



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106457297 B

(45)授权公告日 2019.11.01

(21)申请号 201580034118.9

(22)申请日 2015.06.25

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106457297 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据  
2014-130804 2014.06.25 JP  
2014-165035 2014.08.13 JP  
2015-040138 2015.03.02 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.12.23

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2015/068429 2015.06.25

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/199204 JA 2015.12.30

(73)专利权人 柯尼卡美能达株式会社  
地址 日本东京都

(72)发明人 新妻直人 大屋秀信 山内正好  
小俣猛宪

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227  
代理人 苗堃 赵雁

(51)Int.Cl.  
B05D 1/26(2006.01)  
B05D 3/02(2006.01)  
H01B 5/14(2006.01)  
H01B 13/00(2006.01)

(56)对比文件  
WO 2014030647 A1,2014.02.27,  
CN 101226295 A,2008.07.23,  
JP 2005152758 A,2005.06.16,  
CN 103688603 A,2014.03.26,

审查员 赵霞

权利要求书2页 说明书47页 附图20页

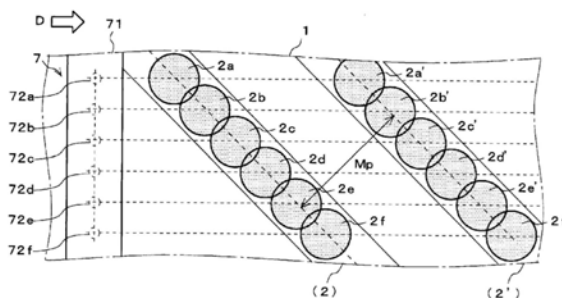
(54)发明名称

图案形成方法、带有透明导电膜的基材、装置和电子设备

(57)摘要

本发明的目的是提供不会损害生产率且能够提高对于基材的图案形成方向的自由度的图案形成方法以及通过该方法得到的带有透明导电膜的基材、装置以及电子设备,该目的通过如下方式解决:在一边使液滴喷出装置(7)相对于基材(1)相对移动一边从液滴喷出装置(7)的多个喷嘴(72a)~(72f)向基材(1)上喷出由包含功能性材料的液体构成的液滴时,在基材(1)上成为合而为一的对象的互相邻接的至少1组液滴在相对移动方向(D)以及与该相对移动方向(D)垂直的方向均空出间隔地配置,且以使这些液滴合而为一的方式,对该液滴的液滴容量以及上述间隔中的一者或两者进行调整,通过使将液滴合而为一而形成的线状液体(2)干燥,在该线状液体(2)的边缘堆积功能性材料而形成包含功能性材

料的图案。



1. 一种图案形成方法,其中,在一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的多个喷嘴向所述基材上喷出由包含功能性材料的液体构成的液滴时,在基材上成为合而为一的对象的互相邻接的至少1组的液滴在相对移动方向以及与该相对移动方向垂直的方向均空出间隔地配置,且以使这些液滴合而为一的方式,对该液滴的液滴容量以及所述间隔中的一者或两者进行调整,

通过使将所述液滴合而为一而形成的线状液体干燥,在该线状液体的边缘堆积所述功能性材料而形成包含该功能性材料的图案。

2. 如权利要求1所述的图案形成方法,其中,在所述线状液体的形成中,将从多个喷嘴对相对于所述液滴喷出装置的喷嘴列平行地配置的像素组赋予的液滴组,在与喷嘴列交叉的方向赋予多组,且使多组的所述液滴组合而为一,形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的所述线状液体。

3. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,以提高将所述液滴合而为一而形成的所述线状液体的边缘的直线性的方式,对所述液滴容量以及所述间隔中的一者或两者进行调整。

4. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,将为了形成1个所述线状液体而从1个所述喷嘴喷出的总液滴容量 $V$ 和在与所述多个喷嘴的所述相对移动方向垂直的方向的喷嘴列分辨率 $R$ 的积 $V \cdot R$ 调整为 $4.32 \times 10^4 \text{pL} \cdot \text{npi} \sim 5.18 \times 10^5 \text{pL} \cdot \text{npi}$ 的范围,其中,所述 $V$ 的单位是 $\text{pL}$ ,所述 $R$ 的单位是 $\text{npi}$ ,所述 $V \cdot R$ 的单位是 $\text{pL} \cdot \text{npi}$ 。

5. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,通过层次数的调整来调整所述液滴容量。

6. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,从所述液滴喷出装置喷出的所述液滴的在所述基材上的接触角为 $10^\circ \sim 30^\circ$ 的范围。

7. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,通过由所述相对移动所致的一次通过来形成1个或多个所述线状液体。

8. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,在通过由所述相对移动所致的一次通过来形成互相平行的多个所述线状液体时,通过调整该线状液体的赋予间隔,抑制在使相邻的所述线状液体干燥时的相互干涉。

9. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,在通过由所述相对移动所致的一次通过来形成互相平行的多个所述线状液体时,通过对从各个所述喷嘴喷出所述液滴的时间间隔、以及所述液滴喷出装置的相对于基材的相对移动速度中的一者或两者进行调整,进行该线状液体的赋予间隔的调整。

10. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,在通过由所述相对移动所致的一次通过来形成互相平行的多个所述线状液体时,将该线状液体的赋予间隔调整为 $400\mu\text{m}$ 以上。

11. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,将为了形成1个所述线状液体而从互相邻接的所述喷嘴分别喷出的包含所述功能性材料的液体的最大喷出时间差 $\Delta t_{\text{max}}$ 调整为 $200\text{ms}$ 以下,以促进所述液滴的合而为一。

12. 如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,在所述基材上赋予第1所述线状液体,且在使该第1线状液体干燥的过程中使该功能性材料选择性地堆积于边缘部,形成由包含该功能性材料的2条线段构成的第1平行线图案,

接着,在所述基材上,以与所述第1平行线图案的形成区域交叉的方式赋予第2所述线状液体,在使该第2线状液体干燥的过程中使该功能性材料选择性地堆积于边缘部,形成由包含该功能性材料的2条线段构成的第2平行线图案,

从而形成使所述第1平行线图案与所述第2平行线图案在至少1个交点相交的图案。

13.如权利要求12所述图案形成方法,其中,对于构成所述第2平行线图案的所述2条线段间的间隔,以在所述第1平行线图案的形成区域内的平均间隔A和在所述第1平行线图案的形成区域外的平均间隔B满足下述式(1)的方式进行调整,

$$0.9 \leq B/A \leq 1.1 \cdots \text{式(1)}。$$

14.如权利要求13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足所述式(1)的调整,将所述第1平行线图案的形成区域内的表面能与所述第1平行线图案的形成区域外的表面能的差设为5mN/m以下。

15.如权利要求13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足所述式(1)的调整,将涂布所述第1线状液体所含的功能性材料使其干燥而成的固体表面的表面能与所述第1平行线图案的形成区域外的表面能的差设为5mN/m以下。

16.如权利要求13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足所述式(1)的调整,将在所述第1平行线图案的形成区域内的所述第2线状液体的接触角与在所述第1平行线图案的形成区域外的所述第2线状液体的接触角的差设为 $10^\circ$ 以下。

17.如权利要求13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足所述式(1)的调整,将在涂布所述第1线状液体所含的功能性材料使其干燥而成的固体表面的所述第2线状液体的接触角与在所述第1平行线图案的形成区域外的所述第2线状液体的接触角的差设为 $10^\circ$ 以下。

18.如权利要求13所述的网状的功能性图案形成方法,其中,作为用于满足所述式(1)的调整,将在所述第1平行线图案的形成区域外的所述第2线状液体中的溶剂中沸点最高的溶剂的接触角设为 $6^\circ$ 以下。

19.如权利要求13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足所述式(1)的调整,使在所述第1平行线图案的形成区域内的所述第2线状液体的单位长度的液体赋予量与在所述第1平行线图案的形成区域外的所述第2线状液体的单位长度的液体赋予量不同。

20.如权利要求13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足所述式(1)的调整,在形成所述第1平行线图案后,在赋予所述第2线状液体之前,将包含所述第1平行线图案的形成区域内的区域进行清洗。

21.如权利要求20所述的图案形成方法,其中,作为所述清洗,进行选自利用加热的清洗、利用电磁波的清洗、利用溶剂的清洗、利用气体的清洗以及利用等离子体的清洗中的1种或2种以上的组合的清洗。

22.如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,在干燥所述线状液体时,实施促进干燥的处理。

23.如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,从所述液滴喷出装置喷出的所述液体的功能性材料含有率为0.01重量%~1重量%的范围。

24.如权利要求1或2所述的图案形成方法,其中,所述功能性材料为导电性材料或导电性材料前体。

## 图案形成方法、带有透明导电膜的基材、装置和电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及图案形成方法、带有透明导电膜的基材、装置和电子设备,更详细而言,涉及具有通过干燥使功能性材料选择性地堆积于液体的边缘而进行图案化的工序的图案形成方法以及通过该方法得到的带有透明导电膜的基材、装置和电子设备。

### 背景技术

[0002] 作为形成包含功能性材料的细线图案的方法,以往广泛使用利用光刻法的方法。然而,光刻技术由于材料的损耗多,且工序变得复杂,因此正在研究可改善这些问题的方法。

[0003] 例如,有通过喷墨法等对基材连续地赋予包含功能性材料的液滴而形成细线图案的方法。然而,通常的喷墨法中,无法将细线的宽度设为喷出的液滴的直径以下,且无法形成数 $\mu\text{m}$ 的线宽度的细线图案。

[0004] 作为利用喷墨法的细线形成的方法,有预先在基材的整面涂布防液剂,照射激光将防液剂的一部分亲水化而形成由防液部分和亲水部分构成的图案,以喷墨对该亲水部分赋予液滴而形成细线的方法。然而,该方法由于涂布防液剂,或以激光图案化,因此有工序变得复杂的课题。

[0005] 与此相对,已知利用液滴内部的对流使液滴中的固体成分即功能性材料堆积于液滴的周边部,且利用液滴来形成微细的宽度的图案的方法(专利文献1)。根据该方法,无需特别的工序,就能够形成液滴的直径以下的数 $\mu\text{m}$ 的宽度的细线。

[0006] 此外,在专利文献2中记载了使用该方法,形成导电性微粒的微细的宽度的环且将其多个连接而形成透明导电膜。

[0007] 然而,这些方法中,存在为了制成导电路径而环的交点变多,透明性下降的课题。

[0008] 与此相对,本申请人提出了如下技术:将赋予为线状的液体中的导电性材料通过该液体的移动而分离至边缘部,形成由1对细线构成的平行线图案,进而,形成由该平行线图案构成的透明导电膜(专利文献3)。现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2005-95787号公报

[0011] 专利文献2:W02011/051952

[0012] 专利文献3:日本特开2014-38992号公报

### 发明内容

[0013] 可知在将由平行线图案构成的透明导电膜例如用作用于图像显示装置的透明电极时,即使是该图案自身难以被识别且透明性优异,在将其安装于图像显示装置时,有时也会识别到波纹(干涉条纹)。

[0014] 与此相对,可知通过相对于图像显示装置所具有的图案(例如,像素阵列的图案)的形成方向,平行线图案的形成方向不成为相同的方向,从而可以防止波纹。

[0015] 为了具体地实现该构成,考虑对形成有由平行线图案构成的透明导电膜的基材的切出的方向进行变更,但在这种情况下容易损害倒角的效率。

[0016] 另一方面,也考虑对相对于基材的平行线图案的形成方向进行变更,在如专利文献3所记载的那样沿着喷墨头的移动方向形成线状液体时,需要变更相对于基材的喷墨头的配置角度等工序,在提高生产率的观点方面存在课题。

[0017] 在形成包含平行线图案的图案时,若可以在不损害生产率的情况下提高相对于基材的图案形成方向的自由度,则也可以很好地防止如上述波纹的问题。

[0018] 因此本发明的课题是提供一种可在不损害生产率的情况下提高相对于基材的图案形成方向的自由度的图案形成方法以及通过该方法得到的带有透明导电膜的基材、装置和电子设备。

[0019] 此外,本发明的其它课题可通过以下记载而变得明确。

[0020] 上述课题可通过以下各发明来解决。

[0021] 1.

[0022] 一种图案形成方法,其中,在一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的多个喷嘴向上述基材上喷出由包含功能性材料的液体构成的液滴时,在基材上成为合而为一的对象的互相邻接的至少1组的液滴在相对移动方向以及与该相对移动方向垂直的方向均空出间隔地配置,且以使这些液滴合而为一的方式,对该液滴的液滴容量以及上述间隔中的一者或两者进行调整,

[0023] 通过使将上述液滴合而为一而形成的线状液体干燥,在该线状液体的边缘堆积上述功能性材料而形成包含该功能性材料的图案。

[0024] 2.

[0025] 如上述1所述的图案形成方法,其中,在上述线状液体的形成中,将从多个喷嘴对相对于上述液滴喷出装置的喷嘴列平行地配置的像素组赋予的液滴组,在与喷嘴列交叉的方向赋予多组,且使多组的上述液滴组合而为一,形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的上述线状液体。

[0026] 3.

[0027] 如上述1或2所述的图案形成方法,其中,以提高将上述液滴合而为一而形成的上述线状液体的边缘的直线性的方式,对上述液滴容量以及上述间隔中的一者或两者进行调整。

[0028] 4.

[0029] 如上述1~3中任一项所述的图案形成方法,其中,将为了形成1个上述线状液体而从1个上述喷嘴喷出的总液滴容量 $V$ [pL]和在与上述多个喷嘴的上述相对移动方向垂直的方向的喷嘴列分辨率 $R$ [npi]的积 $V \cdot R$ [pL · npi]调整为 $4.32 \times 10^4$ [pL · npi]~ $5.18 \times 10^5$ [pL · npi]的范围。

[0030] 5.

[0031] 如上述1~4中任一项所述的图案形成方法,其中,通过层次数(階調数)的调整来调整上述液滴容量。

[0032] 6.

[0033] 如上述1~5中任一项所述的图案形成方法,其中,从上述液滴喷出装置喷出的上

述液滴的在上述基材上的接触角为 $10[^\circ] \sim 30[^\circ]$ 的范围。

[0034] 7.

[0035] 如上述1~6中任一项所述的图案形成方法,其中,通过由上述相对移动所致的一次通过来形成1个或多个上述线状液体。

[0036] 8.

[0037] 如上述1~7中任一项所述的图案形成方法,其中,在通过由上述相对移动所致的一次通过来形成互相平行的多个上述线状液体时,通过调整该线状液体的赋予间隔,抑制在使相邻的上述线状液体干燥时的相互干涉。

[0038] 9.

[0039] 如上述1~8中任一项所述的图案形成方法,其中,在通过由上述相对移动所致的一次通过来形成互相平行的多个上述线状液体时,通过对从各个上述喷嘴喷出上述液滴的时间间隔、以及上述液滴喷出装置的相对于基材的相对移动速度中的一者或两者进行调整,进行该线状液体的赋予间隔的调整。

[0040] 10.

[0041] 如上述1~9中任一项所述的图案形成方法,其中,在通过由上述相对移动所致的一次通过来形成互相平行的多个上述线状液体时,将该线状液体的赋予间隔调整为 $400[\mu\text{m}]$ 以上。

[0042] 11.

[0043] 如上述1~10中任一项所述的图案形成方法,其中,将为了形成1个上述线状液体而从互相邻接的上述喷嘴分别喷出的包含上述功能性材料的液体的最大喷出时间差 $\Delta t_{\text{max}}$ 调整为 $200[\text{ms}]$ 以下,以促进上述液滴的合而为一。

[0044] 12.

[0045] 如上述1~11中任一项所述的图案形成方法,其中,在上述基材上赋予第1上述线状液体,且在使该第1线状液体干燥的过程中使该功能性材料选择性地堆积于边缘部,形成由包含该功能性材料的2条线段构成的第1平行线图案,

[0046] 接着,在上述基材上,以与上述第1平行线图案的形成区域交叉的方式赋予第2上述线状液体,在使该第2线状液体干燥的过程中使该功能性材料选择性地堆积于边缘部,形成由包含该功能性材料的2条线段构成的第2平行线图案,

[0047] 从而形成使上述第1平行线图案与上述第2平行线图案在至少1个交点相交的图案。

[0048] 13.

[0049] 如上述12所述图案形成方法,其中,对于构成上述第2平行线图案的上述2条线段间的间隔,以在上述第1平行线图案的形成区域内的平均间隔A和在上述第1平行线图案的形成区域外的平均间隔B满足下述式(1)的方式进行调整,

[0050]  $0.9 \leq B/A \leq 1.1 \cdots$  式(1)。

[0051] 14.

[0052] 如上述13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足上述式(1)的调整,将上述第1平行线图案的形成区域内的表面能与上述第1平行线图案的形成区域外的表面能的差设为 $5\text{mN/m}$ 以下。

[0053] 15.

[0054] 如上述13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足上述式(1)的调整,将涂布上述第1线状液体所含的功能性材料使其干燥而成的固体表面(ベタ面)的表面能与上述第1平行线图案的形成区域外的表面能的差设为 $5\text{mN/m}$ 以下。

[0055] 16.

[0056] 如上述13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足上述式(1)的调整,将在上述第1平行线图案的形成区域内的上述第2线状液体的接触角与在上述第1平行线图案的形成区域外的上述第2线状液体的接触角的差设为 $10^\circ$ 以下。

[0057] 17.

[0058] 如上述13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足上述式(1)的调整,将在涂布上述第1线状液体所含的功能性材料使其干燥而成的固体表面的上述第2线状液体的接触角与在上述第1平行线图案的形成区域外的上述第2线状液体的接触角的差设为 $10^\circ$ 以下。

[0059] 18.

[0060] 如上述13所述的网状的功能性图案形成方法,其中,作为用于满足上述式(1)的调整,将在上述第1平行线图案的形成区域外的上述第2线状液体中的溶剂中沸点最高的溶剂的接触角设为 $6^\circ$ 以下。

[0061] 19.

[0062] 如上述13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足上述式(1)的调整,使在上述第1平行线图案的形成区域内的上述第2线状液体的单位长度的液体赋予量与在上述第1平行线图案的形成区域外的上述第2线状液体的单位长度的液体赋予量不同。

[0063] 20.

[0064] 如上述13所述的图案形成方法,其中,作为用于满足上述式(1)的调整,在形成上述第1平行线图案后,在赋予上述第2线状液体之前,将包含上述第1平行线图案的形成区域内的区域进行清洗。

[0065] 21.

[0066] 如上述20所述的图案形成方法,其中,作为上述清洗,进行选自利用加热的清洗、利用电磁波的清洗、利用溶剂的清洗、利用气体的清洗以及利用等离子体的清洗中的1种或2种以上的组合的清洗。

[0067] 22.

[0068] 如上述1~21中任一项所述的图案形成方法,其中,在干燥上述线状液体时,实施促进干燥的处理。

[0069] 23.

[0070] 如上述1~22中任一项所述的图案形成方法,其中,从上述液滴喷出装置喷出的上述液体的功能性材料含有率为 $0.01\text{重量}\%$ ~ $1\text{重量}\%$ 的范围。

[0071] 24.

[0072] 如上述1~23中任一项所述的图案形成方法,其中,上述功能性材料为导电性材料或导电性材料前体。

[0073] 25.

[0074] 一种带有透明导电膜的基材,其在基材表面具有包含通过上述1~24中任一项所

述的图案形成方法形成的图案的透明导电膜。

[0075] 26.

[0076] 一种装置,其具有上述25所述的带有透明导电膜的基材。

[0077] 27.

[0078] 一种电子设备,其具备上述26所述的装置。

## 附图说明

[0079] 图1是对由线状液体形成平行线图案的情况简要地进行说明的立体截面图。

[0080] 图2是对形成线状液体的方法的一个例子(比较例)简要地进行说明的俯视图。

[0081] 图3是对形成网状的图案的方法的一个例子(比较例)简要地进行说明的俯视图。

[0082] 图4是对从通过图3所示的方法形成有图案的基材进行的倒角简要地进行说明的俯视图。

[0083] 图5是对形成网状的图案的方法的其它例子(比较例)简要地进行说明的俯视图。

[0084] 图6是对从通过图5所示的方法形成有图案的基材进行的倒角简要地进行说明的俯视图。

[0085] 图7是对本发明的图案形成方法的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0086] 图8是对从液滴喷出装置喷出液滴的条件的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0087] 图9是对从液滴喷出装置喷出液滴的条件的其它例子简要地进行说明的俯视图。

[0088] 图10是对从液滴喷出装置喷出液滴条件的另一其它例子简要地进行说明的俯视图。

[0089] 图11是图10中的以(x<sub>i</sub>)表示的部分的放大图。

[0090] 图12是对由多次通过形成多个线状液体的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0091] 图13是对使用本发明的图案形成方法形成网状的图案时的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0092] 图14是对使用本发明的图案形成方法形成网状的图案时的其它例子简要地进行说明的俯视图。

[0093] 图15是简要地说明干燥装置的构成例的俯视图。

[0094] 图16是对本发明的图案形成方法的其它例子简要地进行说明的俯视图。

[0095] 图17是对用于形成线状液体的赋予液滴的其它方式简要地进行说明的俯视图。

[0096] 图18是对通过图17的方式形成的线状液体简要地进行说明的俯视图。

[0097] 图19是对由图18所示的线状液体形成的平行线图案简要地进行说明的俯视图。

[0098] 图20是说明喷嘴列的图。

[0099] 图21是对网状的功能性图案的形成方法的一个例子进行说明的说明图。

[0100] 图22是对网状的功能性图案的形成方法的其它例子进行说明的说明图。

[0101] 图23是对网状的功能性图案的形成方法的另一其它例子进行说明的说明图。

[0102] 图24是表示交叉部X的形成例的重要部分放大图。

[0103] 图25是网状的功能性图案的光学显微镜照片。

[0104] 图26是对平均间隔A和平均间隔B的测定方法的一个例子进行说明的图。

[0105] 图27是表示形成于基材上的平行线图案的一个例子的部分放大俯视图。



[0106] 图28是对图27中的(a)-(a)线截面进行说明的说明图。

[0107] 图29是表示形成于基材上的平行线图案的一个例子的局部剖切立体图。

### 具体实施方式

[0108] 以下,参照附图对用于实施本发明的方式进行说明。

[0109] 图1是对由线状液体形成平行线图案的情况简要地进行说明的立体截面图,截面对应于在相对于线状液体的形成方向垂直的方向切断的纵截面。

[0110] 图1中,1是基材,2是包含功能性材料的线状液体,3是通过使功能性材料选择性地堆积于线状液体2的边缘而形成的涂膜(以下有时也称为平行线图案)。

[0111] 图1(a)中,在基材1上赋予有包含功能性材料的线状液体2。

[0112] 如图1(b)所示,在使包含功能性材料的线状液体2蒸发、干燥时,利用咖啡渍现象使功能性材料选择性地堆积于线状液体2的边缘。

[0113] 咖啡渍现象可以通过使线状液体2干燥时的条件设定使其产生。

[0114] 即,配置于基材1上的线状液体2的干燥与中央部相比,在边缘快速,随着干燥的进行而固体成分浓度达到饱和浓度,在线状液体2的边缘发生固体成分的局部的析出。利用该析出的固体成分,线状液体2的边缘成为固定化的状态,伴随着随后的干燥,线状液体2的宽度方向的收缩被抑制。线状液体2的液体是以补充在边缘通过蒸发而失去的量的液体的方式形成从中央部向边缘的对流。该对流是伴随着干燥的线状液体2的接触线的固定化与线状液体2中央部和边缘的蒸发量的差引起的,因此根据固体成分浓度、线状液体2与基材1的接触角、线状液体2的量、基材1的加热温度、线状液体2的配置密度、或温度、湿度、气压的环境因素而变化,可通过调整它们进行控制。

[0115] 其结果,如图1(c)所示,在基材1上形成有由包含功能性材料的细线构成的平行线图案3。由1条的线状液体2形成的平行线图案3由1组2条的线段31、32构成。

[0116] 在基材上的线状液体的赋予可以使用液滴喷出装置进行。具体而言,通过一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动,一边将包含功能性材料的液体从液滴喷出装置的喷嘴喷出,且使喷出的液滴在基材上合而为一,可以形成包含功能性材料的线状液体。液滴喷出装置例如可由喷墨记录装置所具备的喷墨头构成。

[0117] 这里,对于本发明的发明人等所发现的课题,一边例示比较例一边详细地说明。

[0118] 图2是对形成线状液体的方法的一个例子(比较例)简要地进行说明的俯视图。

[0119] 图2中,7是液滴喷出装置,由喷墨头71构成。72a~72f是喷墨头71所具备的喷嘴。

[0120] 从将液体赋予为线状的观点出发,如图2所示,考虑沿着液滴喷出装置7的相对移动方向D形成线状液体2的方法。

[0121] 在形成1条的线状液体2时,一边使液滴喷出装置7相对于基材1相对移动一边将包含功能性材料的液体从喷墨头71的1个喷嘴72a连续地喷出。通过使喷出的液滴在基材1上合而为一,可以形成沿着液滴喷出装置7的相对移动方向的1条的线状液体2。

[0122] 通过对其它喷嘴72b~72f同样地进行动作,可形成多条的线状液体2。

[0123] 通过使以这种方式形成的线状液体2如图1所示进行干燥,可以由线状液体2形成平行线图案3。平行线图案3以沿着液滴喷出装置7的相对移动方向的方式形成。即,构成平行线图案的线段31、32以沿着液滴喷出装置7的相对移动方向的方式形成。

[0124] 能够使用这种方法形成使平行线图案交叉而成的网状的图案。

[0125] 图3是对形成网状的图案的方法的一个例子(比较例)简要地说明的俯视图。

[0126] 首先,如图3(a)所示,相对于基材1的相对移动方向D移动液滴喷出装置(图3中未图示),在该方向D形成多个第1线状液体2。这里,相对移动方向D沿着矩形的基材1的1个边的方向(附图上的左右方向)。

[0127] 通过使这些第1线状液体2干燥,如图3(b)所示,可以由各个第1线状液体2形成第1平行线图案3。第1平行线图案3由线段31、32构成。

[0128] 接下来,使液滴喷出装置相对于基材进行90°旋转,使相对于基材1的相对移动方向D相对于第1线状液体2的形成时的方向进行90°旋转。以这种方式变更相对移动方向D。

[0129] 接下来,如图3(c)所示,沿着已变更的相对移动方向D移动液滴喷出装置,在该方向D形成多个第2线状液体4。这里,相对移动方向D沿着相对于矩形的基材1的上述1个边垂直的其它边的方向(附图上的上下方向)。

[0130] 通过使这些第2线状液体4干燥,如图3(d)所示,可以由各个第2线状液体4形成第2平行线图案5。第2平行线图案5由线段51、52构成。

[0131] 可以以这种方式形成使第1平行线图案3与第2平行线图案5交叉而成的网状的图案6。第1平行线图案3在沿着矩形的基材1的1个边的方向形成,第2平行线图案5在沿着与上述1个边垂直的其它边的方向形成。

[0132] 图3所示的图案形成方法可以发现如下的课题。

[0133] 图4是对通过图3所示的方法形成有图案的基材进行的倒角简要地说明的俯视图。

[0134] 形成有图案6的基材1是对适合于将其组装的装置的规定的大小进行倒角而使用。图中,将倒角时的切出线以虚线C表示。

[0135] 首先,如图4(a)所示,考虑以沿着基材1的边的方式切出基材1而使用。在这种情况下,可知能够进行4片的倒角。

[0136] 然而,在这种情况下,可知即使沿着切出线C切出的基材1(以下有时称为“基材片”)的图案6自身无法被识别,在将该基材片组装于装置中时,基材片的图案6的形成方向和装置所具备的图案的形成方向容易重叠,且容易识别波纹。

[0137] 这里,“图案6的形成方向”是指构成图案的线段(例如,上述的线段31、32、51和52)的形成方向,可包含多个方向。图4(a)的例子中,图案6的形成方向对应于沿着基材片的边的方向。

[0138] 此外,作为上述“装置所具备的图案”,例如,可优选例示如图像显示装置中的像素阵列的格子状的图案。

[0139] 与此相对,如图4(b)所示,以沿着相对于基材1的边倾斜的方向的方式切出基材1。即,切出线C是沿着以相对于基材1的边倾斜的方向的方式设定。这里,倾斜角度设定为45°。

[0140] 切出的基材片中,图案6的形成方向从沿着基材片的边的方向倾斜。由此,可防止在装置中组装基材片时的波纹。

[0141] 然而,基材片的切出方向由于不是沿着基材1的边,因此容易损害倒角的效率。例如假设相同面积的基材1时,图4(a)的例子中能够进行4片的倒角,与此相对,图4(b)的例子中进行2片的倒角成为极限。

[0142] 因此,图3所示的图案形成方法中,从兼具波纹的防止和倒角的效率的观点出发发

现了课题。

[0143] 进而,图3所示的图案形成方法中,在赋予第1线状液体时,以及赋予第2线状液体时,需要变更相对于基材的液滴喷出装置的相对移动方向D。例如,需要改变基材的配置方向或改变液滴喷出装置的配置方向的工序等,从生产率的观点出发也发现了课题。

[0144] 图5是对形成网状的图案的方法的其它例子(比较例)简要地进行说明的俯视图。

[0145] 图5的例子中,从防止波纹的观点出发,将液滴喷出装置(图5中未图示)的相对移动方向D设定为相对于基材1的边倾斜的方向。

[0146] 首先,如图5(a)所示,沿着相对于基材1的边以 $45^\circ$ 倾斜的相对移动方向D移动液滴喷出装置,在该方向D形成多个第1线状液体2。

[0147] 通过使这些第1线状液体2干燥,如图5(b)所示,可以由各个第1线状液体2形成第1平行线图案3。第1平行线图案3由线段31、32构成。

[0148] 接下来,使液滴喷出装置相对于基材 $90^\circ$ 旋转,使相对于基材1的相对移动方向D相对于第1线状液体2的形成时的方向 $90^\circ$ 旋转。以这种方式变更相对移动方向D。

[0149] 接下来,如图5(c)所示,沿着相对于基材1的边倾斜的变更的相对移动方向D移动液滴喷出装置,在该方向D形成多个第2线状液体4。

[0150] 通过使这些第2线状液体4干燥,如图5(d)所示,可以由各个第2线状液体4形成第2平行线图案5。第2平行线图案5由线段51、52构成。

[0151] 可以以这种方式形成使第1平行线图案3与第2平行线图案5交叉而成的网状的图案6。第1平行线图案3和第2平行线图案5在相对于矩形的基材1的边倾斜的方向形成。

[0152] 图6是对通过图5所示的方法形成有图案的基材进行的倒角简要地说明的俯视图。与图4同样地,在图中以虚线C表示倒角时的切出线。

[0153] 如图6所示,即使为了提高倒角而以沿着基材1的边的方式切出基材1,也由于在相对于基材1的边倾斜的方向形成有图案6,因此可以实现波纹的防止。

[0154] 如此,通过在相对于基材1的边倾斜的方向形成图案6,可以兼具波纹的防止和倒角的效率。

[0155] 然而,在图5所示的图案形成方法中也与图3所示的方法同样地,在赋予第1线状液体2时,以及赋予第2线状液体4时,需要变更相对于基材的液滴喷出装置的相对移动方向D。因此,从提高生产率的观点出发,发现了进一步改善的余地。

[0156] 以下,对本发明的图案形成方法详细地进行说明。

[0157] 图7是对本发明的图案形成方法的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0158] 图7中,7是液滴喷出装置,由喷墨头71构成。72a~72f是喷墨头71所具备的喷嘴。

[0159] 一边使液滴喷出装置7相对于基材1相对移动一边从该液滴喷出装置7的多个喷嘴72a~72f向基材1上喷出由包含功能性材料的液体构成的液滴。使从互相不同的喷嘴喷出的液滴在基材1上合而为一,在相对于相对移动方向D倾斜的方向形成线状液体2。虽然在附图的例子中示出了以由相对移动所致的1次通过形成1个线状液体2的情况,但也优选以由相对移动所致的1次通过形成多个线状液体2。

[0160] 在以下说明中,相对于相对移动方向D的线状液体2的形成方向的角度(倾斜角度) $\theta$ 是指从相对移动方向D顺时针旋转(右旋转)的角度。以下说明中在角度设为负的值时,可以换算成逆时针旋转(左旋转)的正的值的角度。在附图的例子中,倾斜角度 $\theta$ 为 $45^\circ$ 。

[0161] 接着,对上述基材1上的液滴的合而为一详细地进行说明。

[0162] 图8是对从液滴喷出装置喷出液滴的条件的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0163] 附图的例子中,2a~2f分别表示从液滴喷出装置7所具备的喷墨头71的喷嘴72a~72f喷出的液滴的着落位置。

[0164] 着落位置2a~2f在相对移动方向D和与该相对移动方向D垂直的方向均空出间隔地配置。即,通过从液滴喷出装置7所具备的喷墨头71的喷嘴72a~72f喷出液滴,将在基材1上成为合而为一的对象的互相邻接的液滴在相对移动方向D和与该相对移动方向D垂直的方向均空出间隔地配置。这里,间隔是指液滴的中心间的距离。此外,“互相邻接的液滴”只要至少1组的互相邻接的液滴在相对移动方向D和与该相对移动方向D垂直的方向均具有间隔即可。此外,所谓的“相对移动方向和与该相对移动方向垂直的方向均空出间隔地配置”是指在相对于该相对移动方向倾斜的方向配置。

[0165] 附图的例子中,液滴喷出装置7的移动过程中,从一端侧的喷嘴72a朝向另一端侧的喷嘴72f以排列顺序从各喷嘴72a、72b、72c、72d、72e、72f设置时间差而喷出液滴,从而形成上述配置状态。

[0166] 着落于这些着落位置2a~2f的各液滴其后以在基材1上使邻接的液滴彼此合而为一的方式,调整液滴的液滴容量和液滴的间隔中的一者或两者。

[0167] 这种调整的结果,可以沿着相对于液滴喷出装置7相对于基材1的相对移动方向D倾斜的方向形成线状液体2。通过使该线状液体2干燥,可以使功能性材料堆积于线状液体2的边缘,形成包含功能性材料的图案,例如上述平行线图案。图案的形成方向可以设为相对于相对移动方向D倾斜的方向。

[0168] 根据本发明,例如设定线状液体的形成方向时,无需变更液滴喷出装置的配置角度等工序,因此可得到不损害生产率而可提高相对于基材的图案形成方向的自由度的效果。

[0169] 进而,不仅是为了使上述液滴合而为一,而是为了提高使液滴合而为一而形成的线状液体2的边缘的直线性,也优选调整液滴的液滴容量和液滴的间隔中的一者或两者。由此,可以提高堆积于线状液体2的边缘的包含功能性材料的图案的直线性。

[0170] 作为优选调整例,优选将为了形成1个线状液体2而从1个喷嘴赋予的总液滴容量V[pL]与喷嘴列分辨率R[npi]的积 $V \cdot R$ [pL · npi]调整为 $4.32 \times 10^4$ [pL · npi]~ $5.18 \times 10^5$ [pL · npi]的范围。

[0171] 这里,为了形成1个线状液体2而从1个喷嘴赋予的总液滴容量V[pL]是指从各喷嘴72a~72f在用于形成1个线状液体2的各着落位置2a~2f分别赋予的各个总液滴容量。因此,总液滴容量例如在相对于1个着落位置2a从1个喷嘴72a使多个液滴着落时,是指这些多个液滴的合计的容量,在相对于1个着落位置2a从1个喷嘴72a使1个液滴着落时,是指1个液滴的容量。

[0172] 作为调整总液滴量的方法,可优选例示调整每个液滴的容量的方法、调整着落于1个着落位置的液滴的数量的方法等。也优选使用这些方法中的1个或2个以上的组合。

[0173] 在调整着落于1个着落位置的液滴的数量时,可以很好地使用具备层次数变更单元的液滴喷出装置。即,液滴容量可以通过层次数的调整来进行调整。层次数是指着落于每个点上的液滴的数量(单位使用“dpd”(drops per dot)),可以作为对应于上述的着落于1

个着落位置的液滴的数量的数值使用。

[0174] 因此,上述总液滴容量 $V$ [pL]在将每个液滴的液滴容量设为 $V_d$ [pL]、将层次数设为 $N$ [dpd]时,可以由 $V=V_d \cdot N$ 表示。

[0175] 此外,喷嘴列分辨率 $R$ [npi]是指在与相对移动方向垂直的方向的每英寸的喷嘴数。若在与相对移动方向垂直的方向的喷嘴间隔(喷嘴的中心间的距离(也称为间距))为恒定,则可以将喷嘴间隔[inch]的倒数用作对应于喷嘴列分辨率 $R$ [npi]的数值。

[0176] 若积 $V \cdot R$ [pL · npi]为 $4.32 \times 10^4$ [pL · npi]~ $5.18 \times 10^5$ [pL · npi]的范围,则线状液体容易更加直线地形成,可以很好地防止凸出。其结果,构成所形成的平行线图案的线段容易更加直线地形成,也可以很好地防止断线的产生等。因此,在使用导电性材料作为功能性材料时,可得到可进一步改善所得的图案的薄层电阻(シート抵抗)、终端电阻(端子抵抗)的效果。

[0177] 从液滴喷出装置喷出的包含功能性材料的液滴在基材上的接触角优选为 $10[^\circ]$ ~ $30[^\circ]$ 的范围。

[0178] 另外,接触角是静态接触角,例如,可以通过使用协和界面科学株式会社制的DM-500在 $25^\circ\text{C}$ 、50%RH环境下将欲测定的液滴( $5\mu\text{l}$ 左右)从注射器乘载至基材1上,测定液滴端部的切线与基材面形成的角度而求出。

[0179] 接触角例如可通过设定包含功能性材料的液滴的组成、基材的表面能等进行适当调整。

[0180] 若接触角为 $10[^\circ]$ ~ $30[^\circ]$ 的范围,则可得到可进一步提高所形成的平行线图案的透明性的效果。

[0181] 此外,若接触角为 $10[^\circ]$ ~ $30[^\circ]$ 的范围,则线状液体更加容易直线地形成,且可以很好地防止凸出。其结果,构成所形成的平行线图案的线段更加容易直线地形成,也可以很好地防止断线的产生等。因此,在使用导电性材料作为功能性材料时,可得到可进一步改善所得的图案的薄层电阻、终端电阻的效果。

[0182] 图8中,各喷嘴72a~72f可以在进行用于形成线状液体2的喷出后,空出规定的间隔,进行用于进一步形成与其邻接的线状液体2'的喷出。图中,2a'~2f'是指为了进一步形成线状液体2'而从喷嘴72a~72f喷出的液滴的着落位置。如此,液滴喷出装置7可以在由相对移动所致的1次通过中,空出规定的间隔形成多个线状液体。

[0183] 在本发明的1个侧面,通过将线状液体相对于液滴喷出装置和基材的相对移动方向D倾斜地形成,可以将由1次通过赋予的互相平行的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 容易地调整为所需的值。

[0184] 即,如参照图2而说明的比较例那样,在沿着液滴喷出装置和基材的相对移动方向D形成线状液体时,仅能够将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 以液滴喷出装置的喷嘴间隔的单位来进行调整。此时,可选择的赋予间隔 $M_p$ 成为喷嘴间隔的单位下的阶段性的(不连续的)值。

[0185] 与此相对,通过将线状液体相对于液滴喷出装置和基材的相对移动方向D倾斜地形成,可在调整赋予间隔 $M_p$ 时从喷嘴间隔的制约中解放。即,能够从连续的范围自由地选择赋予间隔 $M_p$ 。

[0186] 如图8所示,由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 是相对于线状液体2、2'的形

成方向垂直的方向的距离(也称为间距),相当于线状液体2、2'的宽度方向的中心间的距离。

[0187] 将线状液体相对于液滴喷出装置和基材的相对移动方向D倾斜地形成,从而赋予间隔 $M_p$ 可以通过对从各个喷嘴72a~72f喷出液滴的时间间隔、以及液滴喷出装置7相对于基材1的相对移动速度中的一者或两者进行调整而进行适当调整。

[0188] 例如,通过减少从各个喷嘴72a~72f喷出液滴的时间差,可以减少赋予间隔 $M_p$ 。此外,通过增大该时间差,可以增大赋予间隔 $M_p$ 。

[0189] 进而,例如,通过减小相对于基材1的液滴喷出装置7的相对移动速度,可以减小赋予间隔 $M_p$ 。通过增大该相对移动速度,可以增大赋予间隔 $M_p$ 。

[0190] 可以以这种方式将赋予间隔 $M_p$ 容易地调整为所需的值。由此可以提高图案化的自由度,可以提高对各种装置、各种电子设备的适合性。

[0191] 也优选通过调整赋予间隔 $M_p$ 来抑制使邻接的线状液体2、2'干燥时的相互干涉。作为相互干涉,例如,可举出由蒸汽所致的干涉、气化热被夺去的基材由温度下降所致的干涉等。通过抑制这种相互干涉,可以使线状液体的边缘的功能性材料的堆积稳定化,可得到进一步提高凸出防止性、透明性的效果。进而,若功能性材料为导电性材料,则可得到可进一步改善所得的图案的薄层电阻、终端电阻的效果。

[0192] 赋予间隔 $M_p$ 的值没有特别限定,优选设为400[ $\mu\text{m}$ ]以上。由此,可以很好地抑制使邻接的线状液体2、2'干燥时的相互干涉。

[0193] 为了形成1个线状液体2而从互相邻接的喷嘴分别喷出的包含功能性材料的液体的最大喷出时间差 $\Delta t_{\text{max}}$ 优选调整为200[ms]以下。由此,可得到促进液滴的合而为一而可使平行线图案的形成进一步稳定化的效果。尤其是在使用导电性材料作为功能性材料时,可得到可很好地改善所得的图案中的终端电阻的效果。

[0194] 对于该最大喷出时间差 $\Delta t_{\text{max}}$ ,首先,参照图8的例子详细地说明。

[0195] 图8中,液滴喷出装置7由1个喷墨头71构成。喷墨头71中,喷嘴72a~72f在与液滴喷出装置7的相对移动方向垂直的方向在一直线上排列。

[0196] 液滴喷出装置一边向相对移动方向D移动,一边从喷嘴72a朝着落位置2a喷出液体。接下来,液滴喷出装置向相对移动方向D进一步移动,从与喷嘴72a邻接的喷嘴72b朝着落位置2b喷出液体。因此,互相邻接的喷嘴72a和喷嘴72b在喷出液体的时机方面存在时间差(喷出时间差)。

[0197] 附图的例子中,喷嘴72a~72f在与液滴喷出装置7的相对移动方向垂直的方向在一直线上排列,互相邻接的喷嘴的喷出时间差抽出任何2组的邻接喷嘴均相同。在这种条件下,可以将该喷出时间差设为最大喷出时间差 $\Delta t_{\text{max}}$ 。

[0198] 对于最大喷出时间差 $\Delta t_{\text{max}}$ ,举出其它条件的例子进一步详细地说明。

[0199] 图9是对从液滴喷出装置喷出液滴的条件的其它例子简要地进行说明的俯视图。

[0200] 图9中,液滴喷出装置7由2个喷墨头71构成(以下有时也称为2列头)。

[0201] 这些2个喷墨头71仅在相当于各个喷墨头71的在与相对移动方向D垂直的方向的喷嘴间隔的一半的距离偏移而排列。如此,通过设为2列头来增大作为液滴喷出装置7整体的喷嘴分辨率R。通过将头排列为3列以上,可以进一步增大喷嘴分辨率R。

[0202] 此外,附图上,右侧的喷墨头71中,喷嘴72a、72c、72e在与相对移动方向D垂直的方

向未排列在一直线上。附图上,左侧的喷墨头71的喷嘴72b、72d、72f也同样。

[0203] 在这种条件下,互相邻接的喷嘴的喷出时间差根据2组的邻接喷嘴的抽出的方法而不同。在这种条件下,可以将以喷出时间差变得最大的方式抽出2组的邻接喷嘴时的喷出时间差设为最大喷出时间差  $\Delta t_{\max}$ 。

[0204] 图10和图11是对从液滴喷出装置喷出液滴的条件的另一其它例子简要地进行说明的俯视图。图11是图10中的以(x<sub>i</sub>)表示的部分的放大图。

[0205] 与基材1上的图案形成区域的相对移动方向D垂直的方向的宽度与1个喷墨头71的宽度相比较宽时,如附图所示,可以将多个喷墨头71在与相对移动方向D垂直的方向并排为锯齿状而使用。在附图的例子中,将由2个喷墨头71构成的2列头在与相对移动方向D垂直的方向并排为锯齿状。

[0206] 在这种条件下,互相邻接的喷嘴的喷出时间差也根据2组的邻接喷嘴的抽出的方法而不同。尤其是互相邻接的喷嘴存在于不同的2列头所产生的影响较大。在这种条件下,也可以将以喷出时间差变得最大的方式抽出2组的邻接喷嘴时的喷出时间差设为最大喷出时间差  $\Delta t_{\max}$ 。

[0207] 在附图的例子中,在将附图上右侧的2列头的末端的喷嘴72f和附图上左侧的2列头的末端的喷嘴72g作为邻接喷嘴抽出时,喷出时间差变得最大,因此可以将其设为最大喷出时间差  $\Delta t_{\max}$ 。

[0208] 图12是对以多次通过形成多个线状液体的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0209] 在附图的例子中示出通过2次的通过而形成多个线状液体2A和2B的例子。第1次的通过中形成线状液体2A,第2次的通过中形成与线状液体2A相同方向的线状液体2B。

[0210] 优选在各次的通过之间,设置将由先前的通过形成的线状液体干燥而形成平行线图案的干燥工序。这里,在第1次的通过与第2次的通过之间设置干燥工序,该干燥工序中,使由第1次的通过形成的线状液体2A干燥而形成平行线图案3。

[0211] 如此,在某次的通过中形成线状液体时,优选使由先前的通过形成的线状液体干燥。在这情况在如附图那样形成各通过中同方向的线状液体时,或者在各通过中形成不同方向的线状液体时均是共通的。

[0212] 由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 优选大于最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M$ 。最终赋予的线状液体是指由用于形成相同方向的线状液体的全部通过(附图的例子中为2次通过)赋予的相同方向的线状液体。如附图所示,在最终赋予的线状液体的赋予间隔的测定时,一部分或全部的线状液体也可以是已经干燥的状态,即成为平行线图案的状态。使线状液体干燥的状态的物质也可以作为最终赋予的线状液体含于赋予间隔 $M$ 的测定对象。

[0213] 如附图所示,优选将相同形成方向的线状液体特意由多次通过形成。在以多次通过形成相同形成方向的线状液体时,在第2次以后的通过中,优选在由先前的通过赋予的邻接的2条线状液体(也可以已经干燥)之间的间隙,赋予新的线状液体。通过在各通过间设置干燥工序,可同时地减少干燥的线状液体的数量,进而,也容易确保线状液体间的间隔,因此可得到减轻随着干燥而产生的影响,可使平行线图案的形成更加稳定化的效果。

[0214] 在附图的例子中示出了由2次通过形成多个线状液体的例子,但在3次以上的通过的情况下也可以援用上述说明。

[0215] 在将相同形成方向的多个线状液体以 $n$ 次( $n$ 为2以上的整数)的通过形成时,由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 优选为最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M$ 的 $n$ 倍。

[0216] 本发明中,通过将线状液体相对于液滴喷出装置和基材的相对移动方向 $D$ 倾斜地形成,可以使线状液体的伸长速度大于液滴喷出装置相对于基材的相对移动速度。

[0217] 线状液体的伸长速度是指线状液体在该线状液体的形成方向伸长的单位时间的长度。线状液体的伸长速度 $V_L$  [ $\mu\text{m}/\text{s}$ ] 在将液滴喷出装置相对于基材的相对移动速度设为 $V_H$  [ $\mu\text{m}/\text{s}$ ]、将线状液体相对于基材的倾斜角度设为 $\theta$  [ $^\circ$ ]时,可以由 $V_L = V_H / |\cos\theta|$ 表示。

[0218] 通过将线状液体在相对于液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向倾斜的方向形成,可以将 $\cos\theta$ 的绝对值设为1以下。由此,可以使线状液体的伸长速度 $V_L$ 大于液滴喷出装置相对于基材的相对移动速度 $V_H$ ,即可以满足 $V_L > V_H$ 。

[0219] 由此,可以使线状液体的形成高速化,抑制成为合而为一的对象的液滴以液滴单位被干燥,促进该液滴的合而为一。

[0220] 若使用以上说明的本发明的图案形成方法,则可以很好地解决兼具如上述的波纹的防止和倒角的效率的课题、生产率的问题。即,可得到兼具波纹的防止和倒角的效率的效果、可提高生产率的效果。对于该方面,以下举出具体例进行说明。

[0221] 图13是对使用本发明的图案形成方法形成网状的图案时的一个例子简要地进行说明的俯视图。

[0222] 首先,如图13(a)所示,以沿着矩形的基材1的1个边的方向(附图上的左右方向)的方式,设定液滴喷出装置相对于基材1(图13中未图示)的相对移动方向 $D$ 。沿着相对移动方向 $D$ 移动液滴喷出装置,在相对于该方向 $D$ 倾斜的方向以规定的间隔形成多个第1线状液体2。这里,将倾斜角度 $\theta$ 设定为 $45^\circ$ 。

[0223] 通过使这些第1线状液体2干燥,如图13(b)所示,可以由各个第1线状液体2形成第1平行线图案3。第1平行线图案3由线段31、32构成。

[0224] 接下来,在不对第1线状液体2的形成时的相对移动方向 $D$ 进行变更的情况下,如图13(c)所示那样沿着相对移动方向 $D$ 移动液滴喷出装置,在相对于该方向 $D$ 倾斜的方向以规定的间隔形成多个第2线状液体4。这里,将倾斜角度 $\theta$ 设定为 $-45^\circ$ 。

[0225] 通过使这些第2线状液体4干燥,如图13(d)所示,可以由各个第2线状液体4形成第2平行线图案5。第2平行线图案5由线段51、52构成。

[0226] 可以以这种方式形成使第1平行线图案3与第2平行线图案5交叉而成的网状的图案6。

[0227] 第1平行线图案3和第2平行线图案5相对于矩形的基材1的边在倾斜的方向形成。

[0228] 因此,即使为了提高倒角的效率而以沿着基材1的边的方式切出基材1,由于在相对于基材1的边倾斜的方向形成有图案6,因此也可以实现波纹的防止。因此,可以兼具波纹的防止和倒角的效率。

[0229] 进而,通过在沿着相对于液滴喷出装置7相对于基材1的相对移动方向 $D$ 倾斜的方向形成线状液体2,在赋予第1线状液体2时,以及在赋予第2线状液体4时,无需变更液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向 $D$ ,因此可以提高生产率。由于无需改变相对于基材的头方向,也可以防止设备的复杂化、控制的复杂化。

[0230] 图14是对使用本发明的图案形成方法形成网状的图案时的其它例子简要地进行



说明的俯视图。图14中,对于利用与图13相同的符号表示的构成,可以援用对图13进行的说明。

[0231] 首先,在相对于相对移动方向D倾斜的方向形成第1线状液体2(图14(a))。这里,倾斜角度 $\theta$ 设定为 $45^\circ$ 。

[0232] 接下来,通过使第1线状液体2干燥,形成第1平行线图案3(图14(b))。

[0233] 接下来,在相对于第1线状液体2的形成时的相对移动方向D相反的方向设定相对移动方向D。

[0234] 在该状态下,在相对于该相对移动方向D倾斜的方向形成第2线状液体4(图14(c))。这里,倾斜角度 $\theta$ 设定为 $-45^\circ$ 。

[0235] 接下来,通过使第2线状液体4干燥,形成第2平行线图案5(图14(d))。

[0236] 可以以这种方式形成使第1平行线图案3与第2平行线图案5交叉而成的网状的图案6。

[0237] 如上所述,通过沿着相对于液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向D倾斜的方向形成线状液体,在赋予第1线状液体2时,以及在赋予第2线状液体4时,也可以将液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向D设定为反方向。

[0238] 由此,在基材1上使液滴喷出装置进行一次往返移动时,可以在去路和回路分别形成第1线状液体和第2线状液体。

[0239] 在液滴喷出装置中,如上所述地将相对移动方向D设定为反方向而喷出液滴是比较容易的,可以无需将液滴喷出装置相对于基材的配置角度再设定等工序就容易地实施。

[0240] 在进行线状液体的干燥时,优选实施促进干燥的处理。由此,可得到可使平行线图案的形成更加稳定化的效果。

[0241] 作为促进干燥的处理,例如,可例示加热、送风、能量线的照射等处理,也可以使用它们中的1个或2个以上的组合。

[0242] 优选使用促进线状液体的干燥的干燥装置(也称为干燥机)。干燥装置只要是构成为可实行上述干燥处理的装置即可,例如,可例示加热器、鼓风机、能量线照射装置等,也可以使用它们中的1个或2个以上的组合而构成。

[0243] 图15是对干燥装置的构成例简要地进行说明的俯视图。

[0244] 干燥装置8优选与液滴喷出装置7一起以相对于基材相对移动的方式设置。如附图所示,也优选在为了液滴喷出装置7的移动而使用的托架9上将干燥装置8与液滴喷出装置7一起搭载。

[0245] 附图的构成例假设在使液滴喷出装置7反复移动时,仅在去路形成线状液体,因此在液滴喷出装置7的相对移动方向D的后方设置有干燥装置8,但在去路和回路这两者形成线状液体时,也可以在液滴喷出装置7的移动方向的两侧设置干燥装置8。

[0246] 此外,干燥装置也可以设置于基材侧。例如,也优选在载置基材的载物台上设置加热器等干燥装置。进而,也优选在液滴喷出装置侧和基材侧分别设置干燥装置。

[0247] 在以上说明中,作为使液滴喷出装置相对于基材相对移动的例子,主要示出了固定基材且移动液滴喷出装置的情况。本发明不限于该例子,也可以设为移动基材且固定液滴喷出装置的方式。

[0248] 进而,为了实现相对移动,也可以移动基材且也移动液滴喷出装置,但有时控制变

得复杂。从使控制容易的观点出发,优选将基材和液滴喷出装置中的一者固定,移动另一者。

[0249] 以下,对移动基材而固定液滴喷出装置时的例子进行说明。

[0250] 图16是对本发明的图案形成方法的其它例子简要地进行说明的俯视图。

[0251] 该例子中,作为液滴喷出装置7,使用将多个喷墨头在宽度方向并列设置多个而成的线列头。线列头遍及基材中的图案形成区域的宽度以上的宽度形成有喷嘴。

[0252] 该例子中,使用2台由线列头构成的液滴喷出装置7。

[0253] 固定这些液滴喷出装置7,以将长方形的基材1依次供给至这些液滴喷出装置7的方式输送。基材1利用未图示的输送单元在规定方向输送。输送单元没有特别限定,例如,可以由皮带输送机等构成。将基材1的输送方向在图中以箭头E表示。此时,液滴喷出装置7相对于基材1的相对移动方向D与基材1的输送方向E为反方向。

[0254] 各个液滴喷出装置7在基材1的输送方向E的下游侧分别具备干燥装置8。基材1以上游侧的液滴喷出装置7、上游侧的干燥装置8、下游侧的液滴喷出装置7、下游侧的干燥装置8的顺序输送。

[0255] 首先,输送的基材1供给至上游侧的液滴喷出装置7。这里,在相对于该液滴喷出装置7的相对移动方向D倾斜的方向形成有第1线状液体2。第1线状液体2倾斜角度 $\theta$ 设定为 $45^\circ$ 。

[0256] 接下来,将形成有第1线状液体2的区域供给至上游侧的干燥装置8。这里,通过使第1线状液体2干燥,形成第1平行线图案3。

[0257] 接下来,将形成有平行线图案3的区域供给至下游侧的液滴喷出装置7。这里,在相对于该液滴喷出装置7的相对移动方向D倾斜的方向形成有第2线状液体4。第2线状液体2的倾斜角度 $\theta$ 设定为 $-45^\circ$ 。

[0258] 接下来,将形成有第2线状液体4的区域供给至下游侧的干燥装置8。这里,通过使第2线状液体4干燥,形成第2平行线图案5。

[0259] 如此,通过沿着相对于液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向D倾斜的方向形成线状液体,也可以很好地应用在移动基材且固定液滴喷出装置的条件形成图案的方法(例如,使用如上述的线列头的图案形成方法)。

[0260] 在以上说明中,在使用液滴喷出装置形成线状液体时,主要对以下情况进行了说明:在与喷嘴列交叉的方向赋予多个对1个像素从1个喷嘴赋予的液滴,使多个上述液滴合而为一,形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的线状液体,但限于于此。例如,在使用液滴喷出装置形成线状液体时,也优选将从多个喷嘴对相对于液滴喷出装置的喷嘴列平行地配置的像素组赋予的液滴组在与喷嘴列交叉的方向赋予多组,使多组的上述液滴组合而为一,形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的线状液体。参照图17~图19对该方式进行说明。

[0261] 如图17所示,这里,线状液体2也相对于液滴喷出装置7的相对移动方向D倾斜地形成。

[0262] 即,一边使液滴喷出装置7相对于基材1相对移动,一边从液滴喷出装置7向基材1上喷出包含功能性材料的液滴20。相对移动方向D设定于相对于由喷嘴72a~72j构成的喷嘴列73的方向N垂直的方向。

[0263] 该相对移动的过程中,对由相对于喷嘴列73的方向N平行地配置的多个像素(a1、

b1、c1) 构成的像素组从多个喷嘴72a、72b、72c各自赋予液滴20,即,赋予液滴组。

[0264] 接着,通过使液滴喷出装置7在相对移动方向 $\alpha$ 进行仅1个像素成分的相对移动,对由相对于喷嘴列73的方向N平行地配置的多个像素(b2、c2、d2)构成的接下来的像素组从多个喷嘴72b、72c、72d各自赋予接下来的液滴20,即接下来的液滴组。通过反复进行该操作,在相对于喷嘴列73的方向N倾斜的方向赋予多组液滴组。

[0265] 即,在附图的例子中,在选择成为液滴20的赋予对象的像素组时,以相对于构成先前选择的像素组的各像素在喷嘴列的方向N偏离规定像素数(附图的例子中为1个像素)的方式,从构成下一行的像素中选择接下来的像素组。

[0266] 通过将构成这些多个液滴组的液滴20彼此合而为一,如图18所示,可以形成在相对于喷嘴列73的方向N倾斜的方向,即在相对于液滴喷出装置7的相对移动方向D倾斜的方向延伸的线状液体2。

[0267] 进而,在使线状液体2干燥时,通过使功能性材料堆积于线状液体2的边缘,如图19所示,可以形成包含该功能性材料的平行线图案3。由1条的线状液体2形成的平行线图案3由1组2条的线段(细线)31、32构成。平行线图案3相对于液滴喷出装置7的相对移动方向D倾斜地形成。

[0268] 如上所述,在相对于液滴喷出装置7的相对移动方向D倾斜地形成线状液体2时,通过从多个喷嘴对由相对于喷嘴列73平行地配置的多个像素构成的像素组赋予液滴组,可以任意地增大线状液体2的形成宽度。进而,在增大由线状液体2生成的细线31、32的配置间隔I时,也可以很好地防止产生凸出。即,可以不使包含功能性材料的细线31、32的形成不稳定化而提高该细线31、32的配置间隔I的设定的自由度。

[0269] 在以上说明中,示出将构成像素组的像素数设定为3像素的情况,但不限于于此,可以以细线31、32成为所需的配置间隔I的方式适当设定。因此,可得到配置间隔I的设定的自由度高的效果。构成像素组的像素数例如优选设定为2像素~20个像素的范围,进一步优选设定为2像素~10像素的范围。

[0270] 在图17~图19的例子中,对于形成用于形成平行线图案3的线状液体2的情况,对使用像素组的方式进行了说明,但该说明也可以援用于形成用于形成与该平行线图案3交叉的平行线图案5的线状液体4的情况。

[0271] 在以上说明中,示出了液滴喷出装置具有一列地配置的多个喷嘴的情况,但并不限于于此。例如,如图20所示,液滴喷出装置7也可以具有多列地配置的多个喷嘴。在这种情况下,喷嘴列73的方向对应于这些多个喷嘴的整体的排列方向N。

[0272] 接着,对用于提高使平行线图案交叉而成的图案(网状的功能性图案)中的细线的直线性的调整进行说明。

[0273] 制成网状的功能性图案对于实现在保持低识别性的状态下使功能性材料在基材上分布是有利的。

[0274] 尤其是构成以上述方式形成的平行线图案的线段可以实现数 $\mu\text{m}$ 的线宽度,因此利用该微细的线宽度,网状的功能性图案即使功能性材料自身不透明也不会被人类的眼睛识别,看起来如同透明一样。

[0275] 对于功能性材料的细线图案的形状,可以利用使用该功能性材料的装置进行设定。作为装置的一个例子,用于触控面板的触摸传感器为了检测手指等指示的位置而使用

透明的面电极。

[0276] 网状的功能性图案中,若使用导电性材料作为功能性材料,则可以优选应用于用于触控面板等的透明的面电极等。从构成面电极等的观点出发,利用互相形成方向不同的多个平行线图案制成网状在增加导电路径的方面出发非常有效。

[0277] 作为这种网状的功能性图案的形成方法,可举出图21所示的方法。

[0278] 首先,如图21(a)所示,在基材1上将线状液体2涂布为网状。即,以在交叉部X进行交叉的方式涂布线状液体2。

[0279] 接下来,通过使线状液体2干燥,如图21(b)所示,可以形成利用平行线图案3的网状图案。

[0280] 此时,将线状液体2所含的功能性材料堆积于边缘,其结果,在方向不同的平行线交叉的交叉部X,线段31、32被截断。

[0281] 作为防止在交叉部X的线段31、32的截断的方法,可举出图22所示的方法。

[0282] 在该例子中,在图21中说明的方法中,如图22(a)所示那样将由线状液体2形成的交点的部分的油墨量设定为大于其它部分。

[0283] 根据该方法,如图22(b)所示,可以在利用平行线图案3的网状图案中防止在交叉部X的线段31、32的截断。

[0284] 此时,由于增加了在交叉部X的油墨量,因此,如图22(b)所示,交叉部X成为具有大于线段31、32的间隔的直径的环状。

[0285] 这种环状的部分的生成从防止线段31、32的截断且例如容易确保导电性等观点出发是有利的,但有时该环状的部分会被周期性地识别到,可知从进一步改善低识别性的观点出发有局限性。

[0286] 此外,作为防止在交叉部X截断线段31、32的方法,也可举出图23所示的方法。

[0287] 首先,如图23(a)所示那样,在第1方向(图中的左右方向)涂布线状液体2。

[0288] 在使该线状液体2干燥的过程中,使功能性材料选择性地堆积于边缘而如图23(b)所示那样形成第1平行线图案3。

[0289] 接下来,如图23(c)所示,在与第1方向不同的第2方向(在该例子中是与第1方向垂直的方向,图中的上下方向)涂布第2线状液体4。即,以相对于第1平行线图案3的形成区域交叉的方式涂布第2线状液体4。

[0290] 在使该线状液体4干燥的过程中,使功能性材料选择性地堆积于边缘而如图23(d)所示那样形成第2平行线图案5。51、52是构成第2平行线图案5的线段。

[0291] 以上述方式形成由互相形成方向不同的第1平行线图案3和第2平行线图案5形成的网状的功能性图案。

[0292] 根据该方法,可以在方向不同的平行线交叉的交叉部X分别防止线段31、32、以及线段51、52的截断。

[0293] 图24是表示交叉部X的形成例的重要部分放大图。

[0294] 在使用图23进行说明的例子中,如图24(a)和图24(b)所示,在交叉部X在构成第2平行线图案的线段51、52间产生膨胀(图24(a))、缩窄(图24(b))。将产生膨胀的网状的功能性图案的光学显微镜照片示于图25(a)。

[0295] 可知该线段51、52间的膨胀、缩窄会成为对低识别性的提高造成限制的原因。

[0296] 此外,尤其是在功能性材料为导电性材料时,由于该膨胀、缩窄,导电路径的长度在沿着第1平行线图案3的方向(第1方向)和沿着第2平行线图案5的方向(第2方向)上不同,可知从防止电阻的偏差的观点出发也存在进一步改善的余地。

[0297] 为了改善这些问题,在使用图23进行说明的例子中,如图24(c)所示,对于构成第2平行线图案5的2条的线段51、52间的间隔,以第1平行线图案3的形成区域内的平均间隔A和第1平行线图案3的形成区域外的平均间隔B满足下述式(1)的方式进行调整。

[0298]  $0.9 \leq B/A \leq 1.1$  ···式(1)

[0299] 由此,在所得的网状的功能性图案中,可以防止线段的断线,并且可以提高低识别性,尤其是在功能性材料为导电性材料时,可得到可以使导电路径的长度在上述第1方向和上述第2方向高精度地相同,且可很好地抑制电阻的偏差的效果。将进行如上述的调整而得到的网状的功能性图案的光学显微镜照片示于图25(b)。

[0300] 第1平行线图案3的形成区域可以说是从构成第1平行线图案的一个线段31至另一个线段32的区域,从其它观点出发,也可以说是为了形成第1平行线图案3而赋予的第1线状液体2的赋予区域。

[0301] 对于构成第2平行线图案5的线段51、52间的间隔,第1平行线图案3的形成区域内的平均间隔A和第1平行线图案3的形成区域外的平均间隔B可以分别设为在多个位置测定的间隔的平均值。

[0302] 为了测定平均间隔A而设定的多个位置(n个位置)的测定位置优选在第1平行线图案3的形成区域内沿着第2方向以等间隔配置。此外,为了测定平均间隔B而设定的多个位置(m个位置)的测定位置优选在第1平行线图案3的形成区域外沿着第2方向以等间隔配置。

[0303] 具体而言,平均间隔A和平均间隔B优选以下述方式进行测定。

[0304] 图26是对平均间隔A和平均间隔B的测定方法的一个例子进行说明的图。

[0305] 首先,平均间隔A可以是如图26所示那样,对于构成第2平行线图案5的线段51、52间的间隔,作为在沿着构成第1平行线图案的线段31、32的2个位置A1、A2、以及与线段31、32相比为内侧的5个位置A3~A7的合计7个位置A1~A7进行测定的间隔的平均而求出。此时,这些合计7个位置的测定位置A1~A7沿着第2平行线图案的形成方向(第2方向)以等间隔配置。

[0306] 另一方面,平均间隔B可以是如图26所示那样,对于构成第2平行线图案5的线段51、52间的间隔,作为在与上述平均间隔A所涉及的合计7个位置的测定位置A1~A7邻接的合计5个位置的测定位置B1~B5进行测定的间隔的平均而求出。此时,这些合计5个位置的测定位置B1~B5可以沿着第2平行线图案的形成方向(第2方向)与上述平均间隔A所涉及的合计7个位置的测定位置A1~A7相同的等间隔配置。平均间隔A的测定所涉及的合计7个位置的测定位置A1~A7和平均间隔B的测定所涉及的合计5个位置的测定位置B1~B5可以沿着第2方向互相以等间隔配置。

[0307] 在附图的例子中,示出了将平均间隔B的测定位置B1~B5相对于平均间隔A的测定位置A1~A7在图中与下侧邻接而设定的例子,但在图中也可以与上侧邻接而设定。此时,优选以使平均间隔A与平均间隔B的差变得更大的方式,在上侧(一侧)、下侧(另一侧)中的任一者设定平均间隔B的测定位置B1~B5。

[0308] 图26的例子中,作为用于平均间隔A的测定位置,对包含沿着构成第1平行线图案

的线段31、32的2个位置A1、A2的情况进行了说明,但也可以包含沿着线段31、32中的任一者的1个位置。此外,也具有不包含沿着线段31、32的位置。

[0309] 图26的例子中,作为用于平均间隔A的测定位置,对包含与构成第1平行线图案的线段31、32相比为内侧的5个位置A3~A7的情况进行了说明,但未必需要5个位置,优选为2个以上的多个位置。

[0310] 图26的例子中,作为用于平均间隔B的测定位置,对包含与构成第1平行线图案的线段31、32相比为外侧的5个位置B1~B5的情况进行了说明,但未必需要5个位置,优选为2个以上的多个位置。

[0311] 构成了求出平均间隔A和平均间隔B而在各测定位置进行测定的第2平行线图案5的线段51、52间的间隔可以以下述方式定义。

[0312] 图27是表示形成于基材上的平行线图案的一个例子的部分放大俯视图。图28是说明图27中的(a)-(a)线截面的说明图,对将图案所含的1组2条的细线在相对于线段方向垂直的方向切断的截面(纵截面)进行说明。

[0313] 构成第2平行线图案5的线段51、52间的间隔I可以如图28所示那样定义为线段51、52的各最大突出部间的距离。因此,通过测定上述各测定位置中间隔I,可以分别求出平均间隔A和平均间隔B。

[0314] 用于满足上述式(1)的调整也可以说是对能够对平均间隔A与平均间隔B的比率B/A造成影响的因素中的一个或多个进行调整。这种因素没有特别限制,可以适当选择。

[0315] 作为用于满足上述式(1)的调整的优选方式,可以例示以下方式。

[0316] 第1方式中,作为用于满足上述式(1)的调整,可以将第1平行线图案3的形成区域内的表面能与第1平行线图案3的形成区域外的表面能的差设为 $5\text{mN/m}$ 以下。

[0317] 这里,第1平行线图案3的形成区域内的表面能可以设为在构成第1平行线图案的线段31、32间的中心区域进行测定的表面能。或者,作为替代方法,第1平行线图案3的形成区域内的表面能也可以设为另外准备与基材1同样的基材,在该基材上滴加与第1线状液体2同样的液体 $20\mu\text{L}$ ,在与第1线状液体2的干燥时同样的条件下使其干燥后,在干燥的膜的中心区域进行测定的表面能。

[0318] 另一方面,第1平行线图案3的形成区域外的表面能可以设为在用于形成第1平行线图案3的第1线状液体2未被赋予的区域的基材1的表面能。

[0319] 表面能可以通过Young-Fowkes式算出。

[0320] 通过将该表面能的差设定为 $5\text{mN/m}$ 以下,可以在第1平行线图案3的形成区域的内外减少相对于第2线状液体4的润湿性的变化,可以很好地满足上述式(1)。

[0321] 第1平行线图案3的形成区域内的表面能大于形成区域外时,若表面能的差大于 $5\text{mN/m}$ ,则由于第2线状液体4的润湿扩散,在第2平行线图案5中会成为线段51、52间的膨胀的原因。

[0322] 另一方面,第1平行线图案3的形成区域内的表面能小于形成区域外时,若表面能的差大于 $5\text{mN/m}$ ,则在第2平行线图案5中会成为线段51、52间的缩窄的原因。

[0323] 调整第1平行线图案3的形成区域的内外的表面能差的方法没有特别限定,例如,优选为在包含第1平行线图案3的形成区域外的区域进行表面处理的方法、变更第1线状液体2的液体组成的方法等。

[0324] 作为在包含第1平行线图案3的形成区域外的区域进行表面处理的方法,可举出在形成第1平行线图案3之前对基材1预先施行变更表面能的表面处理的方法。表面处理也可以仅在成为第1平行线图案3的形成区域外的区域进行,也可以在包含形成区域外和形成区域内的区域进行。也优选对基材1的整面进行表面处理。

[0325] 在变更第1线状液体2的液体组成时,可以通过配合成分(功能性材料、添加剂和溶剂等)的选择、各成分的配合量的调整等进行。

[0326] 第2方式中,作为用于满足上述式(1)的调整,将涂布第1线状液体2所含的功能性材料使其干燥而成的固体表面的表面能与第1平行线图案3的形成区域外的表面能的差设为 $5\text{mN/m}$ 以下。

[0327] “固体表面”是指在任意的基材上涂布第1线状液体2所含的功能性材料使其干燥而成的固体膜的表面,且是指以该基材自身的表面能和接触角对该固体膜的表面的表面能和接触角没有影响的方式被覆该基材的固体膜的表面。功能性材料的涂布例如可以通过涂布包含该功能性材料的涂布液而进行。作为形成固体表面时的涂布液,也可以使用与第1线状液体2相同的组成的液体。

[0328] 在第1平行线图案3的形成区域内,有时在线段31、32间的区域会由于咖啡渍现象而稍微残留未输送至线段31、32的位置的第1线状液体2中的某些成分。有时这种残留成分会成为使构成第2平行线图案5的线段51、52间的间隔不均匀的原因。

[0329] 此时,涂布第1线状液体2所含的功能性材料使其干燥的固体表面的表面能能够成为实现用于满足上述式(1)的更可靠的调整的指标。即,即使在线段31、32间的区域大量存在残留成分,也难以发生超过由固体表面所致的影响而对线段51、52间的间隔产生影响。因此,通过基于固体表面的表面能与第1平行线图案3的形成区域外的表面能的差进行调整,可以进一步提高可靠性。

[0330] 在固体表面的表面能大于第1平行线图案3的形成区域外时,若表面能的差大于 $5\text{mN/m}$ ,则由于第2线状液体4的润湿扩散,在第2平行线图案5中会成为线段51、52间的膨胀的原因。

[0331] 另一方面,在固体表面的表面能小于第1平行线图案3的形成区域外时,若表面能的差大于 $5\text{mN/m}$ ,则在第2平行线图案5中会成为线段51、52间的缩窄的原因。

[0332] 作为调整固体表面的表面能与第1平行线图案3的形成区域外的表面能差的方法,没有特别限定,可优选使用对于第1方式说明的方法。

[0333] 第3方式中,作为用于满足上述式(1)的调整,将第1平行线图案3的形成区域内的第2线状液体4的接触角与第1平行线图案3的形成区域外的第2线状液体4的接触角的差设为 $10^\circ$ 以下。

[0334] 这里,第1平行线图案3的形成区域内的接触角可以设为在构成第1平行线图案的线段31、32间的中心区域进行测定的接触角。或者,作为替代方法,第1平行线图案3的形成区域内的接触角也可以设为另外准备与基材1同样的基材,在该基材上滴加与第1线状液体2同样的液体 $20\mu\text{L}$ ,在与第1线状液体2的干燥时同样的条件下使其干燥后,在干燥的膜的中心区域进行测定的接触角。

[0335] 另一方面,第1平行线图案3的形成区域外的接触角可以设为在用于形成第1平行线图案3的第1线状液体2未被赋予的区域的基材1上的接触角。

[0336] 接触角的测定可以使用协和界面化学公司制的接触角测定装置DM-501进行。第3方式中,接触角设为在滴加与第2线状液体4相同的组成的液体后5秒后的值。

[0337] 通过将该接触角的差设为 $10^\circ$ 以下,可以在第1平行线图案3的形成区域的内外减少相对于第2线状液体4的润湿性的变化,可以在第2平行线图案5中使线段51、52间的间隔满足上述式(1)。

[0338] 在第1平行线图案的形成区域内的接触角大于形成区域外的接触角时,若接触角的差大于 $10^\circ$ ,则由于第2线状液体4的润湿扩散,在第1平行线图案3的形成区域内,第2平行线图案5的线段51、52间的间隔与形成区域外相比变大,成为膨胀的形状。

[0339] 另一方面,在第1平行线图案的形成区域内的接触角小于形成区域外的接触角时,若接触角的差大于 $10^\circ$ ,则第1平行线图案3的形成区域内,第2平行线图案5的线段51、52间的间隔与形成区域外相比变小,成为缩窄的形状。

[0340] 调整接触角的差的方法没有特别限定,可以优选使用在第1方式中作为调整表面能差的方法进行了说明的方法。进而,作为调整接触角的差的方法,也可以变更第2线状液体4的液体组成。在变更第2线状液体4的液体组成时,可以通过配合成分(功能性材料、添加剂和溶剂等)的选择、各成分的配合量的调整等进行。也优选使第2线状液体4的液体与第1线状液体2的液体不同。

[0341] 第4方式中,作为用于满足上述式(1)的调整,将在涂布第1线状液体2所含的功能性材料使其干燥而成的固体表面的第2线状液体4的接触角与第1平行线图案3的形成区域外的第2线状液体4的接触角的差设为 $10^\circ$ 以下。这里,对于“固体表面”,援用第2方式中的说明。

[0342] 通过将该接触角的差设为 $10^\circ$ 以下,可以在第1平行线图案3的形成区域的内外减少相对于第2线状液体4的润湿性的变化,可以在第2平行线图案5中使线段51、52间的间隔满足上述式(1)。

[0343] 在第2方式中对表面能以与上述内容相同的方式以在固体表面的接触角为指标进行调整,从而可以进一步提高可靠性。

[0344] 在固体表面的接触角大于第1平行线图案3的形成区域外的接触角时,若接触角的差大于 $10^\circ$ 时,则由于第2线状液体4的润湿扩散,在第1平行线图案3的形成区域内,第2平行线图案5的线段51、52间的间隔与形成区域外相比变大,成为膨胀的形状。

[0345] 另一方面,在固体表面的接触角小于第1平行线图案3的形成区域外的接触角时,若接触角的差大于 $10^\circ$ 时,则第1平行线图案3的形成区域内,第2平行线图案5的线段51、52间的间隔与形成区域外相比变小,成为缩窄的形状。

[0346] 作为调整固体表面中的接触角与第1平行线图案3的形成区域外的接触角的差的方法,没有特别限定,可以优选使用对于第3方式进行了说明的方法。

[0347] 第5方式中,作为用于满足上述式(1)的调整,将第1平行线图案3的形成区域外的第2线状液体4中的溶剂中沸点最高的溶剂的接触角设为 $6^\circ$ 以下。

[0348] 这里,第1平行线图案3的形成区域外的接触角可以设为在用于形成第1平行线图案3的第1线状液体2未被赋予的区域的基材1上的接触角。

[0349] 接触角的测定可以使用协和界面化学公司制的接触角测定装置DM-501进行。第5方式中,接触角设为在滴加第2线状液体4中的溶剂中沸点最高的溶剂后5秒后的值。



[0350] 通过将接触角设为 $6^\circ$ 以下,可以在第1平行线图案3的形成区域的内外减少相对于第2线状液体4的润湿性的变化,可以在第2平行线图案5中使线段51、52间的间隔满足上述式(1)。

[0351] 调整接触角的方法没有特别限定,可以优选使用第1方式中作为调整表面能差的方法进行了说明的方法。

[0352] 第6方式中,作为用于满足上述式(1)的调整,使第1平行线图案3的形成区域内的第2线状液体4的单位长度的液体赋予量与第1平行线图案3的形成区域外的第2线状液体4的单位长度的液体赋予量不同。

[0353] 例如,在与第1平行线图案3的形成区域外相比形成区域内第2线状液体4的润湿性较好时,将形成区域内的第2线状液体4的单位长度的液体赋予量相对于形成区域外相对地减少。

[0354] 此外,例如,在与第1平行线图案3的形成区域内相比形成区域外中第2线状液体4的润湿性较好时,使形成区域内的第2线状液体4的单位长度的液体赋予量相对于形成区域外相对地增多。

[0355] 以这种方式可在第1平行线图案3的形成区域内防止第2平行线图案5的线段51、52间的间隔与形成区域外相比膨胀或缩窄。

[0356] 在第1平行线图案3的形成区域的内外的液体赋予量的差可以满足式(1)的方式进行适当调整。例如,在对第2线状液体4的形成使用喷墨法时,通过使对第2线状液体4的单位长度喷出的液滴数、每滴的液滴容量在第1平行线图案3的形成区域的内外不同,可以设定液体赋予量的差。

[0357] 第7方式中,作为用于满足上述式(1)的调整,在形成第1平行线图案3后,在赋予第2线状液体4之前,清洗包含第1平行线图案3的形成区域内的区域。

[0358] 如上所述,在第1平行线图案3的形成区域内,有时在线段31、32间的区域会由于咖啡渍现象而稍微残留未输送至线段31、32的位置的第1线状液体2中的某些成分。有时这种残留成分会成为使构成第2平行线图案5的线段51、52间的间隔不均匀的原因。

[0359] 清洗也可以说是除去这种残留成分。此时,根据清洗条件,例如清洗的种类、强度的设定等,会对将残留成分除去何种程度产生影响。利用该关系可以消除在第1平行线图案3的形成区域的内外的第2线状液体4的润湿性的不同。在某方面,清洗至少能够以可达成将构成第2平行线图案5的线段51、52间的间隔满足上述式(1)的方式除去残留成分。在这种意义上,清洗可以作为用于满足上述式(1)的调整的一个例子定义。

[0360] 清洗可以仅对第1平行线图案的形成区域内进行,也可以对包含第1平行线图案的形成区域内和形成区域外的区域进行。优选对基材1的整面进行清洗。

[0361] 在仅对第1平行线图案的形成区域内进行清洗时,例如,可以在屏蔽了形成区域外的状态下进行电磁波等的照射,或利用喷墨法将清洗溶剂选择性地赋予至形成区域内。

[0362] 清洗的方法没有特别限定,例如通常可使用在工业制品中使用的清洗方法。例如,优选进行将选自利用加热的清洗、利用电磁波的清洗、利用溶剂的清洗、利用气体的清洗和利用等离子体的清洗中的1种或2种以上组合的清洗。

[0363] 作为利用加热的清洗方法,有利用红外加热器、烤箱、加热板等的持续的加热方法、利用氙闪光灯等的瞬间性的加热方法。加热条件(温度、时间)等在构成平行线图案5的

线段51、52间的间隔满足上述式(1)的范围内适当地进行设定。在基材1为膜等时,优选在基材1未变形的条件的范围内进行设定。在该观点下,优选为瞬时性加热,特别优选为利用对如膜的基材的损害少的氙闪光灯的方法。

[0364] 作为利用电磁波的方法,可使用照射电子射线、伽马射线、紫外线等的方法。电磁波的照射条件在构成平行线图案5的线段51、52间的间隔满足上述式(1)的范围内适当地进行设定。

[0365] 利用溶剂的清洗中使用的溶剂只要是可满足上述式(1)的溶剂则没有限定,优选选自对将功能性材料堆积而形成的平行线图案影响少的溶剂。可以配合功能性材料的种类来适当选择适合于清洗的溶剂。例如,若为水分散系的银纳米粒子的情况下,优选为醇系的溶剂等。

[0366] 利用等离子体的清洗的条件可以在构成平行线图案5的线段51、52间的间隔满足上述式(1)的范围内适当地进行设定。

[0367] 接着,对从液滴喷出装置喷出的包含功能性材料的液体详细地进行说明。

[0368] 从液滴喷出装置喷出的包含功能性材料的液体优选功能性材料的含有率为0.01重量%~1重量%的范围。上述“从液滴喷出装置喷出的包含功能性材料的液体”也可以称为在刚赋予至基材上之后在干燥之前的包含功能性材料的液体。通过功能性材料的含有率为0.01重量%~1重量%的范围,可得到使平行线图案的形成进一步稳定化的效果。

[0369] 液体所含的功能性材料只要是用于对基材赋予特定的功能的功能性材料则没有特别限定。就赋予特定的功能而言,例如在对基材赋予导电性时是指使用导电性材料作为功能性材料,此外,在赋予绝缘性时,是指使用绝缘性材料作为功能性材料。作为功能性材料,例如可优选例示导电性微粒、导电性聚合物等导电性材料、绝缘性材料、半导体材料、光学过滤材料、电介质材料等。功能性材料特别优选为导电性材料或导电性材料前体。导电性材料前体是指可以通过实施适当处理而变成导电性材料的材料。

[0370] 即,本发明的图案形成方法在形成由包含导电性材料的细线(线段)构成的图案时特别优选地使用。

[0371] 作为导电性材料,例如,可优选例示导电性微粒、导电性聚合物等。

[0372] 作为导电性微粒,没有特别限定,可优选例示Au、Pt、Ag、Cu、Ni、Cr、Rh、Pd、Zn、Co、Mo、Ru、W、Os、Ir、Fe、Mn、Ge、Sn、Ga、In等的微粒,其中,若使用如Au、Ag、Cu的金属微粒,则可形成电阻低且耐腐蚀性强的电路图案,因此更优选。从成本和稳定性的观点出发,最优选为包含Ag的金属微粒。这些金属微粒的平均粒径优选设为1~100nm的范围,更优选设为3~50nm的范围。

[0373] 此外,作为导电性微粒,也优选使用碳微粒。作为碳微粒,可优选例示石墨微粒、碳纳米管、富勒烯等。

[0374] 作为导电性聚合物,没有特别限定,可优选举出 $\pi$ 共轭系导电性高分子。

[0375] 作为 $\pi$ 共轭系导电性高分子,没有特别限定,可利用聚噻吩类、聚吡咯类、聚吲哚类、聚咪唑类、聚苯胺类、聚乙炔类、聚咪喃类、聚对亚苯类、聚对苯乙炔类、聚对苯硫醚类、聚萘类、聚异硫茛类、聚硫氮类等链状导电性聚合物。其中,从得到高的导电性的方面考虑,优选为聚噻吩类、聚苯胺类。最优选为聚乙烯二氧噻吩。

[0376] 本发明中使用的导电性聚合物更优选包含上述 $\pi$ 共轭系导电性高分子和聚阴离子

而成。这种导电性聚合物可以通过将形成 $\pi$ 共轭系导电性高分子的前体单体在适当的氧化剂和氧化催化剂、以及聚阴离子的存在下进行化学氧化聚合而容易地制造。

[0377] 聚阴离子是取代或未取代的聚亚烷基、取代或未取代的聚亚烯基、取代或未取代的聚酰亚胺、取代或未取代的聚酰胺、取代或未取代的聚酯以及它们的共聚物,是由具有阴离子基的构成单元和不具有阴离子基的构成单元构成的。

[0378] 该聚阴离子是使 $\pi$ 共轭系导电性高分子可溶化于溶剂的可溶化高分子。此外,聚阴离子的阴离子基作为相对于 $\pi$ 共轭系导电性高分子的掺杂物发挥功能而使 $\pi$ 共轭系导电性高分子的导电性和耐热性提高。

[0379] 作为聚阴离子的阴离子基,只要是能够引起对 $\pi$ 共轭系导电性高分子的化学氧化掺杂的官能团即可,其中,从制造的容易性和稳定性的观点出发,优选为一取代硫酸酯基、一取代磷酸酯基、磷酸基、羧基、磺基等。进而,从对官能团的 $\pi$ 共轭系导电性高分子的掺杂效果的观点出发,更优选为磺基、一取代硫酸酯基、羧基。

[0380] 作为聚阴离子的具体例,可举出聚乙烯基磺酸、聚苯乙烯磺酸、聚烯丙基磺酸、聚丙烯酸乙基磺酸、聚丙烯酸丁基磺酸、聚-2-丙烯酰胺-2-甲基丙烷磺酸、聚异戊二烯磺酸、聚乙烯基羧酸、聚苯乙烯羧酸、聚烯丙基羧酸、聚丙烯酰基羧酸、聚甲基丙烯酰基羧酸、聚-2-丙烯酰胺-2-甲基丙烷羧酸、聚异戊二烯羧酸、聚丙烯酸等。可以是它们的均聚物,也可以是2种以上的共聚物。

[0381] 此外,也可以是在化合物内具有F(氟原子)的聚阴离子。具体而言,可举出含有全氟磺酸基的NIFION(Dupont公司制)、由含有羧酸基的全氟型乙烯基醚构成的FLEMION(旭硝子公司制)等。

[0382] 这些之中,若是具有磺酸的化合物,则在使用喷墨印刷方式时油墨射出稳定性特别良好,且可得到高的导电性,因此更优选。

[0383] 进而,这些之中,优选为聚苯乙烯磺酸、聚异戊二烯磺酸、聚丙烯酸乙基磺酸、聚丙烯酸丁基磺酸。这些聚阴离子取得导电性优异的效果。

[0384] 聚阴离子的聚合度优选单体单位为 $10 \sim 100000$ 个的范围,从溶剂溶解性和导电性的方面出发,更优选为 $50 \sim 10000$ 个的范围。

[0385] 导电性聚合物也可优选使用市售的材料。例如,由聚(3,4-乙烯二氧噻吩)和聚苯乙烯磺酸构成的导电性聚合物(简称为PEDOT/PSS)由H.C.Starck公司作为CLEVIOS系列市售,由Aldrich公司作为PEDOT-PASS483095、560598市售,由Nagase Chemtex公司作为Denatron系列市售。此外,聚苯胺由日产化学公司作为ORMECON系列市售。

[0386] 作为含有功能性材料的液体,可组合使用水、或有机溶剂等中的1种或2种以上。

[0387] 有机溶剂没有特别限定,例如,可例示1,2-己二醇、2-甲基-2,4-戊二醇、1,3-丁二醇、1,4-丁二醇、丙二醇等醇类、二乙二醇单甲醚、二乙二醇单乙醚、二乙二醇单丁醚、三乙二醇单甲醚、二丙二醇单甲醚、二丙二醇单乙醚等醚类等。

[0388] 此外,作为含有功能性材料的液体,也可以在不损害本发明的效果的范围内含有表面活性剂等各种添加剂。

[0389] 通过使用表面活性剂,例如,在欲使用液滴喷出装置形成线状液体2等时,能够调整表面张力等而实现喷出的稳定化等。作为表面活性剂,没有特别限定,可使用硅系表面活性剂等。硅系表面活性剂是指将二甲基聚硅氧烷的侧链或末端进行聚醚改性而成的,例如,

市售有信越化学工业制的KF-351A、KF-642或BYK Chemie制的BYK347, BYK348等。表面活性剂的添加量优选相对于形成线状液体2的液体的总量为1重量%以下。

[0390] 基材没有特别限定,例如,可举出玻璃、塑料(聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚乙烯、聚丙烯、丙烯酸树脂、聚酯、聚酰胺等)、金属(铜、镍、铝、铁等、或者合金)、陶瓷等,它们可以单独使用,也可以在贴合的状态下使用。其中,优选为塑料,适合的是聚对苯二甲酸乙二醇酯、或如聚乙烯、聚丙烯的聚烯烃等。

[0391] 图29是表示形成于基材上的平行线图案的一个例子的局部剖切立体图。截面对应于在相对于平行线图案的形成方向垂直的方向切断的纵截面。

[0392] 由1条的线状液体生成的平行线图案3的1组2条的细线(线段)31、32未必需要使互相完全地独立的岛状。如附图所示,2条的线段31、32也优选在该线段31、32间以利用以低于该线段31、32的高度的高度形成的薄膜部30进行连接的连续体的形式形成。

[0393] 平行线图案3的线段31、32的线宽度 $W_1$ 、 $W_2$ 分别优选为 $10\mu\text{m}$ 以下。若为 $10\mu\text{m}$ 以下,则通常会成为无法识别的水平,因此从提高透明性的观点出发更优选。若也考虑各线段31、32的稳定性,则各线段31、32的线宽度 $W_1$ 、 $W_2$ 分别优选为 $2\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 的范围。

[0394] 另外,线段31、32的宽度 $W_1$ 、 $W_2$ 是在将该线段31、32间功能性材料的厚度成为最薄的最薄部分的高度设为 $Z$ ,进而,将从该 $Z$ 起的线段31、32的突出高度设为 $Y_1$ 、 $Y_2$ 时,作为在 $Y_1$ 、 $Y_2$ 的一半的高度的线段31、32的宽度而定义。例如,在图案3具有上述薄膜部30时,可以将该薄膜部30的最薄部分的高度设为 $Z$ 。另外,在各线段31、32间的功能性材料的最薄部分的高度为0时,线段31、32的线宽度 $W_1$ 、 $W_2$ 是定义为从基材1表面起的线段31、32在高度 $H_1$ 、 $H_2$ 的一半的高度的线段31、32的宽度。

[0395] 如上所述,构成平行线图案3的线段31、32的线宽度 $W_1$ 、 $W_2$ 极细,因此从确保截面积而实现低电阻化的观点出发,优选从基材1表面起的线段31、32的高度 $H_1$ 、 $H_2$ 较高。具体而言,线段31、32的高度 $H_1$ 、 $H_2$ 优选为 $50\text{nm}\sim 5\mu\text{m}$ 的范围。

[0396] 进而,从提高平行线图案3的稳定性的观点出发, $H_1/W_1$ 比、 $H_2/W_2$ 比分别优选为 $0.01\sim 1$ 的范围。

[0397] 此外,从进一步提高平行线图案3的细线化的观点出发,在线段31、32间功能性材料的厚度成为最薄的最薄部分的高度 $Z$ ,具体而言,薄膜部30的最薄部分的高度 $Z$ 优选为 $10\text{nm}$ 以下的范围。最优选的是,为了实现透明性与稳定性的平衡的兼顾,在 $0 < Z \leq 10\text{nm}$ 的范围具备薄膜部30。

[0398] 进而,为了进一步提高平行线图案3的细线化, $H_1/Z$ 比、 $H_2/Z$ 比分别优选为5以上,更优选为10以上,特别优选为20以上。

[0399] 线段31、32的配置间隔 $I$ 的范围没有特别限定。如参照图17~图19进行说明的那样,在形成线状液体时,将从多个喷嘴对相对于液滴喷出装置的喷嘴列平行地配置的像素组赋予的液滴组在与喷嘴列交叉的方向赋予多组,使多组的上述液滴组合而为一,形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的线状液体,从而可以自由度地适当设定配置间隔 $I$ ,尤其是在增大配置间隔 $I$ 的情况下也可以很好地防止凸出。具体而言,在将配置间隔 $I$ 设定为例如 $50\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以上、 $200\mu\text{m}$ 以上、 $300\mu\text{m}$ 以上、 $400\mu\text{m}$ 以上、以及 $500\mu\text{m}$ 以上这样的大的值时,也可以很好地防止凸出,可以使线段31、32的形成稳定化。在很好地防止凸出的状态下,可以根据用途将配置间隔 $I$ 适当设定为最佳的值。在形成透明导电膜等的情况等,配置间隔 $I$ 例

如优选设为 $10\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ 的范围,进一步优选设为 $10\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ 的范围。进而,配置间隔I也优选调整为 $10\mu\text{m}\sim 300\mu\text{m}$ 的范围。

[0400] 另外,线段31、32的配置间隔I设为线段31、32的各最大突出部间的距离。

[0401] 进而,此外,优选对线段31和线段32赋予同样的形状(同程度的截面积),具体而言,优选将线段31和线段32的高度 $H_1$ 和 $H_2$ 设为实质上相等的值。与此同样,对于线段31和线段32的线宽度 $W_1$ 和 $W_2$ ,也优选设为实质上相等的值。

[0402] 线段31、32未必需要为平行,只要至少在线段方向的某长度 $L$ ,线段31、32不会结合即可。优选的是,至少在线段方向的某长度 $L$ ,线段31、32实质上为平行。

[0403] 线段31、32的线段方向的长度 $L$ 优选为线段31、32的配置间隔I的5倍以上,更优选为10倍以上。长度 $L$ 和配置间隔I可以根据图案(线状液体)2的形成长度和形成宽度进行设定。

[0404] 可以在线状液体的形成起点和终点(遍及线段方向的某长度 $L$ 的起点和终点)连接线段31、32,以连续体的形式形成。

[0405] 此外,优选线段31、32与其线宽度 $W_1$ 、 $W_2$ 几乎相等,且线宽度 $W_1$ 、 $W_2$ 与2条线间距离(配置间隔I)相比非常细。

[0406] 进而,构成由1条线状液体生成的图案3的线段31和线段32优选同时地形成。

[0407] 平行线图案3特别优选各线段31、32全部满足下述(A)~(C)的条件。由此,图案难以被识别,且可提高透明性,并且使线段稳定化,尤其是在功能性材料为导电性材料时,可降低图案的电阻值的效果优异。

[0408] (A)在将各线段31、32的高度设为 $H_1$ 、 $H_2$ ,将在该各线段间的最薄部分的高度设为 $Z$ 时, $5\leq H_1/Z$ ,且 $5\leq H_2/Z$ 。

[0409] (B)在将各线段31、32的宽度设为 $W_1$ 、 $W_2$ 时, $W_1\leq 10\mu\text{m}$ ,且 $W_2\leq 10\mu\text{m}$ 。

[0410] (C)在将各线段31、32的高度设为 $H_1$ 、 $H_2$ 时, $50\text{nm}<H_1<5\mu\text{m}$ ,且 $50\text{nm}<H_2<5\mu\text{m}$ 。

[0411] 以上,对平行线图案3进行的说明也可以援用于平行线图案5。

[0412] 以上说明中,对于相对于液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向D的线状液体的形成方向的倾斜角度 $\theta$ ,主要示出了 $45^\circ$ 的情况和 $-45^\circ$ 的情况,但不限于于此。若线状液体的形成方向不是与相对移动方向D平行的方向,且不是与相对移动方向D垂直的方向,则可以设定任意的倾斜角度。

[0413] 以上说明中,形成主要由平行线图案构成的网状的图案作为最终形成的图案的例子进行了说明,但不限于于此。根据本发明,通过沿着相对于液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向D倾斜的方向形成线状液体,可提高形成包含平行线图案的各种图案时的图案化的自由度。因此,在形成各种图案时,能够进行柔软的图案化,且可实现波纹防止、倒角效率的提高。进而,可以减轻将喷墨头和基材的配置角度再设定的负担,可以提高生产率。

[0414] 带有透明导电膜的基材在基材表面具有包含通过以上说明的图案形成方法形成的图案的透明导电膜。透明导电膜即使在含有的功能性材料(导电性材料)自身不透明的情况下,也可以通过使线状液体在平行线图案上产生变化而细线化,从而使图案难以识别。

[0415] 带有透明导电膜的基材的用途没有特别限定,可以用于各种电子设备所具备的各种装置。

[0416] 本发明所涉及的带有透明导电膜的基材的优选用途从显著地取得本发明的效果

的观点出发,例如,可以作为液晶、等离子体、有机电致发光、场致发射等各种方式的显示器用透明电极,或者作为触控面板或手机、电子纸、各种太阳能电池、各种电致发光调光元件等中使用的透明电极而很好地使用。

[0417] 更具体而言,本发明所涉及的带有透明导电膜的基材可作为装置的透明电极而很好地使用。作为装置,没有特别限定,例如,可优选例示触控面板传感器等。此外,作为具备这些装置的电子设备,没有特别限定,例如可优选例示智能手机、平板终端等。

[0418] 以上的说明中,对1个方式进行说明的构成可以适当应用于其它方式。

[0419] 实施例

[0420] 以下,对本发明的实施例进行说明,但本发明不限于这些实施例。

[0421] 1. 图案形成方法

[0422] (实施例1)

[0423] <基材>

[0424] 准备以包含功能性材料的液体的接触角为 $20.3^\circ$ 的方式实施表面处理的PET基材作为基材。作为表面处理,使用信光电气计装公司制的“PS-1M”进行电晕放电处理。

[0425] <液滴喷出装置>

[0426] 作为液滴喷出装置,准备柯尼卡美能达公司制的“KM1024iLHE-30”(标准液滴容量30pL)的喷墨头。

[0427] <油墨的组成>

[0428] 作为油墨(包含功能性材料的液体),制备以下组成的物质。

[0429] • 银纳米粒子(平均粒径:20nm):0.16wt%

[0430] • 表面活性剂(BYK Chemie公司制“BYK348”):0.05wt%

[0431] • 二乙二醇单丁醚(简称:DEGBE)(分散介质):20wt%

[0432] • 水(分散介质):残量

[0433] <图案的形成>

[0434] 一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的多个喷嘴喷出油墨,沿着相对于相对移动方向D倾斜 $45^\circ$ 的X轴方向形成线状液体。此时,相对移动方向D是沿着基材的宽度方向的方向。

[0435] 通过使沿着X轴方向的线状液体蒸发、干燥,使功能性材料选择性地堆积于该线状液体的边缘,形成沿着X轴方向的平行线图案。这里,通过在加热至 $70^\circ\text{C}$ 的载物台上配置的基材上进行图案形成来促进线状液体的干燥。

[0436] 接下来,一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的多个喷嘴喷出油墨,沿着相对于相对移动方向D倾斜 $-45^\circ$ 的Y轴方向形成线状液体。这里,Y轴方向是与上述X轴方向垂直的方向。

[0437] 通过使沿着Y轴方向的线状液体蒸发、干燥,使功能性材料选择性地堆积于该线状液体的边缘,形成沿着Y轴方向的平行线图案。这里,通过在加热至 $70^\circ\text{C}$ 的载物台上配置的基材上进行图案形成来促进线状液体的干燥。

[0438] 上述图案形成中,在赋予沿着X轴方向的线状液体时、以及赋予沿着Y轴方向的线状液体时,液滴喷出装置相对于基材的相对的配置角度未变更。即,在赋予沿着X轴方向的线状液体时、以及赋予沿着Y轴方向的线状液体时,液滴喷出装置相对于基材的相对移动方

向D是相同的,且是沿着基材的宽度方向的方向。

[0439] 以上述方式得到将沿着X轴方向的平行线图案与沿着Y轴方向的平行线图案交叉的网状的图案。

[0440] 以上的图案形成中,利用分别形成沿着X轴方向的线状液体和沿着Y轴方向的线状液体时的液滴喷出装置的油墨喷出以下述方式进行控制。

[0441] <控制油墨喷出>

[0442] • 每个液滴的液滴容量 $V_d=30$ [pL]

[0443] • 层次数 $N=8$ [dpd]

[0444] • 为了形成1个线状液体而从1个喷嘴赋予的总液滴容量 $V(=V_d[\text{pL}] \times N[\text{dpd}])=240$ [pL]

[0445] • 喷嘴列分辨率 $R=360$ [npi]

[0446] • 积 $V \cdot R=8.64 \times 10^4$ [pL · npi]

[0447] • 为了形成1个线状液体而从互相邻接的喷嘴分别喷出的包含功能性材料的液体的最大喷出时间差 $\Delta t_{\max}=81.0$ [ms]

[0448] • 由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p=797.6$ [ $\mu\text{m}$ ]

[0449] • 最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M=398.8$ [ $\mu\text{m}$ ]

[0450] • 总通过数

[0451] 将形成沿着X轴方向的线状液体时的通过数设为2次,将形成沿着Y轴方向的线状液体时的通过数也设为2次。这些通过数的合计的总通过数为4次。考虑由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 以及最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M$ 对通过数进行设定。

[0452] (实施例2)

[0453] 在实施例1中使用以包含功能性材料的液体的接触角为 $8.7^\circ$ 的方式实施表面处理的PET基材作为基材,除此以外,与实施例1同样地形成图案。表面处理与实施例1同样地是使用信光电气计装公司制的“PS-1M”的电晕放电处理,但以成为上述接触角的方式对处理强度进行了调整。

[0454] (实施例3)

[0455] 在实施例1中使用以包含功能性材料的液体的接触角为 $10.4^\circ$ 的方式实施表面处理的PET基材作为基材,除此以外,与实施例1同样地形成图案。表面处理与实施例1同样地是使用信光电气计装公司制的“PS-1M”的电晕放电处理,但以成为上述接触角的方式对处理强度进行了调整。

[0456] (实施例4)

[0457] 在实施例1中使用以包含功能性材料的液体的接触角为 $29.7^\circ$ 的方式实施表面处理的PET基材作为基材,除此以外,与实施例1同样地形成图案。表面处理与实施例1同样地是使用信光电气计装公司制的“PS-1M”的电晕放电处理,但以成为上述接触角的方式对处理强度进行了调整。

[0458] (实施例5)

[0459] 在实施例1中使用以包含功能性材料的液体的接触角为 $32.3^\circ$ 的方式实施表面处理的PET基材作为基材,除此以外,与实施例1同样地形成图案。表面处理与实施例1同样地是使用信光电气计装公司制的“PS-1M”的电晕放电处理,但以成为上述接触角的方式对处

理强度进行了调整。

[0460] (实施例6)

[0461] 在实施例1中,将层次数N变更为3[dpd],将积 $V \cdot R$ 设为 $3.24 \times 10^4$ [pL · npi]。

[0462] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.42wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0463] 除了以上方面以外,与实施例1同样地形成图案。

[0464] (实施例7)

[0465] 实施例1中,将层次数N变更为4[dpd],将积 $V \cdot R$ 设为 $4.32 \times 10^4$ [pL · npi]。

[0466] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.32wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0467] 除了以上方面以外,与实施例1同样地形成图案。

[0468] (实施例8)

[0469] 实施例1中,将层次数N变更为12[dpd],将积 $V \cdot R$ 设为 $1.30 \times 10^5$ [pL · npi]。

[0470] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.11wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0471] 除了以上方面以外,与实施例1同样地形成图案。

[0472] (实施例9)

[0473] 实施例1中,将层次数N变更为16[dpd],将积 $V \cdot R$ 设为 $1.73 \times 10^5$ [pL · npi]。

[0474] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.08wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0475] 除了以上方面以外,与实施例1同样地形成图案。

[0476] (实施例10)

[0477] 实施例1中,变更喷墨头的移动速度而将最大喷出时间差 $\Delta t_{\max}$ 设为101.3[ms],除此以外,与实施例1同样地形成图案。

[0478] (实施例11)

[0479] 实施例1中,变更喷墨头的移动速度而将最大喷出时间差 $\Delta t_{\max}$ 设为192.4[ms],除此以外,与实施例1同样地形成图案。

[0480] (实施例12)

[0481] 实施例1中,变更喷墨头的移动速度而将最大喷出时间差 $\Delta t_{\max}$ 设为222.8[ms],除此以外,与实施例1同样地形成图案。

[0482] (实施例13)

[0483] 实施例1中,将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 设为398.8[ms],将总通过数设为2次,除此以外,与实施例1同样地形成图案。

[0484] 这里,将形成沿着X轴方向的线状液体时的通过数设为1次,将形成沿着Y轴方向的线状液体时的通过数也设为1次,从而将总通过数设为2次。

[0485] (实施例14)

[0486] 实施例1中,将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 设为1196.4[ms],将总通过数设为6次,除此以外,与实施例1同样地形成图案。

[0487] 这里,将形成沿着X轴方向的线状液体时的通过数设为3次,将形成沿着Y轴方向的



线状液体时的通过数也设为3次,从而将总通过数设为6次。

[0488] (实施例15)

[0489] 实施例1中,将层次数N变更为32[dpd],将积 $V \cdot R$ 设为 $3.45 \times 10^5$ [pL · npi]。此外,伴随着2条线宽度的扩大,将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 变更为1595.2[ $\mu\text{m}$ ],将最终赋予的线状液体的赋予间隔M变更为797.6[ $\mu\text{m}$ ]。

[0490] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.04wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0491] (实施例16)

[0492] 实施例1中,将层次数N变更为48[dpd],将积 $V \cdot R$ 设为 $5.18 \times 10^5$ [pL · npi]。此外,伴随着2条线宽度的扩大,将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 变更为1595.2[ $\mu\text{m}$ ],将最终赋予的线状液体的赋予间隔M变更为797.6[ $\mu\text{m}$ ]。

[0493] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.027wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0494] (实施例17)

[0495] 实施例1中,将层次数N变更为54[dpd],将积 $V \cdot R$ 设为 $5.83 \times 10^5$ [pL · npi]。此外,伴随着2条线宽度的扩大,将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 变更为1595.2[ $\mu\text{m}$ ],将最终赋予的线状液体的赋予间隔M变更为797.6[ $\mu\text{m}$ ]。

[0496] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.024wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0497] (实施例18)

[0498] 实施例1中,在形成线状液体时,如参照图17~图19进行说明那样,将从多个喷嘴对相对于液滴喷出装置的喷嘴列平行地配置的像素组赋予的液滴组在与喷嘴列交叉的方向赋予多组,使多组的上述液滴组合而为一,形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的线状液体。具体而言,将构成喷嘴列方向的像素组的像素数(邻接像素数)设为2。此外,将层次数N设定为4[dpd]。将积 $V \cdot R$ 设为 $8.64 \times 10^4$ [pL · npi]。

[0499] (实施例19)

[0500] 在实施例18中,将构成喷嘴列方向的像素组的像素数设为8。此外,层次数N设定为6[dpd]。积 $V \cdot R$ 设为 $5.18 \times 10^5$ [pL · npi]。此外,伴随着2条线宽度的扩大,将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 变更为1595.2[ $\mu\text{m}$ ],将最终赋予的线状液体的赋予间隔M变更为797.6[ $\mu\text{m}$ ]。

[0501] 进而,将油墨中的银纳米粒子的浓度调节为0.027wt%。由此,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例18相近的值。

[0502] (比较例1)

[0503] 比较例1中使用的基材、液滴喷出装置和油墨的组成与实施例1同样。

[0504] 比较例1中,以下述方式进行图案形成。

[0505] <图案的形成>

[0506] 一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的喷嘴连续地喷出油墨,沿着作为与相对移动方向D相同的方向的X轴方向形成线状液体。此时,相对移动方向D是沿着基材的宽度方向的方向。

[0507] 通过使沿着X轴方向的线状液体蒸发、干燥,使功能性材料选择性地堆积于该线状液体的边缘,形成沿着X轴方向的平行线图案。这里,通过在加热至70°C的载物台上配置的基材上进行图案形成来促进线状液体的干燥。

[0508] 接下来,使基材相对于液滴喷出装置旋转90°而变更液滴喷出装置相对于基材的相对的配置角度。即,变更液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向。因此,变更后的液滴喷出装置的相对移动方向D对应于先前形成的平行线图案的形成方向,即,对应于相对于X轴方向垂直的方向,即,对应于Y轴方向。变更了配置后的相对移动方向D是沿着基材的长边方向的方向。

[0509] 如上所述地变更配置后,一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的喷嘴喷出油墨,沿着作为与相对移动方向D相同的方向的Y轴方向形成线状液体。

[0510] 通过使沿着Y轴方向的线状液体蒸发、干燥,使功能性材料选择性地堆积于该线状液体的边缘而形成沿着Y轴方向的平行线图案。这里,通过在加热至70°C的载物台上配置的基材上进行图案形成来促进线状液体的干燥。

[0511] 以上述方式得到将沿着X轴方向的平行线图案与沿着Y轴方向的平行线图案交叉的网状的图案。

[0512] 以上的图案形成中,利用分别形成沿着X轴方向的线状液体和沿着Y轴方向的线状液体时的液滴喷出装置的油墨喷出以下述方式进行控制。

[0513] <控制油墨喷出>

[0514] • 每个液滴的液滴容量 $V_d=30$ [pL]

[0515] • 层次数 $N=8$ [dps]

[0516] • 由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p=797.6$ [ $\mu\text{m}$ ]

[0517] • 最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M=398.8$ [ $\mu\text{m}$ ]

[0518] • 总通过数

[0519] 将形成沿着X轴方向的线状液体时的通过数设为2次,将形成沿着Y轴方向的线状液体时的通过数也设为2次。这些通过数的合计的总通过数为4次。

[0520] 2. 评价方法

[0521] 对各实施例和比较例中形成的图案评价图案性状和物性值。

[0522] (1) 图案性状

[0523] 作为图案性状,对以下项目(凸出防止性、2条线宽度和细线宽度)进行评价。

[0524] • 凸出防止性

[0525] 表1~5所示的2条线性状是通过光学显微镜观察将1组2条的细线在细线形成方向观察50mm,以下述评价基准评价凸出防止性。

[0526] <评价基准>

[0527] A: 未产生凸出。

[0528] B: 产生凸出(3处以下)。

[0529] C: 产生凸出(4处以上)。

[0530] • 2条线宽度

[0531] 2条线宽度( $\mu\text{m}$ )是通过光学显微镜观察对1组2条的细线间的间隔进行测定而得的

宽度。测定值相当于上述间隔I。

[0532] • 细线宽度

[0533] 细线宽度( $\mu\text{m}$ )是通过光学显微镜观察对1组2条的细线的宽度进行测定而得的宽度。测定值相当于上述宽度W1、W2。另外,2条的细线的宽度实质上相同,因此以一条的细线的测定值为细线宽度( $\mu\text{m}$ )。

[0534] (2) 物性值

[0535] 作为物性值,对以下项目(透射率、薄层电阻和终端电阻)进行评价。

[0536] • 透射率(总光线透射率)

[0537] 透射率(总光线透射率)(%T)是使用东京电色公司制的AUTOMATICHAZEMETER(MODEL TC-HI I DP)进行测定的总光线透射率。另外,使用没有图案的基材进行补正,作为制成的图案的总光线透射率而测定。

[0538] • 薄层电阻

[0539] 薄层电阻( $\Omega/\square$ )使用DIA INSTRUMENTS公司制的Loresta EP(MODEL MCP-T360型)串联4探针式探针(ESP)测定薄层电阻值。

[0540] 在上述测定之前,在120°C在加热板上将基材加热1小时,从而对图案实施加热煅烧处理。

[0541] • 终端电阻

[0542] 终端电阻( $\Omega$ )是在100mm×5mm的长方形的区域形成图案,测定端子间(即,长方形区域的长边方向的两端之间)的电阻值而得的值。

[0543] 在上述测定之前,在120°C在加热板上将基材加热1小时,从而对图案实施加热煅烧处理。

[0544] 3. 评价

[0545] (1) 接触角的影响

[0546] 将实施例1~5的结果示于表1。实施例1~5的包含功能性材料的液体的接触角不同。

[0547] [表1]

[0548]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
相对于相对移动方向D的线状液体的 倾斜角度 $\theta$ [°] (*绝对值) X轴、Y轴图案形成中有无变更 基材配置	45	45	45	45	45
	无	无	无	无	无
油墨组成	0.16wt%	0.16wt%	0.16wt%	0.16wt%	0.16wt%
	银纳米粒子 (平均粒径:20nm) 表面活性剂 分散介质	BYK348 0.05wt% DEGBE 20wt% 水 残量	BYK348 0.05wt% DEGBE 20wt% 水 残量	BYK348 0.05wt% DEGBE 20wt% 水 残量	BYK348 0.05wt% DEGBE 20wt% 水 残量
线状液体的接触角 [°]	20.3	8.7	10.4	29.7	32.3
每个液滴的液滴容量Vol[pL]	30	30	30	30	30
层次数N[cpd]	8	8	8	8	8
积V·R[pL·npi]	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$
最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
由一次通过赋予的线状液体 的赋予间隔 $M_p$ [ $\mu$ m]	797.6	797.6	797.6	797.6	797.6
最终赋予的线状液体 的赋予间隔M [ $\mu$ m] 总通过数	398.8	398.8	398.8	398.8	398.8
(X轴、Y轴图案形成中的合计) 凸出防止性	4	4	4	4	4
图案性状	A	A	A	A	B
2条线宽度 [ $\mu$ m]	200.3	308.0	281.5	163.9	156.7
细线宽度 [ $\mu$ m]	4.5	6.1	5.3	5.5	6.3
透射率 [%T]	95.5	94.0	94.8	94.6	93.8
薄层电阻 [ $\Omega/\square$ ]	71.6	71.6	71.6	71.6	85.9
物性值	1432.4	1432.4	1432.4	1432.4	1718.9

[0549] 由表1可知,若接触角为 $10[^\circ] \sim 30[^\circ]$ 的范围,则可得到可进一步提高形成的平行线图案的透明性的效果。

[0550] 此外,可知若接触角为 $10[^\circ] \sim 30[^\circ]$ 的范围,则线状液体更加容易直线地形成,且可以很好地防止凸出。其结果,构成所形成的平行线图案的线段更加容易直线地形成,且也可以很好地防止断线的产生等。因此,可知在使用导电性材料作为功能性材料时,可得到可进一步改善所得的图案的薄层电阻、终端电阻的效果。

[0551] (2) 积V·R的影响

[0552] 将实施例1、6~9和15~17的结果示于表2。实施例1、6~9和15~17中,为了形成1个线状液体而从1个喷嘴赋予的总液滴容量V与喷嘴列分辨率R的积V·R不同。具体而言,通过调整层次数N使积V·R产生变化。另外,通过调整油墨中的银纳米粒子浓度,对线状液体的单位长度赋予的银纳米粒子的赋予量成为与实施例1相近的值。

[0553] [表2]

[0554]

	实施例1	实施例6	实施例7	实施例8	实施例9	实施例15	实施例16	实施例17
相对于相对移动方向D的线状液体的倾斜角度 $\theta$ [°] (*绝对值)	45	45	45	45	45	45	45	45
X轴、Y轴图案形成中有无变更基材配置	无	无	无	无	无	无	无	无
油墨组成	银纳米粒子 (平均粒径:20nm)	0.16wt%	0.32wt%	0.11wt%	0.08wt%	0.04wt%	0.027wt%	0.024wt%
	表面活性剂	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%
	分散介质	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%
水残量	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
线状液体的接触角 [°]	30	30	30	30	30	30	30	30
每个液滴的液滴容量 Va [pL]	8	3	4	12	16	32	48	54
层次数 N [dpd]	$8.64 \times 10^4$	$3.24 \times 10^4$	$4.32 \times 10^4$	$1.30 \times 10^5$	$1.73 \times 10^5$	$3.45 \times 10^5$	$5.18 \times 10^5$	$5.83 \times 10^5$
积 V·R [pL·dpi]	81.0	81.0	81.0	121.5	162.0	324.1	486.1	546.9
最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]	797.6	797.6	797.6	797.6	797.6	1595.2	1595.2	1595.2
由一次通过赋予的线状液体的赋予间隔 Me [μm]	398.8	398.8	398.8	398.8	398.8	797.6	797.6	797.6
最终赋予的线状液体的赋予间隔 M [μm]	4	4	4	4	4	4	4	4
总通过数 (X轴、Y轴图案形成中的合计)	A	A	A	A	B	B	B	C
凸出防止性	200.3	122.6	150.1	245.3	283.2	400.5	490.5	520.3
2条线宽度 [μm]	4.5	4.7	4.9	5.1	5.4	5.6	5.8	6.0
细线宽度 [μm]	95.5	95.3	95.1	95.0	94.7	97.2	97.1	97.0
透射率 [%T]	71.6	87.3	71.6	69.5	85.9	171.9	171.9	214.9
薄层电阻 [Ω/□]	1432.4	1746.2	1432.4	1389.0	1718.9	4125.5	4125.5	5156.8
终端电阻 [Ω]								

[0555] 由表2可知,若积 $V \cdot R[pL \cdot npi]$ 为 $4.32 \times 10^4[pL \cdot npi] \sim 5.18 \times 10^5[pL \cdot npi]$ 的范围,则线状液体更加容易直线地形成,且可以很好地防止凸出。其结果可知,构成所形成的平行线图案的线段更加容易直线地形成,且也可以很好地防止断线的产生等。因此,可知在使用导电性材料作为功能性材料时,可得到可进一步改善所得的图案的薄层电阻、终端电阻的效果。

[0556] (3)最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ 的影响

[0557] 将实施例1、10~12的结果示于表3。实施例1、10~12中,为了形成1个线状液体而分别从互相邻接的喷嘴喷出的包含功能性材料的液体的最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ 不同。

[0558] [表3]

[0559]

	实施例1	实施例10	实施例11	实施例12
相对于相对移动方向D的线状液体的倾斜角度 $\theta [^\circ]$ (*绝对值)	45	45	45	45
X轴、Y轴图案形成中有无变更基材配置	无	无	无	无
油墨组成	银纳米粒子 (平均粒径:20nm)	0.16wt%	0.16wt%	0.16wt%
	表面活性剂	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%
分散介质	水残量	DEGEBE 20wt%	DEGEBE 20wt%	DEGEBE 20wt%
		水残量	水残量	水残量
线状液体的接触角 $[\circ]$	20.3	20.3	20.3	20.3
每个液滴的液滴容量 $V_d[pL]$	30	30	30	30
层次数 $N[dpd]$	8	8	8	8
积 $V \cdot R[pL \cdot npi]$	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$
最大喷出时间差 $\Delta t_{max}[ms]$	81.0	101.3	192.4	222.8
由一次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p[\mu m]$	797.6	797.6	797.6	797.6
最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M[\mu m]$	398.8	398.8	398.8	398.8
总通过数 (X轴、Y轴图案形成中的合计)	4	4	4	4
凸出防止性	A	A	A	A
2条线宽度 $[\mu m]$	200.3	200.3	200.3	200.3
细线宽度 $[\mu m]$	4.5	4.5	4.5	4.5
透射率 $[\%T]$	95.5	95.5	95.5	95.5
薄层电阻 $[\Omega/\square]$	71.6	71.6	71.6	71.6
终端电阻 $[\Omega]$	1432.4	1432.4	1432.4	1718.9

[0560] 由表3可知,通过将最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ 控制在200[ms]以下,可得到可很好地改

善终端电阻的效果。

[0561] (4) 线状液体的赋予间隔 $M_p$ 的影响

[0562] 将实施例1、13和14的结果示于表4。实施例1、13和14中，由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 不同。根据由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ ，可实现最终赋予的线状液体的赋予间隔M的方式设定通过数。

[0563] [表4]

[0564]

	实施例1	实施例13	实施例14
相对于相对移动方向D的线状液体的倾斜角度 $\theta$ [°] (*绝对值)	45	45	45
X轴、Y轴图案形成中有无变更基材配置	无	无	无
油墨组成	0.16wt%	0.16wt%	0.16wt%
银纳米粒子 (平均粒径: 20nm)	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%
表面活性剂	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%
分散介质	水	水	水
线状液体的接触角 [°]	20.3	20.3	20.3
每个液滴的液滴容量 $V_d$ [pL]	30	30	30
层次数 N [dpd]	8	8	8
积 $V \cdot R$ [pL · npi]	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$
最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]	81.0	81.0	81.0
由一次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ [ $\mu m$ ]	797.6	398.8	1196.4
最终赋予的线状液体的赋予间隔 M [ $\mu m$ ]	398.8	398.8	398.8
总通过数 (X轴、Y轴图案形成中的合计)	4	2	6
凸出防止性	A	B	A
2条线宽度 [ $\mu m$ ]	200.3	200.3	200.3
细线宽度 [ $\mu m$ ]	4.5	6.5	4.3
透射率 [%T]	95.5	93.6	95.7
薄层电阻 [ $\Omega/\square$ ]	71.6	85.9	71.6
终端电阻 [ $\Omega$ ]	1432.4	1718.9	1432.4

[0565] 由表4可知，通过将由1次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ 设为400 [ $\mu m$ ]以上，在线状液体的干燥时，可得到减轻伴随着邻接的线状液体的干燥而产生的蒸汽的影响，且使平行线图案的形成更加稳定化的效果。其结果可知，可得到进一步提高凸出防止性、透明性的效果。进而，可知若功能性材料为导电性材料，则可得到可进一步改善所得的图案的薄层电阻、终端电阻的效果。

[0566] (5) 邻接像素数的影响

[0567] 将实施例1、18和19的结果示于表5。实施例1中，在形成线状液体时，将从1个喷嘴对1个像素赋予的液滴在与喷嘴列交叉的方向赋予多个，使多个上述液滴合而为一而形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的线状液体。与此相对，在实施例18和19中，在形成线状液体

时,将从多个喷嘴对相对于液滴喷出装置的喷嘴列平行地配置的像素组赋予的液滴组在与喷嘴列交叉的方向赋予多组,使多组的上述液滴组合而为一而形成在与喷嘴列交叉的方向延伸的线状液体。构成喷嘴列方向的像素组的像素数(邻接像素数)在实施例1中设为1,在实施例18中设为2,在实施例19中设为8。

[0568] [表5]

[0569]

	实施例1	实施例8	实施例19
相对于相对移动方向D的线状液体的倾斜角度 $\theta$ [°]( *绝对值)	45	45	45
X轴、Y轴图案形成中有无变更基材配置	无	无	无
油墨组成	银纳米粒子 (平均粒径:20nm)	0.16wt%	0.027wt%
	表面活性剂	BYK348 0.05wt%	BYK348 0.05wt%
	分散介质	DEGBE 20wt%	DEGBE 20wt%
线状液体的接触角[°]	20.3	20.3	20.3
每个液滴的液滴容量 $V_d$ [pL]	30	30	30
层次数N[dpd]	8	4	6
邻接像素数	1	2	8
积 $V \cdot R$ [pL · npi]	$8.64 \times 10^4$	$8.64 \times 10^4$	$5.18 \times 10^5$
最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]	81.0	81.0	81.0
由一次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_p$ [ $\mu m$ ]	797.6	797.6	1595.2
最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M$ [ $\mu m$ ]	398.8	398.8	797.6
总通过数 (X轴、Y轴图案形成中的合计)	4	4	4
凸出防止性	A	A	A
2条线宽度[ $\mu m$ ]	200.3	200.3	490.5
细线宽度[ $\mu m$ ]	4.5	4.5	5.8
透射率[%T]	95.5	95.5	97.1
薄层电阻[ $\Omega/\square$ ]	71.6	71.6	143.2
终端电阻[ $\Omega$ ]	1432.4	1432.4	2864.9

[0570] 由表5可知,在设为多个邻接像素数的情况下也可取得本发明的效果。进而,如实施例19的结果所示,在线状液体的单位长度的液滴赋予量大时,即在层次数N[dpd]与邻接像素数的积大时,也可以很好地抑制最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]的增大。实施例19中的最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]与作为同等的液滴赋予量的实施例16的最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]相比大幅度地缩短,由此可进一步改善凸出防止性。其结果可知,可得到可进一步改善所得的图案的薄层电阻、终端电阻的效果。

[0571] (6) 实施例与比较例的对比



[0572] 进而,将实施例1和比较例1的结果示于表6。

[0573] [表6]

[0574]

	实施例1	比较例1
相对于相对移动方向D的线状液体的倾斜角度 $\theta$ [°] (*绝对值)	45	0
X轴、Y轴图案形成中有无变更基材配置	无	有
油墨组成	0.16wt% BYK348 0.05wt% DEGEBE 20wt% 水 残量	0.16wt% BYK348 0.05wt% DEGEBE 20wt% 水 残量
银纳米粒子 (平均粒径:20nm)		
表面活性剂		
分散介质		
线状液体的接触角 [°]	20.3	20.3
每个液滴的液滴容量 $V_d$ [pL]	30	30
层次数 $N$ [dps]	8	8
积 $V \cdot R$ [pL·npi]	$8.64 \times 10^4$	-
最大喷出时间差 $\Delta t_{max}$ [ms]	81.0	-
由一次通过赋予的线状液体的赋予间隔 $M_{sp}$ [ $\mu m$ ]	797.6	797.6
最终赋予的线状液体的赋予间隔 $M$ [ $\mu m$ ]	398.8	398.8
总通过数 (X轴、Y轴图案形成中的合计)	4	4
凸出防止性	A	B
图案性状		
2条线宽度 [ $\mu m$ ]	200.3	200.3
细线宽度 [ $\mu m$ ]	4.5	4.5
透射率 [%T]	95.5	95.5
物性值		
薄层电阻 [ $\Omega/\square$ ]	71.6	87.3
终端电阻 [ $\Omega$ ]	1432.4	1746.2

[0575] 由表6可知,在将线状液体相对于上述液滴喷出装置和上述基材的相对移动方向倾斜地形成的实施例1中,无需如比较例1的X轴、Y轴图案形成中的基材配置变更,可以提高生产率。

[0576] 此外,可知在比较例1中,将液滴喷出装置的相对移动方向D设定为沿着基材的边的方向,因此可以兼具波纹的防止和倒角效率的提高。

[0577] 进而,通过实施例1与比较例1的对比,可知凸出防止性也优异。进而,可知若功能性材料为导电性材料,则可得到可改善所得的图案的薄层电阻、终端电阻的效果。

[0578] (实施例20)

[0579] 1. 油墨的制备

[0580] 制备由下述组成构成的油墨1。

[0581] • 银纳米粒子的水分散液1 (银纳米粒子:40重量%):1.75重量%

[0582] • 硅系表面活性剂 (BYK Chemie制的“BYK-348”):0.01重量%

[0583] • 纯水:剩余部分

[0584] 2. 基材的制备

[0585] 使用由通过易粘接加工 (表面处理) 将基材的表面能E设为52mN/m的PET基材构成的基材1作为基材。

[0586] 3. 表面能和接触角的测定

[0587] 在形成网状的功能性图案之前,对以油墨1形成的第1平行线图案的形成区域内的表面能和第2线状液体的接触角通过代用的方法进行测定。

[0588] (1) 表面能的测定

[0589] 在基材1上滴加20 $\mu$ L的油墨1,使其干燥而在液滴的周围形成由咖啡渍现象所致的环状细线。其后,测定相对于该环状细线的内部的中心区域的水、碳酸丙烯酯、二碘甲烷的接触角,通过Young-Fowkes式算出表面能。这里,水、碳酸丙烯酯、二碘甲烷的接触角的测定使用协和界面化学公司制的接触角测定装置“DM-501”进行(以下说明的接触角的测定也使用相同的装置)。算出的表面能的值为56mN/m。将该值作为第1平行线图案的形成区域内的表面能C。

[0590] (2) 第2线状液体的接触角的测定

[0591] A. 第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角的测定

[0592] 在对油墨1的接触角成为22°的进行了易粘接加工的聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)基材上滴加20 $\mu$ L的油墨1,使其干燥而在液滴的周围形成由咖啡渍现象所致的环状细线。其后,测定相对于该环状细线的内部的中心区域的、油墨1(与第2线状液体相同的组成)的接触角。测定的接触角为17°。将该值作为第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F。

[0593] B. 第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角的测定

[0594] 在基材表面滴加3 $\mu$ L的油墨1,测定在基材表面的第2线状液体的接触角。测定的接触角为20°。将该值作为第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G。

[0595] 4. 图案的形成

[0596] <液滴喷出装置>

[0597] 准备柯尼卡美能达公司制的“KM1024iLHE-30”(标准液滴容量30pL)的喷墨头作为液滴喷出装置。

[0598] <图案的形成>

[0599] 一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的多个喷嘴喷出油墨,沿着相对于相对移动方向D倾斜45°的X轴方向而形成线状液体。此时,相对移动方向D是沿着基材的宽度方向的方向。

[0600] 通过使沿着X轴方向的线状液体蒸发、干燥,使功能性材料选择性地堆积于该线状液体的边缘,形成沿着X轴方向的平行线图案。这里,通过在加热至70°C的载物台上配置的基材上进行图案形成来促进线状液体的干燥。

[0601] 接下来,一边使液滴喷出装置相对于基材相对移动一边从该液滴喷出装置的多个喷嘴喷出油墨,沿着相对于相对移动方向D进行-45°倾斜的Y轴方向形成线状液体。这里,Y轴方向是与上述X轴方向垂直的方向。

[0602] 通过使沿着Y轴方向的线状液体蒸发、干燥,使功能性材料选择性地堆积于该线状液体的边缘,形成沿着Y轴方向的平行线图案。这里,通过在加热至70°C的载物台上配置的基材上进行图案形成来促进线状液体的干燥。

[0603] 上述图案形成中,在沿着X轴方向的线状液体的赋予时、以及沿着Y轴方向的线状液体的赋予时,液滴喷出装置相对于基材的相对的配置角度未变更。即,在沿着X轴方向的

线状液体的赋予时、以及沿着Y轴方向的线状液体的赋予时,液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向D相同,是沿着基材的宽度方向的方向。

[0604] 以上述方式得到将沿着X轴方向的平行线图案与沿着Y轴方向的平行线图案交叉的网状的图案。

[0605] 以上的图案形成中,利用分别形成沿着X轴方向的线状液体和沿着Y轴方向的线状液体时的液滴喷出装置的油墨喷出以下述方式进行控制。

[0606] <控制油墨喷出>

[0607] • 每个液滴的液滴容量 $V_d=30$ [pL]

[0608] • 层次数 $N=3$ [dpd]

[0609] • 为了形成1个线状液体而从1个喷嘴赋予的总液滴容量 $V(=V_d[\text{pL}] \times N[\text{dpd}])=90$ [pL]

[0610] • 喷嘴列分辨率 $R=360$ [npi]

[0611] • 积 $V \cdot R=3.24 \times 10^4$ [pL · npi]

[0612] • 线状液体的涂布间隔 $=282$ [ $\mu\text{m}$ ]

[0613] • 总通过数

[0614] 将形成沿着X轴方向的线状液体时的通过数设为1次,将形成沿着Y轴方向的线状液体时的通过数也设为1次。

[0615] 以这种方式形成将第1平行线图案与第2平行线图案以直角交叉的网状的功能性图案。网状的功能性图案整体的大小为 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 。

[0616] (实施例21)

[0617] 1. 油墨的制备

[0618] 制备由下述组成构成的油墨2。

[0619] • 银纳米粒子的水分散液2(银纳米粒子:40重量%):1.75重量%

[0620] • 硅系表面活性剂(BYK Chemie制的“BYK-348”):0.01重量%

[0621] • 纯水:剩余部分

[0622] 另外,银纳米粒子的水分散液2与实施例20中使用的银纳米粒子的水分散液1的分散剂不同。

[0623] 2. 基材的制备

[0624] 使用基材1(表面能 $E=52\text{mN/m}$ )作为基材。

[0625] 3. 表面能和接触角的测定

[0626] 将实施例20的油墨1替换为油墨2,与实施例20同样地进行测定,其结果,第1平行线图案的形成区域内的表面能 $C$ 为 $49\text{mN/m}$ ,第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角 $F$ 为 $25^\circ$ ,第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角 $G$ 为 $21^\circ$ 。

[0627] 4. 图案的形成

[0628] 将油墨1替换为油墨2,除此以外,与实施例20同样地形成网状的功能性图案。

[0629] (实施例22)

[0630] 1. 油墨的制备

[0631] 使用油墨1作为油墨。

[0632] 2. 基材的制备

[0633] 使用由通过易粘接加工(表面处理)将基材的表面能设为48mN/m的PET基材构成的基材2作为基材。

[0634] 3. 表面能和接触角的测定

[0635] 将实施例20的基材1替换为基材2,与实施例20同样地进行测定,其结果,第1平行线图案的形成区域内的表面能C为56mN/m,第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F为17°,第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G为28°。

[0636] 4. 图案的形成

[0637] 实施例20中,将形成有第1平行线图案的基材放置于120°C的加热板上,进行利用加热的清洗1小时。

[0638] 利用加热的清洗后,与实施例20同样地涂布第2线状液体,进行干燥而形成第2平行线图案。

[0639] 以这种方式形成将第1平行线图案与第2平行线图案以直角交叉的网状的功能性图案。网状的功能性图案整体的大小为50mm×50mm。

[0640] (实施例23)

[0641] 在实施例22中,将利用加热的清洗变更为下述利用电磁波的清洗,除此以外,与实施例22同样地形成网状的图案。

[0642] <利用电磁波的清洗>

[0643] 进行利用氙闪光灯的清洗作为利用电磁波的清洗。

[0644] 使用Xenon公司制的氙闪光灯装置“SINTERON 2000”在脉冲宽度500μ秒、外加电压3.8kV的条件下将氙闪光进行1次照射而清洗包含第1平行线图案的形成区域内的区域。

[0645] (实施例24)

[0646] 在实施例22中,将利用加热的清洗变更为下述利用溶剂的清洗,除此以外,与实施例22同样地形成网状的图案。

[0647] <利用溶剂的清洗>

[0648] 通过使其浸渍于2-丙醇中10分钟,清洗包含第1平行线图案的形成区域内的区域。

[0649] (实施例25)

[0650] 1. 油墨的制备

[0651] 使用油墨1作为油墨。

[0652] 2. 基材的制备

[0653] 使用基材2(表面能E=48mN/m)作为基材。

[0654] 3. 表面能和接触角的测定

[0655] 将实施例20的基材1替换为基材2,与实施例20同样地进行测定,其结果,第1平行线图案的形成区域内的表面能C为56mN/m,第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F为17°,第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G为28°。

[0656] 4. 图案的形成

[0657] 在实施例20中在油墨的涂布时,将第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的单位长度的液体赋予量调整为第1平行线图案的形成区域外的液体赋予量的70%而进行涂布,除此以外,与实施例20同样地进行。

[0658] 以这种方式形成将第1平行线图案与第2平行线图案以直角交叉的网状的功能性

图案。网状的功能性图案整体的大小为50mm×50mm。

[0659] (实施例26)

[0660] 1. 油墨的制备

[0661] 使用油墨1作为油墨。

[0662] 2. 基材的制备

[0663] 使用由通过易粘接加工(表面处理)将基材的表面能设为56mN/m的PET基材构成的基材3作为基材。

[0664] 3. 表面能和接触角的测定

[0665] 首先,将银纳米粒子的水分散液1(银纳米粒子:40重量%)以线棒(ワイヤーバー) #7涂布于基材3,使其干燥而制作功能性材料(银纳米粒子)的固体表面。对该固体表面的表面能进行测定,其结果为61mN/m。将该值作为涂布与第1线状液体相同的组成的液体使其干燥而成的固体表面的表面能D。

[0666] 此外,将实施例20的基材1替换为基材3,与实施例20同样地进行测定,其结果,第1平行线图案的形成区域内的表面能C为56mN/m,第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F为15°,第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G为19°。

[0667] 4. 图案的形成

[0668] 在实施例20中,将基材1替换为基材3,除此以外,与实施例20同样地形成网状的功能性图案。

[0669] (实施例27)

[0670] 1. 油墨的制备

[0671] 制备由下述组成构成的油墨4。

[0672] • 银纳米粒子的水分散液1(银纳米粒子:40重量%):1.75重量%

[0673] • 乙二醇单丁醚:20重量%

[0674] • 纯水:剩余部分

[0675] 2. 基材的制备

[0676] 使用基材1(表面能E=52mN/m)作为基材。

[0677] 3. 接触角的测定

[0678] 使用协和界面化学公司制的接触角测定装置“DM-501”测定第1平行线图案的形成区域外的乙二醇单丁醚(沸点231°C)的接触角,其结果,接触角H为5°。应予说明,设为滴加乙二醇单丁醚后5秒后的值。

[0679] 4. 图案的形成

[0680] 在实施例20中,将油墨1替换为油墨4,除此以外,与实施例20同样地形成网状的功能性图案。

[0681] (实施例28)

[0682] 1. 油墨的制备

[0683] 使用油墨1作为油墨。

[0684] 2. 基材的制备

[0685] 使用基材2(表面能E=48mN/m)作为基材。

[0686] 3. 表面能和接触角的测定

[0687] 将实施例20的基材1替换为基材2,与实施例20同样地进行测定,其结果,第1平行线图案的形成区域内的表面能C为56mN/m,第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F为17°,第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G为28°。

[0688] 4. 图案的形成

[0689] 在实施例20中,将基材1替换为基材2,除此以外,与实施例20同样地形成网状的功能性图案。

[0690] (比较例2)

[0691] 1. 油墨的制备

[0692] 制备由下述组成构成的油墨3。

[0693] • 银纳米粒子的水分散液3(银纳米粒子:40重量%):1.75重量%

[0694] • 硅系表面活性剂(BYK Chemie制的“BYK-348”):0.01重量%

[0695] • 纯水:剩余部分

[0696] 另外,银纳米粒子的水分散液3与银纳米粒子的水分散液1和2的分散剂不同。

[0697] 2. 基材的制备

[0698] 使用基材2(表面能E=48mN/m)作为基材。

[0699] 3. 表面能和接触角的测定

[0700] 将实施例20的油墨1替换为油墨3,进而,将基材1替换为基材2,与实施例20同样地进行测定,其结果,第1平行线图案的形成区域内的表面能C为61mN/m,第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F为12°,第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G为29°。

[0701] 4. 图案的形成

[0702] 在实施例20中,将油墨1替换为油墨3,进而,将基材1替换为基材2,除此以外,与实施例20同样地形成网状的功能性图案。

[0703] (实施例29)

[0704] 1. 油墨的制备

[0705] 使用油墨4作为油墨。

[0706] 2. 基材的制备

[0707] 使用基材2(表面能E=48mN/m)作为基材。

[0708] 3. 接触角的测定

[0709] 使用协和界面化学公司制的接触角测定装置“DM-501”测定第1平行线图案的形成区域外的二乙二醇单丁醚(沸点231°C)的接触角,其结果,接触角H为8°。应予说明,设为滴加二乙二醇单丁醚后5秒后的值。

[0710] 4. 图案的形成

[0711] 在实施例27中,将基材1替换为基材2,除此以外,与实施例27同样地形成网状的功能性图案。

[0712] <平均间隔A和平均间隔B的测定>

[0713] 在实施例20~30中得到的网状的功能性图案中,对于构成第2平行线图案的2条的线段间的间隔,将第1平行线图案的形成区域内的平均间隔A作为在图6中说明的合计7个位置的测定位置A<sub>1</sub>~A<sub>7</sub>进行测定的间隔的平均值而求出。此外,对于构成第2平行线图案的2条

的线段间的间隔,将第1平行线图案的形成区域外的平均间隔B作为在图6中说明的合计5个位置的测定位置 $B_1 \sim B_5$ 进行测定的间隔的平均值而求出。进而,由这些平均间隔A和平均间隔B的值求出上述式(1)中的 $B/A$ 的值。

[0714] 通过求出该 $B/A$ 的值,可以判定是否满足上述式(1)。即,也可以说可判定是否达成用于满足上述式(1)的调整。

[0715] <评价方法>

[0716] • 低识别性的评价方法

[0717] 目视实施例20~30中得到的网状的功能性图案,以下述评价基准进行评价。

[0718] [评价基准]

[0719] A:无法识别如周期性的图案的图案而可看到在整体上为均匀。

[0720] B:可识别如周期性的图案的图案。

[0721] • 电阻值的方向不均的评价方法

[0722] 对于实施例20~30中得到的网状的功能性图案,通过以下方法评价电阻值的方向不均。

[0723] 切出与第1平行线图案的方向(第1方向)平行的长度50mm宽度10mm的长方形,在长边的两端(即短边)设置利用银糊料的测定用电极,以测试机测定长方形的端子间的电阻。同样地,在与第2平行线图案的方向(第2方向)平行的长度50mm宽度10mm的长方形也以测试机测定端子间电阻,评价在第1方向和第2方向的电阻的比率。具体而言,电阻的比率是将“在第2方向的电阻”与“在第1方向的电阻”的差的绝对值除以“在第1方向的电阻”而得的值以百分比表示的值。

[0724] 作为某一基准,可以评价为:电阻的比率为10%以下在实用上优选,若电阻的比率大于10%,则在实用上不优选。

[0725] 将以上结果示于表7。

[0726] [表7]

[0727]

	实施例20	实施例21	实施例22	实施例23	实施例24	实施例25	实施例26	实施例27	实施例28	实施例29	实施例30
油墨	1	2	1	1	1	1	1	4	1	3	4
基材	1	1	2	2	2	2	3	1	2	2	2
第1平行线图案的形成区域内的表面能C (mN/m)	56	49	56	56	56	56	56	—	56	61	—
固体膜的表面能D (mN/m)	—	—	—	—	—	61	—	—	—	—	—
第1平行线图案的形成区域外(基材)的表面能E (mN/m)	52	52	48	48	48	48	56	52	48	48	48
表面能差( C-E ) (mN/m)	4	3	8	8	8	8	0	—	8	13	—
表面能差( D-E ) (mN/m)	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
在第1平行线图案的形成区域内的油墨的接触角F (°)	17	25	17	17	17	17	15	—	17	12	—
在第1平行线图案的形成区域外的油墨的接触角G (°)	20	21	28	28	28	28	19	—	28	29	—
接触角差 G-F (°)	3	4	11	11	11	11	4	—	11	17	—
在第1平行线图案的最高沸点溶剂的接触角H (°)	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	8
由液体赋予量所致的调整	无	无	无	无	无	有	无	无	无	无	无
由清洗所致的调整	无	无	利用加热的清洗	利用电磁波的清洗	利用溶剂的清洗	无	无	无	无	无	无
间隔A(μm)	154	143	148	148	150	153	156	165	155	192	161
间隔B(μm)	146	148	139	140	139	144	151	160	132	131	143
B/A	0.95	1.03	0.94	0.95	0.93	0.94	0.97	0.97	0.85	0.68	0.89
低识别性	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
电阻值的方向不均	7.5%	6.9%	7.3%	7.2%	6.8%	7.1%	7.0%	7.1%	16.4%	23.0%	18.2%

[0728] <评价>



[0729] 由表7可知,在以平均间隔A和平均间隔B满足式(1)“ $0.9 \leq B/A \leq 1.1$ ”的方式进行调整的实施例20~27中,低识别性优异,且可防止电阻值的方向不均。另一方面,可知在不进行该调整的实施例28~30中,低识别性差,且无法充分防止电阻值的方向不均。

[0730] 进而,对于实施例22的网状的功能性图案和实施例29的网状的功能性图案,分别在图25(b)和图25(a)上示出光学显微镜照片。在各照片中,从左上朝向右下的方向是第1方向(第1平行线图案的方向),从左下朝向右上的方向是第2方向(第2平行线图案的方向)。由这些照片的对比也可知,根据本发明,低识别性优异。进而,在第1方向与第2方向未看到导电路径的长度的差,可知可防止电阻值的方向不均。

[0731] 由以上结果可知以平均间隔A和平均间隔B满足式(1)“ $0.9 \leq B/A \leq 1.1$ ”的方式进行调整的有效性。

[0732] 在实施例20、21中,通过“将第1平行线图案的形成区域内的表面能C与第1平行线图案的形成区域外的表面能E的差( $|C-E|$ )设为 $5\text{mN/m}$ 以下”的调整、或者“将第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F与第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G的差设为 $10^\circ$ 以下”的调整,使平均间隔A和平均间隔B满足式(1)“ $0.9 \leq B/A \leq 1.1$ ”。这里,作为一个例子,示出了通过基材的表面处理、油墨组成的设定来调整表面能、接触角的例子。

[0733] 在实施例22~24中,通过“在形成“第1平行线图案之后,在赋予第2线状液体之前,对包含第1平行线图案的形成区域内的区域进行清洗”的调整,使平均间隔A和平均间隔B满足式(1)“ $0.9 \leq B/A \leq 1.1$ ”。在实施例22中使用利用加热的清洗,在实施例23中使用利用电磁波的清洗,在实施例24中使用利用溶剂的清洗。

[0734] 在实施例25中,通过“使第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的单位长度的液体赋予量与第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的单位长度的液体赋予量不同”的调整,使平均间隔A和平均间隔B满足式(1)“ $0.9 \leq B/A \leq 1.1$ ”。

[0735] 在实施例26中,通过“将第1平行线图案的形成区域内的表面能C与第1平行线图案的形成区域外的表面能E的差( $|C-E|$ )设为 $5\text{mN/m}$ 以下”的调整、“将第1平行线图案的形成区域内的第2线状液体的接触角F与第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体的接触角G的差设为 $10^\circ$ 以下”的调整、或者“将涂布与第1线状液体相同的组成的液体使其干燥而成的固体表面的表面能D与第1平行线图案的形成区域外的表面能E的差( $|D-E|$ )设为 $5\text{mN/m}$ 以下”的调整,使平均间隔A和平均间隔B满足式(1)“ $0.9 \leq B/A \leq 1.1$ ”。

[0736] 在实施例27中,通过“将第1平行线图案的形成区域外的第2线状液体中的溶剂中沸点最高的溶剂的接触角设为 $6^\circ$ 以下”的调整,使平均间隔A和平均间隔B满足式(1)“ $0.9 \leq B/A \leq 1.1$ ”。

[0737] 符号说明

[0738] 1: 基材

[0739] 2: 第1线状液体

[0740] 20: 液滴

[0741] 3: 第1平行线图案

[0742] 31、32: 线段(细线)

[0743] 4: 第2线状液体

- [0744] 5:第2平行线图案
- [0745] 51、52:线段(细线)
- [0746] 6:图案
- [0747] 7:液滴喷出装置
- [0748] 71:喷墨头
- [0749] 72:喷嘴
- [0750] 8:干燥装置
- [0751] 9:托架
- [0752] D:液滴喷出装置相对于基材的相对移动方向
- [0753] E:基材的输送方向
- [0754] X:交叉部

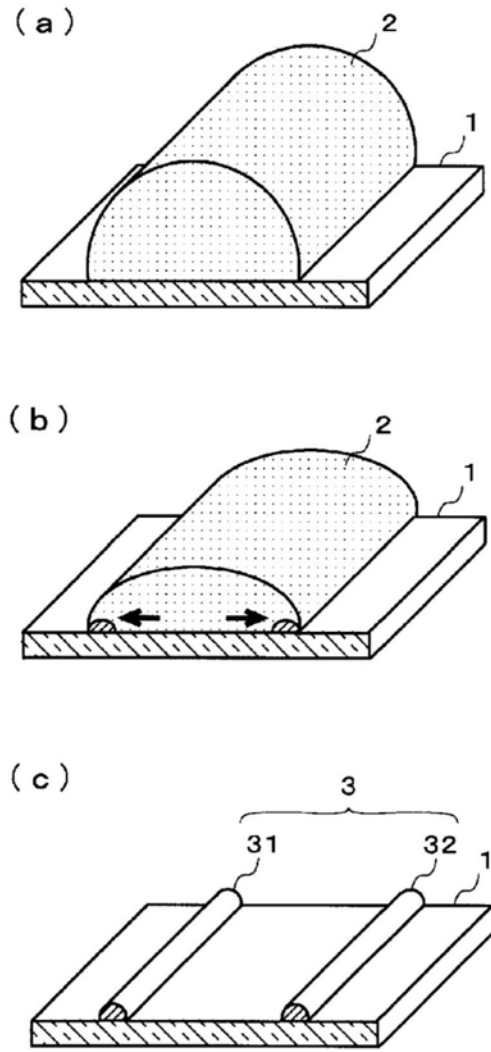


图1

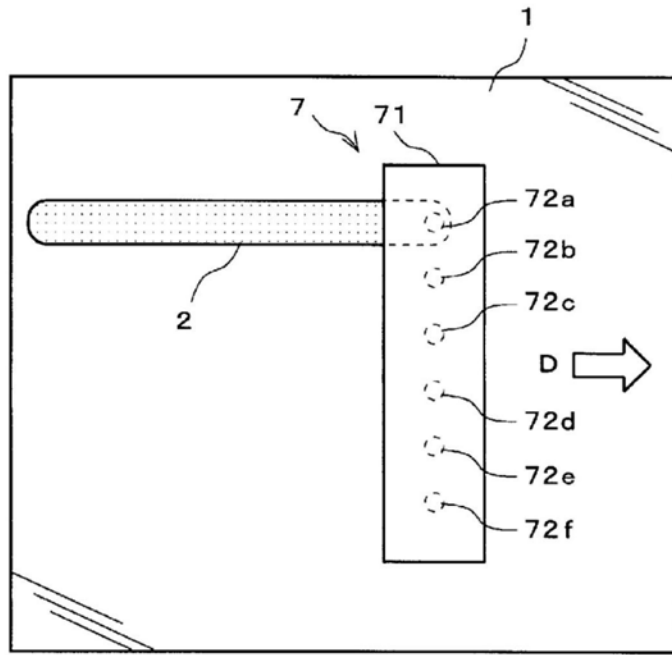


图2

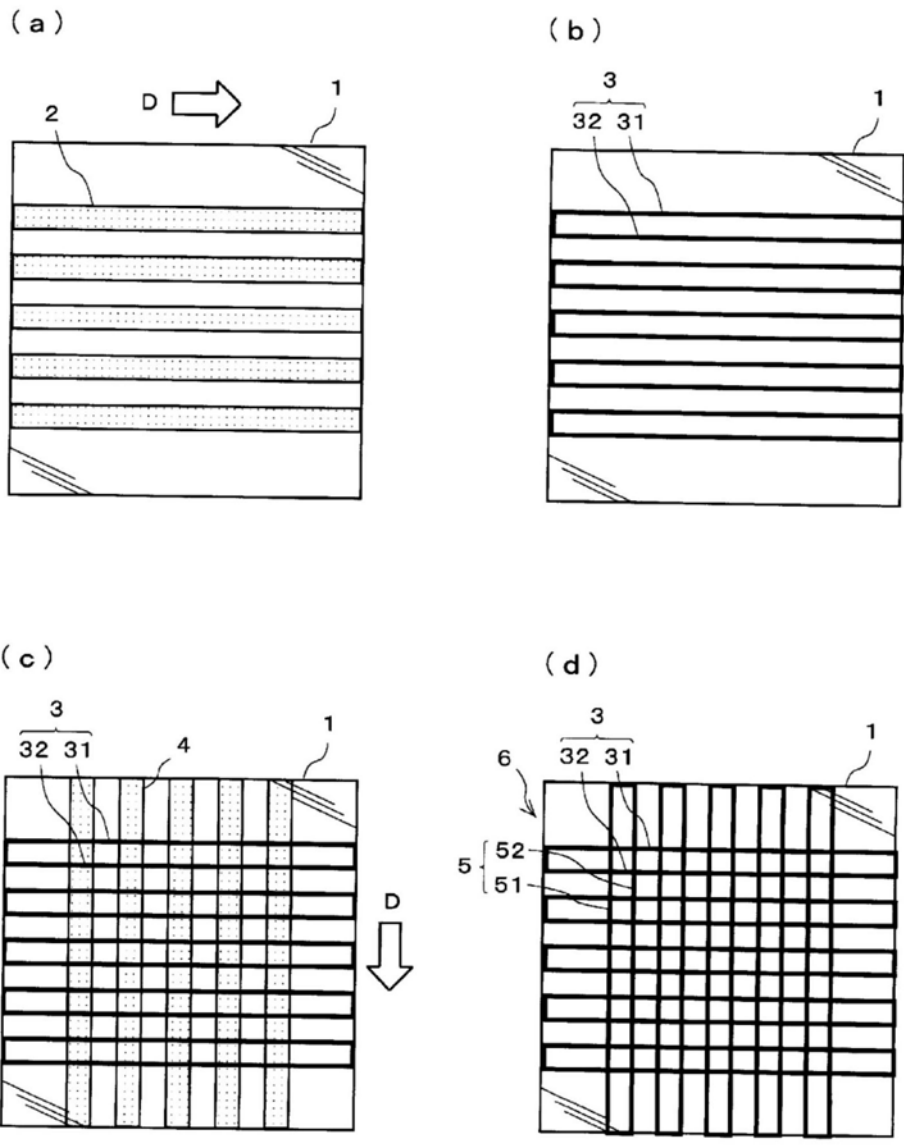


图3

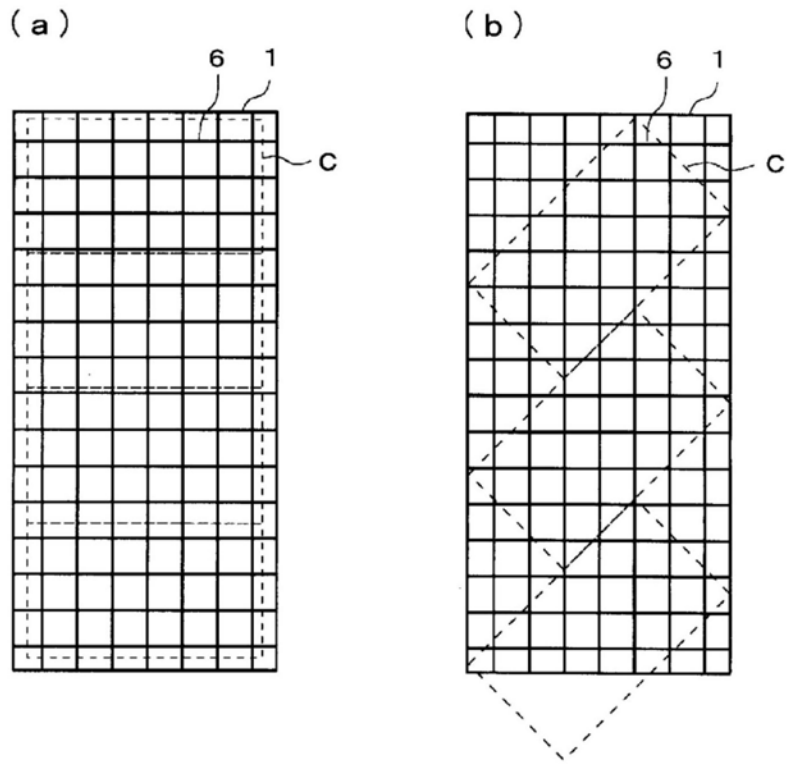


图4

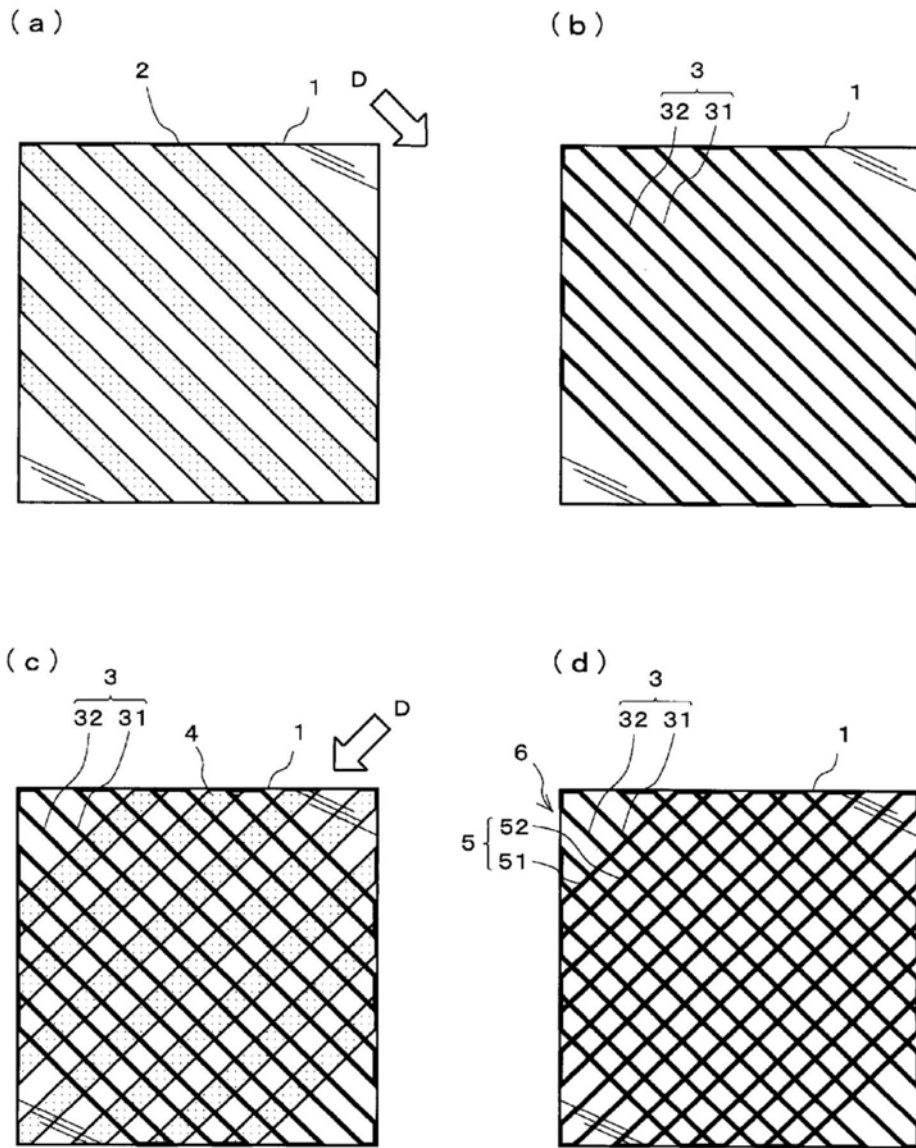


图5

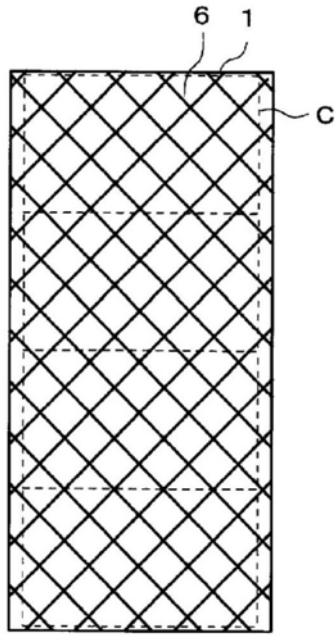


图6

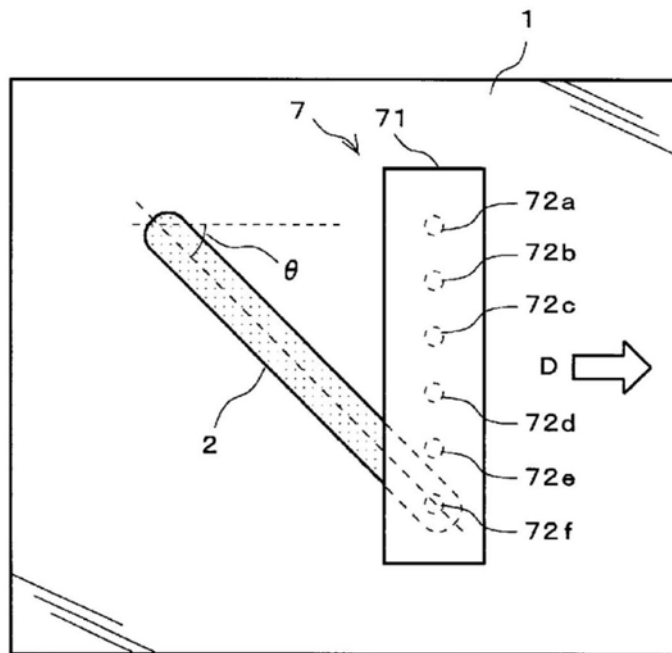


图7



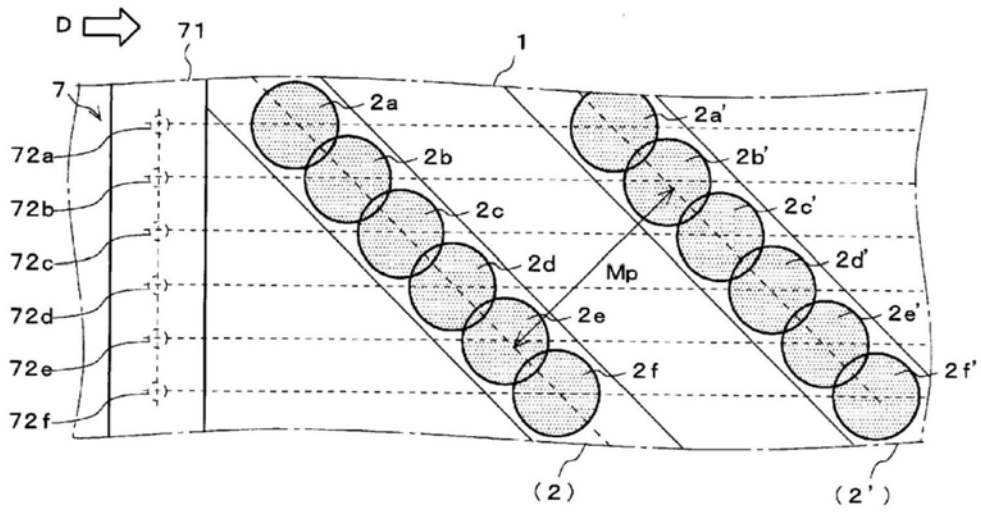


图8

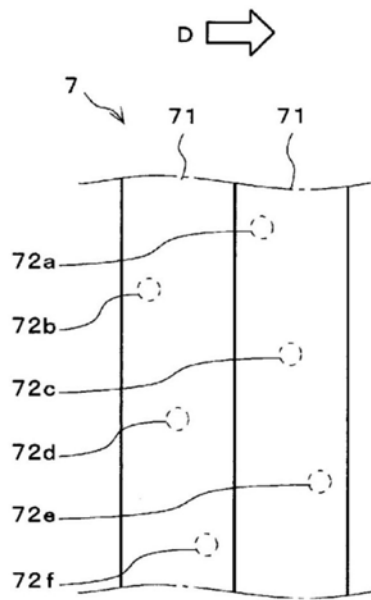


图9

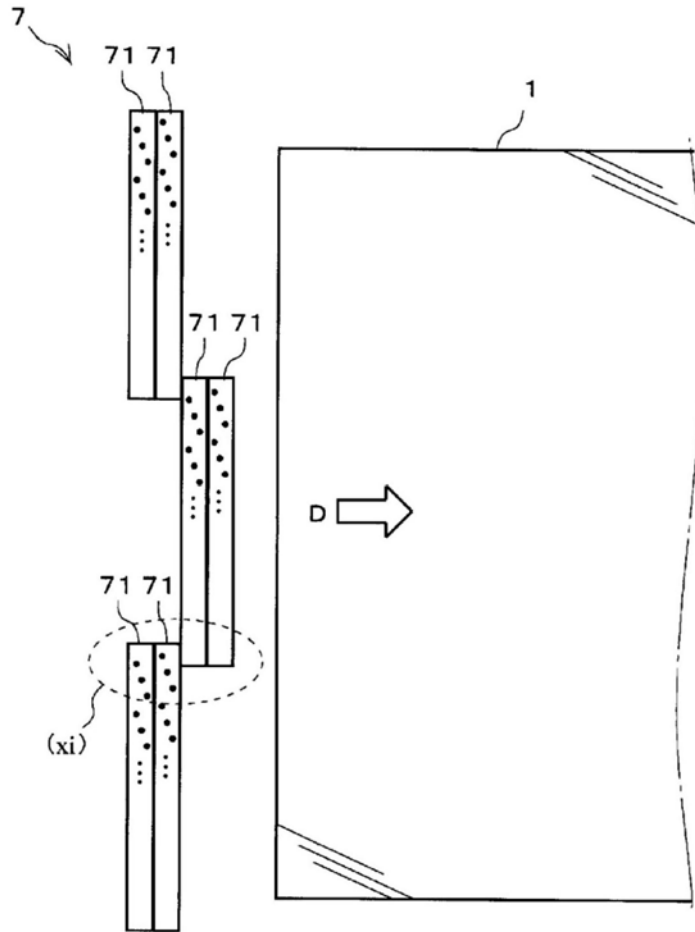


图10

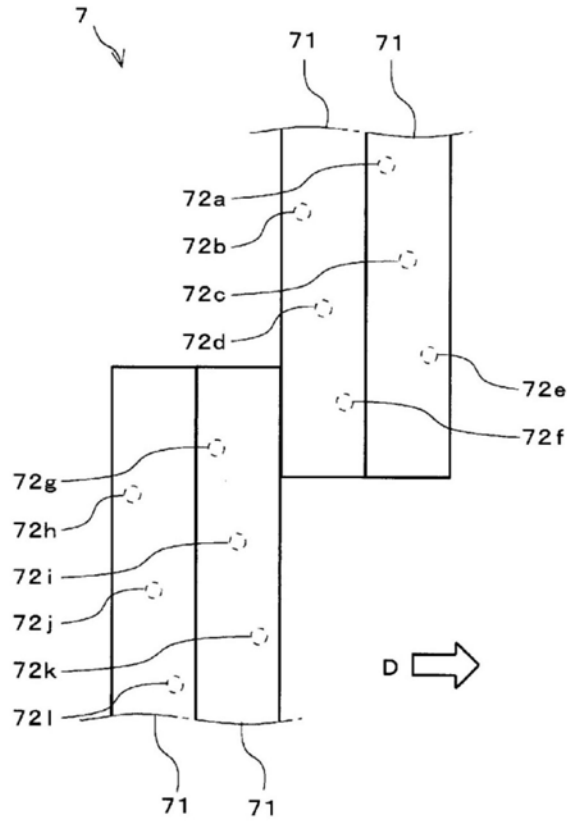


图11

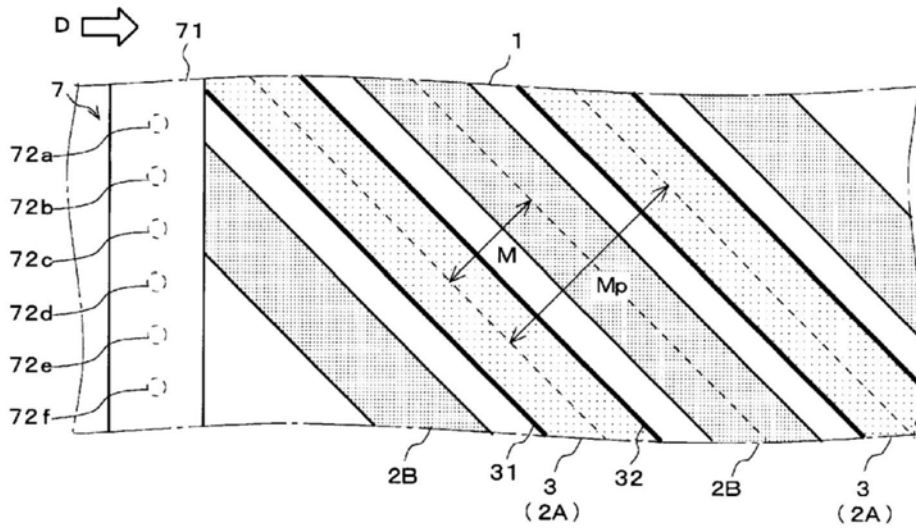


图12

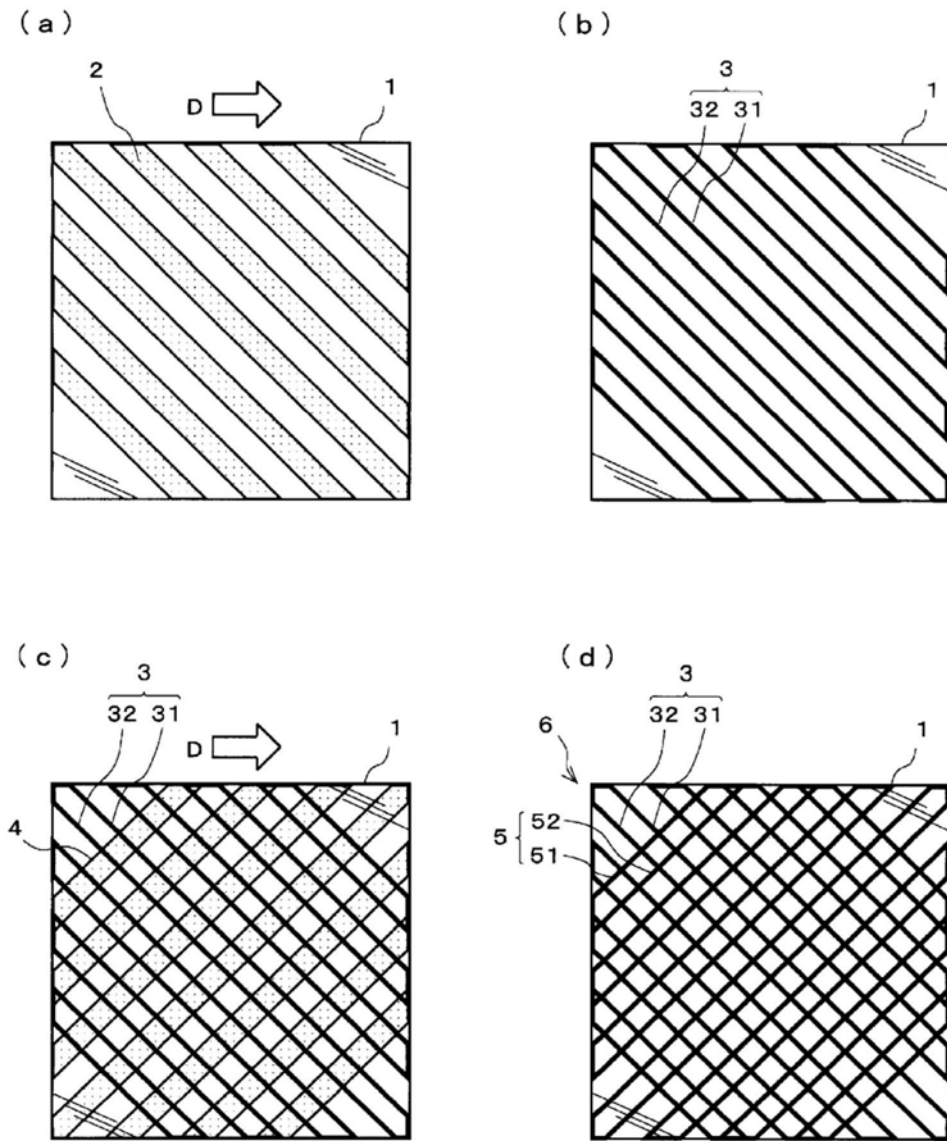


图13

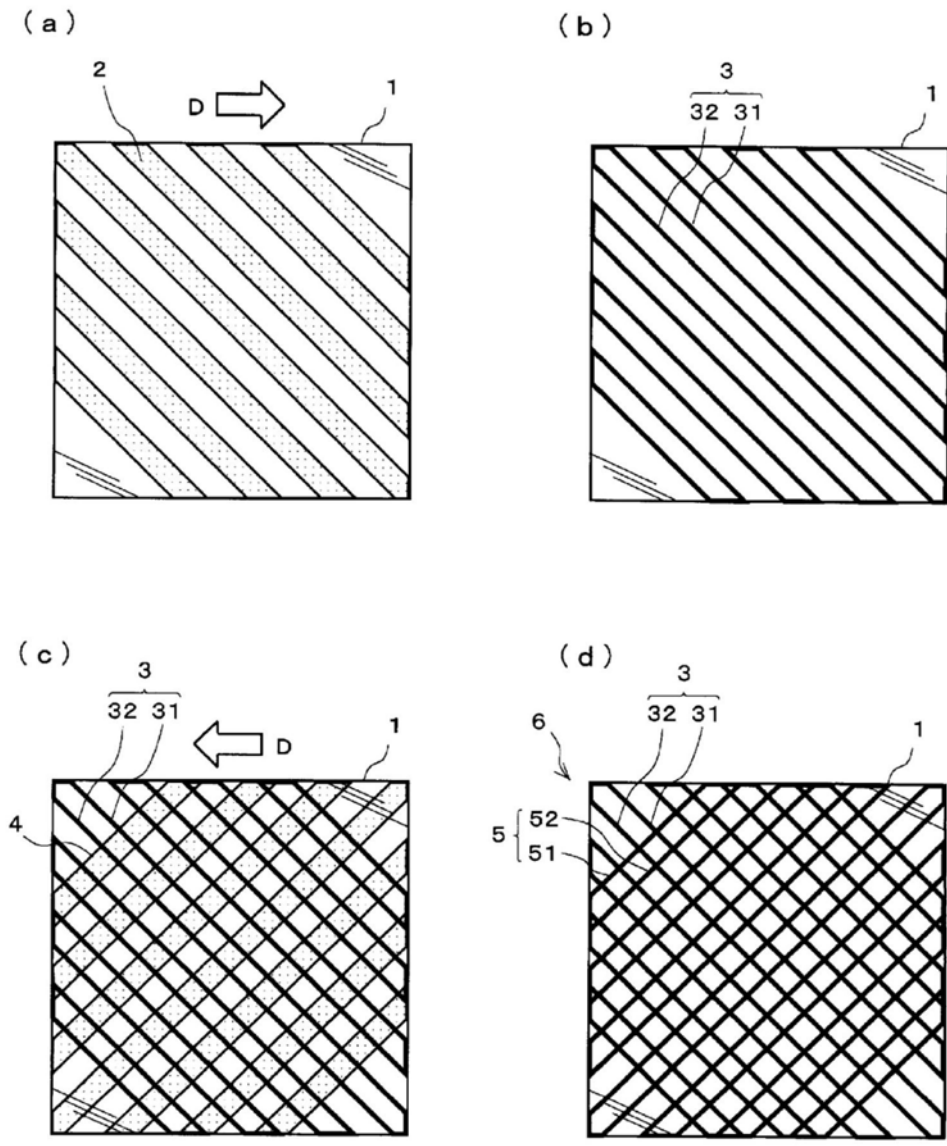


图14

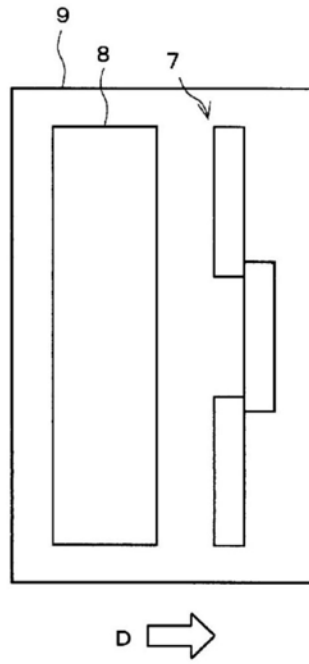


图15

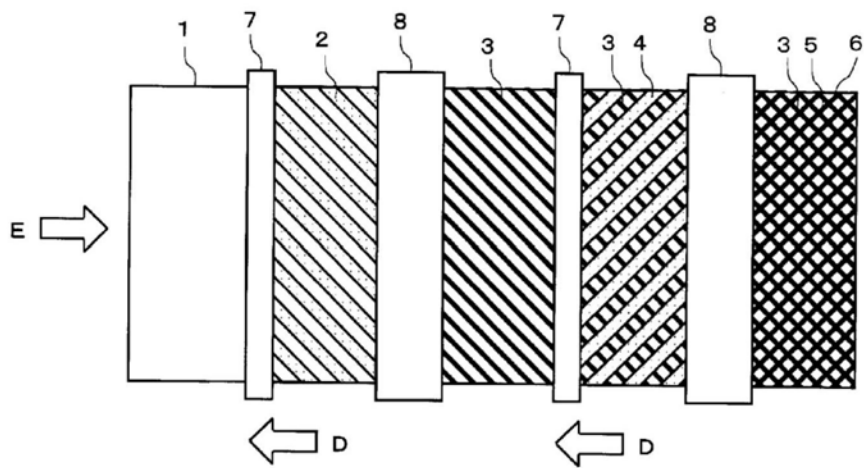


图16

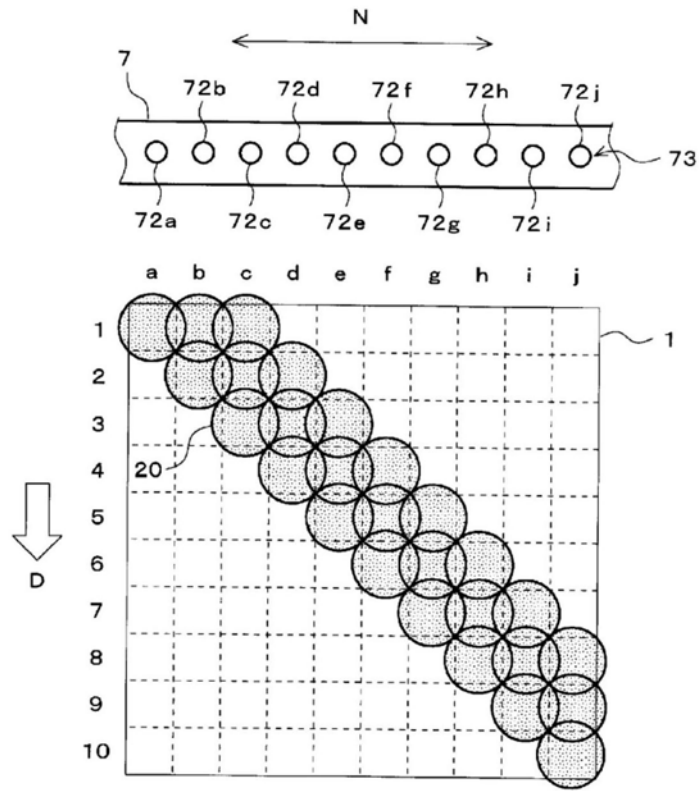


图17

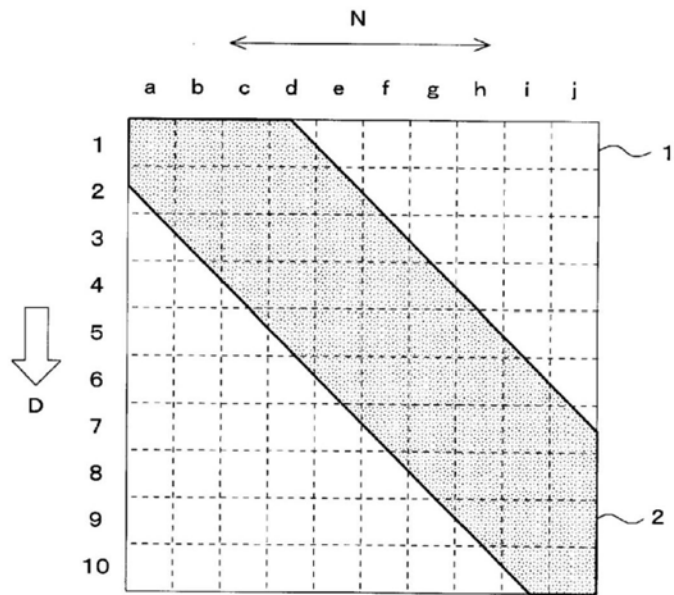


图18

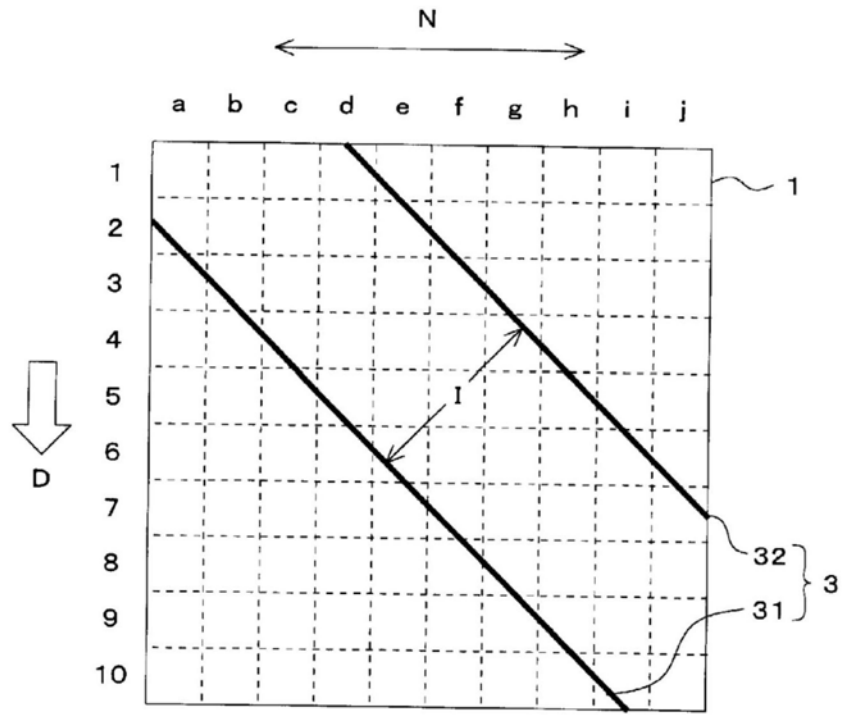


图19

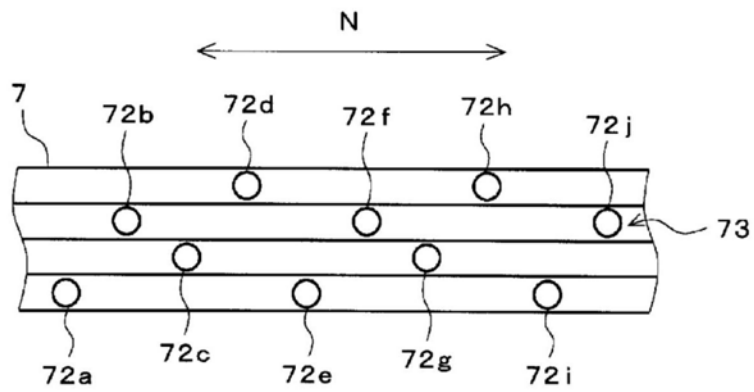
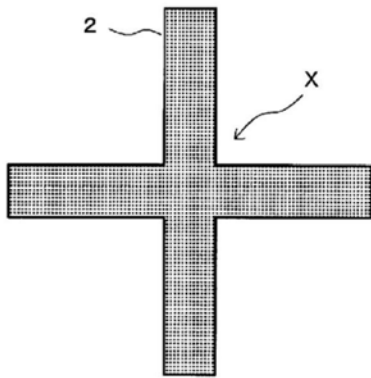


图20



(a)



(b)

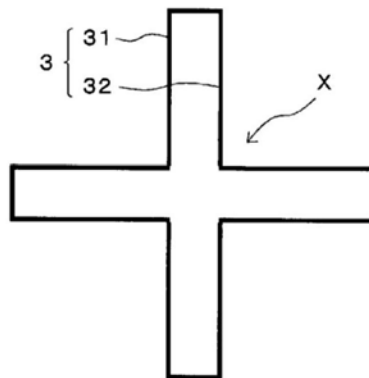
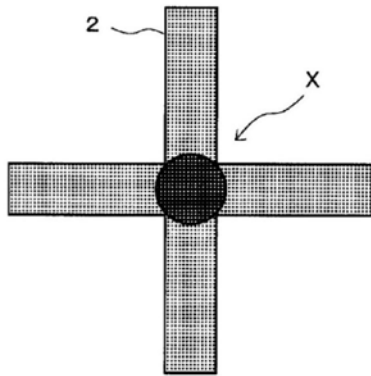


图21

(a)



(b)

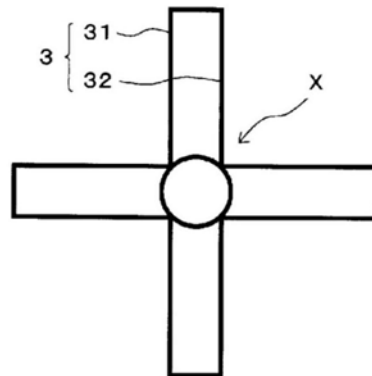


图22

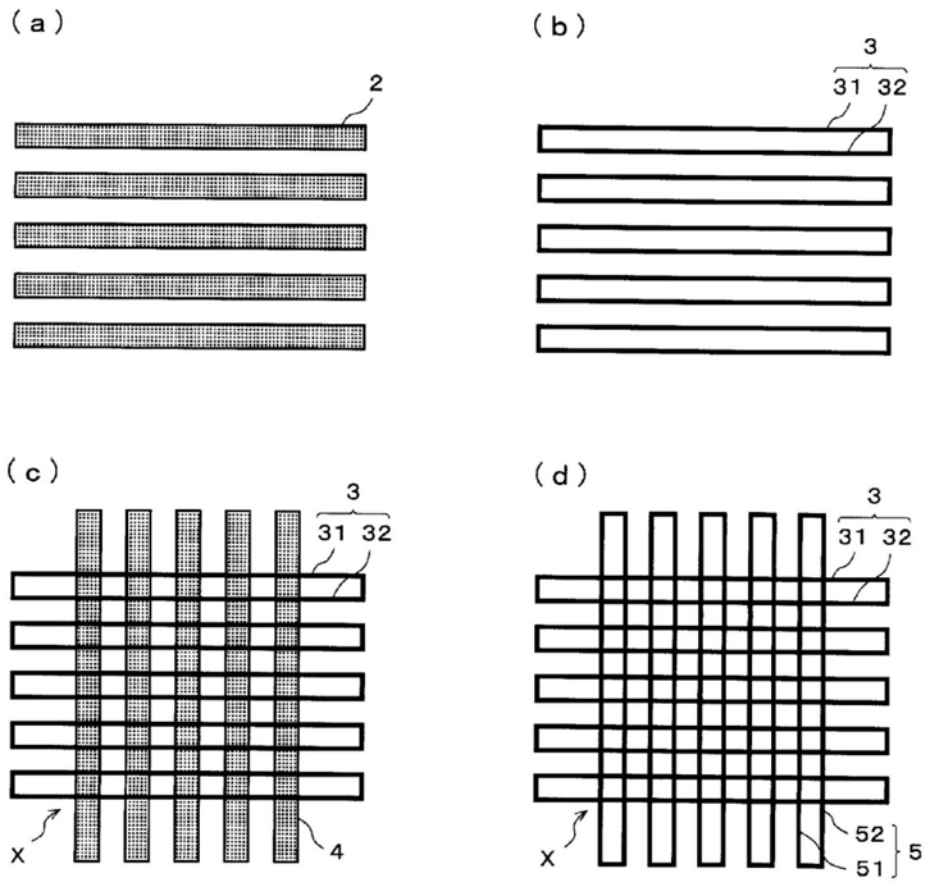


图23

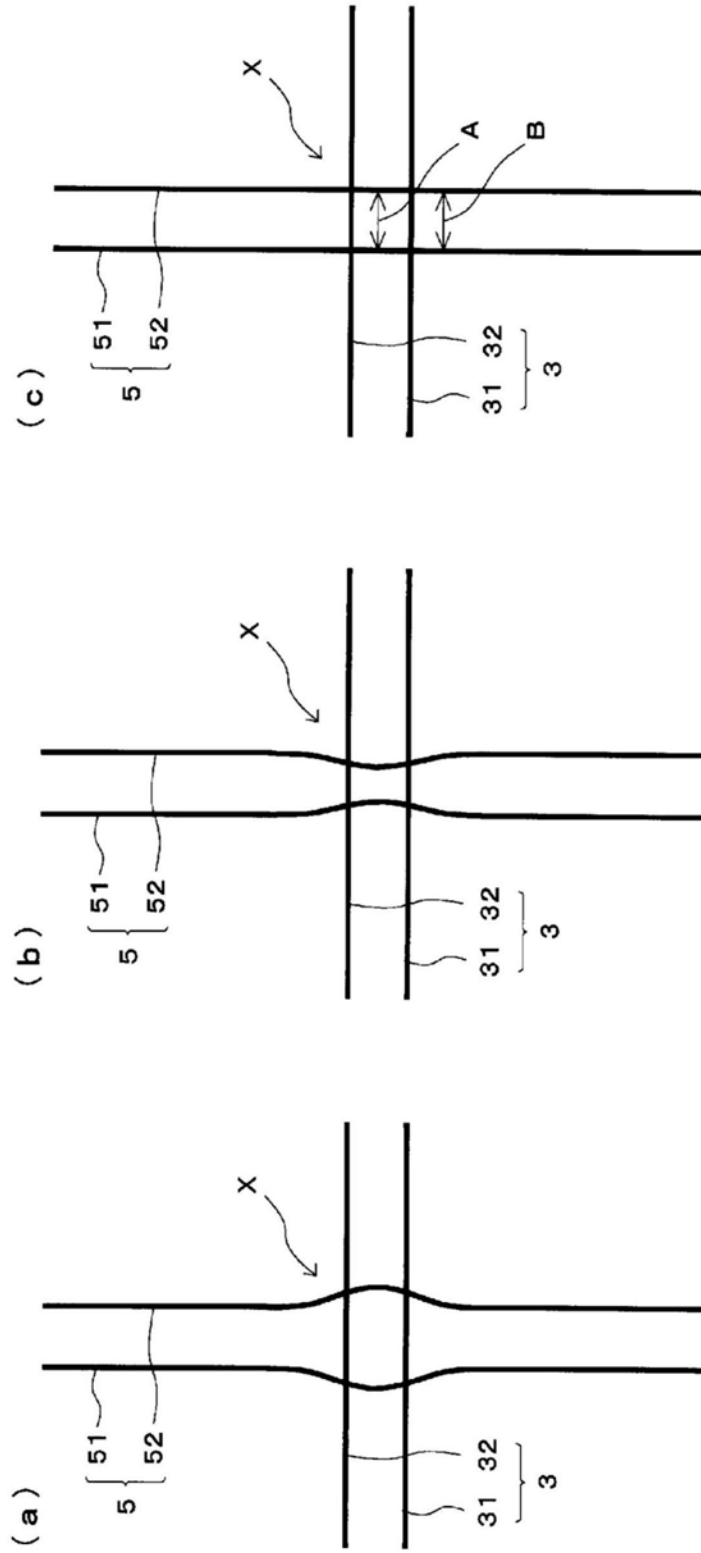
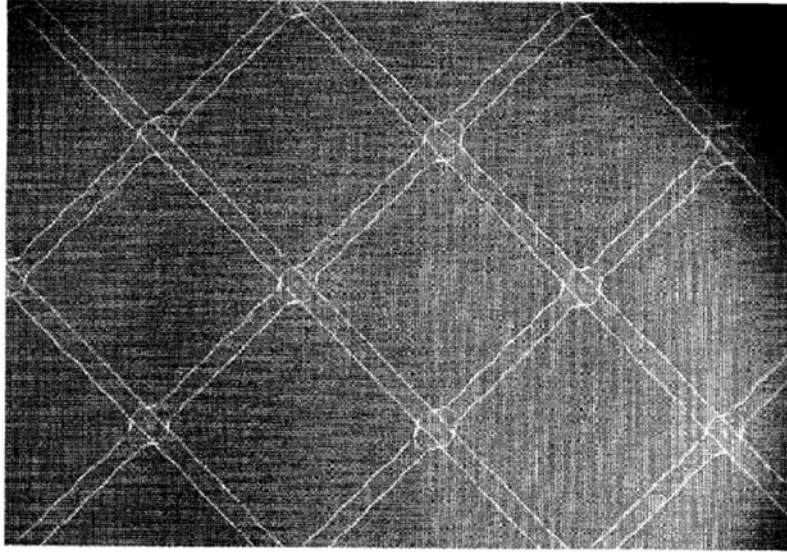


图24

(a)



(b)

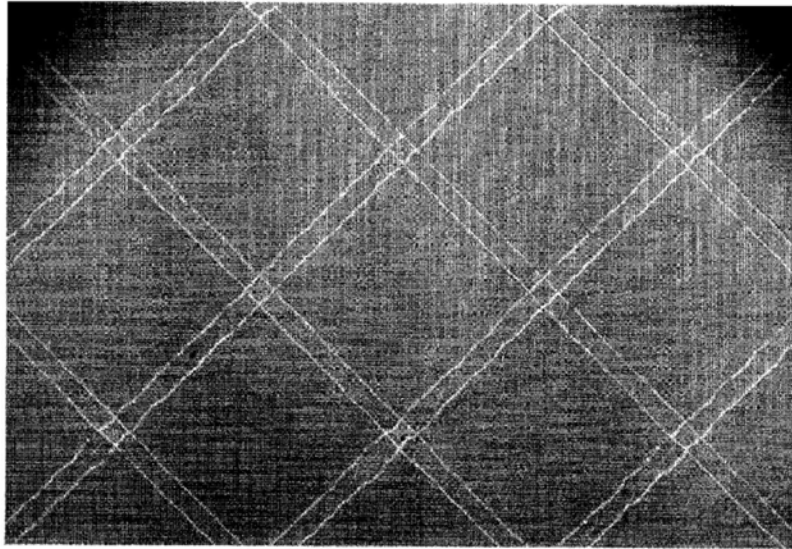


图25

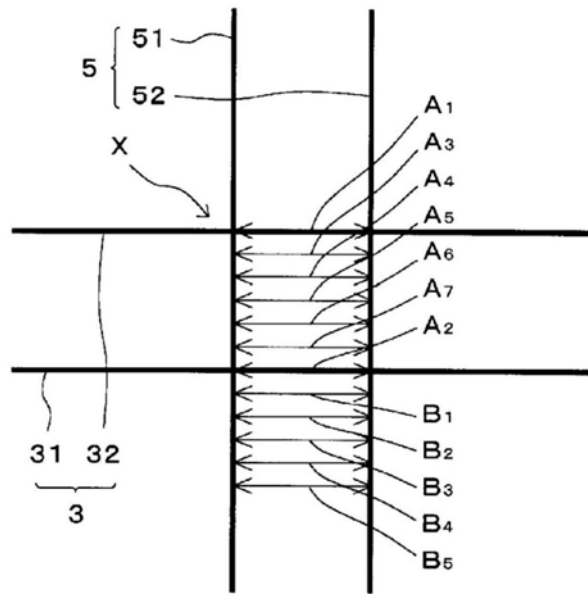


图26

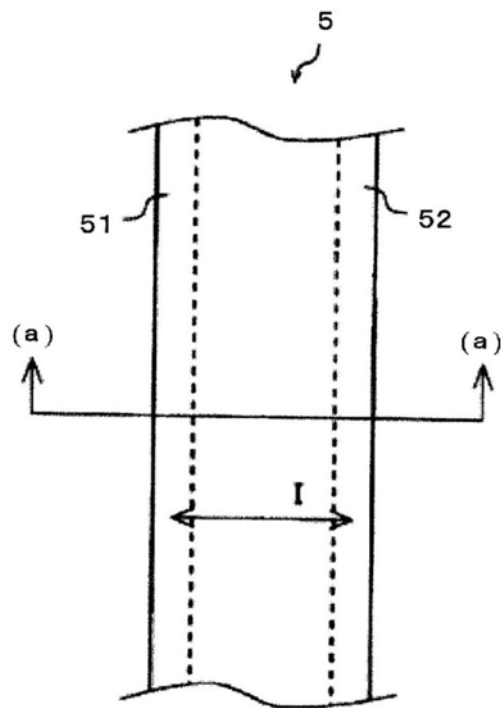


图27

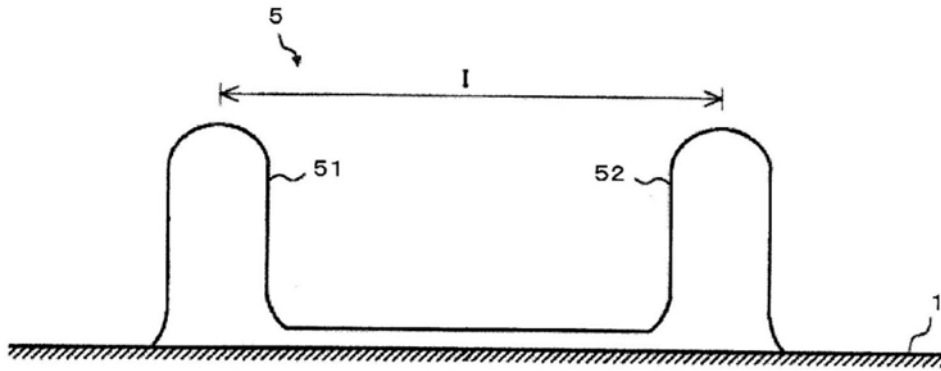


图28

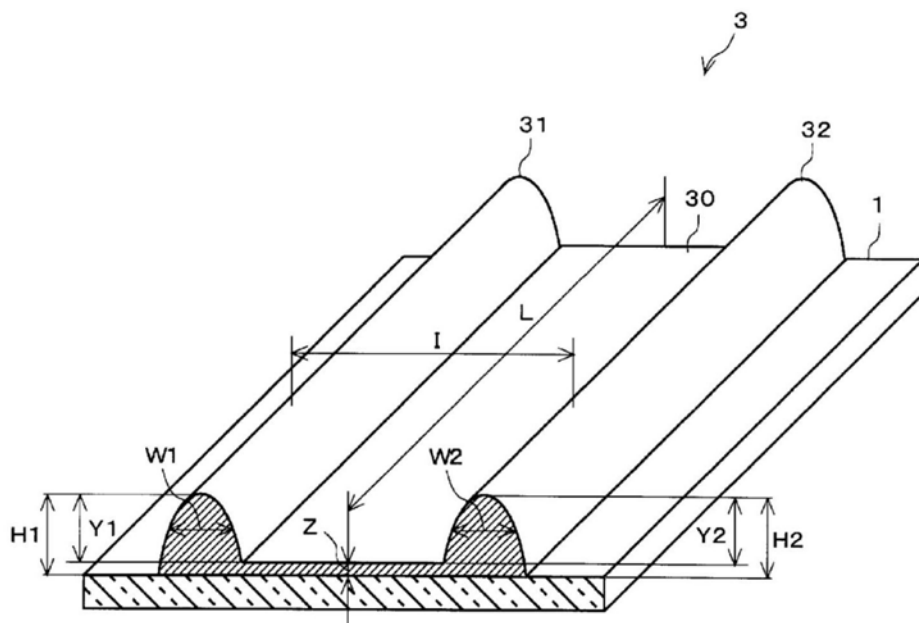


图29