



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101652656 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 06

(21) 申请号 200880010736. X

(22) 申请日 2008. 04. 02

(30) 优先权数据

07007171. 7 2007. 04. 05 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 09. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/002606 2008. 04. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02008/122390 DE 2008. 10. 16

(73) 专利权人 迈克纳斯公司

地址 德国弗赖堡

(72) 发明人 M·莱曼 H·P·弗雷里希斯

I·弗罗因德

(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 11038

代理人 赵科

(51) Int. Cl.

G01N 27/22(2006. 01)

(56) 对比文件

DE 3911812 A1, 1990. 10. 18, 全文.

EP 1176418 A2, 2002. 01. 30, 全文.

WO 03/076921 A2, 2003. 09. 18, 全文.

CN 1445538 A, 2003. 10. 01, 全文.

EP 1489408 A1, 2004. 12. 22, 全文.

审查员 杨敏

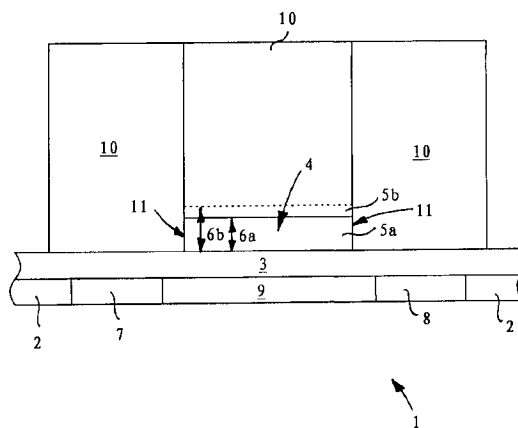
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于测量气态介质的湿度的湿度传感器和方法

(57) 摘要

一种湿度传感器 (1), 在其表面上具有用于湿度膜 (5a, 5b) (5a, 5b) 的容纳区域 (4), 该湿度膜的层厚度 (6a, 6b) 取决于该容纳区域 (4) 周围环境中的相对湿度, 其中该湿度传感器 (1) 具有信号源, 该信号源具有用于产生控制电压的装置, 其中该信号源为了向湿度膜 (5a, 5b) 施加控制电压而与至少一个与该容纳区域 (4) 上的至少一个馈入点 (11) 邻接的控制电极 (10) 连接。该湿度传感器 (1) 具有至少一个电位传感器, 该电位传感器在容纳区域 (4) 下方具有至少一个与所述至少一个馈入点 (11) 分隔的传感器区域 (9)。该传感器区域 (9) 通过介于该传感器区域和容纳区域 (4) 之间的绝缘层 (3) 而与容纳区域 (4) 电绝缘, 使得借助该电位传感器能够电容地检测取决于湿度膜 (5a, 5b) 的层厚度和控制电压的电位。



1. 一种湿度传感器 (1), 所述湿度传感器在表面上具有用于湿度膜 (5a, 5b) 的容纳区域 (4), 该湿度膜的层厚度 (6a, 6b) 取决于该容纳区域 (4) 周围环境中的相对湿度, 其中该湿度传感器 (1) 具有信号源, 该信号源具有用于产生控制电压的装置, 其中该信号源为了向所述湿度膜 (5a, 5b) 施加控制电压而与至少一个与该容纳区域 (4) 上的至少一个馈入点 (11) 邻接的控制电极 (10) 连接, 其中该湿度传感器 (1) 具有至少一个电位传感器, 该电位传感器在所述容纳区域 (4) 下方具有至少一个与所述至少一个馈入点 (11) 分隔开的传感器区域 (9), 该至少一个传感器区域通过介于该传感器区域和容纳区域 (4) 之间的绝缘层 (3) 而与所述容纳区域 (4) 电绝缘, 使得借助该电位传感器能够电容地检测取决于湿度膜 (5a, 5b) 的层厚度和控制电压的电位, 其中该电位传感器的测量信号输出端与分析装置连接,

- 其中所述信号源具有用于产生变化的控制电压的装置, 所述分析装置具有用于产生取决于速度的信号的装置, 其中电位传感器的测量信号作为对控制电压变化的响应而以该速度发生变化, 和 / 或

- 其中所述分析装置具有用于产生对于电位传感器的测量信号和基准信号或基准电位之间的电位偏移的信号的装置。

2. 根据权利要求 1 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 所述控制电极 (10) 具有至少两个通过至少一个印刷导线相互连接的电极区域, 并且所述容纳区域设置在这些电极区域之间。

3. 根据权利要求 1 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 所述控制电极 (10) 不间断地围绕容纳区域 (4) 分布, 并且被实施为环形电极。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 所述电位传感器是场效应晶体管, 该场效应晶体管具有第一载流子类型的半导体衬底 (2), 在该半导体衬底上设置第二载流子类型的漏极 (7) 和源极 (8), 并且在漏极 (7) 和源极 (8) 之间形成沟道区域, 该沟道区域形成所述传感器区域 (9)。

5. 根据权利要求 4 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 所述电位传感器是离子敏感场效应晶体管。

6. 根据权利要求 4 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 所述传感器区域 (9) 通过平面的测量电极形成, 该测量电极通过印刷导线与场效应晶体管的沟道区域和 / 或高欧姆测量放大器的输入端连接。

7. 根据权利要求 2 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 设置于容纳区域两侧的两个电极区域之间的净距离小于 $100 \mu\text{m}$ 。

8. 根据权利要求 2 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 设置于容纳区域两侧的两个电极区域之间的净距离小于 $10 \mu\text{m}$ 。

9. 根据权利要求 2 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 设置于容纳区域两侧的两个电极区域之间的净距离小于 $1 \mu\text{m}$ 。

10. 根据权利要求 3 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 环形电极的净宽度小于 $100 \mu\text{m}$ 。

11. 根据权利要求 3 所述的湿度传感器 (1), 其特征在于, 环形电极的净宽度小于 $10 \mu\text{m}$ 。

12. 根据权利要求3所述的湿度传感器(1),其特征在于,环形电极的净宽度小于 $1\mu\text{m}$ 。
13. 根据权利要求1至3中任一项所述的湿度传感器(1),其特征在于,所述信号源被实施为使得能产生具有至少一个阶跃点的控制电压。
14. 根据权利要求1至3中任一项所述的湿度传感器(1),其特征在于,所述信号源被实施为使得能产生矩形信号。
15. 根据权利要求1至3中任一项所述的湿度传感器(1),其特征在于,所述绝缘层(3)包含二氧化硅层和/或氮化硅层。
16. 根据权利要求1至3中任一项所述的湿度传感器(1),其特征在于,所述信号源、所述控制电极(10)、所述电位传感器、所述绝缘层(3)以及所述分析装置被集成到半导体芯片中。
17. 一种用于测量气态介质的湿度的方法(1),其中在固体上生成湿度膜,该湿度膜的层厚度取决于该介质中的相对湿度,并且在至少一个馈入点(11)处向该湿度膜施加控制电压,其中在与所述至少一个馈入点(11)分隔开的位置处穿过电绝缘层(3)地电容地测量电位的测量信号,其中该电位取决于所述湿度膜(5a,5b)的层厚度(6a,6b)和所述控制电压。
18. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,在所述湿度膜上施加随时间变化的控制电压。
19. 根据权利要求17或18所述的方法,其特征在于,确定电位作为对控制电压变化的响应而变化的速度。
20. 根据权利要求17或18所述的方法,其特征在于,确定测得的电位和基准电位之间的电位偏移。

用于测量气态介质的湿度的湿度传感器和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种湿度传感器,该湿度传感器在表面上具有用于湿度膜(Feuchtefilm)的容纳区域,该湿度膜的层厚度取决于该容纳区域周围的相对湿度,其中该湿度传感器具有信号源,该信号源为了向湿度膜施加控制电压而与至少一个与该容纳区域上的至少一个馈入点邻接的控制电极连接。此外,本发明涉及一种用于测量气态介质的湿度的方法,其中在固体上产生湿度膜,该湿度膜的层厚度取决于该介质中的相对湿度,并且在至少一个馈入点向该湿度膜施加电位。

背景技术

[0002] 这种湿度传感器由 P. Ruther 等人的“Surface Conductivity of CMOS Silicon Nitride Layers”, Proceedings of IEEE Sensor 2003, Toronto, 10 月 22-24 日, 2003, 第 920-925 页公开。该湿度传感器在氮化物层的表面上具有多个同心设置的环形电极,这些环形电极相互之间分别以间隙间隔开。借助这些环形电极,检查取决于空气中湿度的氮化物层的表面电导率。为此,借助信号源向这些环形电极施加随时间变化的控制电压。该控制电压在氮化物层的表面上引起电流,其中根据环境温度和相对湿度测量该电流并以特征曲线族的形式示出。借助于该电流确定氮化物层的表面电导率。此外,借助该特征曲线族可以根据该电流确定相对湿度。但是,该湿度传感器具有以下缺点:环形电极之间的污物剧烈地改变氮化物层表面的电阻,并且因此可能导致湿度测量信号明显错误。

[0003] DE3911812C2 公开了一种湿度传感器,该湿度传感器具有对湿度灵敏的、由聚四氟乙烯制成的层,该层介于两个电极之间,也就是在能被湿气透过的覆盖电极和基本电极之间。该湿度传感器用于电容式地测量湿度。其中利用了水分子被吸附到聚四氟乙烯的无定形的空腔中以及电极之间的电容根据湿度而改变的效应。

[0004] DE3911812C2 也公开了一种根据电阻测量原理工作的湿度传感器,在该湿度传感器中,位于电极之间的聚四氟乙烯层是可导电的。这些电极是交叉指型梳状电极,其中在该湿度传感器的俯视图中,一个电极的指设置在形成于另一电极的指之间的空隙中。这些电极与电压源连接,电压源在湿度传感器中产生从该一个电极经过聚四氟乙烯流向所述另一电极并借助传感器测量的电流。

[0005] 在由 DE3911812C2 公开的湿度传感器中也存在以下问题:电极上的污物可能导致湿度测量信号错误。

发明内容

[0006] 因此,本发明要解决的技术问题是实现开头所述类型的湿度传感器和方法,该湿度传感器和方法使得可以尽可能与测量位置周围出现的污物无关地测量湿度。

[0007] 该技术问题通过这样一种湿度传感器解决,即该湿度传感器在其表面上具有用于湿度膜的容纳区域,该湿度膜的层厚度取决于该容纳区域周围中的相对湿度,其中该湿度传感器具有信号源,该信号源具有用于生成控制电压的装置,其中为了向湿度膜施加控制

电压,该信号源与至少一个与该容纳区域上的至少一个馈入点邻接的控制电极连接,其中该湿度传感器具有至少一个电位传感器,该电位传感器在容纳区域下方具有至少一个与所述至少一个馈入点间隔开的传感器区域,该至少一个传感器区域通过介于其与容纳区域之间的绝缘层而相对于容纳区域电绝缘,使得借助该电位传感器能够电容式地检测取决于湿度膜层厚度和控制电压的电位,其中电位传感器的测量信号输出端与分析装置连接,

[0008] - 其中所述信号源具有用于产生可变控制电压的装置,所述分析装置具有用于产生取决于速度的信号的装置,其中电位传感器测量信号作为对控制信号变化的响应而以该速度变化,和 / 或

[0009] - 其中所述分析装置具有用于产生对于电位传感器的测量信号和基准信号或基准电位之间的电位偏移的信号的装置。

[0010] 上述技术问题还通过一种用于测量气态介质的湿度的方法解决,其中在固体上生成湿度膜,该湿度膜的层厚度取决于介质中的相对湿度,并且在至少一个馈入点向湿度膜施加电位,其中在与该至少一个馈入点分隔开的位置上穿过电绝缘层地电容地测量电位的测量信号,该电位取决于湿度膜的层厚度和控制电压。

[0011] 而且,按照优选方式,测量湿度膜上的电位以确定湿度。测量信号由此基本上与控制电极上可能存在的污物无关。湿度膜的厚度是对周围环境的相对湿度的一种度量,参见 Michelle L. Gee 等人的“Hydrophobicity Effects in the Condensation of Water Films on Quartz”, Journal of Colloid and Interface Science, Band 140, Nr. 2, 450-464 页 (1990 年 12 月)。湿度膜上的电位可以静态和 / 或动态地被测量。由于在动态测量中出现的电荷迁移,尽管在容纳区域和电位传感器之间存在绝缘层,测量信号还是取决于湿度膜的欧姆电阻,并因此取决于湿度膜的厚度。信号源的内电阻优选显著小于预料在使用湿度传感器期间在控制电极上出现的污物的电阻,从而通过控制电极施加在湿度膜上的控制电压基本上与污物和流过该污物的电流无关。

[0012] 随着湿度的降低,由于层厚度因此而减小并且由于湿度膜的电阻增大以及同时控制信号随时间的变化,测量信号的变化速度也下降。按照相应的方式,在湿度增加时该变化速度增大。因此,变化速度是对相对湿度的一种度量。对变化速度的分析可以借助模拟电路(例如微分元件)和 / 或利用数字信号处理方法来进行。分析装置为此目的可以具有微计算机。

[0013] 湿度传感器周围环境中的湿度变化导致离子敏感场效应晶体管 (ISFET) 的特征线发生变化,该特征线的变化导致在相对湿度增加时,测量信号的直流部分 (Gleichanteil) 绝对值增加,在湿度下降时绝对值减小。这是因为湿度膜和绝缘层之间接触面上的电荷密度发生了变化。电荷密度的变化就像附加电位一样作用于 ISFET 沟道区域上或测量放大器的输入端上,该附加电位使得测量信号在电位值的绝对值增大的方向上移动。因此,相对湿度也可以借助测量信号的电位偏移来静态确定。这例如可以借助比较装置、加法装置或减法装置来确定。

[0014] 有利的是,控制电极具有至少两个通过至少一个印刷导线相互连接的电极区域,以及容纳区域设置在电极区域之间。电位传感器的测量信号因此还与控制电极上的污物无关。甚至电极区域之间的短路都不会导致测量信号的变化。

[0015] 在本发明一个优选实施方式中,控制电极不间断地围绕容纳区域分布,并且尤其

是实施为环形电极。在此,优选地,环形电极在其整个内周与湿度膜接触,使得该湿度膜从各个侧都被施加以控制电压。

[0016] 在本发明一个优选实施方式中,电位传感器是场效应晶体管,尤其是 ISFET,该场效应晶体管具有第一载流子类型的半导体衬底,在该半导体衬底上设置第二载流子类型的漏极和源极,其中在漏极和源极之间形成沟道区域,该沟道区域形成传感器区域。场效应晶体管因此通过绝缘层与湿度膜形成电容,该电容与湿度膜和电压源的欧姆电阻串联,并且在向控制电极中馈入随时间变化的控制电压时会在该电容上出现电压降,该电压降改变场效应晶体管的沟道区域中的电导率。借助场效应晶体管可以高欧姆地测量湿度膜的电位。场效应晶体管优选直接设置在湿度膜或湿度膜容纳区域下方,并且由此使得可以实现对 EMV 作用基本上不灵敏地的测量信号获取以及湿度传感器的紧凑尺寸。

[0017] 在本发明的另一实施方式中,传感器区域通过优选是平面的测量电极形成,该测量电极通过印刷线路与场效应晶体管的沟道区域和 / 或高欧姆测量放大器的输入端连接。沟道区域或测量放大器还可以在侧面与传感器区域分隔开。

[0018] 有利的是,在设置于容纳区域的两侧的两个电极区域之间的净距离或者环形电极的净宽度小于 $100\ \mu\text{m}$,尤其是小于 $10\ \mu\text{m}$,优选小于 $1\ \mu\text{m}$ 。对大多数应用来说,该尺寸使得测量信号可以足够快速地对湿度变化进行响应。在环形电极的净宽度大约是 $1\ \mu\text{m}$ 的情况下,湿度传感器为了检测相对湿度从 5% 到 95% 的阶跃式变化而需要的持续时间大约在 0.1 秒到 2 秒之间。

[0019] 在本发明一个合适的实施方式中,信号源被实施为使得其可以产生具有至少一个阶跃点的控制电压,尤其是矩形信号。由于阶跃点处信号变化速度很大,所以得到作为对阶跃点的响应的测量信号的快速变化。通过测量信号的阶跃点,还可以轻松地确定作为对湿度变化的响应的测量信号的变化速度和电位偏移。

[0020] 绝缘层优选包含二氧化硅层和 / 或氮化硅层。这些层使得能够实现很高的电阻率,并且可以借助半导体制造的标准过程来很好地生产。

[0021] 有利的是,信号源、控制电极、电位传感器、绝缘层以及分析装置集成到半导体芯片中。由此可以用半导体制造方法成本低廉地大批量制造湿度传感器,并且还使得可以实现紧凑的尺寸。可以用电绝缘的浇注材料包裹该半导体芯片,该浇注材料具有形成至容纳区域的通道的开口。

[0022] 本法明的其他优选实施方式在从属权利要求中描述。

附图说明

[0023] 下面借助附图详细解释本发明的实施例。其中:

[0024] 图 1 示出湿度传感器的部分横截面,该湿度传感器具有用于向湿度膜施加控制电压的控制电极,

[0025] 图 2 示出湿度传感器的半导体芯片的部分区域的俯视图,其中能够识别控制电极和位于控制电极下方的 ISFET,以及

[0026] 图 3 示出湿度传感器的电位传感器的两个在不同相对湿度时记录的测量信号以及施加在湿度膜上的控制电压的图形,其中横轴表示时间 t ,纵轴表示测量信号振幅 s 。

具体实施方式

[0027] 在图 1 中整体用 1 表示的湿度传感器具有半导体衬底 2, 在该半导体衬底的表面上设置电绝缘层 3, 优选是二氧化硅层或氮化硅层。在该半导体衬底 2 中引入第一载流子类型的掺杂。

[0028] 在绝缘层 3 上设置用于湿度膜 5a、5b 的容纳区域 4。用图中未详细示出的电绝缘浇注材料对湿度传感器 1 挤压包封, 该浇注材料具有形成至容纳区域的通道的开口。湿度膜 5a、5b 的层厚度 6a、6b 取决于与容纳区域 4 接触的空气的相对湿度, 并且因此, 湿度膜 5a、5b 的欧姆电阻取决于与容纳区域 4 接触的空气的相对湿度。这在图 1 中通过虚线示出。

[0029] 在半导体衬底 2 中集成有电位传感器, 该电位传感器在容纳区域下方具有用于检测位于容纳区域内的电荷的传感器区域 9。电位传感器被实施为 ISFET, 并具有第二载流子类型的漏极 7 和源极 8。在漏极 7 和源极 8 之间设置沟道区域, 该沟道区域形成传感器区域 9。该沟道区域通过绝缘层 3 而与容纳区域 4 或位于容纳区域 4 中的湿度膜 5a、5b 分隔开。

[0030] 湿度传感器 1 在其背向沟道区域的表面上具有控制电极 10, 该控制电极 10 与湿度膜的用作控制电压的馈入点 11 的外边缘相接触。馈入点 11 设置在沟道区域的边缘上方或者在侧面与该边缘分隔开。在图 2 中可以看出, 控制电极 10 实施为环形电极并且围绕用于湿度膜 5a、5b 的容纳区域 4。控制电极 10 的部分区域设置在源极 8 和漏极 7 上方。控制电极 10 通过绝缘层 3 与源极 8 和漏极 7 电绝缘。

[0031] 控制电极 10 通过印刷导线与在图中未详细示出的信号源的第一输出端子电连接。该信号源的第二输出端子连接到半导体衬底 2。该信号源优选集成到半导体衬底 2 中。

[0032] 借助信号源产生随时间变化的控制电压, 也就是具有预定频率和预定振幅的矩形信号, 并且该控制电压通过控制电极 10 施加到湿度膜 5a、5b 上。该控制电压的随时间变化曲线 12 在图 3 中以图形示出。湿度膜 5a、5b 与 ISFET 形成电容, 该电容与欧姆电阻和控制电极串联。

[0033] 在将控制电压施加在湿度膜 3 上期间, 借助 ISFET 电容地检测容纳区域 4 中的电位。ISFET 的测量信号 13a、13b 取决于控制电压随时间的变化 12 以及湿度膜 5a、5b 的层厚度 6a、6b。层厚度 6a、6b 可以小于 500nm, 并优选小于 100nm。

[0034] 在图 3 中可以看出, 在保持控制电压的变化曲线 12 不变的情况下, 测量信号 13a、13b 作为对控制电压变化的响应而变化的速度随着湿度膜的厚度减小而降低。该变化速度的值例如可以通过以下方式确定: 对测量信号 13a、13b 为了在控制电压中出现阶跃点时将其值改变预定绝对值 Δs 所需要的时间 t_1 或 t_2 进行测量, 并且通过求商 $\Delta s/t_1$ 或 $\Delta s/t_2$ 来计算变化速度。

[0035] 在图 3 中还可以看出, 如果湿度膜 5a、5b 的层厚度 6a、6b 变化并且由此相对湿度变化, 则测量信号 13a、13b 在控制电压的变化 12 保持不变的情况下偏移一偏移量 14。在层厚度 6a、6b 增加时, 测量信号 13a、13b 的绝对值增大, 而在该层厚度减小时, 测量信号 13a、13b 的绝对值降低。

[0036] 对于变化速度和偏移量 14, 依据相对湿度提供基准值, 例如以特征线或特征曲线族的形式, 其中为该特征曲线族存储了支持点。这些基准值优选通过测量获得, 但是也可以计算出来, 参见 Michelle L. Gee 等人的“Hydrophobicity Effects in the Condensation of Water Films on Quartz”, Journal of Colloid and Interface Science, Band 140,

Nr. 2, 450-464 页 (1990 年 12 月)。

[0037] 于是, 借助电位传感器测量信号 13a、13b 和基准值, 可以确定相对湿度, 以便例如产生与相对湿度成比例的模拟信号和 / 或相应的数字信号。为此, 电位传感器的测量信号输出端与相应的分析装置连接。该分析装置具有用于产生变化速度信号以及测量信号 13a、13b 的偏移量 14 的信号的电路。

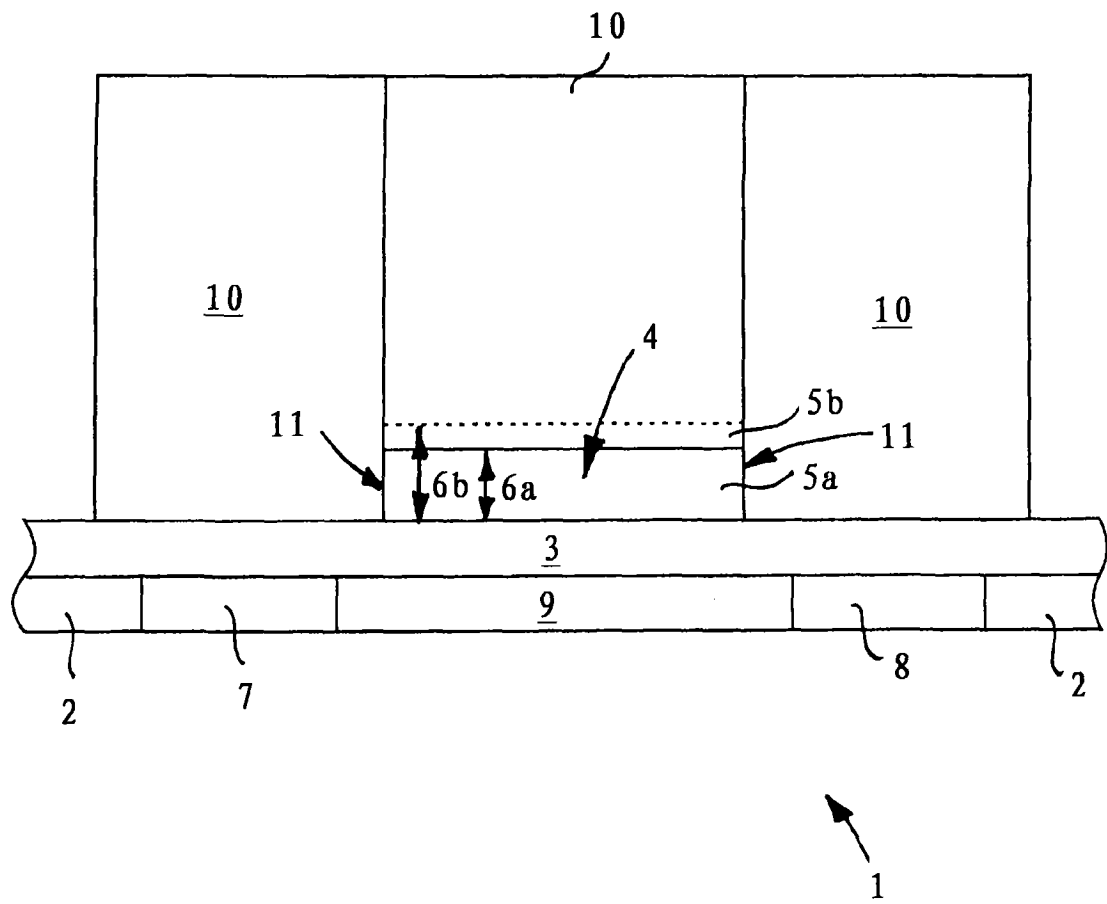


图 1

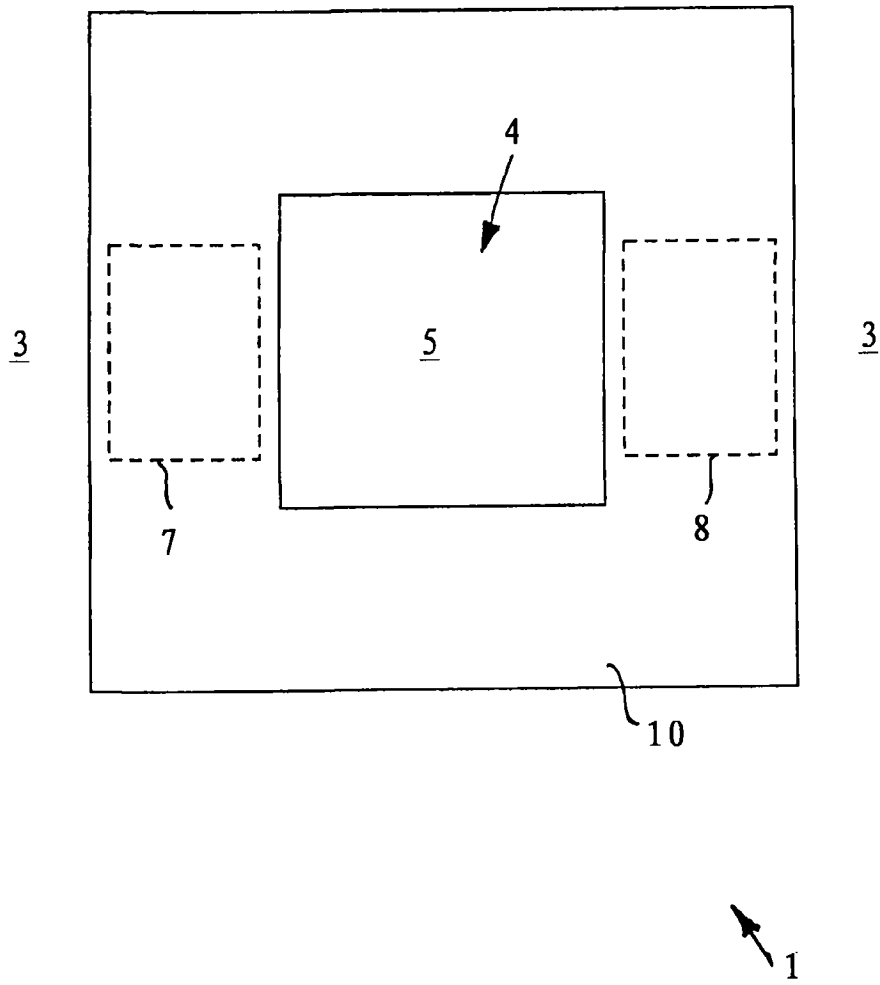


图 2

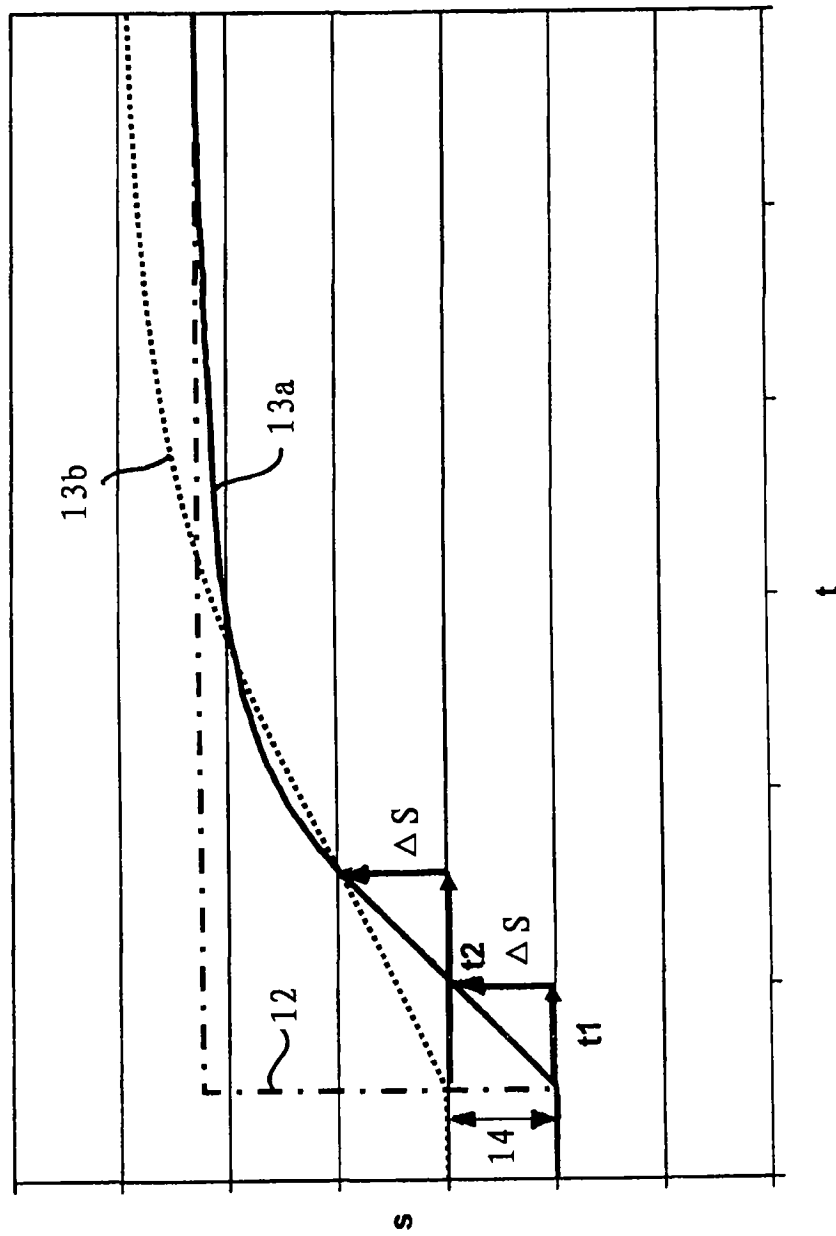


图 3