

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E01C 19/22 (2006.01)

E04F 21/24 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410085884.1

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100480468C

[22] 申请日 2004.11.5

[21] 申请号 200410085884.1

[30] 优先权

[32] 2003.11.7 [33] US [31] 10/704,105

[73] 专利权人 威克股份有限公司

地址 美国威斯康星州

[72] 发明人 T·J·鲁兹 G·克鲁普克

D·W·道芬巴赫

R·D·戈德伯格

[56] 参考文献

CN1141986A 1997.2.5

US4673311A 1987.6.16

US5009547 1994.4.23

US4232980A 1980.11.11

CN2515368Y 2002.10.9

US5993109A 1999.11.30

US4320986A 1982.3.23

US4629359A 1986.12.16

水泥混凝土地面抹光机的现状及发展趋势.
张建堂. 建设机械技术与管理, 第 15 卷第 9 期.
2002

叶片式抹光机的研制开发与应用. 王良
文, 张建堂, 王景秋, 董潇. 建筑机械, 第
2002 卷第 9 期. 2002

审查员 王 涛

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 顾峻峰

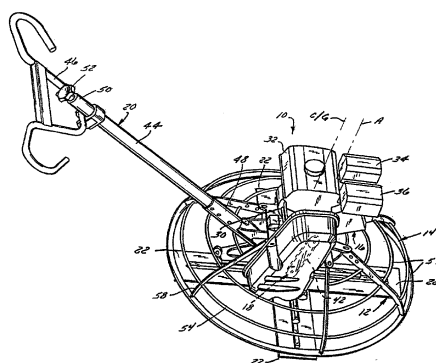
权利要求书 6 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

动平衡的行走式修平机及操作该修平机的方法

[57] 摘要

一行走式旋转修平机被构造成“动平衡”，以使操作者为控制和引导修平机必须承受的力/力矩为最小。由这设计所考虑的特征包括、但不限于摩擦、发动机转矩、机器重心和引导手柄位置。因此，当机器重心相对于一标准机器的重心显著移位时发现了动平衡及由此产生的力/力矩的减小。在与传统的行走式旋转修平机比较时将发动机相对于引导手柄组件的取向颠倒并尽可能实际可行地将发动机朝右方移位能够最实际地实现动平衡。当与传统机器比较时发现该位移使操作者必须承受的操作力和力矩至少减少了 50%。



1. 一种混凝土修平机，包括：
 - (A) 一框架；
 - (B) 安装在所述框架上并具有一可转动的输出的一发动机；
 - (C) 沿一至少大致侧向等分所述框架的线从所述框架向后延伸的一由操作者控制的引导手柄；以及
 - (D) 包括可围绕一向下延伸的转动轴线旋转的多个叶片的一转子，该转动轴线位于所述线上并且至少基本上位于框架中心，其中对所述修平机进行动平衡，以致当与未动平衡的修平机设备比较时显著地减小在与被修整的表面接触的叶片旋转时传递至手柄的力，其中所述修平机具有相对于转子的转动轴线纵向朝后偏置且在从修平机后方看时相对于所述线侧向朝右偏置的重心。
2. 如权利要求 1 中所述的修平机，其特征在于：修平机是 36 英寸修平机，并且该修平机的重心位于转子的转动轴线右方 0.00 英寸与 2.00 英寸之间，其中上述数值范围不包括 0.00 英寸。
3. 如权利要求 2 中所述的修平机，其特征在于：修平机的重心位于转子的转动轴线后方 2.00 英寸与 4.50 英寸之间。
4. 如权利要求 3 中所述的修平机，其特征在于：修平机的重心位于转子的转动轴线右方约 0.75 英寸和其后方约 3.875 英寸处。
5. 如权利要求 1 中所述的修平机，其特征在于：修平机是 48 英寸修平机，并且其中该修平机的重心位于转子的转动轴线右方 0.00 英寸与 1.50 英寸之间，其中上述数值范围不包括 0.00 英寸。
6. 如权利要求 5 中所述的修平机，其特征在于：修平机的重心位于转子的转动轴线后方 2.00 英寸与 4.50 英寸之间。
7. 如权利要求 6 中所述的修平机，其特征在于：修平机的重心位于转子的转动轴线右方约 0.375 英寸和其后方约 3.750 英寸处。
8. 如权利要求 1 中所述的修平机，其特征在于：相互关联地选择该纵向和侧向偏距。
9. 如权利要求 1 中所述的修平机，其特征在于：考虑引导手柄长度及位置和典型力矩所产生的力以确定侧向和纵向偏距。

10. 如权利要求 9 中所述的修平机，其特征在于：考虑被修整表面的摩擦系数以确定侧向和纵向偏距。

11. 如权利要求 1 中所述的修平机，其特征在于：考虑下列方程式以确定纵向偏距：

$$d = \frac{a^2}{b}$$

式中：d=纵向偏距；

a=将转子的转动轴线连接至作用在诸修平机叶片之一上的力的作用点的一水平线的长度，并将“a”假设为对于各修平机叶片均为相同值；以及

b=在修平机的转动轴线和引导手柄之间的纵向距离。

12. 如权利要求 1 中所述的修平机，其特征在于：考虑下列方程式确定侧向偏距：

$$c = \frac{ha\mu}{b}$$

式中：c=侧向偏距；

h=引导手柄的高度；

a=将转子的转动轴线连接至作用在诸修平机叶片之一上的力的作用点的一水平线的长度，并将“a”假设为对于各修平机叶片均为相同值；

μ =被修整表面的动摩擦系数；以及

b=在修平机的转动轴线和引导手柄之间的纵向距离。

13. 如权利要求 1 中所述的修平机，其特征在于：在混凝土的修整操作中，修平机被构造成在引导手柄上强加的一平均向后力不超过 50 磅。

14. 如权利要求 13 中所述的修平机，其特征在于：在混凝土的修整操作中，修平机被构造成在引导手柄上强加的一平均向后力不超过 30 磅。

15. 一种混凝土修平机，包括：

(A) 一框架；

(B) 安装在所述框架上并具有一可转动的输出的一发动机；

(C) 沿一至少大致侧向等分所述框架的线从所述框架向后延伸的一由操作者控制的引导手柄；以及

(D) 包括可围绕一向下延伸的转动轴线旋转的多个叶片的一转子，该转

动轴线位于所述线上并且至少基本上位于框架中心，其中对所述修平机进行动平衡，以致当与未动平衡的修平机设备比较时显著地减小在与被修整的表面接触的叶片旋转时传递至手柄的力，其中所述修平机具有相对于转子的转动轴线纵向朝后偏置且在从修平机后方看时相对于所述线侧向朝右偏置的重心，并且其中，所述发动机具有在从修平机后方看时面对所述修平机右方的一输出轴和面对所述修平机前方的一消音器。

16. 如权利要求 15 中所述的修平机，其特征在于：至少部分地在下列方程式的至少一个的基础上选择纵向和侧向偏距：

$$F_{23} = \frac{dF_w - \frac{a^2}{b}(F_w - F_{45}) - bF_{45}}{(h - \frac{ea}{b\mu})}$$

式中： F_{23} = 强加在引导手柄上的组合的纵向力；

d = 纵向偏距；

F_w = 通过修平机重心的重力；

a = 将转子的转动轴线连接至作用在诸修平机叶片之一上的力的作用点的一水平线的长度，并将“ a ”假设为对于各修平机叶片均为相同值；

b = 在整平机的转动轴线和引导手柄之间的纵向距离；

F_{45} = 强加在引导手柄上的组合的垂直力；

h = 引导手柄的高度；

e = 引导手柄的侧向长度的 1/2；

μ = 被修整表面的动摩擦系数；以及

$$F_{45} = F_w \frac{(\mu b^2 hc - ceab - h^2 a \mu^2 b + hea^2 \mu + ehb \mu d - eh \mu a^2 + ab^2 d - a^3 b)}{(-h^2 a \mu^2 + hea^2 \mu - eh \mu a^2 + ehb^2 \mu - a^3 b + ab^3)}$$

式中： c = 侧向偏距。

17. 一混凝土修平机，包括：

(A) 一框架；

(B) 安装在所述框架上的一发动机；

(C) 沿一至少大致侧向等分所述框架的线从所述框架向后延伸的一由操作者控制的引导手柄；以及

(D) 包括可围绕一向下延伸的转动轴线旋转的多个叶片的一转子，该转动轴线位于所述线上并且至少基本上位于框架中心，其中所述修平机具有相对于转子的转动轴线纵向朝后偏置且在从修平机后方看时相对于所述线侧向朝右偏置的重心。

18. 一混凝土修平机，包括：

(A) 一框架；

(B) 安装在所述框架上的一发动机；

(C) 沿一至少大致侧向等分所述框架的线从所述框架向后延伸的一由操作者控制的引导手柄；以及

(D) 包括可围绕一向下延伸的转动轴线旋转的多个叶片的一转子，该转动轴线位于所述线上并且至少基本上位于框架中心，其中所述修平机具有在从修平机后方看时相对于转子的转动轴线纵向朝后偏置且侧向朝右偏置的重心，其中所述发动机具有在从修平机后方看时面对所述修平机右方的一输出轴和面对所述修平机前方的一消音器。

19. 一种构造一混凝土修平机的方法，包括：

(A) 提供一框架；

(B) 提供可安装在所述框架上的一转子，所述转子包括可围绕一转动轴线旋转的多个叶片；

(C) 提供可安装在所述框架上的一发动机；

(D) 提供被构造成从所述框架向后延伸的一引导手柄；

(E) 确定在转子的转动轴线与修平机的重心之间的一偏距，该偏距在修平机操作期间导致所需的动平衡，其中所述修平机具有相对于转子的转动轴线纵向朝后偏置且在从修平机后方看时相对于所述线侧向朝右偏置的重心；以及

(F) 装配所述修平机，以实现所述偏距。

20. 如权利要求 19 中所述的方法，其特征在于：确定步骤包括确定一所需的侧向偏距。

21. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于：考虑下列方程式以确定所需的侧向偏距：

$$c = \frac{ha\mu}{b}$$

式中：c=侧向偏距；

h=引导手柄的高度；

a=将转子的转动轴线连接至作用在诸修平机叶片之一上的力的作用点的一水平线的长度，并将“a”假设为对于各修平机叶片均为相同值；

μ =被修整表面的动摩擦系数；以及

b=在修平机的转动轴线和引导手柄之间的纵向距离。

22. 如权利要求 19 中所述的方法，其特征在于：确定步骤包括确定一所需的纵向偏距。

23. 如权利要求 22 中所述的方法，其特征在于：考虑下列方程确定所需的纵向偏距：

$$d = \frac{a^2}{b}$$

式中：d=纵向偏距

a=将转子的转动轴线连接至作用在诸修平机叶片之一上的力的作用点的一水平线的长度，并将“a”假设为对于各修平机叶片均为相同值；以及

b=在修平机设备的转动轴线和引导手柄之间的纵向距离。

24. 如权利要求 19 中所述的方法，其特征在于：确定步骤包括相互关联地确定所需的纵向和偏向偏距。

25. 如权利要求 24 中所述的方法，其特征在于：至少部分地在下列方程式的至少一个的基础上确定纵向和侧向偏距：

$$F_{23} = \frac{dF_w - \frac{a^2}{b}(F_w - F_{45}) - bF_{45}}{(h - \frac{ea}{b\mu})}$$

式中：F₂₃=强加在引导手柄上的组合的纵向力；

d=纵向偏距；

F_w=通过修平机设备重心的重力；

a=将转子的转动轴线连接至作用在诸修平机叶片之一上的力的作用点的一水平线的长度，并将“a”假设为对于各修平机叶片

均为相同值；

b=在修平机的转动轴线和引导手柄之间的纵向距离；

F_{45} =强加在引导手柄上的组合的垂直力；

h=引导手柄的高度；

e=引导手柄的侧向长度的 1/2；

μ =修整表面的动摩擦系数；以及

$$F_{45}=F_w \frac{(\mu b^2 hc - ceab - h^2 a \mu^2 b + hea^2 \mu + ehb \mu d - eh \mu a^2 + ab^2 d - a^3 b)}{(-h^2 a \mu^2 + hea^2 \mu - eh \mu a^2 + ehb^2 \mu - a^3 b + ab^3)}$$

式中：c=侧向偏距。

26. 如权利要求 19 中所述的方法，其特征在于：考虑引导手柄长度及位置、机器的重心和发动机转矩以确定偏距。

27. 如权利要求 26 中所述的方法，其特征在于：考虑被修整表面的摩擦系数以确定偏距。

28. 如权利要求 19 中所述的方法，其特征在于：安装步骤包括将发动机安装在框架上，以致发动机的一输出轴面对修平机的右方，以及发动机的一消音器面对修平机的前方。

29. 一种操作如权利要求 1 所述的混凝土修平机的方法，该方法包括：

(A) 通过驱动所述转子旋转，同时使所述叶片与所述表面接触，以修整一混凝土表面；以及

(B) 在修整步骤期间，手工操纵所述引导手柄，以致引导所述修平机，其中所述手工操纵抵抗不大于约 50 磅的反作用力。

30. 如权利要求 29 中所述的方法，其特征在于：所述手工操纵抵抗不大于约 30 磅的反作用力。

动平衡的行走式修平机及操作该修平机的方法

技术领域

本发明涉及混凝土修平机，更具体地涉及一种动平衡地减少操作者耗力的一行走式旋转混凝土修平机(walk behind rotary concrete finishing trowel)。本发明另外还涉及一种操作这种修平机的方法。

背景技术

对于混凝土表面的修整，行走式修平机通常是已知的。一行走式修平机通常包括由放置在地面上的多个修平机叶片形成的一转子。由安装在转子上方的一框架或“笼子”上的一电动机驱动转子。由一操作者通过从笼子延伸若干英尺的一手柄控制修平机。旋转的修平机叶片为修整中等尺寸及大尺寸的混凝土平板提供了一种很有效的机器。但是，行走式修平机具有一些缺点。

例如，旋转的叶片在笼子上强加必须由操作者通过手柄抵抗的很大的力/力矩。尤其是，叶片旋转在笼子和手柄上强加一力矩，该力矩趋于驱动手柄逆时针方向转动或指向操作者的右方。此外，叶片旋转趋于直线地、主要向后地推动整个机器，这要求操作者在手柄上向前推动，以抵消这些力。由操作者承受的组合力矩/力是很大的，并且趋于随着旋转叶片遇到的动摩擦系数而增加，又随固化的混凝土的“湿度”而变化。抵抗这些力会使人极度疲劳，尤其考虑到通常一次要操作该机器几个小时这一实际情况。

本发明人调研了关于降低必须由操作者承受的反作用力/力矩的技术。他们从理论上分析出：如果与现在通常使用的行走式修平机相比较好地对修平机进行静平衡的话，这些力将会减小，在通常的行走式修平机中，重心通常略微偏向后方和转子转动轴线的左方。因此，发明人从理论上分析出：将修平机的重心向前移位会降低反作用力。但是他们发现该移位实际上会导致修平机在操作期间产生的反作用力增加。

所以产生了提供一种与传统的行走式修平机相比操作者可耗费相当小的力就能驾驶和控制的行走式旋转修平机的需求。

发明内容

本发明的目的是提供一种与传统的行走式修平机相比操作者可耗费相当小的力就能驾驶和控制的行走式旋转修平机。

本发明的混凝土修平机，包括：（A）一框架；（B）安装在框架上并具有一可转动的输出的一发动机；（C）沿一至少大致侧向等分框架的线从框架向后延伸的一由操作者控制的引导手柄；以及（D）包括可围绕一向下延伸的转动轴线旋转的多个叶片的一转子，该转动轴线位于线上并且至少基本上位于框架中心，其中对修平机进行动平衡，以致当与未动平衡的修平机设备比较时显著地减小在与被修整的表面接触的叶片旋转时传递至手柄的力，其中修平机具有相对于转子的转动轴线纵向朝后偏置且在从修平机后方看时相对于线侧向朝右偏置的重心。

本发明的另一方面是一种构造一混凝土修平机的方法，包括：（A）提供一框架；（B）提供可安装在框架上的一转子，转子包括可围绕一转动轴线旋转的多个叶片；（C）提供可安装在框架上的一发动机；（D）提供被构造成从框架向后延伸的一引导手柄；（E）确定在转子的转动轴线与修平机的重心之间的一偏距，该偏距在修平机操作期间导致所需的动平衡，其中修平机具有相对于转子的转动轴线纵向朝后偏置且在从修平机后方看时相对于线侧向朝右偏置的重心；以及（F）装配修平机，以实现偏距。

依据本发明，将一行走式旋转修平机构造成较好地“动平衡”，以致操作者为控制和引导修平机必须承受的力/力矩降至最小。该设计考虑了修平机的静态及动态操作和属性，并且“平衡”带有混凝土修整的操作特征的这些属性。该设计所考虑的特征包括，但不局限于，摩擦、发动机转矩、机器重心和引导手柄位置。由此，发现当相对于通常的机器重心显著地移动机器重心时产生了动平衡和合力/力矩的下降。通过在与传统的行走式旋转修平机比较时反转发动机相对于引导手柄组件的方位和尽可能实际可行地朝右侧移位发动机能够最实用地实现这效果。发现该移位在与传统机器比较时使操作者必须承受的操作力和力矩减少了至少 50%。因此显著地减轻了操作者的疲劳程度。

通过以下详细叙述和附图，本发明的这些和其它优点和特点将变得很明显。但是，应该理解，虽然以下详细叙述和附图指示了本发明的较佳实施例，但是它们是示意性的和非限制性的。在本发明的范围内可以作出许多变化和修改，而不脱离本发明的精神，并且本发明包括所有这些修改。

附图说明

在附图中示出了本发明的一较佳的示范性实施例，在全部附图中，相同的标号表示相同的部分。

图 1 是按照本发明的一较佳实施例构造的一行走式旋转修平机的立体图；

图 2 是图 1 的修平机的侧视图；

图 3 是图 1 和 2 的修平机的前视图；

图 4 是关于多种操作条件的力与每分钟转速的一系列曲线的曲线图；以及

图 5A—5C 是示意地示出了在一行走式修平机操作时产生的力的一系列力的图表。

具体实施方式

1. 修平机的结构

在图 1—3 中示出了按照本发明的一较佳实施例构造的一行走式修平机 10。通常，行走式修平机 10 包括一转子 12、叠置在转子 12 上方并被支承在转子 12 上的一框架或“笼子”14、支承在笼子 14 上的一发动机 16、可操作地将发动机 16 连接至转子 12 的一传动轮系 18、以及用于控制和驾驶修平机 10 的一手柄 20。请参阅图 2，转子 12 包括从一轮毂 24 径向延伸的多个修平机叶片 22，轮毂又由一垂直轴 26 传动。

发动机 16 包括安装在转子 12 上方的笼子 14 上的一内燃机。再次参阅图 1—3，发动机 16 为通常用在行走式修平机上的类型。它因此包括一曲轴箱 30、一燃料箱 32、一空气供应系统 34、一消音器 36、一拉绳式起动器 38、一输出轴（未示出）等。传动轮系 18 可以是被构造成从发动机输出轴将驱动转矩传递至转子输入轴 26 的任何结构。在所示实施例中，它包括连接于发动机输出轴的一离心离合器（未示出）和从该离合器将转矩传递至转子输入轴 26 的一齿轮箱 40。如图 1 所示，一皮带传动组件 42 将齿轮箱连接于离合器。较佳的齿轮箱 40 为通常使用在行走式修平机上一蜗轮齿轮箱的型式。

手柄组件 12 包括一支柱 44 和一引导手柄 46。支柱 44 具有连接于齿轮箱 40 的一下端 48 和处于下端之上和之后若干英尺的一上端 50。引导手柄 46 安装在支柱 44 的上端 50 上。一叶片节距调节旋钮 52 安装在支柱 44 的上端 50 上。在支柱 44 和/或引导手柄 46 上可以安装其它控制器，例如扼流控制器、

刹车开关等。

笼子 14 由位于一平板 56 之下的多个垂直分开的同心环 54 形成, 并且由多个倾斜臂 58 互连而成, 各倾斜臂从平板 56 的底部向下延伸至最下方的环 54。环 54 可以由管子、棒材或是具有适当刚性和强度以支承修平机 10 并保护转子 12 的任何其它结构制成。为了以所需方式分布重量, 一个或多个环 54 可以分段, 带有由相对较轻的管材制成的一个或多个弧形段, 其它段由较重的棒材制成, 和/或完全省去其余一个或多个段。一个或多个臂 58 能够类似地分段。还可以在笼子 14 上的重要位置处安装重块, 以实现另外的重大的重量分布。

2. 重心偏置

仍旧参阅图 1—3, 并且根据本发明, 修平机的重心 “C/G” 相对于转子的转动轴线 “A” 是侧向和纵向偏置的。尤其是, 重心相对于转动轴线 A 是偏向后方和右方 (在从修平机后方看时)。在以下第 3 节中详细讨论了在该定位和优化定位之后所考虑的问题。首先, 当与传统机器比较时, 发动机 16 相对于引导手柄 20 转动了 180°。因此, 燃料箱 32 面向后、或朝向操作者, 而空气供应系统 34 和消音器 36 面向前、离开操作者。此外, 转矩传送系统 18 位于操作者的右方、与他或她的左方相对, 并且拉绳 38 位于操作者的左方、与他或她的右方相对。因此, 可以认为发动机 16 “面向前”、与 “面向后” 相对。由此, 将修平机的重心 C/G 定位在修平机的几何重心的右方。还将齿轮箱 40 转动 180°, 以适应机器的再定向。当与现有机器比较时, 这些再定向的组合效果将修平机的重心 C/G 显著地移位到右方。它也将重心 C/G 移位到进一步位于转子的转动轴线 A 之后的位置。

在 48 英寸修平机——即, 它的叶片圆周是直径 48 英寸的圆——的所示实施例中, 当发动机 16 移位时, 在机器设计的实际限制条件下, 例如引导手柄的长度、发动机质量、发动机至齿轮箱间距方面的限制等产生了优化结果, 以致将重心 C/G 移位或再定位到修平机轴线 A 之后 3.75 英寸和朝该轴线右方 0.375 英寸的一位置。在图 2 和 3 中分别示出了所产生的纵向和侧向偏距 “d” 和 “c”。当然, 用较小的偏距, 尤其是较小的侧向 (X) 偏距 (例如 0.125), 会产生某些有益的平衡效果。在以下第 3 节中讨论了最佳的偏距计算和偏距相互关系。

已经发现该再定位几乎消除了作用在引导手柄 46 上的直线力, 要求操作者仅需要抵抗强加在手柄上的旋转力矩和自该转矩产生的直线力。在图 5 的一

系列图中示出了这种效果，图 5 将一现有技术的 48 英寸修平机的操作者所承受的力与根据上述内容所构造的一修平机所强加的力进行了比较。用在一钢板上操作的标准叶片测量这些力。曲线 60 和 64 的比较证实：根据发动机每分钟的转数，所承受的总力从约 65—75 磅下降到 20—30 磅。曲线 62 和 66 的比较显示：直线力——即，除了叶片转矩之外以及根据上述内容偏置机器重心所补偿的诸因素所产生的那些直线力——从约 40—45 磅下降至小于 10 磅。在混凝土的修整操作中，可将修平机构造成在引导手柄上强加的一平均向后力不超过 50 磅，甚至不超过 30 磅。

该发动机再定向的一辅助益处是，由于来自废气的热和烟目前被定向为远离操作者的方向，而不是朝向操作者，因此增加了操作者的舒适性。

3. 重心偏移的确定

能够纯粹通过反复试验确定相对于转子的转动轴线 A 的最佳的侧向和纵向重心偏距“c”和“d”，即对于一给定的修平机设计的优化重心位置。它们还可以通过考虑诸如机器的几何形状和在固化混凝土过程中修平机所经历的动态摩擦系数的变化等以数学方式计算确定。现在将参照图 5A—5C 说明这些计算，这些图示意地示出了在行走式修平机的操作期间所产生的力。

对修平机进行动态平衡要求尽可能地消除作用在手柄上的力。首先请参阅图 5A，该图是在水平（XY）面内的一作用力，直线 70 代表叶片，假定各叶片具有从转子转动轴线 A 至作用在修平机叶片上的力的作用点（centroid）测得的相同的有效长度“a”。直线 72 表示在侧（X）平面内的手柄，并且在中心柱 44（图 1—3）的任一侧上具有有效长度“e”，即引导手柄具有一侧向长度 2e。手柄 12 具有从转子的转动轴线 A 至引导手柄上的握持部测得的、如直线 74 所示的有效纵向长度“b”。在工作中，四个叶片分别受到摩擦产生的水平力 F_{Af} 、 F_{Bf} 、 F_{Cf} 和 F_{Df} ，每个摩擦力都产生围绕转子轴线 A 的相应的力矩 aF_{Af} 、 aF_{Bf} 、 aF_{Cf} 和 aF_{Df} 。手柄 12 受到纵向（Y）水平力 F_{H2} 和 F_{H3} 以及一侧向（X）力 F_{H1} 。

利用下列方程式可以平衡沿 X 方向作用在手柄上的力或将其设定为零：

$$F_{H1} + F_{Af} = F_{Bf} \quad \text{方程式 1}$$

利用下列方程式可以平衡沿 Y 方向作用在手柄上的力或将其设定为零：

$$F_{Cf} = F_{Df} + F_{H2} + F_{H3} \quad \text{方程式 2}$$

利用下列方程式可以平衡 XY 平面内的力矩或将其设定为零：

$$a(F_{Af} + F_{Bf} + F_{Cf} + F_{Df}) = bF_{H1} + eF_{H2} - eF_{H3} \quad \text{方程式 3}$$

能够利用相同的步骤表示其余平面内的力平衡。因此，参阅图 5B，该图表示了 XZ 平面内的修平机，利用下列方程式可以平衡作用在手柄上的垂直（Z）力或将其设定为零：

$$F_W = F_{AZ} + F_{BZ} + F_{CZ} + F_{DZ} + F_{H4} + F_{H5} \quad \text{方程式 4}$$

式中，除了以上定义的力之外：

F_{AZ} 、 F_{BZ} 、 F_{CZ} 和 F_{DZ} = 作用在诸叶片上的垂直力；

F_{H4} 和 F_{H5} = 作用在引导手柄端部上的垂直力；

F_W = 通过机器重心作用的重力；以及

c = 在修平机的重心 C/G 和与转子的转动轴线 A 一致的机器中心之间的侧向（X）偏距。

利用下列方程式可以平衡 XZ 平面内的力矩或将其设定为零：

$$aF_{DZ} + hF_{H1} + eF_{H5} - eF_{H4} - aF_{CZ} - cF_W = 0 \quad \text{方程式 5}$$

式中： h = 引导手柄的高度（见图 5B 中的线 76）。

参阅图 5C，该图表示了 YZ 平面内的修平机，利用下列方程式可以平衡 YZ 平面的力矩或将其设定为零：

$$aF_{AZ} + dF_W = aF_{BZ} + bF_{A4} + bF_{A5} + hF_{H2} + hF_{H3} \quad \text{方程式 6}$$

式中： d = 修平机的重心 C/G 和与转子的转动轴线 A 一致的机器中心之间的纵向（Y）偏距。

利用以上参数，能够将重心侧向偏距 c 表示为手柄上的力、修平机尺寸和待修整表面的摩擦系数 μ 的函数：

$$\frac{hF_{H1} + e(F_{H5} - F_{H4}) - \left[\frac{bF_{H1} + e(F_{H2} - F_{H3})}{\mu^2(F_W - F_{H4} - F_{H5})} \right] (F_{H2} + F_{H3})}{F_W} = c \quad \text{方程式 7}$$

力 F_{H1} 是由叶片转动所强加的力矩产生的，并且无法通过调节修平机的重心得以消除。但是通过简化方程式 7、以将其余力 F_{H2} 、 F_{H3} 、 F_{H4} 、 F_{H5} 设定为零，由下列方程式能够确定消除这些力所需的侧向偏距 c ：

$$c = \frac{ha\mu}{b} \quad \text{方程式 8}$$

类似地，能够将重心前后偏距 d 表示为强加在手柄上的力、修平机尺寸和修整表面摩擦系数 μ 的函数：

$$d = \frac{\frac{bF_{H1}^2 + eF_{H1}(F_{H2} - F_{H3})}{\mu^2(F_W - F_{H4} - F_{H5})} + b(F_{H4} + F_{H5}) + h(F_{H2} + F_{H3})}{F_W} \quad \text{方程式 9}$$

通过简化方程式 9、以将力 F_{H2} 、 F_{H3} 、 F_{H4} 和 F_{H5} 设定为零，能够解方程式 9，得到 d 所使用的方程式为：

$$d = \frac{a^2}{b} \quad \text{方程式 10}$$

因此，被构造成具有自机器中心（如由转子的转动轴线 A 所确定的）侧向和纵向偏离了由利用方程式 8 和 10 确定的数值 c 和 d 的重心 C/G 的一机器理论上在修平机操作期间没有将不是由力矩引起的力强加在手柄上。

理论值 c 和 d 对于大多数现有的行走式修平机的结构来说是不实用的，并且对于某些修平机设备甚至可能是不可行的。例如，理论上很好的侧向偏距 c 可能与转子转动轴线 A 分开如此之远，以致发动机不得不以悬臂方式离开机器的侧部。

因此，需要按实际情况确定在一偏距范围上 c 和 d 相互具有的效果并选择最好地实现动平衡的所需目标的 c 和 d 的实际值。利用下列步骤能够做到这一点：

首先，将问题最少的力低估至它们是最小和/或相对不可能产生的程度，以简化计算，能够假设没有扭转力强加在引导手柄 46 上（即 $F_{H4} = F_{H5}$ ）以及由于操作者通常仅用左手在手柄上推动，以抵抗由顺时针转动叶片所强加的力矩的事实，所以假定 $F_{H3} = 0$ 。利用下列方程式可以为许多实用的纵向偏距 d 的每一个确定合力 F_{23} （由纵向力 F_{H2} 和 F_{H3} 组合产生）：

$$F_{23} = \frac{dF_W - \frac{a^2}{b}(F_W - F_{45}) - bF_{45}}{(h - \frac{ea}{b\mu})} \quad \text{方程式 11}$$

其次，能够利用下列方程式为许多实用的纵向偏距 d 和实用的侧向偏距 c 的每一个确定合力（由垂直力 F_{H4} 和 F_{H5} 组合产生）：

$$F_{45} = F_w \frac{(\mu b^2 hc - ceab - h^2 a \mu^2 b + hea^2 \mu + ehb \mu d - eh \mu a^2 + ab^2 d - a^3 b)}{(-h^2 a \mu^2 + hea^2 \mu - eh \mu a^2 + ehb^2 \mu - a^3 b + ab^3)}$$

方程式 12

然后能够产生允许设计者选择在 F_{23} 和 F_{45} 之间找到最好平衡的偏距 c 和 d 的一表格。当然，设计者可以选择将优先权给予这些数值的一个，例如通过选择尽可能实际可行地减小 F_{45} 、同时牺牲 F_{23} 的某些下降的一偏距。

从表格 1 能够理解该分析和它的实际执行的效果，该表格列出了用于 36 英寸修平机和 48 英寸修平机的传统的标准（现有技术）偏距、理论偏距以及利用上述步骤所选择的典型实用的偏距，其中正值表示转子轴线 A 的后方或右方（在从修平机后方看时）的位置，而负值表示转子轴线 A 的前方或左方的位置。注意：术语“36 英寸修平机”和“48 英寸修平机”是标明技术的标准修平机尺寸的被接受的术语，而不是指定任何特别精确的修平机尺寸。还要注意：少数几个制造商把通常认为是“48 英寸修平机”的修平机称为“46 英寸修平机”。

表格 1：典型偏距

	36 英寸修平机	48 英寸修平机
标准 x 偏距	-0.375"	-0.125"
标准 y 偏距	3.25"	2.50"
理论 x 偏距	3.46"	3.88"
理论 y 偏距	1.59"	2.38"
典型实用的 x 偏距	0.75"	0.375"
典型实用的 y 偏距	3.875"	3.75"

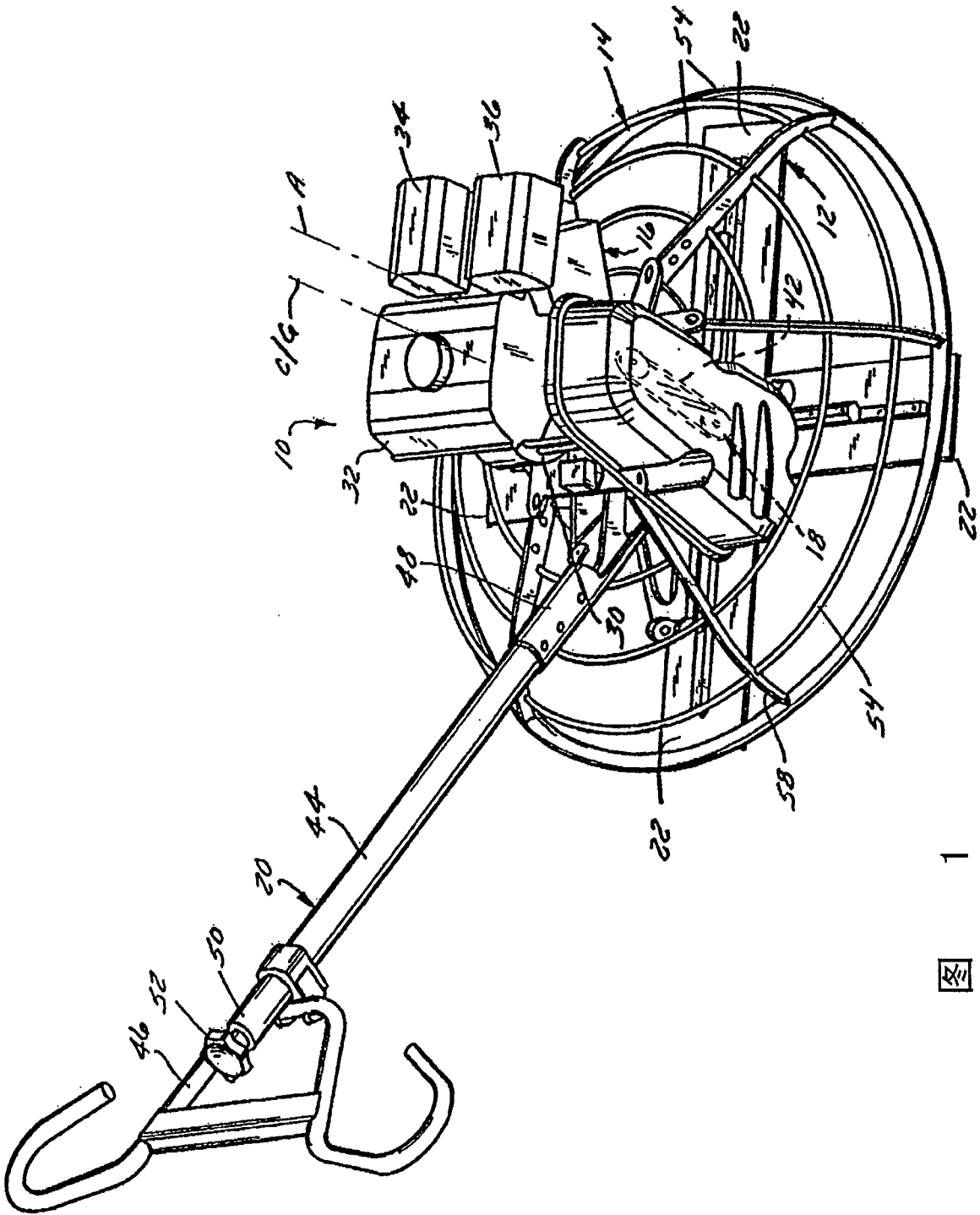
除了上述典型偏距之外，本技术领域的普通技术人员应当理解的是，当修平机是 36 英寸修平机时，该修平机的重心可以位于转子的转动轴线右方 0.00 英寸与 2.00 英寸之间。另外，修平机的重心还可以位于转子的转动轴线后方

2.00 英寸与 4.50 英寸之间。当修平机是 48 英寸修平机时，该修平机的重心可以位于转子的转动轴线右方 0.00 英寸与 1.50 英寸之间。另外，修平机的重心还可以位于转子的转动轴线后方 2.00 英寸与 4.50 英寸之间。

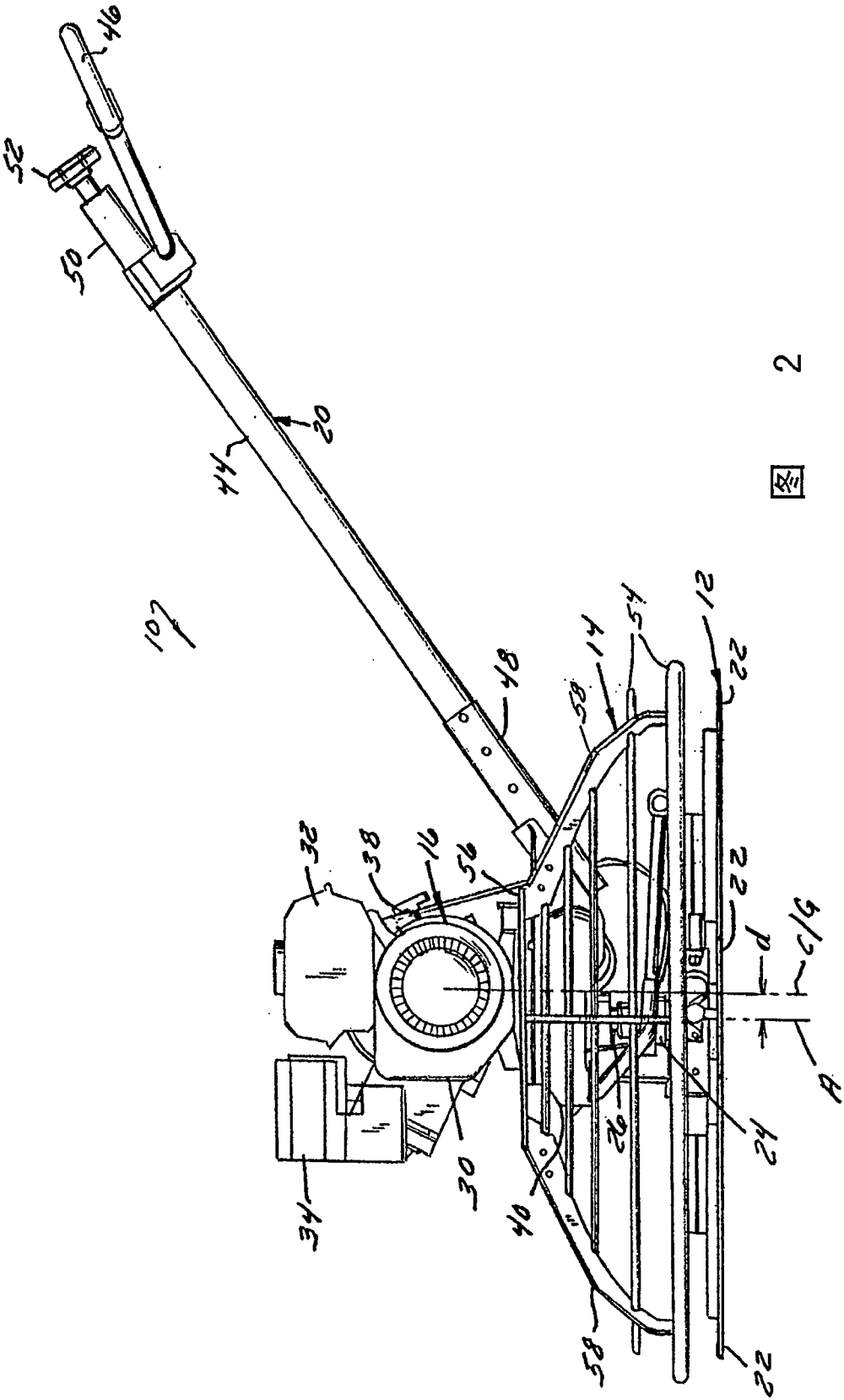
4. 修平机设备的操作

在修平机设备 10 的常规操作中，将转矩从发动机的输出轴传递到离合器、传动轮系、齿轮箱 40 和转子。

于是叶片 22 被驱动旋转并与被修整的表面接触，使混凝土光滑。由混凝土所强加的摩擦阻力随诸如转子旋转速度、用于修整表面的叶片或盘的类型和叶片或盘相对于表面的方位、以及表面的摩擦系数而变化。在这操作期间操作者利用引导手柄沿着表面引导机器 10。在现有的行走式修平机中，该操作承受总共 60—75 磅的相当大的力的阻挡。但是，因为如上所述地对修平机 10 进行动平衡，所以由操作者承受的总力为 20—30 磅，降低幅度远超过 50%。如以上所指出，对于本发明可以作出许多变化和修改，而不脱离本发明的范围。以上讨论了这些变化中的某些变化的范围。从所附权利要求书，其它变化的范围将变得很明显。



1



2



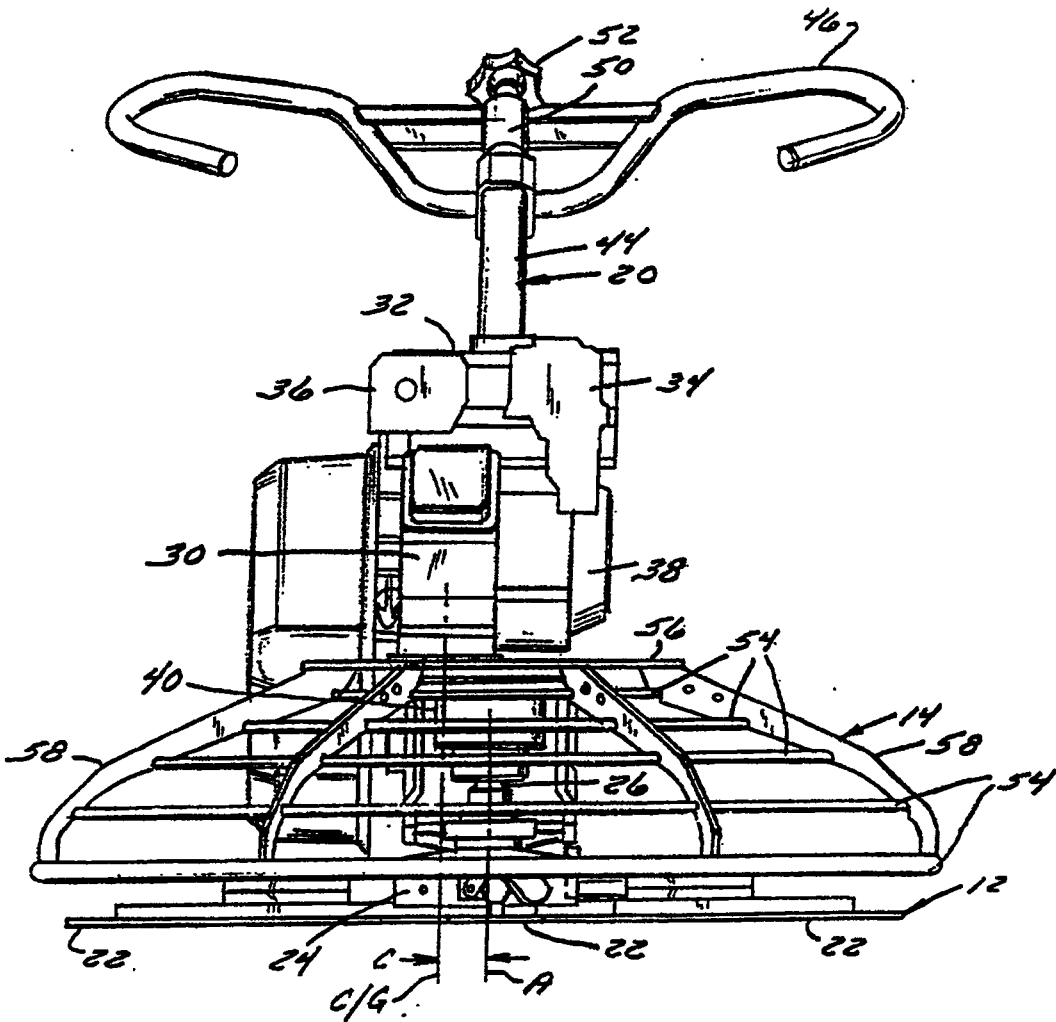


图 3

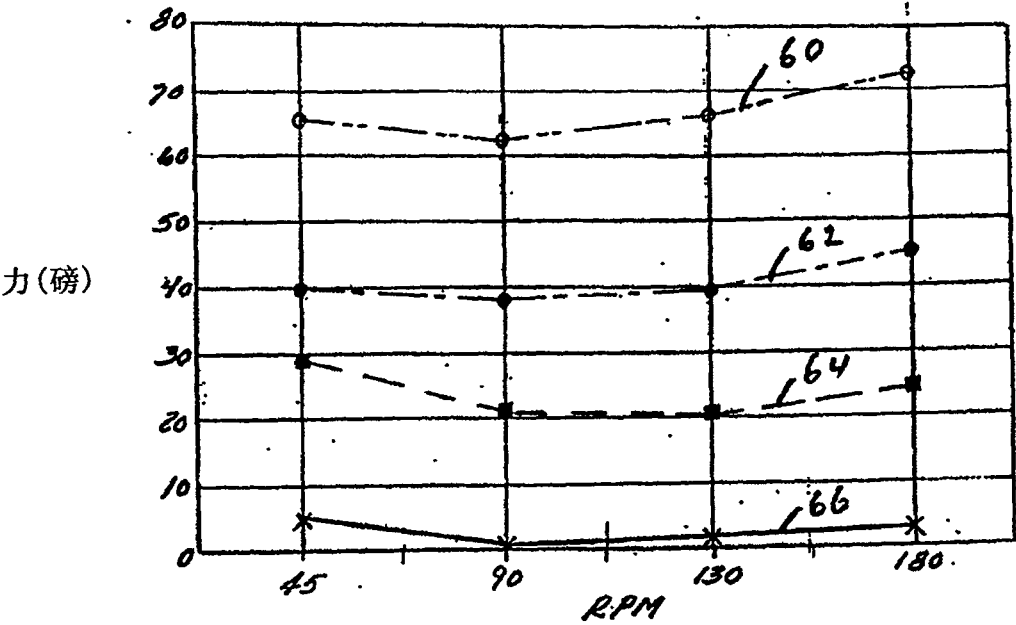


图 4

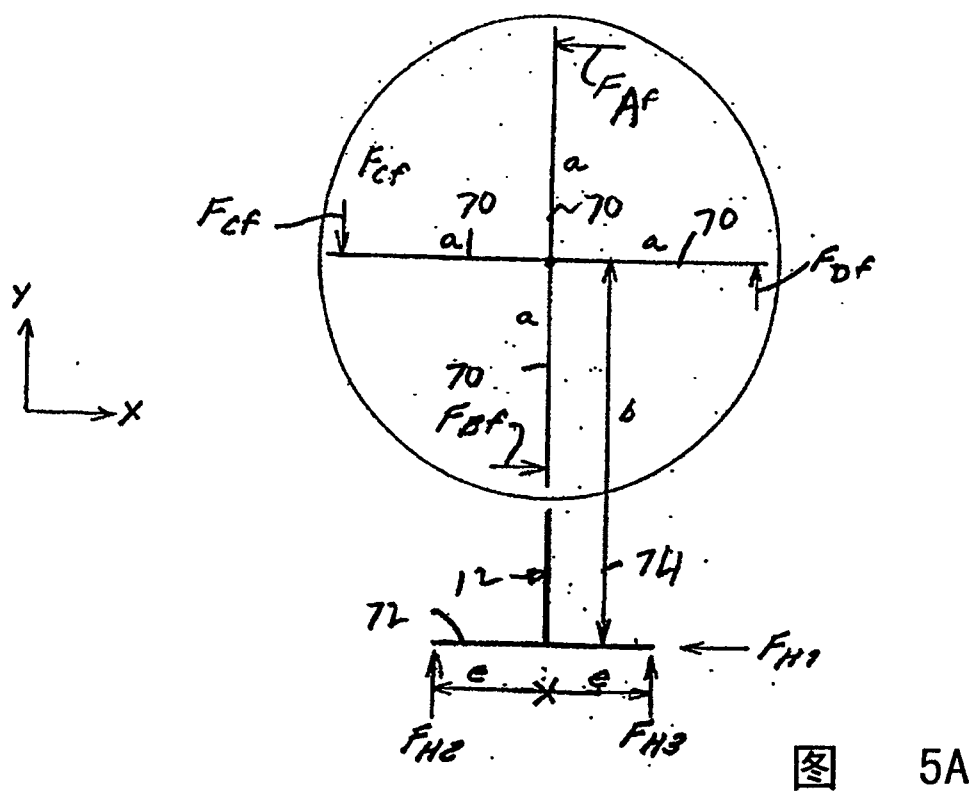


图 5A

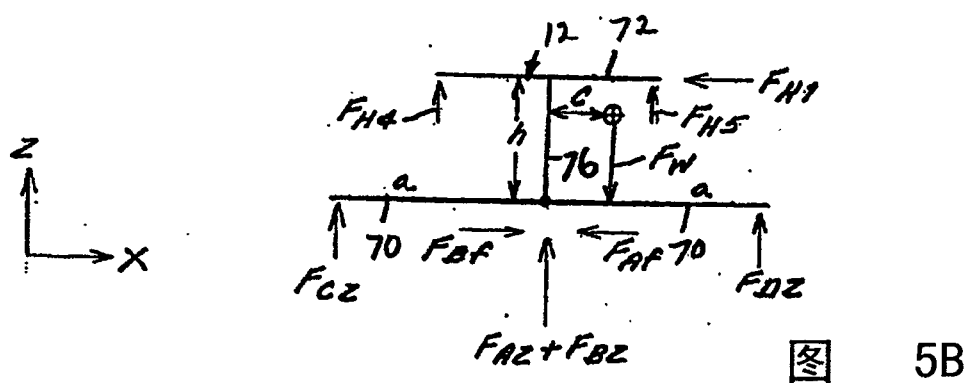


图 5B

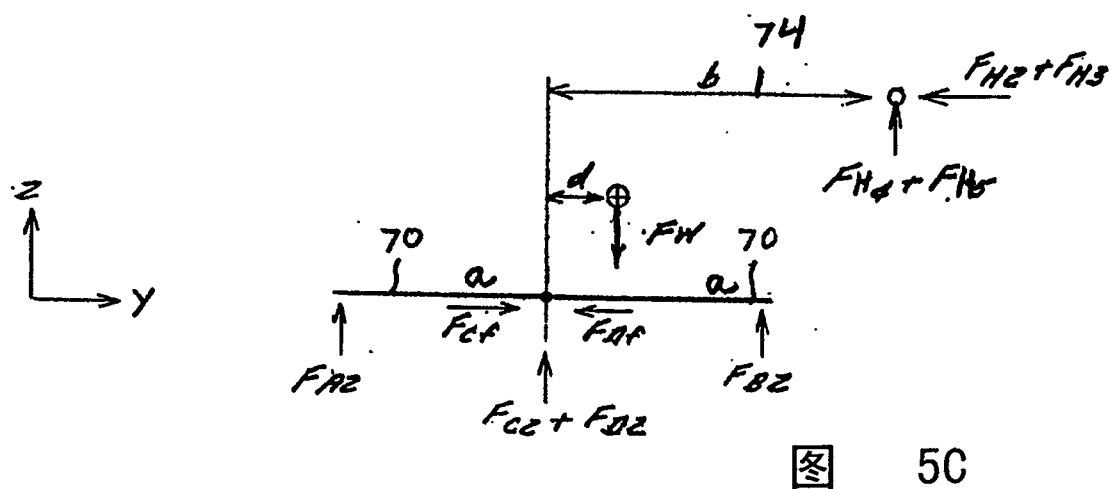


图 5C