



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01803870.0

[45] 授权公告日 2004 年 9 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1167802C

[22] 申请日 2001.1.17 [21] 申请号 01803870.0

[30] 优先权

[32] 2000.1.18 [33] EP [31] 00100256.7

[86] 国际申请 PCT/EP2001/000493 2001.1.17

[87] 国际公布 WO2001/053510 德 2001.7.26

[85] 进入国家阶段日期 2002.7.18

[71] 专利权人 达戈控股公司

地址 瑞士富林斯多夫

[72] 发明人 埃里奇·里博尔兹 J·雷斯迈尔

审查员 李 珊

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

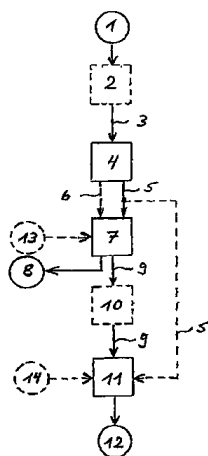
代理人 胡 强 赵 辛

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

[54] 发明名称 由有机物产生含甲烷的沼气的方法

[57] 摘要

为了由有机物(1)产生含大量甲烷的沼气而规定了一种三级方法,其中有机物(1)借助活性微生物被分解并被转化成甲烷,在第一步骤即需氧发酵步骤中,有机物(1)在需氧条件下借助发酵微生物被发酵,在此产生了固态和/或流态的残余物(5)和含二氧化碳的废气(6),在第二步骤即缓慢燃烧步骤中,使由第一步骤产生的残余物(5)缓慢燃烧,在此产生了一种木炭产品(8)和木炭煤气(9),在第三步骤即嗜热甲烷发酵步骤中,由第二步骤产生的木炭煤气(9)在厌氧条件下借助嗜热的发酵微生物被发酵成含甲烷的沼气(12)。



1、一种由有机物(1)产生含甲烷的沼气(12)的方法，其中有机物(1)借助活性微生物被分解并被转化成甲烷，其特征在于，在第一步骤即需氧发酵步骤中，有机物(1)在需氧条件下借助发酵微生物被发酵，在此产生了固态和/或流态的残余物(5)和含二氧化碳的废气(6)，在第二步骤即缓慢燃烧步骤中，使由第一步骤产生的残余物(5)缓慢燃烧，在此产生了一种木炭产品(8)和木炭煤气(9)，在第三步骤即嗜热甲烷发酵步骤中，由第二步骤产生的木炭煤气(9)在厌氧条件下借助嗜热的发酵微生物被发酵成含甲烷的沼气(12)。

2、如权利要求1所述的方法，其特征在于，使有机物(1)在上述需氧发酵中保持运动状态。

3、如权利要求2所述的方法，其特征在于，无须机械辅助工具地使所述有机物保持运动状态。

4、如权利要求2或3所述的方法，其特征在于，借助一个送风系统或通风系统使有机物(1)处于运动状态。

5、如权利要求1-3之一所述的方法，其特征在于，在所述缓慢燃烧时，使其它有机物(13)和由该需氧发酵步骤产生的残余物(5)一起缓慢燃烧。

6、如权利要求4所述的方法，其特征在于，在所述缓慢燃烧时，使其它有机物(13)和由该需氧发酵步骤产生的残余物(5)一起缓慢燃烧。

7、如权利要求5所述的方法，其特征在于，所述其它有机物(13)是含木质素的物质。

8、如权利要求1-3之一所述的方法，其特征在于，在所述缓慢燃烧时，输入由该需氧发酵步骤产生的含二氧化碳的废气(6)。

9、如权利要求1-3之一所述的方法，其特征在于，在所述嗜热甲烷发酵时，由该需氧发酵步骤产生的残余物(5)和由该缓慢燃烧步骤产生的木炭气体(9)一起被转化。

10、如权利要求1-3之一所述的方法，其特征在于，在所述嗜热甲烷发酵时，其它的含一氧化碳和/或二氧化碳的气体(14)也和由该缓慢燃烧步骤产生的木炭气体(9)一起被发酵成甲烷。

11、如权利要求1-3之一所述的方法，其特征在于，在所述嗜热

甲烷发酵中，不使有机物(1)处于运动状态。

12、如权利要求 1-3 之一所述的方法，其特征在于，所述嗜热甲烷发酵是借助嗜热发酵微生物来进行的，所述嗜热发酵微生物的生存最适度是 18℃-90℃。

5 13、如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述嗜热发酵微生物的生存最适度是 35℃-85℃。

14、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述嗜热发酵微生物的生存最适度是 45℃或 55℃-65℃。

10 15、如权利要求 1-3 之一所述的方法，其特征在于，这样控制该方法，即生产出甲烷含量至少为 80%的沼气(12)。

16、如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，生产出甲烷含量至少为 85%的沼气(12)。

17、如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，生产出甲烷含量至少为 90%的沼气(12)。。

15 18、如权利要求 1-3 之一所述的方法，其特征在于，这样控制该方法，即生产出硫化氢含量小于 2%的沼气(12)。

19、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，生产出硫化氢含量小于 1%的沼气(12)。

20 20、如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，生产出硫化氢含量小于 0.5%、0.1%或 0.05%的沼气(12)。

由有机物产生含甲烷的沼气的方法

技术领域

- 5 本发明涉及由有机物产生含甲烷的沼气的且尤其是产生甲烷含量高的沼气的方法。在这样的方法中，有机物借助活性微生物被分解并转化成甲烷。

现有技术

- 10 在有机物分解时产生了气体，气体可以起到可选用的能源的作用。这种气体因其获得方式的缘故常被称为沼气。沼气的一个重要组成部分就是甲烷，它是由有机物或植物或其二代产品通过腐烂或分解而气密地产生的。在大型技术工程范围内，它是通过使碳气化或在采用石油化学法的情况下获得的并且被用作加热气体并被用于燃烧驱动，它
15 还被用作合成产品如乙炔、合成气、HCN和氯代产品的原材料。

由于甲烷很重要，人们力图在生产沼气时获得大量甲烷。根据现有技术，为此采用一级或两级的发酵方法，其中借助厌氧发酵而由有机物获得了甲烷含量占20%-60%的沼气。在这里，沼气的其余成分由25%-55%的二氧化碳气及更少的氮气、硫化氢气和其它成分组成。

- 20 因此，已知的用于由有机物获得甲烷的厌氧发酵法在所获沼气的质量方面和甲烷产量方面不是很令人满意的。此外，尤其是约为2%的大量硫化氢气或硫含量是不希望有的，这是因为高于0.1%的浓度就在发动机和与之相连地使用催化器工作时已经是扰人的。

- 另外，已知的发酵法还具有其它缺点。因而，分解率通常约是干燥有机物的45%并且分解过程进行得不稳定，这是因为残余分解的微生物容易对环境变化起反应。这也造成，当中断过程如以便进行维修或
25 修复并重新启动时，只有在约12周-25周后才能获得经济生产率水平。

- 另外，在已知的方法中，所用量的约30%-70%是作为不可用的残余物产生的，它们必须在废料站上被回收处理掉。转化时间即从给生产
30 过程输送有机物直到产生沼气的时间比较漫长并且约为20周-30周。

已知的方法确实在二氧化碳气预算方面是环境中性的，但它没有导致环境的二氧化碳负担的减轻。此外，也要考虑到，对温室效应来

说，在不受控制的分解过程中跑到自然界中的甲烷要比二氧化碳带来高得多的不利负担。

US4289625 描述了一种生物热式煤气发生方法，其中有机物先厌氧发酵并随后使残余物缓慢燃烧。在缓慢燃烧时产生的气体随后通过厌氧微生物转化为甲烷。

发明内容

在考虑现有技术的情况下，本发明的任务是提供一种由有机物产生含甲烷的沼气的方法，其中有机物借助活性微生物被分解并被转化成甲烷，它获得了更高的甲烷产量以及适于避免或减少现有技术的其它缺陷。

根据本发明提供一种由有机物产生含甲烷的沼气的方法，其中有机物借助活性微生物被分解并被转化成甲烷，在第一步骤即需氧发酵步骤中，有机物在需氧条件下借助发酵微生物被发酵，在此产生了固态和/或流态的残余物和含二氧化碳的废气，在第二步骤即缓慢燃烧步骤中，使由第一步骤产生的残余物缓慢燃烧，在此产生一种木炭产品和木炭煤气，在第三步骤即嗜热甲烷发酵步骤中，由第二步骤产生的木炭煤气在厌氧条件下借助嗜热发酵微生物被发酵成含甲烷的沼气。

从属权利要求和后续说明及所属附图中，给出了本发明的优选设计方案和改进形式。

根据本发明的由有机物产生含甲烷的沼气的方法包括三个步骤，其中在该方法中，有机物借助活性微生物被分解并被转化成甲烷。在第一步骤即需氧发酵步骤中，有机物在需氧条件下借助发酵微生物被发酵。在这里，产生了固态和/或流态的残余物和含二氧化碳的废气。在第二步骤即缓慢燃烧步骤中，使由第一步骤产生的残余物缓慢燃烧，在此产生了一种木炭产品和木炭煤气。由第一步骤产生的残余物且尤其是流态残余物被有利地烘干以便进行缓慢燃烧。为此适用常见的烘干方法。水含量应最好小于 20%。在烘干时失去的水损失量可以在生物材料海绵化过程中被重新加入。在第三步骤即嗜热甲烷发酵步骤中，由第二步骤产生的木炭煤气在厌氧条件下借助嗜热的发酵微生物被发酵成含大量甲烷的沼气。

通常，发酵是指有机物通过适当的微生物如酵母菌、细菌或真菌

且尤其是浮游真菌而分解。在第一步骤中，通过适当的发酵微生物且尤其是细菌发生了有机物的化学转化或分解。在选择适当生物时，人们应该考虑到，在液态培养基中的发酵的特点有利地是耗碳和耗氢、微生物本身及其材料新陈代谢产品急剧增加和/或有微生物引起转化的培养基（如富集蛋白质）以及可以生产二次代谢物（如酶、制药有用物质）。适用微生物的例子是黑曲霉、大肠杆菌、狂热球菌。

在第一步骤中，减少氮并且富集二氧化碳。分解产物主要包括作为固态残余物的生物碳即含木炭的产品以及废气中的二氧化碳。发酵产物生物碳含有大量木质素。通过控制温度和选择微生物，可以控制发酵和转化过程的动态。温度有利地为 30℃-50℃并优选为 36℃-38℃。

在第一步骤中，没有出现或几乎没有出现甲烷，因此，这样的设备的工作安全并环保。

在第二步骤即缓慢燃烧步骤中，使由第一步骤产生的残余物在最佳烘干后缓慢燃烧。缓慢燃烧是指在可控的缺少空气的情况下或气密的情况下加热或缓慢燃烧。在这里，除单体和而聚体外，高级聚合物转化成木炭煤气和木炭产品。由此形成的木炭产品是终产品并可以被送往相应的应用场合。

第二步骤最好在一木炭煤气发生炉中进行，在这里，尤其是流化床法带来了优点。在这种情况下，与传统的木炭煤气发生系统相比，可有利地得到这样的特点，即代替普通的循环空气地，输送来自第一步骤的废气。在缓慢燃烧时把来自需氧发酵含二氧化碳的废气尤其是送往低温炭化阶段可以是一个有利的技术特征，这是因为，在需氧发酵中形成的循环空气富含二氧化碳并且减少了氮，因而可以在缓慢燃烧过程中且尤其是低温炭化阶段内取代新鲜空气地继续使用它们。由于需氧发酵的废气富含二氧化碳，因此，促进了缓慢燃烧过程。

在第二步骤中形成的木炭煤气含大量一氧化碳和二氧化碳，其在嗜热甲烷发酵步骤即第三步骤中被还原成甲烷。

在嗜热甲烷发酵步骤中，单体和二聚体即一氧化碳和二氧化碳通过微生物被还原成甲烷。根据需要，也可以进行化学处理和/或物理处理。可在嗜热甲烷发酵时使用的微生物应该满足以下前提条件，即大量消耗二氧化碳，大量消耗氢气，明显增加形成甲烷的微生物。这样的微生物的例子是热自养甲烷杆菌属、产甲烷微生物、甲烷球菌属。

一个有利的附加特点可能在于，在缓慢燃烧时，也可以使其它有机物且尤其是含木质素的物质与由需氧发酵产生的固态和/或流态残余物一起缓慢燃烧。

5 可以根据另一个有利的技术特征地规定，在嗜热甲烷发酵时，也可以使由需氧发酵产生的残余物（或许在烘干后）和由缓慢燃烧产生的木炭煤气一起转化。在这里，可以控制嗜热甲烷发酵。

根据其中也可以规定要控制嗜热甲烷发酵的另一个有利的技术特征而规定了，在嗜热甲烷发酵时，也可以将其它含一氧化碳和/或二氧化碳的气体与缓慢燃烧所产生的木炭煤气一起发酵成甲烷。

10 作为这样的含一氧化碳和二氧化碳的气体的供应源，还考虑了以下过程：例如在加热炉或利用化石的热电站、发动机废气中的燃烧过程，如在发酵厂中或酵母生产设备中的发酵过程，低温炭化过程，化学生产过程，天然沤烂过程、来自建筑物和工业处理过程及燃料电池的废气。因此，本发明的这些实施形式具有突出的优点，它可以把这
15 样的废料还原成富能的甲烷以及同时减轻环境的一氧化碳负担或二氧化碳负担。

根据一个有利的附加技术特征地规定了，嗜热甲烷发酵是借助嗜热发酵微生物来进行的，所述嗜热发酵微生物的生存最适度是 18°C - 90°C ，最好是 35°C - 85°C ，并且最优选地是 45°C 或 55°C - 65°C 。如果需要，
20 设置一个适当的加热装置，以便控制或调节物质的温度。

一种适于如按照本发明方法由生物材料产生电流的设备在其功率方面是根据要提供的生物材料量来设计的，这是有利的。根据生物材料的可使用性，例如 100 千瓦、200 千瓦、500 千瓦、1 兆瓦或高达 8
25 兆瓦的设备功率是适当的。约 8 兆瓦的设备需要约 100000 吨-120000 吨生物材料/年并具有 10000qm-15000qm 的占地需求。

本发明的方法和相应的装置具有这样的优点，即可生产出甲烷含量大于 60% 或 70% 的沼气。可以如此设计或控制该方法，即质量可重现地生产出其甲烷含量至少为 80% 的并最好至少为 85% 的且最优选地为至少 90% 的沼气。

30 因此，甲烷被用作化学合成用的能量载体或原材料。例如，沼气或甲烷可以被用在用于产生电力和热的电流-热耦合式小型设备中、气动式驱动系统地区热电站中以及煤气发动机驱动装置中。

本发明方法的另一个优点就是，可以如此进行或控制该方法，即生产出其硫化氢含量小于 2%的并最好小于 1%的且最优选地小于 0.5%、0.1%或 0.05%的沼气。原则上，要获得少于 0.1%或 0.05%的硫含量。通过需氧发酵，硫被氧化成硫酸盐，从而与现有技术相比，沼气几乎不含硫。所获得的甲烷可被用在工业上。

另外，与现有技术相比，本发明方法的分解率提高了并且起有机原材料的分解率可高达 65%或更高。依靠微生物的过程可重复并进而无故障地进行，这是因为，通过本发明的把有机物分解任务分配给需氧发酵和厌氧甲烷发酵，可以分别明确地控制并保持不同的微生物对环境的要求。因而，在重新启动本发明的设备时，最快在八天后就可获得经济生产率水平。另外，本发明的方法比较快速地工作，因而把有机物转化成甲烷的处理时间大体上只 16 小时-36 小时，在这里，在约 12 小时后就可达到最高甲烷产量。

本发明方法的终产品由作为固态残余物的可投放市场的木炭产品构成，确切地说，根据所用原材料的情况，可以把部分终产品回送到处理过程中，即生物材料的级联应用。在各加工阶段内，还产生了在经济方面有利的中间产品如核柯配基醋酸盐或阿斯匹林，它们可被相应地提取出来。

在本发明的方法中，作为残余物地只留下了仅约占所用有机物的 3%-8%的矿物成分，这些残余物被送往废料站。

在另一个特别的实施形式中，可如此设计该方法，即在嗜热甲烷发酵中，还把二氧化碳还原成甲烷，从而减轻了环境的二氧化碳负担。

因此，通过本发明实现了学术界很早就想努力达到的目的。为了在这种情况下获得很好的结果，可以单独或者组合地采用上述优选技术特征以及以下结合附图所示的一个实施例而详细描述的特点，其中通过有利技术特征的配合，还可以获得其它的有利效果。

附图说明

图 1 示意地表示一个本发明方法或一个相应的装置。

实施形式的说明

起到原材料作用的有机物 1 可以是任何有机物，即生物有机废料，

例如粪、农场废料、淤泥、纸浆、厨房肥料或生物工业垃圾。

根据本发明的方法，可用的有机物 1 例如是燃料、生物材料和带
能植物。燃料例如可以是锯木场、木材加工的废料或旧木回收品、耕
地废料、纸、纸浆和有机淤泥。适当的生物材料例如是所有种类的有
5 机废料，如由生产食品而产生的残余食品、渣滓、残余饲料、腐烂粮
食、屠宰场残余物、粪便、生产淀粉的生产残渣、厨房废料等。

可作为特殊例子地知道了：过期食品、谷壳和谷物粉末、保藏工
厂的残余物、制糖残余物、生面团废料、泥浆状废料、过期饮料、烟
灰、烟草、烟条、烟浆、香烟误装料、麦芽渣、麦芽、麦芽末、啤酒
10 花渣、水果酒糟饲料、谷物酒糟饲料、土豆酒糟饲料、啤酒厂的沉淀
物和泥浆、烧酒酿造厂的泥浆、水果榨汁渣滓、咖啡、茶或可可的工
厂残余物、酵母或类似酵母的残余物、残余饲料、油料果实残余物、
如来自屠宰场和人造黄油厂的脂肪残余物（腐烂脂肪）、切除油脂材
料、浮选物、乳清、油乳化液、脂乳化液和蜡乳化液、奶油产品的生
15 产残余物、食用油脂厂的泥浆、漂白土（除油的）、丢弃骨头和残余
皮毛、内脏、家禽废料、鱼类残余物、胃容物、肠容物、瘤胃容物、
家禽粪便、猪粪便、牛粪便、淀粉浆、动物胶生产浆泥、动物胶体废
料、土豆生产残余物、玉米生产残余物、大米生产残余物、食用油脂
厂的残余物、残余蛋白质、厨房废料和餐厅废料（大型厨房等）。

20 可用的储能植物例如是中国芦苇（*Miscantus sinensis giganteus*）、柳木作物、杨树、甜高粱和芸苔。

根据需要，可以在一个相应的准备阶段 2 内制备有机物 1，例如通
过粉碎、干燥或水洗、成型等。这样制备好的有机物 3 随后被供给本
发明的第一步骤即需氧发酵反应器 4，在这里，通过发酵微生物进行化
25 学转化/分解，其中降低氮含量并富集二氧化碳。

在这种情况下，产生固态和/或流态残余物 5 和二氧化碳废气 6。
需氧发酵最好如此进行，即在这里使有机物处于运动状态，以便提高
产量并加速处理过程。为避免微生物聚集的破坏，最好在这里规定，
不使用机械辅助工具地使有机物保持运动状态。

30 在需氧发酵中，发生了有机物的生化分解，这可以使在厌氧生产
甲烷阶段内的微生物更有可能有效地发展。此外，可通过该过程送入
多用途的生物材料。例如，可通过该方式从柳属作物的生物材料中获

得阿斯匹林。另一个例子是从啤酒厂的生产废料中获得果胶。根据另一个例子，可以从波罗麻生产废料（黄麻生产）中获得核柯配基醋酸盐。在本发明的方法中，留下的残余物又被送往沼气生产。

5 根据另一个有利的技术特征而规定了，有机物在需氧发酵反应器 4 中借助一送风系统或通风系统而翻滚。由此一来，不仅为有机物输送了需氧发酵所需的氧气，而且可以无需机械搅拌工具地使有机物翻滚。

在或许有的烘干后，固态和/或流态残余物 5 被供给本发明的下个阶段即缓慢燃烧装置 7。这样的缓慢燃烧装置 7 最好是一个木炭煤气发生炉，它最好按照流化床方式工作。可根据一个有利的技术特征规定，10 含二氧化碳的废气 6 也被供给缓慢燃烧装置 7 且尤其是低温炭化阶段，以便促进缓慢燃烧过程或提高甲烷产量。

缓慢燃烧装置 7 作为终产品地产生木炭产品 8 和要继续处理的且含大量一氧化碳和二氧化碳的木炭煤气 9，其在经过一个可能有的煤气净化装置 10 后被供给本发明的第三步骤即一个产甲烷微生物发酵反应15 器 11。来自缓慢燃烧装置的木炭煤气 9 是热的并且最好灼热地被引入产甲烷微生物发酵反应器 11 中。产甲烷微生物发酵反应器 11 的一个优选实施形式是一个管形反应器。

在产甲烷微生物发酵反应器 11 中，通过嗜热甲烷发酵方法并在厌氧条件下把木炭煤气发酵成含大量甲烷的沼气 12。为了在这种情况下20 抑制微生物聚集的破坏，根据一个有利的附加技术特征规定了，在嗜热甲烷发酵时，例如不借助机械辅助工具使有机物处于运动中。

在图 1 中示出了，如何可以根据一个有利的附加技术特征来规定当在缓慢燃烧装置 7 中缓慢燃烧时如何使其它有机物 13 且尤其是含木质素的材料和来自需氧发酵反应器 4 的残余物 5 一起缓慢燃烧。

25 还示出了可如何根据另一个附加技术特征来规定给产甲烷发酵反应器 11 输送由需氧发酵 4 产生的残余物 5（或许在烘干后）和由缓慢燃烧产生的木炭煤气 9，以便转化成甲烷。

如此给出了一个特别有利的最佳技术特征，即在嗜热甲烷发酵 11 中，也可以把可能来源于其它供应源的含一氧化碳和/或二氧化碳的气体30 14 和由缓慢燃烧 7 产生木炭煤气 9 一起发酵成甲烷。

附图标记一览表

1-有机物； 2-准备阶段； 3-准备好的有机物； 4-需氧发酵反应器； 5-残余物（固态和/或流态）； 6-含二氧化碳的废气； 7-缓慢燃烧装置； 8-木炭产品； 9-木炭煤气； 10-煤气净化装置； 11-产烷生物发酵反应
5 器； 12-沼气； 13-其它有机物； 14-其它气体；

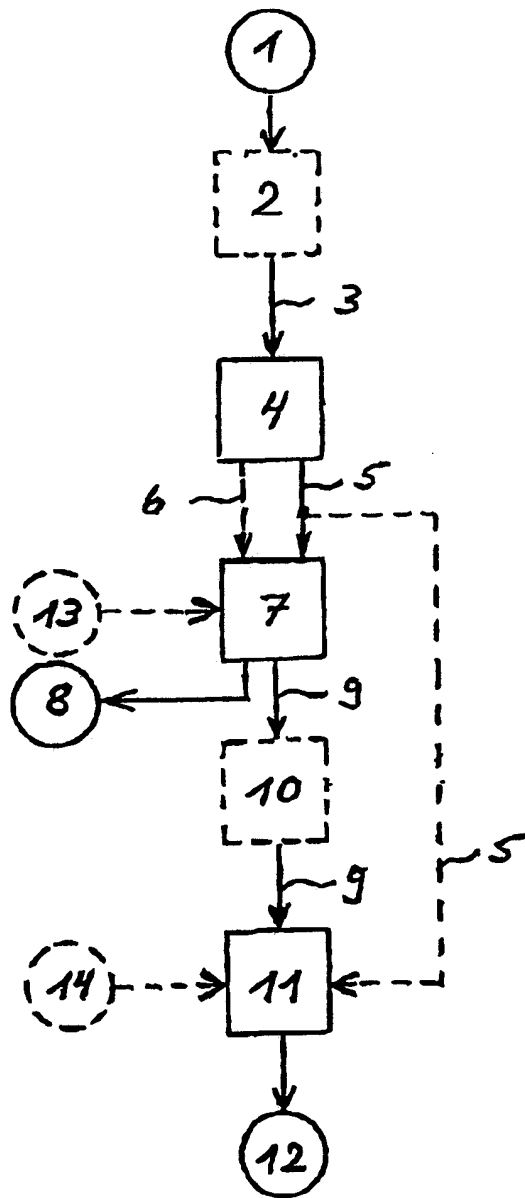


图 1