



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111373095 B

(45) 授权公告日 2022.07.08

(21) 申请号 201880073873.1

韦恩·D·梅雷戴克

(22) 申请日 2018.11.12

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司 11219

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111373095 A

专利代理人 梁晓广 李金刚

(43) 申请公布日 2020.07.03

(51) Int.CI.

D21H 23/56 (2006.01)

(30) 优先权数据
62/589,249 2017.11.21 US

B05C 1/08 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.05.14

B05C 1/12 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

B05C 11/04 (2006.01)

PCT/IB2018/058872 2018.11.12

D21H 23/58 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

D21H 25/12 (2006.01)

WO2019/102295 EN 2019.05.31

(56) 对比文件

WO 2016200866 A1, 2016.12.15

(73) 专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

GB 1347107 A, 1974.02.27

(72) 发明人 卡拉·A·迈耶斯 肖恩·C·多兹
埃里克·A·范德雷
泰勒·J·拉特雷
凯文·T·格罗夫
布里特尼·M·席韦
米哈伊尔·L·佩库罗夫斯基
萨马德·贾维德
詹姆斯·N·多布斯

JP H11207225 A, 1999.08.03

JP 2009178660 A, 2009.08.13

US 2946307 A, 1960.07.26

US 3701335 A, 1972.10.31

CN 200981047 Y, 2007.11.28

CN 101337214 A, 2009.01.07

CN 103056063 A, 2013.04.24

CN 203370682 U, 2014.01.01

US 2003113456 A1, 2003.06.19

审查员 鲁红霞

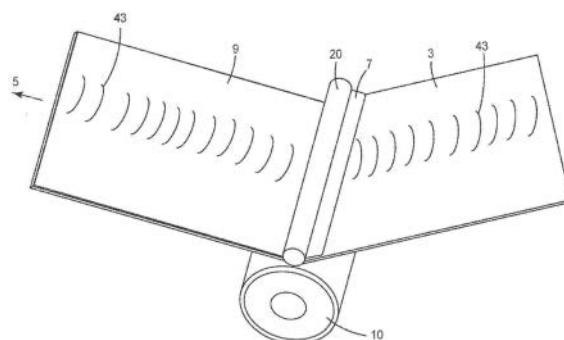
权利要求书2页 说明书19页 附图13页

(54) 发明名称

用于在松垂幅材上涂覆的方法和设备

(57) 摘要

本发明提供了用于在松垂幅材上施加涂层的方法和设备。迈耶棒和支撑辊彼此接合以形成辊隙。该支撑辊具有可变形内层，该内层的表面由可变形外层覆盖。将迈耶棒和接触区域处的柔性幅材以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到该支撑辊中，这使得能够形成具有基本上均匀厚度的涂层。



1. 一种在柔性幅材上施加涂层的方法,所述方法包括:

提供具有可变形内层的支撑辊,所述内层的表面由可变形外层覆盖,所述内层比所述外层更软,其中所述支撑辊的可变形内层具有小于20肖氏A的硬度,并且所述支撑辊的可变形外层具有大于40肖氏A的硬度;

提供与所述支撑辊相接触的迈耶棒;

将柔性幅材设置在所述支撑辊和所述迈耶棒之间;

围绕所述支撑辊和所述迈耶棒中的至少一者卷绕所述柔性幅材;

使所述迈耶棒和所述支撑辊彼此压贴以在两者间形成辊隙,其中将所述迈耶棒和在接触区域处的所述柔性幅材以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到所述支撑辊中;其中所述纵向辊隙宽度W在0.1mm至50mm的范围内,所述辊隙接合深度D在1.0微米至10mm的范围内;以及

在所述辊隙的上游提供涂料,以在所述辊隙下游的所述幅材的表面上形成涂层,

其中所述支撑辊具有S因子,所述S因子在0.05mm至1mm的辊隙接合D范围内取平均值小于 $15 \times 10^6 \text{ N/m}^{5/2}$,其中所述S因子由以下公式限定:

$$S = \frac{F}{D \cdot \sqrt{R_E}}$$

其中, $F = K \cdot D^{3/2} \cdot \sqrt{R_E}$, 其表示归一化为单位长度的辊接触的施加力,其中,K是常数,其涵盖构成可变形覆盖物的每个层的模量、泊松比、压缩率和厚度, R_E 是有效半径,
 $R_E = \frac{D_1 \cdot D_2}{2 \cdot (D_1 + D_2)}$, 其中D₁和D₂表示彼此接触的两个辊的直径。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括调节所述纵向辊隙宽度W和所述辊隙接合深度D中的至少一者,以调节所述涂层的湿厚度。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中通过调节所述迈耶棒和所述支撑辊的相应轴线之间的相对距离,来调节所述纵向辊隙宽度W或所述辊隙接合深度D。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中通过经由安装和定位机构移动所述迈耶棒和所述支撑辊中的至少一者,来调节所述相对距离。

5. 根据权利要求2所述的方法,其中将所述涂层的湿厚度调节为在5微米至200微米的范围内。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中经由安装在所述迈耶棒的相反两端上而不接触所述迈耶棒的涂覆表面的机械夹持器,按压所述迈耶棒。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述机械夹持器包括位于所述迈耶棒的所述相反两端处的一个或多个轴承元件。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括以1m/min至50m/min的速度旋转所述迈耶棒。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中所述柔性幅材为具有表面非平坦特征的松垂幅材。

10. 一种涂覆设备,其包括:

具有可变形内层的支撑辊,所述内层的表面由可变形外层覆盖,所述内层比所述外层更软,其中所述支撑辊的可变形内层具有小于20肖氏A的硬度,并且所述支撑辊的可变形外层具有大于40肖氏A的硬度;

与所述支撑辊相接触的迈耶棒；

柔性幅材，所述柔性幅材设置在所述支撑辊和所述迈耶棒之间，并且围绕所述支撑辊和所述迈耶棒中的至少一者卷绕；以及

一个或多个机械夹持器，被构造用于将所述迈耶棒和所述支撑辊彼此压贴，以在两者间形成辊隙，

其中将所述迈耶棒和接触区域处的所述柔性幅材以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到所述支撑辊中，其中所述纵向辊隙宽度W在0.1mm至50mm的范围内，所述辊隙接合深度D在1.0微米至10mm的范围内，

其中所述支撑辊具有S因子，所述S因子在0.05mm至1mm的辊隙接合D范围内取平均值小于 $15 \times 10^6 \text{ N/m}^{5/2}$ ，其中所述S因子由以下公式限定：

$$S = \frac{F}{D \cdot \sqrt{R_E}}$$

其中， $F = K \cdot D^{3/2} \cdot \sqrt{R_E}$ ，其表示归一化为单位长度的辊接触的施加力，其中，K是常数，其涵盖构成可变形覆盖物的每个层的模量、泊松比、压缩率和厚度， R_E 是有效半径， $R_E = \frac{D_1 \cdot D_2}{2 \cdot (D_1 + D_2)}$ ，其中 D_1 和 D_2 表示彼此接触的两个辊的直径。

11. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述机械夹持器附接到所述迈耶棒和所述支撑辊中的至少一者，并且能够移动所述迈耶棒和所述支撑辊中的至少一者。

12. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述机械夹持器连接到所述迈耶棒的相反两端，而不接触所述迈耶棒的涂覆表面。

13. 根据权利要求12所述的涂覆设备，其中所述机械夹持器包括位于所述迈耶棒的每一端的一个或多个轴承元件。

14. 根据权利要求13所述的涂覆设备，其中所述机械夹持器还包括加强梁，以支撑在所述迈耶棒的端部处的轴承。

15. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述机械夹持器包括定位机构，以控制所述迈耶棒和所述支撑辊的相应轴线之间的距离，从而调节所述纵向辊隙宽度W和所述辊隙接合深度D中的至少一者。

16. 根据权利要求13所述的涂覆设备，其中所述支撑辊的所述可变形内层具有小于10肖氏A的硬度。

17. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述支撑辊的所述内层在25%挠度下具有小于45psi的压缩率。

18. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述支撑辊的所述可变形外层具有大于50肖氏A的硬度。

19. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述可变形外层包括弹性体和/或金属。

20. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述可变形外层包括织物或非织造物中的一种或多种材料。

21. 根据权利要求10所述的涂覆设备，其中所述可变形内层包括合成泡沫、弹性体中的一种或多种材料。

用于在松垂幅材上涂覆的方法和设备

技术领域

[0001] 本公开涉及经由位于支撑辊上方的迈耶棒在松垂幅材上施加均匀涂层的方法和设备。

背景技术

[0002] 使用称为迈耶棒的绕线棒作为用于在幅材上施加涂层的涂覆和/或计量装置是熟知的。图1'示出了用于在柔性幅材的自由跨度3'上涂覆材料7'的迈耶棒2'。

发明内容

[0003] 当经由迈耶棒在松垂幅材上施加涂层时,期望提高涂层均匀度。例如,在图1'所示的方法中,松垂幅材的自由跨度3'可能不均匀地接触迈耶棒2',从而导致在整个松垂幅材上的涂层重量/厚度变化。本公开提供经由位于支撑辊上方的迈耶棒在松垂幅材上施加均匀涂层的方法和设备。本文所述的方法和设备允许松垂幅材均匀铺展在支撑辊的面上,从而在穿过涂覆辊隙时形成非松垂表面并且能够在松垂幅材上均匀涂覆。

[0004] 简而言之,在一个方面,本公开描述了一种方法,所述方法包括提供具有可变形内层的支撑辊,所述可变形内层的表面由可变形外层覆盖。内层比外层更软。提供了与所述支撑辊相接触的迈耶棒;将柔性幅材设置在所述支撑辊和所述迈耶棒之间。围绕所述支撑辊和所述迈耶棒中的至少一者卷绕所述柔性幅材。使迈耶棒和支撑辊彼此压贴以在两者间形成辊隙。将所述迈耶棒和接触区域处的柔性幅材以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到所述支撑辊中。所述方法还包括在所述辊隙的上游提供涂料,以在所述辊隙下游的所述幅材的表面上形成涂层。所述支撑辊具有S因子,所述S因子在约0.05mm至约1mm的辊隙接合D范围内取平均值任选地小于约 $15(10^6 \cdot N/m^{5/2})$,或小于约 $10(10^6 \cdot N/m^{5/2})$ 。涂层可在幅材的整个表面上具有基本上均匀的厚度。在一些实施方案中,所述方法还包括调节辊隙宽度W和接合深度D中的至少一者,以调节涂层的湿厚度。可通过调节迈耶棒和支撑辊的相应轴线之间的相对距离,来调节纵向辊隙宽度W或辊隙接合深度D。

[0005] 在另一个方面,本公开描述了一种涂覆设备,所述涂覆设备包括具有可变形内层的支撑辊,所述可变形内层的表面由可变形外层覆盖。内层比外层更软。迈耶棒与所述支撑辊相接触。所述柔性幅材设置在所述支撑辊和所述迈耶棒之间,围绕所述支撑辊和所述迈耶棒中的至少一者卷绕。一个或多个机械夹持器被构造为使所述迈耶棒和所述支撑辊彼此压贴,以在两者间形成辊隙。将所述迈耶棒和接触区域处的柔性幅材以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到所述支撑辊中。所述支撑辊具有S因子,所述S因子在约0.05mm至约1mm的辊隙接合D范围内取平均值任选地小于约 $15(10^6 \cdot N/m^{5/2})$,或小于约 $10(10^6 \cdot N/m^{5/2})$ 。在一些实施方案中,提供定位机构,以控制迈耶棒和支撑辊的相应轴线之间的距离,以便调节辊隙宽度W和接合深度D中的至少一者。

[0006] 在本公开的示例性实施方案中获取各种意料不到的结果和优点。本公开的示例性实施方案的一个这种优点在于,可经由位于支撑辊上的迈耶棒在松垂幅材上形成基本上均

匀的涂层。这可通过经由迈耶棒和支撑辊的接合来产生辊隙来实现，其中迈耶棒、接触区域处的柔性幅材和可变形外层以某种接合宽度和深度被压到可变形内层中。本文所述的实施方案可显著减轻轻松垂幅材对涂层均匀度的不期望影响。相比之下，在松垂幅材的自由跨度上涂覆可导致整个幅材上的涂层重量变化，而依靠典型的、更刚性的支撑辊涂覆可产生与支撑辊非均匀性相关的问题。

[0007] 已总结本公开的示例性实施方案的各种方面和优点。上面的发明内容并非旨在描述本公开的当前某些示例性实施方案的每个例示的实施方案或每种实施方式。下面的附图和具体实施方式更具体地举例说明了使用本文所公开的原理的某些优选实施方案。

附图说明

[0008] 结合附图，参考以下对本公开的各种实施方案的详细说明，能够更全面地理解本公开，其中：

- [0009] 图1'示出了在自由跨度幅材上涂覆的迈耶棒(现有技术)的透视图。
- [0010] 图1A为根据一个实施方案的在松垂幅材上施加涂层的涂覆设备的透视图。
- [0011] 图1B为根据另一个实施方案的在松垂幅材上施加涂层的涂覆设备的透视图。
- [0012] 图1C为根据另一个实施方案的在松垂幅材上施加涂层的涂覆设备的透视图。
- [0013] 图1D为根据另一个实施方案的在松垂幅材上施加涂层的涂覆设备的透视图。
- [0014] 图2A为图1A-1D的放大部分视图。
- [0015] 图2B为图1A-1D的幅材的透视图。
- [0016] 图2C为图1D的涂覆设备的透视图。
- [0017] 图3A为根据一个实施方案的包括安装和定位机构的涂覆设备的示意图。
- [0018] 图3B为根据另一个实施方案的包括安装和定位机构的涂覆设备的示意图。
- [0019] 图4A为与用于机械压缩测试的测试辊接合的支撑辊的示意图。
- [0020] 图4B为与用于机械压缩测试的测试板接合的支撑辊的示意图。
- [0021] 图5示出了图4A-B中的机械压缩测试的力对接合曲线。
- [0022] 图6示出了各种支撑辊的斜率因子S对接合深度D的曲线图。
- [0023] 图7A示出了与支撑辊接合的迈耶棒的挠曲。
- [0024] 图7B示出了作用于图7A的迈耶棒上的力的自由体图。
- [0025] 图7C示出了通过将均匀的接触力与具有四次形式的力叠加来逼近分布式接触力的示意图。
- [0026] 图8示出了各种支撑辊的辊隙接合深度对横维位置的曲线图。
- [0027] 图9示出了各种支撑辊的接触力对横维位置的曲线图。
- [0028] 图10示出了用于计算在横维方向上迈耶棒与支撑辊的接合的流程图。
- [0029] 在附图中，相似的附图标号指示相似的元件。虽然可不按比例绘制的上述附图示出了本公开的各种实施方案，但还可设想其它实施方案，如在具体实施方式中所提到的。在所有情况下，本公开以示例性实施方案的表示的方式而非通过表述限制来描述当前所公开的公开内容。应当理解，本领域的技术人员可想到许多其他修改和实施方案，这些修改和实施方案落在本公开的范围和实质内。

具体实施方式

[0030] 对于以下定义术语的术语表,除非在权利要求书或说明书中的别处提供不同的定义,否则整个申请应以这些定义为准。

[0031] 术语表

[0032] 在整个说明书和权利要求书中使用某些术语,虽然大部分为人们所熟知,但仍可需要作出一些解释。应当理解:

[0033] 在本申请中,术语“可压缩的”或“不可压缩的”是指对象(例如弹性体外层)的材料特性即压缩率,其为材料响应于压力的相对体积变化的量度。例如,术语“基本上不可压缩的”是指具有大于约0.45的泊松比的材料。

[0034] 术语“可弹性变形的”意指能够基本上100% (例如,99%或更多、99.5%或更多、或99.9%或更多)恢复至其初始状态的变形对象(例如,合成泡沫的内层)。

[0035] 在本申请中,术语“辊隙”是指迈耶棒和支撑辊,或迈耶棒、支撑辊和柔性幅材的系统,当存在幅材和涂料时,当迈耶棒和支撑辊的中心之间的距离小于两个辊的半径和幅材及其上涂层的厚度之和时,两者间具有压痕。另外,在辊隙区域内,支撑辊和柔性幅材均可在纵向上的辊隙宽度W上基本上适形于迈耶棒的接触表面。

[0036] 术语“松垂幅材”是指当被定位在平坦表面上时,至少在幅材表面的一部分中显示出非平坦性或扭曲的幅材。在幅材制造期间可能由幅材宽度上的差异张力引起的幅材松垂可导致横维方向(CD)长度变化。美国专利6,178,657描述了一种测量片材的CD上内部幅材长度差异的方法和设备。在本专利申请中,松垂幅材的CD长度变化可等于或小于例如10,000ppm(相当于1%应变)或1,000ppm(相当于0.1%应变)。

[0037] 在本专利申请中,术语“聚合物”包括均聚物和共聚物,以及可例如通过共挤出或通过反应(包括例如,酯交换反应)以可混溶的共混物形式形成的均聚物或共聚物。术语“共聚物”包括无规共聚物、嵌段共聚物和星形(例如,树枝状)共聚物。

[0038] 在本专利申请中,通过对本发明所公开的涂覆制品中的各个元件的位置使用诸如“在...的顶上”、“在...上”、“上方”、“覆盖”、“最上方”、“下面”等取向术语,我们是指元件相对于水平设置的、面向上方的基材(例如,幅材)的相对位置。然而,除非另外指明,否则这并非旨在基材(例如,幅材)或制品在制造期间或制造之后应当具有任何特定的空间取向。

[0039] 在本专利申请中,通过使用术语“包覆”来描述层相对于本公开制品的基材(例如,幅材)或其它元件的位置,我们是指该层在基材(例如,幅材)或其它元件的顶上,但未必与基材(例如,幅材)或其它元件邻接。

[0040] 在本专利申请中,术语“纵向”是指幅材行进的方向。类似地,术语横维是指垂直于纵向(即,垂直于幅材的行进方向)的方向。

[0041] 在本专利申请中,提及数值或形状的术语“约”或“大约”意指该数值或特性或特征的±5%,但明确包括准确的数值。例如,“约”1Pa·sec的粘度是指从0.95Pa·sec至1.05Pa·sec的粘度,但也明确地包括刚好1Pa·sec的粘度。类似地,“基本上正方形”的周边旨在描述具有四条侧棱的几何形状,其中每条侧棱的长度为任何其他侧棱的长度的95%至105%,但也包括其中每条侧棱刚好具有相同长度的几何形状。

[0042] 在本专利申请中,提及特性或特征的术语“基本上”意指该特性或特征表现出的程度大于该特性或特征的相反面表现出的程度。例如,“基本上”透明的基材(例如,幅材)是指

与其未能透射(例如,吸收和反射)相比透射更多辐射(例如,可见光)的基材(例如,幅材)。因此,透射入射在其表面上的可见光多于50%的基材(例如,幅材)是基本上透明的,但透射入射在其表面上的可见光的50%或更少的基材(例如,幅材)不是基本上透明的。

[0043] 在本专利申请中,除非所述内容明确地另有规定,否则单数形式的“一个”和“该”包括多个指代物的情况。因此,例如,提及包含“一种化合物”的细纤维包括两种或更多种化合物的混合物。如本说明书和所附实施方案中所用的,除非所述内容明确地另有规定,否则术语“或”通常以其包括“和/或”的含义使用。

[0044] 如本专利申请中所用,由端值表述的数值范围包括该范围内涵盖的所有数值(例如,1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.8、4和5)。

[0045] 除非另外指明,否则本说明书和实施方案中所使用的表达量或成分、性质测量等的所有数字在所有情况下均应理解成由术语“约”来修饰。因此,除非有相反的说明,否则说明书及更具体地示例性实施方案列表和权利要求中阐述的数值参数可根据本领域技术人员使用本公开的教导内容寻求获得的期望性质而变化。最低程度上说,并且在不试图将等同原则的应用限制到受权利要求书保护的实施方案的范围内的情况下,每个数值参数应至少根据所报告的有效位数并通过应用惯常的四舍五入法来解释。

[0046] 在不脱离本公开实质和范围的情况下,可对本公开的示例性实施方案进行各种修改和更改。因此,应当理解,本公开的实施方案并不限于以下所述的示例性实施方案,而应受权利要求书及其任何等同物中示出的限制因素的控制。

[0047] 本文描述了用于迈耶棒在松垂基材上涂覆的方法和设备。在本文所述的涂覆方法中,柔性幅材设置在支撑辊和迈耶棒之间。所述支撑辊具有可变形内层,所述内层的表面由可变形外层覆盖。内层可能比外层更软。柔性幅材可以是围绕支撑辊、迈耶棒或两者卷绕的松垂幅材。使迈耶棒压贴柔性幅材和支撑辊以在两者间形成辊隙,其中将迈耶棒、接触区域处的柔性幅材和可变形外层以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到可变形内层的表面中。当馈送到辊隙中时,松垂幅材可均匀铺展在支撑辊的面上,从而在穿过涂覆辊隙时形成非松垂表面并且能够在松垂幅材上均匀涂覆。在不存在支撑辊的情况下,由于松垂部分围绕迈耶棒卷绕而局部张力损失,因此获得基本上不含涂层缺陷的薄涂层将是挑战性的。

[0048] 在一些实施方案中,可调节纵向辊隙宽度W和接合深度D中的至少一者,以调节涂层的湿厚度。在一些实施方案中,提供定位机构,以控制迈耶棒和支撑辊之间的距离,以便调节纵向辊隙宽度W和接合深度D中的至少一者。在一些实施方案中,可提供一个或多个机械夹持器以使迈耶棒压贴支撑辊。机械夹持器可连接到迈耶棒的相反两端,而不接触与可变形支撑辊相接触的迈耶棒的涂覆表面。

[0049] 现在将具体参考附图对本公开的各种示例性实施方案进行描述。现在参考图1A-D,根据一些实施方案的用于经由支撑辊上方的迈耶棒在松垂幅材上施加均匀涂层的涂覆设备100的透视图。涂覆设备100包括支撑辊10和迈耶棒20,它们彼此接合以在幅材3离开辊隙120时在两者间形成涂覆辊隙120。不定长度材料的柔性幅材3在纵向5上被传送到辊隙120中。应当理解,幅材在进入/离开图1A-D示意性示出的辊隙时可不限于特定的卷绕角,但可包括任何范围的入口/出口幅材角度。

[0050] 将涂料7提供在迈耶棒20上游的柔性幅材3上。涂料7可为任何可涂覆材料,包括例如水基溶液、底漆、粘合剂、油墨、分散体、乳液等。在一些实施方案中,涂料7可具有低于约

1,000厘泊(cps),任选低于约500cps的粘度。可将幅材上的湿涂层干燥或固化以在幅材上形成涂层。在幅材3面向迈耶棒20的表面31上形成均匀涂层9。湿涂层厚度是指紧跟在迈耶棒之后的涂覆厚度。干燥之后涂层厚度可减小。这种涂层厚度的减小是由于在聚合物干燥和/或收缩期间溶剂损失。固化可通过例如将涂层暴露于高温或光化辐射来实现。光化辐射可例如在紫外光谱中。

[0051] 迈耶棒20可为绕线棒、双绕线棒、成形棒、机械雕刻棒等。迈耶棒20上的线材或雕刻/压花结构可紧密地放置在一起(如在典型的绕线棒中一样),或可分隔一定距离。迈耶棒20可具有平滑表面或其横截面的一部分被移除。迈耶棒可由金属、聚合物或陶瓷以及这些材料的任何组合制成。迈耶棒可为可变形的或不可变形的。在一些实施方案中,迈耶棒20可为用不同直径的不锈钢线材紧密缠绕的不锈钢棒,以计量过量的涂覆溶液并控制涂层重量。在一些实施方案中,迈耶棒通常可为圆柱形的,其直径在例如约0.5"至约1.5",或约0.25"至约10"的范围内。迈耶棒可基本通过允许涂覆溶液穿过预定开口(例如,两条相邻线材之间的空间,所形成凹槽内的空间等)来工作。在本公开中,当迈耶棒被按压到支撑辊中,预定开口可保持打开。应当理解,本文可使用具有任何合适构型的迈耶棒。

[0052] 支撑辊10具有可变形内层12,所述可变形内层的表面由外层14覆盖。内层12和外层14在一些实施方案中可被永久地粘结在一起,并且在其他实施方案中可以不被永久地粘结在一起。应当理解,“外层”不一定意指最外层;并且“内层”不一定意指最内层。外层14围绕内层12的周边具有基本上均匀的厚度。可变形内层12安装到刚性中心芯11(例如,金属芯)上,所述可变形内层围绕刚性中心芯11的周边具有基本上均匀的厚度。在一些实施方案中,可变形内层12和外层14之间的厚度比可为约3:1或更大、约5:1或更大、约7:1或更大、或约10:1或更大。在一些实施方案中,外层14具有在约0.005"至约0.300",任选地约0.005"至约0.080"范围内的厚度。如本文所用,1"等于2.54cm。在一些实施方案中,可变形内层12具有在约0.125"至约3",任选地约0.4"至约1.0"范围内的厚度。在一些实施方案中,可使用美国专利5,206,992中所述的可压缩辊来制备本文的支撑辊。

[0053] 在一些实施方案中,用于内层12的材料可比用于外层14的材料更软。也就是说,施加到每种材料的相同尺寸块上的相同压缩力可导致在施加力方向上较软材料比较硬材料有更大的变形。这种柔韧性可以多种方式提供,例如通过选择具有较低硬度(如使用任何合适的硬度标度,诸如肖氏A或肖氏00所指示)的材料,通过选择具有较低弹性模量的材料,通过选择具有较高压缩率(通常经由材料的泊松比进行定量)的材料,或通过将较软材料的结构修改为含有多个气体包裹体(诸如泡沫或雕刻结构)等。例如,当外层包括硬度为60肖氏A硬度(如使用ASTM D2240测量)的材料时,则内层的硬度可以小于60肖氏A硬度。应当指出的是,在一些情况下,对于内层和外层,可以使用不同标度最适当地测量硬度(例如,针对外层的肖氏A硬度和针对内层的肖氏00)。在一些实施方案中,当内层为泡沫时,可经由根据ASTM D3574的压缩力挠度测试来测量内层的压缩率;并且当内层为柔性多孔材料(诸如海绵或可膨胀橡胶)时,可经由根据ASTM D1056的压缩-挠度测试来测量内层的压缩率。内层在25%挠度下可具有小于约45psi的压缩率,任选地在25%挠度下具有小于约20psi的压缩率。

[0054] 在一些实施方案中,外层14可由基本上不可压缩的一种或多种材料制成,例如,材料响应于接触压力的相对体积变化小于5%、小于2%、小于1%、小于0.5%、或小于0.2%。内层12被构造成可弹性变形的,例如在变形之后能够基本上100%(例如,99%或更多、

99.5%或更多、或99.9%或更多)恢复到其初始状态。在一些实施方案中,内层12可为可压缩的以提供所需的变形性。在一些实施方案中,内层12可为基本上不可压缩的,但足够柔软以提供所需的变形性。在一些实施方案中,内层12可为由基本上不可压缩的材料制成的层,所述材料已被图案化、3D印刷、压花或雕刻以提供所需的变形性。

[0055] 在一些实施方案中,可变形外层14可具有比可变形内层12更低的压缩率。在一些实施方案中,可变形外层的硬度可大于约40肖氏A,任选地大于约50肖氏A。在一些实施方案中,可变形内层的硬度可小于约20肖氏A,任选地小于约10肖氏A。在一些实施方案中,内层可具有高于外层的压缩率。内层在25%挠度下可具有小于约45psi的压缩率,任选地在25%挠度下具有小于约20psi的压缩率。在一些实施方案中,外层可具有大于约0.1、大于约0.2、大于约0.3、或优选大于约0.4的泊松比。在一些实施方案中,可变形内层可具有小于约0.5、小于约0.4、小于约0.3、或优选小于约0.2的泊松比。在一些实施方案中,可变形内层可具有负泊松比。

[0056] 在一些实施方案中,可变形外层可包括弹性体、金属、织物或非织造物的一种或多种材料。在一些实施方案中,外层可为基本上不可压缩的弹性体,其具有大于约40肖氏A,或任选地大于约50肖氏A的硬度。支撑辊的外层厚度可小于约10mm、小于约5mm、或小于约2mm。合适的弹性体可包括热固性弹性体,诸如腈、含氟弹性体、氯丁二烯、环氧氯丙烷、硅氧烷、氨基甲酸酯、聚丙烯酸酯、EPDM(乙烯丙烯二烯单体)橡胶、SBR(苯乙烯-丁二烯橡胶)、丁基橡胶、尼龙、聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚酯、聚氨酯等。

[0057] 在一些实施方案中,可变形内层可包括泡沫、雕刻、结构化、3D印刷或压花弹性体、织物或非织造层、或软橡胶的一种或多种材料。支撑辊的内层可具有小于约20肖氏A,或小于约10肖氏A的硬度。合适的泡沫可为开孔或闭孔的,包括例如合成或天然泡沫、热成形泡沫、聚氨酯、聚酯、聚醚、填充或接枝聚醚、粘弹性泡沫、三聚氰胺泡沫、聚乙烯、交联聚乙烯、聚丙烯、硅氧烷、离聚物泡沫等。内层还可包括泡沫弹性体、硫化橡胶,包括例如异戊二烯、氯丁二烯、聚丁二烯、聚异戊二烯、聚氯丁二烯、丁腈橡胶、聚氯乙烯和丁腈橡胶、乙烯-丙烯共聚物诸如EPDM(乙烯丙烯二烯单体),以及丁基橡胶(例如,异丁烯-异戊二烯共聚物)。支撑辊的合适泡沫内层可具有例如在25%挠度下小于约45psi,或在25%挠度下小于约20psi的压缩率。应当理解,内层可包括任何合适的可压缩结构,诸如弹簧、非织造物、织物、气囊等。在一些实施方案中,内层12可经3D印刷以提供所需的泊松比、压缩率和弹性响应。

[0058] 如图1A-D中所示,柔性幅材3沿着幅材路径被传送并馈送到辊隙120中。图2A示出了图1A-D中任一个的放大部分视图。支撑辊10可围绕其轴线旋转,以沿着顺维方向9传送幅材3并穿过辊隙120。支撑辊10可使用马达旋转,或者可简单地由于与柔性幅材3摩擦接触而旋转。迈耶棒20可与幅材3一起旋转(通常称为“正向”旋转)或克服幅材3旋转(通常称为“反向”旋转)。在一些实施方案中,迈耶棒20可以与幅材速度无关或不同的速度旋转。迈耶棒20可在例如约1.0m/min至约50m/min范围内的表面速度下旋转。在一些实施方案中,迈耶棒20可为静止的。在一些实施方案中,迈耶棒20可在横维方向上振荡。

[0059] 柔性幅材3可包括任何合适的柔性基材,诸如聚合物幅材、纸材、聚合物涂覆的纸材、防粘衬垫、粘合剂涂覆的幅材、金属涂覆的幅材、柔性玻璃或陶瓷幅材、非织造物、织物、或它们的任何组合。柔性幅材3设置在支撑辊和迈耶棒之间,以不同包角围绕支撑辊和迈耶棒中的至少一者卷绕。在一些实施方案中,柔性幅材3可以在例如约1度至约180度、约1度至

约120度、约1度至约90度、或约1度至约60度的范围内的卷绕角下卷绕迈耶棒。在一些实施方案中，柔性幅材3可以在例如约1度至约180度、约1度至约120度、约1度至约90度、或约1度至约60度的范围内的卷绕角下卷绕支撑辊。应当理解，柔性幅材和辊隙之间的入口/出口角度可不受上述范围限制。

[0060] 当柔性幅材3沿着幅材路径作为松垂幅材传送时，该柔性幅材可表现出扭曲或非平坦的特征。非平坦特征可包括例如通道、条带、隆起、纹波等。图1'示出了松垂幅材3'上的示例性非平坦特征43'，其可位于幅材的任何部分上（例如，中心或边缘）。在图1'的自由跨度涂覆中，具有此类非平坦特征43'的幅材3'的表面部分可导致在整个沿顺维方向5'传送的松垂幅材3'上涂层重量的变化（例如，在非平坦特征43'上的涂覆缺陷44'）。本文所述的方法和设备可显著减轻由松垂幅材的非平坦特征引起的变化。

[0061] 如图2A中所示，将迈耶棒20压贴在支撑辊10上以形成辊隙120，其中将接触区域15处的迈耶棒20和柔性幅材3以沿纵向的辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到支撑辊10的可变形表面中。在一些实施方案中，纵向辊隙宽度W可在例如约0.1mm至约50mm的范围内。在一些实施方案中，接合深度D可在例如约0.01mm至约10mm、约0.05mm至约5mm、或约0.1mm至约1mm的范围内。借助与迈耶棒20的这种接合，支撑辊10可以足够的光滑度旋转。

[0062] 在一些实施方案中，支撑辊可能不是完全圆柱形的，具有使用总指示偏差量（TIR）定量的圆柱度误差，所述总指示偏差量可被定义为辊上的半径的最大值和最小值之间的差值。例如，在一个位置具有150.100mm的最大半径并且在另一个位置具有150.000mm的最小半径的辊将具有0.100mm的TIR。当支撑辊接合迈耶棒并旋转时，辊半径的不均匀性可平移穿过在支撑辊和迈耶棒之间形成的辊隙。半径的差异可在涂层（例如，液相）内产生压力差，从而导致不均匀涂覆。这种不均匀的影响可通过增加支撑辊的柔软性（从而使其更容易在流体或机械压力下变形）而减小，但在工业中众所周知的是，软材料可更难以加工成精确的形状。本公开的一个有益效果是，薄外层可呈现更硬的表面，并且因此加工起来更切实际，而不牺牲辊构造的总体柔软性。在一些实施方案中，支撑辊10的TIR可例如不大于约100微米、或不大于约50微米。

[0063] 再次参考图2A，柔性幅材3在接触区域15处的部分经由迈耶棒20以纵向辊隙宽度W和接合深度D压到支撑辊10的面中。迈耶棒20可在接触区域15处横跨幅材施加均匀力。在施加力后，柔性幅材3可沿横维方向均匀地铺展在支撑辊10的面上。当幅材穿过涂覆辊隙120时，可形成柔性幅材3的非松垂表面。如图2B-C中所示，非平坦特征43在接触区域15中显著减少，其中施加涂料7以在与迈耶棒20接触的幅材3的非松垂表面上形成均匀涂层9。松垂幅材上的非平坦特征43可在柔性幅材3离开接触区域15之后恢复，这可能不影响已经在幅材上形成的涂层的均匀性。

[0064] 涂层9可在柔性幅材3的整个表面上具有基本上均匀的厚度。此外，当幅材3通过例如旋转支撑辊10传送穿过涂覆辊隙120时，支撑辊10具有足够低的总指示偏差量（TIR，例如，小于100微米，优选小于50微米），这有助于保持均匀的力以沿着顺维方向产生均匀涂层。

[0065] 图3A-B示出了用于迈耶棒20和支撑辊10中的至少一者的示例性安装和定位机构。如图3A中所示，使用刚性轴11将支撑辊10安装到机架32上。迈耶棒20具有圆形形状并且经由安装组件安装到机架32上，该安装组件可调节迈耶棒20和支撑轴10的相应轴线之间的相

对距离。安装组件包括附接到迈耶棒20的相反两端20a、20b的机械夹持器30。机械夹持器30可包括例如一对轴承。迈耶棒20的相反两端20a和20b可以可旋转地附接到机械夹持器30的轴承。机械夹持器30的位置可朝向和远离支撑辊10进行调节,以在横维方向上产生基本上均匀的压力或力。这种调节可采用涂料行业中熟知的任何数量的方式来进行。例如,可使用机械滑块、差动螺杆定位器、伺服马达、加压气缸、或用于调节迈耶棒位置的任何其他适当的装置或适当装置的组合。在图3A中所示的实施方案中,示出了差动螺杆定位器37,其可沿固定到机架32的滑块33来调节机械夹持器的位置。应当指出的是,在迈耶棒的每一端存在安装组件,从而将迈耶棒20在机架的每一侧上附接到机架32。还应当指出的是,安装组件不接触与可变形支撑辊相接触的迈耶棒20的涂覆表面22,并且可将涂覆溶液按计量加到柔性幅材上。在一些应用中,此类非接触构型是期望的,以避免涂覆溶液积聚在机械夹持器上或可能的污染的问题。

[0066] 图3B的安装和定位机构还包括分别安装在迈耶棒20上与端部20a和20b相邻的附加支撑轴承34。支撑轴承34可在迈耶棒的端部处提供扭矩或扭力,以减少其中心处的挠曲量。提供加强梁35,以支撑成对的轴承组30和34在支撑辊10的整个长度上保持迈耶棒和支撑辊(例如,安装在刚性芯上的可压缩内层和外层)之间更一致的接合深度D。加强梁35可被定位成基本上平行于迈耶棒20,在相对的机械夹持器30之间延伸,而不接触迈耶棒20的涂覆表面22。

[0067] 应当理解,图3A-B示出了示例性安装和定位机构。任何其他合适的安装和定位机构均可用于安装和定位迈耶棒20和支撑辊10。在一些实施方案中,定位机构可功能性地连接到迈耶棒20和支撑辊10中的至少一者,以控制迈耶棒和支撑辊的相应轴线之间的相对距离,以便调节纵向辊隙宽度W和接合深度D中的至少一者。在一些实施方案中,可以通过固定辊的位置并使用迈耶棒边缘上的一个或多个机械夹持器调节迈耶棒的位置,来调节迈耶棒和支撑辊的相对位置。在一些实施方案中,可通过固定迈耶棒的位置并改变支撑辊的位置,来调节迈耶棒和支撑辊的相对位置。在一些实施方案中,定位机构还可包括一个或多个定位传感器以检测支撑辊和迈耶棒的相应轴线之间的相对距离,以及一个或多个步进马达以移动支撑辊和迈耶棒中的至少一者,以调节两者间的距离。

[0068] 一般来讲,迈耶棒可用于将涂料层按计量加到幅材上。可使用不同的迈耶棒获得不同的厚度。本领域熟知的是,改变迈耶棒几何形状是调节涂层厚度的便利方法,当需要显著增大或减小涂层厚度时,可使用一个或多个不同的迈耶棒。在本公开中,通过使用迈耶棒与支撑辊的组合,还可简单地通过改变辊隙宽度W和/或深度D而不改变迈耶棒,来调节柔性幅材上的涂层厚度。

[0069] 在一些实施方案中,可调节迈耶棒20和支撑辊10之间的纵向辊隙宽度W和/或接合深度D,以在不改变迈耶棒20的情况下调节/控制柔性幅材3上的涂层9的厚度。例如,接合深度D可增大以获得较薄的涂层9,或可减小以获得较厚的涂层9。接合深度D可被调节为在例如约0.01mm至约10mm、约0.05mm至约10mm、或约0.1mm至约5mm的范围内。纵向辊隙宽度W可被调节为在例如约0.1mm至约50mm的范围内。涂层厚度可被控制在例如约5微米至约200微米的范围内。

[0070] 在一些实施方案中,纵向辊隙宽度W和/或接合深度D可通过如下调节:定位迈耶棒和支撑辊,使得迈耶棒和支撑辊的相应轴线之间的相对距离小于柔性幅材和涂料的相应半

径和厚度之和。可以使用安装和定位机构,诸如图3A-B中的安装和定位机构来调节迈耶棒和支撑辊的相对位置。应当理解,在一些实施方案中,迈耶棒可具有圆形或非圆形形状。纵向辊隙宽度W和/或接合深度D可通过如下调节:定位迈耶棒和支撑辊,使得迈耶棒与其未变形状状态下的支撑辊的表面所限定的弯曲平面相交。

[0071] 在一些实施方案中,接合深度D可被控制为大于临界值以在松垂幅材上提供均匀的涂层。临界深度可被确定为大于辊中可来自辊TIR或任何点缺陷的任何不均匀度。当接合深度D被控制在大于临界值的某个范围内时,可提供迈耶棒和在接触区域处的支撑辊之间的接触压力,这可能不会显著改变接合深度D。这提供用于均匀涂覆的稳定窗口(例如,接触重量/厚度的相对变化沿着横维方向小于10%、小于5%、小于2%、小于1%、或小于0.5%)。

[0072] 本公开认识到控制纵向辊隙宽度W、接合深度D,和/或在横维方向上在支撑辊的整个长度上迈耶棒和支撑辊之间的对应辊隙接触压力的重要性。在一些实施方案中,当迈耶棒与支撑辊接合时,迈耶棒上的接触力可导致迈耶棒的中心部分偏离支撑辊,如图7A中所示。这种挠曲可减小其中心部分处的接合深度D。减小迈耶棒中挠曲程度的一种方法是在迈耶棒支撑机构的每一端使用两个轴承,如图3B中所示。附加支撑轴承34可在迈耶棒的端部处提供扭矩或扭力,以减少其中心处的挠曲量。从实用设计的角度来看,可能期望包括加强梁35,以支撑成对的轴承组30和34在支撑辊的整个长度上保持迈耶棒和支撑辊之间更一致的接合深度D。

[0073] 提供赋予本发明意想不到的性能优势的支撑辊覆盖物的质量的定量描述是有用的。例如,已发现,实心橡胶覆盖物,甚至具有非常低模量的覆盖物可能表现不如在可压缩内层上具有薄实心橡胶外层的双层覆盖物一样好。此外,甚至具有非常薄的可压缩内层的双层覆盖物也不会在支撑辊的整个长度上赋予所需的涂层均匀度。例如,美国专利6,079,352描述了具有在“约0.3175cm和约1.27cm”之间并且通常为“约0.635cm”的内部可压缩层厚度以及在“约0.0127和约0.1524cm”之间的外层厚度的辊。如下文实施例部分中所示,具有0.404cm的可压缩内层厚度和0.152cm的外层厚度的支撑辊D1落在美国专利6,079,352指定的范围内,但未能在支撑辊的整个长度上赋予期望的涂层均匀度。

[0074] 本公开的操作将参照以下详述的实施例另外描述。提供这些实施例以另外说明各种具体和优选的实施方案和技术。然而,应当理解,可做出许多变型和修改而仍落在本公开的范围内。

[0075] 实施例

[0076] 这些实施例仅是为了例示性目的,且并非意在过度地限制所附权利要求书的范围。尽管示出本公开的广义范围的数值范围和参数为近似值,但尽可能精确地记录具体示例中示出的数值。然而,任何数值都固有地含有某些误差,其各自的测试测量中所存在的标准偏差必然会引起这种误差。最低程度上说,并且在不试图将等同原则的应用限制到权利要求书的范围内的前提下,至少应当根据所报告的有效位数并通过应用惯常的四舍五入法来解释每个数值参数。

[0077] 支撑辊的实施例

[0078] 对下表1中所述的精选支撑辊10进行定量辊覆盖物表征。支撑辊具有安装在刚性芯上的各种辊覆盖物构型。将标记为R1、R2、D1、D2和D3的支撑辊用于机械测试。提供测试辊和测试板的直径以供参考。辊D1、D2和D3以及仅具有单个泡沫层并且没有外橡胶层的单独

辊(未列于表1中)的泡沫内层全部由具有不同厚度的相同材料构造,即由美国辊公司(American Roller Company)提供的闭孔聚氨酯泡沫。辊R1可从伊利诺伊州德斯普兰斯的Finzer Roller公司(Finzer Roller,Des Plaines,IL)商购获得。辊R2、D1、D2和D3可从威斯康星州尤宁格罗夫的美国辊公司(American Roller Company,Union Grove,WI)商购获得。

[0079] 表1

辊名称	直径		橡胶层			泡沫 厚度 (mm)	S 因子		
	外部 (毫米)	芯 (毫米)	厚度 (mm)	硬度 (肖氏 A)	模量 (MPa)		平均值 ($10^8 \cdot N/m^{5/2}$)	斜率 ($10^8 \cdot N/m^{5/2}$)	
[0080]	R1-中等橡 胶	120	95	12.7	65	5.6	-	31.0	61233
	R2-软橡胶	120	100	10.1	20	1.74	-	6.3	8868
	D1-双层薄	110	99	1.52	60	4.27	4.04	21.6	11517
	D2-双层中 等	120	100	2.54	55	3.21	7.54	5.4	34
	D3-双层厚	165	127	1.65	49	2.26	17.3	2.7	-102
	测试辊	90							
	测试板	∞							

[0081] 测试方法

[0082] 以下测试方法用于评估本公开的实施例中的一些。

[0083] 肖氏A硬度测量

[0084] 使用由加利福尼亚州洛杉矶(Los Angeles,CA)的太平洋换能器公司(Pacific Transducer Corporation)制造的型号306L硬度测试仪,基于ASTM D2240 A型标度来测量表1中的橡胶层的肖氏A硬度测量值。表中的硬度值是从围绕每个辊的圆周的三个位置处的三个横维位置获得的各个硬度测量值的平均值。应当理解,硬度测量主要反映了辊的外橡胶层的材料特性,尽管它也可能受到下面泡沫层的特性影响。

[0085] 肖氏00硬度测量

[0086] 使用上文所述的相同程序,使用由伊利诺伊州布法罗格罗夫(Buffalo Grove,IL)的雷克斯测量仪公司(Rex Gauge Company)制造的具有MS-00压头的型号1600硬度测试仪,基于ASTM D2240 00型标度测得不具有外橡胶层的单独泡沫辊的硬度为35。由于存在外橡胶层,因此无法测量表1的辊D1、D2和D3中的泡沫层的硬度。由于辊D1、D2、D3和单独泡沫辊均由美国辊公司(American Roller Company)使用相同的制造方法制造,因此假设辊D1、D2和D3中的泡沫层的硬度与泡沫辊的硬度类似,即基于00硬度计标度为35。

[0087] 模量测量

[0088] 表1中的杨氏模量值是从使用由J.K.Good在论文“在幅材线中建模橡胶覆盖的轧辊”,第六届幅材处理会议论文集,俄克拉荷马州立大学,2001(“Modeling Rubber Covered Nip Rollers in Web Lines”,Proceedings of the Sixth International Conference

on Web Handling, Oklahoma State University, 2001) 中提出的公式测得的硬度值获得的。

[0089] 机械压缩测试

[0090] 使用机械测试机(诸如由英斯特朗公司(Instron Corporation)制造的那些)进行的机械压缩测试是本领域的技术人员所熟知的。参考图4A和4B,首先将在图中标记为10并且在表1中指定为R1、R2、D1、D2和D3的辊按压到外径为90mm的测试辊40中,如图4A所示,并且然后压入测试板42中,该测试板对应于英斯特朗(Instron) (型号5500R)通用机械测试机中如图4B中所示的具有基本无限外径的平板。机械测试机以83.8微米/秒的恒定速度在一系列接合深度D或D' 和宽度W或W' 内接合各辊。测量辊10与测试辊或测试板之间的接合深度和接触力,并且使用英斯特朗(Instron)的框架位置传感器和测力传感器进行记录。然后针对每次测试绘制力对接合曲线。图5中示出了支撑辊D2的两个此类代表性力对接合曲线。

[0091] 参考图5,数据U2表示与图4A的测试辊40接合的表1中的辊D2的力对接合曲线,而U1表示与图4B的平坦表面测试板42接合的辊D2的曲线。从图4A和4B可以理解,相比于D2与测试辊接合的可比水平,使辊D2与测试板接合需要更多的覆盖材料的位移和或压缩,并且因此需要更多的力F。相应地,力对接合曲线U1比曲线U2上升得更陡峭。由于测试板或测试辊均不一定代表将任意直径的迈耶棒接合到辊D2中的条件,因此可使用接触力学领域中的公认原理产生与用于机械测试的几何形状无关的力对接合数据,如S因子测定中所述。

[0092] S因子测定

[0093] 针对将具有固态可变形覆盖物的辊以距离D接合到刚性滚辊或平坦表面中所需的力F推导出公式。参见《接触力学》;K.L.Johnson;剑桥大学出版社1985;美国国会图书馆目录号:84-11346 (Contact Mechanics;K.L.Johnson;Cambridge University Press 1985; Lib.of Congress catalog:84-11346) 中的式5.74。通过总结此式并将变量更改为图4A和4B中使用的变量,我们得到以下公式:

$$[0094] F = K \cdot D^{3/2} \cdot \sqrt{R_E} [1]$$

[0095] 其中F表示归一化为单位长度的辊接触的施加力,常数K涵盖构成可变形覆盖物的每个层的模量、泊松比、压缩率和厚度,D是可变形覆盖物进入刚性辊或表面的接合深度,以及R_E是由下式给出的有效半径:

$$[0096] R_E = \frac{D_1 \cdot D_2}{2 \cdot (D_1 + D_2)} [2]$$

[0097] 其中D₁和D₂表示彼此接触的两个辊或表面的直径,和对应于基本上无限辊直径的平板。

[0098] 由图5中的曲线U1和U2表示的数据可通过校正用于获得数据的夹具(即图4A中的测试辊40或图4B中的测试板42)的几何形状而变成几何不变形式。使用公式[1]中F和R_E之间的关系,通过如下获得图5中几何形状校正数据C1:针对将辊D2接合到测试板中,将数据U1除以R_{E-平板}的平方根(等于60.1mm)并使用公式[2]计算得出。针对将辊D2接合到测试辊中,应用类似的几何校正,通过除以R_{E-辊}的平方根(等于25.8mm)来从图5中的U2获得数据C2。在小的实验误差内,图5中的曲线C1和C2相等。这表明C1和C2中的校正力对接合数据实际上是几何不变的,或者换句话讲不依赖于用于获得未校正的压缩测试数据U1和U2的测试辊和测

试板之间的初始几何差异。

[0099] 为了针对例如将38.1mm直径的迈耶棒接合到表1的辊D1中的应用从C1和C2获得力对接合数据,可将先前校正的力数据乘以适合于应用几何形状的 R_E 的平方根。使用此程序,可将几何不变的数据更改为适合于该应用的形式。应当指出的是,仅在公式[1]中的参数K保持基本上恒定时,将从压缩测试设备获得的力对接合数据转换成几何不变形式,并且然后再次转换以建模迈耶棒涂覆设备的这种几何校正程序才有效。出于本申请的目的,即使对于具有不同直径的支撑辊,K也被认为是恒定的,前提是辊覆盖物以等效方式构造,具有相同的层,由具有相同层厚度的类似材料制成。

[0100] 可通过将基于图5的几何校正的力对接合数据C1或C2除以辊接合D来获得参数S因子。

$$[0101] \quad S = \frac{F}{D \cdot \sqrt{R_E}} \quad [3]$$

[0102] 分别针对前述机械压缩测试获得的每个数据对(F_i, D_i)进行公式[3]中的计算。S因子与图5中的校正力数据C1和C2的斜率相关,该斜率具有相同的测量单位,即N/m^{5/2}。应当指出的是,此S因子不是真实的局部斜率,因为它取决于用于获得该力的校正力数据 F_i 和总接合值 D_i 的大小。

[0103] 针对表1中的辊R1、R2、D1、D2和D3计算的S因子在图6中显示为随辊接合D变化。S因子定量地描述表1中辊覆盖物的固有设计特性,并且由覆盖支撑辊的刚性芯的各层的厚度、模量、泊松比或压缩率决定。由于前述针对实验获得的力数据的几何校正程序,S因子不取决于图4A中的测试辊40或图4B中的测试板42的长度或直径。同样,当用于计算横维接合D和辊隙接触压力F时,S因子不取决于彼此接触的迈耶棒或支撑辊的长度或直径。

[0104] 参考图6,辊R1、R2、D1、D2和D3具有随接合深度D变化的S因子的定性和定量差异。具有单层实心橡胶覆盖物的辊R1和R2以及在薄可压缩内层上具有实心橡胶外层的辊D1均具有随接合D单调增加的S因子。辊R1、D2和D3具有明显小于辊D1和R2的大小的S因子。定量地,表1中列出了在0mm至1mm的接合D范围内取平均值的S因子以及大于0.2mm的接合D的S因子的斜率。应当理解,在一些实施方案中,S因子可在0.05mm至1mm的接合D范围内取平均值,而不会显著改变结果。重要的是应注意,一些支撑辊构造可能存在接合上限。例如,可压缩内层可接合到使得力随着进一步接合而开始快速升高的程度。在计算S因子的斜率时,应当理解所使用的接合值的范围低于接合上限,其中可压缩内层已被压缩超过其设计极限。通过对0mm和1mm之间的所有接合值 D_i 的S因子数据对(S_i, D_i)取平均值来计算平均S因子。通过使用最小二乘方法,对0.2mm和2mm之间的接合值 D_i 的S因子数据对(S_i, D_i)拟合一条线来计算S因子斜率。

[0105] S因子可能与在迈耶棒涂覆系统的横维方向上的整个宽度上,接合D和接触力的均匀度直接相关。已注意到一致的辊隙压力是在幅材的整个宽度上获得均匀涂层的关键要素。对接合D的变化具有低且一致的力响应的弹性支撑辊覆盖物可耐受较大的辊TIR或基材厚度变化,而对涂层厚度或质量产生极小变化或不产生变化。事实上,有足够的弹性的支撑辊覆盖物可耐受工艺扰乱,诸如对涂层质量具有极小影响的松垂幅材或接头。这种弹性支撑辊覆盖物可具有S因子,该S因子在约0mm至1.0mm、或0.05mm至1.0mm的接合D范围内取平均值小于15(10⁶ • N/m^{5/2})并且优选小于10(10⁶ • N/m^{5/2})。此外,对于大于0.2mm的接合值,弹性

支撑辊覆盖物在S因子对接合曲线上可具有斜率,该斜率小于 $5000 (10^6 \cdot N/m^{7/2})$ 优选小于 $500 (10^6 \cdot N/m^{7/2})$ 并且最优选小于 $50 (10^6 \cdot N/m^{7/2})$ 。

[0106] 为了说明S因子对支撑辊长度上辊隙接触压力的均匀度的影响,考虑将50.8mm直径和1.524m长度的迈耶棒接合到具有表1中辊D3的覆盖物特性和长度1.524m的支撑辊中。如图3A中所示在其两端中的每一端被支撑的这种迈耶棒可以如图7A中所示弯曲。参考图7A,在迈耶棒20的每一端的力70以可变接合量D(x)接合安装在刚性轴11上的支撑辊10的外层14和内层12,其中x在支撑辊的整个横维长度L范围内。虚线72表示支撑辊覆盖物的未变形形状。应当理解,接合D(x)的相对高度在图7A中被放大以提供视觉清晰度。

[0107] 在图7B中,示出了作用于迈耶棒20上的力的自由体图,其中反作用力70指定为 R_0 和 R_L ,端力矩或扭转力76指定为 M_0 和 M_L ,并且分布式接触力74指定为 $N(x)$ 。应当指出的是,仅如图3B中所示在棒的每一端具有多于一个支撑件的迈耶棒才可能存在端力矩 M_0 和 M_L 。当接合高度D(x)在迈耶棒20的长度上变化时,可预期分布式接触力N(x)可相应地变化。

[0108] 在图7C中,可以通过在迈耶棒的长度上将均匀的接触力77与具有4阶多项式或四次形式的力78叠加来紧密地逼近分布式接触力N(x) 74。这种逼近的论证认识到,欧拉-伯努利梁理论将4阶多项式形式归因于棒的挠曲,并且因为棒挠度与接触力密切相关,所以类似的函数形式适用于N(x)。欧拉-伯努利梁理论和均匀棒的挠曲是本领域的技术人员所熟知的,其中各种力分布的挠度公式在诸如《罗氏应力应变公式手册 (Roark's Formulas for Stress and Strain)》的书籍中进行了汇编。参见例如《罗氏应力应变公式手册》,第7版; Warren C. Young、Richard G. Budynas; 麦格劳-希尔出版社2002; ISBN 0-07-072542-X (Roark's Formulas for Stress and Strain, 7th ed; Warren C. Young, Richard G. Budynas; McGraw-Hill 2002; ISBN 0-07-072542-X)。

[0109] 进一步假设图7C的四次力分量相对于均匀分量很小,在均匀加载且简单支撑的棒的中心处的最大挠度 D_U 可以由下式给出:

$$[0110] D_U = \frac{5 \cdot N_U}{6\pi \cdot E_M} \left(\frac{L_M}{A_M} \right)^4 [4]$$

[0111] 其中 N_U 为分布式均匀力分量的大小,并且 E_M 、 A_M 和 L_M 分别为迈耶棒的弹性模量、直径和长度。重新整理公式[4]中的各项并且使用公式[3]中S的定义,可推导出具有期望均匀的辊隙接触力的迈耶棒的最大S值的估计值。

$$[0112] S_U = \frac{6\pi \cdot E_M}{5 \cdot \sqrt{R_E}} \left(\frac{A_M}{L_M} \right)^4 [5]$$

[0113] 重要的是应注意,在公式[5]中,使用[2]计算的有效半径 R_E 为19.4mm,或者50.8mm直径的迈耶棒与表1中165mm直径的支撑辊D3接合。如前文所提及,有效半径 R_E 的这种应用使得对于具体的迈耶棒示例,公式[4]的挠度计算成为适合于与S因子比较的几何不变形式。

[0114] 对于1.524m长的钢迈耶棒,获得临界 $S_U = 6.9 (10^6 \cdot N/m^{5/2})$,如图6中的实线S所示。公式[4]提供了迈耶棒涂覆系统的最大期望斜率因子 S_U 的良好估计值。增大棒直径 A_M 或对棒采用如图3B中所示的附加端部支撑件可增加 S_U 并相应地增加适用于支撑辊的辊覆盖物的范围。应当指出的是,这些设计变化也可能增加构建和操作涂覆系统的成本和复杂性。例

如,较大的迈耶棒直径可增加由涂覆溶液对棒施加的流体动力,这继而可增加棒的挠度。

[0115] 为了确定S因子和S因子斜率对横维棒接合和涂覆压力变化的影响,方便的是省去用于推导公式[4]和[5]的均匀力假设,并采用充分理解的图7C中所示的均匀和四次力分布的叠加原理。图8中示出了具有50.8mm直径和1.524m长度的迈耶棒到支撑辊R1、R2、D1、D2和D3中的计算接合。在所有情况下,棒的端部都被接合到表2中所列的相应支撑辊中1mm的深度。对于辊R1和D1,可注意到在迈耶棒的中心处接合深度D有相当大的变化,其中支撑辊R1未能在大部分迈耶棒上接触支撑辊。相比之下,支撑辊R2、D2和D3在横维上表现出低得多的接合深度变化。

[0116] 图9中示出了图8中的示例的迈耶棒和支撑辊之间的接触力。对于支撑辊R1和D1,观察到接触力的显著横维变化,其中R1未能接触大部分迈耶棒。相比之下,R2、D2和D3表现出低得多的接触力变化。图10中示出了根据一个实施方案的用于进行横维棒接合和接触力计算的流程图200。迈耶棒到支撑辊的两端中的接合 D_{MAX} 被提供为计算的输入,并且表示如图7A中所示的棒的最远穿透。使用任何合适的插值或曲线拟合方法, D_{MAX} 可用于从校正力对接合数据,例如图5中的支撑辊D2的C1或C2中发现几何不变的最大接触力。将此几何不变的最大接触力乘以有效半径 R_E (针对表1中的50.8mm迈耶棒和支撑辊从公式[2]中得出)的平方根得出对于提供的最大接合值 D_{MAX} ,棒和支撑辊之间的最大接触力 N_{MAX} 。图10中的流程图200概述了在棒和支撑辊的中心处发现最小接合 D_{MIN} 和相应的最小接触力 N_{MIN} 的程序。从公式[4]获得针对图7C的均匀接触应力的 D_U ,其中已经将 N_U 设置为等于 N_{MIN} 。具有四次接触应力的棒的中心挠度 D_Q 的公式提供在公式[6]中,其中 N_Q 等于 N_{MAX} 和 N_{MIN} 之间的差值。

$$[0117] D_Q = \frac{73 \cdot N_Q}{420\pi \cdot E_M} \left(\frac{L_M}{A_M} \right)^4 [6]$$

[0118] E_M 、 A_M 和 L_M 分别为迈耶棒的杨氏弹性模量、直径和长度。对于给定的 D_{MAX} 输入,执行图10的程序200可以生成 D_{MIN} 、 N_{MAX} 和 N_{MIN} 。可使用充分理解的由均匀和四次接触应力引起的挠度的叠加原理计算公式[7]迈耶棒到支撑辊中的横维接合 $D(x)$ 与由公式[8]给出的 $D_U(x)$ 和由公式[9]给出的 $D_Q(x)$,并作以下定义:均匀接触应力 $N_U=N_{MIN}$,四次接触应力 $N_Q=N_{MAX}-N_{MIN}$ 并且 $q = \frac{x}{L_M}$ 。

$$[0119] D(x) = D_{MAX} - D_U(x) - D_Q(x) [7]$$

$$[0120] D_{U(x)} = \frac{8N_U}{3\pi E} \left(\frac{L_M}{A_M} \right)^4 [q^4 - 2q^3 + q] [8]$$

$$[0121] D_{Q(x)} = \frac{64N_Q}{\pi E} \left(\frac{L_M}{A_M} \right)^4 \left[-\frac{q^8}{525} + \frac{4q^7}{525} - \frac{2q^5}{75} + \frac{q^4}{24} - \frac{3q^3}{100} + \frac{13q}{1400} \right] [9]$$

[0122] 利用到支撑辊中的横维棒接合 $D(x)$,可使用任何合适的插值或曲线拟合方法,从校正力对接合数据(例如,图5中的支撑辊D2的C1或C2)获得几何不变的横维接触力。将几何不变横维接触力乘以有效半径 R_E (针对表1的50.8mm迈耶棒和支撑辊从公式[2]中获得)的平方根提供了图9中所示的棒和支撑辊之间的预测的横维辊隙压力。

[0123] 表2

辊名称	辊隙接合 D (mm)			辊隙压力 (N/m)				S 因子 ($10^8 \cdot N/m^{5/2}$)	
	最小值	平均值	变化 (%)	最大值	最小值	平均值	变化 (%)	平均值	变化 (%)
[0124]	R1-中等橡胶	0.000	0.183	545	8431	0	1128	748	35.4
	R2-软橡胶	0.428	0.638	90	1428	320	674	164	7.5
	D1-双层薄	0.092	0.421	215	3600	155	1327	260	20.8
	D2-双层中等	0.506	0.689	72	748	404	533	64	5.8
	D3-双层厚	0.689	0.804	39	396	274	320	38	1

[0125] 图8和图9的计算的汇总数据在表2中汇编,该表列出了迈耶棒在其端部处接合到标记为R1、R2、D1、D2和D3的支撑辊中1mm的横维接合和辊隙压力。迈耶棒直径为50.8mm并且长度为1.524m。辊隙接合D以及更重要地辊隙接触长度上辊隙压力的变化为支撑辊性能的关键量度。可以指出的是,支撑辊R2的辊隙接合的横维变化比D2的变化大26%。然而,R2的辊隙压力的对应变化比D2的变化大157%。使用公式[3],计算在整个横维辊隙接触长度上每个辊隙接合和接触力的平均S因子和S因子变化并且列于表2中。R2的平均S因子比D2的平均值大25%。相比之下,R2的S因子变化(主要由S因子斜率的程度决定)为D2的变化的多于10倍。生产尺寸的迈耶棒涂覆系统的这种计算模拟示出了S因子在实现均匀的横维辊隙接合和辊隙压力方面所起的关键作用。具体地讲,总体较小的S因子值和不随接合深度D增加或甚至减小的S因子斜率为横维辊隙压力低变化的强预测因子。

[0126] 在一些实施方案中,期望的支撑轴可具有S因子,该S因子在约0mm至约1mm或约0.05mm至约1mm的辊隙接合D范围内取平均值小于约15($10^6 \cdot N/m^{5/2}$)、小于约10($10^6 \cdot N/m^{5/2}$)或任选地小于约5($10^6 \cdot N/m^{5/2}$)。在一些实施方案中,对于大于约0.2mm但小于支撑辊的接合限值的辊隙接合D,S因子斜率可小于约5000($10^6 \cdot N/m^{7/2}$),任选地小于约500($10^6 \cdot N/m^{7/2}$),任选地小于约50($10^6 \cdot N/m^{7/2}$)。

[0127] 示例性实施方案列表

[0128] 以下列出示例性实施方案。应当理解,实施方案1-12、实施方案13-32和实施方案33-37中的任一项可组合。

[0129] 实施方案1为在松垂幅材上施加涂层的方法,所述方法包括:

[0130] 提供具有可变形内层的支撑辊,所述内层的表面由可变形外层覆盖,所述内层比所述外层更软;

[0131] 提供与所述支撑辊相接触的迈耶棒;

[0132] 将柔性幅材设置在所述支撑辊和所述迈耶棒之间;

[0133] 围绕所述支撑辊和所述迈耶棒中的至少一者卷绕所述柔性幅材;

[0134] 使所述迈耶棒和所述支撑辊彼此压贴以在两者间形成辊隙,其中将所述迈耶棒和

在接触区域处的所述柔性幅材以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到所述支撑辊中；以及

[0135] 在所述辊隙的上游提供涂料，以在所述辊隙下游的所述幅材的表面上形成涂层，

[0136] 其中所述支撑辊具有S因子，所述S因子在约0.05mm至约1mm的辊隙接合D范围内取平均值任选地小于约 $15 (10^6 \cdot N/m^{5/2})$ ，或小于约 $10 (10^6 \cdot N/m^{5/2})$ 。

[0137] 实施方案2为根据实施方案1所述的方法，还包括调节所述纵向辊隙宽度W和所述辊隙接合深度D中的至少一者，以调节所述涂层的湿厚度。

[0138] 实施方案3为根据实施方案2所述的方法，其中通过调节所述迈耶棒和所述支撑辊的相应轴线之间的相对距离，来调节所述纵向辊隙宽度W或所述辊隙接合深度D。

[0139] 实施方案4为根据实施方案1-3中任一项所述的方法，其中通过经由安装和定位机构移动所述迈耶棒和所述支撑辊中的至少一者，来调节所述迈耶棒和所述支撑辊的相应轴线之间的相对距离。

[0140] 实施方案5为根据实施方案1-4中任一项所述的方法，其中所述纵向辊隙宽度W被调节为在约0.1mm至约50mm的范围内。

[0141] 实施方案6为根据实施方案1-5中任一项所述的方法，其中所述辊隙接合深度D被调节为在约1.0微米至约10mm的范围内。

[0142] 实施方案7为根据实施方案1-6中任一项所述的方法，其中所述涂层的湿厚度被调节为在约5微米至约200微米的范围内。

[0143] 实施方案8为根据实施方案1-7中任一项所述的方法，其中经由安装在所述迈耶棒的相反两端上而不接触所述迈耶棒的涂覆表面的机械夹持器，按压所述迈耶棒。

[0144] 实施方案9为根据实施方案8所述的方法，其中所述机械夹持器包括一个或多个轴承元件。

[0145] 实施方案10为根据实施方案1-9中任一项所述的方法，还包括以与所述支撑辊不同的速度旋转所述迈耶棒，并且所述迈耶棒以约1m/min至约50m/min的速度旋转。

[0146] 实施方案11为根据实施方案1-10中任一项所述的方法，其中所述柔性幅材为具有表面非平坦特征的松垂幅材。

[0147] 实施方案12为根据实施方案11所述的方法，其中所述涂层基本上不具有与所述松垂幅材的表面非平坦特征相关的可见缺陷。

[0148] 实施方案13为一种涂覆设备，其包括：

[0149] 具有可变形内层的支撑辊，所述内层的表面由可变形外层覆盖，所述内层比所述外层更软；

[0150] 与所述支撑辊相接触的迈耶棒；

[0151] 柔性幅材，所述柔性幅材设置在所述支撑辊和所述迈耶棒之间，并且围绕所述支撑辊和所述迈耶棒中的至少一者卷绕；以及

[0152] 一个或多个机械夹持器，被构造用于将所述迈耶棒和所述支撑辊彼此压贴，以在两者间形成辊隙，

[0153] 其中将所述迈耶棒和接触区域处的柔性幅材以纵向辊隙宽度W和辊隙接合深度D压到所述支撑辊中。

[0154] 实施方案14为根据实施方案13所述的涂覆设备，其中所述机械夹持器附接到所述迈耶棒和所述支撑辊中的至少一者，并且能够移动所述迈耶棒和所述支撑辊中的至少一

者。

[0155] 实施方案15为根据实施方案14所述的涂覆设备,其中所述机械夹持器连接到所述迈耶棒的相反两端,而不接触所述迈耶棒的涂覆表面。

[0156] 实施方案16为根据实施方案14或15所述的涂覆设备,其中所述机械夹持器还包括位于所述迈耶棒的每一端的一个或多个轴承元件。

[0157] 实施方案17为根据实施方案16所述的涂覆设备,其中所述机械夹持器还包括加强梁,以支撑在所述迈耶棒的端部处的轴承。

[0158] 实施方案18为根据实施方案17所述的涂覆设备,其中所述加强梁被定位成基本上平行于所述迈耶棒,在所述迈耶棒的相反两端之间延伸,而不接触所述迈耶棒的所述涂覆表面。

[0159] 实施方案19为根据实施方案14-18中任一项所述的涂覆设备,其中所述机械夹持器包括定位机构,以控制所述迈耶棒和所述支撑辊的相应轴线之间的距离,从而调节所述纵向辊隙宽度W和所述辊隙接合深度D中的至少一者。

[0160] 实施方案20为根据实施方案13-19中任一项所述的涂覆设备,其中所述纵向辊隙宽度W被调节为在约0.1mm至约50mm的范围内。

[0161] 实施方案21为根据实施方案13-20中任一项所述的涂覆设备,其中所述辊隙接合深度D被调节为在约1.0微米至约10mm的范围内。

[0162] 实施方案22为根据实施方案13-21中任一项所述的涂覆设备,其中所述支撑辊具有不大于约100微米,任选地不大于约50微米的总指示偏差量(TIR)。

[0163] 实施方案23为根据实施方案13-22中任一项所述的涂覆设备,其中所述可变形内层和所述可变形外层之间的厚度比为约3:1或更大,任选地约5:1或更大,并且所述支撑辊的所述外层的厚度小于10mm,任选地小于5mm。

[0164] 实施方案24为根据实施方案13-23中任一项所述的涂覆设备,其中所述支撑辊的所述内层具有小于20肖氏A,任选地小于10肖氏A的硬度。

[0165] 实施方案25为根据实施方案13-23中任一项所述的涂覆设备,其中所述支撑辊的所述内层在25%挠度下具有小于约45psi的压缩率,任选地在25%挠度下具有小于约20psi的压缩率。

[0166] 实施方案26为根据实施方案13-25中任一项所述的涂覆设备,其中所述支撑辊的所述可变形外层具有大于约40肖氏A,任选地大于约50肖氏A的硬度。

[0167] 实施方案27为根据实施方案13-26中任一项所述的涂覆设备,其中所述可变形外层包括弹性体、金属、织物或非织造物中的一种或多种材料。

[0168] 实施方案28为根据实施方案13-27中任一项所述的涂覆设备,其中所述可变形内层包括合成泡沫、雕刻、结构化、3D印刷或压花的弹性体、织物或非织造层、填充有受控压力的气体的多个腔或软橡胶中的一种或多种材料。

[0169] 实施方案29为根据实施方案13-28中任一项所述的涂覆设备,其中所述柔性幅材包括聚合物幅材、纸材、防粘衬垫、粘合剂涂覆的幅材、金属涂覆的幅材、柔性玻璃或陶瓷幅材、非织造物、织物、或它们的组合。

[0170] 实施方案30为根据实施方案13-29中任一项所述的涂覆设备,其中所述支撑辊包括刚性中心芯,并且所述可变形内层设置在所述刚性中心芯上,并且围绕所述刚性中心芯

的周边具有基本上均匀的厚度。

[0171] 实施方案31为根据实施方案13-30中任一项所述的涂覆设备,其中所述支撑辊具有S因子,所述S因子在约0.05mm至约1mm的辊隙接合D范围内取平均值,小于约 $15(10^6 \cdot N/m^{5/2})$ 任选地小于约 $10(10^6 \cdot N/m^{5/2})$ 。

[0172] 实施方案32为根据实施方案31所述的涂覆设备,其中大于约0.2mm的辊隙接合D的S因子对辊隙接合深度D曲线中的斜率小于约 $5000(10^6 \cdot N/m^{7/2})$,任选地小于约 $500(10^6 \cdot N/m^{7/2})$,任选地小于约 $50(10^6 \cdot N/m^{7/2})$ 。

[0173] 实施方案33为一种方法,其包括:

[0174] 提供支撑辊和测试辊;

[0175] 使所述迈耶棒和所述支撑辊彼此压贴穿过一系列接合深度D;

[0176] 通过使用机械压缩测试来测量所述测试辊和所述支撑辊的接触力F对所述辊隙接合深度D曲线;以及

[0177] 基于所测量的曲线通过使用公式 $S = \frac{F}{D \cdot \sqrt{R_E}}$ 计算几何不变的S因子,其中

$R_E = \frac{D_1 \cdot D_2}{2 \cdot (D_1 + D_2)}$, 并且 D_1 和 D_2 表示测试辊和支撑辊的相应直径。

[0178] 实施方案34为根据实施方案33所述的方法,还包括确定所述支撑辊是否适用于在松垂幅材上施加基本上均匀的涂层。

[0179] 实施方案35为根据实施方案34所述的方法,其中当所述支撑辊具有S因子,所述S因子在约0.05mm至约1mm的辊隙接合D范围内取平均值,小于约 $15(10^6 \cdot N/m^{5/2})$ 任选地小于约 $10(10^6 \cdot N/m^{5/2})$ 时,所述支撑辊为适用的。

[0180] 实施方案36为根据实施方案34所述的方法,其中大于约0.2mm的辊隙接合D的S因子对辊隙接合深度D曲线中的斜率小于约 $5000(10^6 \cdot N/m^{7/2})$ 任选地小于约 $500(10^6 \cdot N/m^{7/2})$,任选地小于约 $50(10^6 \cdot N/m^{7/2})$ 。

[0181] 实施方案37为根据实施方案33-36中任一项所述的方法,其中所述测试辊为迈耶棒。

[0182] 本说明书中通篇提及的“一个实施方案”、“某些实施方案”、“一个或多个实施方案”或“实施方案”,无论在术语“实施方案”前是否包括术语“示例性的”都意指结合该实施方案描述的特定特征、结构、材料或特性包括在本公开的某些示例性实施方案中的至少一个实施方案中。因此,在本说明书通篇各处出现的短语诸如“在一个或多个实施方案中”、“在某些实施方案中”、“在一个实施方案中”或“在实施方案中”不一定是指本公开的某些示例性实施方案中的同一实施方案。此外,具体特征、结构、材料或特性可在一个或多个实施方案中以任何合适的方式组合。

[0183] 虽然本说明书已经详细地描述了某些示例性实施方案,但是应当理解,本领域的技术人员在理解上述内容后,可很容易地想到这些实施方案的更改、变型和等同物。因此,应当理解,本公开不应不当地受限于以上示出的示例性实施方案。特别地,如本文所用,用端值表述的数值范围旨在包括该范围内所包含的所有数值(例如,1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)。另外,本文所用的所有数字都被认为是被术语“约”修饰。

[0184] 此外,本文引用的所有出版物和专利均以引用的方式全文并入本文中,如同各个

单独的出版物或专利都特别地和单独地指出以引用方式并入一般。已对各个示例性实施方案进行了描述。这些实施方案以及其他实施方案均在以下权利要求书的范围内。

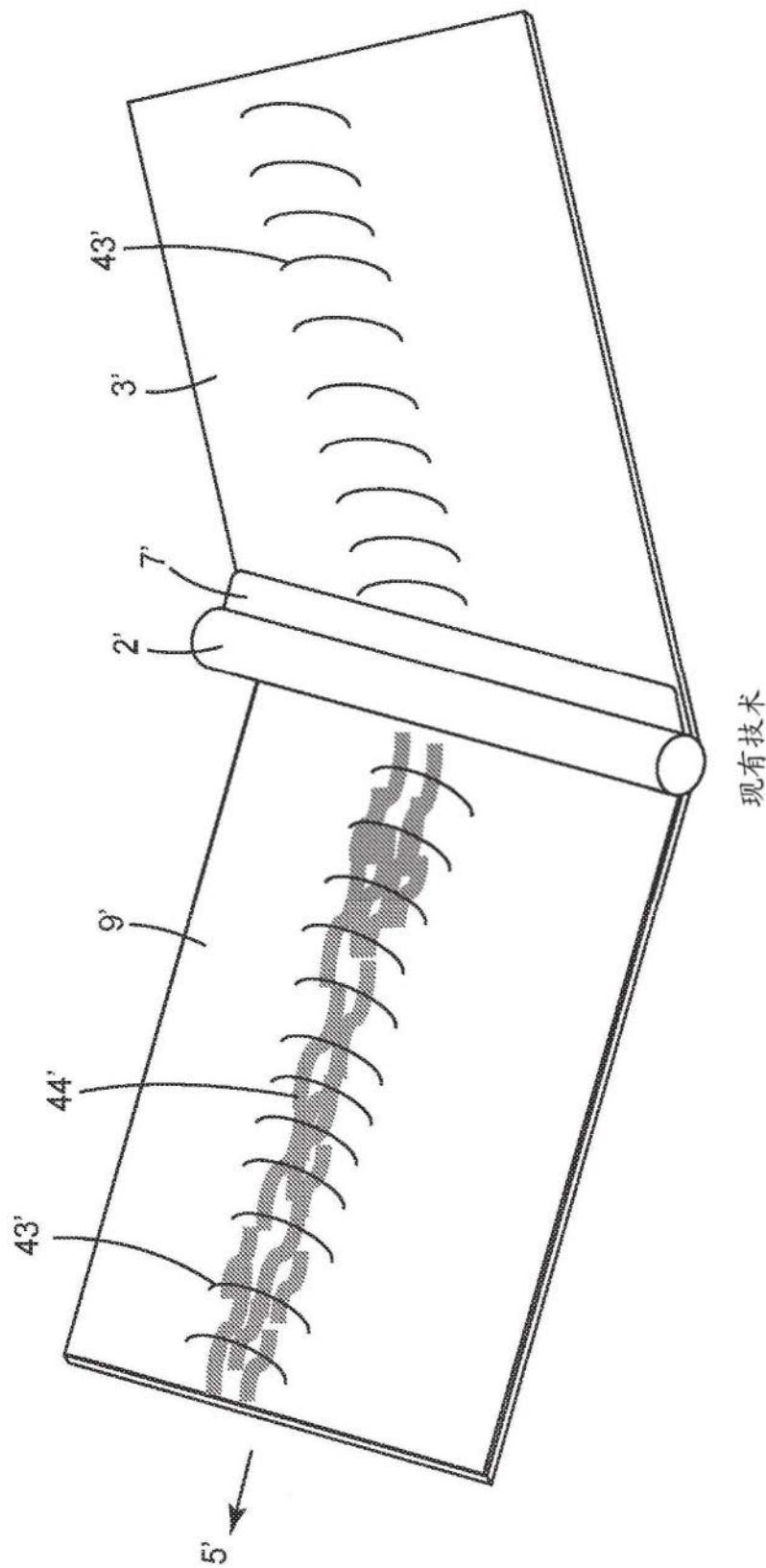


图1'

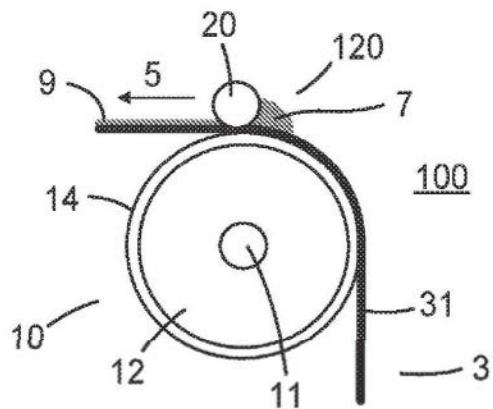


图1A

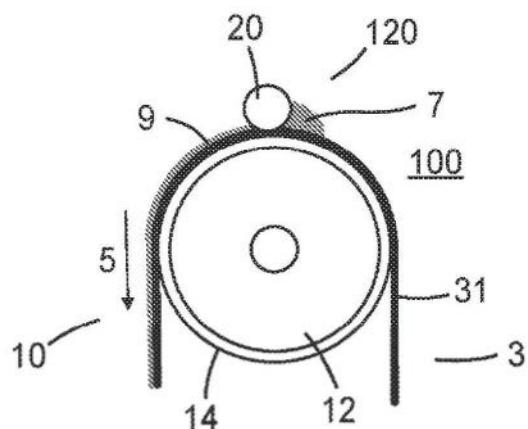


图1B

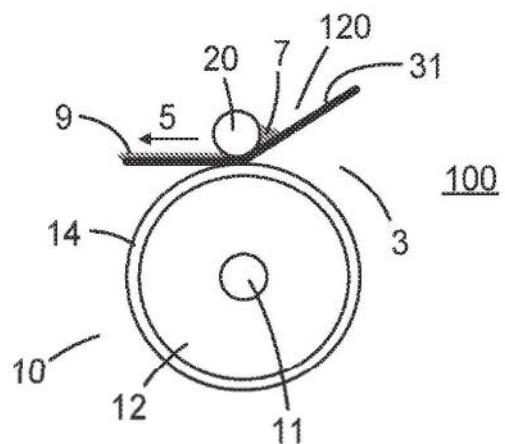


图1C

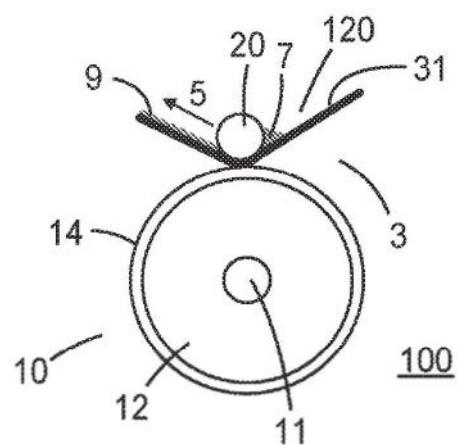


图1D

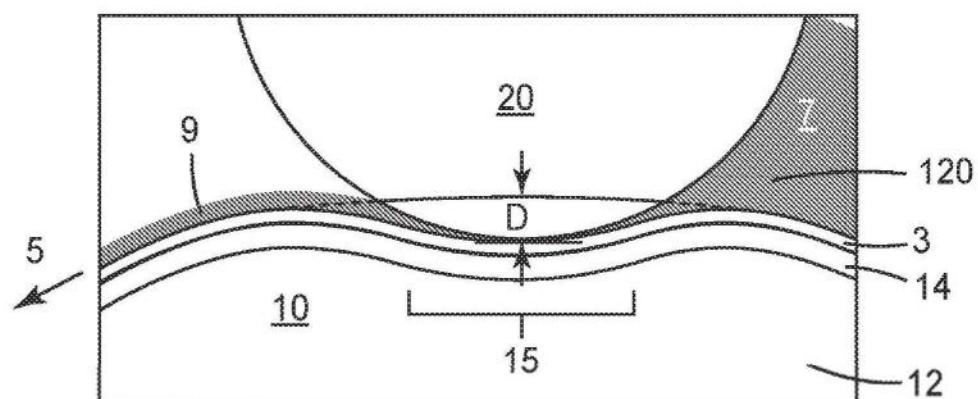


图2A

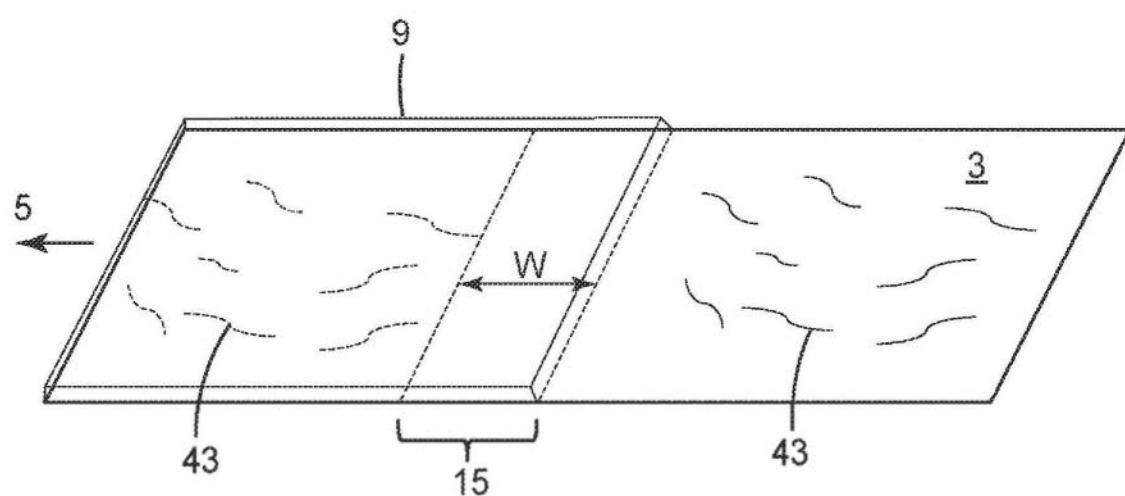


图2B

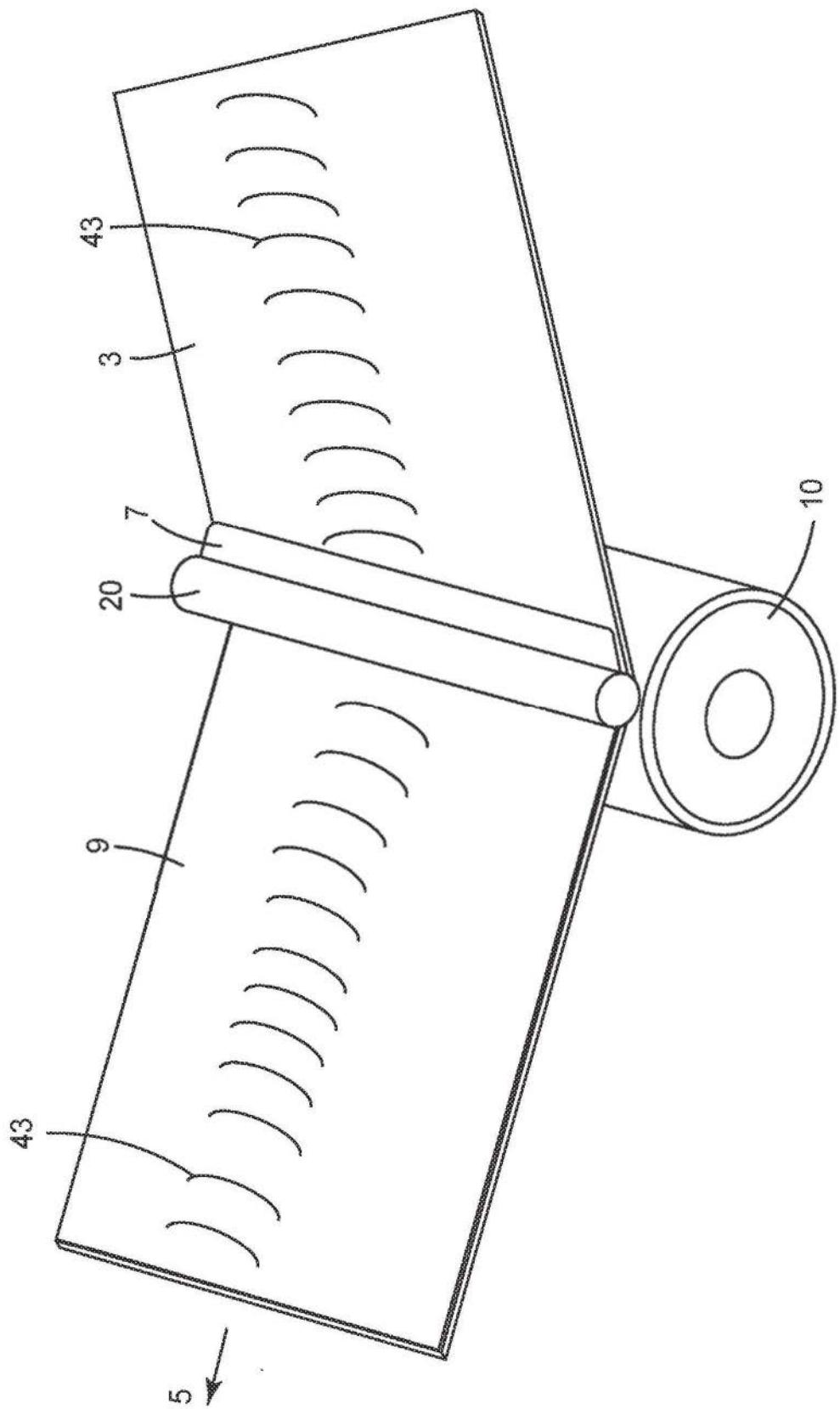


图2C

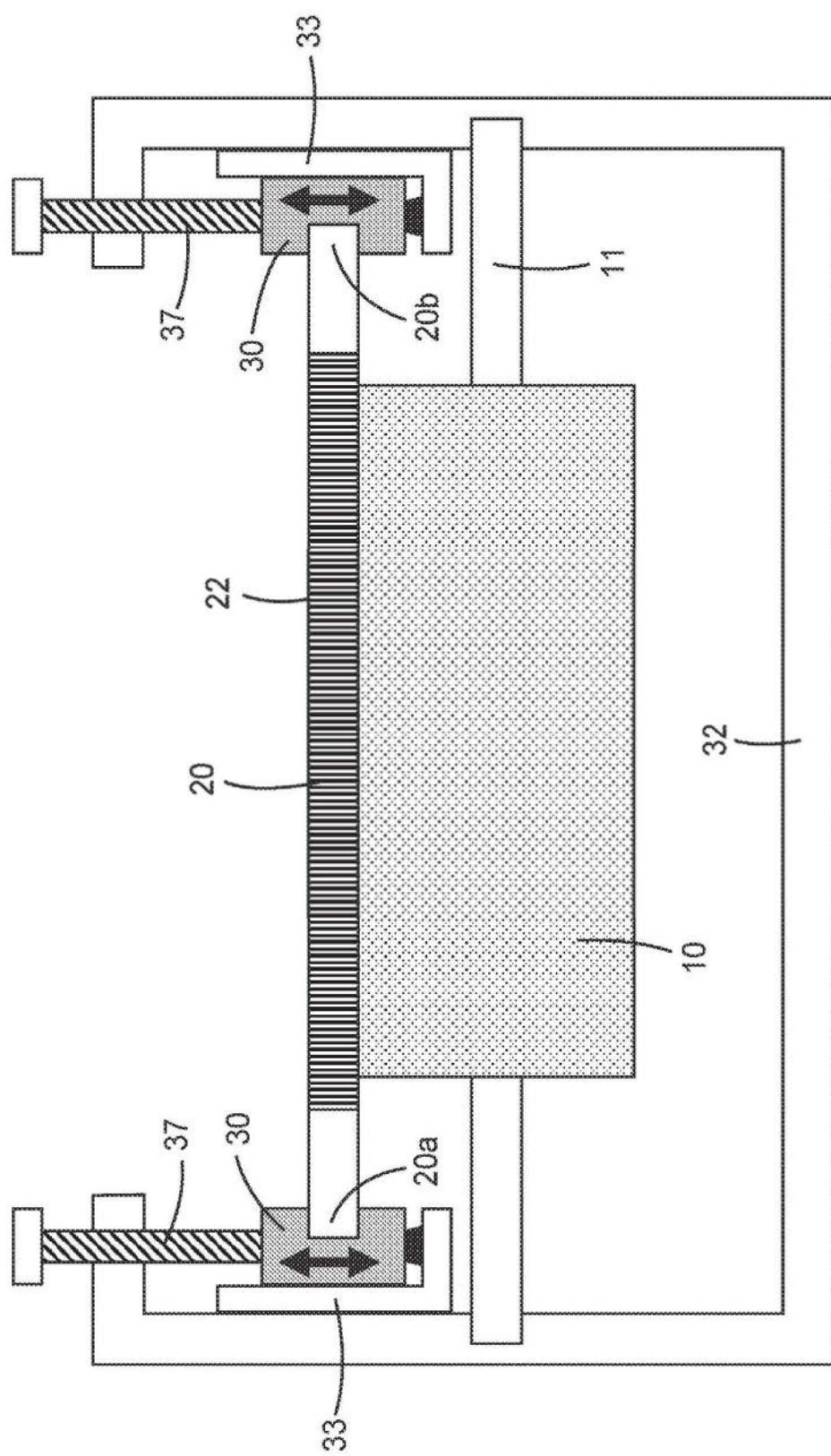


图3A

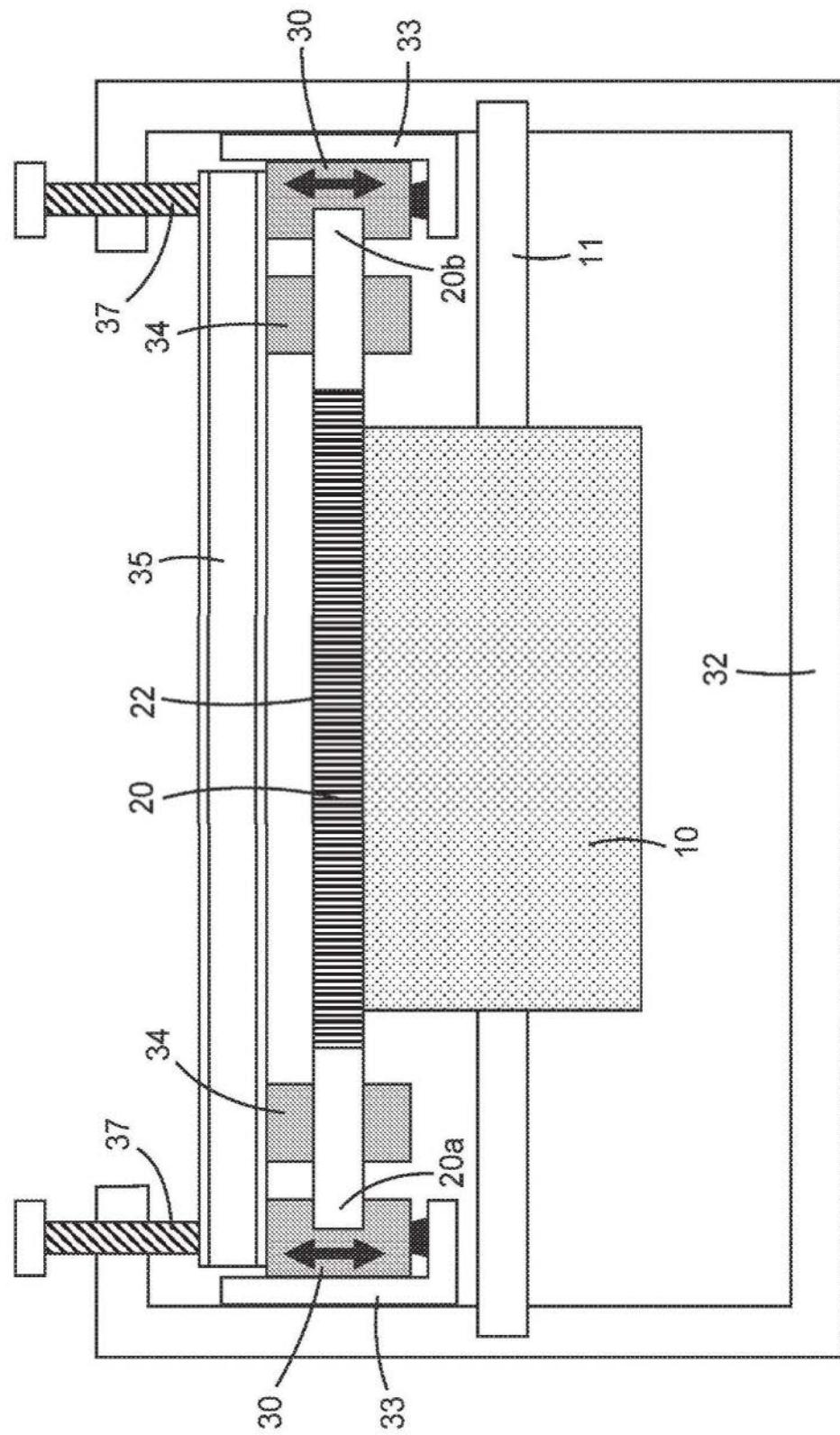


图3B

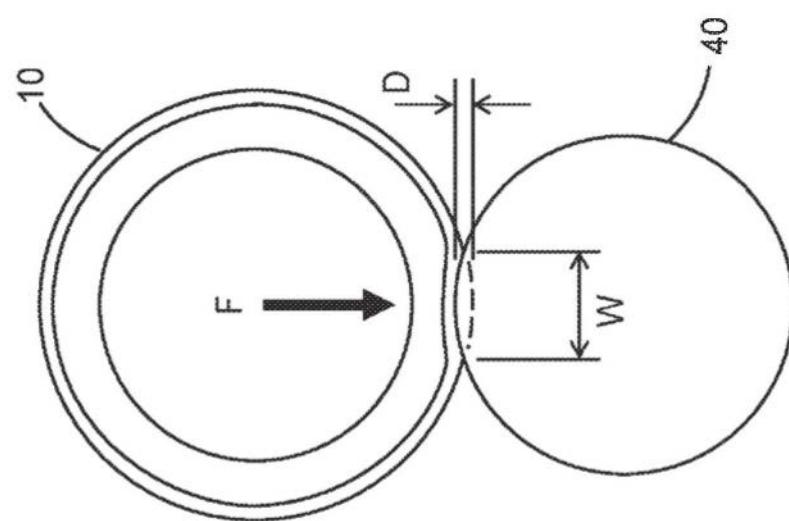


图4A

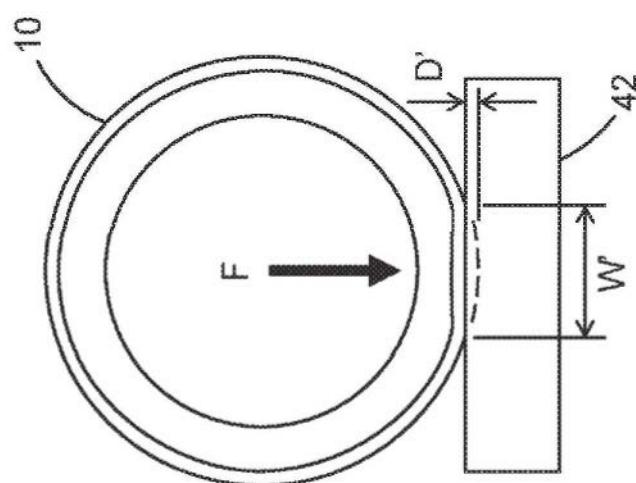


图4B

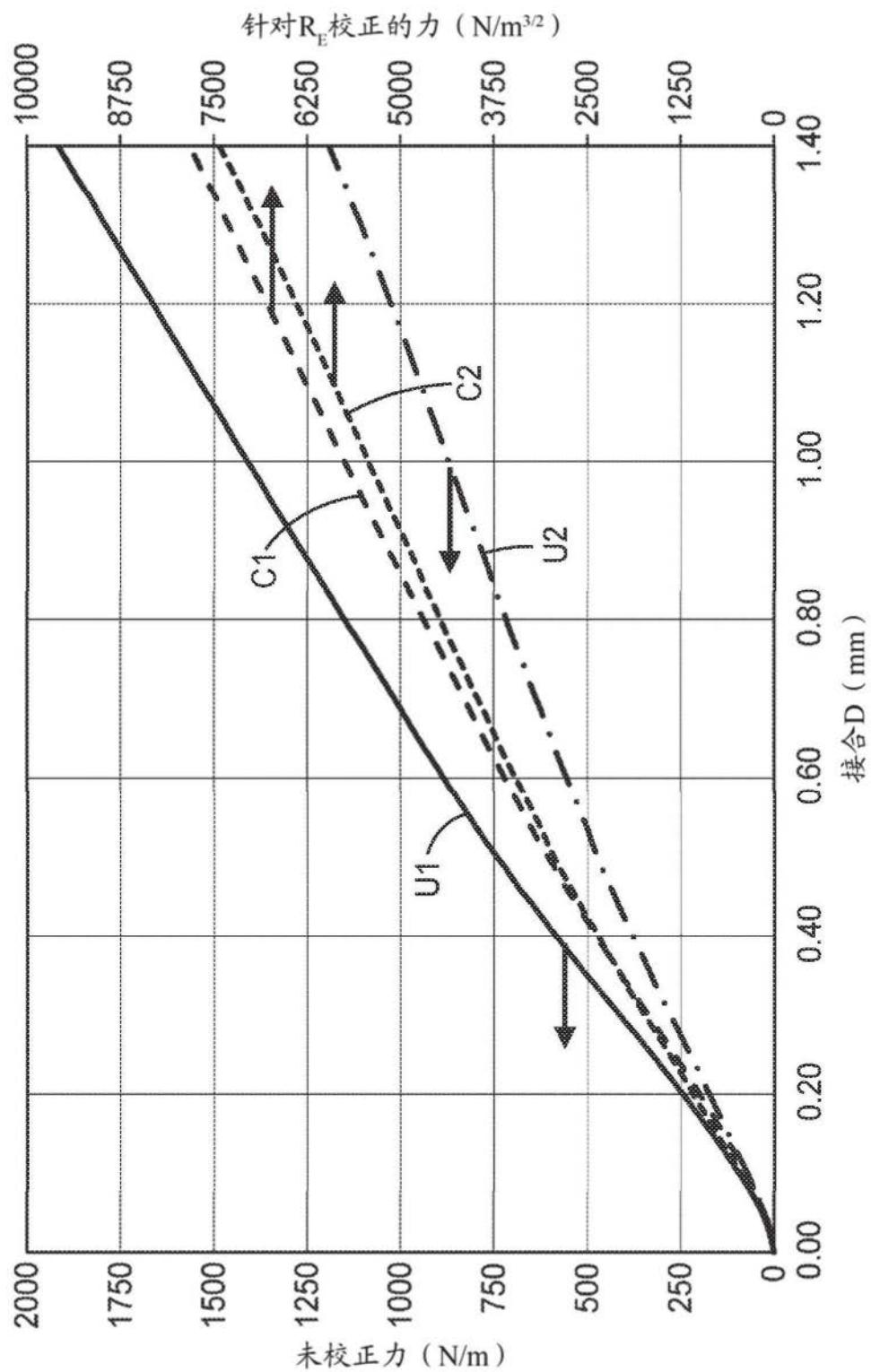


图5

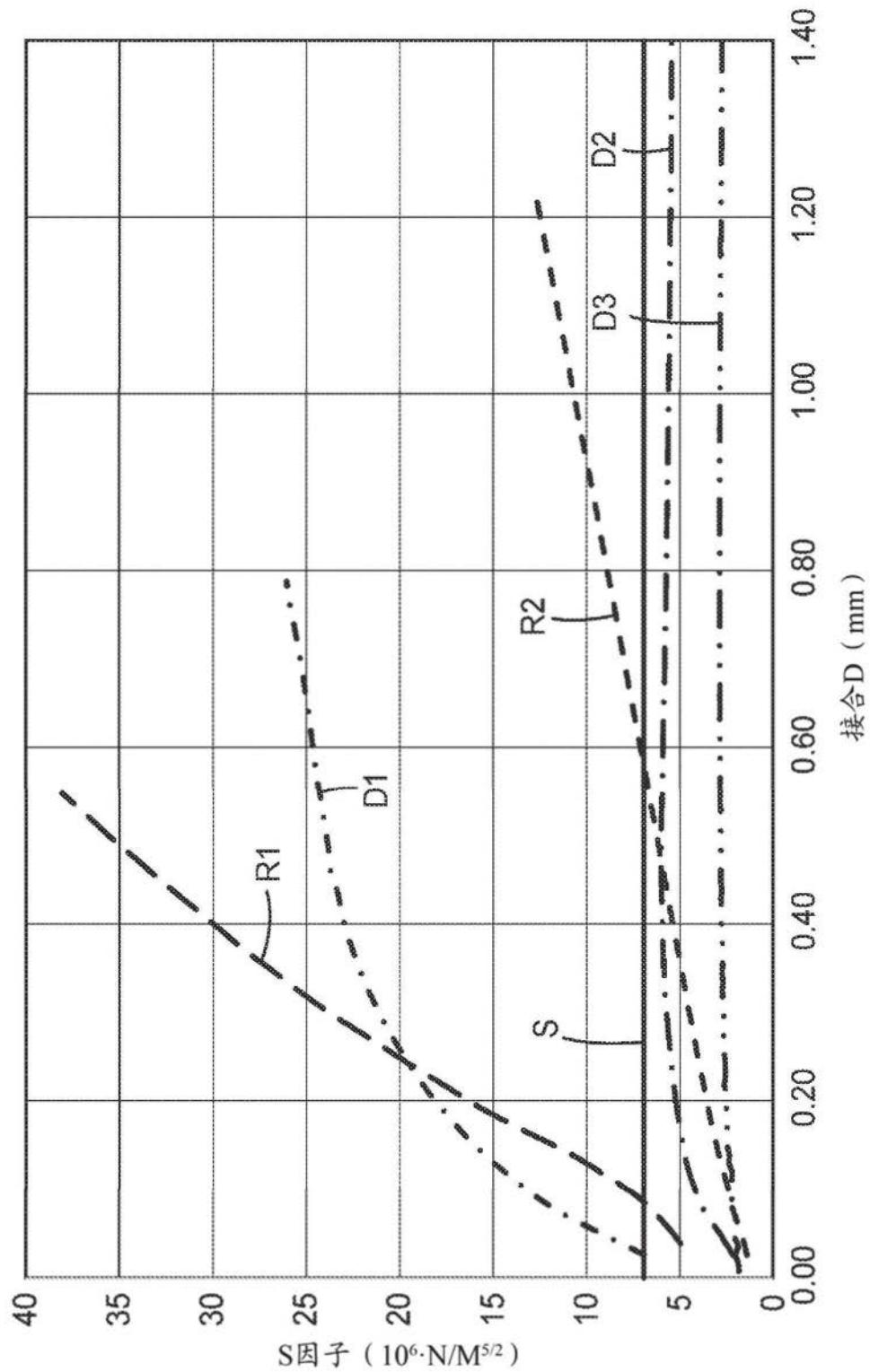


图6

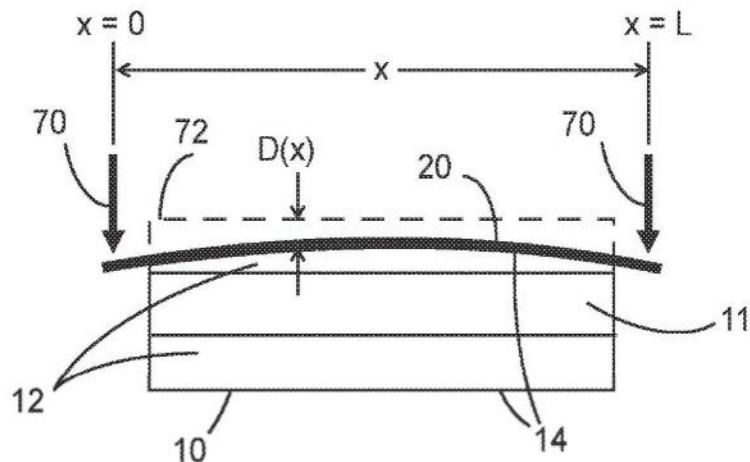


图7A

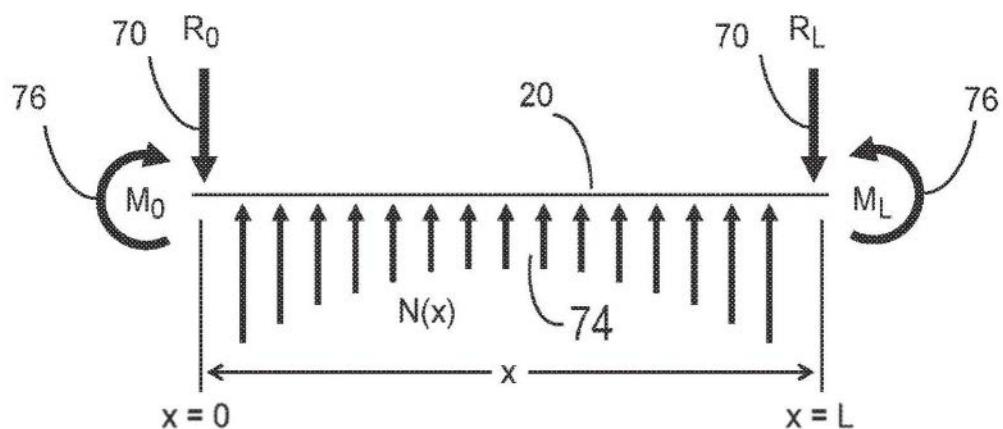


图7B

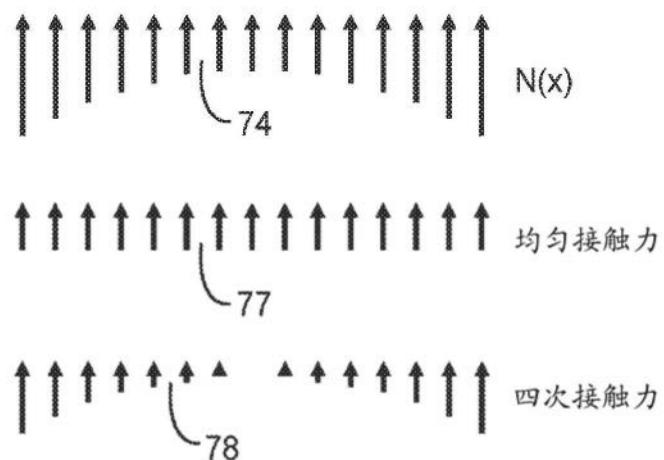


图7C

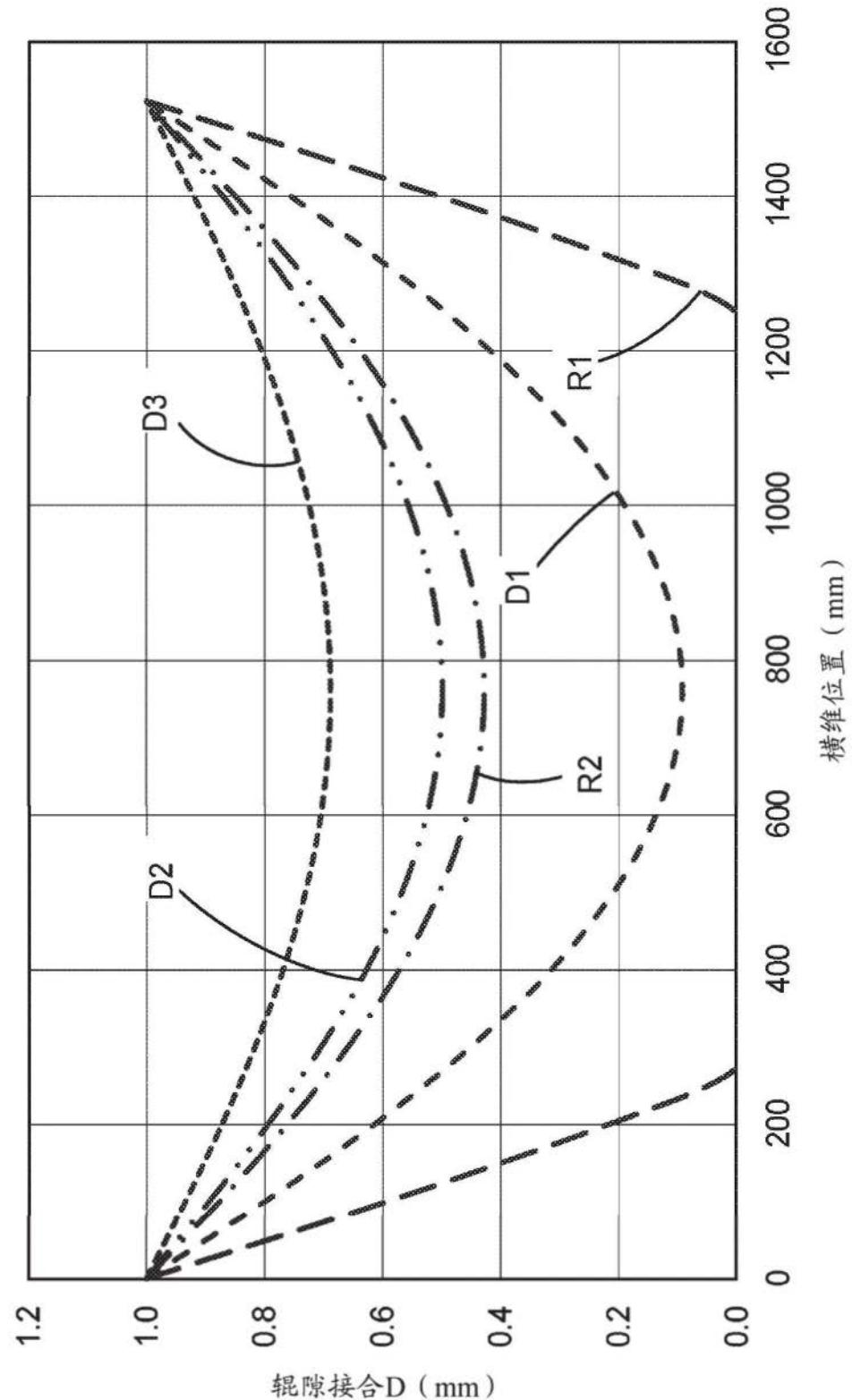


图8

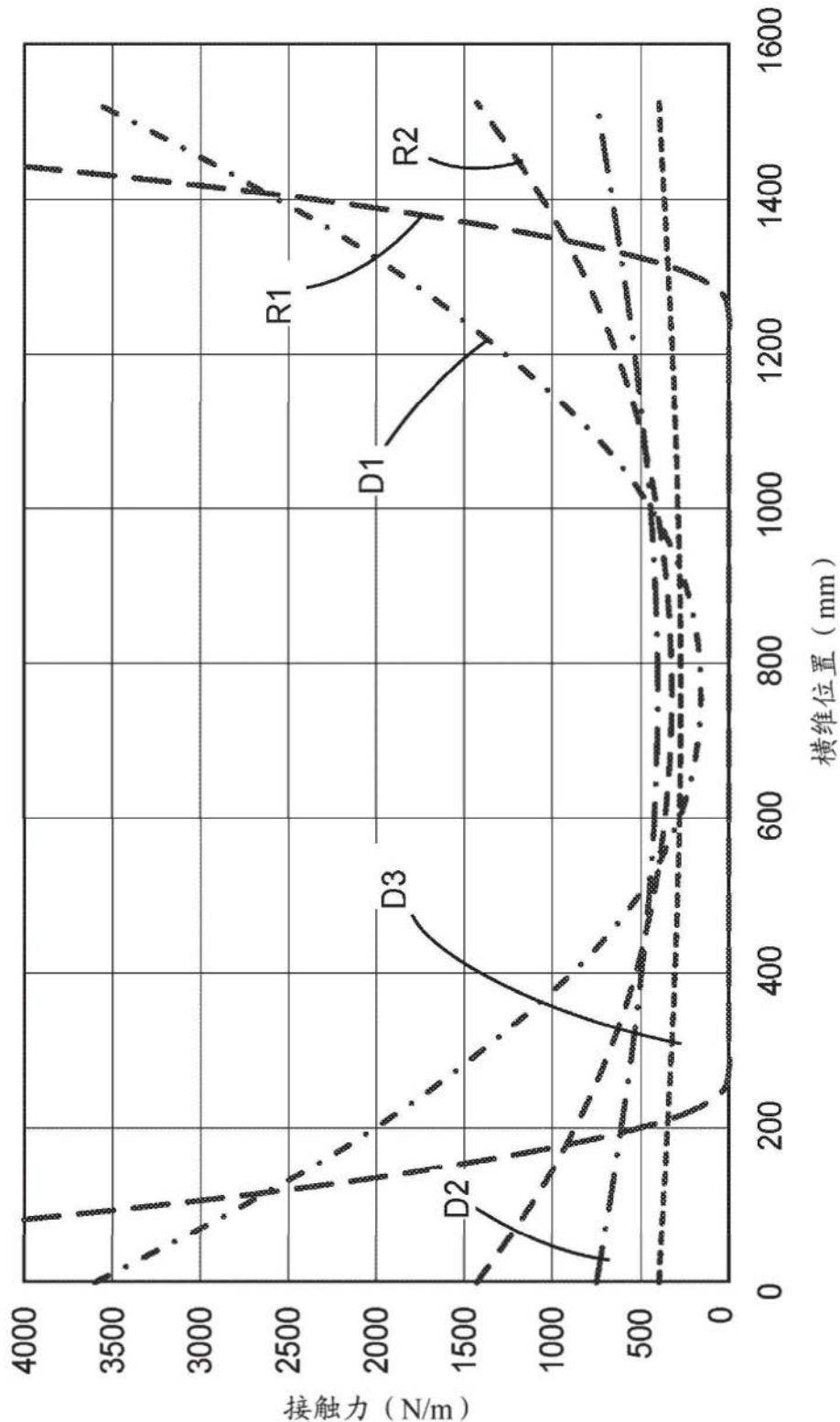


图9

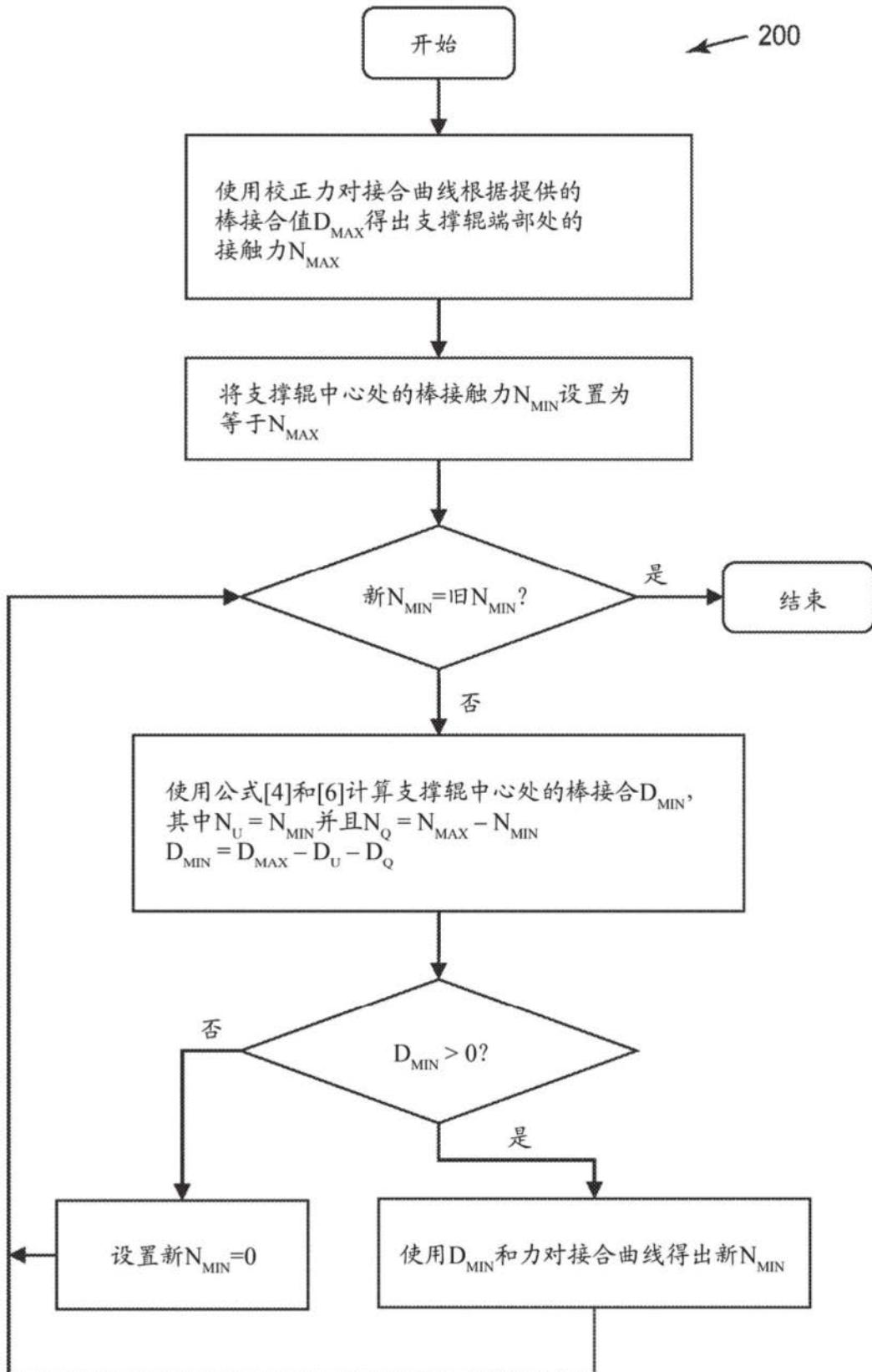


图10