

(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



PCT



(10) 国际公布号

WO 2010/060388 A1

(43) 国际公布日
2010 年 6 月 3 日 (03.06.2010)

- (51) 国际专利分类号:
E01C 11/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/075201
- (22) 国际申请日: 2009 年 11 月 29 日 (29.11.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
CN200810229274.2 2008 年 11 月 29 日 (29.11.2008)
CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连甘井子凌工路 2 号土木水利学院, Liaoning 116024 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 宋世德 (SONG, Shide) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号土木水利学院, Liaoning 116024 (CN)。徐世焱 (XU, Shilang) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路 2 号土木水利学院, Liaoning 116024 (CN)。尉文婷 (YU, Wenting) [CN/CN]; 中国辽宁省大连甘井子凌工路 2 号土木水利学院, Liaoning 116024 (CN)。王晓娜 (WANG, Xiaona) [CN/CN]; 中国辽宁省大连甘井子凌工路 2 号土木水利学院, Liaoning 116024 (CN)。
- (74) 代理人: 大连理工大学专利中心 (PATENT CENTER OF DUT); 中国辽宁省大连甘井子凌工路 2 号梅洪玉, Liaoning 116024 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))。

(54) Title: SNOW AND ICE THAWING METHOD FOR ROAD

(54) 发明名称: 一种基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的融雪、化冰方法

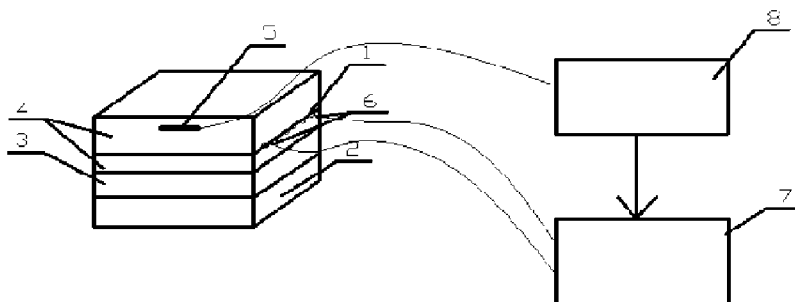


图 1 /Fig.1

(57) Abstract: A snow and ice thawing method for road is provided. The method involves steps as follows: laying a thermal insulating layer (3), a heat transferring layer (4), a carbon fiber-fiberglass compound knitted mesh (1) handled by an electric insulating treatment and a sand-adhered treatment and a heat transferring layer (4) orderly on a basis layer (2), furthermore, a temperature measurement element (5) is laid in the surface layer of a body to be heated, the carbon fiber bundle heating body is connected to a controllable electrical source (7) with a protect function in a series and parallel way by a conducting silver glue and a wire; a control parameter of a digital proportional integral derivative (PID) temperature control system (8) is optimized and adjusted according to a surface temperature of a material to be heated, wind speed of a surface of the material to be heated, thickness of snow and ice and air temperature and expected time for thawing snow and ice.

[见续页]

(57) 摘要:

一种道路融雪、化冰方法。其包括以下步骤：在基础层（2）上依次铺设隔热层（3）、导热层（4）、经电绝缘和粘沙处理的碳纤维—玻璃纤维复合编织网（1）和导热层（4），并在待加热体的表层埋设测温元件（5）；采用导电银胶和导线将碳纤维束加热体通过串并联的方式连接到具有保护功能的可控电源（7）上；数字P I D温度控制系统（8）根据待加热体表层温度、表面的风速、积雪和结冰厚度、空气温度和对融雪化冰的期望时间优化调整系统的控制参数。

说明书

Title of Invention: 一种基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的融雪、化冰方法

[1] 一种基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的融雪、化冰方法

[2] 技术领域

[3] 本发明属于交通运输和灾害防治领域，是一种消除积雪和结冰给交通运输带来灾害的解决方法，涉及到一种基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的融雪、化冰方法。

[4] 背景技术

[5] 冬天路面的积雪和结冰对人民出行造成诸多不变的影响：对于城市道路，由于路滑车辆行速缓慢，交通拥堵，事故频发；对于高速公路，由于路况差而限速，当积雪、结冰严重时，为了安全起见，就会部分或者全部封闭高速公路；对于机场，积雪、结冰给飞机的起降带来安全隐患，导致飞机无法正常起降，造成航班延误，机场临时关闭的严重后果。因此积雪和结冰不仅给交通运输带来安全隐患，更多的是对社会经济和人民生活的影响，必须采取有效的方法及时清除上述关键设施的积雪和结冰，保障交通运输顺畅。采用融雪剂的除雪、化冰方法在耗费大量人力、物力的同时，对路面和环境都会产生破坏作用；采用大型机械除雪和人工铲雪相结合的方法同样在清理和运输过程中耗费了大量的人力、物力和财力，清除速度慢，效率低下，并且人工和机械除雪方式对路面也有一定程度的机械损伤，因此对于积雪和结冰面积大，时间要求紧迫的情况下，上述方法存在一定的不足。

[6] 将加热电缆埋设在路面下，通电后产生热量可以消除路面的积雪和化冰，但加热用的金属加热体耐腐蚀性差，在反复、冲击荷载下耐久性问题也需要深入的研究，另外，该方法耗费了大量的金属资源，同时由于质量较大安装不便。采用碳纤维导电混凝土和石墨导电混凝土等技术进行融雪、化冰的研究也较多，取得了一定的科研成果，但是导电混凝土的导电率和加热功率容易受到路面基体的温度、密实度和含水率的影响，如果导电混凝土开裂，则会导致加热功率

的大幅度波动，因此该方法加热功率的稳定性和可靠性较差。

[7] 发明内容

[8] 本发明要解决的技术问题是提供一种基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的机场跑道、高速公路、城市主干道路和桥梁等关键设施的电加热融雪、化冰系统，能够对待加热体表面提供均匀加热，在保证低能耗的情况下得到最佳的融雪化冰效果，并能通过纤维编织网对待加热体起到阻裂、加固作用，延长使用寿命。

[9] 本发明的技术方案是：

[10] 本系统主要由碳纤维—玻璃纤维复合编织网、电绝缘层、导热层、隔热层、数字PID温度控制系统、具有过流过压保护的加热电源等部分组成，其中导热层可以由待加热体的建筑材料构成。碳纤维—玻璃纤维复合编织网由经向排列的碳纤维束和纬向排列的玻璃纤维束交叉编织而成，其中碳纤维束是本发明中的加热体。

[11] 在待加热体的基础层上设置隔热层，然后铺设导热层；将经过电绝缘和粘沙处理的碳纤维—玻璃纤维复合编织网平整摊铺，复合编织网中的经向碳纤维束加热体与待加热体的短边平行，在复合编织网上铺设导热层，在其表层埋设多个测温元件；通过导电银胶和导线将碳纤维束加热体两端的电接点串联和并联在一起，并将引出导线连接到具有过流、过压和过热保护功能的可控电源上。

[12] 测温元件实时测量待加热体表层的温度，并与待加热体表面的风速、待加热体表面的积雪和结冰厚度、待加热体表面的空气温度和对待加热体表面融雪化冰的期望时间，作为控制参量自动或手动输入数字PID温度控制系统，数字PID温度控制系统根据上述相关信息优化调整系统的控制参数，调节可控电源工作电流，控制碳纤维—玻璃纤维复合编织网的发热功率。

[13] 本发明的效果和益处是，采用本发明提出的基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网融雪、化冰方法，与采用加热电缆的技术相比，具有重量轻、抗拉强度高、寿命长、耐腐蚀、耐疲劳、成本低等优点；与加热电缆的铺设工艺相比，能够有效降低现场施工的难度，加快施工进度，并能保证加热体的等间距，实现加热均匀；与采用碳纤维导电混凝土技术相比，导电率和加热功率基本不受路面基

体的温度、密实度、含水率以及混凝土开裂的影响，加热功率稳定，可靠性高。经粘沙处理的碳纤维—玻璃纤维复合编织网能够通过经向和纬向分布的纤维束对待加热体起到阻裂、加固作用，延长待加热体的使用寿命。因此，本发明提出的基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的融雪、化冰方法具有重量轻、施工快捷、加热均匀迅速、性能稳定、寿命长、成本低和低能耗等优点，并能起阻裂、加固作用，是用于机场跑道、高速公路、城市主干道和桥梁等设施的理想融雪、化冰技术。

[14] 附图说明

[15] 附图1是基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的电加热融雪、化冰自动控制系统。

[16] 附图2是碳纤维—玻璃纤维复合编织网的示意图。

[17] 附图3是经电绝缘、粘沙处理的碳纤维-玻璃纤维复合编织网的截面示意图。

[18] 附图4是加热系统中碳纤维束连接原理图。

[19] 附图5是加热板的温度曲线。

[20] 附图6是加热板的加热电阻率曲线。

[21] 图中：1碳纤维—玻璃纤维复合编织网；2基础层；3隔热层；4导热层；5测温元件；6碳纤维束加热体两侧的电接点；7具有保护功能的大功率可控电源；8数字PID温度控制系统；9碳纤维束；10玻璃纤维束；11电绝缘环氧树脂层；12粘沙层。

[22] 具体实施方式

[23] 以下结合技术方案和附图详细叙述说明本发明的最佳实施例。

[24] 附图1给出了基于碳纤维—玻璃纤维复合编织网的电加热融雪、化冰自动控制系统。碳纤维—玻璃纤维复合编织网的施工方式为：首先在待加热体基础层2上设置隔热层3，厚度控制在10~30mm，以减少向下传输的热量损失；在隔热层3之上铺设导热层4，厚度在5~10mm左右，通常希望该层材料具有较大的导热系数；然后将经过电绝缘、粘沙处理的碳纤维—玻璃纤维复合编织网1平整摊铺，复合编织网中的经向碳纤维束加热体9与待加热体短边平行，采用导电银胶和电线将编织网中碳纤维束加热体两侧的电接点6通过串联和并联的方式连接起来，

将引出的导线连接到具有保护功能的大功率可控电源7上；在纤维编织网上铺设导热层4，并在导热层4不同部位的表层安装测温元件5，为了提高热传导速度，降低系统功耗，可将导热层4的厚度控制在20~50mm。

[25] 所采用的碳纤维—玻璃纤维复合编织网是由经向等间距排列的碳纤维束9和纬向等间距排列的玻璃纤维束10交叉编织而成，网格的大小和碳纤维束的截面尺寸可以根据现场建筑材料的性质和对融雪化冰的要求定制。碳纤维—玻璃纤维复合编织网1的表面采用环氧树脂进行电绝缘处理，并在环氧树脂层11的表面粘沙，形成与基体材料粘结力强的粘沙层12，对待加热体起到阻裂、增韧和加固的作用。

[26] 测温元件5实时测量待加热体表层的温度，并与路面的风速、积雪和结冰厚度、空气温度、融雪化冰的期望时间等参量作为数字PID温度控制系统8的控制参数输入系统，数字PID温度控制系统8根据上述参数，优化调整PID的控制参数，调节大功率可控电源7的工作电流，从而控制碳纤维—玻璃纤维复合编织网1的发热功率，改变路面的工作温度，达到融雪、化冰目的。

[27] 所采用的碳纤维—玻璃纤维复合编织网是由经向等间距排列的碳纤维束9和纬向等间距排列的玻璃纤维束10交叉编织而成，网格的大小和碳纤维束的截面尺寸可以根据现场建<https://onsite.verisign.com/services/WorldIntellectualPropertyOrganizationWIPOCustomerCA/digitalidCenter.htm>筑材料的性质和对融雪化冰的要求定制。碳纤维—玻璃纤维复合编织网1的表面采用环氧树脂进行电绝缘处理，并在环氧树脂层11的表面粘沙，形成与基体材料粘结力强的粘沙层12，对待加热体起到阻裂、增韧和加固的作用。

[28] 采用400×400×40 mm 的碳纤维—玻璃纤维复合编织网加热板对系统的加热性能进行考核。加热板由三层构成：首先是30mm的混凝土层，然后是网格尺寸为10mm×10mm的经过处理的碳纤维—玻璃纤维复合编织网，最后是10mm厚的混凝土层。此外，采用30mm厚的泡沫板对整个板的四周和底部进行热绝缘处理，温度传感器则被布放在加热板的中间。

[29] 试件中碳纤维束的平均电阻为24.5欧姆，如果将所有的碳纤维束采用并联形式连接到加热电源，则总的加热电阻约为0.74欧姆，而全部采用串联形式则为784.

06欧姆。因此，通过改变碳纤维束的接线形式，整个板的加热电阻可以在0.74～784.06欧姆之间调节。

- [30] 实验中，将碳纤维束通过串并联结合的方式连接到24V/15A的直流电源，如图4所示。为了保证环境温度不变，将整个加热板置于冰箱中。当环境温度为零下16.6度时，通过本系统可以使试件的表面温度在150分钟的时间内上升到71.5度，平均加热速率为0.59°C/min，如图5所示。图6是升温过程中整个加热板的电阻率变化曲线，可以看出，电阻率从9.95Ω·cm 下降到 9.75Ω·cm，最大降幅为 2.01%，这表明本系统在较大的温度范围内具有稳定的加热电阻。
- [31] 测温元件5实时测量待加热体表层的温度，并与路面的风速、积雪和结冰厚度、空气温度、融雪化冰的期望时间等参量作为数字PID温度控制系统8的控制参数输入系统，数字PID温度控制系统8根据上述参数，优化调整PID的控制参数，调节大功率可控电源7的工作电流，从而控制碳纤维—玻璃纤维复合编织网1的发热功率，改变路面的工作温度，达到融雪、化冰目的。

权利要求书

[Claim 1]

1. 一种基于碳纤维-玻璃纤维复合编织网的融雪、化冰方法，是采用碳纤维-玻璃纤维复合编织网，通过电加热的方式实现融雪和化冰，其特征在于：在待加热体的基础层（2）上设置隔热层（3）和导热层（4），然后将经过电绝缘和粘沙处理的碳纤维-玻璃纤维复合编织网（1）平整摊铺，复合编织网中的经向碳纤维束加热体（9）与待加热体短边平行，纬向玻璃纤维束（10）与长边方向平行，在其上铺设导热层（4），并在其表层安装测温元件（5）；采用导电银胶和导线将编织网中碳纤维束加热体的电接点通过串并联的方式连接到带保护功能的大功率可控电源（7）上；数字PID温度控制系统（8）根据待加热体表层温度、待加热体表面的风速、积雪和结冰厚度、空气温度和对融雪化冰的期望时间优化调整系统的PID控制参数。

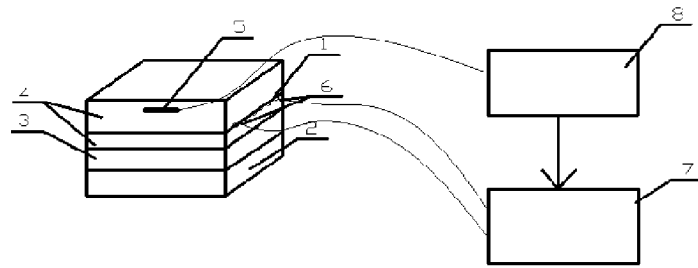


图 1

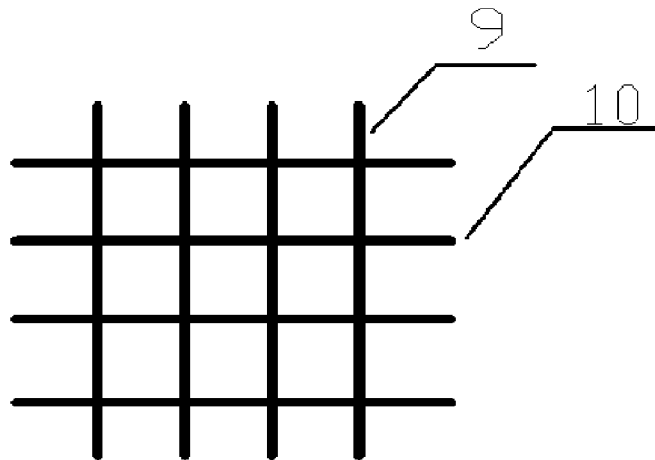


图 2

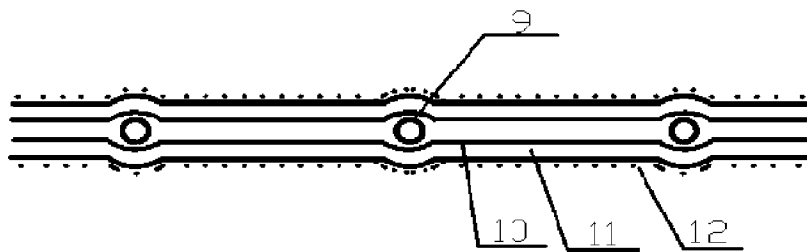


图 3

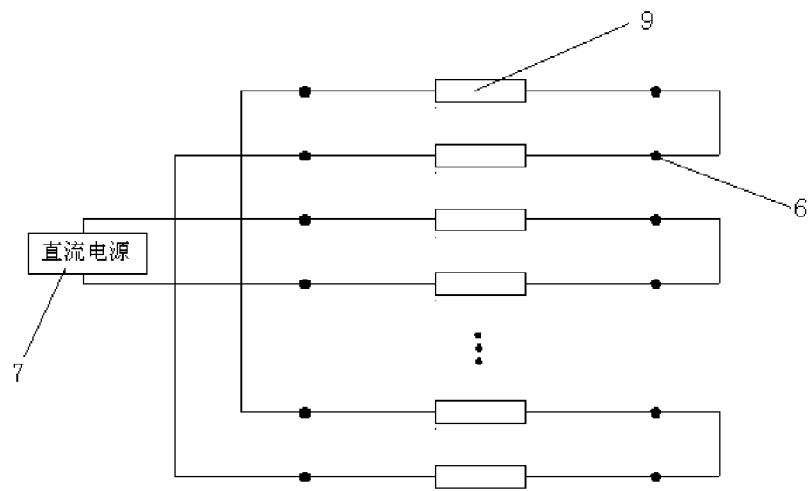


图 4

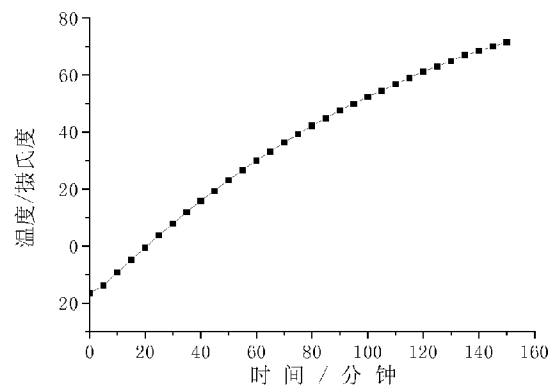


图 5

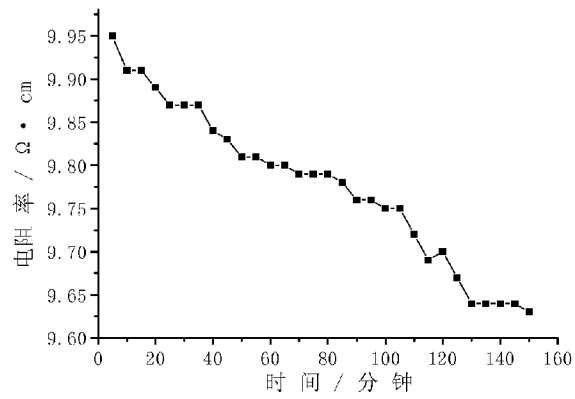


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/075201

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E01C11/26(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)

IPC: E01C11, E01H5

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: snow, ice, melt+, thaw+, heat+, fiber, fibre, fibrin, web, mesh+, net+, gridding, reseau, graticule, lattice

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim
Y	CN2773151Y(DONG Luchang) 19 Apr. 2006(19.04.2006) page 2, line 16-page 3, line 7 and fig.1	1
Y	KR20060031029A (KIM WOON KI ET-AL) 12 Apr. 2006(12.04.2006) abstract	1
A	CN101235621A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.) 06 Aug. 2008(06.08.2008) the whole document	1
A	JP10069963A (ARISAWA SEISAKUSHO KK ET-AL) 10 Mar. 1998(10.03.1998) the whole document	1
PX	CN101413240A(DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 22 Apr. 2009(22.04.2009) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&”document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 09 Feb. 2010(09.02.2010)	Date of mailing of the international search report 18 Mar. 2010 (18.03.2010)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer CUI, Ruimei Telephone No. (86-10)62085032

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2009/075201

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN2773151Y	19.04.2006	None	
KR20060031029A	12.04.2006	None	
CN101235621A	06.08.2008	None	
JP10069963A	10.03.1998	JP3195930B2	06.08.2001
		DE19516909A1	16.11.1995
		JP7302683A	14.11.1995
		KR100300482B	22.10.2001
		DE19516909B4	12.01.2006
CN101413240A	22.04.2009	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2009/075201

A. 主题的分类

E01C11/26(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)

IPC: E01C11, E01H5

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))

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: 冰, 雪, 融, 熔, 溶, 化, 除, 玻璃纤维, 碳纤维, snow, ice, melt+, thaw+, heat+, fiber, fibre, fibrin, web, mesh+, net+, gridding, reseau, graticule, lattice

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
Y	CN2773151Y(董陆长) 19.4 月 2006(19.04.2006) 说明书第 2 页第 16 行一第 3 页第 7 行及附图 1	1
Y	KR20060031029A (KIM WOON KI 等) 12.4月2006(12.04.2006), 摘要	1
A	CN101235621A(大连理工大学等) 06.8月2008(06.08.2008), 全文	1
A	JP10069963A (ARISAWA SEISAKUSHO KK 等) 10.3 月 1998(10.03.1998) 全文	1
PX	CN101413240A(大连理工大学) 22.4 月 2009(22.04.2009) 全文	1

☐ 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
09.2 月 2010(09.02.2010)

国际检索报告邮寄日期
18.3 月 2010 (18.03.2010)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

崔瑞梅
电话号码: (86-10) **62085032**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2009/075201

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN2773151Y	19.04.2006	无	
KR20060031029A	12.04.2006	无	
CN101235621A	06.08.2008	无	
JP10069963A	10.03.1998	JP3195930B2	06.08.2001
		DE19516909A1	16.11.1995
		JP7302683A	14.11.1995
		KR100300482B	22.10.2001
		DE19516909B4	12.01.2006
CN101413240A	22.04.2009	无	