



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115053895 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 19

(21) 申请号 202210542232.4

(22) 申请日 2022.05.18

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115053895 A

(43) 申请公布日 2022.09.16

(73) 专利权人 香港理工大学深圳研究院

地址 518057 广东省深圳市南山区粤海街  
道高新技术产业园南区粤兴一道18号  
香港理工大学产学研大楼205室

(72) 发明人 李鹏 张天慧 陶义飞 陈美兰

(74) 专利代理机构 深圳市君胜知识产权代理事

务所(普通合伙) 44268

专利代理师 徐凯凯 王娅洁

(51) Int. Cl.

A01N 25/08 (2006.01)

A01N 25/16 (2006.01)

A01P 1/00 (2006.01)

A01P 3/00 (2006.01)

A01P 7/00 (2006.01)

C05F 11/00 (2006.01)

A01G 13/00 (2006.01)

A01M 1/02 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开平7-268772 A, 1995.10.17

审查员 裴荣杰

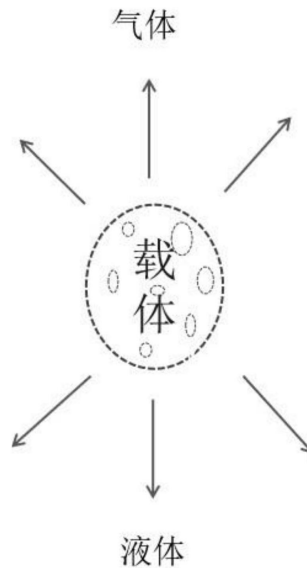
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用

(57) 摘要

本发明提供了一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用。本发明提供的孔隙材料载体,具有中空或多孔的结构,其内部具有空间,可负载固态或液态的目标物质,并以液体或气体的形式释放。所述目标物质从载体的孔隙中释出,可减慢其流出速度或挥发速度,达至缓释作用,同时还可加长目标物质的输送时间。所述孔隙材料载体通过物理方法载入目标物质,简便易行,且负载能力强,加载效率高。不仅如此,所述孔隙材料载体还可多次加载,重复使用,大大降低了成本。本发明实施例提供的孔隙材料载体可以广泛应用于给植物提供养分、防治病虫害、杀虫以及树木和农作物的载入药物治疗,在可持续害虫防治和作物生长等农林业应用中具有潜在的巨大优势。



1. 一种孔隙材料载体在农林业中的应用方法,其特征在于,包括步骤:  
提供孔隙材料;  
将所述孔隙材料制成纺织物,得到孔隙材料载体;  
将目标物质载入所述孔隙材料载体中,制备得到缓释孔隙材料载体;  
在目标树木或农作物旁边搭建可伸缩骨架,所述可伸缩骨架可向上延伸至高于所述目标树木或农作物;  
在所述可伸缩骨架的支撑下,将所述缓释孔隙材料载体覆盖于所述目标树木或农作物的上方以及四周,形成包覆;  
其中,所述孔隙材料的结构为短卷曲纤维,所述短卷曲纤维为100%涤纶中空纤维,中空直径为 $18.8\mu\text{m}$ ,中空面积为 $277.6\mu\text{m}^2$ ;  
所述孔隙材料载体用于负载固态或液态的目标物质,所述目标物质通过物理方法载入孔隙材料载体中;所述物理方法为真空载入法;  
所述孔隙材料载体负载的目标物质以液体或气体的形式进行释放;  
所述孔隙材料载体重复载入,所述孔隙材料载体的结构为半密封结构、全密封结构或不密封结构;  
所述孔隙材料载体释放目标物质的形式包括单面输出或双面输出,当所述孔隙材料载体单独使用时进行双面输出,当所述孔隙材料载体为所述孔隙材料与阻隔材料的组合时进行单面输出或双面输出,所述阻隔材料包括全阻隔材料、半阻隔材料、条件阻隔材料中的至少一种;  
所述孔隙材料载体应用于给植物提供养分、防治病虫害以及树木和农作物的载入药物治疗;或者,  
所述孔隙材料载体中负载昆虫报警信息素,应用于农业生产中。

## 一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用

### 技术领域

[0001] 本发明涉及生物防治领域,尤其涉及一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用。

### 背景技术

[0002] 虫害长久以来都是农林业生产的重大威胁,各种害虫严重影响树木以及农作物的产量和质量。传统的害虫防治工作主要利用喷洒化学农药进行防治,然而,该方法仅能短时期内杀灭害虫,其有效期短,无法长期防治。因而,在树木以及农作物的生长周期内,需要多次喷洒农药。可是化学农药的长期使用也会导致害虫抗药性增强、环境污染、害虫天敌被杀和农药残留或超标危害人类健康等问题。

[0003] 目前,已有报道将某些孔隙材料例如中空纤维作为药物输送的载体。然而,鲜少报道将上述载体应用于农林业生产中。目前,在农林业领域,用于生物防治工作的载体主要有毛细管、迷向丝、橡胶诱芯、微胶囊、空芯纤维、蜡滴、纳米纤维和乳化膏状物等,而这些载体多需配合诱捕器或散发器使用,操作不便的同时也增加了防治成本。例如专利CN206101381U,利用聚丙烯材料的诱芯环作为性信息素载体,配合诱捕器使用,对烟草甲虫进行防治。而且,单一载体的释放覆盖范围小,且无法均匀和充分地在田间内扩散,导致防治的结果成效极低。

[0004] 因此,现有技术还有待改进。

### 发明内容

[0005] 鉴于上述现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用,旨在解决目前农林业生产中农药滥用带来环境破坏,而生物防治成效低、持续时间短,以及防治成本高的问题。

[0006] 本发明的技术方案如下:

[0007] 一种孔隙材料载体,其中,所述孔隙材料的结构为中空结构或多孔结构;所述孔隙材料载体用于负载固态或液态的目标物质,所述目标物质通过物理方法载入孔隙材料载体中;所述孔隙材料载体负载的目标物质以液体或气体的形式进行释放。

[0008] 所述的孔隙材料载体,其中,所述孔隙材料包括中空纤维、泡沫、海绵或灯芯草。

[0009] 所述的孔隙材料载体,其中,所述中空纤维包括短卷曲纤维、粗纱纤维或细纱纤维。

[0010] 所述的孔隙材料载体,其中,所述物理方法包括真空载入法、温度载入法、磁力载入法或超声波载入法。

[0011] 所述的孔隙材料载体,其中,所述孔隙材料载体的结构可为半密封结构、全密封结构或不密封结构。

[0012] 所述的孔隙材料载体,其中,所述孔隙材料载体释放目标物质的形式包括单面输出或双面输出。

[0013] 一种如上任一所述的孔隙材料载体在农林业中的应用。

[0014] 所述的应用,其中,将所述孔隙材料载体应用于给植物提供养分、防治病虫害、杀虫以及树木和农作物的载入药物治疗。

[0015] 所述的应用,其中,在所述孔隙材料载体中负载昆虫报警信息素,应用于农业生产中。

[0016] 一种孔隙材料载体在农林业中的应用方法,其中,包括步骤:

[0017] 提供孔隙材料;

[0018] 将所述孔隙材料制成纺织物,得到孔隙材料纺织物;

[0019] 将目标物质载入所述孔隙材料纺织物中,制备得到缓释孔隙材料纺织物;

[0020] 在目标树木或农作物旁边搭建可伸缩骨架,所述可伸缩骨架可向上延伸至高于所述目标树木或农作物;

[0021] 在所述可伸缩骨架的支撑下,将所述缓释孔隙材料纺织物覆盖于所述目标树木或农作物的上方以及四周,形成包覆。

[0022] 有益效果:本发明提供了一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用。本发明提供的孔隙材料载体,具有中空或多孔的结构,其内部具有空间,可负载固态或液态的目标物质,并以液体或气体的形式释放。所述目标物质从载体的孔隙中释出,可减慢其流出或挥发速度,达至缓释作用,同时还可加长目标物质的输送时间。所述孔隙材料载体通过物理方法载入目标物质(例如真空载入法),简便易行,且负载能力强,加载效率高。不仅如此,所述孔隙材料载体还可多次加载,重复使用,大大降低了成本。本发明实施例提供的孔隙材料载体可以广泛应用于给植物提供养分、防治病虫害、杀虫以及树木和农作物的载入药物治疗,在可持续害虫防治和作物生长等农林业应用中具有潜在的巨大优势。

## 附图说明

[0023] 图1为本发明实施例中一种孔隙材料载体的示意图。

[0024] 图2为本发明实施例中孔隙材料载体密封结构以及输出形式的示意图。

[0025] 图3为本发明实施例中孔隙材料载体应用于农业的应用方法及效果示意图。

[0026] 图4为本发明实施例中孔隙材料载体应用于林业的应用方法及效果示意图。

[0027] 图5为本发明实施例中孔隙材料载体应用于园林业的应用方法及效果示意图。

[0028] 图6为本发明实施例中短卷曲纤维在标准大气压以及负压条件下的加载结果示意图。

[0029] 图7为本发明实施例中不同纱线结构对中空纤维载体释放能力的影响结果示意图。

## 具体实施方式

[0030] 本发明提供一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用,为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确,以下对本发明进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0031] 本发明实施例提供一种孔隙材料载体,所述孔隙材料的结构为中空结构或多孔结构;所述孔隙材料载体用于负载固态或液态的目标物质,所述目标物质通过物理方法载入孔隙材料载体中;所述孔隙材料载体负载的目标物质以液体或气体的形式进行释放。

[0032] 图1所示为本发明实施例提供的孔隙材料载体的示意图。所述孔隙材料载体可负载固态或液态的物质,并以液体或气体的形式进行释放:若负载物质为液态,则要求载体与负载的液态物质之间互无浸润性;若负载物质为固态,则需要先将固态物质溶于溶剂中,使之变为液态再进行负载,当负载结束后,溶剂可自行挥发,原有的溶质重新变为固态后以升华方式释放。

[0033] 在一些实施方式中,所述孔隙材料的结构为中空结构或多孔结构,但不限于此。中空或者多孔的结构,是为了让孔隙材料具有更好的吸附能力;孔隙是为了对目标物质进行有效的荷载。上述结构,不应视为对孔隙材料结构的限制,任何具有孔隙、可以负载目标物质的结构,理论上都可以作为孔隙材料可能的结构形式。

[0034] 在一些实施方式中,所述孔隙材料包括中空纤维、泡沫、海绵或灯芯草。但不限于此,任何具有吸附性质的材料,都可以作为所述载体的材料。

[0035] 在一些实施方式中,所述孔隙材料为中空纤维。所述中空纤维为二维或者三维卷曲,中空率50%以上。所述中空纤维的中空腔直径为2-25 $\mu\text{m}$ 。需要注意的是,2-25 $\mu\text{m}$ 仅为本发明实施例优选的中空纤维的中空腔直径,事实上,中空腔直径在上述范围内以及左右的中空纤维都可满足载体要求。

[0036] 在一些具体的实施方式中,所述中空纤维包括短卷曲纤维、粗纱纤维或细纱纤维。

[0037] 具体的,所述短卷曲纤维(Short crimped fibers)为100%涤纶中空纤维,中空直径为18.8 $\mu\text{m}$ ,中空面积为277.6 $\mu\text{m}^2$ ;所述粗纱纤维(Roving yarn)为100%涤纶中空纤维,中空直径为3.6 $\mu\text{m}$ ,中空面积为10.2 $\mu\text{m}^2$ ;所述细纱纤维(Spun yarn)为40%空心涤纶和60%棉纤维,中空面积为12.8 $\mu\text{m}^2$ 。其中,纤维的中空面积(hollow area)取决于其中空直径(hollow diameter),计算公式为:Area =  $(\pi \times (\text{Diameter}/2)^2$ 。

[0038] 在一些实施方式中,所述孔隙材料载体可负载固态或液态的物质,并以液体或气体的形式进行释放。所述孔隙材料具有吸附能力,可吸附并荷载液体,例如药物、农药、植物养分如维生素或微量元素的溶液等等;一般情况下,要求载体与负载的液态物质之间互无浸润性;释放时,目标液态物质可从载体的孔隙中缓慢流出,以液体形式释放,也可直接汽化以气体形式释放。若负载物质为固态,则需要先将固态物质溶于溶剂中,使之变为液态再进行负载;当负载结束后,溶剂可自行挥发,目标负载物质重新变为固态,释放时以升华的方式直接释放气体。

[0039] 在一些实施方式中,所述目标物质通过物理方法载入孔隙材料载体中。所述物理方法包括负压载入法(真空载入法)、温度/热力载入法、磁力载入法或超声波载入法。但不限于此,任何能够使所述孔隙材料对目标物质完成负载的方法均可使用。

[0040] 在一些实施方式中,所述目标物质通过真空载入法载入孔隙材料载体中。与标准大气压(非真空)的载入相比,真空载入法可使所述孔隙材料载体具有更高的负载能力,以及更好的加载效率。采用负压抽真空的方法,孔隙材料载体对液体(例如水)的负载能力明显增强,最高可达到非真空负载样品的十几倍。负载量与释放时间呈正相关关系,装载越多,释放时间越长,更高的负载量意味着更持久的释放时间。

[0041] 具体的,以纤维或纱线为例,所述负压载入法(真空载入法)的具体过程为:

[0042] 首先将纤维或纱线样品在65%湿度、21 $^{\circ}\text{C}$ 条件下预处理24小时;之后将样品浸入待负载的液体物质中,并在室温下以1kg/cm<sup>2</sup>或者0.01mbar的负压进行加载;加载过程结束

后,将样品取出并垂直悬挂,使纤维或纱线表面的液体自然滴落;当样品悬挂至相邻两滴液体落下的时间间隔不少于 30s时,即完成加载。

[0043] 具体的,所述待负载的液体物质可为药物、农药、植物养分如维生素或微量元素的溶液等等。作为对照,可将样品浸入1%Maxilon Red GRL (MR-GRL)的100mL去离子水中,观察其加载效率。在一些实施方式中,所述目标物质通过温度/热力载入法载入孔隙材料载体中。具体的,以纤维或纱线为例,所述温度/热力载入法的具体过程为:

[0044] 首先将纤维或纱线样品在65%湿度、21℃条件下预处理24小时;之后将样品浸入待负载的液体物质中,并在100℃温度条件下以常压进行加载;加载过程结束后,将样品取出并垂直悬挂,使纤维或纱线表面的液体自然滴落;当样品悬挂至相邻两滴液体落下的时间间隔不少于30s时,即完成加载。

[0045] 具体的,所述待负载的液体物质可为药物、农药、植物养分如维生素或微量元素的溶液等等。作为对照,可将样品浸入1%Maxilon Red GRL (MR-GRL)的100mL去离子水中,观察其加载效率。

[0046] 在一些实施方式中,所述孔隙材料载体的结构可为半密封结构、全密封结构或不密封结构。

[0047] 在一些实施方式中,所述孔隙材料载体释放目标物质的形式包括单面输出或双面输出。

[0048] 具体的,载体可通过分层系统或结构来形成不同需求的阻断,也可全方位开放。可根据具体的输出需求,配合相应的阻隔材料,灵活调节载体密封结构以及输出形式。

[0049] 在一些具体的实施方式中,所述孔隙材料载体为不密封形式,双面输出。

[0050] 具体的,如图2A所示,所述孔隙材料载体单独使用,其可以负载并双向释放目标物质(液态或气态),做到对所述目标物质的双面输出。

[0051] 在一些具体的实施方式中,所述孔隙材料载体为全密封形式,单面输出。

[0052] 具体的,如图2B所示,所述孔隙材料载体与阻隔材料共同使用,孔隙材料载体的其中一个面被阻隔材料封闭。其中,所述阻隔材料为完全阻隔材料,可以阻隔包括空气在内的液态或气态物质。阻隔材料可以阻断所述孔隙材料载体其中一面的输出,使载体负载的目标物质单向释放,最终达到单面输出的效果。

[0053] 优选的,所述阻隔材料可以为胶膜。

[0054] 在一些具体的实施方式中,所述孔隙材料载体为半密封形式,单双面合并输出。

[0055] 具体的,如图2C所示,所述孔隙材料载体与条件阻隔材料共同使用,孔隙材料载体的其中一个面粘附条件阻隔材料。其中,所述条件阻隔材料可随温度或其他物理因素改变形态,在特定条件下表现为通透状态或阻隔状态。在所述条件阻隔材料为通透状态时,其黏附在所述孔隙材料载体上并不会影响载体对目标物质的释放,此时所述孔隙材料载体可做到双面输出;当温度或其他物理因素改变时,所述条件阻隔材料的形态也发生改变,由通透状态转变为阻隔状态,其黏附在所述孔隙材料载体的其中一个面上,可以阻隔包括空气在内的液态或气态物质,并阻断所述孔隙材料载体其中一面的输出,此时所述孔隙材料载体负载的目标物质单向释放,变为单面输出。

[0056] 优选的,所述条件阻隔材料可为热熔胶网膜。所述热熔胶网膜在温度升高时,胶膜融化,黏在孔隙材料载体上并堵塞其孔隙,达到阻隔的效果。但不限于此,其他的可随温度

或其他物理因素而改变形态的材料均可以被合理利用。

[0057] 在一些具体的实施方式中,在一些具体的实施方式中,所述孔隙材料载体为半阻隔形式,双面输出。

[0058] 具体的,如图2D所示,所述孔隙材料载体与半阻隔材料共同使用,孔隙材料载体的两个面均粘附半阻隔材料。其中,所述半阻隔材料可阻隔部分液态或气态物质(如空气)的通过,并减缓其通过速度,做到对液态或气态物质的半阻隔。同时,还可以通过改变所述半阻隔材料的性质,控制液态或气态物质通过半阻隔材料的输出量和输出速度,进而控制所述孔隙材料载体负载的目标物质的输出量和输出速度。此时,所述孔隙材料载体为双面输出,同时可以控制目标物质的输出量和释放速度。

[0059] 优选的,所述条件阻隔材料可为高密度纺织物。所述高密度纺织物细密的内部结构,可以阻断部分液态或气态物质(如空气)的通过;同时,可以通过控制纺织物的密度,进而控制液态或气态物质的通过量和通过速度。但不限于此,其他的可以部分阻隔的液态或气态物质的材料均可以被合理利用。

[0060] 本发明实施例提供的孔隙材料载体,具有中空或多孔的结构,其内部具有空间,可负载固态或液态的目标物质,并以液体或气体的形式释放。所述目标物质从载体的孔隙中释出,可减慢其流出或挥发速度,达至缓释作用,同时还可加长目标物质的输送时间。所述孔隙材料载体通过物理方法载入目标物质(例如真空载入法),简便易行,且负载能力强,加载效率高。不仅如此,所述孔隙材料载体还可多次加载,重复使用,大大降低了成本。本发明实施例提供的孔隙材料载体看完广泛应用于给植物提供养分、防治病虫害、杀虫以及树木和农作物的载入药物治疗,在可持续害虫防治和作物生长等农林业应用中具有潜在的巨大优势。

[0061] 本发明实施例还提供一种孔隙材料载体在农林业中的应用。

[0062] 在一些实施方式中,将所述孔隙材料载体应用于给植物提供养分、防治病虫害、杀虫以及树木和农作物的载入药物治疗。

[0063] 在一些实施方式中,所述孔隙材料载体负载有药物或化学分子。

[0064] 优选的,所述孔隙材料载体负载的药物或化学分子可以为植物养分、杀虫剂、防虫剂、具有特殊气味或功能的化学小分子、某一类激素如信息素等,但不限于此。任何能被所述孔隙材料载体纺织物负载的物质(包括固体或液体),均可以被上述系统利用。

[0065] 在一些实施方式中,将所述孔隙材料载体应用于农业生产。

[0066] 在一些具体的实施方式中,如图3所示,将所述孔隙材料载体织成纺织物,直接覆盖于农田之上(图3A);或者与可伸缩骨架一起使用,将织成纺织物的孔隙材料载体架起来,覆盖于农田之上(图3B)。

[0067] 优选的,将所述孔隙材料载体织成长条状的纺织物,但不限于此。可根据具体需要,织成任意形状的纺织物,例如正方形、圆形、菱形或者不规则形状,以期达到对农田的全覆盖。同样的,纺织物的尺寸也不做限制,可根据农田的面积,织成合适尺寸的孔隙材料载体纺织物。作为举例,若农田面积为 $20\text{m} \times 5\text{m}$ ,则可以织成一条 $21\text{m} \times 5.5\text{m}$ 的长条形纺织物覆于农田之上,或者织成两条 $11\text{m} \times 5.5\text{m}$ 的长条形纺织物共同完成对农田的覆盖。纺织物的尺寸略大于农田的面积,是为了做到对农田完全的覆盖,但并非对此的限制。可根据需要制定合适的纺织物尺寸,做到对农田的全覆盖或部分覆盖。

[0068] 在一些实施方式中,孔隙材料载体纺织物中负载药物或化学分子。优选的,所述孔隙材料载体纺织物负载的药物或化学分子可以为植物养分、杀虫剂、防虫剂、具有特殊气味或功能的化学小分子、某一类激素如信息素等,但对此不做限制。任何能被所述孔隙材料载体纺织物负载的物质(包括液体和固体),均可以被上述系统利用。作为举例,可在孔隙材料载体纺织物中负载杀虫剂,并将其覆于农田之上,杀虫剂可缓慢释放,做到长时间的驱虫、杀虫;作为另一举例,可在孔隙材料载体纺织物中负载植物养分,例如某些微量元素,将其覆于农田后,微量元素可在农作物的整个生长周期内持续不断的缓慢提供,大大加长了养分的输送时间。

[0069] 在一些具体的实施方式中,在所述孔隙材料载体中负载昆虫报警信息素,应用于农业生产中。

[0070] 在一些实施方式中,将所述孔隙材料载体应用于林业生产。

[0071] 同样的,所述孔隙材料载体可负载的药物或化学分子,例如植物养分、杀虫剂、防虫剂、具有特殊气味或功能的化学小分子、某一类激素如信息素等,但对此不做限制。

[0072] 在一些具体的实施方式中,如图4A所示,可将所述孔隙材料载体包覆于树干上,阻隔昆虫爬上树冠;还可以负载药物或杀虫剂,同时做到对生病树木的治疗、防治虫害等等。

[0073] 在一些具体的实施方式中,如图4B所示,还可以将所述孔隙材料载体盖在树木下的土地上。此时孔隙材料载体可负载植物养分,并做到养分的缓慢释放。利用所述孔隙材料载体进行养料供给,既避免了传统养料供给方式带来的短时间的养料过剩,又增加了养料保持时间,树木可持续的从旁边的土地汲取养分。同时,所述孔隙材料载体还可以重复利用,可根据树木生长周期,在特定的时间载入不同的养料,做到长时间的养分输送。

[0074] 在一些具体的实施方式中,如图4C-4D所示,还可以将所述孔隙材料载体套在树冠上或套在果实上。上述方法,首先能够以物理方式直接阻隔害虫接近或停留在目标树木或果实上进行产卵或破坏;其次还可以负载杀虫或驱虫的药物,利用其缓释功能持续性的做到虫害的防治;另外,药物由孔隙材料载体携带,并未直接喷洒在树冠或果实上,在杀虫的同时大大提高了安全性,几乎可以完全避免农药残留,在果树上具有极高的应用前景。

[0075] 在一些实施方式中,将所述孔隙材料载体应用于园艺业。

[0076] 同样的,所述孔隙材料载体可负载的药物或化学分子,例如植物养分、杀虫剂、防虫剂、具有特殊气味或功能的化学小分子、某一类激素如信息素等,但对此不做限制。

[0077] 在一些具体的实施方式中,如图5A所示,可以将所述孔隙材料载体套在盆栽上。首先能够以物理方式直接阻隔害虫接近或停留在盆栽上进行产卵或破坏;其次还可以负载杀虫或驱虫的药物,利用其缓释功能持续性的做到虫害的防治。

[0078] 在一些具体的实施方式中,如图5B所示,还可以将所述孔隙材料载体制成装饰物,插置在盆栽上。同样可以负载杀虫或驱虫的药物,利用其缓释功能持续性的做到虫害的防治,与此同时也不破坏盆栽的美观和整体观赏性。

[0079] 如前所述,所述孔隙材料载体可以织成合适尺寸和形状的纺织物。所述纺织物的尺寸既可以大到对整片农田的覆盖,也可以仅仅几厘米,作为盆栽的装饰物而存在。在此不作任何限制。

[0080] 本发明实施例提供的所述孔隙材料载体在农业以及林业中的应用,具有以下优点:1、本发明采用孔隙材料作为载体,其内部中空,可负载药物或化学小分子;负载的物质

从孔隙或开口处缓慢释放,可减慢其流出和挥发速度,达至缓释作用,并大大加长负载物质的输送时间;2、所述孔隙材料载体可以重复载入,可根据农作物或树木的生长周期,选择载入不同的物质,例如植物养分或驱虫药物等,为植物提供长时间的保护;其织成的纺织物也可以重复使用,降低了农林业生产中的成本;3、在防治害虫时,本发明可做到物理及自然生物防治相结合,首先利用所述孔隙材料载体织成的纺织物以物理方式直接阻隔害虫接近或停留在目标植物上产卵或破坏其茎叶;同时载体内负载的杀虫、防虫药物则以自然生物防治的方法,对周围害虫进行驱离、杀灭,并可阻吓害虫接近。上述双重防治方法,可减少使用农药和环境污染,降低昆虫产生抗药性的机率;4、本发明采用孔隙材料作为载体,制成缓释纺织物,纺织物的结构透气轻薄,阳光空气水分皆可穿透其中,不影响透光率和植物的生长;而且可覆盖的范围广大,其负载的药物或化学小分子可均匀和充分地在目标植物周围扩散。

[0081] 本发明实施例还提供一种孔隙材料载体在农林业中的应用方法,包括步骤:

[0082] S10、提供孔隙材料;

[0083] S20、将所述孔隙材料制成纺织物,得到孔隙材料纺织物;

[0084] S30、将目标物质载入所述孔隙材料纺织物,制备得到缓释孔隙材料纺织物;

[0085] S40、在目标树木或农作物旁边搭建可伸缩骨架,所述可伸缩骨架可向上延伸至高于所述目标树木或农作物;

[0086] S50、在所述可伸缩骨架的支撑下,将所述缓释孔隙材料纺织物覆盖于所述目标树木或农作物的上方以及四周,形成包覆。

[0087] 在一些实施方式中,所述孔隙材料为中空纤维。

[0088] 具体的,将所述中空纤维作为载体应用于农林业中,具体包括步骤:

[0089] S100、提供中空纤维;

[0090] S200、将所述中空纤维纺成线,并将纺成的线织成布,得到中空纤维纺织物;

[0091] S300、将药物或化学分子载入所述中空纤维纺织物中,制备得到缓释中空纤维纺织物;

[0092] S400、在目标树木或农作物旁边搭建可伸缩骨架,所述可伸缩骨架可向上延伸至高于所述目标树木或农作物;

[0093] S500、在所述可伸缩骨架的支撑下,将所述缓释中空纤维纺织物覆盖于所述目标树木或农作物的上方以及四周,形成包覆。

[0094] 在一些实施方式中,所述中空纤维表面有若干微细孔。微细孔的存在,不仅可以负载更多的药物或化学分子,而且也使得织成的纺织物的结构轻薄透气。

[0095] 在一些实施方式中,所述中空纤维织成的纺织物结构可为无纺布、梭织布或针织布,但不限于此。

[0096] 具体的,用针刺法将中空纤维制成无纺布,再将目标物质负载于所述无纺布的纤维上。

[0097] 具体的,把中空纤维制成的纱线用梭织机(如剑杆梭织机、片梭织机等)织成梭织布,再将目标物质负载于布的纤维上。其中,不同的布参数(如密度/重量等),可应不同的需要而定,例如,1/1平纹布(密度:15×15/10S)、1/8缎纹布(密度:39×39/20S)。

[0098] 具体的,把中空纤维制成的纱线用针织机(如平机、圆机等)织成针织布,再将目标

物质负载于布的纤维上。其中,不同的布参数(如密度/重量等),可应不同的需要而定,例如圆编针织单面布。

[0099] 在一些实施方式中,将所述中空纤维纺成纱支为6-80S的纱线。

[0100] 在一些实施方式中,可将纺成的线织成网纱布。优选的,所述网纱布以平纹梭织法织成,布的密度为经纱每英寸5-60条×纬纱每英寸10-30条。

[0101] 在一些实施方式中,药物或化学分子通过真空载入法载入,可在所述中空纤维内形成气囊和气泡,减慢信息素的流出和挥发速度,达至缓释作用。但不限于此,还可以通过其他合适的载入方法,例如磁力、超声波、温度载入法等等。

[0102] 在一些实施方式中,所述可伸缩骨架搭建在目标树木或农作物旁边 5-10cm处,并向上延伸至高于所述目标树木或农作物2-5cm处。

[0103] 在一些实施方式中,所述缓释中空纤维纺织物对所述目标树木或农作物形成包覆,在可伸缩骨架的支撑下,所述缓释中空纤维纺织物高于目标树木或农作物2-5cm,与目标树木或农作物前后左右的距离为5-10cm。

[0104] 在一些实施方式中,所述中空纤维纺织物负载的药物或化学分子可以为植物养分、杀虫剂、防虫剂、具有特殊气味或功能的化学小分子、某一类激素如信息素等,但对此不做限制。任何能被所述中空纤维纺织物负载的物质(包括固体或液体),均可以被上述系统利用。

[0105] 在具体的实施例中,本发明提供了一种载有昆虫报警信息素的缓释纺织物及其在农业中的应用。

[0106] 昆虫信息素是昆虫从体内分泌至体外,用作与同种个体传递信息的微量挥发性化学物质,此物质可激发同伴的强烈行为反应。根据目的,它可分为性信息素、聚集信息素和警报信息素等,而其中的报警信息素具有驱避、吸引天敌和影响昆虫发育的功效。昆虫信息素的应用是近年来害虫绿色防控的一项新技术,拥有针对性强、高效能、无污染、对天敌无害、有利食品安全和不产生耐药性的优点,更可减少化学农药的使用。目前,用于信息素防治工作的载体有毛细管、迷向丝、橡胶诱芯、微胶囊、空芯纤维、蜡滴、纳米纤维和乳化膏状物等,而这些载体多需配合诱捕器或散发器使用。不过,这些载体主要应用在性信息素防治上,而且单一载体的释放覆盖范围小;再加上信息素多依赖风力作用扩散,但风向和风速皆无法控制,这就使得信息素的气味无法均匀和充分地在田间内扩散,导致防治的结果成效极低。故而,本发明将所述中空纤维纺织物应用于负载昆虫报警信息素,提供了一种载有昆虫报警信息素的缓释纺织物在农业中的应用,以解决现存信息素载体的释放覆盖范围小和依赖风力作用扩散、气味无法均匀和充分地在田间内扩散的问题。

[0107] 在一些实施方式中,本发明实施例提供一种载有昆虫报警信息素的缓释纺织物在农业中的应用方法,包括步骤:

[0108] S1000、提供中空纤维;

[0109] S2000、将所述中空纤维纺成线,并将纺成的线织成网纱布,得到中空纤维网纱布;

[0110] S3000、利用真空载入法将昆虫报警信息素载入所述中空纤维网纱布中,制备得到昆虫报警信息素缓释中空纤维网纱布;

[0111] S4000、在目标农作物旁边搭建可伸缩骨架,所述可伸缩骨架可向上延伸至高于所述目标农作物;

[0112] S5000、在所述可伸缩骨架的支撑下,将所述昆虫报警信息素缓释中空纤维网纱布覆盖于所述目标农作物的上方以及四周,形成包覆。

[0113] 优选的,所述昆虫报警信息素为蚜虫报警信息素。

[0114] 优选的,所述中空纤维表面有若干微细孔。微细孔的存在,不仅可以负载更多的信息素,而且也使得织成的网纱布轻薄透气。纤维的内部具有中空空间,可容纳信息素物质。内部空间则与纤维表面完全隔离,物质可从纤维头尾的开口或表面破损的结构中释出。

[0115] 优选的,将所述中空纤维纺成纱支为6-80S的纱线。

[0116] 优选的,所述网纱布以平纹梭织法织成,布的密度为经纱每英寸5-60 条×纬纱每英寸10-30条。

[0117] 优选的,所述可伸缩骨架搭建在目标农作物旁边5-10cm处,并向上延伸至高于所述目标农作物2-5cm处。

[0118] 优选的,所述昆虫报警信息素缓释中空纤维网纱布对所述目标农作物形成包覆,在可伸缩骨架的支撑下,所述昆虫报警信息素缓释中空纤维网纱布高于目标农作物2-5cm,与目标农作物前后左右的距离为5-10cm。

[0119] 本发明实施例提供的载有昆虫报警信息素的缓释纺织物在农业中的应用方法,具有以下优点:1、本发明结合物理及自然生物防治的方法,利用网纱布的细孔径以物理方式直接阻隔害虫接近或停留在目标农作物上产卵或破坏其茎叶;同时中空纤维内的报警信息素则以自然生物防治的方法,引起周围害虫的警戒、停止进食、骚动、从农作物上逃离的行为,并可阻吓害虫接近,以天然无害的方式驱避害虫,减少使用农药和环境污染,降低昆虫产生抗药性的机率;2、本发明采用中空纤维网纱布为信息素的载体,纤维的内部具有中空空间,可容纳信息素物质,内部空间则与纤维表面完全隔离,物质可从纤维头尾的开口或表面破损的结构中释出;信息素透过真空载入法载入,纤维内形成气囊和气泡,减慢信息素的流出和挥发速度,达至缓释作用;3、本发明采用中空纤维网纱布为信息素的载体,制成缓释纺织物,纺织物的结构透气轻薄,阳光空气水分皆可穿透其中,不影响透光率和农作物的生长,而且可覆盖的范围广大,纤维内的信息素不需要依赖风力作用扩散也可均匀和充分地 在田间内扩散。

[0120] 下面通过具体实施例对本发明一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用做进一步的解释说明:

[0121] 实施例1

[0122] 中空纤维的中空面积对其负载能力的影响

[0123] (1) 提供三种中空纤维:短卷曲纤维(100%涤纶中空纤维,中空直径为 $18.8\mu\text{m}$ ,中空面积为 $277.6\mu\text{m}^2$ );粗纱纤维(100%涤纶中空纤维,中空直径为 $3.6\mu\text{m}$ ,中空面积为 $10.2\mu\text{m}^2$ );细纱纤维(40%空心涤纶和60%棉纤维,中空面积为 $12.8\mu\text{m}^2$ )。

[0124] (2) 分别对三种中空纤维加载不同浓度的壳聚糖溶液(0.5%、1%、1.5%);

[0125] (3) 加载完毕后,用显微镜观察所述中空纤维的空腔,一旦观察到空腔中的液体,则认为加载成功。

[0126] 三种纤维对不同浓度的壳聚糖溶液加载能力如表1所示:

[0127] 表1

[0128]	纤维类型	0.5%壳聚糖溶液 (低粘度)	1%壳聚糖溶液 (中粘度)	1.5%壳聚糖溶液 (高粘度)
	短卷曲纤维	加载	加载	加载
	粗纱纤维	加载	未加载	未加载
	细纱纤维	加载	未加载	未加载

[0129] 由上述结果可知,中空度越小,壳聚糖溶液的加载更加困难;中空度小的细纱纤维承载能力最低;同时,液体的粘度越低,越容易装入纤维腔。

[0130] 实施例2

[0131] 载入方式对中空纤维载体负载能力的影响

[0132] 提供短卷曲纤维(100%涤纶中空纤维,中空直径为 $18.8\mu\text{m}$ ,中空面积为 $277.6\mu\text{m}^2$ ),分别在标准大气压以及负压条件下加载0.5%Maxilon Red GRL(MR-GRL)染料。之后分别用显微镜观察不同条件下所述短卷曲纤维对染料的加载情况。

[0133] 短卷曲纤维在标准大气压以及负压条件下对染料的加载结果如图6以及表2所示:其中,图6a所示为设定一之下,在负压(6a上图)以及标准大气压(6a下图)加载之后的显微镜视图;图6b所示为设定二或三之下,在负压(6b上图)以及标准大气压(6b下图)加载之后的显微镜视图;

[0134] 表2

[0135]	设定一 材料	(1a)负压加载 30min	(1b) 标准大气压加载 30min
	卷曲纤维(100%涤纶中空纤维,中空直径为 $18.8\mu\text{m}$ ,中空面积为 $277.6\mu\text{m}^2$ )	至少 40%的管腔被染料溶液分段填充	仅加载了极少量液体(约1%)
	设定二 材料	(2a) 负压加载 30 分钟,真空保持 3 小时	(2b) 常压加载 3.5 小时
	卷曲纤维(100%涤纶中空纤维,中空直径为 $18.8\mu\text{m}$ ,中空面积为 $277.6\mu\text{m}^2$ )	大约 90% 的管腔加载了溶液	仅加载了大约 5% 的液体
	设定三 材料	(3a) 负压加载 30 分钟,真空保持 12 小时	(3b) 常压加载 12.5 小时
	卷曲纤维(100%涤纶中空纤维,中空直径为 $18.8\mu\text{m}$ ,中空面积为 $277.6\mu\text{m}^2$ )	大约 90% 的管腔加载了溶液	仅加载了大约 5% 的液体

[0136] 由上述结果可知,与常压相比,采用负压加载法(真空加载法)对中空纤维载体进行加载,可大大提高中空纤维对液体的负载量,负载量最高提升了15-20倍;同时缩短了加载时间,负载效率也有了显著的提高。

[0137] 实施例3

[0138] 纱线结构对中空纤维载体释放能力的影响

[0139] 提供三种结构的中空纤维纱线:中空气流纱、中空环锭纱以及中空涡流纱;分别在室温负压条件下 ( $0.8\text{kg}/\text{cm}^2$ ) 对染料进行加载后,观察三种结构的纱线对目标溶液释放能力。释放结果如图7以及表3所示:

[0140] 表3

[0141]	材料	原纱线质量 Yarn Mass (g)	溶液的吸光度 Absorbance (a.u)	可负载溶液的浓度 Concentration (mg/L)
	20s/1 中空气流纱 (Rotor Spun Yarn)	0.3167	0.2477	89.8909
	20s/1 中空环锭纱 (Ring Spun Yarn)	0.32	0.2031	73.6727
[0142]	20s/1 中空涡流纱 (Vortex Spun Yarn)	0.3	0.272	98.7273

[0143] 其中,释放出的溶液的吸光度愈高,反映同等时间下释放速度越快。由上述结果可知,在同一条件下,中空涡流纱的释放速度最快,其次是中空气流纱,释放速度最慢的是中空环锭纱。

[0144] 综上所述,本发明提供了一种孔隙材料载体及其在农林业中的应用。本发明提供的孔隙材料载体,具有中空或多孔的结构,其内部具有空间,可负载固态或液态的目标物质,并以液体或气体的形式释放。所述目标物质从载体的孔隙中释出,可减慢其流出或挥发速度,达至缓释作用,同时还可加长目标物质的输送时间。所述孔隙材料载体通过物理方法载入目标物质(例如真空载入法),简便易行,且负载能力强,加载效率高。不仅如此,所述孔隙材料载体还可多次加载,重复使用,大大降低了成本。本发明实施例提供的孔隙材料载体可以广泛应用于给植物提供养分、防治病虫害、杀虫以及树木和农作物的载入药物治疗,在可持续害虫防治和作物生长等农林业应用中具有潜在的巨大优势。

[0145] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

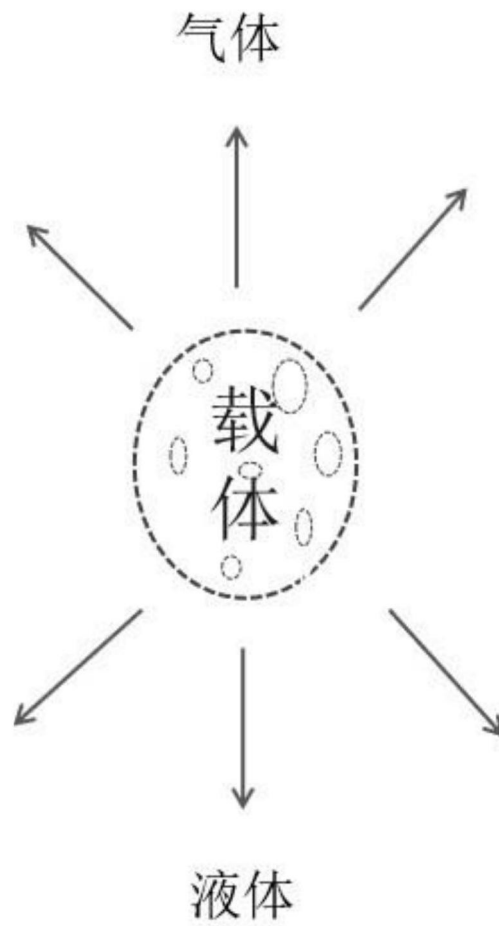


图1

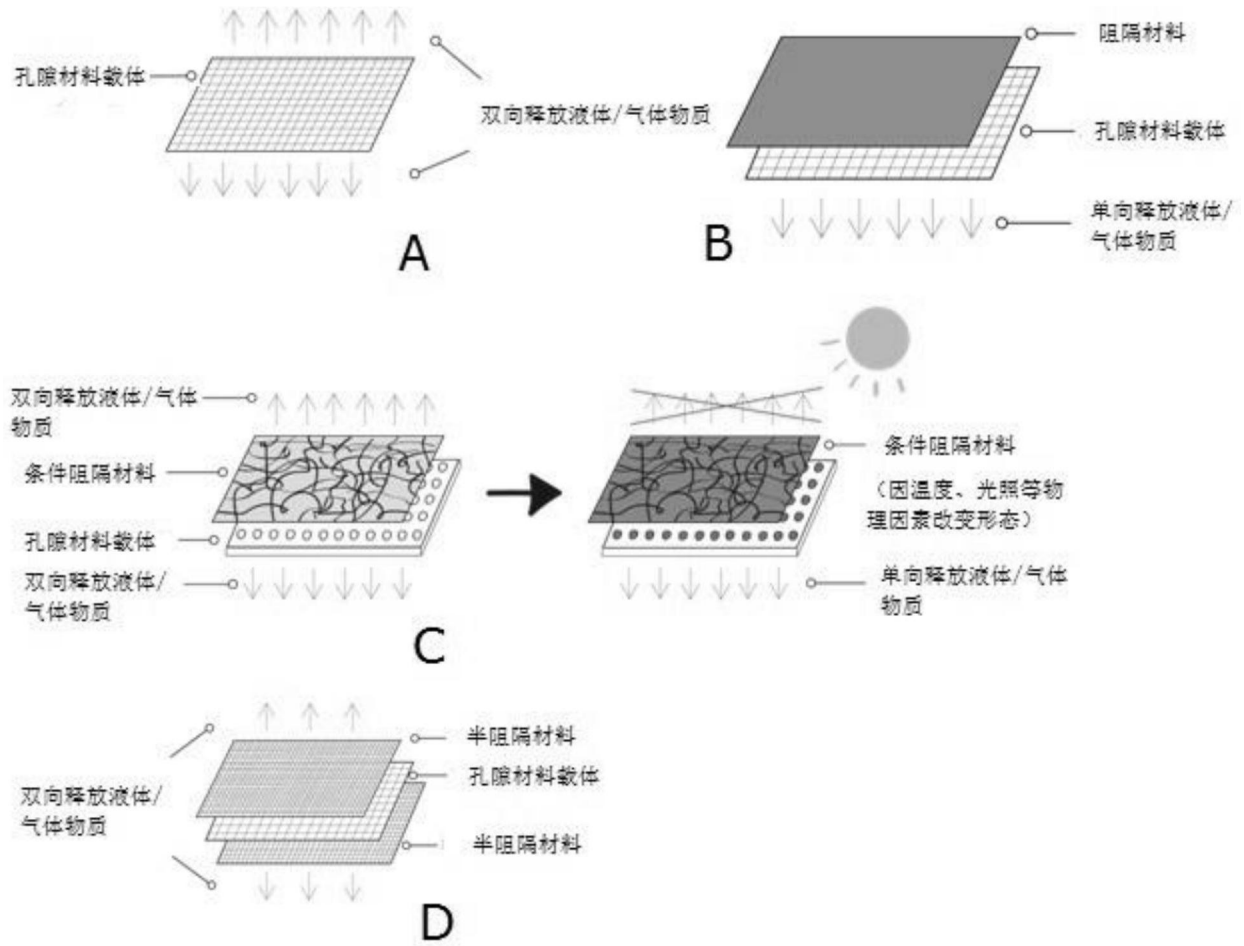


图2

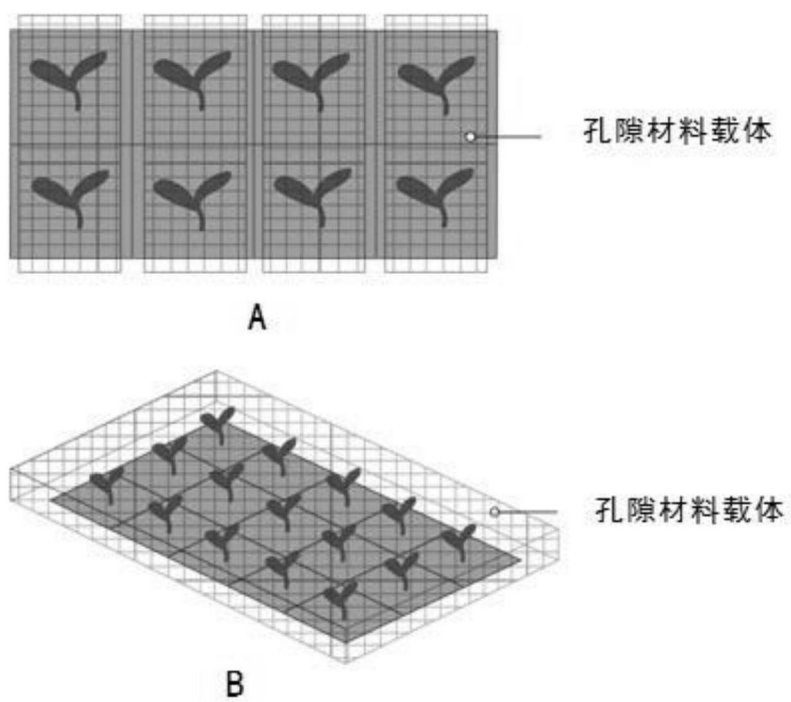


图3

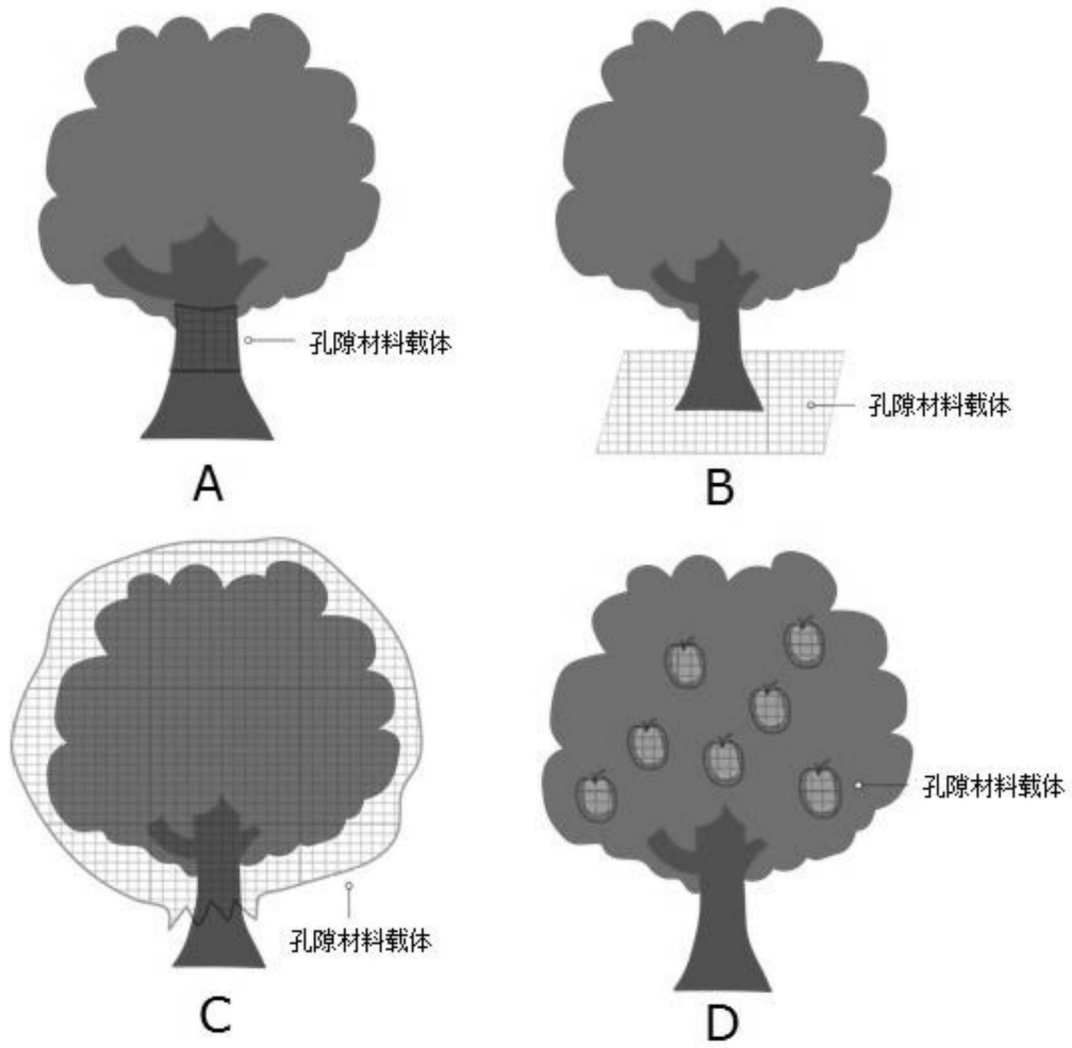


图4

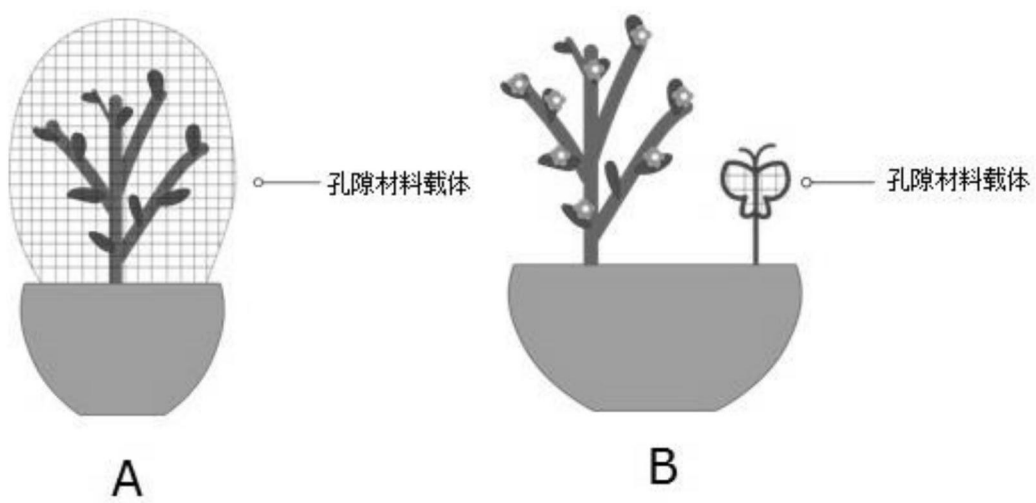


图5

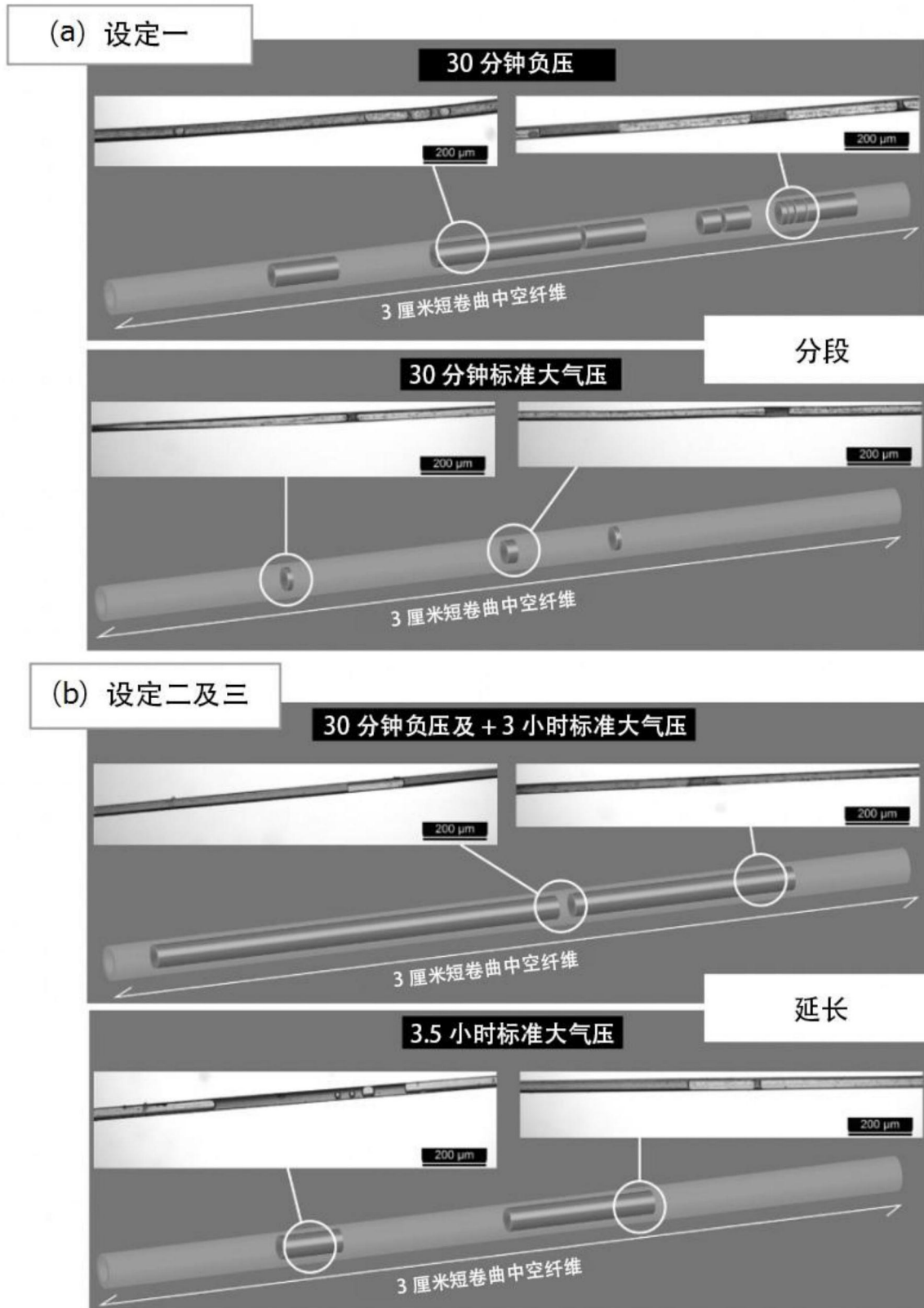


图6

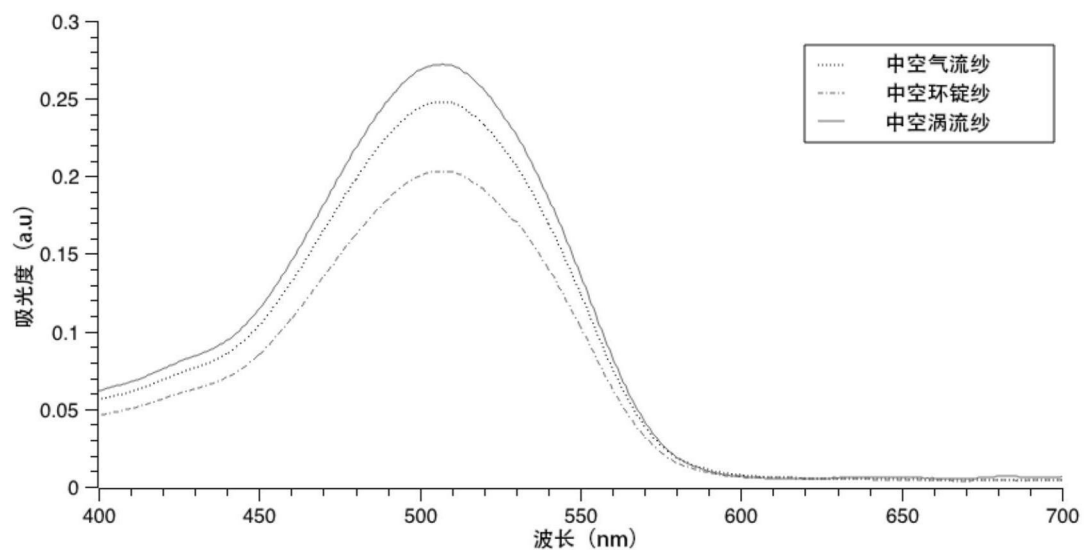


图7