
地址 瑞士巴登
[72]发明人 A·卡兹科沃斯基
[56]参考文献
US3,701,003 1972.10.24
审查员 张 鹏

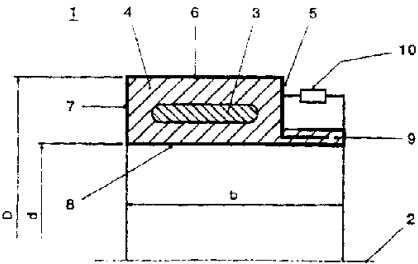
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 傅 康 王忠忠

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图页数 4 页

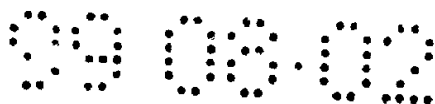
[54]发明名称 用于金属外壳全封闭式气体绝缘高压装置的
电流互感器

[57]摘要

一个电流互感器,它具有一个环形构型的、包围着一载流体的电流传感器及一个与之串连的信号处理装置。该电流传感器由一个导电的屏蔽罩包围着,屏蔽罩封闭着一个环形的、填充了物质(4)的腔室。该屏蔽罩由一个环绕的、作为屏蔽罩的间断设置的缝(9)隔断。该电流传感器对于极高频电干扰亦不敏感,成本低、尺寸小、精度高。它是这样实现的,即将屏蔽罩的间断设置成:在电流互感器常规工作中能起作用,而在出现高频干扰的情况下被跨接旁路。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 用于金属外壳全封闭式气体绝缘高压装置的电流互感器，具有环状构型的包围着一载流体的电流传感器、及一个与之串联的信号处理装置、一个包围着电流传感器的并由一个导电屏蔽罩封闭的环形腔室，该环形腔室填充了一种物质（4），并具有至少一个环绕的、作为在电流互感器（1）无干扰的常规工作中起作用的屏蔽罩间断设置的缝（9），其特征在于，

— 缝（9）被构成迷宫形；及

— 设置了用于至少一个缝（9）的跨接旁路的导电或半导电装置。

2. 根据权利要求1的电流互感器，其特征在于，

— 设置了分立欧姆电阻（10）作为导电装置。

3. 根据权利要求1的电流互感器，其特征在于，

— 将相应加添加剂的并填满缝（9）的塑性材料设置为导电或半导电装置。

4. 根据权利要求1的电流互感器，其特征在于，

— 将相应加添加剂的、最好构成压实环圈的封闭缝（9）的密封圈（17）设置为导电的或半导电的装置。

5. 根据权利要求1-4 中之一的电流互感器，其特征在于，

— 将至少一个罗果夫斯基线圈（3）设置为电流传感器。

说明书

用于金属外壳全封闭式气体绝缘 高压装置的电流互感器

5

本发明涉及用于金属外壳全封闭式气体绝缘高压装置的电流互感器。

10

与本发明相关的现有技术例如体现在文献 EP-A2-0522303 所公开的内容中。那里所描述的组合或测量互感器是用于金属外壳全封闭式气体绝缘高压装置的。它具有一个电流及电压传感器及一个与该电流及电压传感器串连的信号处理装置。采用一个耦合感应线圈（罗果夫斯基线圈）作为电流传感器，它被绕在一个环形的、由主要为各向同性的均质的非铁磁材料作的芯体上。采用一个圆柱中空构型的测量电极作为电压传感器。在将电流及电压传感器装入金属外壳中后，该线圈及测量电极将同心地围绕着气体绝缘开关装置的一个载流体。

15

20

所述耦合感应线圈被埋放在一位于一环形室中的环形绝缘体中。该室的壁是由导电材料、最好由一种铝合金构成。该绝缘体固定在该室中。该室在它朝着电流导体的壳面上由一个平面的、环状屏蔽电极限界。该屏蔽电极的一个端面以导电方式与环形室一侧的壁相连接，而与其对立的端面以电绝缘方式与环形室另一侧的壁相连接。这里作为绝缘连接的是设置一个相对狭窄的完全塞满绝缘材料的缝。环形室的壁与屏蔽电极构成了一个导电的屏蔽罩，该屏蔽罩保护环形室免于遭受干扰电场的影响。因此在运行中在高压装置内测量时，由耦合感应线圈输出的信号与干扰电场影响无关。该耦合线圈将提供与气体绝缘开关装置的电流导体中流通的电流的幅值及随时间的变化量成正比的信号，该信号由于设置得合适的屏蔽罩而几乎是与外来电场的影响无关的。对于许多实际应用这种结构的

25

电流互感器是完全能满足要求的。

但是，在围绕着罗果夫斯基耦合线圈的屏蔽罩中塞满绝缘材料的缝将引起快速瞬变的和突变的电干扰，干扰的频率范围大约在大于 1MHz 至若干 GHz，不会不接近到罗果夫斯基耦合线圈。这种干扰使测量信号畸变；并且可能引起：在信号处理装置输入端一直存在的过压保护产生过载。

本发明的任务在于：提供一种用于金属壳全封闭的气体绝缘高压装置的电流互感器，它对于特高频的电干扰亦不敏感，能降低制造成本，并具有尺寸小和高测量精度的特点。

根据本发明的电流互感器，其特点是具有防止高频干扰的保护。该电流互感器具有一个环形构型的、包围着一个电流导体的电流传感器及一个与之串连的信号处理装置。它还具有一个包围电流传感器的、由导电屏蔽罩封闭的环形腔室，该腔室中填充了一种物质。同时设有至少一个环绕的使屏蔽罩间断的缝。该屏蔽罩的至少一个间断是这样设置的，即在电流互感器正常工作中它能完全起作用；并在出现了高频干扰的情况下它被跨接旁路。高频干扰因此将成为无害的，而且，同时在电流互感器中测量值的采集可不受影响地继续进行。

这个缝被构成迷宫状。对于它的跨接设置了导电的或半导电的装置。

在一个实施形式中将分立欧姆电阻设置为导电装置。作为导电的或半导电的装置也可以是相应加添剂的并填满缝的塑性材料，或是相应加添剂的、最好构成封闭缝的压实封闭环。

在另一实施形式中，缝利用一种导电的金属箔来跨接旁路。该缝也可借助于一种导电的或半导电的塑料薄膜跨接旁路。

这里所述电流互感器可作相应的改动，也可应用在设计用于高及特高工作电压的无封闭开关装置及中等电压装置中，尤其是也可用在以相当大的电流工作的开关装置中，此外，这种电流互感器也

可以相对小的成本与电容性电压互感器相结合，以便构成一种既简单又适于制造的组合式电流和电压感器。这种组合式电流和电压互感器特别适用于金属壳全封闭式气体绝缘高压开关装置，因为它具有相对小的尺寸。

5 以下将借助于附图对本发明、其进一步构型及由此达到的优点作详细说明，附图中仅描述了一个可能实施的途径。附图为：

图 1：一个概要描绘的已有的电流互感器的截面图，

图 2：根据本发明电流互感器的概要描绘的第一实施形式的一个截面图；

10 图 3：根据本发明电流互感器的概要描绘的第二实施形式的一个截面图；

图 4：根据本发明电流互感器的概要描绘的第三实施形式的一个截面图；

15 图 5：根据本发明电流互感器的概要描绘的第四实施形式的一个截面图；

图 6：根据本发明电流互感器的概要描绘的第五实施形式的一个截面图；

图 7：根据本发明电流互感器的一个极为简化的等效电路图。

20 在所有附图中，具有相同功能的部件标有相同的标号。所有对于直接理解本发明不需要的部件没有在图中示出。

25 图 1 表示一个概要描绘的已有的环形结构电流互感器 1 的截面图，这个电流互感器 1 同心地围绕着金属壳全封闭气体绝缘开关装置的一个载流体，对该导体仅示出其中心轴 2，该中心轴在单相金属壳全封闭气体绝缘开关装置情况下，同时也就是金属壳的中心轴。这里用一个罗果夫斯基耦合线圈(Rogowskispule) 3 作为电流传感器，它被绕在一个未示出的、环形的由主要为各向同性的非铁磁材料作的芯体上。然而也可以在此位置上使用其它的环形结构的电流传感器。从罗果夫斯基线圈 3 接到一个未示出的信号处理装置的信号导

线同样也未示出。该罗果夫斯基线圈 3 被设置在一个矩横截面的其中填充了电绝缘物质 4 的环形腔室中。该腔室的边界是由起屏蔽作用的导电壁 5、6、7、8 形成的，它们用较粗的线条表示。构成壁 5、6、7、8 的部件的结构这里将不再赘述。这些部件例如可用与文献 EP - A2 - 0522 303 中所述部件类似的部件构成。如果在金属壳全封闭气体绝缘开关装置中设有多于一个的导体，则电流互感器及有时与它相连接的电压互感器虽然各围绕着配置的导体，但不再具有与金属壳相同的中心轴。

在该电流互感器 1 的实施例 1 中，壁 8 与壁 5 之间留有一个相对狭窄的缝 9，它环绕在该电流互感器 1 的整个环周上。这个缝 9 也同样被填充了绝缘物质 4。利用缝 9 可以避免感应的杂散电流能流过屏蔽罩，否则由此会使穿过罗果夫斯基线圈 3 的磁场畸变，这将导致电流互感器测量精确度变劣。当屏蔽罩与气体绝缘开关装置的金属壳形成导电连接时，该缝 9 将同时避免了通过气体绝缘开关装置的金属壳流通的壳电流的一部分经过壁 8 流通，否则同样会引起电流互感器测量精确度变劣。并且缝 9 用金属壁可避免干扰电场进入到罗果夫斯基线圈 3 本身的区域中。电磁干扰大约在大于 1MHz 至若干 GHz 的频率范围中瞬变和突变，因而由此不会不影响罗果夫斯基线圈。

图 2 表示根据本发明电流互感器 1 有概要描绘的第一实施形式的一个截面图。它与由图 1 所示的电流互感器 1 的区别仅在于：缝 9 构成迷宫形状及用一定数目的分立欧姆电阻 10 的并联电路形成导电跨接。这些欧姆电阻 10 均匀地分布在电流互感器 1 的环周上，它们构成一种笼架。尺寸 b 表示沿中心轴 2 方向延伸的屏蔽罩轴向宽度，尺寸 D 表示屏蔽罩的外径，而尺寸 d 表示屏蔽罩的内径。

图 3 表示根据本发明的电流互感器的概要描绘的第二实施形式的一个截面图。在该实施形式中，欧姆电阻 10 由弱导电或半导电的物质 11 替代，这里，该物质被完全充满在迷宫状构型的缝 9 中。该电流互感器 1 的其余结构相应于在图 2 中所示的实施形式的结构。

该导电或半导体物质 11 的电阻率在此情况下最好在从 $100\mu\Omega\text{m}$ 至 $1\text{m}\Omega\text{m}$ 的范围中。

5 图 4 表示根据本发明电流互感器 1 的概要描绘的第三实施形式的一个截面图。在该电流互感器 1 中不仅构成迷宫状的缝 9 中填充了半导电的物质 11, 而且在由壁 5、6、7、8 所包围的整个环形腔中也充满了该半导电物质。在此情况下该导电或半导体物质 11 的电阻率同样最好在 $100\mu\Omega\text{m}$ 至 $1\text{m}\Omega\text{m}$ 的范围中。

10 图 5 表示根据本发明电流互感器 1 的概要描绘的第四实施形式的一个截面图。在该电流互感器 1 中由壁 5、6、7、8 所包围的整个腔室及缝 9 中均填充了绝缘物质 4。缝 9 在这里由一个相对薄的由蛇形线表示的金属箔 12 来封闭, 该金属箔与缝的两个未示出的侧向壁彼此形成导电连接。金属箔 12 在电流互感器 1 的整个环周上封闭了缝 9。金属箔 12 的厚度根据对其所使用的材料的导电性来确定, 对于良导电金属例如 Ag, Cu 或 Al 或以这些金属为基的合金, 其厚度
15 值约为 $0.1\mu\text{m}$, 对于 Ti 或康铜其值为约 $0.2\mu\text{m}$, 而对于铬镍合金 80/20 其值为约 $4.5\mu\text{m}$ 。这些厚度取决于高频电流侵入相应金属或相应合金中的深度。但也可用由相应塑料作的导电或半导电的薄膜来取代金属箔。这种薄膜可作成单层或多层的, 其中在多层实施的情况下各个层可以用不同成份构成。

20 通过这些可能的措施就能使缝 9 的跨接部分的作用与待由电流互感器 1 抑制的高频干扰得到最佳的适配, 由此使干扰对其测量精确度的影响降低到能够被忽略的程度。

25 图 6 表示根据本发明电流互感器 1 的概要描绘的第五实施形式的一个截面图。在该电流互感器 1 的包围罗果夫斯基线圈 3 的环形腔室中填充了绝缘物质 4。迷宫状构型的缝 9 的第一部分 14 用一种气体、例如空气充入。用一个由弹性绝缘材料作成弹性压实环的密封圈 15 使该第一部分 14 与缝 9 的第二部分 16 密封地隔开。该第二部分 16 用另一密封圈 17 相对于金属壳全封闭气体绝缘开关装置的

充有绝缘气体的内空间，形成封闭。该第二部分 16 中充以六氟化硫 (SF₆) 或另外的绝缘气体。密封圈 17 是由导电或半导电的材料作的，例如也作成弹性压实环圈。该实施形式中也可通过省略密封圈 15 使其稍有简化。在此情况下在缝 9 的整个内腔中将充以一种气体，例如空气。

为了解释其作用原理，现在参见图 7，它表示本发明的电流互感器 1 的极为简化的等效电路图。该等效电路具有一个输入端 18，通过它总电流 I_{gesamt} 流入该等效电路中，并具有两个互相并联的支路 19 及 20。通过支路 19 流过测量电流 i_{mess} ，如箭头 21 所指示；通过支路 20 流过缝电流 i_{spalt} ，如箭头 22 所指示；缝电流 i_{spalt} 是由于高频干扰的影响而产生的，它经由支路 20 在罗果夫斯基耦合线圈 3 旁流过，以使得对于测量该线圈仅由流经支路 19 的测量电流 i_{mess} 加载。因此在该电流互感器 1 中高频干扰变得完全无害，其中在支路 19 中可不受影响地进而实现测量值的获取。支路 19 与一个欧姆电阻 R_{Absch} 与一个电抗 Z_{Absch} 的串联电路相连接。电阻 R_{Last} 是一个等效电阻，它在缝 9 的各边缘之间产生，并且是由连接在电流互感器 1 后面处理装置的转换输入电阻引起的。该电抗 Z_{Absch} 主要为电感性，它可视为通过缝 9 在屏蔽罩中出现的屏蔽罩的电抗。无论是 R_{Last} 或是 Z_{Absch} ，将如下所述地，可由电流互感器 1 的几何尺寸来确定。然而欧姆电阻 R_{Spalt} 则要借助下文提出的取决于 R_{Last} 及 Z_{Absch} 确定的两个条件来决定。

以下的计算式是起决定作用的：

$$R_{\text{Last}} = \frac{(2\pi \cdot F \cdot M_{\text{Rog}}^2)}{R_{\text{Elektr}}} \quad (1A)$$

式中： R_{Last} 是在缝 9 各边缘之间产生的及由信号处理装置的转换输入电阻引起的一个等效电阻；

M_{Rog} 是罗果夫斯基耦合线圈的常数；

R_{Elektr} 是信号处理装置的输入阻抗，即罗果夫斯基线圈承受的负

载。

围绕着罗果夫斯基耦合线圈 3 的屏蔽罩的电感将根据下式来计算:

$$L_{Absh} = \frac{\mu \cdot b \cdot l_n \left(\frac{D}{d} \right)}{2\pi} \quad (2A)$$

式中: μ_0 是磁常数 ($= 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \text{H/m}$);

b 是屏蔽罩的轴向宽度;

D 是屏蔽罩的外径;

d 是屏蔽罩的内径;

通过缝 9 在屏蔽罩中产生的主要为感性的屏蔽罩电抗将根据下式计算:

$$Z_{Absch} = 2\pi \cdot F \cdot L_{Absch} \quad (3A)$$

为了确定并联欧姆电阻 R_{Spalt} 的值, 将由以下两条件起决定作用:

第一条件:

$$R_{Spalt} \geq \frac{R_{Last}}{\delta} \quad (4A)$$

式中: δ 是预定的测量精确度。

第二条件:

$$R_{Spalt} \geq \frac{Z_{Absch}}{\sqrt{\delta}} \quad (5A)$$

当电阻 R_{Spalt} 要具有技术上有意义的值时, 即当在高频的范围中也要取得极佳的屏蔽作用时, 就必须满足这两个条件。

第一条件(4A)保证: 满足该条件的欧姆电阻 R_{spalt} 在电流互感器 1

的常规工作时, 也即在 50Hz 附近范围的工作频率时, 实际上不流过或仅流过可以忽略不计的电流 i_{spalt} 。在此情况下, 该电流 i_{spalt} 与信号处理装置的输入电阻上的电流同相地流通。在该频率时, 电阻 R_{spalt} 实质上大于与该电阻 R_{spalt} 并联的屏蔽罩的欧姆电阻 R_{Last} 。如果预定的测量精度 δ 例如确定为 1/1000, 则由第一条条件(4A)得到: 电阻 R_{spalt} 必须比电阻 R_{Last} 大约一千倍。

第二条条件(5A)考虑的是通过缝 9 在屏蔽罩中产生的主要为感性的屏蔽罩电抗 Z_{Absch} 的影响。这个电感为主的电抗引起了大约 90° 的电流相位移。如果预定的测量精度 δ 例如确定 1/1000, 则由第二条条件(5A)得到: 电阻 R_{spalt} 必须此电阻 R_{Last} 大约三十倍。

在这两个条件中总是在相应情况时由更苛刻的那个条件起决定作用。

由罗果夫斯基耦合线圈 3 供给信号处理装置的相当小的功率 P_{Last} 是由下面的等式决定的:

$$P_{Last} = \frac{(U_{Spule})^2}{R_{Elektr}} \quad (6A)$$

并且适合幅值规则:

$$\left| \frac{di_{mess}}{dt} \right| = 2\pi F \cdot i_{mess} \quad (7A)$$

式中: di_{mess}/dt 是电流 i_{mess} 对时间的导数, i_{mess} 相当于流过电流互感器内导体的电流;

i_{mess} 是电流幅值, 它相当于流过电流互感器内导体的电流的幅值。

下式给出在罗果夫斯基线圈 3 中感应出的电压 U_{spule} :

$$U_{spule} = M_{Rog} \cdot \frac{di_{mess}}{dt} \quad (8A)$$

电阻 R_{Last} 可以由下式来计算:

$$R_{Last} = \frac{P_{last}}{i_{mess}^2} \quad (9A)$$

5

如果将方程式(6A), (7A)及(8A)与方程式(9A)联解, 则得到用于确定电阻 R_{Last} 的方程式(1A)。对此的出发点为: 通过气体绝缘开关装置的外壳流过的电流等于通过其内导体流过的电流。将电阻 R_{Last} 体现为对在与缝 9 并联的信号处理装置的输入电阻中能量转换负责的阻抗的一部分。

10

欧姆电阻 R_{Spalt} 为 $0.2m\Omega$ 的情况下, 在受到的高频干扰的频率为约 $1MHz$ 时刻电阻具有的阻尼为 $52dB$, 而在受到的极高频干扰的频率为 $100MHz$ 时该电阻具有的阻尼为 $150dB$ 。这种极为有效的阻尼可靠地防止了对罗果夫斯基耦合线圈 3 获取的测量值的有害影响。

15

在图 3 的实施形式中, 填充在缝 9 内的半导体电物质具有的电

阻率 σ 根据下式来计算

$$\sigma = \frac{R_{Spalt} \cdot P \cdot 2K}{S} \quad (10A)$$

20

式中: P 为电流互感器 1 的周长;

$2K$ 为缝 9 的总长度;

S 为缝 9 的宽度;

取 $R_{Spalt} = 0.2m\Omega$, $P = 1000mm$, $2K = 4mm$ 及 $S = 2mm$ 得到相当的小电阻率 σ 为 $400\mu\Omega m$ 。在相应的电流互感器可实施的结构中,

25

该电阻率 σ 的值在 $100\mu\Omega m$ 至 $1m\Omega m$ 范围中是有利的。

说明书附图

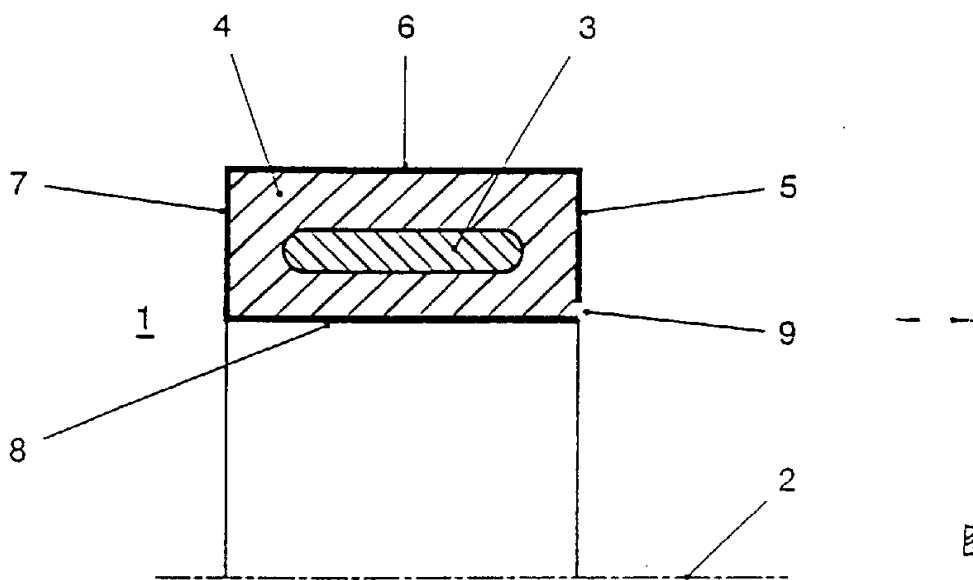


图 1

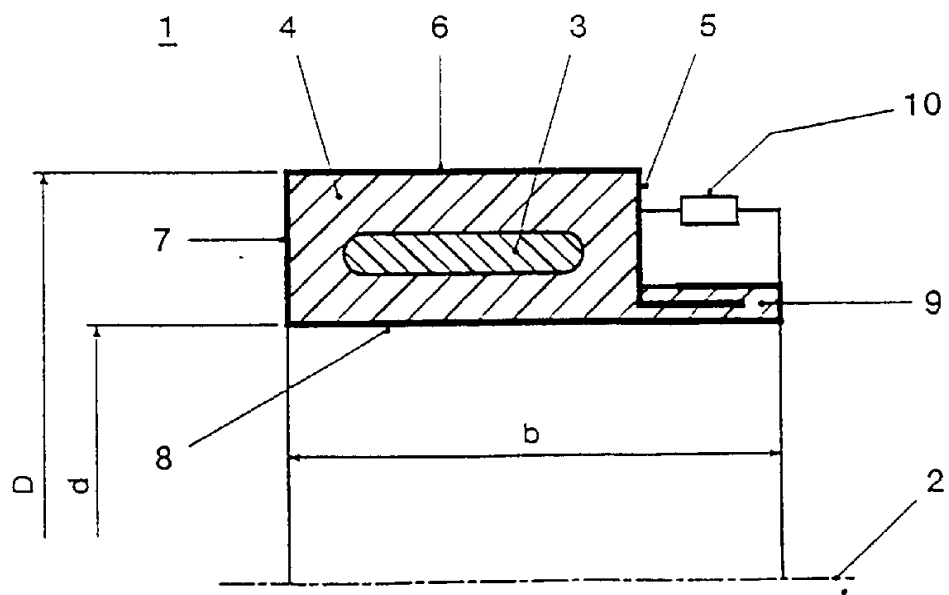
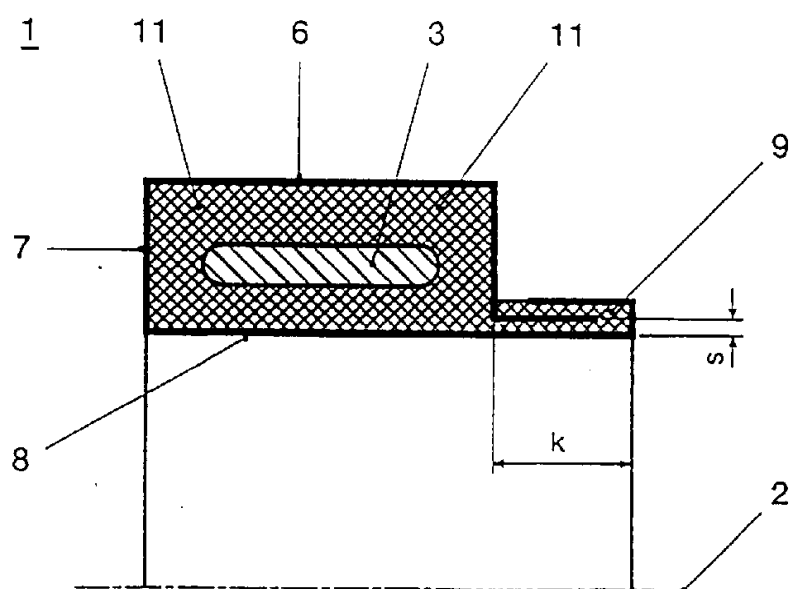
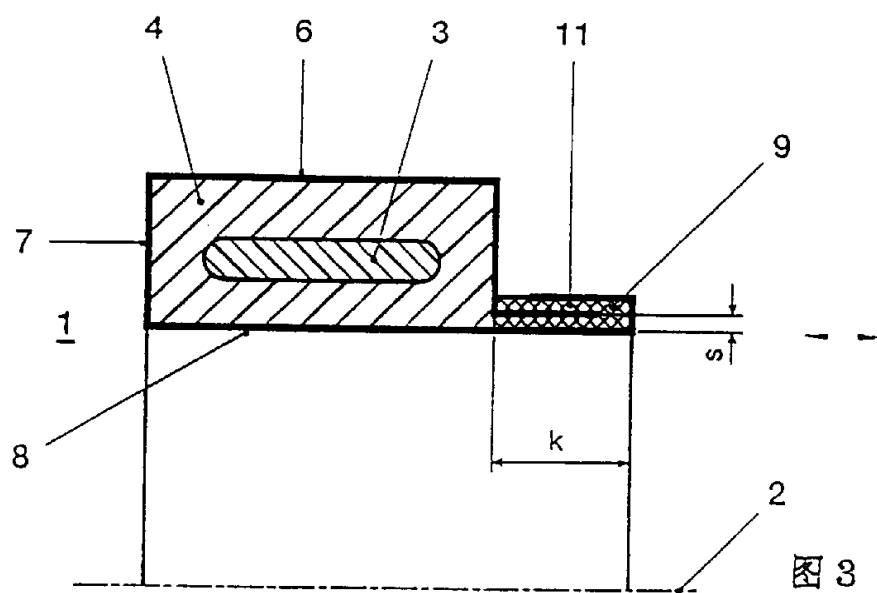


图 2



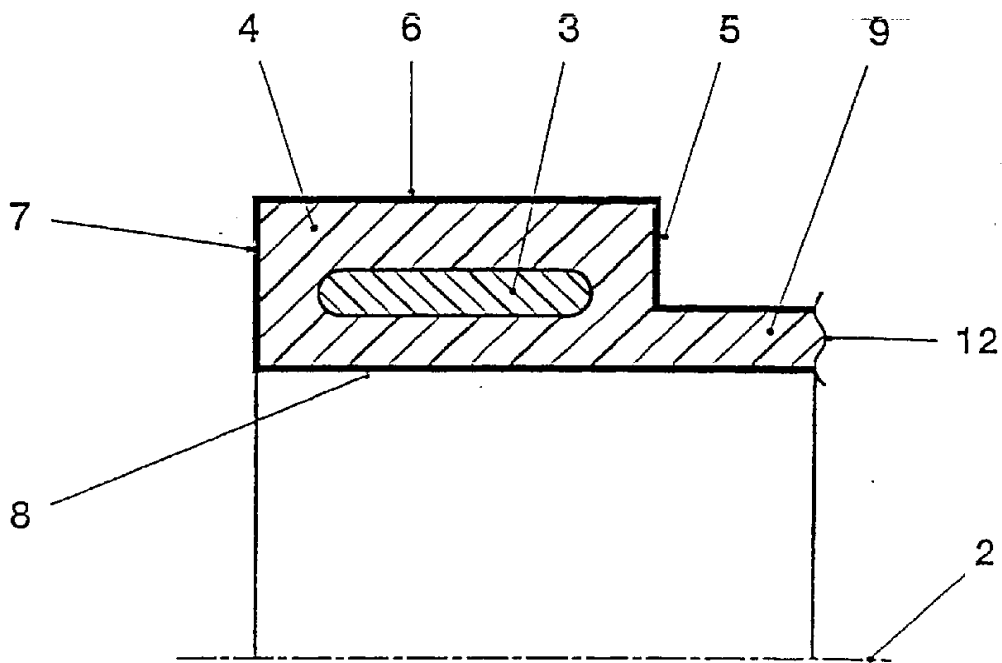


图 5

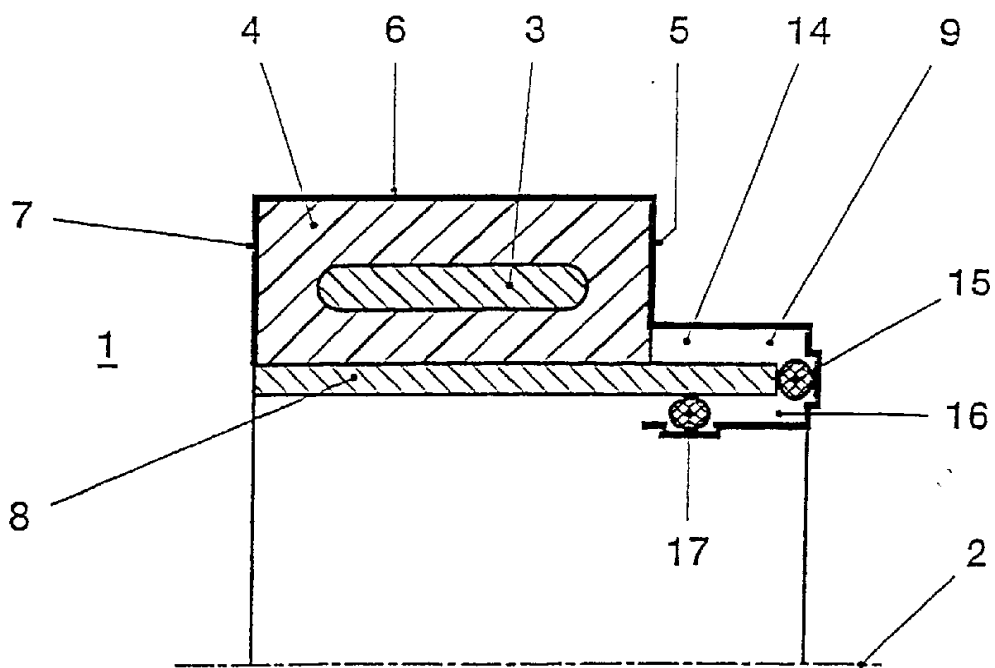


图 6

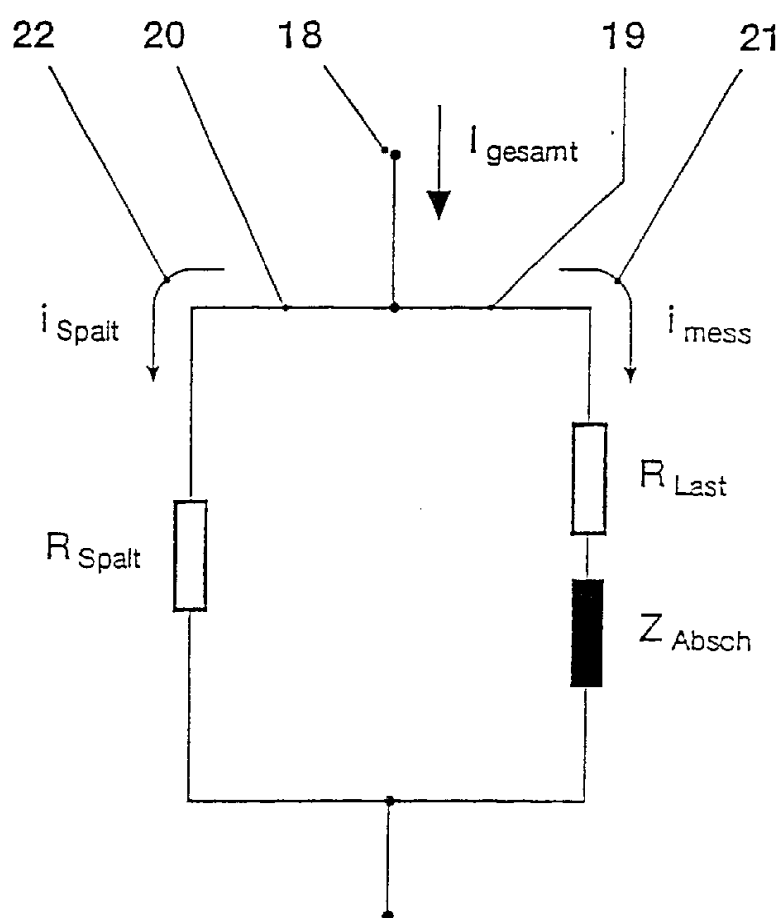


图 7