

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 10 月 8 日 (08.10.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/200170 A1

(51) 国际专利分类号:
C04B 28/02 (2006.01) *C04B 41/46* (2006.01)
C04B 20/10 (2006.01) *B01J 13/02* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/082085

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 30 日 (30.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910268368.9 2019年4月4日 (04.04.2019) CN

(71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(72) 发明人: 王清(WANG, Qing); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 李耀(LI, Yao); 中国山东省青岛市黄

岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 郑旭(ZHENG, Xu); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 王宁(WANG, Ning); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 青岛锦佳专利代理事务所(普通合伙)(QINGDAO JINJIA PATENT AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国山东省青岛市黄岛区香江路 713-1 号拓谱产教园 H 座 115 室(联系人: 朱玉建), Shandong 266555 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: METHOD FOR PREPARING DAMAGE-SELF-REPORTING CONCRETE

(54) 发明名称: 一种可自报告损伤的混凝土的制备方法

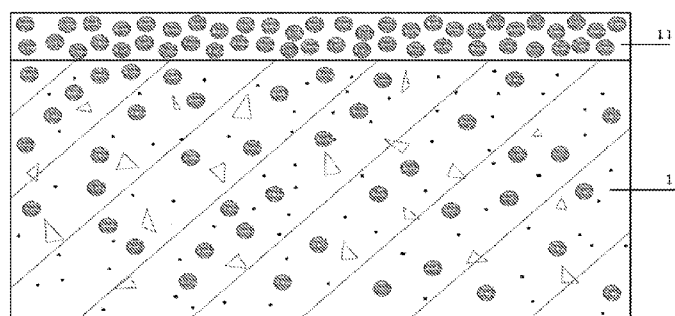


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a method for preparing a damage-self-reporting concrete, comprising the steps of dissolving PMMA in chloroform; dissolving CVL in phenyl acetate; then placing same in a vortex mixer for vortex mixing, so as to obtain an oil phase; adding a silica sol to distilled water as a continuous phase, and then subjecting the continuous phase and the oil phase to vortex mixing so as to obtain a pre-emulsion; adding a 1 M HCl solution to the pre-emulsion, and adjusting the pH of the pre-emulsion to 8.0; then subjecting same to an ultrasonic bath under ice bath cooling conditions to form an oil-in-water emulsion; stirring the resulting emulsion in a pre-heated oil bath at 40 ° C to evaporate the chloroform, so as to obtain a suspension; cooling the resulting suspension to room temperature, and subjecting same to vacuum filtration to obtain a microcapsule; and adding a dispersion system of the microcapsules to a concrete slurry and stirring same, and casting same so as to obtain the damage-self-reporting concrete. The method combines visual sensing and concrete damage monitoring, that is to say, a color change means that a crack appears, which is intuitional and clear, and same has a high sensitivity and can reduce construction difficulties.

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种可自报告损伤的混凝土的制备方法, 包括以下步骤: 将PMMA溶解在氯仿中; 将CVL溶解在乙酸苯酯中; 然后放入漩涡混合器中进行涡旋混合, 得到油相; 将硅溶胶加入蒸馏水中作为连续相, 然后将连续相与油相进行涡旋混合, 得到预乳液; 向预乳液中加1M HCl溶液, 将预乳液的pH调节至8.0; 然后在冰浴冷却下使用超声波浴成水包油乳液; 将得到的乳液在40℃的预热油浴中搅拌, 以蒸发氯仿, 得到悬浮液; 所得悬浮液冷却至室温, 并使用真空过滤得到微胶囊; 向混凝土浆料中加入微胶囊分散系并搅拌, 即可浇筑得到可自我报告损伤的混凝土。该方法将可视化传感与混凝土损伤监测相结合, 变色即出现裂缝, 直观明了, 而且灵敏度高, 可减小施工难度。

一种可自报告损伤的混凝土的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及混凝土结构健康监测领域，具体地说是涉及一种可自报告损伤的混凝土的制备方法。

背景技术

[0002] 随着建筑行业的不断发展，大量的工程建设在各地开展，但往往由于设计和施工质量上的种种缺陷，导致建筑物或构筑物在试用期间产生应变，如果应变开展过大，就会影响结构的安全性和耐久性。因此，对结构进行健康监测就显得尤为重要。

[0003] 目前，对建筑物结构健康监测主要是进行应变监测，依靠应变传感器，如分布式光纤传感器。而传统的分布式光纤传感器，由于光纤本身存在种种缺点，导致光纤传感器也存在着成本高、误差大、施工难度大、监测部位有限等等缺点。而且由于其成本高，局限性大的缺点，因此无法广泛应用于建筑的结构健康监测。下面进行较为详细的说明：

[0004] 现有的分布式光纤传感器埋入混凝土内部结构通常有三种方式：普通埋设、补埋、粘贴埋设。普通埋设即利用钢筋将光纤固定，最后浇注混凝土，完工后利用光纤光栅传感器进行监测。补埋式即在指定检测部位进行开槽，然后回填混凝土。粘贴埋设是采用粘贴材料把光纤光栅传感器贴在混凝土表面进行检测，将混凝土表面切割出一条沟槽，将分布式光纤布设在沟槽中，用环氧树脂封装。

[0005] 分布式光纤传感器的工作原理大致如下：将光纤传感器嵌入待测的混凝土结构中，当混凝土结构受力产生应变时光纤结构也会伴随着产生相应的应变，通过检测光纤的应变就可以得到被检测混凝土构件的应变信息。混凝土结构应变过大时会产生裂缝，由于光纤应变跟随被检测混凝土变化，所以光纤在裂缝处的理论应变值会产生一个峰值，分布式光纤传感器就是这样来检测裂缝。

发明概述

技术问题

- [0006] 现有分布式光纤传感器存在以下几方面技术缺点：
- [0007] (1) 分布式光纤在混凝土裂缝产生时会与混凝土产生相对滑移导致测量结果不准确；
- [0008] (2) 在施工时需要在混凝土表面挖设沟槽，破坏混凝土表面完整性的同时，也增加了施工难度；
- [0009] (3) 只有在光纤贯穿裂缝时才能检测到裂缝，若裂缝与光纤没有相交，则无法检测；
- [0010] (4) 光纤传感器只能检测裂缝，无法检测混凝土的擦伤、压伤等损伤。

问题的解决方案

技术解决方案

- [0011] 为了解决上述技术问题，本发明的目的之一在于提供一种微胶囊分散系或者说一种胶囊型可视化应变传感器，该微胶囊传感器应用于混凝土结构的结构健康监测，具有可以进行实时原位监测，效果直观明显，灵敏度高等优点，以解决现有应变传感器工艺复杂、无法实时原位检测、精度差、检测位置局限性大等问题。
- [0012] 该微胶囊分散系采用以下方法制备而成：
- [0013] (1) 将500mg聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）溶解在5g氯仿中，得到溶液一；
- [0014] (2) 在另一容器中，将100mg结晶紫内酯（CVL）溶解在1g乙酸苯酯中，得到溶液二；
- [0015] (3) 将溶液一和溶液二一并放入漩涡混合器中进行涡旋混合，得到油相；
- [0016] (4) 将3.2g型号为HS-30的硅溶胶作为乳液稳定剂加入到16.8g蒸馏水中作为连续相，然后将连续相加入漩涡混合器中与油相进行涡旋混合2分钟，得到预乳液；
- [0017] (5) 向预乳液中加入1M HCl溶液，将预乳液的pH值调节至8.0；
- [0018] (6) 将调节pH值后的预乳液在冰浴冷却下使用超声波浴成水包油乳液，超声波的振幅为30%至50%，按30秒脉冲，10秒暂停的时序，连续进行3分钟；
- [0019] (7) 将得到的乳液在40℃的预热油浴中搅拌（搅拌速度为1000rpm，搅拌时间

为16小时)，以蒸发氯仿，得到悬浮液；

[0020] (8) 将所得悬浮液冷却至室温，并使用真空过滤得到微胶囊，用水和乙醇洗涤微胶囊数次，即得到微胶囊分散系。

[0021] 该微胶囊分散系可应用于混凝土结构中，以实现混凝土结构的可自我报告损伤功能。

[0022] 本发明的目的之二在于提出一种可自报告损伤的混凝土，该混凝土是由常规原料水泥、粉煤灰、中砂、碎石、水与可视化应变传感器即微胶囊分散系混合制成，其中常规原料水泥：粉煤灰：中砂：碎石：水=1：0.4：2.29：2.29：0.47，以质量配比计；另外，水泥与微胶囊分散系的质量配比为1：0.1，水泥与减水剂的质量配比为1：0.024。以上配比可以根据实际工况或需要的混凝土强度进行调整。

[0023] 本发明的目的之三在于提出一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，该方法所制备的混凝土将可视化传感与混凝土损伤监测相结合，具有可以进行实时原位监测，效果直观明显，灵敏度高等优点。

[0024] 本发明所采用的技术解决方案是：

[0025] 一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，包括以下步骤：

[0026] (1) 将聚甲基丙烯酸甲酯溶解在氯仿中，得到溶液一；

[0027] (2) 将结晶紫内酯溶解在乙酸苯酯中，得到溶液二；

[0028] (3) 将溶液一和溶液二一并放入漩涡混合器中进行涡旋混合，得到油相；

[0029] (4) 将型号为HS-30的硅溶胶作为乳液稳定剂加入到蒸馏水中作为连续相，然后将连续相加入漩涡混合器中与油相进行涡旋混合，得到预乳液；

[0030] (5) 向预乳液中加入1M HCl溶液，将预乳液的pH值调节至8.0；

[0031] (6) 将调节pH值后的预乳液在冰浴冷却下使用超声波浴成水包油乳液；

[0032] (7) 将得到的乳液在40℃的预热油浴中搅拌，以蒸发氯仿，得到悬浮液；

[0033] (8) 将所得悬浮液冷却至室温，并使用真空过滤得到微胶囊，用水和乙醇洗涤微胶囊数次，即得到微胶囊分散系；

[0034] (9) 将水泥、粉煤灰、中砂、碎石和水混合，并搅拌1-2分钟，得到浆料；

[0035] (10) 向浆料中加入微胶囊分散系并搅拌1-2分钟；

- [0036] (11) 然后向浆料中加入减水剂并搅拌2-3分钟, 即可浇筑;
- [0037] (12) 养护拆模后, 在混凝土表面再覆涂一层微胶囊分散系, 即得到可自我报告损伤的混凝土。
- [0038] 优选的, 步骤(1)中: 聚甲基丙烯酸甲酯与氯仿的质量比为1:10。
- [0039] 优选的, 步骤(2)中: 结晶紫内酯与乙酸苯酯的质量比为1:10。
- [0040] 优选的, 步骤(4)中: 硅溶胶与蒸馏水的质量比为1:5-6; 连续相与油相的涡旋混合时间为2分钟。
- [0041] 优选的, 步骤(6)中: 超声波的振幅为30%至50%, 按30秒脉冲, 10秒暂停的时序, 连续进行3分钟。
- [0042] 优选的, 步骤(7)中: 搅拌速度为1000rpm, 搅拌时间为16小时。
- [0043] 优选的, 步骤(10)中: 以水泥:微胶囊分散系=1:0.1-0.3的质量比, 向浆料中添加微胶囊分散系。

发明的有益效果

有益效果

- [0044] (1) 传统的分布式光纤传感器在混凝土裂缝产生时会与混凝土产生相对滑移导致结果不准确, 而微胶囊灵敏度高, 即掺杂于混凝土中又直接覆盖于混凝土表面, 裂缝产生时不会产生滑移与错动;
- [0045] (2) 传统的分布式光纤传感器在施工时需要在混凝土表面挖设沟槽, 破坏混凝土表面完整性的同时, 也增加了施工难度; 本方法施工简单且微胶囊部分可以预制, 不需要损伤原结构;
- [0046] (3) 传统的分布式光纤传感器只有在光纤贯穿裂缝时才能检测到裂缝, 若裂缝与光纤没有相交, 则无法检测; 而微胶囊传感器, 监测范围大, 只要有微胶囊分布的部位都能进行应变监测。

对附图的简要说明

附图说明

- [0047] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步说明:
- [0048] 图1为本发明所制备的可自我报告损伤的混凝土的结构原理示意图;
- [0049] 图2为本发明混凝土出现裂缝后的原理示意图。

[0050] 图中：11为混凝土表面的微胶囊层，12为混凝土结构层，21为混凝土结构的裂缝，22为混凝土表面微胶囊层中被激活的微胶囊，23为混凝土表面微胶囊层中未被激活的微胶囊，24为混凝土结构层中被激活的微胶囊。

[0051] 图中比例只是为方便理解，实际微胶囊尺寸为纳米级，在结构各处均匀分布，被激活前无色，激活后显蓝色。

发明实施例

本发明的实施方式

[0052] 本发明所涉及到的原理性内容介绍如下：

[0053] 本发明中先将聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）溶于氯仿使其成为液态，PMMA的用量决定微胶囊的外壳厚度；将结晶紫内酯（CVL）作为微胶囊的芯材，CVL为固体粉末，溶解在乙酸苯酯中成为液态，结晶紫内酯的用量不宜过多，否则可能导致包覆不完全。本发明中添加的HS-30型号硅溶胶作为乳化剂，帮助形成乳液；通过加入1M HCl溶液调pH值，帮助微胶囊成型。

[0054] 本发明中制备微胶囊的方法为溶剂蒸发法，从制备方法的步骤（6）开始已经形成了水包油乳液（O/W型乳液），在乳液液滴中含有芯材（CVL），囊壁材料（PMMA）以及挥发性溶剂（氯仿），在步骤（7）中的油浴加热时，氯仿从乳液液滴中逐渐被除去，液滴中的PMMA由于氯仿的挥发而发生相分离（PMMA为固态，溶解于氯仿称为液态），然后迁移到CVL油滴的表面，并在表面富集；当氯仿被完全蒸发，即得到以CVL为核心，PMMA为外壳的油核/聚合物壳的微胶囊。

[0055] 本发明中采用的CVL为隐色染料，平时无色，二氧化硅为其显色剂。在微胶囊破裂后，芯材CVL外流，接触到微胶囊外壳上的二氧化硅则显蓝色。因此，只要微胶囊破裂的区域，都会显蓝色。而二氧化硅来自步骤（4）中添加的硅溶胶，在微胶囊包覆完成后，留在微胶囊外壳表面。

[0056] 本发明制备步骤（6）中采用的冰浴条件主要目的是降温，防止氯仿提前挥发。

[0057] 还需要澄清一点，本发明在将微胶囊分散系与水泥等混合制备混凝土的过程中，仅需要轻微搅拌（搅拌转速一般为1000rpm左右，与微胶囊分散系制备过程中的搅拌速度差别不大）均匀即可自密实获得混凝土，并不需要振捣，因此在此

制备过程中微胶囊分散系不会破裂。

[0058] 本发明不但在混凝土中掺杂有微胶囊分散系，还在混凝土表面再覆涂一层微胶囊分散系，这主要是因为混凝土结构的裂缝大多从表面开展，因此最后在表面再进行覆涂是加强对表面的监测（防止混凝土在凝结硬化过程中微胶囊在混凝土表层部分分布不均匀），而具体涂覆方法是只须轻轻刷涂即可。

[0059] 结合附图，本发明提出一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，该方法将可视化传感与混凝土损伤监测相结合，变色即出现裂缝，直观明了（特别在监测不允许出现裂缝的结构时更加方便）；并且减小施工难度，光纤传感器需要在混凝土表面进行挖槽施工，而本发明中介绍的基于微胶囊技术的自报告损伤混凝土制备简单，可在浇筑前完成，部分步骤可以预制；灵敏度高，只要混凝土出现损伤，无论开裂或擦伤、压伤均可触发，微胶囊均匀分布在结构各处，结构各部位均可实现实时原位监测。

[0060] 本发明在制备可自报告损伤的混凝土中选用以下材料：

[0061] 聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA），氯仿，紫结晶内脂（CVL），乙酸苯酯，硅溶胶（型号为HS-30），HCL（浓度为1mol/L），水泥（型号为P.042.5R），粉煤灰，中砂，碎石（粒径为10-20mm），高效减水剂（苏博特PCA-1高效减水剂）。

[0062] 一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，包括以下步骤：

[0063] （1）将500mg聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）溶解在5g氯仿中，得到溶液一。

[0064] （2）在另一容器中将100mg结晶紫内酯（CVL）溶解在1g乙酸苯酯中，得到溶液二。

[0065] （3）将溶液一和溶液二在容器中混合在一起作为油相。

[0066] （4）将3.2g硅溶胶（硅溶胶型号为HS-30）作为乳液稳定剂加入到16.8g蒸馏水中作为连续相，并在漩涡混合器中将油相和连续相合并，涡旋混合2分钟，得到预乳液。

[0067] （5）通过向预乳液中加入1M HCL溶液，将预乳液的pH值调节至8.0。

[0068] （6）在冰浴冷却下使用超声波浴成水包油乳液（超声条件：30%至50%振幅；30秒脉冲，10秒暂停；连续进行3分钟）。

[0069] （7）将得到的乳液在40℃的预热油浴中快速转移（将乳液从超声波清洗仪转

移到搅拌设备中)，并以1000rpm转速搅拌16小时以蒸发氯仿，得到悬浮液。

[0070] (8) 将所得悬浮液冷却至室温，并使用真空过滤微胶囊。用水和乙醇洗涤微胶囊数次即得到微胶囊分散系。

[0071] (9) 以水泥：粉煤灰：中砂：碎石：水=1：0.4：2.29：2.29：0.47的质量配比将上述原料混合搅拌1-2分钟，得到浆料。

[0072] (10) 按照水泥：微胶囊=1：0.1的质量比向浆料中加入微胶囊分散系并搅拌1-2分钟。

[0073] (11) 再按照水泥：减水剂=1：0.024的质量比加入高效减水剂并搅拌2-3分钟即可浇筑。

[0074] (12) 养护拆模后，在混凝土表面再覆涂一层微胶囊分散系，即得到可自我报告损伤的混凝土。

[0075] 上述方式中未述及的部分采取或借鉴已有技术即可实现。

[0076] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的保护范围由所附权利要求及其等同物限定。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，其特征在于包括以下步骤：
- (1) 将聚甲基丙烯酸甲酯溶解在氯仿中，得到溶液一；
 - (2) 将结晶紫内酯溶解在乙酸苯酯中，得到溶液二；
 - (3) 将溶液一和溶液二一并放入漩涡混合器中进行涡旋混合，得到油相；
 - (4) 将型号为HS-30的硅溶胶作为乳液稳定剂加入到蒸馏水中作为连续相，然后将连续相加入漩涡混合器中与油相进行涡旋混合，得到预乳液；
 - (5) 向预乳液中加入1M HCl溶液，将预乳液的pH值调节至8.0；
 - (6) 将调节pH值后的预乳液在冰浴冷却下使用超声波浴成水包油乳液；
 - (7) 将得到的乳液在40℃的预热油浴中搅拌，以蒸发氯仿，得到悬浮液；
 - (8) 将所得悬浮液冷却至室温，并使用真空过滤得到微胶囊，用水和乙醇洗涤微胶囊数次，即得到微胶囊分散系；
 - (9) 将水泥、粉煤灰、中砂、碎石和水混合，并搅拌1-2分钟，得到浆料；
 - (10) 向浆料中加入微胶囊分散系并搅拌1-2分钟；
 - (11) 然后向浆料中加入减水剂并搅拌2-3分钟，即可浇筑；
 - (12) 养护拆模后，在混凝土表面再覆涂一层微胶囊分散系，即得到可自我报告损伤的混凝土。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，其特征在于，步骤（1）中：聚甲基丙烯酸甲酯与氯仿的质量比为1：10。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，其特征在于，步骤（2）中：结晶紫内酯与乙酸苯酯的质量比为1：10。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，其特

征在于，步骤（4）中：硅溶胶与蒸馏水的质量比为1：5-6；连续相与油相的涡旋混合时间为2分钟。

[权利要求 5] 根据权利要求1所述的一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，其特征在于，步骤（6）中：超声波的振幅为30%至50%，按30秒脉冲，10秒暂停的时序，连续进行3分钟。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，其特征在于，步骤（7）中：搅拌速度为1000rpm，搅拌时间为16小时。

[权利要求 7] 根据权利要求1所述的一种可自报告损伤的混凝土的制备方法，其特征在于，步骤（10）中：以水泥：微胶囊分散系=1：0.1-0.3的质量比，向浆料中添加微胶囊分散系。

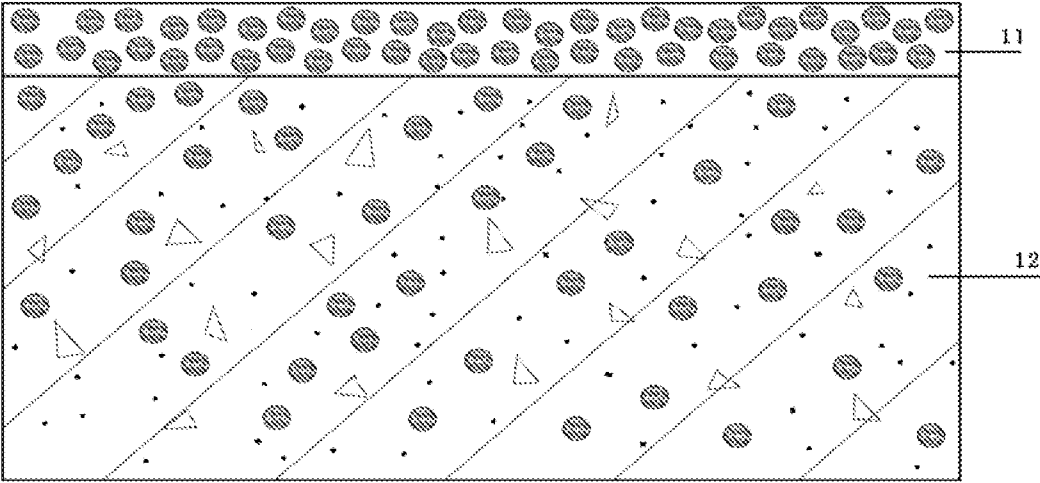


图 1

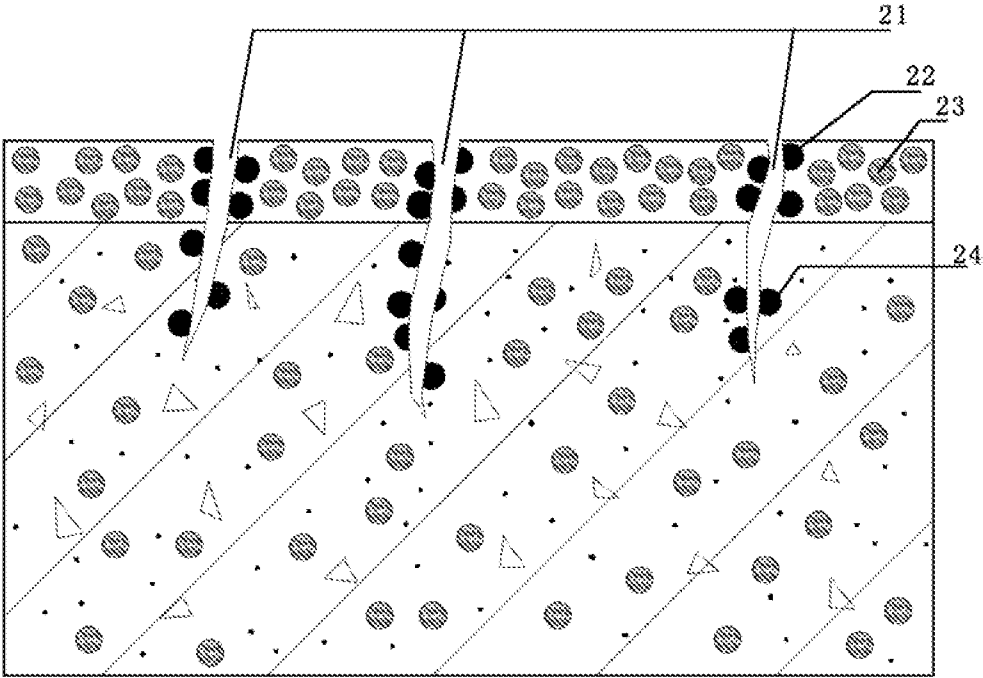


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/082085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C04B 28/02(2006.01)i; C04B 20/10(2006.01)i; C04B 41/46(2006.01)i; B01J 13/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C04B; B01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNXTX, VEN, CNKI, ELSEVIER: 混凝土, 沥青, 水泥, 监测, 检测, 聚甲基丙烯酸甲酯, 结晶紫内酯, 氯仿, 乙酸苯酯, 硅溶胶, 微胶囊, 损伤, 裂纹, 裂缝, 开裂, 变色, 染料, PMMA, CVL, concrete, asphalt, cement, monitor, detect, polymethyl methacrylate, crystal violet lactone, chloroform, phenyl acetate, silica sol, microcapsules, damage, crack, rupture, color variation, dye

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110002809 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 12 July 2019 (2019-07-12) claims 1-7	1-7
Y	WO 0129566 A1 (ATHENA INTERNATIONAL INC) 26 April 2001 (2001-04-26) description page 1 lines 1-10, page 6 line 11- page 7 line 19, page 8 lines 13-19, figures 1-2	1-7
Y	CN 106046932 A (GUANGDONG YULAN GROUP CO., LTD.) 26 October 2016 (2016-10-26) description paragraphs [0007]-[0014]	1-7
Y	CN 201614518 U (RIXIN TEXTILE CO., LTD.) 27 October 2010 (2010-10-27) description paragraphs [0004]-[0008]	1-7
Y	CN 1813184 A (NAT MARITIME RES INST et al.) 02 August 2006 (2006-08-02) claims 1-7	1-7
Y	DE 102010027025 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 19 January 2012 (2012-01-19) claims 1-10	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 2020

Date of mailing of the international search report

23 June 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/082085

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5534289 A (COMPETITIVE TECH INC) 09 July 1996 (1996-07-09) Claims 1-6	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/082085

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110002809	A	12 July 2019	None			
WO	0129566	A1	26 April 2001	US	2002000128	A1	03 January 2002
				AU	1205101	A	30 April 2001
CN	106046932	A	26 October 2016	None			
CN	201614518	U	27 October 2010	None			
CN	1813184	A	02 August 2006	CN	100580434	C	13 January 2010
DE	102010027025	A1	19 January 2012	None			
US	5534289	A	09 July 1996	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/082085

A. 主题的分类

C04B 28/02 (2006.01) i; C04B 20/10 (2006.01) i; C04B 41/46 (2006.01) i; B01J 13/02 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

C04B; B01J

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNTXT, VEN, CNKI, ELSEVIER: 混凝土, 沥青, 水泥, 监测, 检测, 聚甲基丙烯酸甲酯, 结晶紫内酯, 氯仿, 乙酸苯酯, 硅溶胶, 微胶囊, 损伤, 裂纹, 裂缝, 开裂, 变色, 染料, PMMA, CVL, concrete, asphalt, cement, monitor, detect, polymethyl methacrylate, crystal violet lactone, chloroform, phenyl acetate, silica sol, microcapsules, damage, crack, rupture, color variation, dye

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 110002809 A (山东科技大学) 2019年 7月 12日 (2019 - 07 - 12) 权利要求1-7	1-7
Y	WO 0129566 A1 (ATHENA INTERNATIONAL INC) 2001年 4月 26日 (2001 - 04 - 26) 说明书第1页第1-10行, 第6页第11行-第7页第19行, 第8页第13-19行, 图1-2	1-7
Y	CN 106046932 A (广东玉兰集团股份有限公司) 2016年 10月 26日 (2016 - 10 - 26) 说明书第[0007] - [0014]段	1-7
Y	CN 201614518 U (日信纺织有限公司) 2010年 10月 27日 (2010 - 10 - 27) 说明书第[0004] - [0008]段	1-7
Y	CN 1813184 A (独立行政法人海上技术安全研究所等) 2006年 8月 2日 (2006 - 08 - 02) 权利要求1-7	1-7
Y	DE 102010027025 A1 (BOSCH GMBH ROBERT) 2012年 1月 19日 (2012 - 01 - 19) 权利要求1-10	1-7
Y	US 5534289 A (COMPETITIVE TECH INC) 1996年 7月 9日 (1996 - 07 - 09) 权利要求1-6	1-7

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 6月 10日

国际检索报告邮寄日期

2020年 6月 23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

李莲莲

电话号码 62084694

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/082085

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	110002809	A	2019年 7月 12日	无	
WO	0129566	A1	2001年 4月 26日	US 2002000128 A1	2002年 1月 3日
				AU 1205101 A	2001年 4月 30日
CN	106046932	A	2016年 10月 26日	无	
CN	201614518	U	2010年 10月 27日	无	
CN	1813184	A	2006年 8月 2日	CN 100580434 C	2010年 1月 13日
DE	102010027025	A1	2012年 1月 19日	无	
US	5534289	A	1996年 7月 9日	无	