



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103813554 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201210437121. 3

第 2 段 - 第 14 页第 1 段 .

(22) 申请日 2012. 11. 06

JP 平 2-175633 A, 1990. 07. 06, 全文 .

(73) 专利权人 北京富纳特创新科技有限公司

审查员 胡彦玲

地址 100084 北京市海淀区清华大学学研综合楼 B 座 1115 号

(72) 发明人 冯辰 王昱权 潜力

(51) Int. Cl.

H05B 3/86(2006. 01)

B60J 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102111926 A, 2011. 06. 29, 摘要, 说明书第 0006、0030 段及附图 1.

TW 201121877 A1, 2011. 07. 01, 实施例二的说明书第 0023-0026 段及附图 4 和实施例三的说明书第 0027-0028 段及附图 6.

TW 200928912 , 2009. 07. 01, 说明书第 13 页

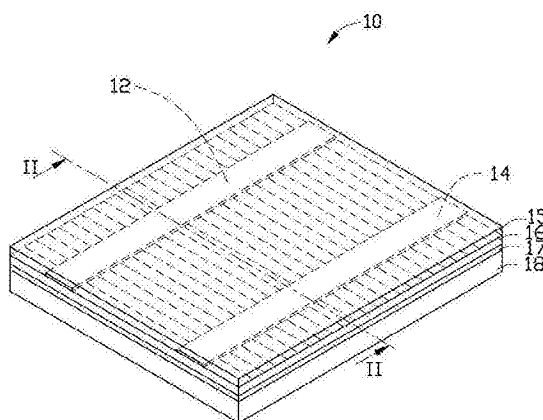
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 7 页

(54) 发明名称

除霜玻璃及应用该除霜玻璃的汽车

(57) 摘要

本发明提供一种除霜玻璃,包括:一玻璃基体,该玻璃基体具有一表面;该除霜玻璃进一步包括:一碳纳米管膜,该碳纳米管膜设置于所述玻璃基体的表面,该碳纳米管膜包括多个碳纳米管线以及多个碳纳米管团簇,所述多个碳纳米管线间隔设置,所述碳纳米管团簇设置于相邻两个碳纳米管线之间且通过范德华力与所述碳纳米管线紧密相连,相邻的碳纳米管线之间的碳纳米管团簇间隔设置;一高分子保护层,该高分子保护层覆盖所述碳纳米管膜;以及至少一第一电极及一第二电极,该至少一第一电极及第二电极间隔设置并与所述碳纳米管膜电连接。另外,本发明还提供一种采用上述除霜玻璃的汽车。



1. 一种除霜玻璃,包括:

一玻璃基体,该玻璃基体具有一表面;

其特征在于,该除霜玻璃进一步包括:

一碳纳米管膜,该碳纳米管膜设置于所述玻璃基体的表面,该碳纳米管膜包括多个碳纳米管线以及多个碳纳米管团簇,所述多个碳纳米管线间隔设置,所述碳纳米管团簇设置于相邻两个碳纳米管线之间且通过范德华力与所述碳纳米管线紧密相连,相邻的碳纳米管线之间的碳纳米管团簇间隔设置,所述碳纳米管团簇由多个碳纳米管组成;

一高分子保护层,该高分子保护层覆盖所述碳纳米管膜;以及

至少一第一电极及一第二电极,该至少一第一电极及第二电极间隔设置并与所述碳纳米管膜电连接。

2. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,所述碳纳米管膜中的多个碳纳米管线平行设置,并沿一第一方向延伸形成一第一导电通路。

3. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,所述碳纳米管膜中的碳纳米管线从第一电极向第二电极方向延伸。

4. 如权利要求 2 所述的除霜玻璃,其特征在于,所述多个碳纳米管团簇沿所述第一方向间隔设置,并沿一第二方向与所述多个碳纳米管线连接形成一第二导电通路,其中所述第二方向与所述第一方向交叉。

5. 如权利要求 4 所述的除霜玻璃,其特征在于,所述多个碳纳米管团簇在所述第二方向上成行排列或交错排列。

6. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,每个碳纳米管线由多个碳纳米管构成,所述多个碳纳米管基本沿碳纳米管线的轴向方向延伸且通过范德华力首尾相连。

7. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,所述碳纳米管线的横截面为圆形,且所述碳纳米管线的直径大于等于 0.1 微米,且小于等于 100 微米。

8. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,每个碳纳米管团簇中的多个碳纳米管的轴向与所述多个碳纳米管线的轴向平行或交叉设置。

9. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,相邻的碳纳米管线之间的间距大于 0.1 毫米。

10. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,相邻的碳纳米管线之间相邻的碳纳米管团簇之间的间距大于 1 毫米。

11. 如权利要求 2 所述的除霜玻璃,其特征在于,所述除霜玻璃包括多个平行间隔交替排列的第一电极及第二电极。

12. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特征在于,所述第一电极及第二电极为透明电极,该透明电极的材料为氧化铟锡。

13. 如权利要求 1 所述的除霜玻璃,其特在于,所述除霜玻璃进一步包括一粘结剂层,该粘结剂层设置于所述碳纳米管膜与玻璃基体之间,所述碳纳米管膜通过该粘结剂层粘附于所述玻璃基体。

14. 一种除霜玻璃,包括:

一玻璃基体,该玻璃基体具有一表面;

其特征在于,该除霜玻璃进一步包括:

一碳纳米管膜,该碳纳米管膜设置于所述玻璃基体的表面,该碳纳米管膜包括多个碳纳米管及多个孔隙,所述多个碳纳米管组成多个碳纳米管线及多个碳纳米管团簇,所述多个碳纳米管线间隔设置,所述碳纳米管团簇设置于相邻两个碳纳米管线之间且间隔设置,所述碳纳米管团簇由多个碳纳米管组成,相邻两个碳纳米管线及两个碳纳米管团簇之间定义出所述孔隙,所述多个碳纳米管的面积与所述多个孔隙的面积比大于0,且小于等于1:19;

一高分子保护层,该高分子保护层覆盖所述碳纳米管膜;以及

至少一第一电极及一第二电极,该至少一第一电极及第二电极间隔设置并与所述碳纳米管膜电连接。

15. 如权利要求14所述的除霜玻璃,其特征在于,所述多个碳纳米管的面积与该多个孔隙的面积比大于0,且小于等于1:49。

16. 如权利要求14所述的除霜玻璃,其特征在于,所述多个碳纳米管线沿一第一方向延伸,并在第二方向上平行排布,其中该第二方向与该第一方向垂直设置。

17. 如权利要求14所述的除霜玻璃,其特征在于,所述碳纳米管膜中的碳纳米管线从第一电极向第二电极方向延伸。

18. 如权利要求16所述的除霜玻璃,其特征在于,相邻的碳纳米管线之间的碳纳米管团簇沿所述第一方向间隔设置,所述多个碳纳米管团簇在第二方向上通过范德华力与所述多个碳纳米管线紧密连接。

19. 如权利要求16所述的除霜玻璃,其特征在于,每个碳纳米管团簇中的多个碳纳米管的轴向与所述第一方向相交设置。

20. 如权利要求16所述的除霜玻璃,其特征在于,每个碳纳米管团簇中的多个碳纳米管的轴向平行于所述第一方向。

21. 一种应用如权利要求1至20项中任一项所述的除霜玻璃的汽车,包括:一电路系统,所述电路系统通过导线与所述除霜玻璃的至少一第一电极及至少一第二电极电连接;以及一控制系统,所述控制系统通过控制所述电路系统向碳纳米管膜提供电压,使碳纳米管膜加热玻璃除霜。

## 除霜玻璃及应用该除霜玻璃的汽车

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种除霜玻璃以及应用该除霜玻璃的汽车。

### 背景技术

[0002] 冬季气温低,早上起来开车,车玻璃上常会有一层薄霜/雾,想要除去也不是很容易。主要原因就是车玻璃与外界接触,温度较低,车内的水蒸气凝结在玻璃上形成的,要想除掉这种霜/雾,有两种办法,要么把玻璃的温度升高,要么把车内的湿度降下来。

### 发明内容

[0003] 有鉴于此,确有必要提供一种使玻璃的温度升高进而除霜的除霜玻璃及应用该除霜玻璃的汽车。

[0004] 一种除霜玻璃,包括:一玻璃基体,该玻璃基体具有一表面;该除霜玻璃进一步包括:一碳纳米管膜,该碳纳米管膜设置于所述玻璃基体的表面,该碳纳米管膜包括多个碳纳米管线以及多个碳纳米管团簇,所述多个碳纳米管线间隔设置,所述碳纳米管团簇设置于相邻两个碳纳米管线之间且通过范德华力与所述碳纳米管线紧密相连,相邻的碳纳米管线之间的碳纳米管团簇间隔设置;一高分子保护层,该高分子保护层覆盖所述碳纳米管膜;以及至少一第一电极及一第二电极,该至少一第一电极及第二电极间隔设置并与所述碳纳米管膜电连接。

[0005] 一种除霜玻璃,包括:一玻璃基体,该玻璃基体具有一表面;该除霜玻璃进一步包括:一碳纳米管膜,该碳纳米管膜设置于所述玻璃基体的表面,该碳纳米管膜包括多个碳纳米管及多个孔隙,所述多个碳纳米管组成多个碳纳米管线及多个碳纳米管团簇,所述多个碳纳米管线间隔设置,所述碳纳米管团簇设置于相邻两个碳纳米管线之间且间隔设置,相邻两个碳纳米管线及两个碳纳米管团簇之间定义出所述孔隙,所述多个碳纳米管的面积与所述多个孔隙的面积比大于0,且小于等于1:19;一高分子保护层,该高分子保护层覆盖所述碳纳米管膜;以及至少一第一电极及一第二电极,该至少一第一电极及第二电极间隔设置并与所述碳纳米管膜电连接。

[0006] 一种汽车,包括一如上所述的除霜玻璃、一电路系统及一控制系统。所述电路系统通过导线与所述除霜玻璃的至少一第一电极及至少一第二电极电连接所述控制系统通过控制所述电路系统向碳纳米管膜提供电压,使碳纳米管膜加热玻璃除霜。

[0007] 与现有技术相比较,所述除霜玻璃包括一碳纳米管膜,通过给碳纳米管膜通电的方式实现加热除冰/霜/雾。由于所述碳纳米管具有良好的导电性能以及热稳定性,具有比较高的电热转换效率,从而所述除霜玻璃也具有较高的电热转换效率。所述碳纳米管膜为透明膜,不影响视觉效果,当使用透明导电膜作为第一电极及第二电极的时候,整体上是一个全透明的结构,可以应用于汽车的各个车窗,并不局限于汽车后窗。

### 附图说明

- [0008] 图 1 是本发明实施例提供的除霜玻璃的结构示意图。
- [0009] 图 2 是沿图 1 的 II-II 线剖开的剖面示意图。
- [0010] 图 3 为本发明实施例提供的除霜玻璃中所使用的碳纳米管膜的光学显微镜照片。
- [0011] 图 4 为本发明实施例提供的除霜玻璃中所使用的碳纳米管膜的结构示意图。
- [0012] 图 5 为本发明实施例提供的除霜玻璃中所使用的碳纳米管膜的光学显微镜照片。
- [0013] 图 6 为本发明实施例提供的除霜玻璃中所使用的碳纳米管膜的结构示意图。
- [0014] 图 7 为本发明实施例提供的除霜玻璃中所使用的碳纳米管膜的制备方法的流程图。
- [0015] 图 8 为本发明实施例提供的除霜玻璃中制备碳纳米管膜所使用的碳纳米管初级膜的扫描电镜照片。
- [0016] 图 9 为本发明实施例提供的除霜玻璃中制备碳纳米管膜所使用的形成有规则排列的多行通孔的碳纳米管初级膜的平面结构示意图。
- [0017] 图 10 为本发明实施例提供的除霜玻璃中制备碳纳米管膜所使用的形成有规则排列的多行通孔的碳纳米管初级膜的光学显微镜照片。
- [0018] 图 11 为本发明实施例提供的除霜玻璃中制备碳纳米管膜所使用的形成有不规则排列的多行通孔的碳纳米管初级膜的平面结构示意图。
- [0019] 图 12 为本发明实施例提供的包括多个第一电极及第二电极的除霜玻璃的结构示意图。
- [0020] 图 13 为本发明实施例提供的除霜玻璃应用于汽车时的结构示意图。
- [0021] 图 14 为本发明实施例提供的除霜玻璃应用于汽车时的工作模块示意图。
- [0022] 主要元件符号说明
- [0023]

除霜玻璃	10
第一电极	12
第二电极	14
高分子保护层	15
碳纳米管膜	16
粘结剂层	17
玻璃基体	18
汽车	20
通孔	22
开关	23
连接部	24
供电系统	25
延伸部	26
控制系统	27
传感器	28
碳纳米管膜	30
碳纳米管线	32
碳纳米管团簇	34

- [0024] 如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。

### 具体实施方式

- [0025] 请参阅图 1 及图 2, 本发明第一实施例提供一种除霜玻璃 10, 该除霜玻璃 10 包括

一玻璃基体 18、一粘结剂层 17、一碳纳米管膜 16、一第一电极 12、一第二电极 14 和一高分子保护层 15。所述粘结剂层 17 设置于玻璃基体 18 的表面。所述碳纳米管膜 16 设置于所述粘结剂层 17 的表面。所述第一电极 12 和第二电极 14 间隔设置,并与所述碳纳米管膜 16 电接触,用于给所述碳纳米管膜 16 施加电压,使所述碳纳米管膜 16 中流过电流。所述高分子保护层 15 设置于所述碳纳米管膜 16 的表面,并将所述第一电极 12 和第二电极 14 及所述碳纳米管膜 16 覆盖,用于避免所述碳纳米管膜 16 在外力的作用下受到破坏。

[0026] 所述玻璃基体 18 形状不限,该玻璃基体 18 在使用时可根据需要弯折成任意形状,优选地,所述玻璃基体 18 为一板状基底。其中,该玻璃基体 18 的大小不限,可依据实际需要进行改变。

[0027] 所述粘结剂层 17 用来将所述碳纳米管膜 16 设置于所述玻璃基体 18 的表面。该粘结剂层 17 可通过丝网印刷的方式形成于所述玻璃基体 18 表面。可以理解,由于碳纳米管膜 16 本身具有粘性,可以利用本身的粘性设置于所述玻璃基体 18 的表面,故所述粘结剂层 17 为一可选择的结构。本实施例中,所述碳纳米管膜 16 通过粘结剂层 17 粘附于所述玻璃基体 18 的表面,该粘结剂层 17 为硅胶层。

[0028] 请参阅图 3 和图 5,具体地,所述碳纳米管膜包括多个间隔设置的碳纳米管线以及多个碳纳米管团簇,所述多个碳纳米管线与多个碳纳米管团簇通过范德华力相互连接。所述多个碳纳米管团簇通过所述多个碳纳米管线隔开,且位于相邻的两个碳纳米管线之间的碳纳米管团簇间隔设置。

[0029] 所述多个碳纳米管线基本沿第一方向延伸且相互间隔设置。优选地,所述多个碳纳米管线平行且等间距设置,所述多个碳纳米管线设置于一个平面内。所述碳纳米管线的横截面可以是圆形、椭圆形、扁平状或者其他形状,总之呈条状。本实施例中,所述碳纳米管线的横截面为圆形,每个碳纳米管线的直径大于等于 0.1 微米,且小于等于 100 微米。优选地,每个碳纳米管线的直径大于等于 5 微米,且小于等于 50 微米。所述多个碳纳米管线之间的间隔不限,优选地,相邻的碳纳米管线之间的间距大于 0.1 毫米。所述多个碳纳米管线的直径及间隔可以根据实际需要确定。优选地,所述多个碳纳米管线的直径基本相等。每个碳纳米管线包括多个第一碳纳米管,所述多个第一碳纳米管基本沿所述第一方向择优取向排列,即,所述多个第一碳纳米管沿所述碳纳米管线的轴向择优取向排列。位于所述碳纳米管线的轴向上的相邻的第一碳纳米管通过范德华力首尾相连。优选地,所述多个碳纳米管的轴向基本与所述碳纳米管线的轴向平行。其中,所述第一方向基本平行于所述碳纳米管线的轴向及所述第一碳纳米管的轴向。

[0030] 所述多个碳纳米管团簇间隔设置,且搭接于相邻的碳纳米管线之间,使得所述碳纳米管膜具有自支撑特性,为一自支撑结构。所谓“自支撑”是指所述碳纳米管膜不需要支撑体支撑就可以保持其固有的形状。所述多个碳纳米管团簇在第二方向上间隔设置,且通过所述多个碳纳米管线区分开。也可以说,位于所述第二方向上的多个碳纳米管团簇通过所述多个碳纳米管线连接在一起。位于第二方向上的多个碳纳米管团簇可以交错排列,不成行排列,由此,通过所述多个碳纳米管线连接在第二方向上形成非直线形的导电通路。位于所述第二方向上的多个碳纳米管团簇整齐排列成行,通过所述多个碳纳米管线形成一连续的直线形导电通路。优选地,所述多个碳纳米管团簇在所述碳纳米管膜中呈阵列排布。其中,所述第二方向与所述第一方向相交设置,优选地,所述第二方向与第一方向垂直设

置。每个碳纳米管团簇在所述第二方向上的长度基本与与所述碳纳米管团簇相连的碳纳米管线的间距相等。所以,所述碳纳米管团簇在第二方向上的长度优选地大于 0.1 毫米。另外,位于相邻的碳纳米管线之间的多个碳纳米管团簇间隔设置,即,所述多个碳纳米管团簇在所述第一方向上间隔设置。优选地,相邻的碳纳米管团簇在第一方向上的间距大于等于 1 毫米。

[0031] 所述碳纳米管团簇包括多个第二碳纳米管,所述多个第二碳纳米管通过范德华力相互作用在一起。所述多个第二碳纳米管的轴向可以基本平行于所述第一方向,即,所述多个第二碳纳米管的轴向可以基本平行于所述碳纳米管线的轴向(请参阅图 5 和图 6)。所述多个第二碳纳米管的轴向也可以与所述第一方向相交设置,因此,所述碳纳米管团簇中的第二碳纳米管可以交叉设置形成网状结构(请参阅图 3 和图 4)。

[0032] 由此可见,所述碳纳米管膜包括多个碳纳米管,所述多个碳纳米管分别形成所述多个碳纳米管线及多个碳纳米管团簇。优选地,所述碳纳米管膜仅由碳纳米管组成。所述碳纳米管膜还包括多个孔隙,所述多个孔隙主要是由所述碳纳米管膜中的多个碳纳米管线及多个碳纳米管团簇间隔设置形成的。所以,当所述多个碳纳米管线及多个碳纳米管团簇有规律排列时,所述多个孔隙也有规律排列。如,当所述多个碳纳米管团簇及碳纳米管线呈阵列排布时,所述多个孔隙也会随之呈阵列排布。所述碳纳米管膜中的碳纳米管线与碳纳米管团簇的面积之和与所述多个孔隙的面积比值大于 0,且小于等于 1 : 19。也可以说,所述碳纳米管膜中的多个碳纳米管与所述多个孔隙的面积比大于 0,且小于等于 1 : 19,故,所述碳纳米管膜的透光度大于等于 95%。更优选地,所述碳纳米管膜中的碳纳米管的面积与所述多个孔隙的面积比大于 0,且小于等于 1 : 49,所述碳纳米管膜的透光度大于等于 98%。所述多个碳纳米管线沿第一方向延伸,从而使得所述碳纳米管膜在第一方向上形成一第一导电通路;所述多个碳纳米管团簇可以在第二方向上形成一第二导电通路;从而使得所述碳纳米管膜为导电异向性膜,且在第一方向及第二方向上具有不同的导电异向性。所述碳纳米管膜在第二方向上的电阻与其在第一方向上的电阻的比值大于等于 10。优选地,所述碳纳米管膜在第二方向上的电阻大于等于其在第一方向上的电阻的 20 倍。如,所述碳纳米管膜在第二方向上的电阻可以高于其在第一方向上的电阻的 50 倍。另外,所述碳纳米管膜中的碳纳米管线通过其中的碳纳米管团簇连接一起,从而使得所述碳纳米管膜具有较好的强度及稳定性,不易破坏。

[0033] 需要说明的是,所述碳纳米管膜中的碳纳米管线及碳纳米管团簇的周围还存在有少量的碳纳米管,但这些碳纳米管的存在基本上不会影响所述碳纳米管膜的性质。

[0034] 请参阅图 7,所述碳纳米管膜的制备方法包括以下步骤:

[0035] S10,提供一初始碳纳米管膜,所述初始碳纳米管膜包括多个碳纳米管,所述多个碳纳米管通过范德华力首尾相连且沿第一方向择优取向延伸;

[0036] S20,图案化所述初始碳纳米管膜,使所述初始碳纳米管膜在所述第一方向上形成至少一行通孔,且每行上至少有两个间隔设置的通孔;以及

[0037] S30,采用溶剂处理所述形成有至少一行通孔的初始碳纳米管膜,使所述形成有至少一行通孔的初始碳纳米管膜收缩。

[0038] 请参阅图 8,步骤 S10 中的初始碳纳米管膜中的碳纳米管沿第一方向择优取向延伸。所述初始碳纳米管膜可以通过从一碳纳米管阵列中拉伸而获得。具体地,所述初始碳纳

米管膜的制备方法包括以下步骤：S11，提供一碳纳米管阵列，且所述碳纳米管阵列包括多个彼此平行的碳纳米管；以及 S12，从所述碳纳米管阵列中选定一定宽度的碳纳米管片段，并拉取所述具有一定宽度的碳纳米管片段得到所述初始碳纳米管膜。

[0039] 其中，优选地，所述碳纳米管阵列为一起顺排碳纳米管阵列，即所述碳纳米管阵列包括多个基本相互平行的碳纳米管。所述碳纳米管阵列形成于一基底，且所述碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于所述基底。在上述拉伸过程中，所述碳纳米管阵列中的选定的碳纳米管在拉力作用下沿拉伸方向逐渐脱离基底的同时，由于范德华力作用，所述选定的碳纳米管分别与碳纳米管阵列中的其他碳纳米管通过范德华力首尾相连地连续地被拉出形成所述初始碳纳米管膜。所述初始碳纳米管膜中的碳纳米管的延伸方向基本平行于碳纳米管膜的拉伸方向。因此，所述初始碳纳米管膜是由碳纳米管组成，且通过碳纳米管之间的范德华力的作用，使得所述初始碳纳米管膜具有自支撑特性，为一自支撑膜。所述初始碳纳米管膜中的碳纳米管之间会形成多个微孔，所述微孔的有效直径小于 100 纳米。

[0040] 所述步骤 S20 对初始碳纳米管膜进行图案化处理的目的是在所述初始碳纳米管膜上沿第一方向上形成成行排列且间隔设置的通孔。所述步骤可以采用激光照射处理或电子束照射处理等方法在所述初始碳纳米管膜上形成所述多个通孔。当所述步骤 S20 采用激光照射法对所述初始碳纳米管膜进行图案化处理时，所述步骤 S20 具体可以包括以下分步骤：首先，提供一激光器，所述激光器的激光束的照射路径可通过电脑程序控制。其次，将所述待形成多个通孔的初始碳纳米管膜的结构输入电脑程序中，以便控制激光器中的激光束的照射路径，在所述初始碳纳米管膜上烧蚀形成多个通孔。然后，开启激光器，采用激光束照射所述初始碳纳米管膜，在所述初始碳纳米管膜上形成所述多个通孔。可以理解，还可以通过固定激光束，移动所述初始碳纳米管膜使激光束照射所述初始碳纳米管膜的表面，控制所述初始碳纳米管膜的运动路径，在所述初始碳纳米管膜上烧蚀形成多个通孔。其中，所述激光束的功率密度为 10000-100000 瓦 / 平方毫米，扫描速度为 800-1500 毫米 / 秒。优选地，所述激光束的功率密度为 70000-80000 瓦 / 平方毫米，扫描速度为 1000-1200 毫米 / 秒。

[0041] 所述步骤 S20 中形成的通孔的形状可以为四边形、圆形、椭圆形或三角形等图形。优选地，所述四边形具有至少一对平行边，如，平行四边形、梯形、长方形、菱形等。更优选地，所述通孔的形状为长方形。当长方形的宽度比较小时，可以认为所述长方形为一直线，即可以认为所述通孔的形状为直线形。所述通孔的有效直径大于所述初始碳纳米管膜中的微孔的有效直径。优选地，所述通孔的有效直径大于等于 0.1 毫米。相邻的通孔之间的间距大于所述初始碳纳米管膜中的微孔的有效直径。优选地，所述相邻通孔之间的间距大于等于 0.1 毫米。所述通孔的形状、有效直径以及相邻的通孔之间的间距可以根据实际需要确定。

[0042] 所述步骤 S20 中对所述初始碳纳米管膜进行图案化处理，在所述初始碳纳米管膜上形成的通孔可以按照下面的几种方式分布：

[0043] (1) 请参阅图 9 和图 10，在所述初始碳纳米管膜上形成多个间隔设置的通孔 22，所述多个间隔设置的通孔 22 在所述初始碳纳米管膜中沿所述第一方向 X 排列成行，在所述初始碳纳米管膜中沿所述第二方向 Y 排列成列。且位于同一列上的通孔 22 沿所述第二方向 Y 间隔排列，所以，所述多个通孔 22 呈阵列状，行列排布。即，所述多个通孔 22 在所述初始



碳纳米管膜上排列成多行多列。其中,所述第一方向 X 基本平行于所述初始碳纳米管膜中的碳纳米管的轴向延伸方向。

[0044] 所述多个通孔 22 将所述初始碳纳米管膜分成多个连接部 24 以及多个延伸部 26,所述初始碳纳米管膜的连接部 24 为同一行中相邻的通孔 22 之间的部分,也就是说,所述初始碳纳米管膜的连接部 24 间隔设置且通过通孔 22 隔开,并与所述多个通孔 22 交替排布。每个连接部 24 在第二方向 Y 上的长度等于与其相邻的通孔 22 在第二方向 Y 上的长度,每个连接部 24 沿第一方向上的长度基本等于与其位于同一行并与其相邻的两个通孔 22 之间的间距。所述初始碳纳米管膜的多个延伸部 26 指的是所述初始碳纳米管膜中除了所述连接部 24 外的其它部分,且分别位于所述多个连接部 24 及通孔 22 的两侧。每个延伸部 26 在第二方向 Y 上的长度为与其相邻两行的通孔 22 在第二方向 Y 上的间距,且将与其相邻的两行中的多个连接部 24 隔开。也可以说,在与第一方向 X 相交的第二方向 Y 上,所述多个延伸部 26 通过所述多个连接部 24 隔开。所以,所述多个连接部 24 与多个延伸部 26 是一体结构,所述多个延伸部 26 通过所述多个连接部 24 连接在一起。优选地,每个通孔 22 在第一方向 X 上的有效长度大于其相邻的通孔 22 在第二方向 Y 上的间距。优选地,所述第二方向 Y 垂直于第一方向 X。每个延伸部 26 基本沿所述第一方向 X 连续延伸。

[0045] 当然,图案化所述初始碳纳米管膜,也可以使所述初始碳纳米管膜在所述第一方向上形成至少一行通孔,且每行上至少有两个间隔设置的通孔。

[0046] (2) 请参阅图 11,在所述初始碳纳米管膜上形成多个通孔 22,所述多个通孔 22 沿所述第一方向 X 排列成多行,且位于同一行中的通孔 22 沿所述第一方向 X 间隔排列。所述多个通孔 22 在所述第二方向 Y 上交错设置。所谓“交错设置”指的是,所述多个通孔 22 在第二方向 Y 上没有成列排布。

[0047] 需要说明的是,本文所谓的“位于同一行的通孔”指的是至少有一条基本平行于所述第一方向 X 的直线可以同时贯穿所述位于同一行中的通孔;本文中所谓的“位于同一列中的通孔”指的是至少有一条基本平行于所述第二方向 Y 的直线可以同时贯穿所述位于同一列中的通孔。所述初始碳纳米管膜中的连接部 24 的排列方式与所述初始碳纳米管膜中的通孔的排列方式基本相同。由于受到制备工艺的影响,每个通孔的周围可能会有少量碳纳米管毛刺存在,从而使得通孔的边缘存在参差不齐的现象。

[0048] 在步骤 S30 中,所述图案化的初始碳纳米管膜优选将该初始碳纳米管膜悬空设置。请一并参阅图 9 和图 10,所述步骤 S30 可以为,将所述溶剂滴落或喷洒在悬空设置的形成有多个通孔 22 的初始碳纳米管膜的表面,以浸润所述具有多个通孔 22 的初始碳纳米管膜,使所述具有多个通孔 22 的初始碳纳米管膜收缩。由于所述初始碳纳米管膜中的每个延伸部 26 中的碳纳米管首尾相邻且基本沿第一方向排列,且每个延伸部 26 在第一方向上为一个连续的整体,故,在界面张力的作用下,所述初始碳纳米管膜中的多个延伸部 26 收缩形成多个碳纳米管线 32,也就是说,所述初始碳纳米管膜的每个延伸部 26 向其中心收缩形成一个碳纳米管线 32,同时使得位于所述延伸部 26 两侧的通孔 22 的有效直径增大,从而形成多个间隔设置的碳纳米管线 32。同时,每个延伸部 26 在收缩成碳纳米管线 32 的过程中会对其邻近的连接部 24 产生一个拉力,使得所述连接部 24 形成所述碳纳米管团簇 34,从而形成所述碳纳米管膜 16,使得所述碳纳米管膜 16 包括多个间隔的碳纳米管线 32,及被所述多个碳纳米管线 32 隔开的多个碳纳米管团簇 34。因此,所述碳纳米管膜 16 中相邻的碳

纳米管线 32 之间的间距大于其对应的初始碳纳米管膜上相邻的延伸部 26 之间夹持的通孔在第二方向上的长度,大于 0.1 毫米;且每个碳纳米管线 32 由多个通过范德华力首尾相连且基本沿同一方向延伸的碳纳米管构成,所述多个碳纳米管基本沿第一方向延伸。所述多个碳纳米管团簇 34 将相邻的碳纳米管线 32 通过范德华力连接在一起形成所述碳纳米管膜 16。

[0049] 可以理解,所述初始碳纳米管膜 16 中的多个延伸部 26 会形成多个碳纳米管线 32,所述多个碳纳米管线 32 沿第一方向轴向延伸,且沿第二方向相互平行且间隔设置;且所述初始碳纳米管膜中的多个连接部 24 会形成多个碳纳米管团簇 34,所述碳纳米管团簇 34 会沿着所述第二方向通过所述碳纳米管线 32 搭接在一起,且沿第一方向间隔设置。所以,此时,所述碳纳米管膜 16 中的多个碳纳米管线 32 相互平行地沿第一方向延伸且沿第二方向间隔设置,形成多个间隔设置的第一导电通路;所述碳纳米管膜 16 中的多个碳纳米管团簇 34 沿所述第一方向间隔设置,并沿所述第二方向通过碳纳米管线 32 连接形成所述多个间隔设置的第二导电通路。

[0050] 根据所述溶剂的浸润性的不同,所述溶剂对所述初始碳纳米管膜的界面张力也不同,所述初始碳纳米管膜的延伸部 26 在收缩成碳纳米管线 32 的过程中对其相邻的连接部 24 产生的拉力的大小也不同,从而使得由所述初始碳纳米管膜的连接部 24 形成的碳纳米管团簇 34 的结构也不同。

[0051] 请一并参阅图 3 及图 4,当所述溶剂为有机溶剂,乙醇、甲醇、丙酮、二氯乙烷或氯仿等具有较高浸润性的溶剂时,对所述初始碳纳米管膜的界面张力就比较大,所述初始碳纳米管膜的延伸部 26 在收缩成碳纳米管线 32 的过程中对其相邻的连接部 24 产生的拉力就比较大,可以使得所述连接部 24 中的碳纳米管的由基本沿第一方向延伸转变为与所述第一方向相交的方向延伸,形成第二碳纳米管;同时在界面张力的作用下,每个连接部 24 中的碳纳米管会收缩形成一网状结构,所述网状结构即为所述碳纳米管团簇 34。所以,所述多个连接部 24 形成多个具有网状结构的碳纳米管团簇 34。优选地,所述第二碳纳米管的轴向与所述第一方向具有较大的第一夹角,且所述第一夹角大于等于 45 度,且小于等于 90 度。

[0052] 本实施例通过测量样品 1—初始碳纳米管膜、样品 2—激光处理的初始碳纳米管膜(激光处理的初始碳纳米管膜指的是上述经过激光处理形成有多个通孔 22 的初始碳纳米管膜,其中,该多个通孔 22 为长方形且以阵列形式排布,该通孔 22 的长度为 3 毫米、宽度为 1 毫米,该通孔 22 与其长度方向上相邻的通孔 22 之间的间距为 1 毫米,该通孔 22 与其宽度方向上相邻的通孔 22 之间的间距为 1 毫米)、样品 3 所述碳纳米管膜 16 的透光度。各个样品的透光度在各个样品在悬空状态下测得的,如表 1 所示。

[0053] 表 1 各种膜的透光度

[0054]

样 品	不同波长下的透光度/%							
	370nm	450nm	500nm	550nm	600nm	650nm	700nm	750nm
1	76.08	79.17	80.31	81.20	81.88	82.46	82.92	83.32
2	80.39	83.03	84.01	84.73	85.27	85.78	86.14	86.51
3	98.43	98.42	84.41	98.43	98.40	98.45	98.42	98.38

[0055] 请一并参阅图 5 及图 6, 当所述溶剂为水, 或具有一定浓度的水与有机溶剂的混合溶液时, 所述溶剂对所述初始碳纳米管膜的界面张力相对比较小, 所述初始碳纳米管膜的延伸部 26 在收缩成碳纳米管线 32 的过程中对其相邻的连接部 24 产生的拉力相对比较小, 对所述初始碳纳米管膜的连接部 24 中的碳纳米管的拉力就比较小, 从而使得所述多个连接部 24 中的碳纳米管的轴向基本不发生改变或改变较小, 形成多个碳纳米管团簇 34, 此时, 所述碳纳米管团簇 34 中的碳纳米管的轴向基本平行于所述碳纳米管线 32 中的碳纳米管的轴向及所述第一方向, 或所述碳纳米管团簇 34 中的碳纳米管的轴向与所述碳纳米管线 32 中的碳纳米管及第一方向具有较小的第二夹角, 且所述第二夹角小于等于 30 度。优选地, 所述夹角小于等于 15 度。如, 当溶剂为水时, 所述初始碳纳米管膜的连接部 24 中的碳纳米管的排列方向基本不发生改变, 从而使得所述碳纳米管团簇 34 中的碳纳米管的排列方向基本平行于所述第一方向。

[0056] 可以理解, 通过控制沿第二方向排列的通孔之间的间距以及通孔的形状可以控制所述碳纳米管线的直径; 通过控制位于第二方向上的相邻通孔之间的间距以及通孔的宽度可以控制相邻的碳纳米管线之间的间距。当所述通孔为长方形, 所述通孔的在第二方向的长度分别相等, 且位于同一列上的相邻通孔之间的间距相等时, 所述多个碳纳米管线的直径相等, 且相邻的碳纳米管线之间的间距也相等; 进一步, 当所述多个通孔的在第一方向的长度分别相等, 所述多个碳纳米管团簇基本沿第二方向排列, 甚至所述多个碳纳米管团簇的形状基本相同。因此, 本发明提供的碳纳米管膜的制备方法可以有效地、简单地控制其中的碳纳米管线之间的间距及碳纳米管线的直径。

[0057] 可以通过调整所述通孔的数量来改变所述碳纳米管膜的电阻, 尤其是改变所述碳纳米管膜的导电异向性, 也就是说, 可以根据对所述碳纳米管膜的电阻的需求来进行步骤 S20。

[0058] 需要说明的是, 通孔的相关参数影响所述碳纳米管膜的导电性。其中, 假定所述初始碳纳米管膜上的通孔均匀分布, 且每个通孔为长方形, 每个通孔在第一方向上的长度为  $a$ , 每个通孔在第二方向上的长度为  $b$ , 相邻的通孔在第一方向上的间距为  $c$ , 相邻的通孔在第二方向上的间距为  $d$ 。优选地, 参数  $a$  大于参数  $d$ 。其中, 所述参数  $b$  相对于参数  $a$  相当小时, 参数  $b$  可以认为是 0, 所述通孔可以被认为直线。具体地, 通孔的相关参数对碳纳米管膜的电阻及导电异向性的影响如下:

[0059] (1) 当通孔的参数  $c$  和  $d$  固定, 改变参数  $a$  和  $b$  时, 所述碳纳米管膜在第二方向与第一方向上的电阻的比值随着参数  $a$  和  $b$  的比值 ( $a/b$ ) 的增大而变大。也就是说, 所述碳纳米管膜的导电异向性与参数  $a$  和  $b$  的比值成正比。

[0060] (2) 当通孔的参数  $a$  和  $c$  固定, 改变参数  $b$  和  $d$  时, 所述碳纳米管膜在第一方向的

电阻基本随着参数  $b$  与  $d$  的比值( $b/d$ )的增大而变大。

[0061] (3) 当通孔的参数  $b$  和  $d$  固定, 改变参数  $a$  和  $c$  时, 所述碳纳米管膜在第二方向上的电阻随着参数  $a$  与参数  $c$  的比值( $a/c$ )增大而增大; 另, 可以通过减小参数  $a$  与  $c$  的比值的方法来提高所述碳纳米管膜的导电异性。

[0062] 可以理解, 所述步骤 S20 中的初始碳纳米管膜在图案化处理之前, 应所述事先固定所述初始碳纳米管膜, 优选地, 将所述初始碳纳米管膜悬空设置。如, 当所述初始碳纳米管膜直接从一碳纳米管阵列中拉取获得时, 可以先固定所述初始碳纳米管膜远离所述碳纳米管阵列的一端于一固定体, 然后再图案化处理所述初始碳纳米管膜形成所述多个通孔, 之后再用溶剂处理所述图案化的初始碳纳米管膜。另外, 当收集所述碳纳米管膜时, 尤其是采用一可转动的收集轴收集所述碳纳米管膜时, 转动所述收集轴, 可以一边将制备好的碳纳米管膜收集在所述收集轴上, 一边不断的从所述碳纳米管阵列中拉取获得所述预制的碳纳米管膜, 从而可以实现自动化生产所述碳纳米管膜。

[0063] 该碳纳米管膜 16 的面积和厚度不限, 可根据实际需要选择。可以理解, 碳纳米管膜 16 的热响应速度与其厚度有关, 本实施例中, 该碳纳米管膜 16 的厚度为 0.1 微米至 100 微米。在相同面积的情况下, 碳纳米管膜 16 的厚度越大, 热响应速度越慢; 反之, 碳纳米管膜 16 的厚度越小, 热响应速度越快。本实施例中, 碳纳米管膜 16 的厚度为 1 微米。

[0064] 所述第一电极 12 和第二电极 14 由导电材料组成, 该第一电极 12 和第二电极 14 为长条形, 该第一电极 12 和第二电极 14 的厚度为 0.5 纳米~100 微米。该第一电极 12 和第二电极 14 的材料可以为金属、合金、铟锡氧化物(ITO)、锑锡氧化物(ATO)、导电银胶、导电聚合物或导电性碳纳米管等。该金属或合金材料可以为铝、铜、钨、钼、金、钛、钽、钼、铯或其任意组合的合金。本实施例中, 所述第一电极 12 和第二电极 14 的材料为金属钼膜, 厚度为 5 纳米。所述金属钼与碳纳米管具有较好的润湿效果, 有利于所述第一电极 12 及第二电极 14 与所述碳纳米管膜 16 之间形成良好的电接触。当所述第一电极 12 及第二电极 14 采用铟锡氧化物(ITO)、锑锡氧化物(ATO)以及导电性碳纳米管等材料时, 第一电极 12 及第二电极 14 为透明电极。

[0065] 所述第一电极 12 和第二电极 14 平行间隔设置, 并分别与碳纳米管膜 16 电连接, 可以设置在碳纳米管膜 16 的同一表面上也可以设置在碳纳米管膜 16 的不同表面上, 并且所述碳纳米管膜 16 中的碳纳米管线 32 从第一电极 12 向第二电极 14 方向延伸。由于碳纳米管膜 16 本身有很好的粘附性, 故第一电极 12 和第二电极 14 可以直接与所述碳纳米管膜 16 粘附在一起。

[0066] 当然, 所述第一电极 12 和第二电极 14 也可通过一导电粘结剂(图未示)设置于该碳纳米管膜 16 的表面上, 导电粘结剂在实现第一电极 12 和第二电极 14 与碳纳米管膜 16 电接触的同时, 还可以将所述第一电极 12 和第二电极 14 更好地固定于碳纳米管膜 16 的表面上。本实施例优选的导电粘结剂为银胶。

[0067] 可以理解, 第一电极 12 和第二电极 14 的结构和材料均不限, 其设置目的是为了使得所述碳纳米管膜 16 中流过电流。因此, 所述第一电极 12 和第二电极 14 只需要导电, 并与所述碳纳米管膜 16 之间形成良好的电接触都在本发明的保护范围内。

[0068] 所述高分子保护层 15 的材料为一透明高分子材料, 可以是热塑性聚合物或热固性聚合物的一种或多种, 如纤维素、聚对苯二甲酸乙酯、压克力树脂、聚乙烯、聚丙烯、聚苯

乙烯、聚氯乙烯、酚醛树脂、环氧树脂、硅胶及聚酯等中的一种或多种。所述高分子保护层 15 厚度不限,可以根据实际情况选择。所述高分子保护层 15 覆盖于所述第一电极 12、第二电极 14 和碳纳米管膜 16 之上,可以使该除霜玻璃 10 在绝缘状态下使用,同时还可以避免所述碳纳米管膜 16 遭受外力的破坏。本实施例中,该高分子保护层 15 的材料为环氧树脂,其厚度为 200 微米。

[0069] 本发明实施例的除霜玻璃 10 在使用时,将第一电极 12 和第二电极 14 连接到电源,通过给所述第一电极 12 和第二电极 14 通电,那么在所述第一电极 12 和第二电极 14 之间形成相同的电势差,由于所述碳纳米管膜 16 中的碳纳米管线 32 从第一电极 12 向第二电极 14 方向延伸,所以沿着所述碳纳米管膜 16 中碳纳米管线 32 的延伸方向有电流通过,即该碳纳米管膜 16 被加热,该热量可以快速传递至高分子保护层 15,从而升温将形成于除霜玻璃 10 表面的霜 / 雾除去。由于碳纳米管具有良好的导电性能,热稳定性以及较高的电热转换效率,从而本第一实施例中的除霜玻璃 10 也具有较高的电热转换效率。

[0070] 可以理解,所述除霜玻璃 10 在使用时,通过给第一电极 12 和第二电极 14 通电,该碳纳米管膜 16 即被加热,如果通电的功率较大或者通电的时间较长,那么该碳纳米管膜 16 会产生更高的热量,该热量通过玻璃基体 18 传导至该玻璃基体 18 的另一侧,因此,也可以去除形成在所述玻璃基体 18 另一侧的冰 / 霜等。

[0071] 请参见图 12,所述除霜玻璃 10 也可以包括多个第一电极 12 及多个第二电极 14,该多个第一电极 12 及多个第二电极 14 平行交替间隔设置,并与所述碳纳米管膜 16 电连接,且所述碳纳米管膜 16 中的碳纳米管线 32 从第一电极 12 向第二电极 14 延伸。所述除霜玻璃 10 在使用时,将所述多个第一电极 12 连接到电源的一端,将多个第二电极 14 连接到电源的另一端,从而在每两个相邻的第一电极 12 以及第二电极 14 之间形成相同的电势差,从而可以降低所述碳纳米管膜 16 的加热电压,即可将除霜玻璃 10 上的霜 / 雾除去。

[0072] 当如图 12 所示的除霜玻璃 10 中的多个第一电极 12 及多个第二电极 14 的材料为镍铬合金、铁铬合金、铜镍合金、康铜、不锈钢等电热材料时,那么所述除霜玻璃 10 在使用时,将一个第一电极 12 的两端连接到电源,将与该第一电极 12 相邻的第二电极 14 的两端连接到另一电源,该两个电源的电压不等,使第一电极 12 的两端形成电势差,使第二电极 14 的两端形成电势差,使相邻的第一电极 12 和相邻的第二电极 14 之间形成相同的电势差。例如,将第一个第一电极 12 的一端接 10 伏电位,将另一端接 5 伏电位,将与该第一电极 12 相邻的第一个第二电极 14 的一端接 5 伏电位,将另一端接 0 伏电位,将第二个第一电极 12 的一端接 10 伏电位,将另一端接 5 伏电位,将与该第一电极 12 相邻的第二个第二电极 14 的一端接 5 伏电位,将另一端接 0 伏电位,那么,在每个第一电极 12 和第二电极 14 上均有 5 伏的电势差,在每两个相邻的第一电极 12 以及第二电极 14 之间形成相同的 5 伏电势差。由于所述碳纳米管膜 16 具有较优的导电异向性,即所述碳纳米管膜 16 中碳纳米管线 16 的径向方向导电性较差,所以,该碳纳米管膜 16 不会将所述各个第一电极 12 和第二电极 14 的两端短路。

[0073] 所述除霜玻璃 10 在工作时,所述第一电极 12 和第二电极 14 均能产生热量将除霜玻璃 10 上的霜 / 雾除去。并且,在每两个相邻的第一电极 12 以及第二电极 14 之间形成相同的电势差,所以沿着所述碳纳米管膜 16 中碳纳米管线 32 的延伸方向有电流通过,即该碳纳米管膜 16 被加热,可以将除霜玻璃 10 上的霜 / 雾除去。因此,该除霜玻璃 10 的第一电

极 12 和第二电极 14 以及碳纳米管膜 16 均能放出热量将除霜玻璃 10 上各个部分的霜 / 雾除去, 故, 该除霜玻璃 10 的除霜 / 雾速度较快, 且各个部分的霜 / 雾均能被除掉。

[0074] 请参阅图 13, 本发明实施例提供一种应用所述除霜玻璃 10 的汽车 20, 该除霜玻璃 10 安装于汽车 20 的车窗, 做为汽车的挡风玻璃。该除霜玻璃 10 形成有碳纳米管膜 16 的表面朝向车厢内, 另一表面暴露在车厢外部的空气中。所述除霜玻璃 10 的第一电极 12 及第二电极 14 分别设置于汽车 20 的车窗的上下横梁处, 也就是说, 所述除霜玻璃 10 的第一电极 12 及第二电极 14 分别隐藏于所述车窗的上下横梁处, 因此, 该第一电极 12 及第二电极 14 无论由什么材质组成, 均不会影响司机以及车内人的视线。所述除霜玻璃 10 的碳纳米管膜 16 中的碳纳米管线 32 从第一电极 12 向第二电极 14 方向延伸, 所述第一电极 12 及第二电极 14 与汽车的供电系统电连接, 所述碳纳米管膜 16 可通过汽车的供电系统通入电流, 从而发热。由于所述车窗的上下横梁之间的距离较车窗的左右立柱之间的距离要短, 所以, 所述第一电极 12 以及第二电极 14 分别设置于汽车 20 的车窗的上下横梁处时, 所述碳纳米管膜 16 的电阻较小, 因此, 该碳纳米管膜 16 可以在较小驱动电压下发出较高的热量, 故, 可以节约能源。

[0075] 当然, 所述第一电极 12 及第二电极 14 也可以分别设置在所述车窗的左右立柱处, 也就是说, 所述除霜玻璃 10 的第一电极 12 及第二电极 14 分别隐藏于所述车窗的左右立柱处, 所述除霜玻璃 10 的碳纳米管膜 16 中的碳纳米管线 32 从第一电极 12 向第二电极 14 方向延伸, 因此, 该第一电极 12 及第二电极 14 无论由什么材质组成, 也均不会影响司机以及车内人的视线。

[0076] 另外, 当所述第一电极 12 及第二电极 14 为透明电极时, 如采用 ITO 膜时, 由于所述碳纳米管膜 16 为透明薄膜, 该除霜玻璃 10 整体上具有透明的特点, 因此, 所述第一电极 12 及第二电极 14 只要与 ITO 膜电连接, 其设置的位置不限。

[0077] 可以理解, 所述碳纳米管膜 16 可以防止汽车玻璃爆碎, 伤及他人; 该碳纳米管膜 16 还可以挡光, 给车内人员提供一个隐秘的空间; 而且该碳纳米管膜 16 还能吸收红外线, 防止红外线照射到车内, 起到隔热的作用, 给车内的人提供一个舒适的环境。

[0078] 请参阅图 14, 本发明的除霜玻璃 10 应用于汽车 20, 该汽车 20 进一步包括一控制系统 27, 开关 23, 传感器 28, 供电系统 25。所述控制系统 27 与所述供电系统 25 电连接, 用于控制所述供电系统 25 的电压, 所述供电系统 25 通过所述第一电极 12 及第二电极 14 与所述除霜玻璃 10 电连接用于给所述除霜玻璃 10 供电。所述开关 23 与所述控制系统 27 电连接, 并由汽车的乘员或驾驶员控制。另外, 所述传感器 28 与所述控制系统 27 电连接, 并感受汽车挡风玻璃上是否有霜 / 雾, 并将信号传送给控制系统 27。该控制系统 27 可以根据传感器 28 发出的信号, 控制除霜玻璃 10 进行除霜 / 雾。所述传感器 28 还可感受玻璃上的温度, 太低的时候加热, 达到一定温度上的时候停止加热, 可实现自动调节控制。

[0079] 可以理解, 本发明实施例提供的除霜玻璃并不仅限于在汽车除霜领域内应用, 还可以应用于建筑玻璃, 以及其他需要通过加热玻璃除霜的领域。

[0080] 本发明实施例的除霜玻璃具有以下优点: 第一, 所述除霜玻璃包括一碳纳米管膜, 通过给碳纳米管膜通电的方式实现加热除冰 / 霜 / 雾。第二, 由于碳纳米管具有良好的导电性能以及热稳定性, 具有比较高的电热转换效率, 从而所述除霜玻璃也具有较高的电热转换效率。第三, 碳纳米管膜为透明膜, 不影响视觉效果, 当使用透明导电膜作为第一电极

及第二电极的时候,整体上是一个全透明的结构,可以应用于汽车的各个车窗,并不局限于汽车后窗。

[0081] 另外,本领域技术人员还可在本发明精神内做其他变化,当然,这些依据本发明精神所做的变化,都应包含在本发明所要求保护的范围之内。

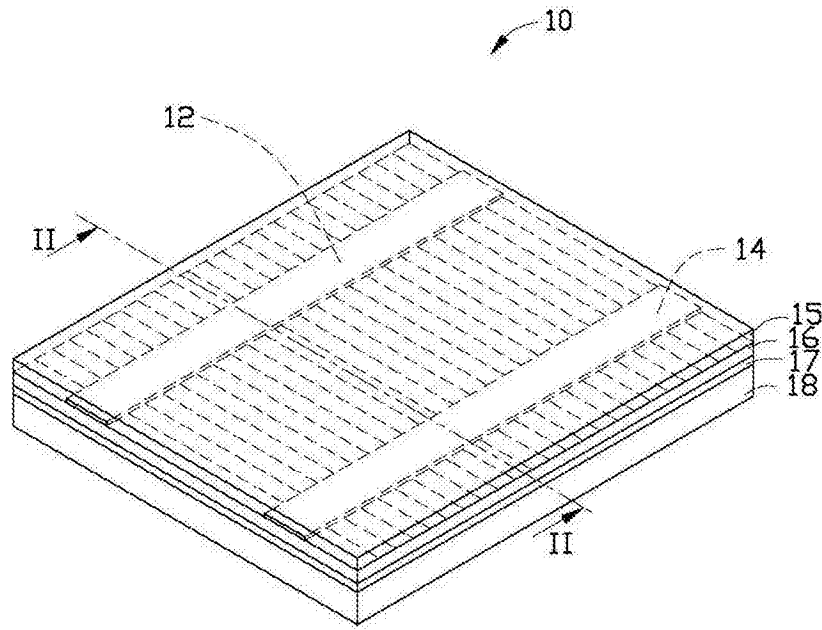


图 1

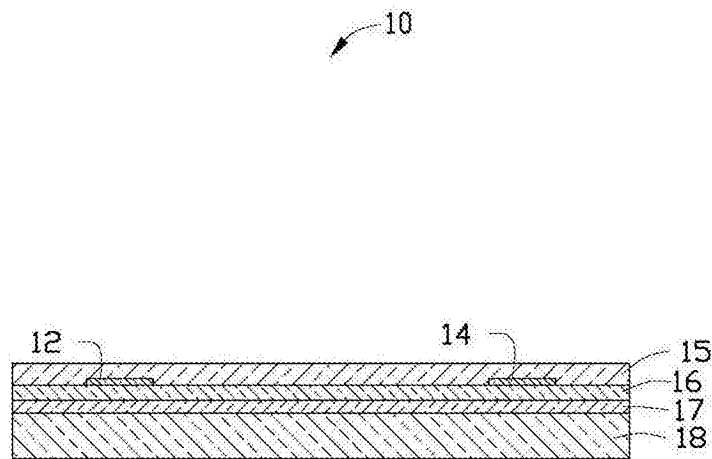


图 2



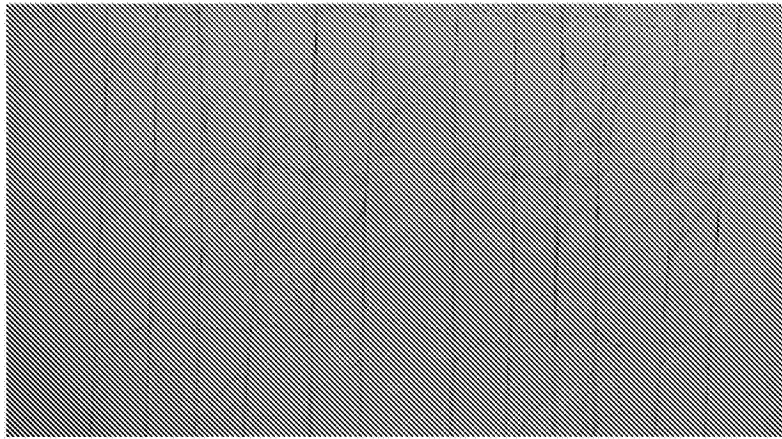


图 3

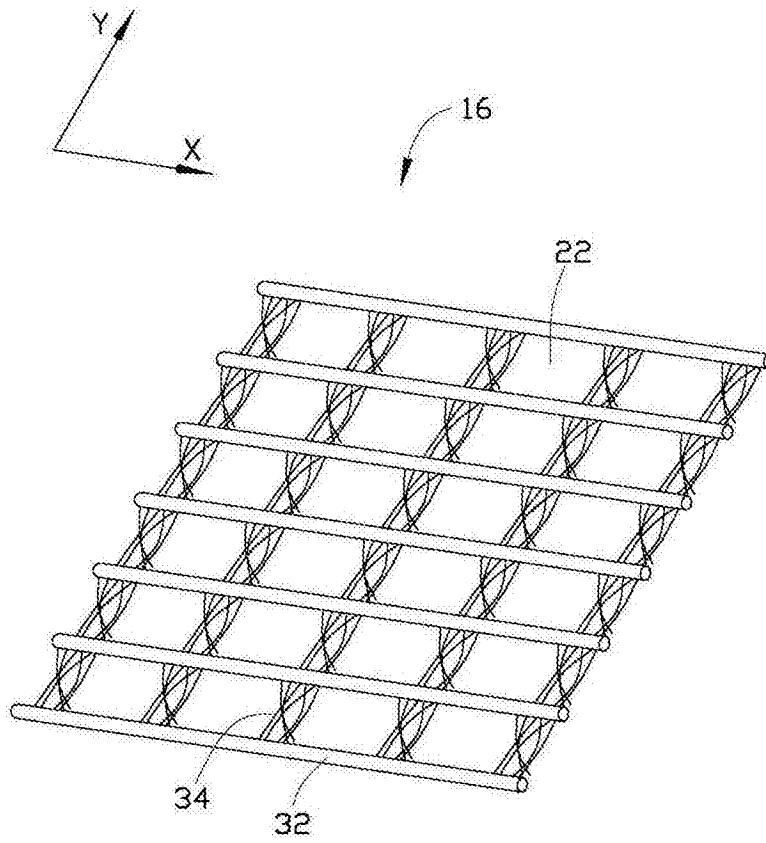


图 4

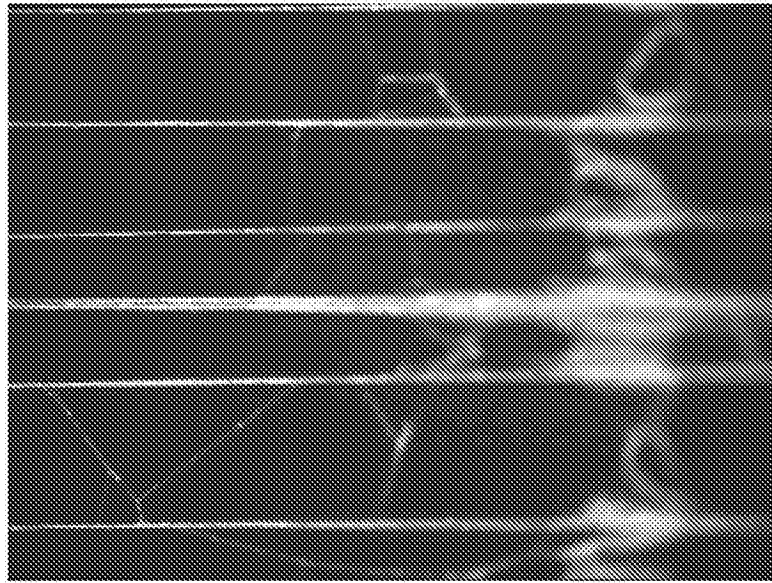


图 5

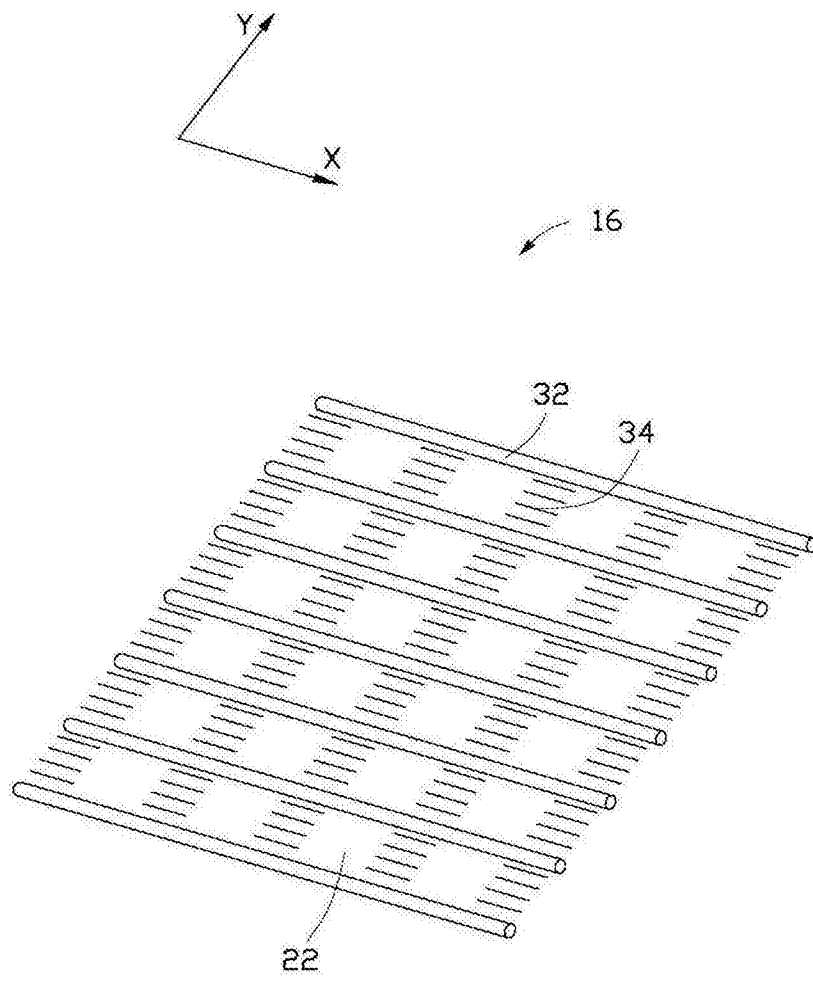


图 6

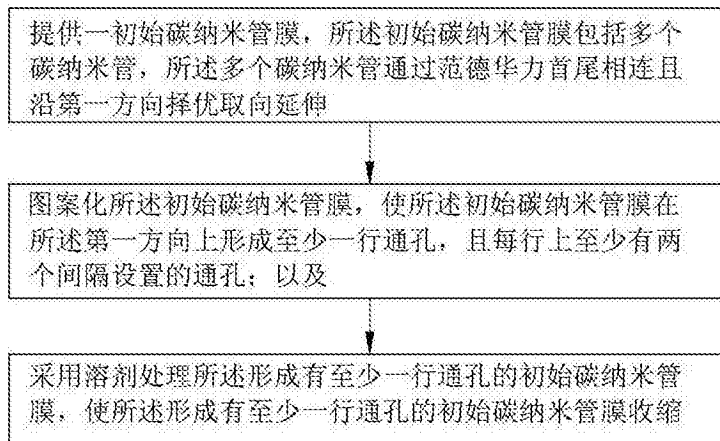


图 7

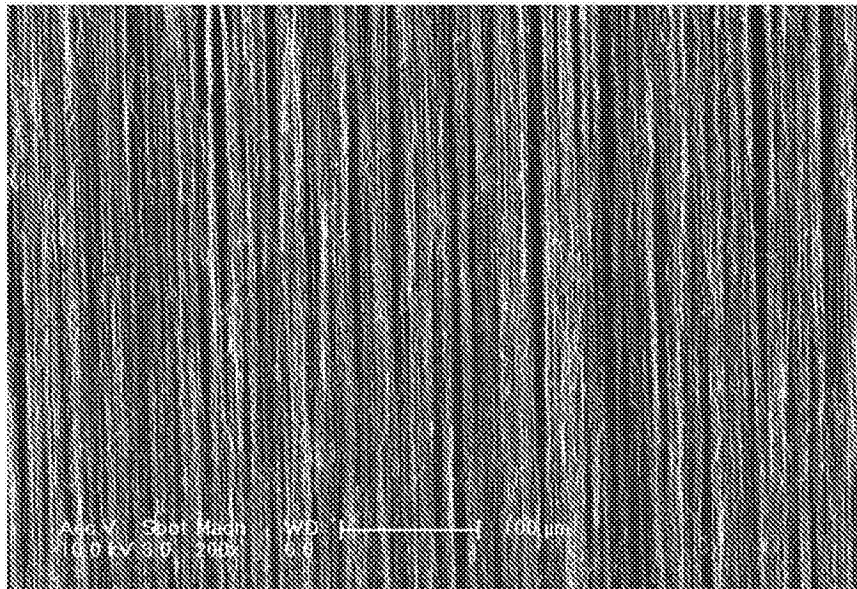


图 8

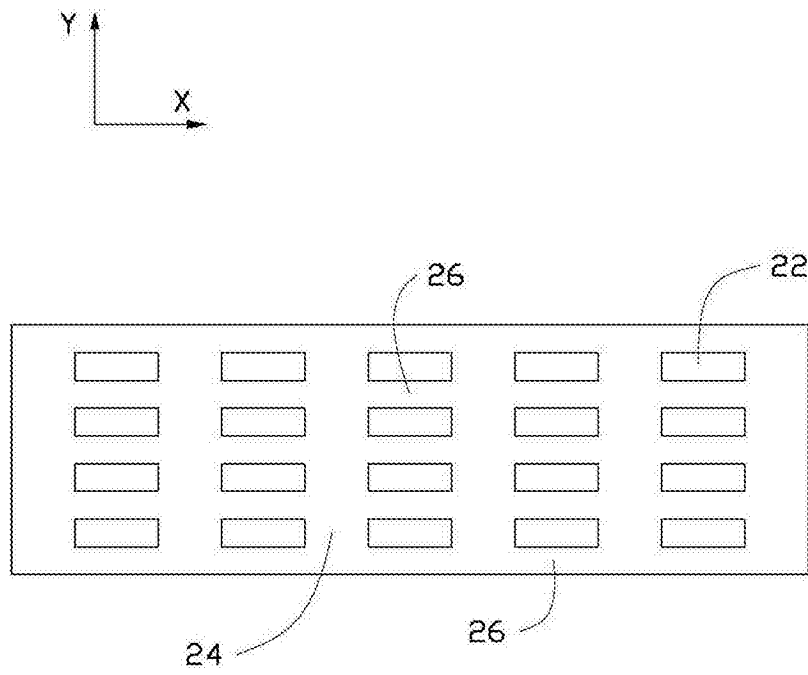


图 9

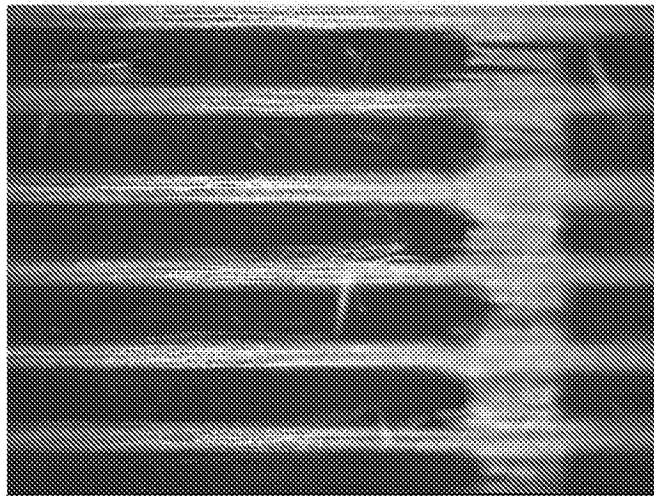


图 10

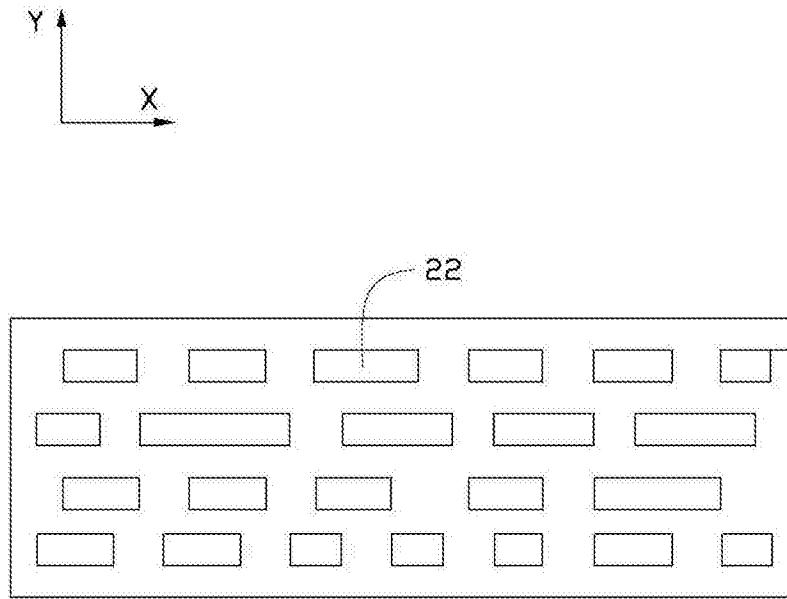


图 11

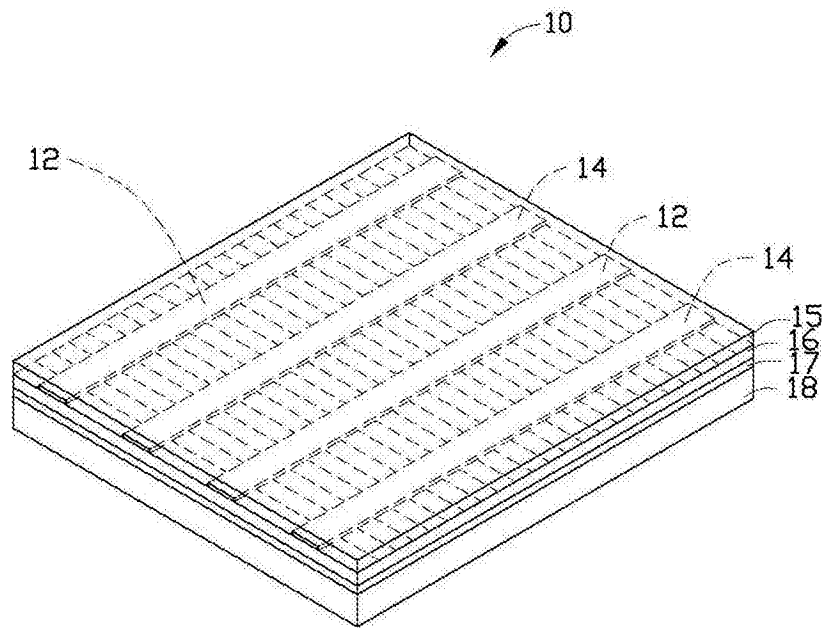


图 12

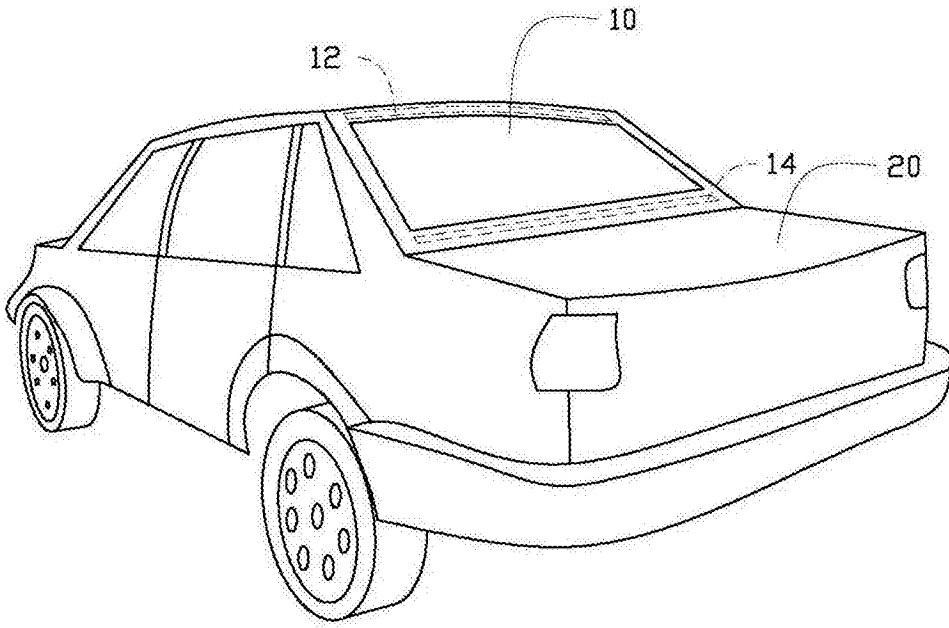


图 13

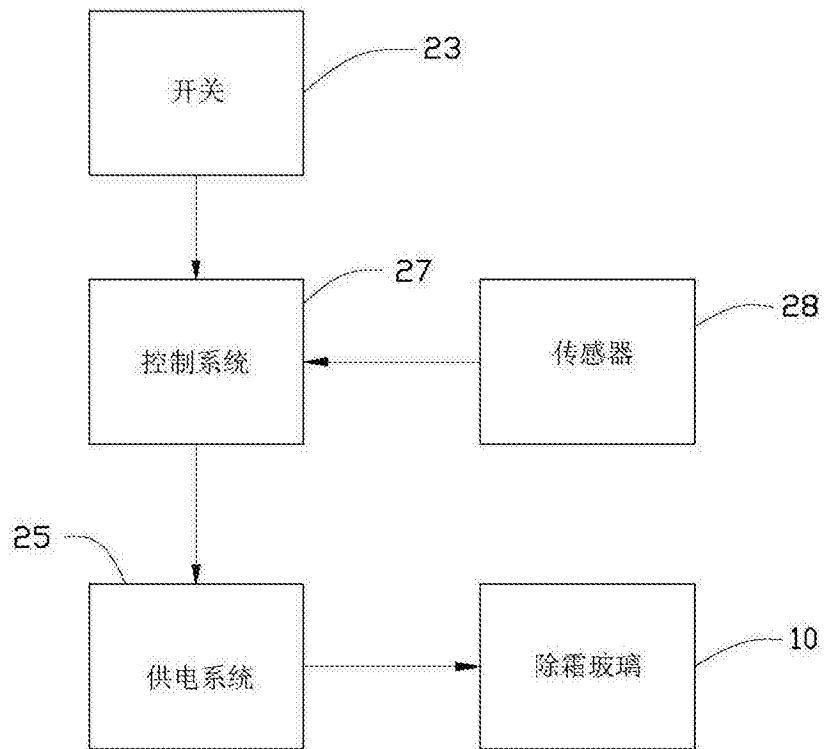


图 14