



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101022761 B

(45) 授权公告日 2010.05.26

(21) 申请号 200580025941. X
 (22) 申请日 2005.08.06
 (30) 优先权数据
 102004039570.5 2004.08.14 DE
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2007.01.31
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/EP2005/008555 2005.08.06
 (87) PCT申请的公布数据
 W02006/018166 DE 2006.02.23
 (73) 专利权人 LTS 勒曼治疗系统股份公司
 地址 德国安德纳赫
 (72) 发明人 M·霍斯特曼 C·许策 M·扎梅蒂
 Y-T·普日比拉 C·施米茨
 (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 刘明海

(51) Int. Cl.
 A61B 5/00(2006.01)
 A61M 37/00(2006.01)
 G01N 1/22(2006.01)
 (56) 对比文件
 US 2003/0194817 A1, 2003.10.16, 全文.
 WO 00/03226 A1, 2000.01.20, 全文.
 US 5203327 A, 1993.04.20, 全文.
 US 5726068 A, 1998.03.10, 全文.
 US 4092119, 1978.05.30, 全文.
 审查员 黄曦

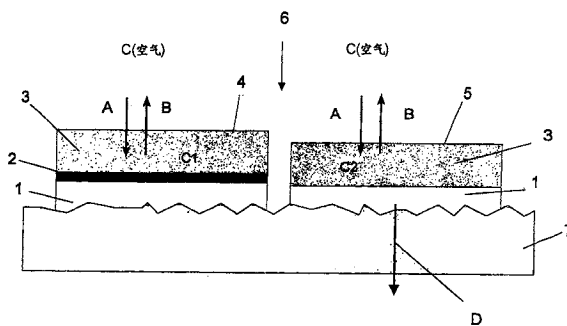
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于收集和 / 或经皮肤再扩散含有环境污染物的空气的监控系统以及相应的方法

(57) 摘要

披露了一种用于收集和 / 或经皮肤重新扩散含有环境污染物的空气的监控系统。所述监控系统由至少一个扩散收集器 (4) 和 / 或平衡扩散器 (5) 组成。该扩散收集器 (4) 带有至少三个层, 即一个直接与生物体的皮肤 (7) 接触的粘合层 (1)、一个阻隔层 (2), 和一个在监控系统外侧面上的收集层 (3)。平衡扩散器 (5) 由粘合层 (1) 和收集层 (3) 组成。该监控系统 (6) 的所述两个组件的收集层 (3) 和粘合层 (1) 优选由相同材料制成并且具有相同尺寸。



1. 一种监控系统,用于收集含有环境污染物的空气,并经皮肤重新扩散含有环境污染物的空气,其中所述监控系统被平坦地放置在生物体的皮肤(7)上并且包括至少一个扩散收集器(4;8)和至少一个平衡扩散器(5),其中所述扩散收集器(4;8)具有至少三个层(1,2,3),其中朝着生物体的皮肤(7)的粘合层(1)能够粘结在皮肤(7)上,一个阻隔层(2)阻止环境污染物扩散到皮肤(7)中,并且一个吸收环境污染物的收集层(3)排列在监控系统(6)的外侧面上,其中所述平衡扩散器(5)由至少两个层(1,3)组成,其中承载在生物体的皮肤(7)上的粘合层(1)能够粘结在皮肤(7)上,一个吸收环境污染物并且使得所述污染物经皮肤重新扩散的收集层(3)位于监控系统(6)的外侧面上。

2. 如权利要求1所述的监控系统,其中收集层(3)由至少一种适用于经皮肤目的的聚合物材料组成。

3. 如权利要求2所述的监控系统,其中向该聚合物材料中添加多孔吸收性材料以提高有机环境污染物的溶解性和吸收性。

4. 如权利要求2所述的监控系统,其中该聚合物材料能够选自硅酮共聚物、聚异丁烯、丙烯酸酯共聚物和苯乙烯-异戊二烯共聚物。

5. 如权利要求3所述的监控系统,其中该多孔吸收性材料能够选自活性炭、膨润土、二氧化硅。

6. 如权利要求1所述的监控系统,其中粘合层(1)含有硅酮共聚物或聚丙烯酸酯或聚异丁烯或它们的混合物。

7. 如权利要求1所述的监控系统,其中阻隔层(2)由纯金属或聚对苯二甲酸乙二醇酯或丙烯腈共聚物或聚四氟乙烯组成。

8. 如权利要求7所述的监控系统,其中所述纯金属是铝、银或金。

9. 如权利要求1所述的监控系统,其中扩散收集器(4;8)和平衡扩散器(5)具有相同材料的收集层(3),并且扩散收集器(4;8)和平衡扩散器(5)具有相同材料的粘合层(1)。

10. 如权利要求1所述的监控系统,其中扩散收集器(4;8)的收集层(3)和平衡扩散器(5)的收集层(3)具有相同的尺寸,并且扩散收集器(4;8)的粘合层(1)和平衡扩散器(5)的粘合层(1)具有相同的尺寸。

11. 如权利要求1所述的监控系统,其中扩散收集器(4)的粘合层(1)具有5-200 μm的厚度。

12. 如权利要求11所述的监控系统,其中所述粘合层(1)具有为5-100 μm的厚度。

13. 如权利要求1所述的监控系统,其中扩散收集器(4)的收集层(3)具有1-100 μm的厚度。

14. 如权利要求1所述的监控系统,其中生物体是人或动物。

15. 一种收集和监控从空气中皮肤吸收环境污染物的方法,其包括以下方法步骤:

(a) 平坦地粘贴至少一种适用于经皮肤目的并且任选地含有用于吸收环境污染物的多孔吸收性材料的聚合物材料,

(b) 将另外的相同类型的聚合物材料平坦地粘贴到皮肤上,其中一个阻隔层将该另外的聚合物材料与皮肤隔开,

(c) 将这两种聚合物材料暴露于环境空气下持续相同长度的时间,并且在两种聚合物材料对环境污染物出现吸收饱和之前将该两种聚合物材料从皮肤上取下,和

(d) 分析测定各个环境污染物。

16. 如权利要求 15 所述的方法,其中为了分析测定,借助于有机溶剂将环境污染物从两种聚合物材料的每一种中萃取,并且借助于色谱分析将获得的溶液与标准溶液比较以确定被两种聚合物材料吸收的环境污染物的数量。

17. 如权利要求 15 所述的方法,其中在暴露之后将每一聚合物材料放置在一个封闭容器中,该容器在顶部空间气相色谱仪中被加热,在各容器中从所述每一聚合物材料扩散到气体空间中的环境污染物与残留在所述每一聚合物材料中的环境污染物之间建立了平衡状态,并且其中由该气体空间的气相测量环境污染物的数量。

18. 如权利要求 15-17 任一项所述的方法,其中通过将所述两种聚合物材料中测量的环境污染物的数量和浓度比较,确定环境污染物对生物体的皮肤输送率的估计值。

用于收集和 / 或经皮肤再扩散含有环境污染物的空气的监控系统以及相应的方法

[0001] 本发明涉及一种用于收集和 / 或经皮肤重新扩散含有环境污染物的空气的监控系统,并且涉及一种适用于该目的的方法。

[0002] 人体暴露在巨大数量的环境污染物的下。在这点上,特别是高挥发性的有机物质同样起到了作用,因为它们由于其中释放出工业废气、汽车废气和油漆中使用的溶剂的许多工业和商业方法而随处可见,并且难以评价它们具有的作用。这同样还适用于皮肤从环境空气中吸收的香烟烟雾、所有类型的喷雾剂、喷射物和类似物。

[0003] 特别地,用于分析空气污染物的典型方法使用了例如由 Dräger-Werke AG, Lübeck, Germany 生产的试管。这些试管通常由吸收性材料制成,该吸收材料包含有色试剂并且表现出与某些气体和挥发性物质的浓度有关的取决于浓度的直观结果。然而,这些试管受限于个别物质并且通常具有相对低的敏感性,因为反应具有纯粹的化学物质基础。此外,它们仅仅显示出瞬时测量的浓度,并非在一定的时间间隔内平均的暴露。为了准确测量在空气中的浓度,还必须使规定数量的空气通过试管吸入,这需要大规模的试验装置。

[0004] 作为相对于这些系统的进一步,已经可商购获得(生产商 3M)相对小以及可以戴在身体上的所谓扩散监控器。这些监控器含有于 Teflon 基质中约 180g 的活性炭。这些器件适用于测量一系列有机化合物例如丙酮、氯仿、己烷、苯乙烯等。用夹子将这些器件如同膜片那样戴在身体上,并且在将它们戴上几小时之后分析评价。通过有机萃取,例如通过二硫化碳进行测量。该技术的缺点是分析需要使用溶剂,并且因此需要困难的人工评定步骤。这类扩散收集器不能区分吸入性污染物与皮肤吸收性污染物。

[0005] 对于皮肤吸收的污染物而言,需要平坦的并且可以戴在皮肤上的制剂。将被戴在皮肤上的这类扩散收集器以前没有披露。

[0006] US2003/0225362A1 披露了一种用于经皮肤收集挥发性物质的系统和方法。出于该目的,提供至少一个收集装置用于保留和扩散经皮肤从人的皮肤上获得的分析样品,并且提供检测器系统用于识别和量化该分析样品。该检测器系统的输入数据被逻辑模块接收并且储存,将它们与涉及到人的另一些数据比较并且作为输出信息显示,该输出信息前进到另一个系统并且控制该收集装置和检测器系统的操作。

[0007] W099/13336 涉及一种用于检测从人的皮肤内或以下的组织液(中间液)中提取的分析样品的非扩散的经皮肤的系统。该系统包括:与分析样品相互作用并且具有检测敏感性而使得能够测定从组织液中提取的分析样品的干化学组分,和用于将分析样品从皮肤内或以下的组织液中以使干组分能够检测分析样品的足够数量转移到该干化学组分的湿化学组分。

[0008] US4092119 描述了一种由在其上涂覆有色层作为指示器的聚合物支撑层组成的环境质量指示器,所述有色层在某些环境污染物的影响下改变颜色。在该支撑层中没有出现扩散或渗透过程。该有色层没有组成阻隔层,其中仅仅进行由包含某些环境污染物的指示器的化学反应造成的颜色变化。

[0009] US5203327 披露了一种可以用其在通过皮肤释放的液体中测定一种或多种预定分

析物的系统。因此可以对通过皮肤被人排泄的液体分析某些物质的存在。该系统包括：位于皮肤上的滤网层，以及多孔层、含有用于粘结挥发性分析物的化学或生物化学活性材料的粘合层、气体可渗透的滤器，和保护系统免于被环境空气污染的阻隔层。

[0010] 在从现有技术获知的该系统中，对通过皮肤被人排泄的液体分析某些物质的存在。

[0011] 本发明的目的是使得可以获得可以用其容易地收集和 / 或经皮肤扩散某些高度挥发性物质，尤其是含于环境空气中的污染物的监控系统。

[0012] 该目的通过这样一种监控系统实现：该系统平坦地放置在生物体的皮肤上并且具有由至少三个层组成的扩散收集器和 / 或由至少两个层组成的平衡扩散器。

[0013] 在本发明的一个实施方案中，朝着生物体皮肤的扩散收集器层能够粘结在皮肤上，一个阻隔层防止环境污染物扩散到皮肤中，并且一个吸收环境污染物的收集层排列在监控系统的外侧面上。

[0014] 在本发明的另一个实施方案中，承载在生物体皮肤上的平衡扩散器层能够粘结在皮肤上，一个吸收环境污染物并且使得经皮肤重新扩散的收集层位于监控系统的外侧面上。

[0015] 优选地，该收集层由至少一种适用于经皮肤目的的聚合物材料组成。将多孔吸收性材料加入该聚合物材料以提高有机环境污染物的溶解性和吸收性。

[0016] 该聚合物材料可以便利地选自硅酮共聚物、聚异丁烯、丙烯酸酯聚合物和苯乙烯 - 异戊二烯共聚物。该多孔吸收性材料优选选自活性炭、膨润土、二氧化硅，和对某些有机微量物质具有特殊亲合性的合成聚合物。

[0017] 该监控系统的进一步设计将从专利权利要求 8-16 的特征中明显看出。

[0018] 本目的还提供一种收集和监控皮肤吸收环境污染物的方法，所述方法包括以下步骤：

[0019] (a) 将适用于经皮肤目的并且含有用于吸收环境污染物的多孔吸收性材料的第一聚合物材料平坦地粘贴在皮肤上，其中能够实现将环境污染物从材料吸收到皮肤中，

[0020] (b) 将另外的相同类型的聚合物材料平坦地粘贴在皮肤上，其中一个阻隔层将该材料与皮肤隔开，

[0021] (c) 将两种聚合物材料暴露于环境空气下相同长度的时间，并且在该材料对环境污染物出现吸收饱和之前将该材料从皮肤上取下，和

[0022] (d) 分析测定第一聚合物材料和另外的聚合物材料中的各个环境污染物。

[0023] 为了分析测定，优选借助于有机溶剂将环境污染物从两种聚合物材料中萃取，并且借助于色谱分析将获得的溶液与标准溶液比较，以确定被材料吸收的环境污染物的数量。

[0024] 在该方法的一个实施方案中，在暴露之后将两种聚合物材料的每一种放置在一个封闭容器中，在其顶部空间气相色谱仪中被加热，在各容器中从材料扩散到气体空间中的环境污染物与残留在材料中的环境污染物之间建立了平衡状态，并且由该气体空间的气相测量环境污染物的数量。通过将两种聚合物材料中测量的环境污染物的数量或浓度比较，确定了环境污染物对生物体的皮肤输送率的估计值。

[0025] 本发明提供了这样的优点：该监控系统由可以结合使用或者每一组件可以单独使

用的扩散收集器和平衡扩散器组成。在扩散收集器和平衡扩散器的组合使用中,可以特别简单和可靠地评价环境污染物经皮肤的吸收率。当扩散收集器和平衡扩散器彼此独立地使用时,保留在扩散收集器中的污染物的分析能够得出关于各个物质的浓度和哪些物质存在于环境空气中的结论。如果将平衡扩散器单独使用,则存在于平衡扩散器中的环境污染物的测量能够得出关于环境污染物的经皮肤吸收在它们的浓度和数量方面的结论。

[0026] 下面基于在附图中描述的说明性实施方案更详细地解释本发明,其中:

[0027] 图 1 表示穿过根据本发明的扩散收集器的横截面图,

[0028] 图 2 表示穿过根据本发明的平衡扩散器的横截面图,

[0029] 图 3 表示根据本发明的监控系统在生物体皮肤上的平面排列,

[0030] 图 4a 表示在扩散收集器和在平衡扩散器中的扩散比以及在后者中为经皮肤渗透的示意图,和

[0031] 图 4b 表示在与图 4a 相比稍微改进的扩散收集器的实施方案和在平衡扩散器中的扩散比以及在后者中为经皮肤渗透的示意图。

[0032] 根据本发明的监控系统 6 包括含有聚合物的经皮肤的平面制剂,该制剂被粘贴在生物体的表面上并且在几小时的配戴时间之后借助于分析测定通过空气吸收的微量有机挥发性化合物而评价,该配戴可以延长到 24 小时。

[0033] 监控系统 6(参见图 3、4a 和 4b) 由至少一个扩散收集器 4,8 和 / 或至少一个平衡扩散器 5 组成。取决于将要进行的测量,其可以仅仅包括将被戴在皮肤上的空气污染物扩散收集器 4,8,以及这类的收集系统:该系统除了扩散收集器之外还包括相同数目的平衡扩散器 5 作为用于有机微量物质并且同时使得微量物质重新扩散到皮肤中的储存装置。

[0034] 图 1 表示穿过扩散收集器 4 的横截面图,该扩散收集器由至少三个层组成,即一个朝着皮肤的粘合层 1、一个防止扩散的阻隔层 2,和一个排列在监控系统外侧面上的收集层 3。

[0035] 收集层 3 的组成可以适应于特定的应用目的。收集层 3 的结构足够地硬以被戴上 24 小时。为了该应用,聚合物材料从根本适合作为主要组分。由于与皮肤优良的相容性,因此特别合适的材料是硅酮共聚物、聚异丁烯、苯乙烯-异戊二烯共聚物,和用于经皮肤的治疗系统的其他材料。为了提高有机污染物的溶解性和吸收性,将多孔并且吸收性的材料例如活性炭、膨润土和二氧化硅加入该聚合物材料。合成聚合物被尤其用于吸收某些单个物质。制备对微量物质具有特殊亲合性的这类合成聚合物的技术将被发现在术语“分子印记”下的文献中详细描述。

[0036] 扩散收集器 4 的粘合层 1 例如由生物相容的粘合剂聚合物制成,在这里硅酮聚合物是第一选择的材料。另外,聚丙烯酸酯和异丁烯也是合适的粘合剂。收集层 3 的优选层厚度为 1-100 μm 。粘合层具有 5-200 μm 的厚度。该厚度优选为 5-100 μm 。对于阻隔层 2 的选择而言,柔性并且不允许各种污染物扩散或者污染物仅仅最少量地扩散的所有原料是合适的。这里特别优选的是纯金属例如铝、银和金,其以厚度约 1-5 μm 的薄层使用。理想地,这些金属将以元素形式作为薄膜存在。还可以在真空中用其中一种所述金属对图 1 中所示的收集层 3 的下侧进行汽相沉积。聚合物例如聚四氟乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯或丙烯腈共聚物同样非常适合作为阻隔层。

[0037] 正如可在图 2 中看出的那样,平衡扩散器 5 的结构与扩散收集器 4 不同之处在于

没有阻隔层 2。平衡扩散器 5 的粘合层 1 和收集层 3 优选与扩散收集器 4 的相应的层 1 和 3 相同。换句话说,扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 各自具有相同材料的粘合层 1 和收集层 3。另外,扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 的收集层 3 和粘合层 1 具有相同的尺寸。扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 可以含有一个或多个另外的层作为用于某些环境污染物的阻隔层以及作为用于织物、塑料、皮革和类似物的抗粘层。该另外的阻隔层使得可以设计监控系统仅仅用于测量某些含于空气中的物质,因为仅仅这些物质能够通过该阻隔层并且其他污染物不能通过这些阻隔层。各自施加在该监控系统的收集层外侧面上的抗粘层起到了这样的作用:防止收集层粘结在将监控系统戴在其皮肤上的人身上的由织物或皮革制成的服装物品上。

[0038] 图 3 表示由平面承载在人的皮肤 7 上的扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 组成的监控系统 6。将整个监控系统 6 进行对污染的空气的暴露,即相同数量的空气作用于扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 上,因为相应的收集层 3 以及粘合层 1 的尺寸并且因此体积相同。由于在每一情形中扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 中的层 1 和 3 的材料也是相同的,因此穿过皮肤的扩散和渗透过程可以彼此对照。

[0039] 在图 4a 和 4b 中示出了在监控系统 6 的扩散收集器 4,8 和平衡扩散器 5 中的扩散和渗透过程。环境空气含有浓度 C 的挥发性污染物。由箭头 A 和 B 表示的扩散过程发生在环境空气与监控系统 6 的组件之间的界面上。扩散被理解为原子、离子和分子在介质中从高浓度到低浓度的移动。仅仅在所有颗粒在系统中均匀分布之后才不再检测到净移动,因为然后达到了浓度平衡并且系统处于平衡态。颗粒的速度取决于温度并且当温度升高时增大。因此假定颗粒无规地移动,使得首先在暴露的开始各个颗粒通过空气与收集层之间的界面或分离面,即以箭头 A 的方向移动到收集层 3 中。正如箭头 B 表示的那样,十分大量但不是全部的这些颗粒重新回到空气中,使得在最初不含污染物的收集层的方向上有颗粒的净移动或净流动。在一定的暴露时间之后,系统中的上述平衡将自身重新建立并且收集层中的污染物浓度则为 C1。由于扩散收集器 4 装有阻隔层,因此收集的污染物不能在皮肤 7 的方向上进一步扩散。在平衡扩散器 5 中,重新扩散到皮肤中是可能的,因为没有阻隔层。在环境空气与收集层 3 之间的界面或分离面上的扩散过程与扩散收集器 4 中的相同,只要两个收集层 3 的材料相同并且它们具有相同的尺寸。

[0040] 以箭头 A 的方向扩散到收集层 3 中的一些污染物颗粒将重新扩散回到环境空气中(参见箭头 B),而另一些将通过粘合层 1 被皮肤 7 经皮肤吸收。该渗透由箭头 D 表示。渗透取决于渗透性,渗透性将被理解为颗粒穿过平面(隔膜)的扩散。可以将皮肤 7 看作是生物隔膜,其对所有物质不具有相同好的渗透性。其是选择性渗透的,即皮肤对物质 I 是渗透的,但对物质 II 是不渗透的。渗透性是选择性的并且取决于皮肤中对某类化学相关的物质具有亲和性的特定载体分子的存在。

[0041] 在平衡扩散器 5 中与浓度 C2 的污染物建立了平衡。该浓度 C2 小于扩散收集器 4 中的浓度 C1,因为一些污染物不会残留在平衡扩散器 5 的收集层 3 中,而是在皮肤 7 的方向上进一步扩散。

[0042] 在监控系统已经被戴在暴露的人或暴露的动物的皮肤 7 上一段时间之后,将监控系统从皮肤上取下。对于将被测定的每一单个物质而言,该配戴时间是特定的,即需要有不同长度的时间。通常有效的是,对于具有最短的饱和时间以被吸收到收集层 3 中的物质而言,该监控系统最少配戴时间,即约 4-5 小时。将要检验的其他物质则具有比最少配戴时间

更长的配戴时间。因此,如果将要测定相对大量的污染物,则有利的是使用带有几个扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 的监控系统。单对的扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 则被设计用于测定一种或几种污染物。每一种更多对的扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 被备用于测量不同于借助上述单对测定的那些污染物的一种或多种污染物。以这样的方式,可以借助于该监控系统测定大量不同的污染物。

[0043] 一旦将监控系统从皮肤上取下,在必要时任选的中间储存阶段之后就进行污染物的分析处理和分析测定。该分析处理通过公知的方法例如气相色谱进行。这通常需要首先用最大纯度的、不含相应污染试剂的有机溶剂萃取。在高压液相色谱或气相色谱中将获得的溶液分析。通过和含有与待测的溶液中相同的污染物的公知标准溶液相比,可以确定被监控系统吸收的污染物的数量。在收集和监控从空气中皮肤吸收的环境污染物的方法中,步骤如下:将至少一种适用于经皮肤目的并且含有用于吸收某些环境污染物的多孔吸收性材料的聚合物材料平坦地粘贴在皮肤上。将类似类型的、具有一个将该材料与皮肤隔开的阻隔层的聚合物材料同样平坦地粘贴在皮肤上。将两种聚合物材料暴露相同长度的时间,并且随后被皮肤吸收和特别是在该材料对环境污染物出现吸收饱和之前将其从皮肤上取下。此后,提取收集的环境污染物并且进行分析测定。

[0044] 如果直到在材料对环境污染物出现吸收饱和之后才将材料取下,则伴随着平衡扩散器 5 的收集层 3 中的浓度 C_2 ,渗透性也可能变化并且因此皮肤中的经皮肤输送率也可能变化,因为当饱和出现时收集层 3 中不再能吸收污染物,但来自收集层 3 的渗透继续。如果在伴随着浓度 C_1 的污染物的一定配戴时间之后在扩散收集器 4 的收集层 3 中的平衡态中出现吸收饱和,则在平衡扩散器 5 中没有该情形,因为由于渗透,浓度 C_2 小于浓度 C_1 并且没有平衡态。

[0045] 也可以在没有有机溶剂的条件下用色谱测定污染物的数量和它们对皮肤的经皮肤输送率。出于该目的,在暴露之后将扩散收集器 4 和平衡扩散器 5 以及这些组件的收集层 3 的材料引入到在被称为顶部空间气相色谱仪中加热的封闭玻璃容器。然后在相应的封闭容器中从材料扩散到气体空间中的环境污染物与残留在材料中的环境污染物之间建立平衡态。然后可以在该气体空间的气相中测量环境污染物的数量和浓度。通过将在扩散收集器 4 和在平衡扩散器 5 中测量的环境污染物的数量和浓度比较,可以确定环境污染物对人或动物的经皮肤输送率的估计值。该输送率对应于通过可被看作隔膜的皮肤的净流量,并且通过公式:输送率 = $-D/dx(C_1 - C_2)$ 计算。公式 D/d 是渗透率常数并且具有单位 [cm/s]。变量 d 对应于皮肤的厚度并且输送率是每秒迁移通过规定平面的摩尔数。由于当离表面的距离减少时浓度降低,因此浓度梯度 $(C_1 - C_2)/d$ 具有负值。

[0046] 根据图 4b 的稍微改进的监控系统的实施方案不同于根据图 4a 的实施方案仅仅在于扩散收集器 8。该扩散收集器 8 具有一个不连接在收集层 3 的下侧而是以离该下侧一定的距离布置的阻隔层 2。在收集层 3 与阻隔层 2 之间有一个另外的层 9,该层例如为用于特定污染物的阻隔层。

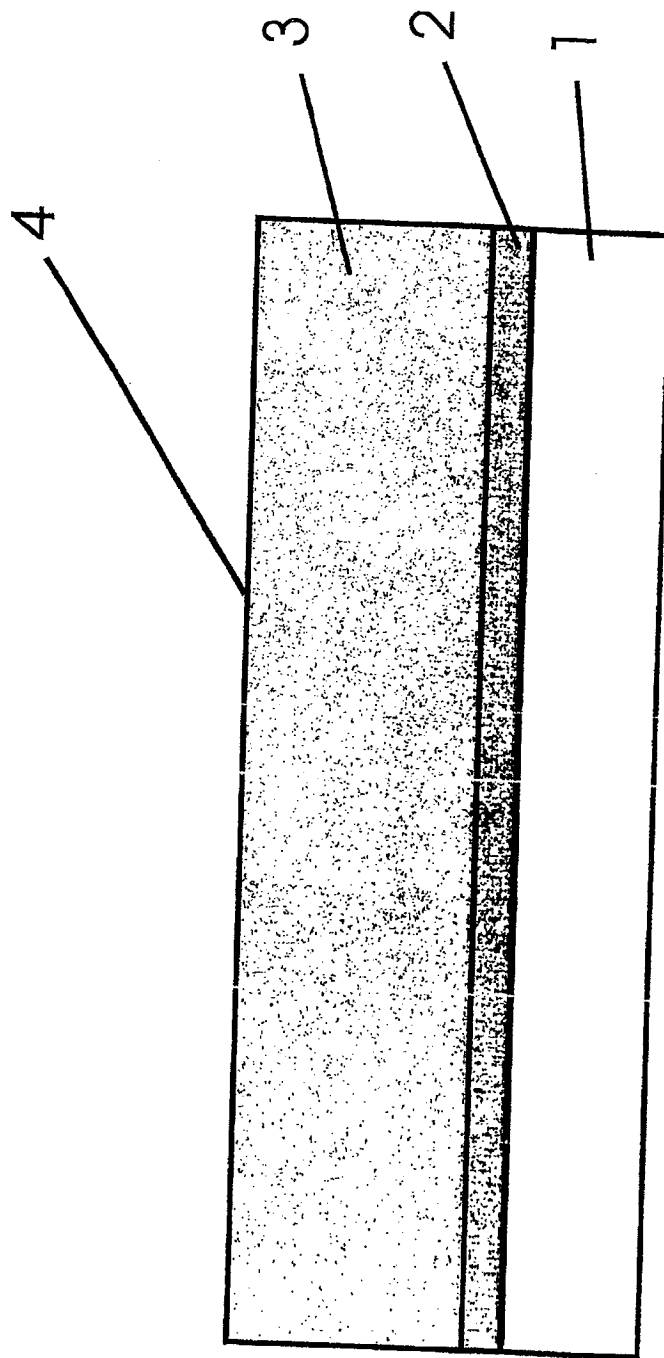


图 1

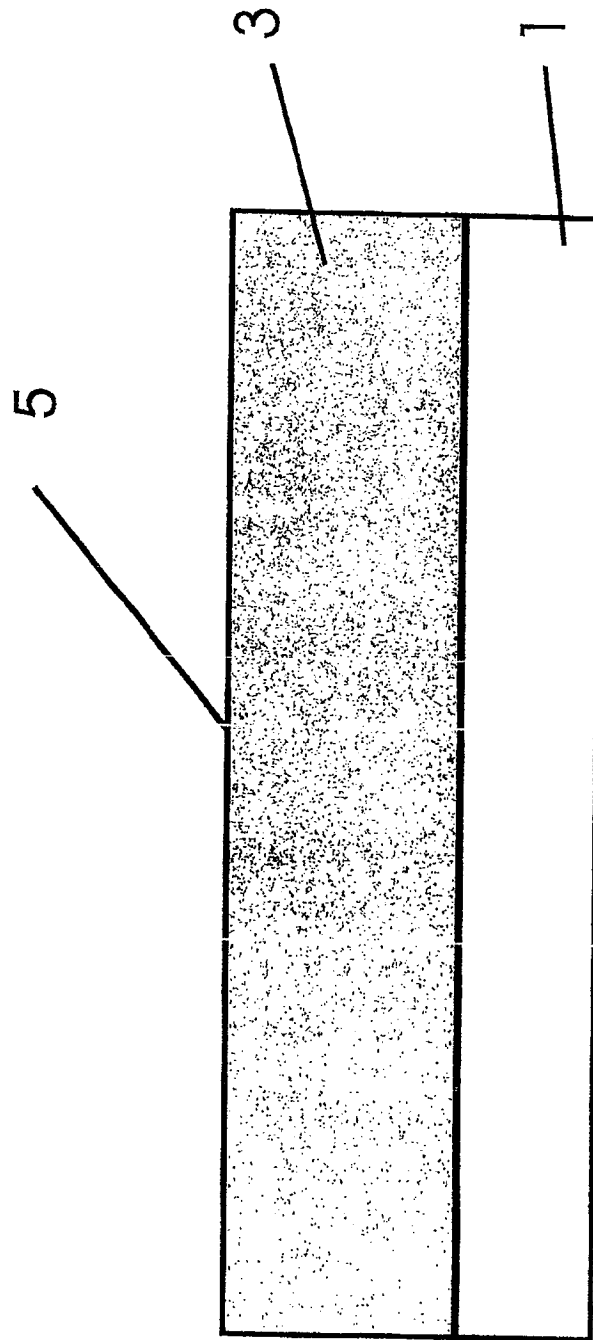


图 2

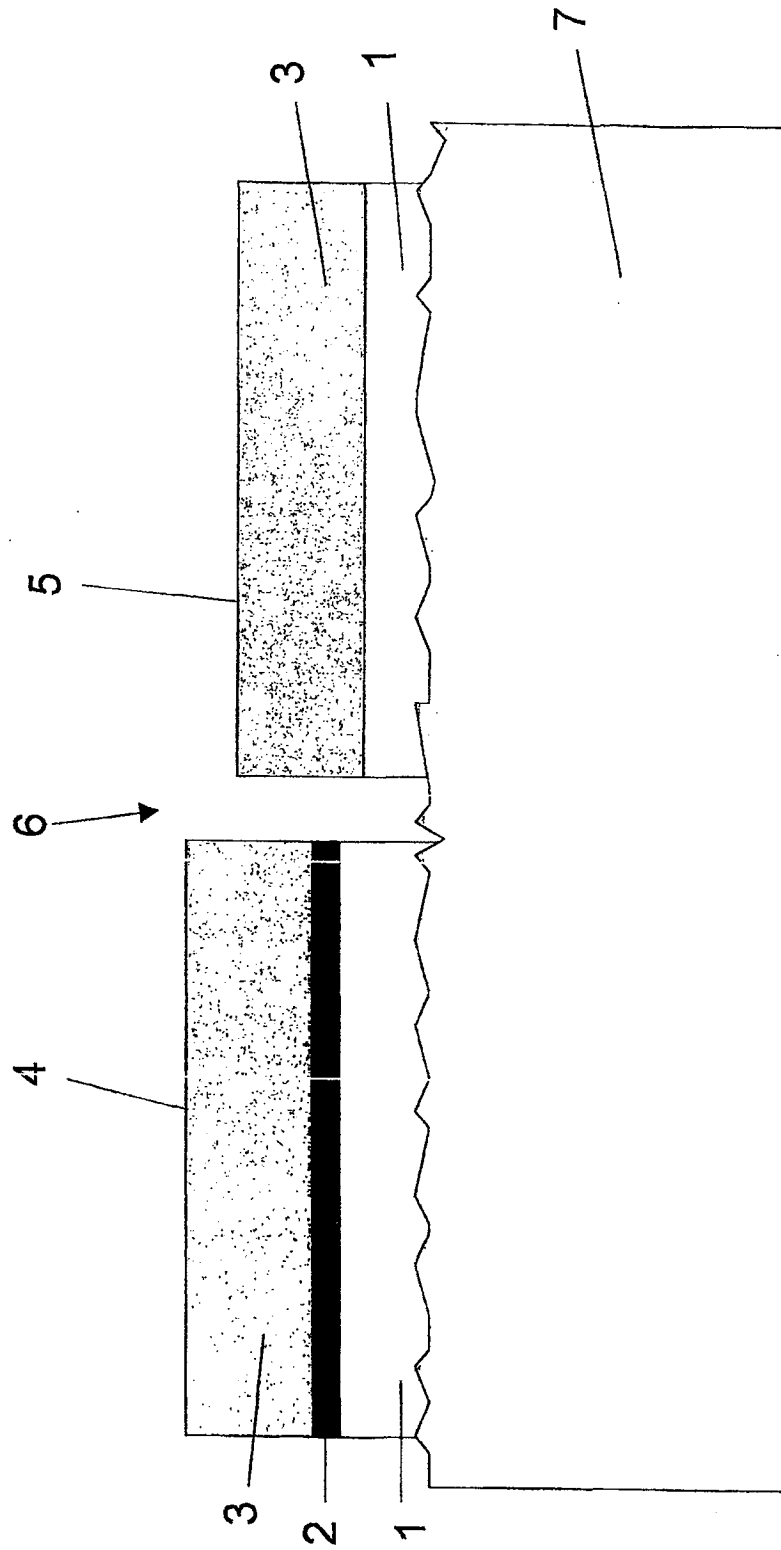


图 3

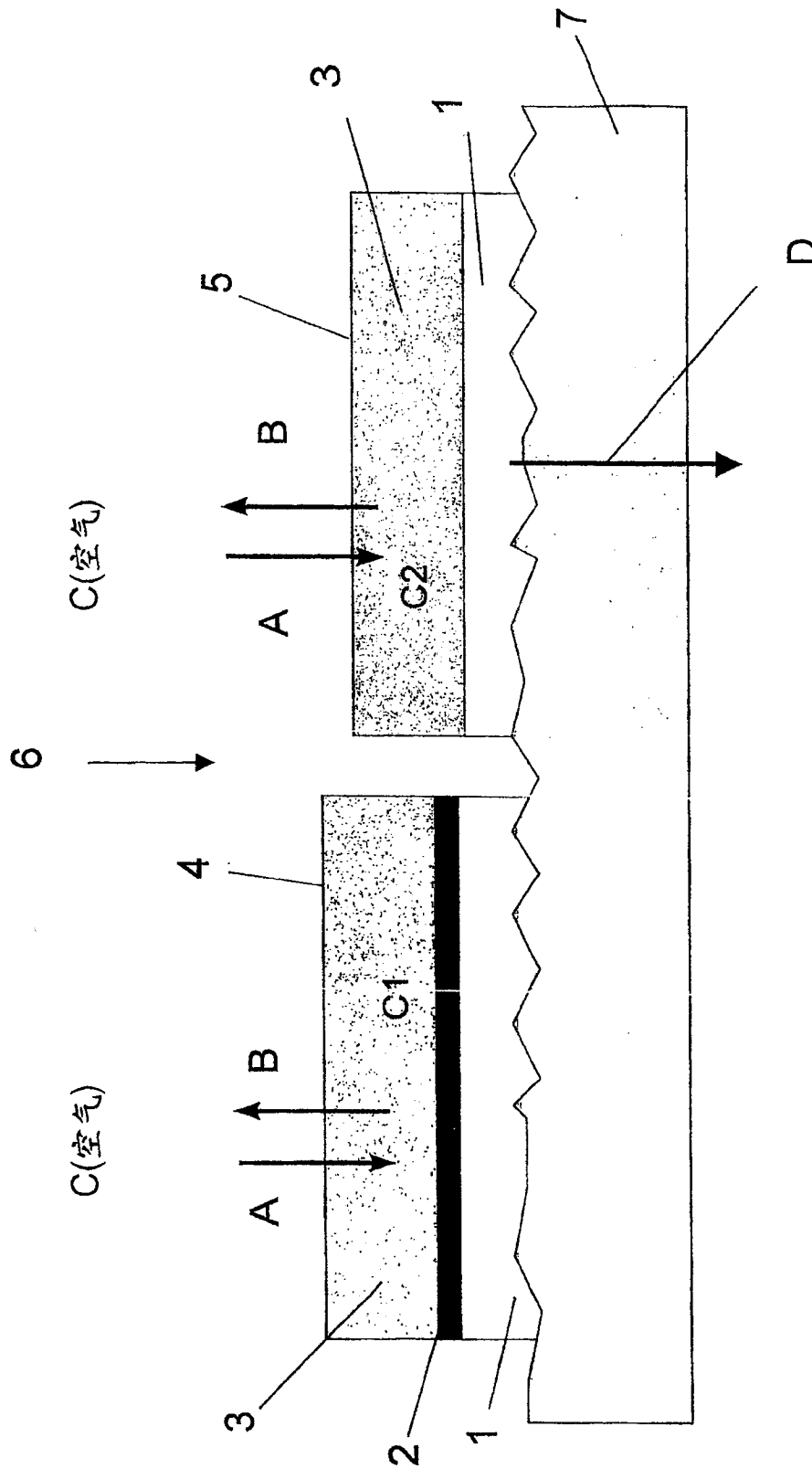


图 4a

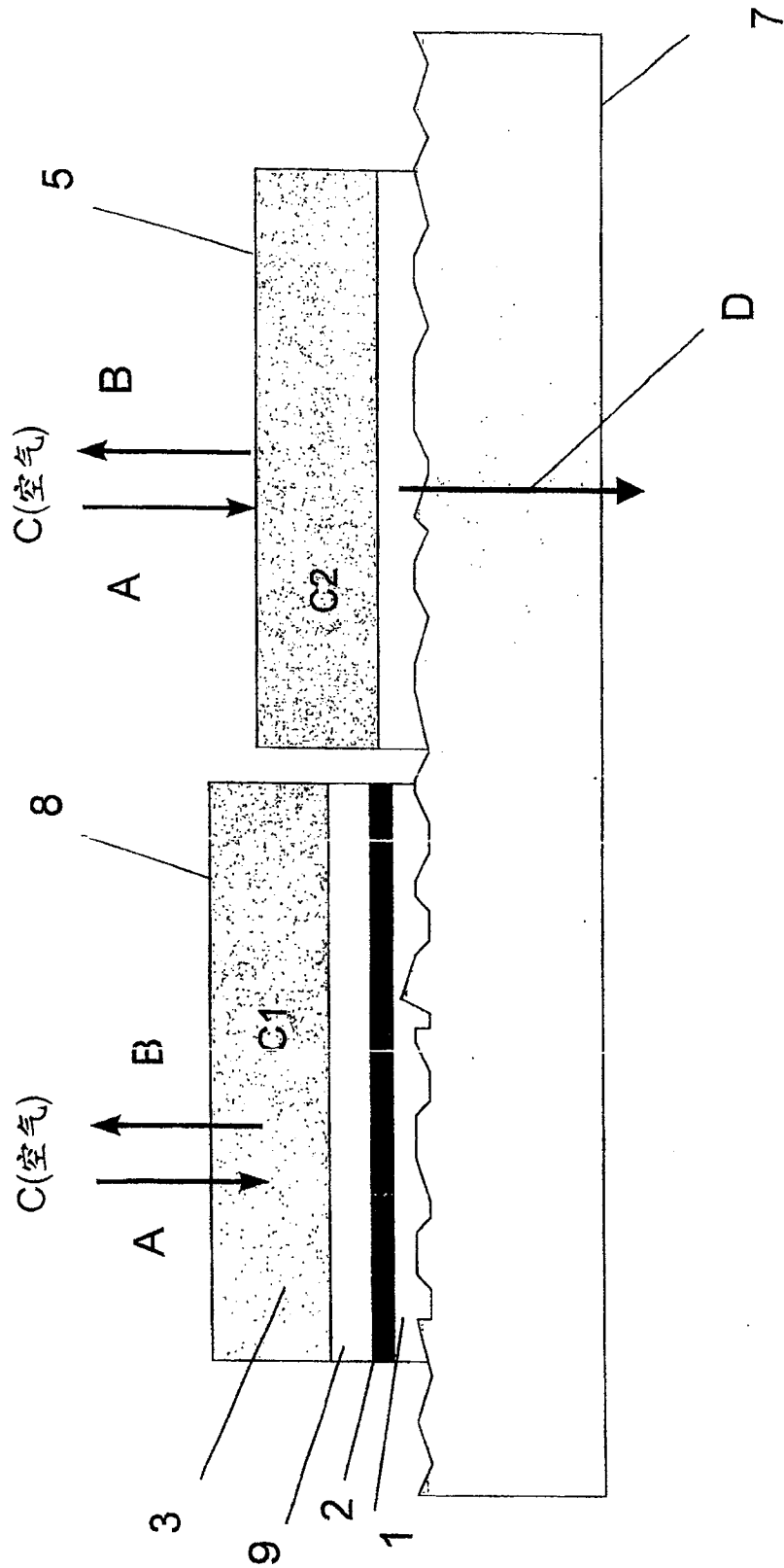


图 4b