



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116638867 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 25

(21) 申请号 202310850667.X

B41J 2/355 (2006.01)

(22) 申请日 2017.12.22

B41J 29/393 (2006.01)

(30) 优先权数据

1621983.4 2016.12.22 GB

(62) 分案原申请数据

201780087206.4 2017.12.22

(71) 申请人 录象射流技术公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 M·麦克内斯特里 G·沃利

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

专利代理师 邹松青 任霄

(51) Int. Cl.

B41J 2/32 (2006.01)

B41J 2/315 (2006.01)

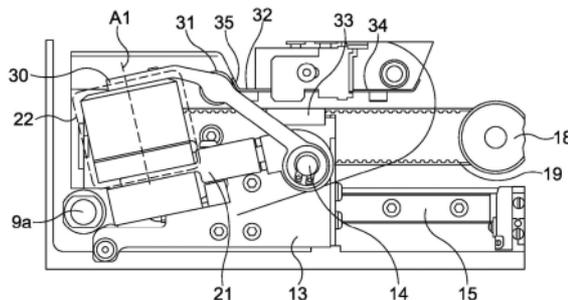
权利要求书2页 说明书48页 附图17页

(54) 发明名称

打印机

(57) 摘要

一种打印机,包括被构造成选择性地致使在设置成邻近于打印机的衬底上创建标记的打印头,该打印头具有第一构型和第二构型,在第一构型中打印头与打印表面间隔开,在第二构型中打印头被构造成在打印操作期间将衬底压靠在打印表面上。打印机还包括被构造成使打印头在第一构型和第二构型之间朝向和远离打印表面移动的打印头驱动组件,该打印头驱动组件包括永磁体和电磁体。当电磁体处于第一状态时,在永磁体和电磁体之间产生吸引力,并且当电磁体处于第二状态时,在永磁体和电磁体之间产生排斥性磁力,所述吸引力 and 排斥性磁力中的每一者被构造成实现推动打印头远离和朝向打印表面中的一者。



1. 一种用于打印机的打印头,所述打印头包括:
与所述打印头的第一表面相关联的多个打印元件,所述多个打印元件中的每一者构造成被选择性地激励以便致使在设置成邻近于所述打印头的衬底上创建标记;以及
布置成产生指示所述打印头的位置的信号的打印头位置传感器,所述打印头位置传感器与所述打印头的第二表面相关联,所述第二表面与所述第一表面大致相对。
2. 根据权利要求1所述的打印头,其中,所述打印头位置传感器被构造成在所述打印头朝向和远离打印表面移动期间产生指示所述打印头的一部分和参考位置之间的间隔的信号。
3. 根据权利要求1或2所述的打印头,其中,所述打印头位置传感器包括接收器,所述接收器布置成从参考位置接收信号。
4. 根据权利要求3所述的打印头,其中,所述打印头位置传感器包括发射器,所述发射器布置成朝向所述参考位置发射信号。
5. 根据权利要求4所述的打印头,其中,所述接收器布置成接收由所述参考位置反射的反射信号,所述反射信号基于由所述发射器发射的所述信号。
6. 根据权利要求3至5中任一项所述的打印头,其中,所述打印头还包括布置成基于由所述接收器接收的信号来产生输出的电路。
7. 根据权利要求6所述的打印头,其中,所述输出基于由所述接收器接收的所述信号的幅度。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的打印头,其中,所述打印元件是这样的加热元件:所述加热元件加热油墨以使油墨从传墨色带转印到所述衬底,以便致使在所述衬底上创建标记。
9. 根据权利要求1至7中任一项所述的打印头,其中,所述打印元件是这样的加热元件:所述加热元件产生热量以便致使在热敏衬底上创建标记。
10. 一种打印机,其包括根据权利要求1至9中任一项所述的打印头。
11. 根据权利要求10所述的打印机,其还包括控制器,所述控制器布置成:
从所述打印头接收输出;并且
基于所接收的所述输出来控制所述打印机的操作。
12. 根据权利要求11所述的打印机,其中,基于所接收的所述输出来控制所述打印机的操作包括:产生控制信号以用于基于指示所述打印头的位置的所述信号来控制所述打印头的位置。
13. 根据权利要求10至12中任一项所述的打印机,其中,所述打印机是热敏打印机,并且其中,所述打印头构造成被选择性地激励以便产生致使在所述衬底上创建所述标记的热量。
14. 根据权利要求13所述的打印机,其中,所述打印机是热转印打印机,并且其中,所述打印头构造成被选择性地激励以便使油墨从传墨色带转印到所述衬底,以便致使在所述衬底上创建所述标记。
15. 根据权利要求14所述的热转印打印机,其还包括:
第一卷轴支撑件和第二卷轴支撑件,每个卷轴支撑件被构造成支撑色带的卷轴;以及
色带驱动器,其被构造成使色带从所述第一卷轴支撑件移动到所述第二卷轴支撑件;

其中,所述打印头被构造成将油墨从所述色带选择性地转印到所述衬底以便致使在所述衬底上产生所述标记,所述打印头将所述打印色带和衬底一起压靠在所述打印表面上。

16. 根据权利要求13所述的热敏打印机,其中,所述打印头被构造成致使在热敏衬底上创建所述标记。

打印机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种打印机。更特定地,但非排他地,本发明涉及一种热敏打印机,其中打印头朝向和远离打印表面(将抵靠该打印表面发生打印)的移动至少部分地由永磁体和电磁体之间的相互作用引起。

背景技术

[0002] 热转印打印机使用传墨色带。在打印操作中,将色带上承载的油墨转印到待打印的衬底。为了实现油墨的转印,使打印头与色带接触,并且使色带与衬底接触。打印头包含打印元件,打印元件在与色带接触的同时被加热时导致油墨从色带转印到衬底上。油墨将从色带的邻近于被加热的打印元件的区域被转印。可以通过以下方式将图像打印在衬底上:选择性地加热图像的与需要转印油墨的区域对应的打印元件,并且不加热图像的与不需要转印油墨的区域对应的打印元件。

[0003] 直接热敏打印机还使用热敏打印头来在热敏衬底上产生标记。使打印头与衬底直接接触。当打印头的打印元件在与衬底接触的同时被加热时,在衬底的邻近于被加热的打印元件的区域上形成标记。

[0004] 在一些现有技术的打印机中,打印头朝向和远离打印表面的移动通过气缸气动地实现,气缸按压打印头以与打印表面以及位于打印头和打印表面之间的任何衬底和色带(在存在的情况下)接触。这种布置结构是有效的,但是具有相关联的缺点。特别地,通常不可能容易改变由打印头施加的压力,并且使用打印机需要压缩空气的可用供应。替代地,打印头可通过马达朝向和远离打印表面移动。

发明内容

[0005] 本发明的一些实施例的目的是提供一种新颖的热敏打印机,其消除或减轻了现有技术热敏打印机的至少一些缺点,无论所述缺点是否在上文阐述或以其他方式阐述。

[0006] 根据本发明的第一方面,提供了一种打印机,其包括被构造成选择性地致使在设置成邻近于打印机的衬底上创建标记的打印头,该打印头被构造成在打印操作期间将衬底压靠在打印表面上。打印机还包括被构造成使打印头朝向和远离打印表面移动的打印头驱动组件,该打印头驱动组件包括永磁体和电磁体。当电磁体处于第一状态时,在永磁体和电磁体之间产生吸引力。当电磁体处于第二状态时,在永磁体和电磁体之间产生排斥性磁力。所述吸引力磁力和排斥性磁力中的每一者被构造成实现推动打印头远离和朝向打印表面中的一者。

[0007] 使用电磁体和永磁体允许控制两个磁性部件之间的磁相互作用,以便产生不同大小的吸引力或排斥力。例如,可以允许永磁体的磁场磁化电磁体的一部分,从而导致它们之间的磁吸引,即使当电磁体被去激励时也如此。进一步地,永磁体的磁场可以通过由电磁体产生的磁场来加强,以便使磁吸引强度增大。替代地,如果永磁体的磁场与由电磁体产生的磁场相反或甚至被其克服,则可以引起磁排斥。更一般地,控制各种磁性部件之间的磁相互

作用以便控制作用在打印头组件的部件上的力,例如以使打印头在打印操作期间以及在打印操作之间移动。此外,在该构型中使用永磁体允许在电磁体始终不被激励的情况下产生一些力,从而减少由这种电磁体产生的热量。

[0008] 吸引力磁力可被构造成推动打印头远离打印表面。排斥性磁力可被构造成朝向打印表面推动打印头。

[0009] 打印机可包括布置成控制打印头驱动组件的控制器。控制器可布置成控制电磁体。控制器可布置成控制电磁体的激励状态。

[0010] 在第一状态下,电磁体可被去激励。在第一状态下,永磁体可被构造成致使在永磁体和电磁体之间产生吸引力。第一状态是激励状态的示例。

[0011] 即,在第一状态下,电磁体可被构造成以便切断。特别地,在第一状态下,电磁体可被构造成以便不产生磁场。然而,电磁体仍然可通过由永磁体产生的磁场磁化,从而导致在永磁体和电磁体之间产生吸引力。这允许即使在未供电状态下也产生吸引力。

[0012] 在第二状态下,电磁体可沿第一方向被激励,使得在永磁体和电磁体之间产生排斥力。即,在第二状态下,电磁体可被构造成致使在永磁体和电磁体之间产生排斥力。第二状态是激励状态的示例。

[0013] 例如,电磁体可被激励,以便致使产生磁极,该磁极用于排斥由永磁体提供的对应磁极。由永磁体提供的对应磁极可邻近于所产生的磁极。

[0014] 在第三状态下,电磁体可沿第二方向被激励,使得在永磁体和电磁体之间产生第二吸引力。第二方向可与第一方向相反。

[0015] 例如,电磁体可被构造成以便致使产生磁极,该磁极用于吸引由永磁体提供的相对磁极。第二吸引力可具有比由永磁体孤立地产生的吸引力更大的幅度。

[0016] 电磁体可包括软磁元件和线圈。永磁体可包括硬磁材料,诸如钕(例,等级N42)或钕钴。

[0017] 电磁体可被激励以沿第一方向和与第一方向相反的第二方向产生磁场。电磁体可通过使电流在线圈内流动而被激励。线圈可与软磁元件可操作地相关联,使得由线圈产生的磁场耦合到软磁元件,从而致使在软磁元件的表面处形成磁极,磁极的极性取决于所产生的磁场的方向。

[0018] 线圈可围绕所述软磁材料的至少一部分卷绕,使得在使电流在所述线圈中流动时,在所述软磁元件中产生磁场。磁场的方向可取决于线圈内的电流流动方向。

[0019] 软磁元件可以是铁磁元件。

[0020] 打印头驱动组件可被构造成使打印头在打印操作期间压靠在打印表面上。打印头驱动组件可被构造成使打印头在打印操作期间利用打印力压靠在打印表面上。

[0021] 在打印操作期间,可沿着邻近于打印机的预定路径运输衬底。可使打印头在打印操作期间将衬底压靠在打印表面上。

[0022] 打印力可以是预定的打印力。可基于打印机和/或衬底的性质来改变预定的打印力。

[0023] 打印头驱动组件可包括弹性偏压构件。打印力可至少部分地由所述弹性偏压构件产生。

[0024] 弹性偏压构件可以是弹簧,诸如例如螺旋弹簧。打印力可基本上仅由弹性偏压构

件产生。

[0025] 打印力可至少部分地由磁力产生。

[0026] 可通过磁力沿远离打印表面的方向推动打印头。

[0027] 可通过至少部分地由永磁体产生的磁力沿远离打印表面的方向推动打印头。

[0028] 打印头可具有第一构型和第二构型,在第一构型中打印头与打印表面间隔开,在第二构型中打印头朝向打印表面延伸。在第二构型中,打印头可压靠在打印表面上。在第二构型中,打印头可被构造成将衬底压靠在打印表面上。

[0029] 就压靠在打印表面上而言,其并不旨在意指或实际上要求打印头与打印表面直接接触。相反,它意指打印头被朝向打印表面推动并且受到打印表面的抵制。然而,当打印头压靠在打印表面上时,某种材料(例如,衬底和/或传墨色带)可存在于打印头和打印表面之间。此外,将了解,在一些构型中(例如,在不存在打印表面、衬底和色带中的一者或多者的情况下),打印头何时处于第二构型可能不会受到任何外部部件的抵制。因此,如果存在打印表面,则第二构型可被认为是其中打印头将与打印表面接触的扩展构型。

[0030] 第一构型可被称为非打印构型,其中打印头保持在与打印表面间隔开的位置中。第二构型(其中打印头被构造成将衬底压靠在打印表面上)可被称为打印构型。

[0031] 打印头驱动组件可被构造成使打印头在第一构型和第二构型之间移动。打印头驱动组件可被构造成使得在打印头处于第一构型和第二构型中的每一者时,打印头在电磁体处于第一状态时通过打印头驱动组件而保持处于该构型,打印头通过在永磁体和电磁体之间产生的所述吸引力而保持处于第一构型和第二构型中的一者。

[0032] 打印头驱动组件还可包括弹性偏压构件。打印头可通过由弹性偏压构件产生的力而保持处于第一构型和第二构型中的另一者。

[0033] 打印头驱动组件还可包括第二永磁体,打印头通过在第二永磁体和电磁体之间产生的吸引力而保持处于第一构型和第二构型中的另一者。例如,即,可使用第二永磁体而非弹性偏压构件来将打印头保持处于第一构型和第二构型中的另一者。

[0034] 在第一状态下,电磁体可被去激励,或者在足够低的水平下被激励,使得由打印头驱动组件施加在打印头上的总力使打印头保持处于打印头所处的第一状态和第二状态中的任何一种状态。

[0035] 可通过永磁体朝向第一构型推动打印头。

[0036] 通过永磁体的作用产生的推动力的大小可取决于打印头的位置。通过永磁体的作用产生的推动力的大小可与打印头和第一构型之间的距离遵循反比关系。因此,打印头越接近第一构型,通过永磁体的作用产生的推动力越强以朝向第一构型推动打印头。

[0037] 可通过弹性偏压构件朝向第二构型推动打印头。

[0038] 由弹性偏压构件产生的推动力的大小可取决于打印头的位置。由弹性偏压构件产生的推动力的大小可部分地与打印头和第一构型之间的距离成反比。因此,打印头越接近第二构型(并且打印头越远离第一构型),由弹性偏压构件产生的推动力越弱,以朝向第二构型推动打印头。

[0039] 第一构型和第二构型可以是稳定构型。

[0040] 即,当打印头处于第一构型或第二构型中的任一者时,即使在打印机关闭电源的情况下,打印头也将保持处于相应的构型,除非受到外部动力的作用。

[0041] 当打印头处于第二构型时,由弹性偏压构件产生的推动力可大于由永磁体产生的推动力。当打印头处于第一构型时,由永磁体产生的推动力可大于由弹性偏压构件产生的推动力。

[0042] 换句话说,打印头可具有两个稳定构型:第一构型和第二构型。当处于这两个稳定构型中的任一者时,通过这样的力朝向该构型推动打印头:该力克服了将打印头推动朝向这两个构型中的另一者的力。因此,可能需要附加的力来使打印头远离这两个稳定构型中的一者移动。然而,一旦打印头已从相应的稳定构型移动得足够远(例如,在附加的力的影响下),相反的推动力就处于支配地位,从而使打印头移动到这两个稳定构型中的另一者并保持处于该构型。在第一构型和第二构型之间的某个平衡点处,沿每个方向的推动力是平衡的,然而,这是不稳定的构型,因为在该平衡点的任一侧,所述推动力中的一者或另一者将处于支配地位以将打印头拉到第一构型和第二构型中的相应一者。

[0043] 因此,将理解,在第一构型或第二构型中的任一者中,当没有电流在电磁体的线圈内流动时,弹性偏压构件可被构造成朝向第二构型推动打印头,并且永磁体可被构造成朝向第一构型推动打印头。然而,在第一构型和第二构型中的任一者中,产生合力,该合力是由弹性偏压构件产生的力和由永磁体产生的力之间的差。在第一构型中,合力可以是负的,并且可用于将打印头拉离打印表面。在第二构型中,合力可以是正的,并且可用于朝向打印表面推动打印头。第二构型中的合力可被称为打印力。

[0044] 当打印头处于第一构型时,可使打印头通过由电磁体产生的磁力朝向第二构型移动。即,可使打印头通过在电磁体被激励时产生的力从第一构型朝向第二构型移动。

[0045] 当向电磁体施加电压时,电磁体可被激励。所施加的电压可包括多个脉冲。如本领域所公知的,所施加的电压可以是脉宽调制的。所施加的电压可使电流在线圈中流动。在电磁体被激励时所产生的力的大小可取决于在电磁体的线圈内流动的电流的大小。

[0046] 所施加的电流的大小可足以产生这样的力:该力与在第一构型中由弹性偏压构件产生的力结合而大于通过永磁体对电磁体的软磁材料的吸引所产生的推动力并且沿与该推动力基本上相反的方向。

[0047] 由于施加电流而由电磁体产生的力可使打印头从第一构型移动得足够远,使得由弹性偏压构件产生的推动力大于由永磁体产生的推动力,并且因此使打印头朝向第二构型移动并保持处于该第二构型,直到或除非受到反作用力的作用。

[0048] 当打印头处于第二构型时,可使打印头通过由电磁体产生的力朝向第一构型移动。

[0049] 所施加的电流的大小可足以产生这样的力:该力与由永磁体产生的力结合而大于在第二构型中由弹性偏压构件产生的推动力并且沿与该推动力基本上相反的方向。

[0050] 由于施加电流而由电磁体产生的力可使打印头从第二构型移动得足够远,使得由永磁体产生的推动力大于由弹性偏压构件产生的推动力,并且因此使打印头朝向第一构型移动并保持处于该第一构型,直到或除非受到反作用力的作用。

[0051] 打印力可包括由弹性偏压构件产生的第一力分量和由电磁体产生的第二力分量。

[0052] 例如,可以通过适当控制电磁体来修改打印力,从而允许基于许多不同的输入对打印力进行调整。

[0053] 第一力分量可包括固定分量。第二力分量可包括可变量。

[0054] 通过适当控制供应给电磁体的电流,可以控制由电磁体产生的磁场,以便产生具有预定大小的第二力分量。以这种方式,可以改变整个打印力,以便使得通过打印头将预定的打印力施加在打印表面上。

[0055] 可改变打印力以实现最佳打印品质。例如,可基于提供指示打印品质的数据的反馈(例如,光学反馈)来改变打印力。替代地或附加地,可基于以下各者中的一者或多者的特性来改变打印力:色带(例如,色带类型、色带宽度)、打印头(例如,打印头宽度)或衬底(例如,衬底材料)。例如,控制器可布置成处理指示色带与打印头的摩擦的信息并且相应地确定待由打印头驱动组件产生的力。

[0056] 替代地或附加地,可控制供应给电磁体的电流,以便在打印机构型不同的情况下致使产生预定的打印力。例如,可改变供应给电磁体的电流,以便补偿不同的打印表面位置。

[0057] 第二力分量的大小可基于供应给电磁体的电流的大小而变化。

[0058] 第二力分量的方向可基于供应给电磁体的电流的方向而变化。

[0059] 打印力可包括由永磁体产生的第三分量,该第三分量沿与由弹性偏压构件产生的第一分量相反的方向作用。

[0060] 可基于打印头的位置来控制电磁体。可基于打印头的位置来控制供应给电磁体的电流的大小。可基于打印头的速度来控制供应给电磁体的电流的大小。

[0061] 可基于打印头位置数据来控制电磁体。使用打印头位置数据来控制电磁体允许以闭环方式控制打印头驱动组件。以这种方式,可以以这样的方式控制电磁体,使得确保打印头以受控且可预测的方式移动,并且使得过量的力(例如,由于系统部件之间的冲击)被减小。

[0062] 所述打印头位置数据可包括指示打印头的位置的数据。

[0063] 打印机还可包括被构造成产生打印头位置信号的打印头位置传感器。可基于所述打印头位置信号来控制电磁体。

[0064] 传感器可以是光学传感器。传感器可包括发射器和接收器。

[0065] 所述打印头位置数据可包括打印头位置信号。所述打印头位置数据可从打印头位置信号导出。所述打印头位置数据可包括指示打印头相对于打印表面的位置的数据。

[0066] 打印头位置传感器可被构造成产生指示打印头的一部分和打印机参考位置之间的间隔的信号,所述打印机参考位置设置成在打印头朝向和远离打印表面移动期间与打印表面处于基本上固定的间隔。打印机参考位置可被称为目标。

[0067] 可基于打印头的位置来控制电磁体,以便产生预定的力。可基于打印头的位置来控制供应给电磁体的电流的大小,以便产生预定的力。即,取决于打印头的位置,可控制电磁体使得通过打印头驱动设备将特定的力(即,具有特定方向和/或大小的力)施加在打印头上。

[0068] 可控制电磁体以便控制打印头与打印表面的冲击力。可控制供应给电磁体的电流的大小,以便控制打印头与打印表面的冲击力。

[0069] 可控制电磁体以便减小打印头与打印表面的冲击力。可控制供应给电磁体的电流的大小,以便减小控制打印头与打印表面的冲击力。例如,可在第一时间段内沿第一方向向电磁体施加电流,该电流使打印头开始朝向打印表面移动。然而,在打印机与打印表面接触

之前(但是在打印头通过其将在电流被移除的情况下返回到第一构型的点之后),可沿与第一方向相反的第二方向向电磁体施加电流。沿第二方向的电流可使打印头减速,使得当与打印表面接触时,速度减小,并且因此冲击减小。这种冲击减小可防止或减少对打印头和打印头驱动组件的部件的损坏。

[0070] 可控制电磁体,以便减小打印头组件与打印头驱动组件的其他部件的冲击力。可控制供应给电磁体的电流的大小,以便减小打印头组件与打印头驱动组件的其他部件的冲击力。例如,可控制供应给电磁体的电流,以便控制永磁体和软磁元件之间的冲击力。

[0071] 可基于电磁体的性质来确定打印头的性质。

[0072] 打印头的性质可以是打印头的位置。因此,可基于电磁体的所述性质来确定打印头相对于打印机的其他部件的位置。可基于电磁体的所述性质来确定打印头驱动组件的各个部件之间、或者更一般地打印机的部件和/或打印机与之相关联的工业设备的部件之间的接触。例如,可基于电磁体的所述性质来确定打印头与打印表面的接触。类似地,可基于电磁体的所述性质来确定永磁体和软磁元件之间的接触(甚至是间接接触,例如,经由一个或多个中间部件)(例如,当打印头从打印表面缩回时)。

[0073] 打印头的性质可以是打印头的移动。打印头的性质可以是打印头沿基本上垂直于衬底经过打印头的路径的方向的移动。因此,可基于电磁体的所述性质来确定打印头相对于打印机的其他部件的任何移动。例如,可基于电磁体的所述性质来识别打印头的意外的移动(例如,由于打印头和打印机的部件和/或打印机与之相关联的工业设备的部件之间的接触)。

[0074] 可在打印头在第一构型和第二构型之间移动期间确定打印头的性质,反之亦然。可在打印头沿平行于衬底经过打印头的路径的方向和/或沿垂直于衬底经过打印头的路径的方向移动期间确定打印头的性质。替代地,可确定打印头的性质,同时预期打印头沿平行于衬底经过打印头的路径的方向和垂直于衬底经过打印头的路径的方向中的至少一者静止。例如,在预期打印头沿垂直于衬底经过打印头的路径的方向静止的情况下(例如,在打印行程期间,当打印头沿平行于衬底经过打印头的方向移动时),可基于电磁体的所述性质来检测打印头沿垂直于衬底经过打印头的路径的方向的任何移动。

[0075] 控制器可布置成监测电磁体的性质。所监测的性质可包括指示打印头的位置的分量。所监测的性质可包括指示打印头的移动的分量。所监测的性质可包括指示打印头的速度的分量。所述分量可包括电磁体的所监测的性质的波动。该波动可通过永磁体的磁场和电磁体的磁场之间的相互作用产生。例如,可通过在电磁体绕组中感应出的反电动势(反EMF)导致波动。

[0076] 电磁体的性质可以是在电磁体绕组中流动的电流。所述分量可包括在电磁体绕组中流动的电流的波动。电流波动可通过永磁体的磁场和电磁体的磁场之间的相互作用产生。电流波动可以是在电磁体绕组中流动的电流的大小的瞬时减小或增大。

[0077] 电磁体的性质可以是电磁体绕组两端的电压。分量可包括电磁体绕组两端的电压的波动。电压波动可通过永磁体的磁场和电磁体的磁场之间的相互作用产生。电压波动可以是电磁体绕组两端的电压的大小的瞬时增大或减小。例如,在预期没有电流在电磁体绕组中流动的情况下,在绕组中感应出的任何反EMF均可致使在绕组的端子两端产生电压,该电压容易被检测到。

[0078] 控制器可布置成基于所述所监测的性质来产生用于电磁体的控制信号。

[0079] 控制器可布置成在打印头驱动组件的第一移动期间监测电磁体的所述性质。控制器可布置成基于所述所监测的性质在打印头驱动组件的第二移动中产生用于电磁体的控制信号。

[0080] 以这种方式,控制器可以迭代地监测打印头驱动组件被控制的精度并且修改控制信号以便逐渐改进系统性能。

[0081] 控制器可布置成在打印头驱动组件的多个第一移动期间监测电磁体的所述性质并且基于所述所监测的性质在打印头驱动组件的第二移动中产生用于电磁体的控制信号。

[0082] 在打印头驱动组件的第一移动中,控制器可产生具有标称大小的控制信号。控制器可被构造成基于所述所监测的性质针对打印头驱动组件的第二移动来修改控制信号大小。例如,如果观察到打印头参考向电磁体施加控制信号在预定时间处移动,则通过增大控制信号的大小,也许有可能使打印头在施加该控制信号之后更快地移动。

[0083] 控制器可被构造成基于所述所监测的性质和参考性质针对打印头驱动组件的所述第二移动来修改控制信号大小。例如,如果期望使打印头参考向电磁体施加控制信号在预定时间处移动,则通过将发生移动所处的时间与参考(即,期望)时间进行比较,有可能通过修改控制信号的大小来改进后续移动中的性能。

[0084] 控制器可布置成控制电磁体。控制电磁体可包括控制电磁体的激励状态。控制电磁体的激励状态可包括使预定电流在电磁体绕组内流动。使预定电流在电磁体绕组内流动可包括致使具有预定大小和/或方向的电流流动。控制器可布置成控制在电磁体内流动的电流。

[0085] 控制器可布置成基于所述打印头位置信号来产生指示打印头速度的数据。所述控制器可布置成基于指示打印头速度的所述数据来控制电磁体。

[0086] 控制器可被构造成接收由所述打印头位置传感器产生的信号并且基于所述信号来产生所述打印头位置数据。

[0087] 控制器可被构造成接收由所述打印头位置传感器产生的信号并且基于所述信号来产生用于所述打印头驱动组件的控制信号。

[0088] 控制器可布置成基于由所述打印头位置传感器产生的所述信号来调整用于所述打印头驱动组件的控制信号。

[0089] 控制器还可布置成接收目标打印头位置并且基于所述目标打印头位置来产生用于所述打印头驱动组件的控制信号。

[0090] 控制器还可布置成基于目标打印头速度来产生用于所述打印头驱动组件的控制信号。

[0091] 控制器可布置成基于打印头目标信号和打印头位置信号来产生用于打印头驱动组件的控制信号。所述打印头目标信号可包括打印头目标位置信号或打印头目标速度信号。

[0092] 用于所述打印头驱动组件的所述控制信号可布置成使打印头驱动组件产生目标输出力。

[0093] 控制器可布置成产生指示待由打印头驱动组件产生的目标输出力的数据。可基于所述打印头目标信号和打印头位置数据来确定所述目标输出力。

- [0094] 控制器可布置成基于所述目标输出力来产生指示目标电磁体电流的数据。
- [0095] 控制器还可布置成基于所述打印头位置数据来产生指示目标电磁体电流的所述数据。
- [0096] 控制器可布置成基于指示电磁体电流;打印头位置和打印头驱动组件输出力之间的关系的参考数据来产生指示目标电磁体电流的数据。
- [0097] 打印机还可包括电流传感器,电流传感器被构造成产生指示在所述电磁体中流动的实际电流的输出。
- [0098] 控制器可布置成基于指示目标电磁体电流的所述数据和指示实际电磁体电流的数据来产生打印头驱动组件控制信号。指示所述实际电磁体电流的所述数据可包括从电流传感器的所述输出导出的数据。
- [0099] 打印头可包括打印头驱动组件控制连接,打印头驱动组件控制连接被构造成向所述打印头驱动组件提供打印头驱动组件控制信号。
- [0100] 打印头驱动组件控制连接可被构造成从控制器接收打印头驱动组件控制信号。可经由设置在打印头上的连接将所述打印头驱动组件控制信号从控制器被提供给打印头驱动组件。
- [0101] 控制器可参考打印机的壳体设置在固定位置中。打印头和打印头驱动组件可布置成沿平行于打印表面的方向移动。通过经由打印头向打印头驱动组件提供控制信号,有可能降低打印机内的连接的复杂性。例如,可经由柔性带状电缆将用于打印头的控制信号(例如,图像数据)传递到打印头。通过沿着同一带状电缆传递用于打印头驱动组件的控制信号,有可能减少固定位置(参考打印机壳体)和可移动位置之间的单独连接的数量。
- [0102] 打印头驱动组件可布置成使打印头在开始打印操作之前从第一构型移动到第二构型并且使打印头在所述打印操作之后从第二构型移动到第一构型。
- [0103] 打印操作可包括在衬底上创建标记。
- [0104] 可快速连续地实施多个打印操作(例如,以打印图像的对应多条线),其中打印头驱动组件布置成使打印头在开始多个打印操作中的第一者之前从第一构型移动到第二构型并且使打印头在所述多个打印操作中的最后一者之后从第二构型移动到第一构型。
- [0105] 打印头和打印头驱动组件可各自布置成沿基本上平行于打印表面的方向移动。沿平行于打印表面的方向的这种移动允许在所谓的间歇打印中完成打印行程。
- [0106] 打印头驱动组件可被构造成使打印头沿基本上垂直于衬底经过打印头的路径的方向移动。因此,打印头可布置成沿平行于和垂直于衬底经过打印头的路径的两个方向移动。
- [0107] 衬底可被构造成沿打印方向沿着邻近于打印头的衬底路径前进。打印头和打印头驱动组件可各自布置成沿基本上平行于打印方向的方向移动。
- [0108] 打印头可包括多个可单独激励的打印元件,这些打印元件布置成沿基本上平行于打印表面的方向延伸的线性阵列。线性阵列可沿基本上垂直于打印方向的方向延伸。
- [0109] 打印头驱动组件可包括第一部件和第二部件。打印头驱动组件的第一部件和第二部件可被构造成朝向和远离彼此移动,从而使打印头朝向和远离打印表面移动。弹性偏压构件可设置在打印头驱动组件的所述第一部件和第二部件之间。打印头驱动组件的第一部件可包括所述电磁体。打印头驱动组件的第二部件可包括所述永磁体。弹性偏压构件可被

构造成推动打印头驱动组件的所述第一部件和第二部件分开。弹性偏压构件可被构造成抵制打印头驱动组件的第一部件和第二部件朝向彼此的移动。

[0110] 打印机可包括打印头组件,打印头组件包括打印头和打印头驱动组件。打印头组件可被构造成沿基本上平行于打印表面的方向移动。

[0111] 打印头组件还可包括:第一支撑构件,其被构造成支撑打印头驱动组件的第一部件;以及第二支撑构件,其被构造成支撑打印头驱动组件的第二部件和打印头。

[0112] 第一支撑构件和第二支撑构件可被构造成绕枢轴旋转。枢轴可以是公共枢轴。

[0113] 打印头位置传感器可被构造成产生指示打印头驱动组件的所述第一部件和第二部件之间的间隔的信号。所述第一部件可包括打印头的所述部分。所述第二部件可包括提供所述打印机参考位置。

[0114] 打印机还可包括打印头托架。打印头和打印头驱动组件可安装在打印头托架上。打印头托架可布置成沿基本上平行于打印表面的方向移动。

[0115] 打印机可以是热敏打印机。打印头可构造成被选择性地激励以便产生致使在衬底上创建标记的热量。

[0116] 打印机可以是热转印打印机。打印头可构造成被选择性地激励以便导致油墨从传墨色带转印到衬底,从而以便导致在衬底上创建标记。色带可被构造成沿打印方向沿着邻近于打印头的色带路径前进。

[0117] 热转印打印机还可包括:第一卷轴支撑件和第二卷轴支撑件,每个卷轴支撑件被构造成支撑色带的卷轴;以及色带驱动器,其被构造成使色带从第一卷轴支撑件移动到第二卷轴支撑件。打印头可被构造成将油墨从色带选择性地转印到衬底以便在所述衬底上产生标记,打印头将打印色带和衬底一起压靠在打印表面上。

[0118] 打印头可被构造成致使在热敏衬底上创建标记。

[0119] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于打印机的控制器。打印机包括被构造成选择性地致使在设置成邻近于打印机的衬底上创建标记的打印头,打印头具有第一构型和第二构型,在第一构型中打印头与打印表面间隔开,在第二构型中打印头被构造成在打印操作期间将衬底压靠在打印表面上。

[0120] 热敏打印机还包括被构造成使打印头在第一构型和第二构型之间朝向和远离打印表面移动的打印头驱动组件,打印头驱动组件包括永磁体和电磁体。

[0121] 当电磁体处于第一状态时,在永磁体和电磁体之间产生吸引力,并且当电磁体处于第二状态时,在永磁体和电磁体之间产生排斥性磁力,所述吸引力磁力中的每一者被构造成实现推动打印头远离和朝向打印表面中的一者。

[0122] 打印头驱动组件被构造成使得当打印头处于第一构型和第二构型中的每一者时,打印头在电磁体处于第一状态时通过打印头驱动组件而保持处于该构型,打印头通过在永磁体和电磁体之间产生的所述吸引力磁力而保持处于第一构型和第二构型中的一者。

[0123] 控制器被构造成控制电磁体的激励状态以便使打印头驱动组件致使打印头朝向和远离打印表面移动,并且使打印头保持处于第一构型和第二构型中的每一者。

[0124] 控制器还可被构造成控制对打印头的激励以便使打印头产生致使在衬底上创建标记的热量。

[0125] 根据本发明的第三方面,提供了一种控制电路,其包括本发明的第二方面的控制

器。

[0126] 根据本发明的第四方面,提供了一种操作根据本发明的第一方面的打印机的方法。

[0127] 根据本发明的第五方面,提供了一种控制打印机的打印头驱动组件的方法。打印机包括被构造成选择性地致使在设置成邻近于打印机的衬底上创建标记的打印头。打印头具有第一构型和第二构型,在第一构型中打印头与打印表面间隔开,在第二构型中打印头被构造成在打印操作期间将衬底压靠在打印表面上,所述打印头驱动组件被构造成使打印头在第一构型和第二构型之间朝向和远离打印表面移动。打印头驱动组件包括永磁体和电磁体。

[0128] 打印头驱动组件被构造成使得在电磁体处于第一状态时,在永磁体和电磁体之间产生吸引力,并且在电磁体处于第二状态时,在永磁体和电磁体之间产生排斥性磁力。所述吸引力磁力和排斥性磁力中的每一者被构造成实现推动打印头远离和朝向打印表面中的一者。当打印头处于第一构型和第二构型中的每一者时,打印头在电磁体处于第一状态时通过打印头驱动组件而保持处于该构型。打印头通过在永磁体和电磁体之间产生的所述吸引力磁力而保持处于第一构型和第二构型中的一者。

[0129] 该方法包括控制电磁体的激励状态,以便使打印头驱动组件致使打印头朝向和远离打印表面移动。该方法还包括控制电磁体的所述激励状态,以便使打印头保持处于第一构型和第二构型中的每一者。该方法还包括控制电磁体的所述激励状态,以使打印头在打印操作期间将衬底压靠在打印表面上。

[0130] 该方法可包括产生用于电磁体的第一控制信号以使打印头驱动组件致使打印头朝向打印表面移动,以及产生用于电磁体的第二控制信号,以使打印头驱动组件致使打印头远离打印表面移动。

[0131] 第一控制信号可使电流沿第一方向在电磁体绕组中流动。第一控制信号可使打印头驱动组件产生第一输出力。第二控制信号可使电流被致使沿与第一方向相反的第二方向在电磁体绕组中流动。第二控制信号可使打印头驱动组件产生第二输出力。第一输出力和/或第二输出力的大小可取决于电流的大小和/或电流的方向、和/或打印头的位置。

[0132] 该方法可包括在开始打印操作之前产生第一控制信号。

[0133] 该方法可包括在完成打印操作之后产生第二控制信号。

[0134] 该方法可包括产生第三控制信号,以使打印头驱动组件在打印操作期间控制由打印头施加在打印表面上的力。

[0135] 第三控制信号可使打印头以预定的打印力压靠在打印表面上。

[0136] 该方法可包括接收由打印头位置传感器产生的信号,并且基于所述所接收的输出来控制电磁体的所述激励状态。

[0137] 该方法可包括接收目标打印头位置,并且基于所述目标打印头位置来产生用于所述打印头驱动组件的控制信号。

[0138] 该方法可包括产生指示待由打印头驱动组件产生的目标输出力的数据。

[0139] 该方法可包括基于所述目标输出力来产生指示目标电磁体电流的数据。

[0140] 指示目标电磁体电流的所述数据还可基于打印头位置数据。

[0141] 该方法可包括基于指示电磁体电流;打印头位置和打印头驱动组件输出力之间的

关系的参考数据来产生指示目标电磁体电流的数据。

[0142] 以这种方式,可以考虑到打印头驱动组件的特性。特别地,将理解,所产生的打印头驱动组件输出力将取决于当前构型(例如,弹簧压缩和永磁体与电磁体的间隔)而针对特定电磁体电流变化。这种变化可以是高度非线性的。

[0143] 该方法可包括接收指示在电磁体中流动的实际电磁体电流的数据,并且基于所接收的所述数据来控制电磁体的所述激励状态。

[0144] 该方法可包括基于指示目标电磁体电流的所述数据和指示实际电磁体电流的所述信号来产生打印头驱动组件控制信号。

[0145] 指示所述实际电磁体电流的所述数据可包括从电流传感器的输出导出的数据。

[0146] 当然,将了解,在本发明的第一方面和第二方面的上下文中所描述的特征可以与本发明的第三方面组合,反之亦然。

[0147] 根据本发明的第六方面,提供了一种操作打印机的方法。该方法包括:根据本发明第五方面的方法来控制打印头驱动组件。该方法还包括使打印头被选择性地激励,以便致使在打印操作期间在设置成邻近于打印机的衬底上创建标记。

[0148] 该方法可包括产生用于电磁体的第一控制信号,以使打印头驱动组件致使打印头朝向打印表面移动并压靠在打印表面上。该方法还可包括在打印头压靠在打印表面上的同时,使打印头被选择性地激励以便产生致使在衬底上创建标记的热量。该方法还可包括产生用于电磁体的第二控制信号,以使打印头驱动组件致使打印头远离打印表面移动。

[0149] 该方法还可包括在打印头压靠在打印表面上的同时,产生控制信号以使打印头沿平行于打印表面的方向移动以执行打印行程。该方法还可包括在所述打印行程期间,使打印头被选择性地激励以便产生致使在衬底上创建标记的热量。

[0150] 在所述打印行程期间,打印头可被多次激励。在所述打印行程期间,打印头可被多次激励,从而致使在相应的多个衬底位置处在衬底上创建相应的多个标记。

[0151] 根据本发明的第七方面,提供了一种用于热敏打印机的打印头,该打印头包括:与打印头的第一表面相关联的多个打印元件,所述多个打印元件中的每一者构造成被选择性地激励以便致使在设置成邻近于打印头的衬底上创建标记;以及布置成产生指示打印头的位置的信号的打印头位置传感器,所述打印头位置传感器与打印头的第二表面相关联,所述第二表面与所述第一表面大致相对。

[0152] 提供这种类型的打印头位置传感器允许准确地控制打印头位置。

[0153] 打印头位置传感器可被构造成在打印头朝向和远离打印表面移动期间产生指示打印头的一部分和参考位置之间的间隔的信号。

[0154] 所述参考位置可设置成与打印表面处于基本上固定的间隔。打印表面可包括在打印操作期间打印头所压靠的表面。

[0155] 参考位置可由打印头组件的部件提供。指示打印头的一部分和参考位置之间的间隔的信号可指示打印头相对于打印表面的位置。

[0156] 打印头位置传感器可包括接收器,该接收器布置成从参考位置接收信号。参考位置可被称为目标。

[0157] 打印头位置传感器可包括发射器,发射器布置成朝向所述参考位置发射信号。

[0158] 发射器可布置成发射辐射,诸如例如红外辐射。

[0159] 接收器可布置成接收由参考位置反射的反射信号,该反射信号基于由发射器发射的信号。

[0160] 接收器可布置成检测辐射,诸如例如红外辐射。接收器和发射器可被选择成以便具有互补的发射和检测能力。

[0161] 打印头还可包括布置成基于由接收器接收的信号来产生输出的电路。

[0162] 所述电路可包括放大器。处理打印头处的传感器信号允许将大小大于由接收器产生的信号的信号传递到打印机,从而提高对噪声的抗扰度。

[0163] 该输出可基于由接收器接收的信号幅度。

[0164] 打印元件可以是这样的加热元件:所述加热元件加热油墨以使油墨从传墨色带转印到衬底,以便致使在衬底上创建标记。替代地,打印元件可以是这样的加热元件:所述加热元件产生热量以便致使在热敏衬底上创建标记。

[0165] 打印元件可布置为打印元件的线性阵列。在使用中,打印元件的线性阵列可沿垂直于色带和/或衬底经过打印头的移动方向的方向来构造。

[0166] 根据本发明的第八方面,提供了一种用于打印机的打印头。打印机包括被构造成使打印头朝向和远离打印表面移动的打印头驱动组件,打印头驱动组件包括电磁体。打印头包括与打印头的第一表面相关联的多个打印元件,所述多个打印元件中的每一者构造成被选择性地激励以便致使在设置成邻近于打印头的衬底上创建标记。打印头还包括打印头驱动组件控制连接,打印头驱动组件控制连接被构造成向所述打印头驱动组件提供打印头驱动组件控制信号。

[0167] 根据本发明的第九方面,提供了一种打印机,其包括根据本发明的第七方面和第八方面中的一者或两者的打印头。打印机可以是热敏打印机。打印机可以是热转印打印机。热转印打印机可包括分别接收传墨色带的第一卷轴和第二卷轴的第一卷轴支撑件和第二卷轴支撑件。热转印打印机可包括色带驱动器,色带驱动器布置成使色带沿第一方向在所述第一卷轴和第二卷轴之间转印。

[0168] 该打印机还可包括控制器,控制器布置成从打印头接收输出并且基于所接收的输出来控制打印机的操作。

[0169] 基于所接收的输出来控制打印机的操作可包括产生控制信号以用于基于指示打印头的位置的信号来控制打印头的位置。

[0170] 当然,将了解,在本发明的以上方面中的任一者的上下文中所描述的特征可以与本发明的其他方面组合,反之亦然。例如,在第一方面的打印机的上下文中所描述的控制器的操作可以由第二方面的控制器执行。类似地,第四、第五和第六方面的方法的特征可以由第二方面的控制器或第一方面的打印机执行。

[0171] 还提供了控制器,其布置成实施根据本发明的第四、第五和第六方面中的任一者的方法。此外,上文所描述的方法可以以任何方便的形式实施。因而,本发明还提供了计算机程序,所述计算机程序可以由打印机的处理器执行,以便致使以上文所描述的方式来控制打印机。这种计算机程序可以存储在计算机可读介质(诸如,非有形的、非暂时性的计算机可读介质)上。

附图说明

- [0172] 现在将参考附图通过示例来描述本发明的实施例,在附图中:
- [0173] 图1是根据本发明的打印机的示意图;
- [0174] 图2是图1的打印机的进一步详细的主视图;
- [0175] 图3是图1和图2的打印机的进一步详细的透视图;
- [0176] 图4是处于停放构型的图1的打印机的一部分的主视图;
- [0177] 图5a和图5b分别是处于第一构型和第二构型的图1的打印机的一部分的进一步详细的局部剖视主视图;
- [0178] 图6a和图6b分别是处于第一构型和第二构型的图1的打印机的打印头驱动组件的示意性横截面视图;
- [0179] 图7是示出由图5a和图5b的打印头驱动组件的部件产生的力的曲线图;
- [0180] 图8a和8b分别是在第一激励状态和第二激励状态下处于第一构型的图6a的打印头驱动组件的示意性横截面视图;
- [0181] 图9是示出在分别示于图8a和8b中的激励状态下由图6a和图6b的打印头驱动组件的部件产生的力的曲线图;
- [0182] 图10是示出由图6a和图6b的打印头驱动组件的部件产生的打印力波形和电流波形的曲线图;
- [0183] 图11是更详细地示出图10的打印力波形和电流波形的曲线图;
- [0184] 图12是示出替代性打印力波形和电流波形的曲线图;
- [0185] 图13是示出由图6a和图6b的打印头驱动组件的部件产生的替代性打印力波形和电流波形的曲线图;
- [0186] 图14是更详细地示出图13的打印力波形和电流波形的曲线图;
- [0187] 图15是示出本发明的打印头驱动组件的控制算法的流程图;
- [0188] 图16是根据本发明的替代性实施例的打印头组件的示意性横截面视图;
- [0189] 图17a和图17b是根据本发明的实施例的打印头的下表面和上表面的示意性说明;
- [0190] 图18是设置在图17a和图17b中所示的打印头上的电路的示意图;
- [0191] 图19是电路的示意图,提供该电路以处理图18的电路的输出的电路的示意图;
- [0192] 图20是由图19的电路产生的示例信号波形的示意性说明;
- [0193] 图21示意性地示出了打印头驱动组件控制布置结构;
- [0194] 图22是与打印头驱动组件的特性有关的参考数据的曲线图;
- [0195] 图23示意性地示出了根据本发明的实施例的打印机控制布置结构;以及
- [0196] 图24是示出作用在图1的打印机的打印头上的力的示意图。

具体实施方式

[0197] 参考图1,图示了热转印打印机1,在热转印打印机1中传墨色带2设置在色带供应卷轴3上、通过打印头4并且被色带收取卷轴5收取。色带供应卷轴3由步进马达6驱动,而色带收取卷轴由步进马达7驱动。在所图示的实施例中,色带供应卷轴3安装在其步进马达6的输出轴6a上,而色带收取卷轴5安装在其步进马达7的输出轴7a上。步进马达6、7可布置成以便在推挽模式下操作,由此,步进马达6使色带供应卷轴3旋转以放出色带,而步进马达7使

色带收取卷轴5旋转以便收取色带。在这种布置结构中,色带中的张力可通过控制马达确定。在我们的早期美国专利号US7,150,572中描述了用于在热转印打印机的卷轴之间转移带的这种布置结构,该专利的内容通过引用并入本文。

[0198] 在其他实施例中,色带可以其他方式从色带供应卷轴3越过打印头4运输到色带收取卷轴5。例如,仅色带收取卷轴5可由马达驱动,而色带供应卷轴3布置成以便对色带运动提供阻力,从而在色带中产生张力。即,在一些实施例中,可不需要驱动色带供应卷轴3的马达6。对色带运动的阻力可由色带供应卷轴上的滑动离合器布置结构提供。在一些实施例中,驱动色带供应卷轴3和色带收取卷轴5的马达可以是不同于步进马达的马达。例如,驱动色带供应卷轴3和色带收取卷轴5的马达可以是直流(DC)马达。一般而言,驱动色带供应卷轴3和/或色带收取卷轴5的马达可以是扭矩受控马达(例如,DC马达)或位置受控马达(例如,步进马达、或DC伺服马达)。

[0199] 由色带供应卷轴3放出的色带在通过打印头4之前通过导辊8以及另外的导辊9,并且随后被色带收取卷轴5收取。

[0200] 打印头4布置成将色带2和衬底10压靠在打印表面11上以实现打印。打印头可以是例如热转印打印头,其包括多个打印元件,每个打印元件布置成从色带2移除一像素的油墨并将所移除的像素的油墨沉积在衬底10上。打印表面11可适当地为打印辊(例如,在连续打印模式下)或压板(例如,在连续或间歇打印模式下)。

[0201] 打印头4可沿大致平行于色带2和衬底10行进经过打印头4的方向的方向移动,如由箭头A所示。进一步地,打印头4可朝向和远离衬底10移动,以便使色带2(当经过打印头时)移动成与衬底10接触和脱离接触,如由箭头B所示。

[0202] 现在参考图2和图3,更详细地描述了打印机1。打印头4枢转地安装到打印头托架13以用于绕枢轴14旋转,从而允许打印头4朝向或远离打印表面11移动(这仅示于图1和图2中)。枢轴14是沿基本上垂直于图2的平面的方向延伸的轴,其中部件绕枢轴的枢转移动是在图2的平面中的移动。

[0203] 打印头托架13可沿着线性轨道15移位,线性轨道15相对于打印机1的基板16固定在适当位置。导辊12也安装到打印头托架13,导辊12在色带2于辊9和打印头4之间通过时引导色带2并确保在打印操作期间围绕打印头4的合适的色带角度。

[0204] 在使用中,色带可安装在色带盒(未示出)上。当色带盒安装在打印机1内时,导辊8、9(如图2中所示)由相应的支撑销8a、9a(如图3中所示)支撑。

[0205] 打印头托架13沿色带移动方向的位置(以及因此打印头4沿该方向的位置)由马达17(如图3中所示)控制。马达17位于基板16后面并驱动安装在马达17的输出轴17a上的滑轮18。滑轮18继而驱动围绕另外的滑轮20延伸的打印头驱动带19。打印头托架13固定到打印头驱动带19。因此,滑轮18沿顺时针方向(如图2中所见)的旋转向左驱动打印头托架13以及因此向左驱动打印头4,而滑轮18沿逆时针方向的旋转向右驱动打印头4。

[0206] 带19可被视为一种形式的柔性联动装置。然而,术语柔性联动装置并不旨在暗示带表现为弹性的。即,带19沿大致平行于色带2和衬底10行进经过打印头4的方向(即,在滑轮18和20之间延伸的方向)的方向是相对无弹性的。当然,将了解,带19将沿垂直于色带2和衬底10行进经过打印头4的方向的方向挠曲,以便允许带19围绕滑轮18、20移动。然而,一般而言,将理解,相对无弹性确保由马达17导致的滑轮18的任何旋转均被基本上被传送到打

印头托架13并因此传送到打印头4并导致这两者移动。例如,带19可以是具有钢加强件的聚氨酯正时带。例如,带19可以是由美国新泽西州的BRECOflex有限责任公司制造的AT3 GEN III Synchroflex正时带。

[0207] 如图2中所示,打印头4安装在支撑臂21的第一侧上,支撑臂21布置成绕枢轴14枢转。打印头4相对于枢轴14的移动弧度由打印头4相对于枢轴14的位置确定,该位置继而由支撑臂21的长度确定。

[0208] 打印头4朝向和远离打印表面11的移动以及打印头4对色带2、衬底10和打印表面11的压靠由如下文更详细地描述的打印头驱动组件22控制。

[0209] 打印机1的各种操作由控制器50控制,这些操作为诸如卷轴3、5之间的色带移动(例如,通过马达6、7)、打印头朝向和远离打印表面11的移动(例如,通过打印头驱动组件22)、以及打印头4沿平行于打印表面11的方向的移动(例如,通过马达17)。

[0210] 打印头驱动组件22的第一部件安装在打印头驱动组件臂30上,打印头驱动组件臂30布置成绕打印头托架13的枢轴14枢转。因此,打印头驱动组件22的第一部件根据与枢轴14的明确限定的关系移动。打印头驱动组件22的第二部件安装在支撑臂21上。打印头驱动组件22的第一部件和第二部件可以被构造成相互吸引或排斥,以便导致打印头4通过打印头驱动组件22的作用而朝向和远离打印表面11移动。考虑到公共枢轴14(打印头驱动组件22的第一部件和第二部件中的每一者布置成绕该公共枢轴枢转),将理解,打印头驱动组件22的两个部件的相互吸引或排斥将导致这些部件中的至少一者绕枢轴14以弧形移动。

[0211] 打印头4、打印头支撑臂21、打印头驱动组件22和打印头驱动组件臂30可一起被称为打印头组件51。

[0212] 轴承31安装在打印头驱动组件臂30上。在使用中,轴承31支承抵靠轴承表面32,轴承表面32固定地附接到打印机1的基板16。弹簧33设置在打印头驱动组件臂30和打印头托架13之间,并且布置成推动打印头驱动组件臂30绕枢轴14沿顺时针方向(如图2中所见)旋转。轴承表面32的第一部分34沿基本上平行于线性轨道15的方向延伸,使得在打印头托架13沿着线性轨道15前后移动期间(如由图1中的箭头A指示),轴承31支承抵靠轴承表面32的第一部分34,并使打印头驱动组件臂30相对于枢轴14的角位置得以保持,使得打印头驱动组件臂30(以及打印头驱动组件22的第一部件,该第一部件附贴到打印头驱动组件臂30)不会朝向或远离打印表面11移动。

[0213] 然而,将了解,在打印头托架13沿着线性轨道15前后移动期间,打印头驱动组件的任何延伸或缩回都将导致打印头4(其固定到打印头驱动组件22的第二部件)分别朝向和远离打印表面11移动。

[0214] 轴承表面32还包括远离打印表面11倾斜的第二部分35,该第二部分35安置在轴承表面32的左手端(如图2中所见)。因而,当使打印头托架13移动到左边时(如图2中所见),轴承31被致使(在弹簧33的推动作用下)支承抵靠轴承表面32并在轴承表面32远离打印表面11倾斜时跟随该轴承表面。这种移动允许打印头驱动组件臂30绕枢轴14沿顺时针方向(如图2中所见)旋转,从而导致打印头驱动组件22的第一部件移动远离打印表面11。将理解,对于打印头驱动组件22的任何给定构型,这种移动还将使打印头4远离打印表面11移动。因此,当使打印头托架13向左移动时(如图2中所见),打印头组件51的所有部件都将一起向左移动。进一步地,当轴承31在轴承表面32远离打印表面11倾斜时而跟随该轴承表面时,打印

头组件51的所有部件都一起绕枢轴14沿顺时针方向(如图2中所见)旋转,从而使打印头组件51远离打印表面11移动。

[0215] 现在参考图4,打印头组件51被示为处于其中轴承31与轴承表面32的第二部分35接合的构型。该构型可被称为停放构型。打印头驱动组件臂30被示为绕枢轴14旋转,使得打印头驱动组件22(以及因此打印头2)被抬离打印表面11。在正常打印操作期间不使用该位置。然而,在维护操作期间或者例如当更换打印机色带时,可以使用该构型以允许容易访问色带路径。特别地,尽管打印机色带通常由打印头4引导,但是当打印头组件51(及因此还有打印头驱动组件臂30、打印头驱动组件22、支撑臂21和打印头4)处于停放构型时(如图4中所示),打印头4不会干扰在导辊8和9(这些导辊示于图1和图2中)之间延伸的色带,从而允许容易移除和更换色带。

[0216] 如图5a和图5b中更详细地所示,打印头驱动组件22包括电磁体23,电磁体包括线圈24和铁磁元件25。铁磁元件适当地由软磁材料(例如,诸如铁或低碳钢之类的含铁金属)形成。线圈24包括围绕环形线筒(未示出)卷绕的绝缘线(例如,铜线),并且插入到铁磁元件25中的相应地经尺寸设计的环形凹部中。环形凹部被限定在铁磁元件25的外部部分25a(外部部分25a包围线圈24)和铁磁元件25的内部部分25b(内部部分25b被线圈24包围)之间。

[0217] 外部部分25a和内部部分25b关于公共轴线A1大致旋转对称,并且两者都在相似的程度沿着轴线A1延伸。内部部分25b的大致面向下(在图5a和图5b中所示的取向中)的面平行于外部部分25a的外面,但与外部部分25a的外面略微偏移。更详细地,内部部分25b的面从外部部分25a的外面靠后设置,使得外部部分25a沿着轴线A1比内部部分25b延伸得更远。如下文更详细地描述,保持板36设置在内部部分25b的下面上,使得保持板36的下面(在图5a和图5b中所示的取向中)紧密靠近与外部部分25a的外面的公共平面。

[0218] 铁磁元件25的软磁性质允许增强在电流通过线圈24时产生的磁场,该磁场优先地在铁磁元件25的低磁阻材料中流动。电磁体23附接到打印头驱动组件臂30,打印头驱动组件臂30继而附接(经由枢轴14)到打印头托架13以与其一起移动。电磁体23限定打印头驱动组件22的第一部件。

[0219] 打印头驱动组件22还包括靶件26。靶件26由软磁材料(例如,诸如铁或低碳钢之类的含铁金属)形成并且大致为杯形。靶件26包括远离平坦的中心部分26b延伸的边沿部分26a。平坦的中心部分26b大致为盘形,边沿部分26a从盘围绕其周边沿第一方向延伸。边沿部分26a和中心部分26b关于轴线A2大致旋转对称,如图5a和图5b中所图示。

[0220] 靶件26固定地安装在支撑臂21上处于支撑臂21的与第一侧(打印头4安装在第一侧上)相对的第二侧上。边沿部分26a沿远离支撑臂21的方向从盘部分26b延伸-朝向电磁元件25延伸。柱形凹部限定在边沿部分26a内。

[0221] 打印头驱动组件22还包括永磁体27。永磁体27为盘形,并且在形成于边沿部分26a内的柱形凹部内安装到平坦的中心部分26b。永磁体27以在外边沿部分26a内大致同心的方式安装在平坦的中心部分26b上(且因此以轴线A2为中心)。靶件26的外边沿部分26a包围永磁体27。边沿部分26a从中心部分26b延伸的量近似等于永磁体27的厚度。因而,永磁体27的离支撑臂21最远的面位于与边沿部分26a的外面的公共平面中,或者紧密靠近该公共平面。

[0222] 外边沿部分26a具有大于永磁体27的外直径的内直径。因而,在它们之间形成环形凹部。

[0223] 永磁体27的外直径也基本上等于铁磁元件25的内部部分25b的直径。类似地,铁磁元件25的外部部分25a的内直径和外直径具有与靶件26的边沿部分26a的对应内直径和外直径类似的尺寸。因而,在靶件26内形成的环形凹部(即,在永磁体27和边沿部分26a之间)和在铁磁元件25内形成的环形凹部(即,在外部部分25a和内部部分25b之间)具有类似的径向大小。

[0224] 打印头驱动组件22的第二部件由靶件26和永磁体27形成。

[0225] 在实施例中,铁磁元件25可例如具有30mm的外直径和沿着轴线A1的20mm的长度。线圈24可包括近似330匝0.5mm直径的线。

[0226] 永磁体27由在缺乏外部磁场的情况下大致保持磁化的材料(即,硬磁材料)形成。合适的硬磁材料可以是例如钕等级N42。替代性硬磁材料可以是例如钐钴。硬磁材料可被选择成以便提供具有高磁强度的永磁体。

[0227] 在实施例中,永磁体27可具有14mm的外直径、具有2mm的内直径的内部凹部以及4mm的厚度(沿平行于轴线A2的方向)。靶件26可具有30mm的外直径和7mm的厚度(沿平行于轴线A2的方向)。

[0228] 然而,将了解,可根据需要使用替代性材料和尺寸。如上文所描述,打印头驱动组件22的两个部件布置成使得每个部件安装在打印头驱动组件臂30和支撑臂21中的相应一者上,以用于在公共平面中(即,在图5a和图5b的平面中)绕枢轴14旋转。

[0229] 当打印头4处于与打印表面11间隔开的位置中时,即处于第一构型(该第一构型示于图5a中),打印头驱动组件22的第一部件和第二部件的部件大致同心地布置,使得轴线A1和A2共线。另一方面,当打印头4处于其朝向打印表面11延伸的构型(即,第二构型,如图5b中所示)时,打印头驱动组件22的第二部件相对于第一部件旋转,使得轴线A1和A2相互倾斜。然而,将了解,臂21、30的长度(该长度可例如为75mm左右)以及在第二构型中第一部件和第二部件之间的相对小的间隔(该间隔可例如为5mm左右)确保打印头驱动组件的第一部件和第二部件仍然大致相互对齐,即使在轴线A1和A2并非精确共线的情况下也如此。

[0230] 当然,将了解,其他布置结构也是可能的。例如,可将第一部件和第二部件的安装位置交换(即,第一部件安装到支撑臂21,以此类推)。

[0231] 打印头驱动组件22还包括弹簧28。弹簧28是螺旋弹簧28,并且被接收在形成于永磁体27和边沿部分26a之间的环形凹部内。在第一构型中,弹簧28也与轴线A1和A2对齐并同心。弹簧28是压缩弹簧,其推动打印头驱动组件22的第一部件和第二部件相互分开(如下文更详细地描述)。例如,弹簧可以由纽约布鲁克林的Lee Springs制造的弹簧,其具有零件编号LC055K01S。在实施例中,弹簧可具有大约19mm的自由(即,未压缩)长度。然而,在使用中,在组装打印头驱动组件22之前,可将这种弹簧预先压缩近似11mm。即,在正常操作期间的弹簧28的最大延伸状态下,弹簧28仍然可从其松弛状态压缩大约11mm。

[0232] 弹簧28可布置成支承抵靠打印头驱动组件22的第一部件和第二部件中的每一者的一部分。例如,在一些实施例中,弹簧29的第一端可被接收在设置于线圈线筒(未示出)中的特征中。弹簧29的第二端可被接收在设置于环形垫片(未示出)中的特征中,该环形垫片围绕永磁体27设置。

[0233] 打印头驱动组件还包括限位螺钉37。限位螺钉37穿过永磁体27内的中心凹部,并经由与设置在其中的孔的螺纹接合而固定到靶件26。限位螺钉37大致与轴线A2同心。然而,

限位螺钉37延伸超过靶件26和永磁体27的上表面。特别地,限位螺钉延伸到设置在铁磁元件25的内部部分25b内的凹部中。限位螺钉37包括头部37a,头部具有大于螺钉体37b的直径。头部37a被接收在内部部分25b内的凹部内,不过在使用中不与凹部的壁接触。限位螺钉37的螺钉体37b穿过设置在保持板36内的槽36a。槽37a在图5a中所示的取向上沿从图的平面外的方向具有宽度,该宽度大于螺钉体37b的直径但小于头部37a的直径。因而,保持板36被构造成防止限位螺钉37的头部37a穿过槽36a,从而防止支撑臂21相对于打印头驱动组件臂30绕枢轴14旋转超过预定角度量。

[0234] 因而,当打印表面11没有就位时,限位螺钉37和保持板36协作以防止打印头4远离打印机的主体过度延伸。

[0235] 例如,保持板36可由与铁磁元件25类似的软磁材料(例如,低碳钢)形成,且因此可用于以与铁磁元件25相同的方式引导磁场。因此,保持板36可被认为是铁磁元件25的一部分。

[0236] 打印头驱动组件22还包括缓冲件29,如图5b中最清楚地所示。缓冲件29是薄橡胶盘,其设置在永磁体27的相对面和铁磁元件25的内部部分25b(或者更特定地,保持板36)之间。缓冲件29防止永磁体27和铁磁元件25之间的直接接触,并因此保持它们之间的最小间隔。

[0237] 考虑到磁力的大小和所吸引的磁性体之间的间隔之间的公知的关系(即,力的大小与间隔的平方近似成反比),将理解,通过包括缓冲件29,永磁体27和铁磁元件25之间的过大的吸引力被防止。即,在缺乏缓冲件29的情况下,如果允许永磁体27和铁磁元件25直接接触,则它们之间的吸引力可具有如此大的大小,使得在使用中也许不可能克服吸引。当然,可使用替代性技术和布置结构来防止产生过大的力,诸如例如防止支撑臂21的某个部分和打印头托架13之间的相对移动的某种其他形式的机械止动件,或类似者。因此,缓冲件29不是打印头驱动组件22的必要部件。

[0238] 在图5a中所图示的布置结构中,即打印头4处于与打印表面11间隔开的位置中(即,第一构型或第一位置),永磁体27、靶件26和铁磁元件25形成磁路。图6a中进一步图示了磁路,图6a示意性地示出了永磁体27、靶件26和铁磁元件25内的磁场M1的路径。特别地,磁场线从形成于铁磁元件25的内部部分25b的下面处的南极流通经过铁磁元件25的内部部分25b,然后进入铁磁元件25的外部部分25a中。然后,磁场M1穿过铁磁元件25的外部部分25a的下面(该下面形成北极)和靶件26的边沿部分26a的上面(该上面形成南极)之间的第一气隙g1。然后,场M1向下穿过靶件26的边沿部分26a,并且经由靶件26的中心部分26b到达永磁体27的下面。最后,磁场M1穿过永磁体27,并且然后穿过永磁体27的上面(北极)和铁磁元件25的内部部分25b的下面(南极)之间的第二间隙g2。将了解,间隙g2可基本上由缓冲件29填充。即,间隙g2可能不是气隙。然而,缓冲件29可由具有与空气的磁导率类似的磁导率的材料形成。

[0239] 设置铁磁元件25和靶件26(两者都由铁磁材料形成)提供具有相对高的磁导率(或低磁阻)的路径。这确保所描述的磁路是完整的,并且磁力被聚焦以便引起期望的效果(即,在打印头驱动组件22的第一部件和第二部件之间产生磁力)。此外,虽然在没有设置靶件26(且特别是边沿部分26a)和铁磁元件25的外部部分25a的情况下将存在这种力,但是这些元件为磁场M1提供低磁阻(即高磁导率)返回路径并加强铁磁元件25和永磁体27之间的磁相

互作用,这意味着:当与不提供返回路径的布置结构相比时,需要较低的总磁场强度以实现相同的操作力。形成完整的磁路允许更有效地利用给定强度的磁场。

[0240] 进一步地,磁路径M1的明确限定的性质增强了以下两者之间可能的对比:上文所描述的构型(即,第一构型,其中打印头4处于与打印表面11间隔开的位置中,并且永磁体27接近铁磁元件25,如图5a和图6a中所图示);和第二构型(或第二位置),其中打印头4接近打印表面11(即,永磁体27与铁磁元件25间隔开),如图5b和图6b中所图示。

[0241] 在第二构型中,存在形成于永磁体27和铁磁元件25之间的不太明确限定的低磁阻磁路,并且因此它们之间的吸引相对于第一构型减小。特别地,在第二构型中,增大的第一气隙 $g1'$ 和第二气隙 $g2'$ 促使显著减弱永磁体27和铁磁元件25之间的磁相互作用。示出了磁路径 $M1'$,然而,将了解,间隙 $g1'$ 和 $g2'$ 构成整个路径 $M1'$ 的相当大的比例(尤其是当与由间隙 $g1$ 和 $g2$ 形成的路径 $M1'$ 的小比例相比时)。

[0242] 应注意,在图6a和图6b中所示的两种构型中,电磁体23处于去激励状态。

[0243] 还应注意,在图5a、图5b中所示的构型中的每一者中,轴承31与轴承表面32的第一部分34(而不是第二部分35)接合,并且因此打印头4不处于停放构型。将了解,如图4中所示,当移动托架13以便使打印头移动到停放构型时,打印头通常(尽管不一定)将处于第一构型(即永磁体27接近铁磁元件25)。

[0244] 现在将更详细地描述打印机1的操作的细节。存在其中可以使用热转印打印机的大致两种模式,它们有时被称为“连续”模式和“间歇”模式。在两种操作模式下,该设备执行一系列定期地重复的打印周期,每个周期包括:打印阶段,在打印阶段期间油墨被转印到衬底10;以及另外的非打印阶段,在非打印阶段期间使打印机为下一个周期的打印阶段作准备。

[0245] 在连续打印中,在打印阶段期间,使打印头4与色带2接触,色带2的另一侧与待在其上打印图像的衬底10接触。在该过程期间,打印头4保持静止-术语“静止”在连续打印的上下文中用于指示尽管打印头4将移动到与色带2接触和脱离接触,但是它将不会相对于色带路径沿其中色带2沿着该路径前进的方向移动。衬底10和色带2两者通常但不一定以相同的速度运输经过打印头4。

[0246] 在间歇打印中,衬底10以逐步的方式前进经过打印头4,使得在每个周期的打印阶段期间,衬底10和(通常但不一定)色带2是静止的。通过使打印头4相对于衬底10和色带2移位来实现衬底10、色带2和打印头4之间的相对移动。在连续周期的打印阶段之间,使衬底10前进以便在打印头4下方呈现待打印的下一个区域,并且使色带2前进使得色带的未使用的区段位于打印头4和衬底10之间。色带2的精确运输用于确保未使用的色带在使打印头4前进以进行打印操作时总是位于衬底10和打印头4之间。

[0247] 打印机1主要被构造成实施间歇模式打印。即,在衬底10相对于打印机1(且特别是打印头4)实际上静止的同时,在衬底10上实现打印。因此,每次打印操作都需要协调控制打印头4和色带2的各种移动。然而,将了解,打印机1也可以用于连续模式打印。

[0248] 在打印阶段期间,使打印头4与色带2接触,从而以预定的打印力将色带2压靠在衬底10和打印表面11上。将了解,对于每组情况(例如,色带的类型、打印头的类型、衬底的类型、打印速度、接触区域的尺寸等),最佳打印力可不同,并且控制打印头力对打印质量具有显著影响。对于具有32mm的宽度的切角边式(corner edge)打印头4,预定的打印力可以是

例如大约1.2千克力(kgf)的力。还将了解,打印力还可取决于打印头4和打印表面11之间的角度(打印头角度)。例如,可使用大约1.2kgf的打印力,其中打印头角度是26度,不过在不同的布置结构(其可具有不同的打印头角度)中可更改。

[0249] 在打印头4和打印表面11(以及中间色带2和衬底10)之间已建立预定的打印力之后,打印头4继续沿平行于打印表面11的方向移动以便打印图像。打印头沿平行于经过打印头4的色带路径方向的方向的这种移动可被称为打印行程。当打印头4移动跨越色带2和衬底10时,不同的打印元件被激励以便使油墨的不同区域在不同的位置处被转印到衬底10,从而允许形成图像。将了解,保持打印头4和打印表面11之间的打印力对于在整个图像中保持一致的打印品质是必要的。

[0250] 一旦打印头4已行进了所打印的图像的全长(即,它已完成打印行程),就停止移动并且打印阶段完成。在后面的非打印阶段期间,打印头4撤回而不与色带2、衬底10和打印表面11接触,然后沿平行于打印表面11的方向移动(该移动与早前在打印阶段期间的移动相反),以便准备打印另外的图像。在该非打印阶段期间,使色带2前进对应于所打印的图像的长度的线性量,使得色带2的新的且未打印的部分在下一个图像开始之前邻近衬底10。也可使衬底10在该非打印阶段期间前进(尽管本文中并未详细讨论衬底移动的细节)。

[0251] 通过适当控制打印头驱动组件22并且更特定地控制电磁体23来实现对打印头4朝向和远离打印表面11(和衬底10)移动的控制。一般而言,通过弹簧28朝向打印表面11推动打印头4,并且通过吸引永磁体27而朝向铁磁元件25推动打印头4远离打印表面。然而,电磁体23允许控制在铁磁材料25中的及其周围的磁场,以便使打印头4从第一构型移动到第二构型,在第一构型中打印头4与打印表面11间隔开,在第二构型中打印头4与打印表面11接触,如下文更详细地描述。

[0252] 更特定地,弹簧28的布置结构提供了朝向打印表面11推动打印头4的力。将了解,根据胡克定律,由弹簧28施加的力相对于弹簧28的压缩和延伸基本上线性地变化。如上文更详细地描述,弹簧被布置成使得它在第一端处邻接铁磁元件25并在第二端处邻接靶件26,靶件26固定到支撑臂21和打印头4。因此,在打印头4朝向铁磁元件25的移动期间,弹簧28被压缩,并且由弹簧28施加在打印头4上的力(朝向打印表面11)增大。

[0253] 另一方面,打印头4远离铁磁元件25的移动允许弹簧28延伸(并因此松弛),并且由弹簧28施加在打印头4上的力(朝向打印表面)减小。由弹簧28施加在打印头4上的力的变化相对于铁磁元件25和永磁体27之间的间隔的变化而基本上线性地变化。

[0254] 将了解,弹簧力的线性变化受偏移的影响。即,弹簧力下降到零时所处的间隔超出了打印头驱动组件22的操作范围。这是弹簧28的预先压缩的结果。因而,在所有操作间隔中,存在由弹簧28施加的非零弹簧力,其朝向打印表面11推动打印头4。因此,在缺乏作用在打印头4上的任何其他力(并且假设当与弹簧28的力相比时重力的影响可忽略不计)的情况下,弹簧28将迫使打印头4与打印件表面11接触。图7中示出了由弹簧28施加的力的大小随铁磁元件25和永磁体27之间的间隔的变化(该间隔也对应于打印头4的位置),其由线S指示。

[0255] 在图7的曲线图中,正力对应于用于沿朝向打印表面11的方向推动打印头4的力,反之亦然。

[0256] 如上文所描述,在一些实施例中,弹簧可具有大约19mm的自由长度,并且可在组装

打印头驱动组件22之前被预先压缩近似11mm。因此,当打印头处于第二构型时,弹簧可被压缩以便具有大约8mm的长度。另一方面,当打印头处于第一构型时,弹簧可被压缩以便具有大约5mm的长度。由弹簧产生的力随着弹簧的压缩基本上线性地变化。

[0257] 如在图7中可以看出,当铁磁元件25和永磁体27之间的间隔为大约1mm时,由弹簧产生的力为大约40N。弹簧力在大约5mm的间隔下逐渐减小到大约29N。

[0258] 除了作用在打印头4上的弹簧力之外,永磁体27还布置成产生作用在打印头4上的力。特别地,永磁体27将在铁磁元件25上施加吸引力。永磁体27的吸引力沿与上文所描述弹簧力相反的方向作用,因此它们在曲线图上被示为负数。

[0259] 如所公知的,由永磁体施加在铁磁材料上的吸引力的大小与该磁体和铁磁材料之间的间隔的平方近似成反比。因而,随着永磁体27接近铁磁元件25,永磁体27(其牢固地附接到打印头4)和铁磁元件25之间的力的大小增加,并且它们之间的间隔减小。因此,当间隔最小时,由永磁体27施加的力最强,反之亦然。然而,尽管弹簧力(描述于上文)随间隔线性地变化,但是磁力根据与间隔的反比关系而变化。图7中示出了由永磁体27施加的力的大小随打印头4位置的变化,其由线M指示。

[0260] 例如,在上文所描述实施例中,当铁磁元件25和永磁体27之间的间隔为大约1mm时,由永磁体产生的力为大约-40N。由永磁体产生的力的大小在大约5mm的间隔下逐渐减小到大约-5N。然而,与弹簧力的变化不同,磁力在该范围内并非线性地变化,而是根据与间隔的预定的反比关系而变化。将了解,磁场强度和间隔之间的关系将取决于与材料和几何形状有关的许多因素,并且可能不严格对应于平方反比关系。诸如有限元分析之类的技术可用于对磁场进行建模。替代地,物理原型可用于允许测量在某些间隙和距离下由磁场产生的力。然后,可使用这种模型或测量以根据需要修改设计参数,以便提供受控的总力。

[0261] 在缺乏任何附加的力的情况下,将了解,弹簧28的力用于朝向打印表面11推动打印头4,并且永磁体27的力用于将打印头4推动远离打印表面11。考虑到这些力中的每一者作用在打印头4上并基于打印头4的位置而以不同的方式(即,线性地对平方反比关系)变化,在打印头4的每个位置处,将存在取决于位置的合力。图7中示出了这种合力,其由线R指示。将了解,由线R指示的力是力M和S的代数和,这些力中的每一者如上文所描述的那样变化。

[0262] 因此,当铁磁元件25和永磁体27之间的间隔为大约1mm时,合力为大约0N。合力在大约3mm的间隔下逐渐增加到大约+22N,在大约4mm的间隔下逐渐增加到+25N,并且在大约5mm的间隔下为+25N。将了解,图7中所图示的力是由产生力的部件(即,弹簧28和磁体27)中的每一者产生的静力,而不考虑由打印机的其他部件产生的反作用力和打印机进行操作所处的环境或者整体而言系统的其他性质。因而,所图示的力略高于在打印操作期间可施加在打印表面11上的力。例如,色带张力可导致打印力减小。类似地,枢轴14的几何形状以及打印头4和色带2之间的摩擦也可导致打印力发生变化(如下文参考图13更详细地描述)。

[0263] 有利地,如在图7中的曲线图上由线R指示,所得的打印力随距离的变化具有在近似3和5mm间隔之间的基本上平坦的部分。这意味着:可以在永磁体27和铁磁元件25之间的间隔范围上实现基本上恒定的打印力,这些间隔对应于打印表面11的有用的位置范围。这很重要,因为它允许打印机跨越大范围的打印设备而一致地打印,从而允许打印表面11和打印机之间的距离的合理变化量(例如,2mm)。

[0264] 如从图7中可以看出,在永磁体27和铁磁元件25之间的小间隔(即,小于1mm)(即,图5a和图6a中所图示的第一构型)下,由永磁体27产生的力(该力处于其最大值)足以克服由弹簧28产生的沿相反方向作用的力。因此,当间隔小于某个值时,合力R沿某个方向作用以推动打印头4远离打印表面11,从而进一步减少间隔。

[0265] 另一方面,在永磁体27和铁磁元件25之间的大间隔(如图5b和图6b中所图示)下,由永磁体27产生的力(该力处于其最小值)被由弹簧28产生的沿相反方向作用的力克服。因此,当间隔大于某个值时,合力R沿某个方向作用以朝向打印表面11推动打印头4,从而进一步增大间隔。

[0266] 因此,将了解,在第一构型(即,当与打印表面11间隔开时,其也被称为缩回位置)或第二构型(即,当与打印表面11接触或接近时,其也被称为延伸位置)中的任一者中作用在打印头4上的合力使得打印头4进一步朝向该构型被推动,并且被推动远离平衡位置(即,两个相反的力相互抵消的位置)。平衡位置在图7的曲线图中由点E识别,并且在所图示的示例中对应于永磁体27和铁磁元件25之间的为大约1mm的间隔。图7中以阴影示出了可能的第一构型和第二构型距离的示例。

[0267] 力的这种平衡导致打印头4一旦处于缩回或延伸位置中就以稳定的方式保持在该位置中,除非受到附加的力而被致使移动远离该位置。因此,打印头4存在两种稳定的构型-第一构型(缩回位置-如图5a中所示)和第二构型(延伸位置-如图5b中所示)。

[0268] 在操作中,可以通过操作电磁体23来提供这种附加的力。即,电磁体23被布置成以便能够加强或抵消由永磁体27产生的力。当线圈24被激励以便产生沿第一方向的磁场时,该磁场导致永磁体27进一步被吸引到电磁体23。然而,当线圈24被激励以便产生沿第二方向的磁场时,该磁场导致永磁体27不太被吸引到电磁体23或甚至与电磁体23相斥。以这种方式,打印头驱动组件22能够调节打印头4上的力。现在将更详细地描述由电磁体23产生的这些力与由永磁体27和弹簧28产生的力的相互作用。

[0269] 图8b示出了处于第一构型的打印头驱动组件22,并且电磁体23的线圈24被激励以便加强由永磁体27产生的力。磁路基本上为如图6a中所图示的那样。然而,建立了比图6a中的磁场更强的磁场M1",其中来自永磁体27和电磁体23两者的贡献相互加强。因此,由永磁体27和电磁体23产生的磁场相互加强,从而导致在打印头驱动组件22的第一部件和第二部件之间产生吸引力,该吸引力沿方向D作用在靶件26(和打印头(未示出),其附接到靶件)上。

[0270] 另一方面,图8a(其也示出了处于第一构型的打印头驱动组件22)示出了电磁体23的线圈24被激励以便抵消由永磁体27产生的力。磁路相对于图6a和图8a中所图示的磁路被更改。特别地,在电磁体23内建立第一磁场M2,并且在永磁体27和靶件26中建立第二、相反的磁场。如可以看出,在间隙g2的任一侧处产生相对的北极,其中在间隙g1的任一侧处产生相对的南极。因此,由永磁体27和电磁体23产生的磁场相互相反,从而导致在打印头驱动组件22的第一部件和第二部件之间产生排斥力,该排斥力沿方向C作用在靶件26(和打印头(未示出),其附接到靶件26)上。

[0271] 由电磁体23产生的磁场的强度与流过线圈24的电流近似线性相关。因而,通过根据预定关系控制流过线圈24的电流的大小,有可能准确地控制磁场强度的大小,并因此精确地控制磁力的强度。进一步地,所产生的磁场的方向也对应于流过线圈24的电流的方向,

从而允许实现方向控制。将了解,与软磁元件结合使用的许多电磁体仅允许磁吸引。即,沿任一方向的磁场均导致铁磁元件的暂时磁化,使得发生吸引。然而,使用永磁体允许产生吸引力和排斥力两者,从而允许以大得多的程度控制向打印头4施加的力。

[0272] 从上文对合力(如在图7中由线R所图示)的描述将了解,如果由电磁体23产生的吸引力或排斥力足以导致打印头4移动到超过平衡点(从第一构型和第二构型中开始的那个是起始点)的位置,则当移除向电磁体23施加的电流时,打印头4将从起始点向第一构型和第二构型中的另一者移动。因此,为了将打印头4从一种构型移动到另一构型,从电磁体23来说所需的一切就是产生足够强度的力并且持续足够的持续时间,以使打印头4移动经过平衡点E。此后,即使电磁体23被去激励,由弹簧28或永磁体27产生的力也将导致打印头4继续移动直到它达到第一构型或第二构型。

[0273] 考虑图9,其中线R示出了图7中所示的合力,线RP示出了在线圈24通过正3安培(+3A)的电流被激励时由弹簧28、永磁体27和电磁体23的组合产生的合力。可以看出,线RP是线R的移位型式-该移位是由电磁体23沿方向C(如图5至图8中所指示)产生的附加的力的结果。因此,将了解,无论打印头4的位置如何,如果使+3安培的电流在线圈24中流动,则合力将沿方向C,并且将使打印头4朝向打印表面11被推动。

[0274] 如在图9中可以看出,当使+3安培的电流在线圈24中流动时,并且当铁磁元件25和永磁体27之间的间隔为大约1mm时,合力为大约+27N。正激励时的合力(RP)在大约3mm的间隔下在大约+35N处达到峰值,然后在大约5mm的间隔下略微下降到大约+32N的力。

[0275] 另一方面,线RN示出了当线圈24通过负3安培(-3A)的电流被激励时由弹簧28、永磁体27和电磁体23的组合产生的合力。可以看出,线RN是线R的移位型式-该移位是由电磁体23沿方向D(如图5至图8中所指示)产生的附加的力的结果。

[0276] 因此,当使-3安培的电流在线圈24中流动时,并且当铁磁元件25和永磁体27之间的间隔为大约1mm时,合力RN为大约-27N。负激励时的合力(RN)在大约2mm的间隔下下降到大约0N,之后在大约5mm的间隔下上升到大约+18N的力。

[0277] 因此,从图9中所图示的力将了解,假如间隔范围保持在大约2毫米以下,无论打印头4的位置如何,如果使-3安培的电流在线圈24中流动,则合力将沿方向D,并且将足以导致打印头4被推动远离打印表面11(即使打印头缩回到其第一构型)。将了解(尽管未在图9的曲线图中示出),使打印头4从大于2mm的间隔距离缩回将需要比3安培更高的负电流。例如,可使用大约-6A的电流来使打印头4从大约4mm的间隔距离缩回。

[0278] 还将了解,所涉及的力和所需的电流水平将取决于特定的构型(例如,间隔距离、弹簧常数、电磁体绕组中的匝数、磁路中的每个部件的磁特性等),并且可相应地被更改。

[0279] 以这种方式,并且假如间隔保持在标准的操作范围内(例如,在2mm和4mm之间),则无论打印头4的位置如何,都可以根据需要使打印头4在第一构型和第二构型之间移动。

[0280] 将了解,可以控制标准的操作范围,以便确保针对特定布置结构的正确操作以及弹簧强度、磁力和电流水平的组合。因此,虽然在所图示的示例中可允许的操作范围为大约2mm(即,在2和4mm的间隔之间),但是该范围可以根据特定应用的需要而增大(或减小)。类似地,平衡点(在这种情况下为大约1mm的间隔)可以根据需要通过适当的设计选择而变化。

[0281] 此外,尽管由永磁体27和弹簧28产生的力总是被施加(并基于打印头4的位置而变化),但是在短时段内仅需要由电磁体23产生力以实现打印头4控制。因而,仅需要在需要移

动时将短脉冲电流供应给电磁体23的线圈24,从而允许电磁体23在操作中保持凉爽。如下文参考图10至图12更详细地描述,可能需要在一定的持续时间内将脉冲电流供应给电磁体23的线圈24,该持续时间在与打印周期的持续时间(例如,15毫秒)相比时是短的,每个打印周期包括:打印阶段,在打印阶段期间油墨被转印到衬底;以及另外的非打印阶段,在非打印阶段期间使设备为下一个周期的打印阶段作准备。

[0282] 即,在使用电磁体(例如,螺线管)来致使机械系统中的移动的情况下,常见的是这种电磁体保持在延长的时间段内被激励,从而导致在线圈中产生显著的热量。这种热量会对相关系统的持续可靠操作有害,且因此是不利的。然而,上文所描述的布置结构利用磁力和弹簧力之间的相互作用来以双稳态方式偏压打印头,使得仅需要由电磁体产生短脉冲磁力以进行致动。这使得打印头驱动组件能够‘冷’操作,因为当打印头处于两个稳定构型中的一者时,电磁体不需要被连续激励。

[0283] 此外,通过适当选择弹簧28可以产生可靠且可预测的打印力。即,一旦已经使打印头4从缩回位置移动到延伸位置(通过向电磁体23的线圈24施加的短脉冲电流,如上文所描述),弹簧28就将导致打印头4通过取决于打印头4和铁磁元件25的相对位置的力而被朝向打印表面11推动并因此压靠在打印表面11上。即,弹簧力仅取决于弹簧28的延伸或压缩程度,而由永磁体27(其将在铁磁元件25上施加相对小的吸引力)产生的任何反作用力也是可预测的。因此,可以通过由弹簧28产生的恒定打印力来操作打印机1以实施打印操作,而不需要向线圈24施加电流。

[0284] 可在打印头托架13相对于打印机主体保持静止(即,连续打印)时或者在使打印头托架13相对于打印机主体移动(即,间歇打印)时执行这种打印操作。

[0285] 然后,当已完成打印操作时(即,在已打印图像之后),通过向线圈24施加脉冲电流来使打印头4缩回,这导致在电磁体23和永磁体27之间产生吸引力,该吸引力足以克服弹簧28的力。因此,打印头4从第二构型(即,延伸位置)移动到第一构型(即,缩回位置)。

[0286] 图10示出了示例电流和力波形,其图示了使用向电磁体23施加的电流脉冲以使打印头移动,如上文所描述。水平轴线示出了时间,其中全范围被示为覆盖200ms的持续时间。垂直轴线示出了指示力抑或电流(如分别由线F和I指示)的电压。特别地,线F表示由打印头4向打印表面11施加的力。线I表示向电磁体23施加的电流。所图示的数据在测试打印操作期间获得,其中力数据通过布置成代替打印表面的测力传感器获得。

[0287] 在图10中所图示的示例中,在时间 t_0 ,电流为零并且打印头处于第一构型,因此打印力也实际上为零(尽管存在一些噪声可见)。在时间 t_1 ,沿正方向向线圈24施加电流,其中电流I显示为在其之后立即增加,电流逐渐上升到峰值水平。将了解,线圈24的电感性质限制电流可以上升的速率。在向线圈24施加电流之后不久,在时间 t_2 处,打印力F从零上升。打印力F首先超过规定(overshoot),然后逐渐稳定在近似对应于大约1.2kgf的力的水平。在时间 t_3 (在 t_2 之后不久),电流脉冲被切断,其中线圈24中的电流水平I返回到零。在大约15毫秒的总持续时间(即,在时间 t_1 和 t_3 之间)内施加正电流。将了解,一旦在时间 t_1 处向线圈24施加电流,就会在电磁体23和永磁体27之间产生排斥性磁力,该排斥性磁力朝向第二构型推动打印头4。因此,一旦该力足以使由永磁体27导致的铁磁元件25的磁化反向,就使打印头4朝向第二构型移动。一旦打印头4与打印表面11(以及在这种情况下的测力传感器)接触,打印力F就上升,并且打印头4沿垂直于打印表面11的方向的移动停止。

[0288] 然后,在一段时间内,打印力 F 保持基本上稳定在 1.2kgf 处,同时电流 I 保持为零处。该时段是执行打印操作之时。在间歇打印中,在该时段期间,打印头托架13沿着线性轨道15移动,从而使打印头4沿着打印表面11移动,以便执行打印行程。

[0289] 当向线圈24施加负电流脉冲时,打印力 F 继续处于大约 1.2kgf 直到时间 t_4 。再次,电流大小逐渐上升到峰值水平。随着该电流增大,在电磁体23和永磁体27之间产生吸引力,该吸引力推动打印头4远离延伸位置(即,朝向缩回位置)。一旦该力足以克服弹簧28的力,就使打印头4朝向缩回位置移动。这种移动持续,直到永磁体27与缓冲件29接触,其后打印头4沿垂直于打印表面11的方向的移动停止。一旦打印头4失去与打印表面11(或者在这种情况下力板)的接触,所测量的打印力 F 就迅速下降。因此,在时间 t_5 (在 t_4 开始电流之后不久),打印力迅速下降。在所图示的示例中,在大约 110ms 的总持续时间内施加力,其中大约 90ms 对应于大约 1.2kgf 的期望打印力。

[0290] 然后,在时间 t_6 处移除负电流,其后电流 I 返回到零,并且打印力 F 保持在零处。在大约 15ms 的总持续时间(即,在时间 t_4 和 t_6 之间)内施加负电流。

[0291] 应注意,在沿负方向施加电流(在时间 t_4)之前,观察到打印力中的一些振荡。这是打印行程完成的结果,并且打印头4停止沿着打印表面11移动。

[0292] 还应注意,在时间 t_1 和 t_4 之后,电流沿正和负两个方向的上升(电流中的暂时下降)是可见的,如分别由 t_1' 和 t_4' 指示。这些暂时下降对应于打印头4与打印表面接触的点(t_1')以及永磁体27与缓冲件29接触的点(t_4')。在每种情况下,由打印头驱动组件22经历的机械冲击和力的变化导致由驱动电流进入线圈24的电路所见的电阻抗的变化。该效果可被认为本质上类似于可以在马达操作中观察到的反电动势(反EMF)信号。

[0293] 特别地,反EMF可指代在相对于磁场移动时(或者同等地,当磁场相对于导体移动时)在导体(即,线圈24)中感应出电压。感应电压可与磁通量的变化率成比例,磁通量的变化率继而对应于永磁体27的位置的变化率。通过永磁体27的移动在线圈24两端产生的电压在线圈24两端显现为使得它抵消向线圈24施加的驱动电压。将理解,当永磁体突然减速时(例如,当打印头4与打印表面11接触时),存在反EMF的突然改变。取决于用于激励线圈24的驱动电子设备的性质,反EMF的这种变化可例如能够检测为由线圈24汲取的电流的暂时下降抑或线圈24两端的电压的增加、或以上两者。

[0294] 图11更详细地示出了围绕 t_1' 暂时下降的电流波形和力波形。水平轴线示出了时间,其中全范围被示为覆盖 100ms 的持续时间。竖直轴线再次示出了指示力抑或电流(如分别由线 F 和 I 指示)的电压。可以看出,倾角大致对应于打印力在时间 t_2 处快速增大的点。

[0295] 这种可观察的电流特性可以用于改进打印头驱动组件22的操作。例如,上文提到的暂时下降 t_1' 可以用于识别打印头4与打印表面11接触的时间点,并因此允许终止导致该移动的电流脉冲。在打印表面11上没有设置测力传感器(或其他传感器)的情况下,这种反馈可以特别有用。

[0296] 类似地,上文提到的暂时下降 t_4' 可以用于识别永磁体27与缓冲件29接触的时间点,并因此允许终止导致该移动的电流脉冲。在时间 t_1 处施加电流之后近似 8ms 发生在大约时间 t_2 处的力的上升。然后,在大约时间 t_2 处发生力上升之后大约 6ms ,电流开始快速下降。可以看出,打印力在其于时间 t_2 处首次开始上升之后大约 20ms 稳定下来。

[0297] 在一些实施例中,在线圈24内流动的电流可以提供关于意外事件或操作中的误差

的有用信息。例如，打印头4在操作期间的任何意外的移动（例如，由于与外来物体的冲击）可导致产生反EMF信号，可通过适当监测在线圈24内流动的电流来检测该反EMF信号，而不管线圈24是否被激励。

[0298] 更一般地，将了解，在线圈24内流动的实际电流可以提供关于系统构型和操作的有用信息，其中有可能基于该信息来执行后续控制。

[0299] 在一种这种形式的后续控制中，在第一次打印头移动期间观察到特性反EMF信号的时间可以用于针对在第二次后续的打印头移动期间修改控制信号。

[0300] 更详细地，将理解，如上文所详细描述，打印头朝向和远离打印表面的移动通过由永磁体27、电磁体23和弹簧28产生的力的组合导致。特别地，从一个稳定位置朝向另一稳定位置的移动由在电磁体中流动的电流导致，从而导致产生力不平衡以及打印头位置改变。

[0301] 然而，还将了解，在电磁体的端子两端施加电压时不会立即产生这些力。相反，公知地，在电磁体（其具有预定的电感）中流动的电流将取决于所施加的电压的大小、电感和电阻而上升。特别地，在电阻与电感器串联放置的电路中，可如下计算在电感器中流动的电流随从施加电压开始起的时间的变化（假设在时间零处没有电流流动）：

$$[0302] \quad I(t) = \frac{V}{R} [1 - e^{-Rt/L}]$$

[0303] 其中：

[0304] I(t) 是作为时间的函数的电感器中流动的电流；

[0305] V 是所施加的电压；

[0306] R 是电阻器的电阻；

[0307] t 是时间；并且

[0308] L 是电感器的电感。

[0309] 因此，假设由电磁体产生的力与在电磁体中流动的电流成比例地变化，当电磁体被激励时，所产生的力将根据具有时间常数L/R的指数关系而上升。当然，将理解，在使用PWM驱动信号来驱动感应线圈的情况下，电流特性可以是所施加的波形的占空比以及所施加的电压的函数。

[0310] 在力的该上升期间，力将首先快速上升，并且然后在接近最大电流/力时更慢。在该上升期间的某个点处，由电磁体产生的力将足够大以克服永磁体或弹簧的相反的力，从而导致打印头从其所处的任何一个稳定位置移动。该力水平可被称为操作力。

[0311] 为了提供对外部干扰的一定程度的不敏感度，可期望将打印头驱动组件构造使得在上文所描述的电流/力曲线的相对平坦的区域期间实现操作力。因而，将理解，在初始施加实现操作力所处的电压之后的精确时间可从一个操作变化到下一个操作。然而，一般而言，在类似的打印操作期间，将在施加电压之后的近似相同时间处获得最小操作力。

[0312] 除了上文所描述的电流上升之外，还将通过在打印头驱动组件的致动期间所导致的反EMF信号来修改在打印头驱动组件的操作期间观察到的实际电流。

[0313] 图13示出了在打印操作期间的测量电流。在图13中所图示的示例中，电磁体电流由电流线40指示，而所测量的打印力由力线41指示。打印操作的细节大致类似于上文参考图10所描述的细节，且因此此处将不详细描述。然而，应注意，图13中所示的电流信号具有与图10中的电流信号相反的方向。打印头缩回脉冲42可以在图13中看到，并且将参考图14

更详细地讨论。

[0314] 特别地,图14更详细地示出了来自脉冲42的力波形40和电流波形41。如在时间 t_{20} 处可以看出,电流开始从零增大。可以观察到,电流显示出脉冲宽度调制(PWM)切换的迹象,因此在脉冲宽度调制(PWM)切换处用于在感应电磁体线圈中获得期望的电流水平。以大约10kHz的频率实施PWM切换。然而,可以看到电流增大的一般形状(忽略高频切换波形)。

[0315] 将观察到,在时间 t_{21} 处(在电流开始增加之后近似2ms),打印力开始减小。可以理解的是,电磁体一开始产生磁力,这就将开始减小由打印头施加在打印表面上的力,即使合力仍然朝向打印表面推动打印头。因此,从时间 t_{21} 到时间 t_{22} ,打印力逐渐减小,直到它近似为零。在那时间(即, t_{22})处,打印头开始失去与打印表面的接触。

[0316] 还可以观察到,在大约时间 t_{22} 处,电流波形40的大小停止增大,并且大小开始减小。这可以被理解是由于打印头4(和相关联的打印头驱动组件部件)在由电磁体23产生的磁场中移动所产生的反EMF的结果。

[0317] 进一步地,在时间 t_{23} 处(在时间 t_{22} 之后近似1.5ms),电流波形40梯度展现出突然逆转,使得电流波形40的大小停止减小,并且大小再次开始增大。该时间(即, t_{23})被理解为对应于可移动的打印头驱动组件部件(即,永磁体27、靶件26)与缓冲件29接触并突然停止其移动的点。

[0318] 在时间 t_{23} 之后,电流在短时间内继续上升直到时间 t_{24} ,此时电磁体电流突然被切断。将理解,紧随时间 t_{23} 之后,可移动的打印头驱动组件部件可从与缓冲件29的接触中反弹,从而导致电流波形进一步偏离在孤立地观察电磁体的电流的情况下将观察到的电流波形。

[0319] 因此,从上文对所监测的电流波形的讨论中,可以理解,波形在打印头驱动组件的致动期间表现出特性特征(由反EMF原始信号和感应电流的相互作用导致)。此外,如下文更详细地讨论的那样,有可能通过修改所施加的电压的大小和定时来在后续的打印操作期间精细地调谐对打印头驱动组件的控制,以便影响打印移动。

[0320] 例如,将了解,可以选择打印头驱动脉冲(不论是将打印头“移入”还是“移出”)的持续时间。基于发生打印头移动的期望的时间和力上升到操作水平所花费的时间来作出这种选择。当然,也可包括一些偶然性,使得即使打印头比预期更晚地开始移动,打印头也仍然将在移除电流脉冲之前完成预期的移动。

[0321] 即,考虑到电磁体的已知电响应特性,在打印头将开始移动的预期时间之前的某个预定时间施加打印头驱动脉冲。此外,所施加的脉冲的幅度可被选择成以便在适当的时间提供所需的力。例如,在图13和图14中所图示的示例中,打印头在电流特性的相对平坦部分(在开始电流脉冲之后近似12ms)期间开始移动。

[0322] 然而,将理解,通过增大向电磁体施加的电压,将有可能提高建立该临界力的速率,从而致使在施加电压之后的较短时间处发生打印头移动。相反,通过减小向电磁体施加的电压,将有可能降低建立该临界力的速率,从而致使在施加电压之后的更长时间处发生打印头移动。

[0323] 在打印操作期间,可监测电流。如果在这种监测期间识别出与打印头移动相关联的特性特征,则可以确定打印头是否在预定时间、在该时间之前或是在该时间之后开始移动。

[0324] 然后,在后续操作中,可以修改(即,增大或减小)向电磁体施加的电流,以便试图致使在预定时间处(或更接近该预定时间)发生打印移动。以这种方式,对与打印头移动相关联的特性特征的检测可以用于提供反馈,使得打印机操作被修改并且使得可以更容易实现预期的操作性能。

[0325] 将理解,该过程可能并不精确。即,移动时间并非仅基于在电磁体中流动的电流,而是还存在任何数量的外部噪声源(例如,振动、打印机和打印表面之间的可能地可变距离、温度变化、机械磨损等)。因此,移动并非应当在单个预定时间开始,而是在一些实施例中,可接受的移动时间的范围(例如,下限和上限)是可能的。

[0326] 类似地,考虑到噪声信号轨迹和电流水平的细微变化,可能难以检测到移动开始的精确点(即,时间 t_{22})。然而,将了解,也可使用其他特性点,诸如例如在时间 t_{23} 处的电流梯度的突然变化,可从针对特定打印机布置结构的经验研究中已知该时间 t_{23} 在时间 t_{22} 之后的固定时间处出现。

[0327] 然而,将了解,特定时间点和相关联的电流特性归因于特定打印头移动并不必要。一般而言,将理解,有可能凭经验来识别电流特性、和针对该特性的对应于可接受打印行为的定时的范围、以及导致这种可接受行为的驱动电流波形的范围。

[0328] 一般而言,将理解,如果驱动电流太低,则打印头移动可能太晚,从而导致打印协调不良。相反,如果驱动电流太高,则打印移动可能太早,并且打印头可能在稳定位置之间移动得更快,从而有机械磨损和损坏的风险。

[0329] 当然,将了解,尽管上文所描述的实施例允许驱动电流波形在移动发生之前变成基本上平坦,但是其他布置结构也是可能的。

[0330] 例如,如果需要更快速的操作,则可使用更高的电流水平,这导致在电流水平急剧上升的时段期间产生操作力。在这种实施例中,与打印头移动相关联的可检测的反EMF特性可与上文所描述的反EMF特性不同。然而,打印头移动的一些特征特性仍然可以是可识别的。

[0331] 当然,将理解,提供给电磁体的电流水平是工程设计选择,其中在许多参数当中,在电源要求、电磁体几何形状、操作速度、可靠性和维护性能之间进行折衷。

[0332] 因此,在初始化打印机时,在第一次打印操作期间,可选择预定的功率水平,该预定的功率水平被选择成以便超过在例行操作期间所需的任何可能的功率水平。然后,在第一次操作期间,将监测移动信号的定时,并且相应地修改将在第二次操作期间施加的功率水平。所选择的功率水平可最终稳定在稳定的水平处。发生该稳定的速率可取决于在每个步骤处施加的变化的大小。然而,在大约十次打印操作之后建立稳定操作可能是方便的。当然,在‘稳定’操作期间,可根据需要对所施加的功率水平进行微小的调整。以这种方式,反馈被用于连续地调整操作中的功率水平。

[0333] 此外,将理解,特定的操作参数或构型可在打印机的连续操作期间变化。例如,在打印机以拉-拖构型(即,通过单个驱动装置拉动色带通过带路径,同时向供应卷轴施加阻力)操作的情况下,向供应卷轴施加的阻力可在色带卷筒的开始(其中供应卷轴的半径是大的)和卷轴的结束(供应卷轴的半径是相对小的)之间变化。在这种布置结构中,色带张力有可能在使用单个卷筒或色带期间增大例如2至3倍。

[0334] 当然,将理解,当打印头被驱出(即,朝向打印表面)时,将需要克服色带中的任何

张力(除了需要电磁体和弹簧克服永磁体的力之外)。因而,在这种打印机的操作期间,执行打印头移动所需的力可在连续操作期间逐渐改变。

[0335] 在打印机操作的一个这种示例中,向电磁体施加的电流水平设置有指示具有任意单位的大小的值。假设打印机针对具有完整的色带卷筒(例如,250m)的操作被初始化,则在第一次打印操作期间,可施加2500(任意单位)的电流水平以使打印头向外移动,并且可预期该电流水平导致打印头比所需的移动得更快(并且更有力)。将理解,在前几次打印操作期间,电流水平将被修改,以便致使在预定时间段内发生打印头移动。在这种操作期间,在10次打印操作之后,可预期与电流水平相关联的稳定值为大约800(任意单位)。800的电流水平(即,最大值的近似三分之一)可表示当卷筒几乎完整时操作中的低‘正常’值。

[0336] 虽然将理解,实际电流水平将取决于许多设计因素,但在一些实施例中,2500的打印头移出电流值 I_{PH_OUT} 对应于近似5安培的实际电流值,而800的打印头移出电流值 I_{PH_OUT} 对应于近似1.6安培的实际电流值。

[0337] 当然,可在色带卷筒不完整的情况下启动和停止打印机。因此,在其中打印机在色带卷筒被使用了近似一半时被初始化的打印操作期间,在第一次打印操作期间,可施加2500的打印头移出电流值 I_{PH_OUT} 。然后,在前几次打印操作期间,电流水平将被修改,以便致使在预定时间段内发生打印头移动。在这种操作期间,在10次打印操作之后,可预期打印头移出电流值 I_{PH_OUT} 为大约1300(其中存在半卷筒的色带)。

[0338] 类似地,在其中打印机在该色带卷筒几乎被完全使用时被初始化的打印操作期间,在第一次打印操作期间,仍然可施加2500的打印头移出电流值 I_{PH_OUT} 。然后,在前几次打印操作期间,将修改电流水平,以便致使在预定时间段内发生打印头移动。在这种操作期间,在10次打印操作之后,可预期打印头移出电流值 I_{PH_OUT} 为大约1800(其中留在卷筒上的色带几乎不到一半)。因此,尽管在初始化之后立即使用默认的高电流水平,但是该参数被快速调整到适合于特定打印机构型的电流水平。

[0339] 将理解,色带张力水平可对打印头在移动中所需的电流水平有影响,不过这将很可能比上文参考打印头向外移动所描述的影响具有明显更小的大小。

[0340] 各种其他操作变量也可对打印头移动所需的电流水平有影响。一个这种操作变量是压板间隙,其对应于在每次打印操作之前和之后由打印头4移动的距离。尽管标称压板间隙可规定为2mm,但是可使用分别为1.5和2.5mm的最小值和最大值。因此,在使用中,打印机可被构造成具有在1.5和2.5mm之间的压板间隙。当然,当打印头4被驱出(即,与打印表面11接触)时,仅需要将其驱动直到达到平衡点,其后弹簧力支配永磁体的力,并且不再需要电磁体来促使打印头移动。然而,在打印头缩回期间,精确的压板间隙可影响所需的力。即,考虑到上文参考图9所描述的力水平,虽然合力特性(RN)相对平坦,但是使打印头缩回所需的力在预期的操作范围上仍然存在一些偏离。

[0341] 因此,在具有1.5mm的间隙的情况下,在操作期间使打印头缩回所需的稳定电流水平可对应于处于大约1100的电流值 I_{PH_IN} 的打印头,而在具有2.5mm的间隙的情况下,在操作期间观察到的稳定电流水平可对应于处于大约1900的电流值 I_{PH_IN} 的打印头。即,对于更大的压板间隙,可能需要更高的电流水平。

[0342] 因此,虽然在初始化之后可立即使用单个默认的高电流水平(例如,2500)以用于打印头向内移动和打印头向外移动两者,但是该水平在操作期间被快速调整到适合于打印

机构型的电流水平。

[0343] 实际上,将理解,在初始化之后立即使用默认的高电流水平并基于所监测的反馈信号进行后续细化允许快速建立正确的操作而不管色带状态和压板距离以及其他操作变量(打印机控制器50可能并不知道所述参数中的一些或全部)。

[0344] 进一步地,使打印头向外移动所需的电流水平可取决于一组参数(例如,留在卷筒上的色带的量),而使打印头向内移动所需的电流水平可取决于一组不同的(有可能重叠)参数(例如,压板距离)。因此,在大多数操作情况下,使打印头向内移动(缩回)所需的电流水平很可能与使打印头移出(延伸)所需的电流水平不同。两个值可具有不同的默认值、不同的可接受的定时时段、在连续操作期间的不同趋势,并且因此可使用不同的优化例程。

[0345] 从上文对图14中所示的波形的讨论中,将理解,打印头4在时间 t_{22} 和 t_{23} 之间移动,该移动或“飞行时间”具有近似2ms的持续时间。还将了解,虽然该主要移动在时间 t_{23} 处突然终止(尽管随后可能有一些反弹),但是移动的起点更加平缓。实际上,可能难以准确地确定打印头开始移动的精确时刻(即使在测力传感器的帮助下,该测力传感器在大多数操作构型中将不存在)。因此,考虑到即使在主要移动停止之后(例如,在 t_{23} 之后的时段期间)打印头移动对电流波形也有影响,将理解,可能需要过度供应(overserve)用于完整打印操作的电流波形以恰当理解反EMF对电流波形的影响或者识别特性波形特征。

[0346] 因此,基于在相同打印操作期间检测到的特性执行对打印头移动的任何形式的控制可能是困难的。例如,虽然上文描述到可期望在冲击之前向电磁体23提供反向电流,但是不仅在移动结束之前(即,通过检测冲击点 t_{23})难以检测到移动,而且考虑到线圈的电感性质,将难以使显著的反向电流足够快地流动以具有实质影响。

[0347] 然而,通过使用上文所描述的技术,有可能在一个或多个打印操作上基于监测的参数来调整电流水平,以基于定时和所测量的峰值力而具有期望的操作特性。例如,虽然可在操作期间基于所监测的定时来调整电流水平,但是可在特定类型的打印机的校准阶段期间确定调谐参数(例如,如何基于监测的定时、默认的电流水平等进行电流水平调整)。

[0348] 然而,应注意的是,考虑到提供具有不足以导致打印头移动的功率(或持续时间)的脉冲的可能结果会对打印操作极为不利(即,打印头可能无法完成预期的“向内”或“向外”移动,从而有可能导致打印质量差、漏印和/或打印机部件损坏),应当谨慎地降低电流水平。

[0349] 相反,考虑到提供具有太大功率的脉冲的可能结果是打印头比最佳状态移动得更快并且打印机部件之间的冲击超过最佳范围,可以以远不那么谨慎的方式增加电流水平。虽然可能预期出现一些增加的磨损,但在短时间尺度内将不会发生损坏(假如不超过安全的最大阈值)。然而,将理解,如果在延长的时间段内保持过量的驱动电流水平,则可能发生机械损坏(即,加速磨损)。

[0350] 图15提供了流程图,其图示由打印机控制器50实施以执行上文一般性描述的控制技术的处理的示例。在步骤S1处,初始化打印机(例如,在给打印机通电之后)。然后,处理转到步骤S2,其中将用于打印头移出脉冲 I_{PH-OUT} 和打印头移入脉冲 I_{PH-IN} 的电流值(其指示电流大小)设定为2500(任意单位)的默认值。

[0351] 然后,处理转到步骤S3(假设已接收到打印指令),其中控制器50使打印头4被打印头驱动组件22朝向打印表面11驱出。在该移动期间,监测在电磁体23内流动的电流。可以以

任何方便的方式监测电流,诸如通过监测在与电磁体23串联放置的小值电阻器两端产生的电压。

[0352] 然后,处理转到步骤S4,其中基于所监测的电流来确定打印头向外移动时间 T_{OUT} 。这种确定可基于对电流波形内的特性的识别,例如如上文参考图14所描述(其中针对打印头向外移动而非打印头向内移动进行必要的改变以修改该过程)。

[0353] 当然,对于打印头移出和打印头移入操作中的每一者而言,波形形状可能不同。然而,对于每个连续的“移入”或“移出”操作而言,预期电流波形具有基本上类似的形式,从而允许识别特性点。这种识别可凭经验实施,例如通过在利用高速相机捕获打印头移动的图片时实施操作,从而允许建立特定电流波形特性和物理移动之间的对应关系。

[0354] 例如,可基于所监测的电流来确定以某种方式指示打印头开始移动的的时刻的时间点。然后,可将打印头移出时间 T_{OUT} 确定为在施加电流脉冲之后的打印头开始移动的时间。当然,可根据需要选择不同的参考点。

[0355] 一旦已确定打印头移出时间 T_{OUT} ,处理就转到步骤S5,其中将打印头向外移动时间与最小可接受阈值 $T_{OUT-MIN}$ 进行比较。如果打印头向外移动时间 T_{OUT} 高于最小可接受阈值 $T_{OUT-MIN}$,则处理转到步骤S6,在步骤S6中将打印头向外移动时间 T_{OUT} 与最大可接受阈值 $T_{OUT-MAX}$ 进行比较。如果打印头向外移动时间 T_{OUT} 低于最大可接受阈值 $T_{OUT-MAX}$ (并且还高于最小可接受阈值 $T_{OUT-MIN}$),则认为打印头移出时间 T_{OUT} 在可接受范围内,并且处理转到步骤S7。

[0356] 在步骤S5处,如果打印头向外移动时间 T_{OUT} 低于最小可接受阈值 $T_{OUT-MIN}$,则处理转到步骤S8,在步骤S8中减小所存储的打印头移出电流值 I_{PH-OUT} (以便使打印头在后续的打印操作中移动地更慢)。然后,处理转到步骤S7。

[0357] 在步骤S6处,如果打印头向外移动时间高于最大可接受阈值 $T_{OUT-MAX}$,则处理转到步骤S9,在步骤S9中增大打印头移出电流值 I_{PH-OUT} (以便使打印头在后续的打印操作中移动地更快)。然后,处理转到步骤S7。

[0358] 因此,步骤S5和S6的处理允许在打印头向外移动时间 T_{OUT} 和参考范围($T_{OUT-MIN}$ 至 $T_{OUT-MAX}$)之间进行比较。如果打印头向外移动时间落在参考范围之外,则在步骤S8或S9中的一者中对打印头移出电流值 I_{PH-OUT} 进行合适的调整。

[0359] 然而,将了解,该处理可以以任何方便的方式实施。例如,可将打印头向外移动时间 T_{OUT} 与单个参考值进行比较,其中基于与该参考值的差异(正或负)进行调整。类似地,可以以任何方便的方式实施对打印头移出脉冲值进行的调整。例如,任何调整的大小均可以某种方式基于打印头向外移动时间 T_{OUT} 和参考范围(或值)之间的差异。替代地,可在每次实施步骤S8或S9中的一者的处理时进行固定的调整(例如,+/-100)。更进一步地,所进行的调整可基于与多于一个打印操作有关的数据(例如,基于平均误差值或累积误差值),和/或可考虑到先前进行的调整。在一些实施例中,可实施一种形式的PID控制。

[0360] 作为步骤S7(一旦当前打印操作已完成),控制器50使打印头4被打印头驱动组件22“驱入”而远离打印表面11。在该移动期间,再次监测在电磁体23内流动的电流。

[0361] 然后,处理转到步骤S10,在步骤S10中基于所监测的电流来确定打印头向内移动时间 T_{IN} 。这种确定可基于对电流波形内的特性的识别,例如如上文参考图14所描述的。例如,可将打印头向内移动时间 T_{IN} 确定为在时间 t_{20} 处施加电流脉冲之后的打印头开始移动的时间(即,时间 t_{21})。

[0362] 一旦已确定了打印头向内移动时间 T_{IN} ，处理就转到步骤S11，其中将打印头向内移动时间 T_{IN} 与最小可接受阈值 T_{IN-MIN} 进行比较。如果打印头向内移动时间 T_{IN} 高于最小可接受阈值 T_{IN-MIN} ，则处理转到，在步骤S12中将打印头向内移动时间 T_{IN} 与最大可接受阈值 T_{IN-MAX} 进行比较。如果打印头向内移动时间 T_{IN} 低于最大可接受阈值 T_{IN-MAX} （并且还高于最小可接受阈值 T_{IN-MIN} ），则认为打印头向内移动时间 T_{IN} 在可接受范围内，并且处理返回到步骤S3，在步骤S3中可以开始新的打印操作（在适当的时间）。

[0363] 返回到步骤S11，如果打印头向内移动时间 T_{IN} 低于最小可接受阈值 T_{IN-MIN} ，则处理转到步骤S13，在步骤S13中减小打印头向内移动电流值 I_{PH-IN} （以便使打印头在后续的打印操作中移动地更慢）。然后，处理返回到步骤S3，在步骤S3中可以开始新的打印操作。

[0364] 在步骤S14处，如果打印头向内移动时间 T_{IN} 高于最大可接受阈值 T_{IN-MAX} ，则处理转到步骤S9，在步骤S9中增大打印头移入电流值 I_{PH-IN} （以便使打印头在后续的打印操作中移动地更快）。然后，处理返回到步骤S3，在步骤S3中可以开始新的打印操作。

[0365] 因此，在第二次（或另外的后续）打印操作中，修改打印头移入电流值 I_{PH-IN} 和移出电流值 I_{PH-OUT} ，从而允许在使用期间调整打印性能以便实现期望的定时特性。

[0366] 当然，将了解，提供上文所描述的示例仅仅是为了说明，并且意图不是起限制作用。实际上，上文所描述的打印机的许多替代性布置结构和修改是可能的。

[0367] 例如，虽然描述的是螺旋弹簧设置在靶件26和铁磁元件之间，但是可使用任何形式的偏压元件来提供该功能。这种偏压元件可采用任何适当的形式（例如，安装在不同位置中的片簧或拉伸弹簧）。此外，可通过完全不同的机构提供偏压力。例如，可提供单独的磁性元件，其与打印头支撑臂21相关联并且提供沿与由永磁体27和铁磁元件25提供的力相反的方向作用的力。

[0368] 更进一步地，虽然在上文所描述的实施例中包括了弹簧，但是在一些实施例中，可完全省略偏压元件。在这种实施例中，打印头可通过永磁体的操作（如上文所描述）而被吸引远离打印表面，并且当需要时可通过电磁体（当沿适当方向被激励时）的作用而被朝向打印表面推动。因此，可以在不需要任何机械偏压元件的情况下实现打印头向内/向外移动和位置控制。在这种布置结构中，由打印头施加在打印表面上的力的大小受由电磁体产生的磁场的强度（该强度与向电磁体的绕组施加的电流有关）控制。

[0369] 然而，将了解，在这种布置结构中，为了使打印头保持在延伸位置中，将需要电磁体保持在激励状态下。这种布置结构可具有特定应用，其中预期发生打印的时间比例相对较小，且因此需要电流在绕组内流动的时间比例（在该时间期间产生热量）也相对较小。

[0370] 替代地，在一些实施例中，打印头驱动组件可包括被构造成朝向打印表面推动电磁体的第二永磁体。即，代替依赖于由弹簧产生的力来朝向打印表面推动打印头，可使用第二磁体。打印头驱动组件可具有如上文所描述的两种稳定构型。打印头朝向和远离打印表面的移动可通过由两个永磁体和电磁体产生的力的组合导致。特别地，从一个稳定构型朝向另一稳定构型的移动可由在电磁体中流动的电流导致，从而导致产生力不平衡并且打印头位置改变。当处于所述稳定构型中的每一者中时，打印头将通过在电磁体和永磁体中的一者之间产生的吸引力磁力而保持处于该构型中，即使当电磁体被去激励（或以低水平激励）时也如此。

[0371] 当然，在这种布置结构中，还可包括弹簧（或其他机械偏压构件），以便根据需要提

供附加的力分量或顺应性。例如,打印头可通过弹簧联接到打印头驱动组件的部件,以便提供对打印表面位置的变化的一定程度的不敏感度和/或提供适当的打印力。

[0372] 虽然电磁体在上文被描述为安装到打印头驱动组件臂30,但是可提供安装在打印头支撑臂21上的电磁体,其中永磁体安装到打印头驱动组件臂30。部件位置的这种交换将不会影响到上文所描述的打印头移动的操作。即,上文所描述的打印头驱动组件22具有两个部件,这两个部件可以被完全套装(cased)以根据需要相互吸引或排斥。这两个部件中的每一者可安装在打印头托架13或支撑臂21中的任一者上(其中另一部件安装在打印头托架13或支撑臂21中的另一者上)。

[0373] 此外,虽然上文所描述的实施例使用了打印头托架13和可枢转地安装到打印头托架13的支撑臂21,但是可以根据需要使用其他合适的机械布置结构。例如,打印头4可安装成沿着线性滑动件朝向和远离打印表面11移动。所需的一切就是打印头被支撑以便能够在打印头驱动组件22的控制下朝向和远离打印表面移动。类似地,在提供替代性结构以允许实现停放构型(如果竟然提供这种构型的话)的情况下,可完全省略打印头驱动组件臂30和轴承表面32。

[0374] 在一些实施例中,可提供另外的替代性布置结构。例如,虽然上文描述了单个线圈24,但是可提供多个线圈,这些线圈布置成允许在电磁体23的铁磁元件25内产生可控磁场。此外,代替通过使至电源的连接反向或者通过使电源的极性反向而以沿不同方向的电流激励的单个线圈,可提供中心抽头线圈以允许通过将中心抽头连接到负电源端子并将线圈的一端或另一端连接到单个正电源端子来产生可逆磁场。

[0375] 当然,将了解,在适当的情况下,可以使用不同的电磁体几何形状和布置结构。例如,可使用多个电磁体,以代替单个电磁体。在一些实施例中,多个电磁体布置成根据需要提供可变的吸引力或排斥力。例如,多个电磁体中的每一者可用于提供不同的力分量,其中在各时间处作用在打印头上的总力是各个力分量的总和。在一个这种实施例中,单个(主)电磁体如上文所描述地布置成提供吸引力和排斥力两者。然而,一个或多个附加电磁体可被包括在内以仅提供排斥力。这种布置结构允许向打印头施加的力由多个致动器提供并且根据特定应用的需要而变化。

[0376] 除了使用脉冲电流来朝向和远离打印表面驱动打印头4(并且在一些情况下,例如在省略弹簧的情况下,来产生打印力)之外,还可以使用供应给电磁体23的线圈24的电流来精细调整打印力。例如,当打印头4处于延伸位置中并且弹簧28导致在打印表面11上施加打印力时,可向电磁体23的线圈24施加电流。如上文所描述,这种电流将会导致由电磁体23产生磁场并且在永磁体27和靶件26上施加对应的力。通过调整电流的大小和方向,可以调整该力的大小和方向。

[0377] 例如,通过在打印头4处于延伸位置中时向线圈24施加小的正电流,可以使在打印操作期间施加在打印表面11上的力少量增加。相反,通过在打印头4处于延伸位置中时向线圈24施加小的负电流,可以使施加在打印表面11上的力少量减少。所施加的电流和所产生的力之间的比例常数将取决于系统的细节,然而该关系基本上是线性的。

[0378] 控制器50可处理关于期望的打印力的信息,并使用该信息来确定待在线圈24中流动的所需电流。

[0379] 图12示出了针对一个示例的力波形和电流波形。水平轴线示出了时间,其中全范

围被示为覆盖200ms的持续时间。竖直轴线再次示出了指示力抑或电流(如分别由线F和I指示)的电压。与图10和图11一样,线F再次表示由打印头4向打印表面11施加的力,而线I再次表示向电磁体23施加的电流。在该示例中,已知近似1安培的电流产生大约0.4kgf的附加的力。

[0380] 在图12中所图示的示例中,在时间t10处,电流为零,并且打印力也实际上为零。在时间t11处,沿正方向向线圈24施加电流,其中电流I显示为在其之后立即增大。可以看到,打印力F在时间t12(在t11之后不久)从零上升。在时间t13处(在t12之后不久),电流水平降低到非零恒定值(在这种情况下为大约1A)。在其之后,打印力逐渐稳定在近似对应于大约1.6kgf的打印力的水平。

[0381] 然后,在一段时间内,打印力F保持基本上稳定在1.6kgf处,同时电流I保持在1安培处。该时段是执行打印操作之时,其中与图10中所图示的构型相比打印力增加了。

[0382] 打印力F继续处于大约1.6kgf直到时间t14,此时向线圈24施加负电流脉冲。在时间t15处(在t14处电流开始之后不久),打印力迅速下降。然后,在时间t16处移除负电流,在其之后电流I返回到零,并且打印力保持在零处。

[0383] 当然,如果在打印操作期间使更大的电流在线圈中流动,则打印力将进一步增大。相反,如果在打印操作期间施加负电流,则打印力将减小。

[0384] 以类似的方式,即使在打印表面位置存在变化的情况下,也可以修改在打印操作期间被致使在线圈24中流动的电流以提供预定的打印力。例如,在打印操作期间相同的电流被致使在线圈24内流动的情况下,当将第一构型和第二构型进行比较时,可建立打印力的某种差异,在第一构型中当间隔为3mm时,打印头与打印表面接触,在第二构型中当间隔为5mm时,打印头与打印表面接触。这是在不同间隔下产生的力的变化的结果。应注意的是,虽然力特性在一系列间隔上是相对平坦的(例如,如图9中所图示),但是该特性并非完全平坦。

[0385] 因而,可以修改被致使在线圈24内流动的电流,以便补偿不同的打印表面构型。更一般地,尽管打印机构型不同,但是可以修改被致使在线圈24内流动的电流,以便也致使产生预定的打印力。

[0386] 此外,除了使用变化的电流来改变打印力之外,还可以使用向绕组施加的电流来控制打印头4的移动。特别地,如可以从图10至图12中图示的所测量的打印力F观察到,在与打印表面11接触时,打印头4倾向于反弹,其中打印力F首先超过期望的打印力,然后振荡,然后逐渐稳定在期望的力处。然而,在该不稳定时段期间,也许不可能执行打印操作。

[0387] 在一些实施例,可通过使用主动阻尼来减小这种力不稳定性。例如,向线圈24施加的电流波形的形状可以被成形成以便阻尼打印头4的移动。例如,通过在打印头4已开始移动之后沿与主电流脉冲相反的方向施加电流,有可能在打印头4与打印表面11接触之前(或者,在打印头缩回期间、在永磁体与缓冲件29接触之前)使打印头减速以便提供“软着陆”。这种阻尼可以提供一种系统,在该系统中更快地产生稳定的打印力,从而允许提高操作速度。进一步地,通过使用这种阻尼减少由打印头驱动组件22的各个部件(例如,弹簧28)所经历的机械冲击可以减少那些部件上的磨损和疲劳,从而提高可靠性和使用寿命。

[0388] 更一般地,可以以多种方式更改向线圈24施加的电流以控制打印头移动。例如,电流脉冲的持续时间、所施加的电流的大小以及所施加的每个电流脉冲的形状都可以变化

(单独地或组合地)以实现待在打印头上施加的期望的力,以便实现期望的机械效应。

[0389] 在一些实施例中,可提供传感器,其产生指示打印头4的位置的信号。这种传感器输出可用于控制对电磁体23的激励。例如,可使用指示打印头4的位置的信号来控制向线圈24施加的电流脉冲的持续时间、大小和/或方向,以代替(或者以及)使用上文提到的所检测到的反EMF脉冲。这种传感器可以是例如旋转编码器,其布置成产生指示臂21绕枢轴14的旋转(该旋转与打印头4的位置具有预定关系)的信号。

[0390] 替代地,传感器可以是例如直接或间接地检测打印头4的位置的某种形式的线性位置传感器,或者是检测打印头驱动组件22的第一部件和第二部件之间的间隔的传感器(例如,接近传感器)。这种传感器数据可用于控制向线圈24施加的电流以提供阻尼或以确保产生预定的打印力。特别地,传感器数据可用作控制算法(例如,PID控制算法)的输入,该控制算法布置成控制打印头4的位置。因此,控制器50可处理指示打印头4的位置的信息,并使用该信息来确定待供应给线圈24的所需电流和/或待由打印头驱动组件22产生的力。

[0391] 现在将参考图16来描述这种位置传感器的一个示例。图16示出了替代性打印头组件60,其大致类似于上文所描述的打印头组件51。替代性打印头组件60的对应于上文所描述的部件的部件使用相同的标记来标记。上文参考第一实施例所描述的特征和优点可大致适用于第二实施例。

[0392] 除了上文所描述的部件之外,还在打印头4的上表面上设置传感器61。更特定地,传感器61设置在打印头4的表面上,该表面在使用中背离打印表面11。打印头组件60还包括靶件62,靶件62布置成面向传感器61。例如,可从打印头组件臂30的一部分安装靶件62。靶件62可被可调整地附接到打印组件臂30,以便能够例如在校准操作期间调整靶件62和传感器61的相对位置。在使用中,传感器61被构造成产生基于传感器61和靶件62之间的距离而变化的信号。

[0393] 如上文所描述,在使用期间,使打印头4通过打印头驱动组件22的作用而朝向和远离打印表面11移动。在这种移动期间,如由打印头支撑臂21支撑的打印头4绕枢轴14旋转,以便远离打印头驱动组件臂30移动。然而,在打印头4的这种移动期间,打印头组件臂30和与其附接的靶件62不相对于打印表面11移动。

[0394] 因而,附接到打印头4的传感器61将相对于靶件62移动,靶件62附接到打印头组件臂30。因此,考虑到已知的初始状态,传感器61和靶件62之间的距离与打印头4相对于打印表面11的位置具有公知的关系,并且可以提供关于打印头位置的有用信息。特别地,传感器61和靶件62之间的距离将根据与打印头4和打印表面11之间的距离的反比关系而变化。

[0395] 图17a和图17b示意性地示出了打印头4的下表面和上表面(当处于图16中所示的取向时)。传感器61包括发射器63和接收器64。发射器63是辐射源,诸如例如发射红外范围内的电磁辐射的LED。例如,接收器64由光电晶体管提供。接收器64适合于接收由发射器63发射的辐射。

[0396] 在实施例中,传感器61可适当地例如由美国亚利桑那州凤凰城的Fairchild/ON Semiconductor制造的QRE11 13GR表面安装传感器提供。这种传感器可容纳在小型SMD封装中,并且可具有大约5mm的检测范围。传感器61可被称为接近传感器。特别地,传感器61感测靶件62的接近度。

[0397] 当然,将了解,可以酌情使用替代性感测布置结构。例如,可使用光电二极管以代

替上文所描述的光电晶体管。更一般地,将了解,可使用另外的替代性发射器和接收器,条件是选择发射器和接收器的适当组合。例如,也可使用广角光源、激光源或其他LED源(例如,使用可见光)来代替发射器63。进一步地,在一些替代方式中,可使用超声波发射器和接收器、或其他形式的发射器和接收器。

[0398] 此外,尽管在上文所描述的实施例中发射器63和接收器64设置在安装于打印头4上的集成式传感器61中,但是在替代性实施例中,发射器和接收器可以是单独的装置,其各自安装在打印头4上的不同位置处。更进一步地,可酌情使用不同数量的集成式传感器或者不同数量的分立的发射器和接收器。

[0399] 进一步地,在一些实施例中,传感器可以是被动式。即,可完全省略发射器。在这种实施例中,传感器被构造成感测来自靶件的一些特性。例如,靶件可设有磁性区域,该磁性区域可以被传感器感测到而不需要发射器。替代地,传感器可以是电容式传感器或电感式传感器,其中靶件设置有具有可以被感测到的特性的区域。替代地,传感器和靶件可设置在与上文所描述的位置相对(或以其他方式不同)的位置中。

[0400] 更一般地,将了解,传感器61被布置成产生指示打印头的位置的信号,并且可使用任何合适的形式、数量或布置结构的(一个或多个)传感器。

[0401] 再次参考上文简要描述的具体实施例,如图17a中最清楚所示,图17a示出了打印头4的下表面(即,如从打印表面处的视点向上所见),打印头4包括多个电阻加热元件65,所述多个电阻加热元件安装在陶瓷衬底66上并且沿着打印头4的第一边缘设置成一维线性阵列。基于打印要求(例如,基于图像数据)来选择性地激励打印元件65。可在安装于打印头电路板68上的打印头控制器67内产生提供给打印元件65的打印控制信号。传感器接口电路69也设置在打印头电路板68上。打印头电路板68附接到散热器70,散热器70也形成打印头4的一部分。打印头控制器67经由柔性带状电缆71与控制器50通信,柔性带状电缆71经由连接器72连接到电路板67。

[0402] 如上所述,图17a中所见的打印头4表面是这样的表面:即其面向大致向下的方向(如图1中所示)并且设有打印元件65。该表面可被称为打印头4的操作表面。即,如图17a中所示,打印头4的操作表面在正常操作中大致面向色带2。

[0403] 然而,如上所述,传感器61设置在打印头的相对(上)表面上(因此在图17a中以虚线示出),而不是位于打印头4的操作表面上。图17b中示出了打印头4的上表面。打印头4的上表面可被称为非打印表面。打印头4的可见部件是散热器70、传感器61、其上安装有传感器61的打印头电路板67以及连接器72。发射器63和接收器64被示为在打印头4的上表面上彼此邻近,这两者都被提供作为集成式传感器61的一部分。

[0404] 因此,将理解,传感器61安装在打印头4的这样的表面上:即该表面在打印操作期间布置成背离打印表面11并且朝向打印机的内部部件,诸如例如打印头组件60的部件,并且特别是打印头驱动组件臂30和靶件62。这导致传感器61以这样的方式安装,使得其在打印操作期间布置成背离色带2。

[0405] 一般而言,将理解,传感器61可以以这样的方式安装到打印头,使得它被认为与打印头的非打印表面操作地相关联。例如,在一些实施例中,传感器可设置在打印头的非打印表面下方,但是布置成感测超出打印头的非打印表面。例如,光学传感器可通过透明或半透明材料与非打印表面分离,同时仍然与非打印表面相关联。类似地,磁传感器可通过可被磁

场穿透的材料与非打印表面分离,从而允许感测靶件。替代地,传感器61的主体可位于打印头的操作表面上(即,图17a中所示的下表面),但是布置成使得它透过设置在打印头电路板67中的一个或多个孔“观察”。

[0406] 将了解,在打印头4的移动期间,打印头4相对于打印表面的位置将变化。传感器61被构造产生输出,该输出允许控制器50在这种移动阶段期间控制打印头4的移动,如下文更详细地描述。

[0407] 图18更详细地示出了传感器接口电路69。传感器接口电路69布置成驱动发射器63并从接收器64接收信号。传感器接口电路69还布置成放大所接收的信号并产生输出信号,输出信号可以经由带状电缆71提供给打印机控制器50。传感器接口电路69可被认为包括发射器驱动器电路73和接收器电路74。虽然在单个电路图中示出了这两个电路73、74,但当然将了解,它们实际上是通过从发射器63发射并由接收器64接收的光操作地联接的单独的电路,并且可被独立地修改。

[0408] 发射器驱动电路73包括连接到+5V电压源的正供电轨75、连接到接地电压(0V)的接地轨76、场效应晶体管Q1、电阻器R0和电阻器R1。发射器63的阳极经由电阻器R0连接到供电轨75,其中阴极经由晶体管Q1可切换地连接到接地轨76。电阻器R1连接在晶体管Q1的栅极和接地轨76之间。输入节点77设置在晶体管Q1的栅极处。在使用中,由PWM信号驱动输入节点77,PWM信号由打印机控制器50经由带状电缆71提供。

[0409] 电阻器R0具有68 Ω 的电阻值。提供电阻器R0,以便在发射器63的阴极通过晶体管Q1连接到接地轨76时控制流过发射器63的电流。在所描述的实施例中,假设发射器63两端的电压降为近似1V,则将在电阻器R0两端产生近似4V的电压降。该构型(即,在具有68 Ω 的电阻值的电阻器R0两端产生4V的电压)将使近似59mA的驱动电流流过发射器63。

[0410] 电阻器R1具有10k Ω 的电阻值。提供电阻器R1,使得如果打印头没有连接到带状电缆(例如,在传送期间)或者从可为三态(即,除了“1”和“0”之外还有高阻抗状态)的切换源(switching source)驱动,则晶体管Q1的栅极将不被允许浮动,并且因此将不那么易受ESD损坏的影响。

[0411] 晶体管Q1是n-沟道FET,并且可例如由如荷兰奈梅亨Nexperia制造的NX7002AK装置提供。晶体管由PWM信号驱动,PWM信号在高(例如,5V)水平和低(例如,0V)水平之间切换。PWM信号接通和切断晶体管Q1,并且继而在晶体管接通时使电流在发射器63中流动并且在晶体管切断时不使电流在发射器63中流动。

[0412] PWM占空比例如可例如为大约50%,其具有方波轮廓和2kHz调制频率。当然,可以使用其他发射器驱动方案作为优选。例如,在实施例中,可以以减小的占空比(例如,30%)驱动发射器,以便限制由电阻器R0耗散的功率。类似地,可调整调制频率。

[0413] 当在“接通”状态下驱动时,发射器63具有大约59mA的驱动电流。上文所描述的发射器装置(即,QRE1113)具有50mA(在25摄氏度的环境温度下)的最大连续二极管电流。因此,虽然所选择的驱动电流(例如,59mA)高于该最大可允许的连续水平,但它不是连续驱动的。当然,将了解,可选择不同的驱动水平(并且可选择适当值的电阻器以用于电阻器R0)。

[0414] 调制频率被选择成以便提供快速传感器响应,同时并未高到使得接收器和相关联的电路不能响应(如下文参考接收器电路更详细地描述)。将理解,可基于多个因素来选择调制频率。例如,可增加频率以便允许获取更频繁的传感器读数。

[0415] 接收器电路74还利用正供电轨75和接地轨76。然而,将了解,如果需要,可提供单独的电源布置结构。

[0416] 接收器电路74还包括接收器64和连接在接收器64的集电极和正供电轨75之间的电阻器R2。节点78形成在接收器64和电阻器R2之间。接收器64的发射极直接连接到接地轨76。电阻器R2具有100 Ω 的电阻值。因此,电阻器R2和接收器14串联连接,其中光电二极管内产生的任何光电流均流过电阻器R2并导致在电阻器R2两端产生电压降。

[0417] 接收器电路74还包括运算放大器 (op-amp) OP1。例如,op-amp OP1可由具有针对低功率单电源应用优化的低噪声、轨到轨输入/输出的CMOS运算放大器提供,诸如由美国亚利桑那州凤凰城的ON Semiconductor制造的NCS20061装置。例如,op-amp OP1可适当地为NCS20061SN2装置。

[0418] 节点78连接到op-amp OP1的非反相输入端。op-amp OP1布置成形成电流放大器,该电流放大器放大在接收器64中流动的电流。除了op-amp OP1之外,电流放大器还包括电容器C1、电阻器R3、R4和R5、以及晶体管Q2。电流放大器还可被认为包括被设置成远离放大器的其他部件的另外的电阻器(R6),如下文参考图19更详细地描述。

[0419] 电容器C1连接在op-amp OP1的输出端和op-amp OP1的反相输入端之间。电容器C1具有270pF的电容值,并且被提供来稳定op-amp OP1。

[0420] op-amp OP1的输出端还经由电阻器R5连接到晶体管Q2的基极端子。晶体管Q2是高增益PNP晶体管,其中集电极电流和发射极电流基本上相等。例如,晶体管可由如荷兰埃因霍温的NXP Semiconductors制造的BC856B通用晶体管提供。考虑到晶体管Q2的高增益,仅小电流将经由电阻器R5流到基极中。电阻器R5具有100 Ω 的电阻值。优选地,电阻器R5的电阻被选择成以便在接收器电流水平突然改变的情况下限制从op-amp OP1输出的任何瞬时电流。因此,将了解,该值对于放大器电路的工作并不重要,并且该电路将在电阻器R5的大电阻值范围上工作。

[0421] 晶体管Q2的集电极端子联接到输出节点79,输出节点79继而经由带状电缆71联接到打印机控制器50的输入端以用于后续处理(如下文更详细地描述)。

[0422] 晶体管Q2的发射极端子经由电阻器R4联接到正供电轨75。节点80形成在晶体管Q2的发射极端子和电阻器R4之间。节点80经由电阻器R3连接到op-amp OP1的反相输入端。电阻器R3具有100 Ω 的电阻值。电阻器R3的电阻被选择成以便向op-amp OP1的两个输入端提供基本上相等的输入阻抗,以便使由于偏置电流所引起的任何电压偏移无效。在上文所描述的布置结构中,op-amp OP1的非反相输入端连接到电阻器R2和接收器64,并且将因此仅具有从其流过的小电流(例如,几微安)。考虑到该小的电流水平,输入阻抗匹配并不重要,尤其是考虑到所选择的运算放大器的低偏置电流的情况下。

[0423] 电阻器R4具有4.3 Ω 的电阻值。结合电阻器R2的电阻来选择电阻器R4的电阻,以设定放大电路的电流增益。特别地,电阻器R2和R4的电阻比决定电流增益。因此,与R2的100 Ω 电阻联接的R4的4.3 Ω 电阻提供了大约23的电流增益。

[0424] 此外,电阻器R4被选择成以确保跨越接收器64的操作范围,电阻器R4两端的电压降保持在由电压供应水平确定的范围内(例如,5V)。这确保了放大器的输出不饱和。电阻器R4的电阻小到足以在打印头控制器50处产生方便的输出电流水平以供检测。

[0425] 例如,如果预期20mA的电流输出水平,则将了解,这对应于电阻器R4两端的86mV的

电压降,并允许在至后续处理阶段的输入端处产生大约4.8V的电压降(假设晶体管Q2中的集电极-发射极电压为大约0.1V)。

[0426] op-amp OP1设置有分别来自正供电轨75和接地轨76的正电源连接和负电源连接。电容器(例如,0.1 μ F,未示出)可设置在电源端子之间,以便提供电源解耦(即,降低电源噪声)。

[0427] op-amp OP1被构造成使得如果节点80(该节点经由电阻器R3连接到反相输入端)处的电压超过节点78处的电压,则op-amp OP1的输出端将被驱动为低。将op-amp OP1的输出端驱动为低将导致晶体管Q2(其为PNP晶体管)被接通。这将继而使电流流过电阻器R4,并在电阻器R4两端产生电压降。因此,节点80处的电压将下降,直到它与节点78处的电压相同。被致使流过电阻器R4的电流基于光电流而变化,但是在大小上显著大于光电流(即,光电流被放大)。

[0428] 以这种方式,接收器电路布置成放大光电流,从而允许经由带状电缆71向打印机控制器50提供接收器信号。这种放大显著提高了抗扰度。

[0429] 在被转换成数字信号以供由打印机控制器50后续处理之前,经放大的电流信号可由放大器90进一步处理,该放大器设置在其上安装有控制器50的主PCB(未示出)上。图19中示出了这种放大器90的示例。放大器90包括第二运算放大器(op-amp)OP2。例如,op-amp OP2可由具有轨到轨输入/输出的CMOS运算放大器提供,诸如由美国亚利桑那州凤凰城的ON Semiconductor制造的NCS20062DMR2G装置。

[0430] 经放大的电流信号(如存在于节点79处并沿着带状电缆71提供)被提供给op-amp OP2的非反相输入端。非反相输入端还经由电阻器R6连接到本地接地91。电阻器R6具有130 Ω 的值,并且允许经放大的电流信号转换成电压水平以供由op-amp OP2放大。

[0431] 放大器90还包括设置在op-amp OP2的输出端和op-amp OP2的反相输入端之间的电阻器R7。放大器90还包括设置在op-amp OP2的反相输入端和本地接地91之间的电阻器R8。如本领域所公知的,放大器90的增益由电阻器R7和R8的值的和与电阻器R8的值的比来确定。

[0432] 在优选实施例中,电阻器R7和R8可各自由数字电位计DP提供。连接数字电位计DP,以便在op-amp OP2的输出端和op-amp OP2的反相输入端之间提供可构造电阻并在op-amp OP2的反相输入端和本地接地91之间提供另外的可构造电阻。以这种方式,数字电位计DP被构造成使放大器90具有可变增益特性。例如,数字电位计DP可由诸如由美国亚利桑那州钱德勒的Microchip Technology Inc.制造的零件MCP4013T-103E/CH的装置提供。在实施例中,数字电位计DP(及因此电阻R7和R8的值)可由控制器50所产生的增益控制信号控制。可在校准过程期间调整放大器90的增益,以便考虑到传感器性能或其他因素的预期变化。

[0433] 例如,在实施例中,在打印头的测试期间,可在靶件设置成与传感器相距一个或多个预定距离的情况下获取传感器读数(例如,相距对应于与打印表面的0mm和4mm的标称打印头间隔的距离)并且调整放大器增益,以便提供预定的信号输出水平。这种校准允许使用单个传感器读数来归一化所有后续传感器输出值。当然,在适当的情况下可使用替代性校准技术。例如,可获得单个传感器读数,或者在不同目标距离的情况下可获得多个传感器读数,并且产生校准曲线。

[0434] 在一些实施例中,可比上文所描述的情况更频繁地重新校准传感器。例如,可在每

个打印行程之前(例如,在当打印头从打印表面缩回时的时段期间)重新校准传感器。将理解,各种传感器电路部件(尤其是发射器和接收器)的特性可根据温度而显著变化。因而,定期地修改放大器增益以补偿这种变化可提供更可靠的操作。

[0435] 在一些实施例中,可通过参考查找表来调整传感器增益。例如,打印头温度读数可用于索引存储适当增益值(或增益控制信号值)的查找表。

[0436] 替代地,可调整增益以在已知构型中提供来自放大器90的预定的输出信号。例如,可在每个打印行程之间调整增益,以便在打印头处于缩回位置中时提供3.2V的输出信号。

[0437] 频繁调整增益还可降低传感器61(或靶件62)上存在的污垢将干扰正确操作的可能性。在一些实施例中,校准例程可被构造成向用户提供有用信息。例如,如果需要超过正常范围的增益值以实现目标输出信号水平,则这可用于向用户产生需要清洁传感器和/或靶件的警报。

[0438] op-amp OP2的输出端连接到模数转换器ADC1。op-amp OP2的输出端的电压水平由打印机控制器50采样。通过由ADC1对提供给控制器50的电压进行采样,可以获得对接收器电流的测量。

[0439] 如上所述,发射器63通常由PWM信号驱动。图20示出了在一个PWM周期期间在控制器50处从接收器64(经由放大器90)接收的信号的示例波形。可以看出,在大约时间 t_{30} ,信号开始从“切断”水平(LED_{OFF})快速上升到“接通”水平(LED_{ON}),其中信号在“接通”脉冲期间稳定。该脉冲对应于发射器63被驱动为接通。然后,在时间 t_{31} 处,电流从LED_{ON}水平下降到LED_{OFF}水平(再次,在PWM信号的控制下)。在时间 t_{32} 处,电流再次上升。以这种方式,在控制器50处从接收器64接收的信号根据被脉冲接通和切断的发射器电流来脉冲“接通”和“切断”,这继而使由发射器63发射的辐射被脉冲接通和切断。

[0440] 如在图20中可以看出,信号在时间 t_{30} 处的上升不是瞬时的。特别地,信号首先快速上升,然后逐渐稳定在水平LED_{ON}处。然后,在时间 t_{31} ,当信号从水平LED_{ON}下降到水平LED_{OFF}时,该下降开始是快速的,然后下降速率减慢,并且信号水平最终稳定在水平LED_{OFF}处。可以看出,上升时间(即,从LED_{OFF}上升到LED_{ON}所花费的时间)短于下降时间(即,从LED_{ON}下降到LED_{OFF}所花费的时间)。

[0441] 将理解,信号水平LED_{ON}指示在接收器64处接收的辐射的强度。接收的辐射包括源自发射器63并被靶件62反射且然后入射在接收器64上的辐射。接收的辐射还可包括入射在接收器64上的环境辐射。将了解,环境辐射水平将在各种打印机构型之间变化。

[0442] 信号水平LED_{OFF}指示在接收器64处接收的辐射的强度,并且表示“切断”状态。即,信号水平LED_{OFF}仅对应于入射在接收器64上的环境辐射,并且不包括源自发射器63的任何反射辐射(经由靶件62)。

[0443] 为了确定对接收器电流水平的准确量度(以及因此入射辐射的强度的指示),应当在每个周期即将结束时对电流水平进行采样,其中电流水平基本上是稳定的。此外,为了提高抗扰度,可对信号水平进行多次采样并取平均值。

[0444] 在实施例中,在每个“接通”脉冲期间,在当信号水平基本上稳定在LED_{ON}处的时段期间,对信号水平进行八次采样。在“切断”脉冲期间,当信号水平基本上稳定在LED_{OFF}处时,对信号水平进行四次采样。在“切断”阶段期间减少的样本数量考虑了上文所描述的接收器电路的较长下降时间(及因此其中信号水平稳定的较短时段)。当然,可以采用适合于特定

电路构型的不同采样策略。

[0445] 因此,使ADC1在电流波形的相对平坦且稳定的部分内对信号水平进行采样,从而允许获得在每个“接通”和“切断”状态期间的电流水平的准确表示。可在每个PWM周期期间重复该过程。

[0446] 以这种方式,控制器50能够获得表示在接收器64内流动的光电流的信号水平测量值。通过从表示LED_{on}的信号值中减去表示LED_{off}的信号值,有可能获得值LED_{diff},该值LED_{diff}表示由于由发射器63发射的辐射的反射而在接收器64处接收的光电流(该值不包括环境辐射的影响)。

[0447] 值LED_{diff}基于靶件62与传感器61的接近度而变化,并且因此可被认为是打印头位置数据。然后,可处理值LED_{diff}以识别靶件62与传感器61的距离,并且根据该距离算出打印头相对于打印表面的位置(如下文更详细地描述)。

[0448] 在该示例中使用的2kHz的PWM频率也是获得LED_{diff}值所利用的频率(ADC采样率是基于PWM频率确定的)。将理解,采样频率还将确定可以获得和更新打印头位置数据的速率,并因此基于该数据来确定控制打印中的滞后。

[0449] 上文描述了使用2kHz的PWM频率。这可适合于特定布置结构。然而,如从图20中所示的波形可以理解,如果上升时间使得在“接通”或“切断”时段期间电流没有达到稳定值,则可能有必要相应地降低脉冲率。响应时间在一定程度上由形成接收器64的光电晶体管的特性(包括偏压状态)控制。

[0450] 当然,将理解,上文所描述的电路提供了一种可能的实施方式。然而,技术人员将容易了解,可使用适合于特定应用的替代性发射器驱动器和接收器电路,或者可使用替代性发射器驱动器和接收器电路以适应替代性传感器布置结构。

[0451] 进一步地,在一些实施例中,例如在存在可忽略的环境辐射的情况下,发射器可被恒定地驱动,而非被加以脉冲。在这种布置结构中,可以以任何方便的频率对ADC进行采样。进一步地,ADC可作为单独的装置被提供给控制器50,或者可以是控制器50的一部分。还将理解,虽然上文所描述的电路为单个传感器(即,单个发射器和单个接收器)提供了驱动和放大,但是可根据需要提供多个电路或传感器。

[0452] 如上文所描述,传感器61被构造成产生指示打印头相对于打印表面的位置的信号。然而,将了解,信号幅度可不与打印头位置成正比例变化。例如,在发射器63以宽光束发射辐射的情况下,可预期由发射器63发射的辐射的入射在靶件62上的部分根据与传感器61和靶件62之间的间隔的平方反比关系(即,1/r²)而变化。此外,辐射所行进的距离是传感器61和靶件62之间的间隔的两倍。

[0453] 因而,由控制器50获得的经平均的传感器读数可根据以下关系线性化:

$$[0454] \quad r_{\text{real}} = \frac{1}{2\sqrt{Q_{\text{sensor}}}} \quad (1),$$

[0455] 其中,r_{real}是线性化读数;以及

[0456] Q_{sensor}原始传感器读数。

[0457] 以这种方式,可以将特定传感器布置结构的几何特性考虑在内。当然,可以根据特定布置结构的需要而作出替代性调整。替代地,可使用查找表来将传感器读数转换为表观强度或合适的位置参考值。

[0458] 以这种方式获得的线性化传感器读数可被认为是指示打印头位置的数据,并因此可被称为打印头位置数据。当然,还将理解,接收器电流信号、由放大器90产生的输出信号、或经平均的输出信号(或从这些信号中的一者或多者导出的其他数据项)也可被认为是打印头位置数据和/或可被称为打印头位置数据。

[0459] 在一些实施例中,表观打印头位置数据也被转换为速度值。这种数据可被称为打印头速度数据,并且可用于控制打印头位置和/或速度。然而,将理解,打印头速度数据可被认为是打印头位置数据,反之亦然。

[0460] 如上文简要描述的,控制器50可处理指示打印头4的位置的信息,并使用该信息来确定待供应给线圈24的所需电流和/或待由打印头驱动组件22产生的力。图21图示了一种这种可能的打印头驱动组件控制布置结构。将了解,图21中所识别的控制块不需要由单个部件执行。实际上,如上文所描述,控制功能中的一些由专用硬件执行,而其他控制功能可由控制器50执行。替代地,控制器50可被认为除了由位于打印头自身上的装置执行的控制功能之外还包含参考图21所描述的所有控制功能。

[0461] 打印头驱动组件控制器100包括三个基本控制块。这些是电磁体电流控制块110、打印头位置数据块120、以及位置和速度控制块130。

[0462] 打印头位置数据块120包括光学传感器块121。在实施例中,光学传感器块121包括上文详细描述传感器接口电路69(包括发射器驱动器电路73和接收器电路74)。光学传感器块121的输出被提供给放大器块122,在所描述的实施例中,放大器块122包括上文详细描述放大器电路90。经放大的输出信号从放大器块122提供给ADC块123,在所描述的实施例中,ADC块包括ADC1。通过平均块124对ADC块123的输出进行采样和平均(如上文所描述),以便最小化噪声和环境辐射的影响。可从平均块124提供增益控制信号GC,以控制放大器块122的可变增益。可从平均块124提供PWM控制信号“PWM”,以控制由光学传感器块121内的发射器驱动电路73向发射器63施加的PWM信号。

[0463] 如上文详细描述,经平均的ADC输出信号(如由平均块124产生)被传递到线性化块125,其中根据公式1调整信号。经线性化的输出被传递到校准块126,其中执行任何缩放以提供适当的信号水平(例如,基于校准数据)。

[0464] 来自校准块126的输出被提供为实际位置数据输出Pactual,Pactual被提供给位置和速度控制块130。来自校准块126的输出也被提供给位置-速度转换器块127,该位置-速度转换器块将实际速度数据输出Vactual提供为输出,Vactual也被提供给位置和速度控制块130。

[0465] 现在将更详细地描述位置和速度控制块130的操作。可在一些时间处基于目标位置来控制打印头4,而在其他时间处基于目标速度来控制打印头4。例如,位置控制可用于在打印操作之后使打印头4从打印表面11缩回。另一方面,在可能无法精确地知道最终目标位置的情况下,例如当将打印头4朝向打印表面11(该打印表面的位置可变化)驱出时,可使用速度控制。因此,在实施例中,位置和速度控制块130可接收目标打印头位置输入Ptarget和目标打印头速度输入Vtarget,可仅在适当的时间提供和使用所述Ptarget和Vtarget中的每一者。

[0466] 速度加法器131接收目标打印头速度输入Vtarget和实际速度数据输出Vactual,并从目标打印头速度输入Vtarget减去实际速度数据输出Vactual以产生速度误差信号

Verror。速度误差信号Verror被传递到速度PID控制块132,在所图示的实施例中,速度PID控制块132包括比例增益块133(其应用比例增益 K_p -速度)和微分增益块134(其应用微分增益 K_d -速度)。这两个经修改的误差信号在速度增益加法器块135中进行组合,然后被传递到控制模式选择器136。

[0467] 并行地,位置加法器137接收目标打印头位置输入 P_{target} 和实际位置数据输出 P_{actual} ,并从目标打印头位置输入 P_{target} 减去实际位置数据输出 P_{actual} 以产生位置误差信号Perror。位置误差信号Perror被传递到位置PID控制块138,在所图示的实施例中,位置PID控制块包括比例增益块139(其应用比例增益 K_p -位置)、积分增益块140(其应用于积分增益 K_i -位置)、以及微分增益块141(其应用微分增益 K_d -位置)。这三个经修改的位置误差信号在位置增益加法器块142中进行组合,然后被传递到控制模式选择器136。

[0468] 如上所述,可基于位置或速度来控制打印头驱动组件。控制模式选择器136取决于控制模式输入(未示出)来选择位置信号或速度信号中的任一者以进行进一步处理。

[0469] 当驱动到已知的目标位置(例如,从打印表面缩回)时,位置控制可用于控制打印头位置。比例增益项、积分增益项和微分增益项可被构造成使打印头以受控方式从打印表面缩回。例如,可调谐控制算法以便试图使打印头朝向缩回位置移动并且以“软”着陆完成移动,而不是使打印头驱动组件22的部件以显著的力碰撞。

[0470] 积分增益可用于提供故障安全机构以便确保打印头返回到缩回位置,即使使用积分增益项使打印头以比最佳的力更大的力缩回。在一些实施例中,可监测积分项对整体PID控制算法的贡献。例如,大量使用积分项可被认为是指示控制算法中的某种系统误差,诸如例如脏的或劣化的传感器63。在一些实施例中,过度使用积分项可用于触发适当的校正动作,诸如例如以下各者中的一者或多者:向用户指示在计划的停机时间期间清洁传感器以及重新校准传感器。在一些实施例中,过度使用积分项可用于触发对其他增益值或控制参数的调整或自调谐。

[0471] 当然,将了解,上文所描述的PID控制块中的每一者可省略P、I和D项中的一者或多者。所提供的控制的性质可取决于其他系统部件的特定特性,诸如例如传感器和控制器的响应性。

[0472] 如上所述,当不知道精确的目标位置时,可使用速度控制来控制打印头位置,例如当不知道打印表面11的位置时在朝向打印表面11驱出打印头4时。比例增益项和微分增益项可被构造成使打印头以受控方式朝向打印表面移动。例如,可调谐控制算法,以便试图使打印头以目标速度朝向打印表面移动而没有显著的超过规定或滞后。一旦已建立打印表面11的位置(例如,通过监测最大打印头位置),就可将位置控制用于后续的打印头移出操作。

[0473] 所选择的位置或速度信号被传递到传递函数块143。传递函数块143还从校准块126接收指示当前打印头位置的输入。由PID控制块132、138产生的位置或速度控制信号包括指示力的信号,其需要由打印头控制组件22向打印头4施加以使打印头4以期望的方式移动。该信号可被认为是目标力信号 F_{target} 。然而,如上文详细描述的那样,打印头控制组件22的位置-力特性是高度非线性的。即,如上文参考图9详细描述的那样,打印头驱动组件22对电磁体23中的特定电流水平的机械响应取决于打印头4的位置。

[0474] 例如,当打印头4处于接近打印表面的位置中时,由弹簧28产生的力将克服由永磁体27提供的磁力,使得在缺乏在电磁体23的线圈24中流动的任何电流的情况下,打印头将

被迫进一步朝向打印表面11。另一方面,当打印头4处于与打印表面11间隔开的位置中时,由磁体27产生的力将克服由弹簧28提供的力,使得(再次,在缺乏在电磁体23的线圈24中流动的任何电流的情况下)打印头4将被迫进一步远离打印表面11。

[0475] 因此,为了产生用于电磁体23的适当控制信号以便导致期望的移动,打印头驱动组件22在当前打印头位置处的位置-力特性被考虑在内。因此,传递函数块143被构造成基于目标力信号 F_{target} 和实际打印头位置信号 P_{actual} 来产生目标电流信号 I_{target} 。

[0476] 传递函数块143可以以任何方便的方式产生目标电流信号 I_{target} 。例如,在实施例中,传递函数块143可参考查找表,该查找表存储针对多个位置和力组合的适当电流水平(其中根据需要使用插值以提供中间数据点)。通过在向电磁体23施加不同电流水平的情况下经验分析特定打印头驱动组件22,可获得所存储的特性。

[0477] 图22示出了通过测量使打印头驱动组件22在多个不同打印头位置(x轴线)处施加多个预定的力水平所需的电流(y轴线)而获得的一组参考特性。所研究的位置范围是打印头的典型运动范围(0至4mm),而力(以kgf为单位的打印头力)的范围为-3.5kgf至3.5kgf。

[0478] 在指示正力的情况下,这将使打印头被推向打印表面11。另一方面,当指示负力时,这将使打印头被推离打印表面11。在正电流在电磁体中流动的情况下,这导致所产生的力变成更大负值,反之亦然。当然,可根据需要使电流和力的方向反向。

[0479] 所图示的特性可被认为采取了“传递函数”的形式。例如,对于给定的打印头位置,可导出表达式,该表达式描述了期望的力 f 和产生这种力所需的电流 i 之间的形式为 $i = mf + c$ 的关系,其中系数 m 和 c 存储在查找表中。

[0480] 将理解,特定的力-电流-位置特性将取决于特定的实施方式,并且可例如酌情通过经验研究或理论建模来获得。此外,可以以上文所描述的方式之外的其他方式向控制系统施加力-电流-位置特性的作用。然而,一般而言,将理解,可以使用打印头位置数据(其可包括打印头速度数据)连同期望的移动信号,以产生用于打印头驱动组件的适当控制信号。

[0481] 如上所述,传递函数块143的输出是目标电流信号 I_{target} 。该信号作为输入被提供给电磁体电流控制块110。电磁体电流控制块110包括目标电流加法器111、PID电流控制块112,在所图示实施例中,PID电流控制块112包括比例增益块113(其应用比例增益 K_p -电流)和微分增益块114(其应用微分增益 K_d -电流)。

[0482] 这两个增益块113、114的输出在电流增益加法器块115中进行组合,然后被传递到PWM控制块116。PWM控制块116产生PWM信号和电流方向信号,以控制在线圈24内流动的电流的大小和方向。PWM信号和方向信号被传递到常规类型的H桥驱动器117,H桥驱动器117包括切换装置(未示出),切换装置被布置成将电磁体23的线圈24的端子与合适的电源(未示出)连接以便使期望大小的电流沿期望的方向流动。在电磁体23的线圈24中流动的实际电流由电流传感器118监测,电流传感器118产生指示实际线圈电流的信号。

[0483] 电流传感器118可例如包括:低值电阻器(未示出),其与H桥驱动器和电源串联放置;以及电压监测器(未示出),其布置成监测在电流流过电阻器时在电阻器两端产生的电压。

[0484] 该电压信号通过ADC 119数字化,然后作为实际电流信号 I_{actual} 被传递到目标电流加法器111。目标电流加法器111接收目标电流信号 I_{target} 和数字化的实际电流信号 I_{actual} ,并从目标电流信号 I_{target} 减去实际电流信号 I_{actual} 以产生电流误差信号

lerror。电流误差信号lerror被传递到电流PID控制块112,并且如上文所描述的那样被进一步处理。

[0485] 使用这种类型的闭环电流控制器允许减小在电磁体中感应出的反EMF信号的影响。将理解,打印头组件60的各个部件之间的相对移动以及特别是永磁体27和靶件26移动通过由电磁体23产生的磁场将导致在电磁体中感应出反EMF信号。该反EMF信号可具有减小流过线圈24的电流的作用,这将继而减小由电磁体23产生的力的大小。然而,为了补偿这种作用,电流反馈信号使得电流控制块110能够增大电压信号(例如,通过使PWM控制块116调整PWM控制信号)来克服反EMF信号。

[0486] 更一般地,这种形式的闭环电流控制还允许准确地控制电磁力,以便既在打印头朝向和远离打印表面11移动期间又在打印操作期间递送可控的力(例如,通过增大或者减小打印力)。

[0487] 进一步地,使用闭环电流控制还允许以快速且准确的方式实现期望的电磁体驱动电流(及因此所产生的力)的变化。将理解,在电磁体23的线圈24内流动的电流的变化率受线圈电感的限制。然而,通过密切监测实际线圈电流,有可能调整驱动信号以优化电流的变化率。

[0488] 然而,将理解,对打印头驱动组件的闭环控制(使用电流反馈或位置反馈或两者)不是必要的。特别地,可以在没有上文所描述的一种或两种形式的反馈的情况下操作上文所描述的打印头驱动组件。

[0489] 当然,将理解,控制器110、120和130的一些块可实施为硬件部件(例如,电流传感器118、ADC 119),而其他部件可实施为在处理器上运行的软件例程(例如,CPU或FPGA)。这些部件可一起形成控制器50的一部分。

[0490] 现在将参考图23更详细地描述一些实施例中的各个系统部件之间的通信。例如,如图23中示意性地所示,控制器50经由柔性带状电缆71连接到打印头组件60的各种部件。上文描述到,设置在打印头电路板68上的部件(且特别是打印头控制器67)经由柔性带状电缆71与控制器50通信,柔性带状电缆71经由连接器72连接到电路板68。带状电缆71可通常承载与待由打印头4打印的图像有关的信号。进一步地,如上文参考图17a和图17b详细描述,控制器50从传感器61(和传感器接口电路69)接收信号,所述传感器和传感器接口电路经由柔性带状电缆71设置在打印头电路板68上。

[0491] 然而,在一些实施例中,带状电缆71还可承载用于打印头驱动组件22(且特别是线圈24)的控制信号。连接到线圈24的端子的柔性线可设置在线圈24的端子和打印头电路板68之间,其中在打印头电路板68上经由柔性带状电缆71在那些线和被提供给控制器50的部件的线之间形成连接。

[0492] 如上文所描述,控制器50还操作以控制马达6、7以便使色带2在卷轴3、5之间前进并使马达17致使打印头托架13沿平行于打印面11的方向移动。

[0493] 已认识到,代替在控制器50(其处于打印机壳体(未示出)内的固定位置中)与打印头4和打印头驱动组件22中的每一者之间提供单独的连接,提供至打印头组件60的单一连接可以是有益的,其中所提供的另外的(柔性)连接是打印头组件60的内部部件(即,在打印头4和打印头驱动组件22之间)。因此,打印头4可设置有打印头驱动组件连接器,以允许进行所述另外的连接。

[0494] 上文已将打印机的各种操作描述为是由于电流被致使在电磁体23的线圈24中流动所导致的。可以认为这种电流使电磁体变为被激励。因而,当使特定大小和方向的电流在线圈24中流动时,可以认为电磁体处于第一激励状态。类似地,当使不同的特定大小和方向的电流在线圈24中流动时,可以认为电磁体处于第二激励状态。因此,一般而言,在任何特定时间,可以使电磁体23处于许多不同的激励状态中的一者。应注意的是,缺乏在线圈24内流动的电流可被认为是一种激励状态。

[0495] 向线圈24施加+3安培的电流以便使打印头4从第一构型移动到第二构型可被认为是电磁体23处于第一激励状态的示例。类似地,向线圈24施加-3安培的电流以便使打印头4从第二构型移动到第一构型可被认为是电磁体23处于第二激励状态的示例。进一步地,向线圈24施加+1安培的电流以便使打印头4在处于第二构型时以增大的压力压靠在打印表面11上可被认为是电磁体23处于第三激励状态的示例。更进一步地,不向线圈24施加电流以便使打印头4保持处于其所处的第一构型和第二构型中的任何一种状态可被认为是电磁体23处于第四激励状态的示例。将了解,存在大量可能的激励状态,并且通过使电磁体在这些激励状态中的各个激励状态之间切换,可以实现对打印头4的控制。

[0496] 在上文描述到例如使+3安培的电流在线圈24中流动的情况下,将了解,可以通过任何合适的电源以任何方便的方式提供该电流。进一步地,考虑到线圈24的电感性质,电流的变化不会瞬时发生。在一些实施例中,脉宽调制电压源可用于使期望的电流在线圈24内流动。例如,可以以加以脉冲的方式向线圈24施加固定电压(例如,24V),其中脉冲占空比(例如,每个脉冲的持续时间,其中以固定频率施加脉冲)被改变以便确保在线圈内流动的平均电流是基本上等于期望的电流。将了解,在描述到向线圈施加电流的情况下,这意味着使电流在线圈内流动。如何实现这一点取决于电源的性质。进一步地,电流感测和反馈可用于控制电源,以便实现期望的电流(以便实现期望的激励状态)。可在控制器50的控制下操作电源。

[0497] 虽然上文描述到可在特定实施例中使用大约1.2kgf的打印力,但是将理解,最佳打印力在不同的实施例中可不同,并且控制打印力会对打印品质具有显著影响。还将了解,打印头4和色带2之间的摩擦会影响所产生的打印力。特别地,对于由弹簧28产生的预定的力,可基于几何形状和材料性质在打印头4和打印表面11之间产生不同的力。

[0498] 图24图示了在打印头4与打印表面11相互作用时作用在打印头4上的一些力。由打印头驱动组件22在打印头4上产生力 F_m (例如,该力可由弹簧28和/或电磁体23产生)。该力沿着由箭头 F_m 所示的线作用,该线垂直于支撑臂21并且与沿着靶件26的中心的轴线A2重合。

[0499] 当由打印头4在打印表面11上施加打印力时,由打印表面11产生相等且相反作用的打印力 F_p 。图24中仅示出了该反作用力。在打印头4和打印表面11之间的接触点处,打印力 F_p 垂直于打印表面11的表面。

[0500] 考虑到打印头4和打印表面11之间的接触的动态性质以及安置在其间的色带2和衬底10,还存在所产生的摩擦力 F_f 。即,在间歇打印期间,打印头4沿由箭头G指示的方向相对于色带2移动(或者在连续打印中反之亦然)。摩擦力 F_f 沿与打印移动方向相反的方向作用,并且与打印力 F_p 成比例,其中比例常数等于打印头和其移动所抵靠的表面之间的摩擦系数 μ 。即,摩擦力与打印力有关,如公式2中所示:

[0501] $F_f = \mu F_p \quad (2)$

[0502] 进一步地,通过向绕枢轴14作用在打印头4上的力施加力矩平衡,可以理解,打印头驱动组件力 F_m (其沿逆时针方向作用在与枢轴14相距的半径 r 处)的作用必须通过绕枢轴14沿顺时针方向作用在打印头上的力之和来平衡。这些力是作用在与枢轴14相距距离 x 处的打印力 F_p 以及作用在与枢轴14相距距离 y 处的摩擦力 F_f 。可以根据公式3来换算这些力:

[0503] $F_m r = F_p x + F_f y \quad (3),$

[0504] 使用公式2替换 F_f :

[0505] $F_x r = F_p x + \mu F_p y \quad (4),$

[0506] 可以将上式重新排列如下:

[0507] $F_m r = F_p (x + \mu y) \quad (5),$

[0508] 重新排列得出 F_p :

[0509] $F_p = \frac{F_m r}{x + \mu y} \quad (6)$

[0510] 因此,可以确定由打印头驱动组件22产生的力 F_m 和打印力 F_p 之间的关系,从而允许在选择适当的部件并确定驱动电磁体所利用的适当电流时考虑系统几何形状和摩擦。控制器50可附加地处理指示打印头4所压靠的色带2的摩擦的信息,并使用该信息来确定待由打印头驱动组件22产生的所需的力。当然,在不存在色带的情况下(例如,在直接热敏打印机中),可以考虑打印头和衬底(而非色带)之间的摩擦。

[0511] 在前述描述的部分中,已参考了具有北极和南极的磁场。当然,将了解,所描述的磁场可以被不同地布置,使得每个北极由南极代替,反之亦然。类似地,在参考正电流和负电流的情况下,将了解,可使电流沿与所描述的方向不同的方向流动。

[0512] 在前述描述的部分中,已参考了打印力。在打印头所压靠的表面具有恒定面积的情况下,将了解,力与由于该力所产生的压力成正比例,使得实际上可依据所施加的力来限定压力。然而,所施加的压力将取决于打印头4施加压力所抵靠的打印表面11的宽度(即,延伸到图2中的纸的平面中的尺寸)。对于由打印头驱动组件22产生的给定力,压力越大,打印表面11越窄,并且打印表面11的压缩程度也如此,反之亦然。打印机可为打印头4提供若干安装位置并且提供改变打印头4或者打印表面11的宽度的能力。因而,控制器50可附加地处理指示打印头4所压靠的打印表面11的宽度的信息,并且使用该宽度信息来确定待由打印头驱动组件22产生的所需的力。

[0513] 在前述描述中已描述了控制器50。当然,将了解,归属于控制器50的功能可以由单个控制器(例如,如图23中所示)或者由单独的控制器实施。还将了解,控制器自身可以由单个控制器装置或者由多个控制器装置提供。每个控制器装置可以采取任何合适的形式,包括ASIC、FPGA、或者读取和执行存储在存储器(控制器连接到该存储器)中的指令的微控制器。

[0514] 虽然上文所描述的本发明的实施例通常涉及热转印打印,但将了解,在一些实施例中,本文中所描述的技术可以应用于其他形式的打印,诸如例如直接热敏打印。在这种实施例中,不需要传墨色带,并且打印头在与热敏衬底(例如,热敏纸)直接接触时被激励,以便在衬底上创建标记。当然,将了解,在这种实施例中,可根据本文中所描述的实施例的操作的需要进行调整以适应这种改变。

[0515] 虽然上文已描述了本发明的各种实施例,但是将了解,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对这些实施例进行修改。进一步地,将了解,本文中所描述的各种实施例和替代方式可在适当的情况下与其他替代方式和实施例结合使用。

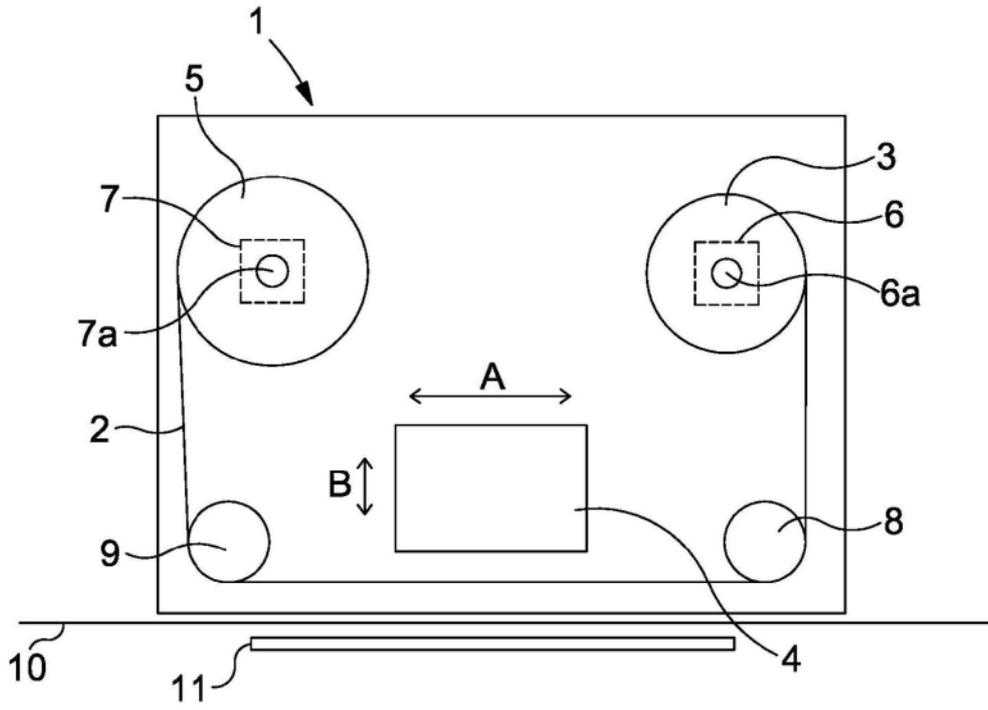


图1

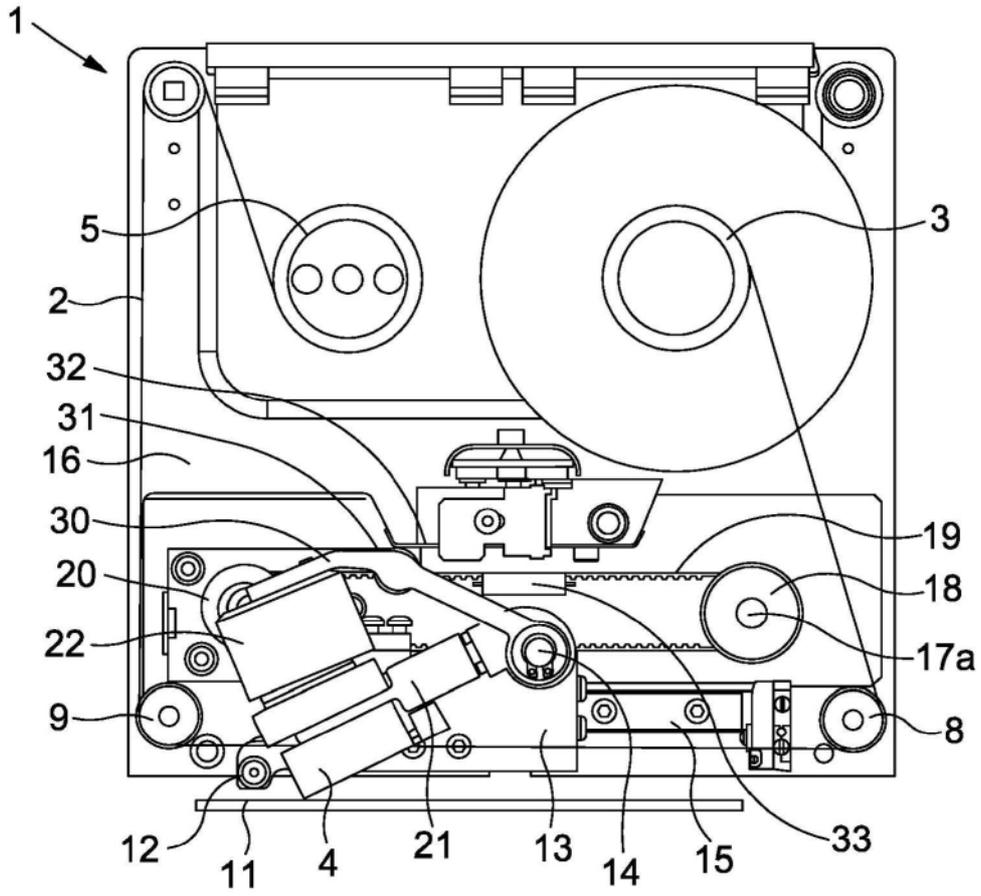


图2

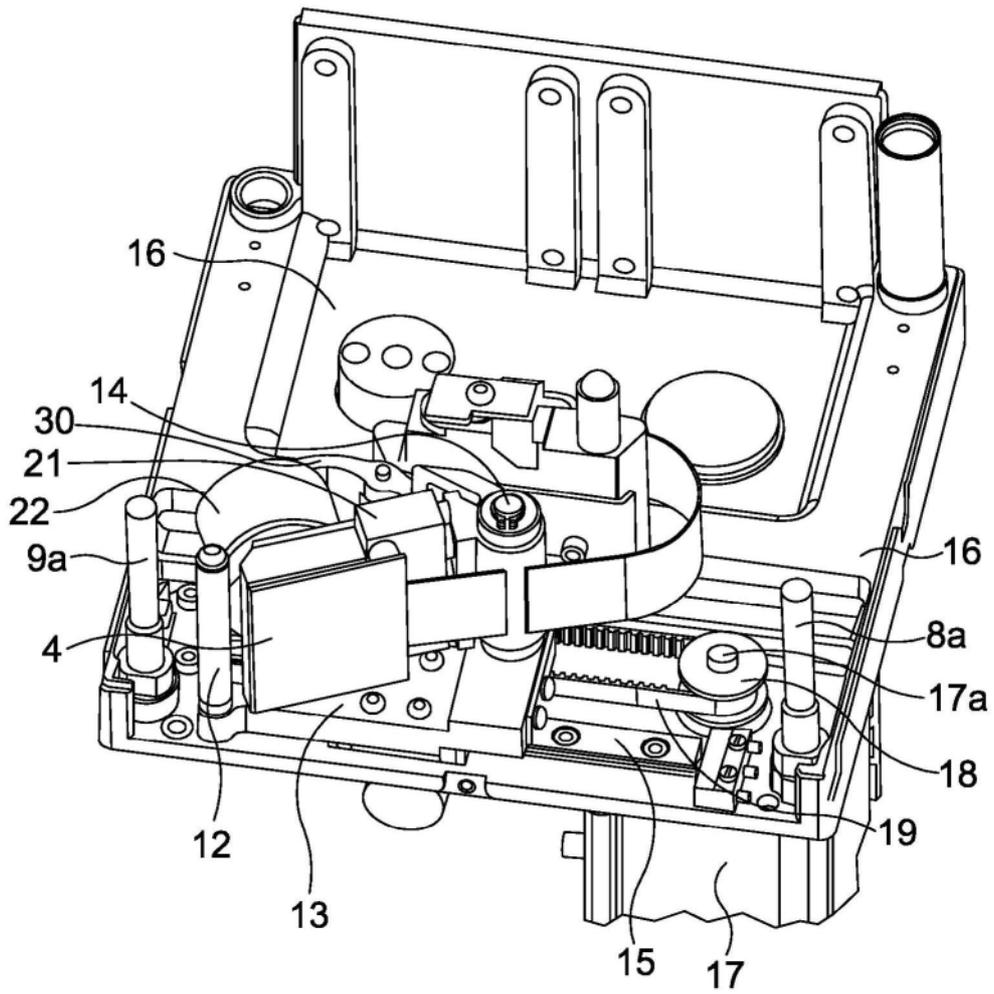


图3

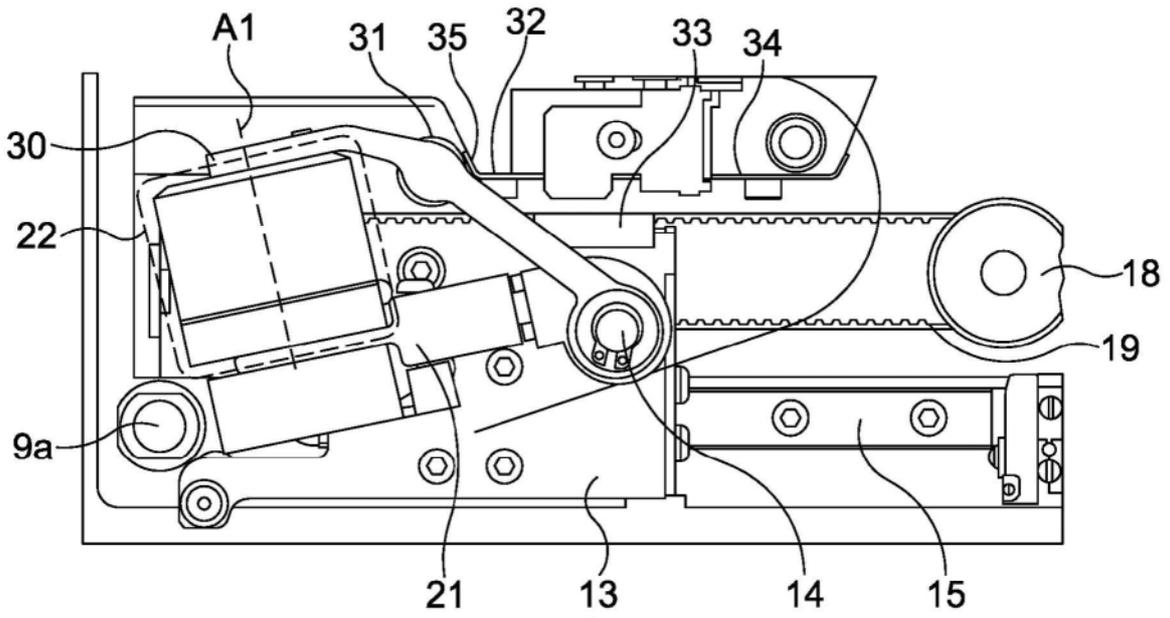


图4

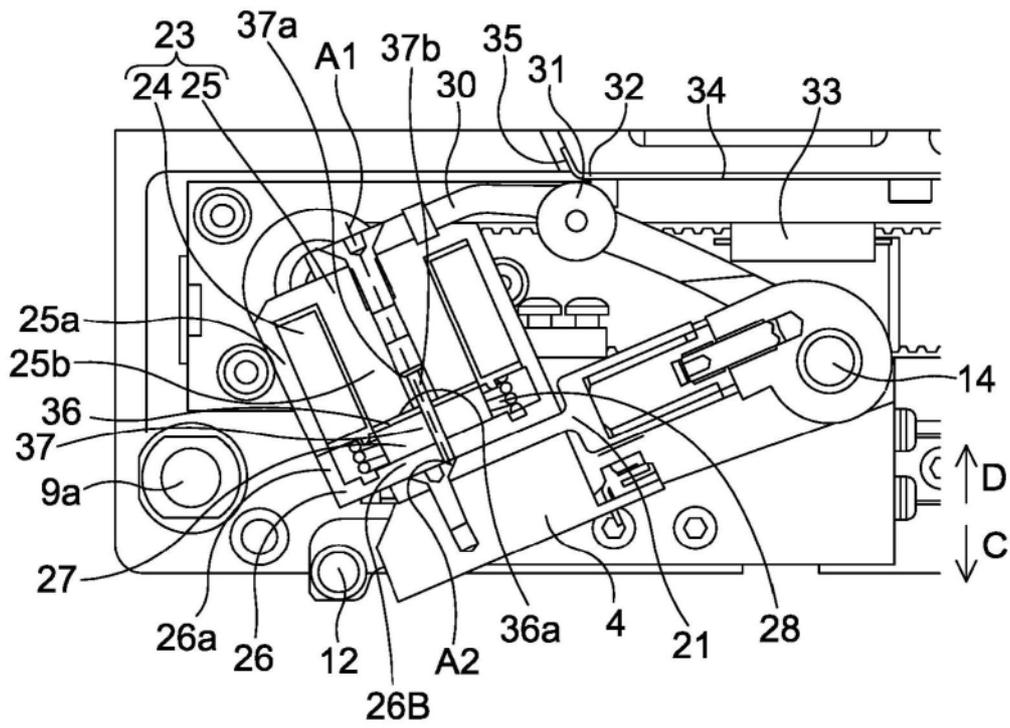


图5a

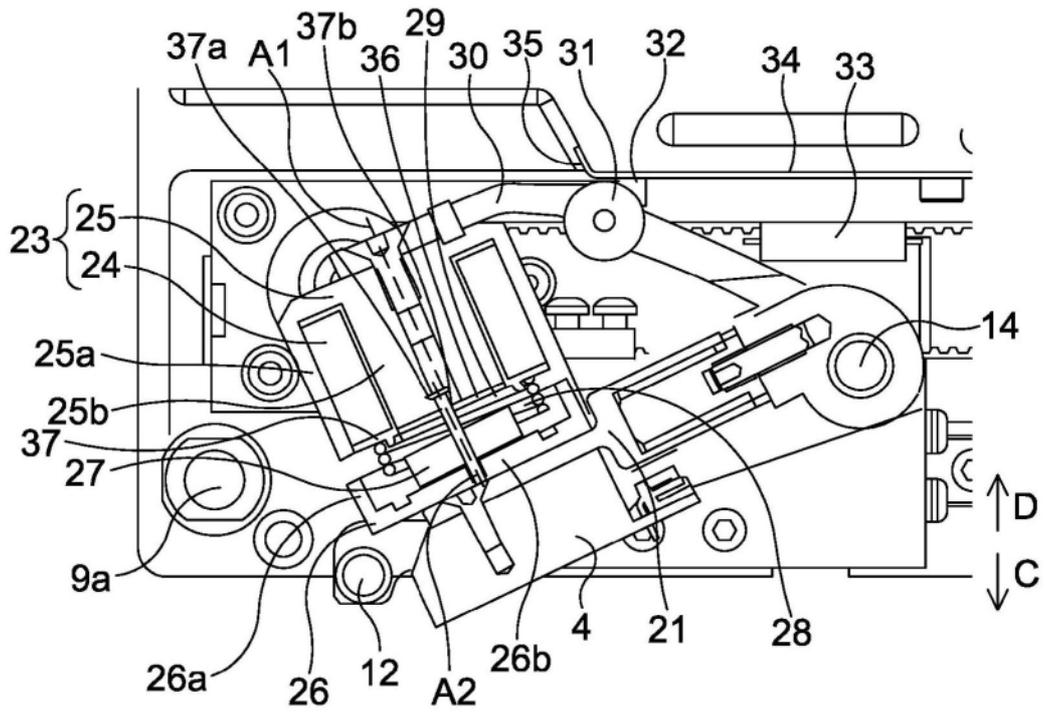


图5b

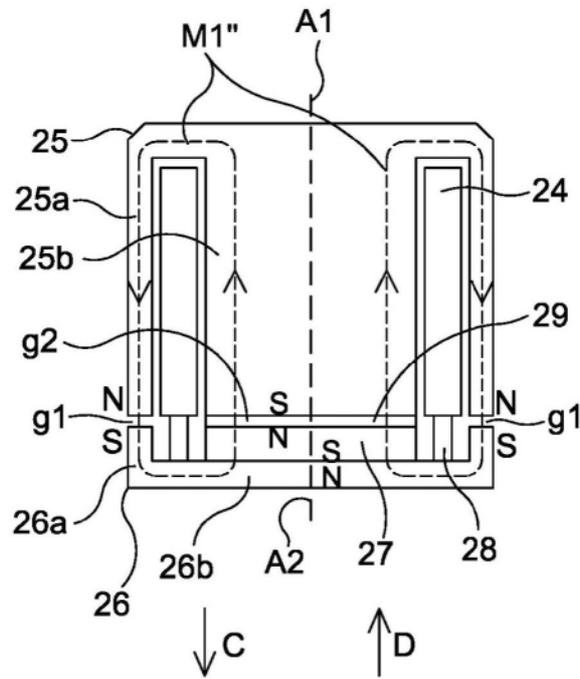


图6a

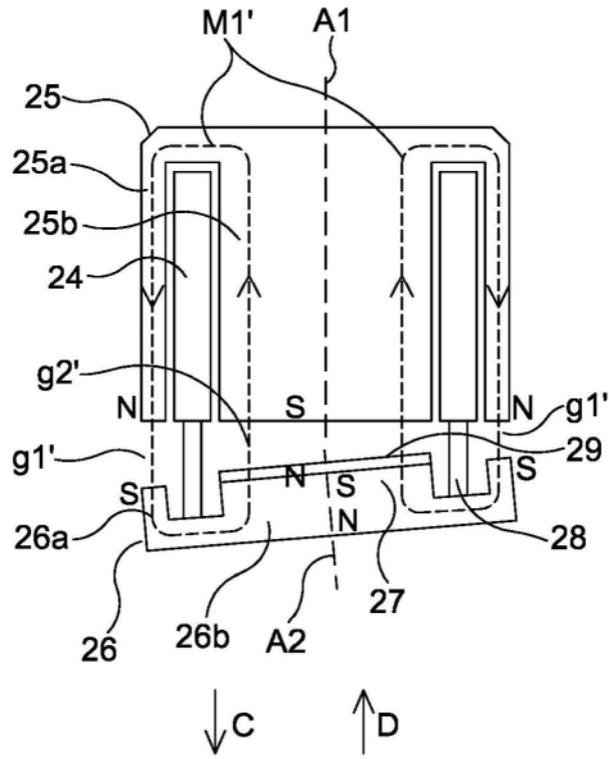


图6b

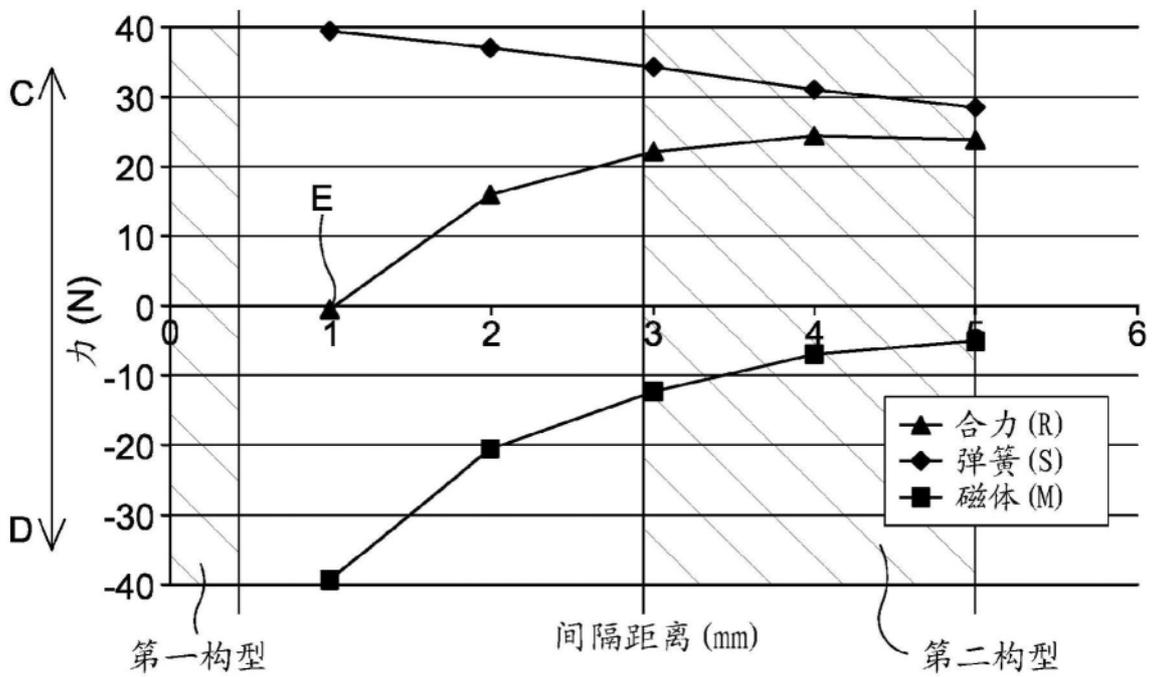


图7

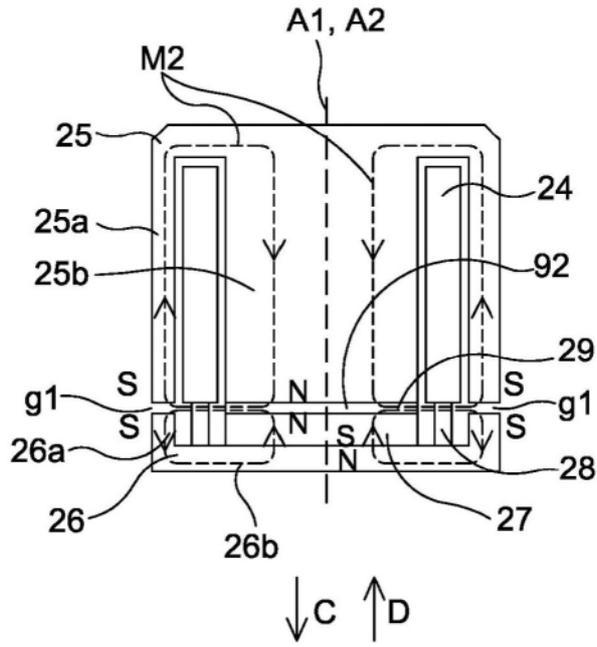


图8a

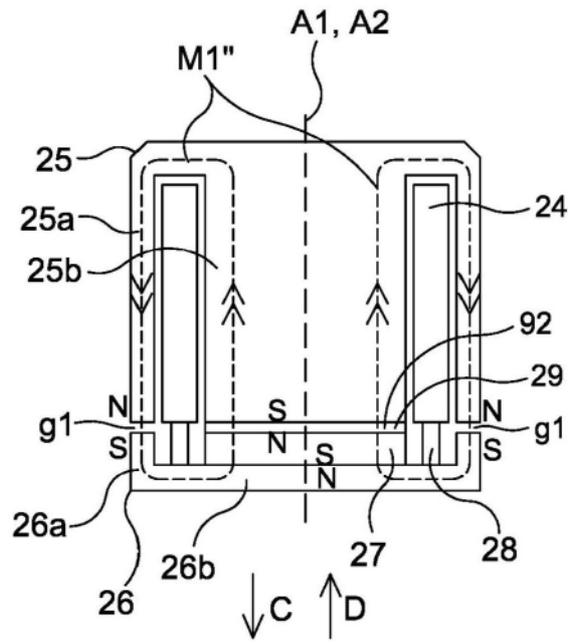


图8b

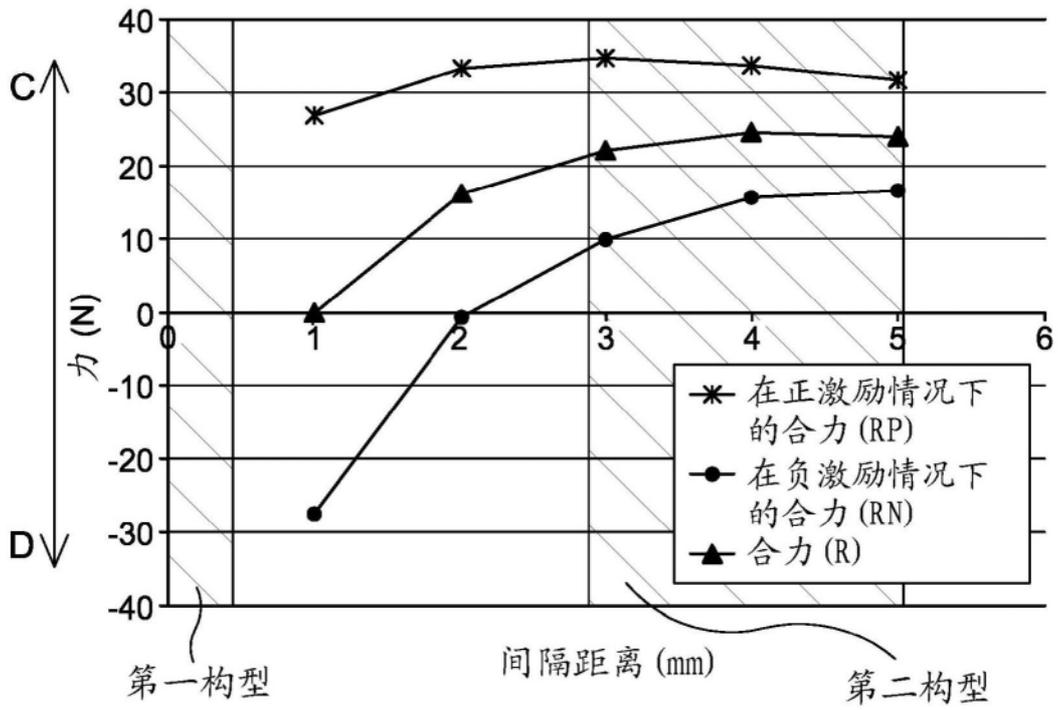


图9

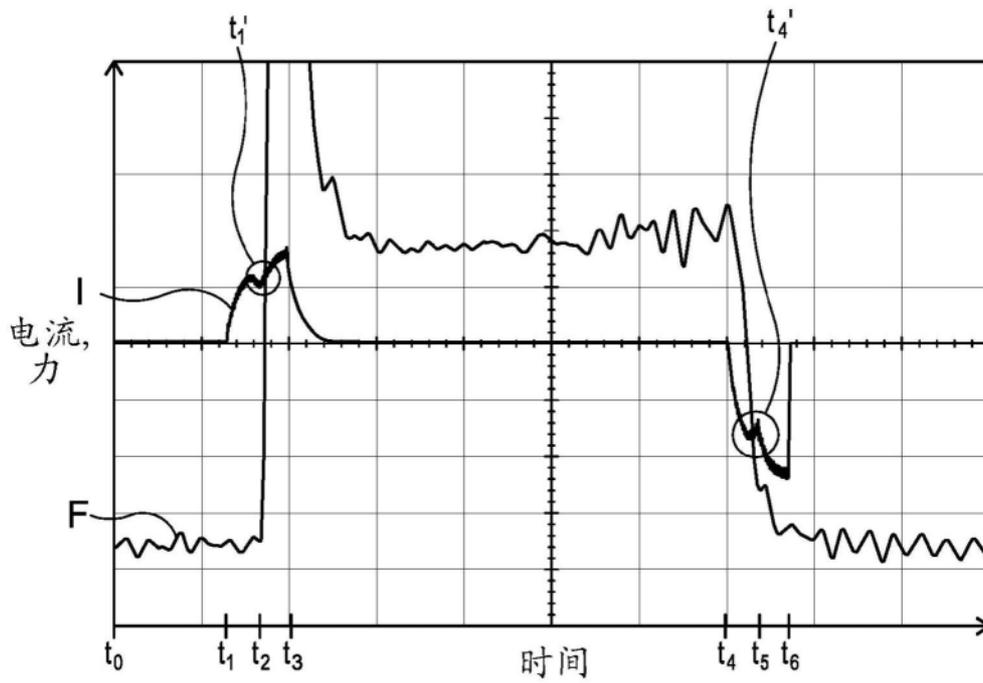


图10

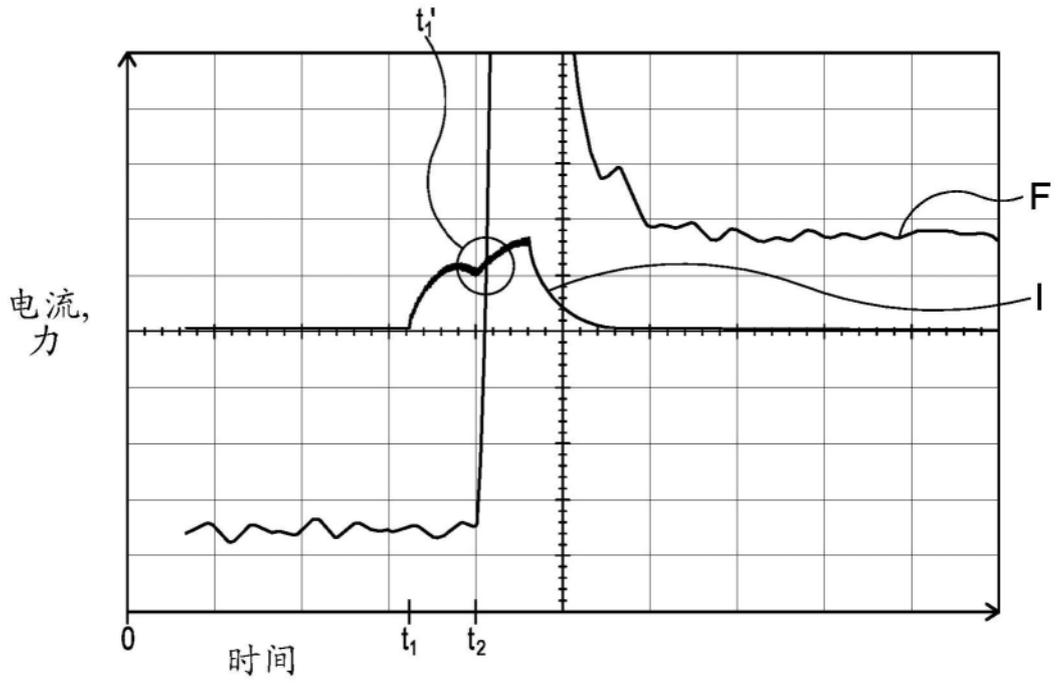


图11

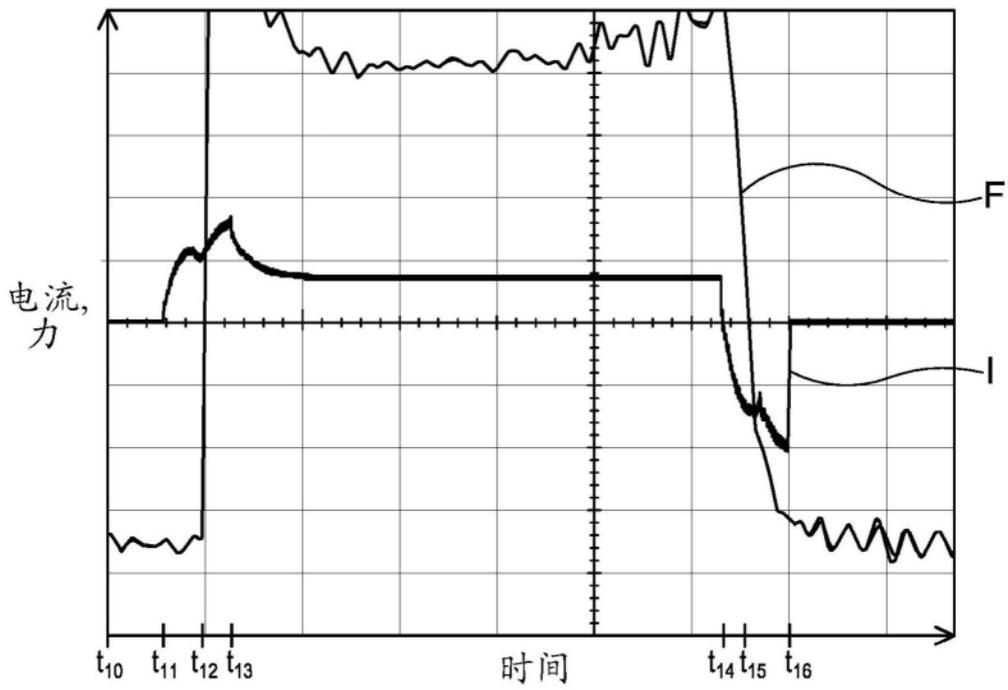


图12

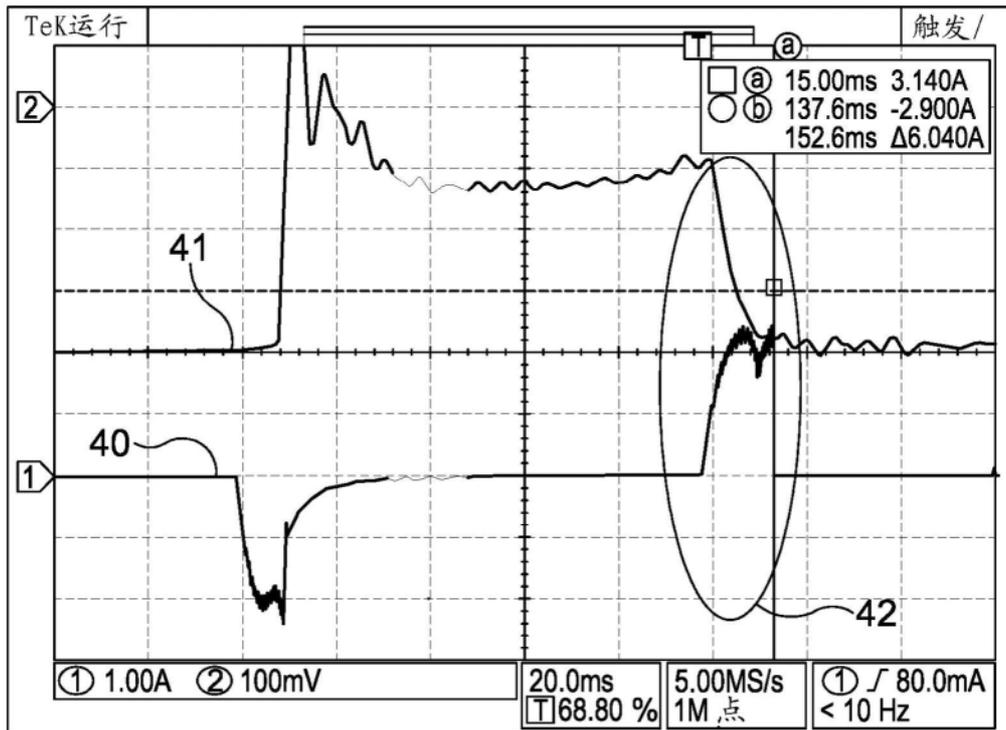


图13

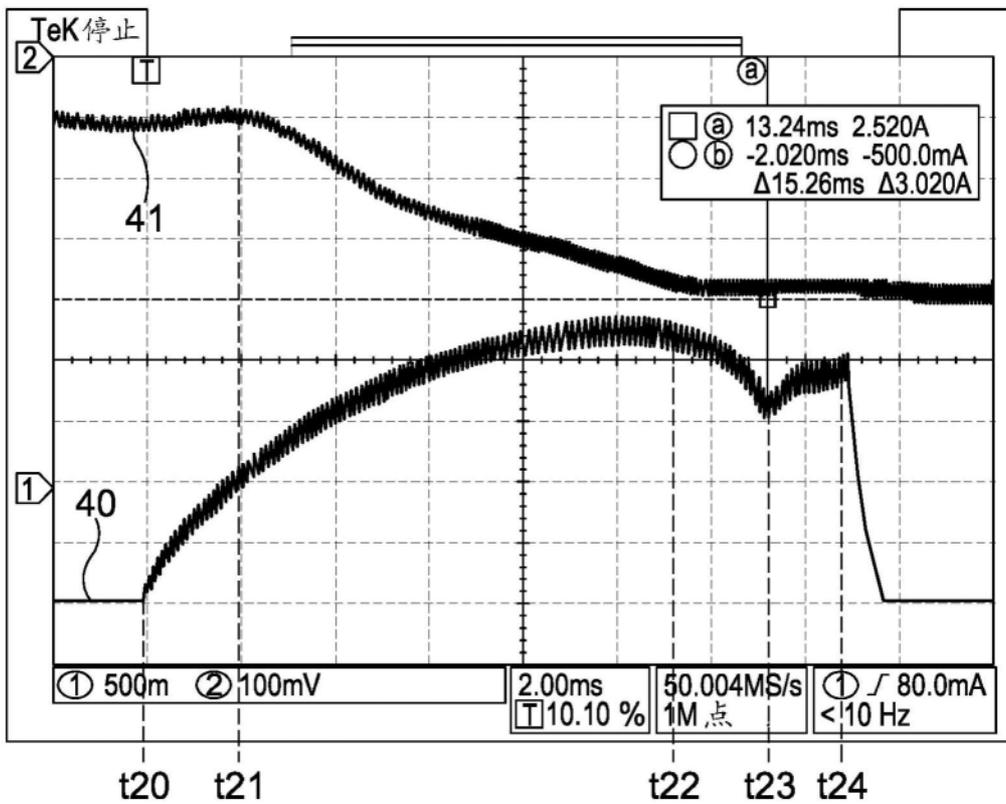


图14

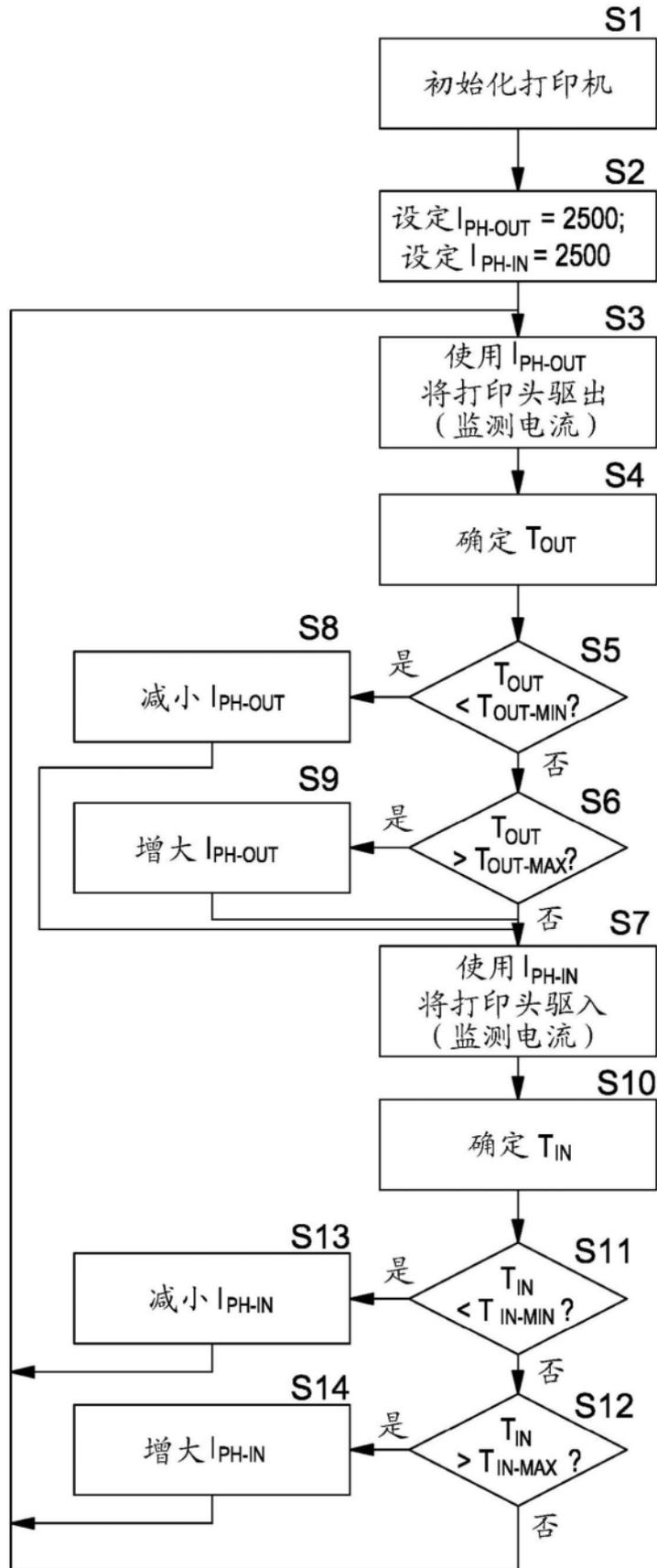


图15

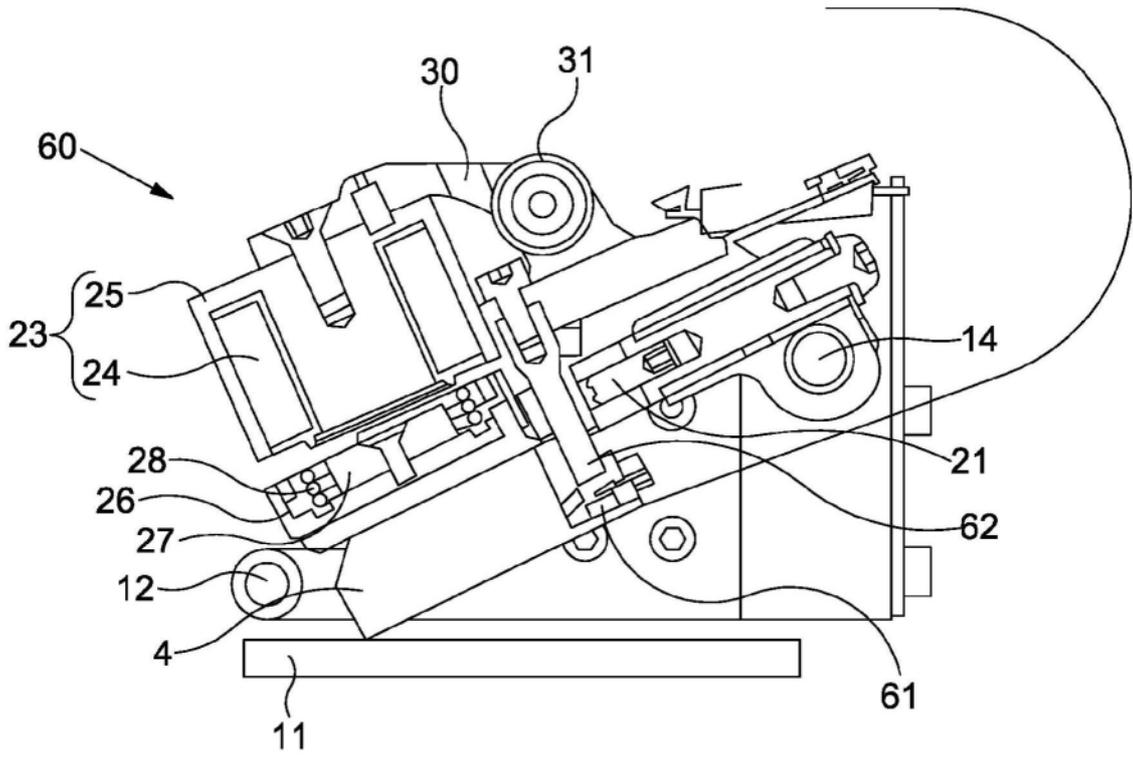


图16

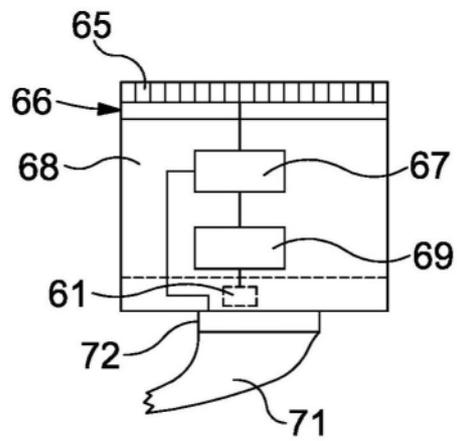


图17A

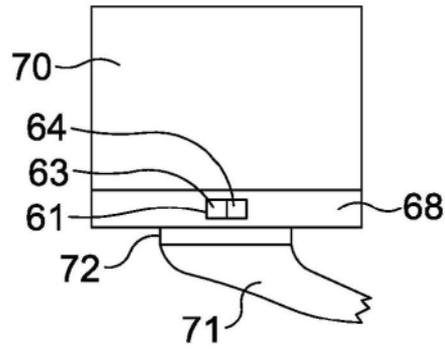


图17B

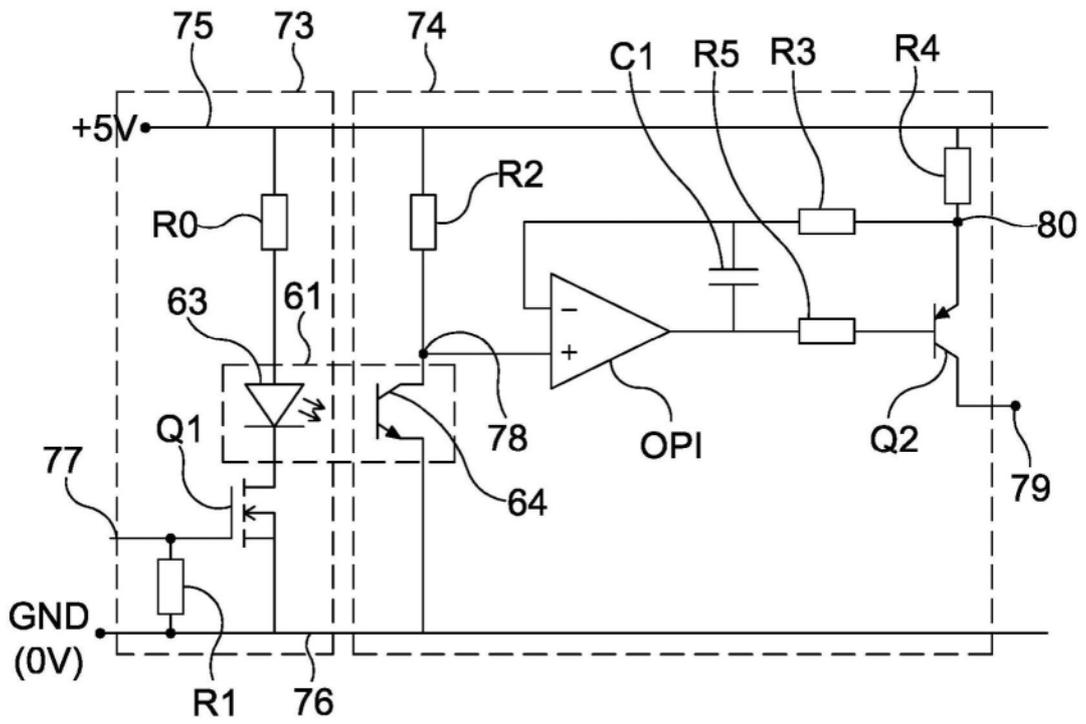


图18

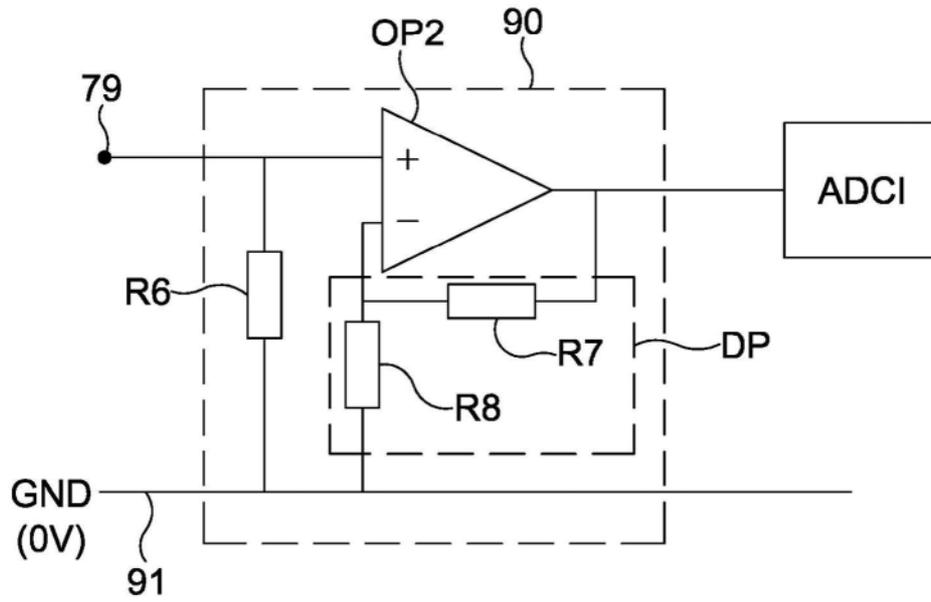


图19

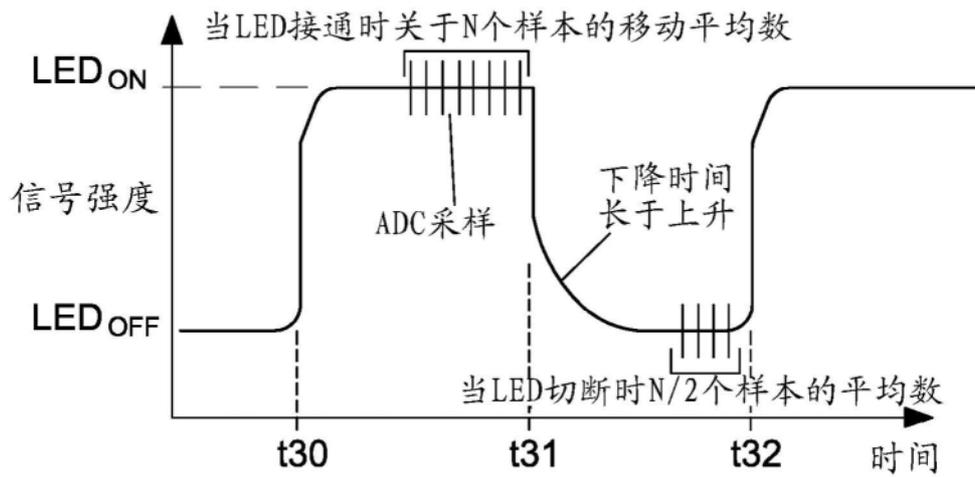


图20

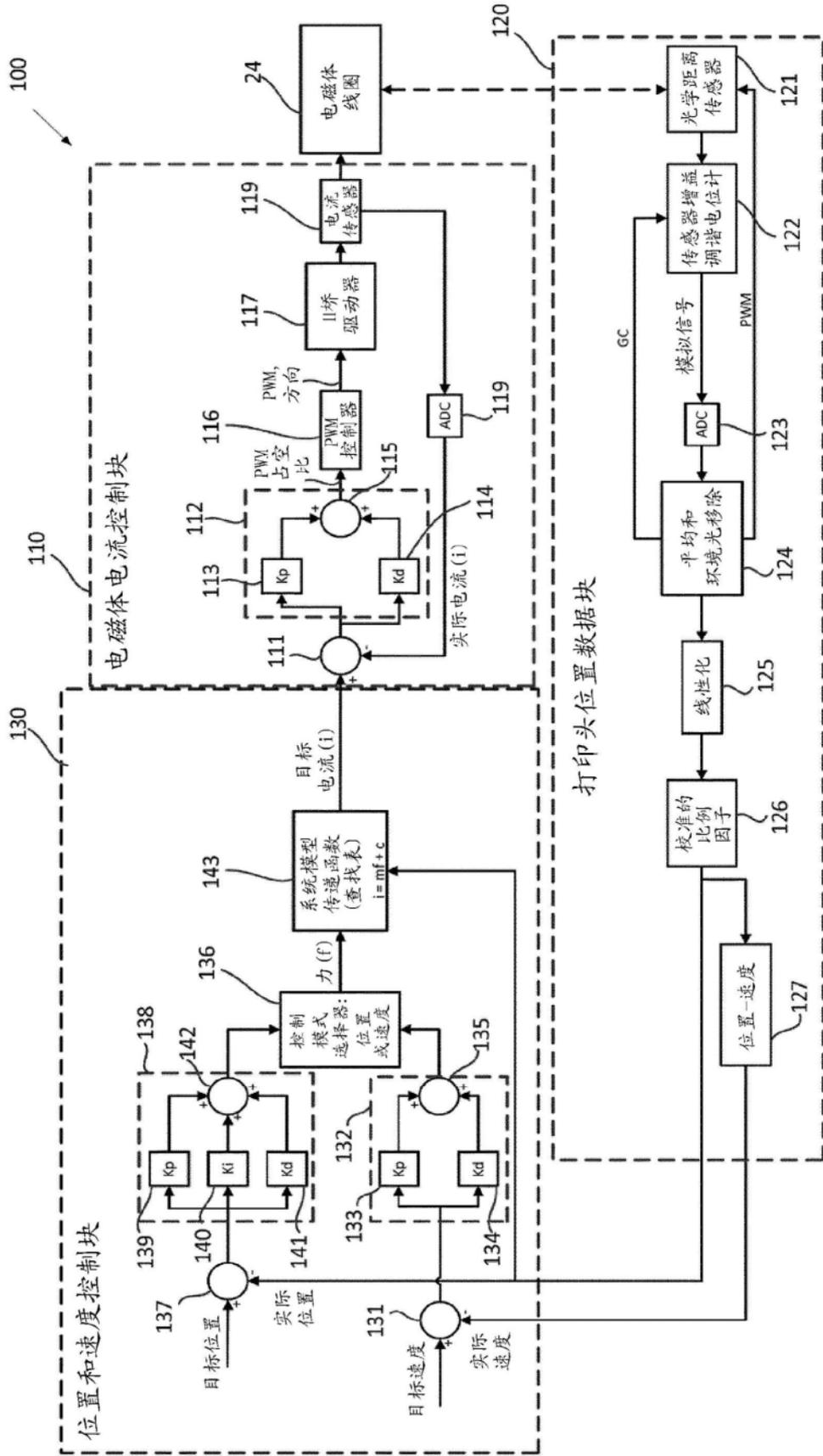


图21

针对在给定的打印头位置处在打印头上
施加力 (KG) 的电流要求

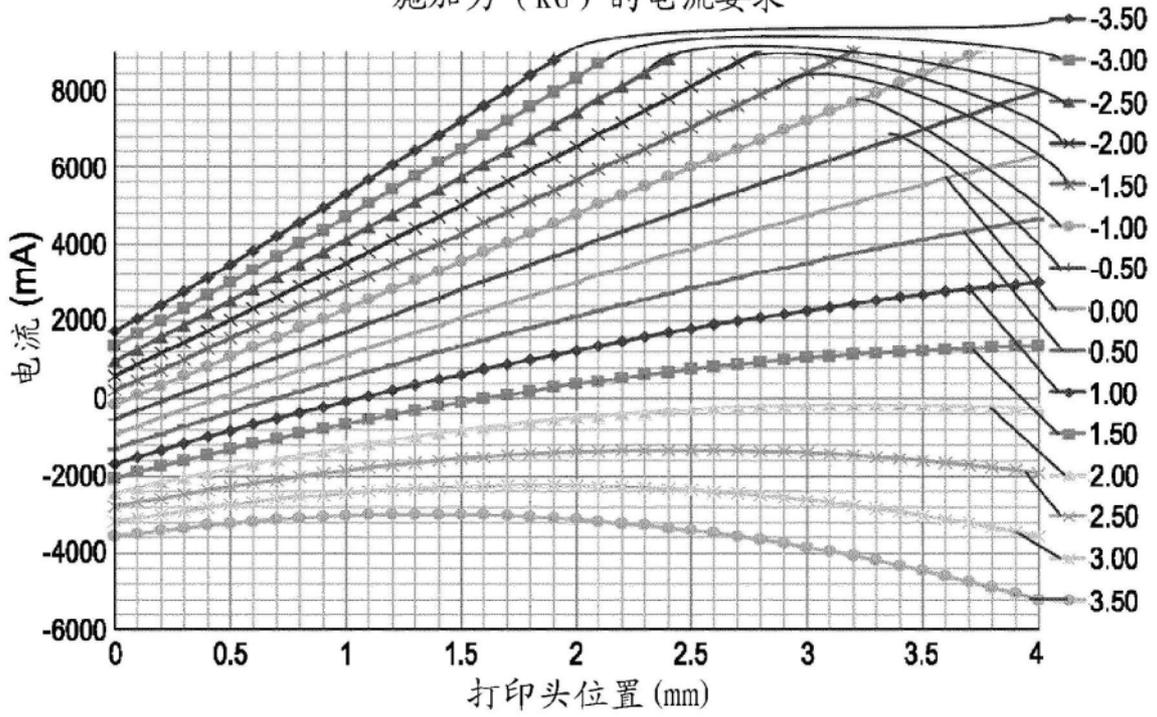


图22

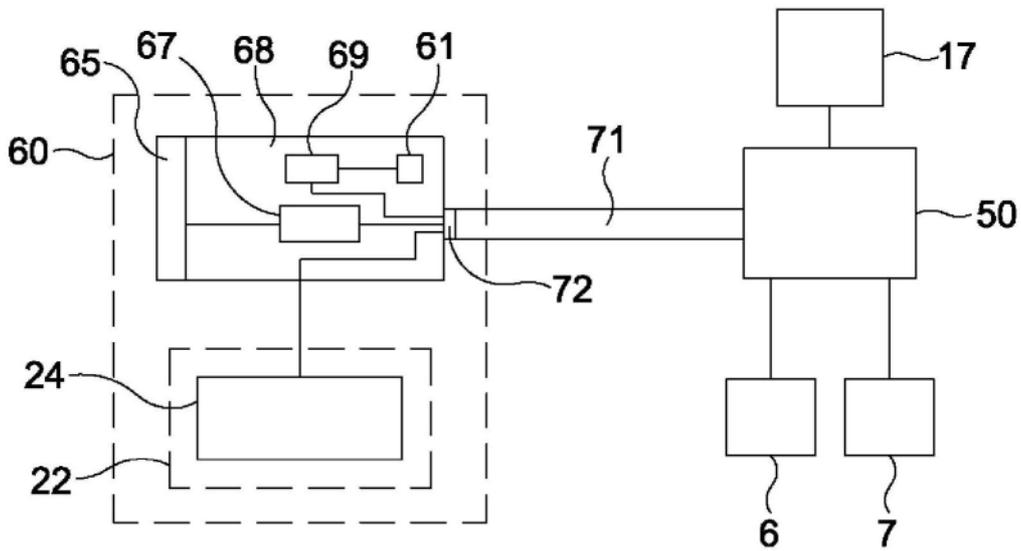


图23

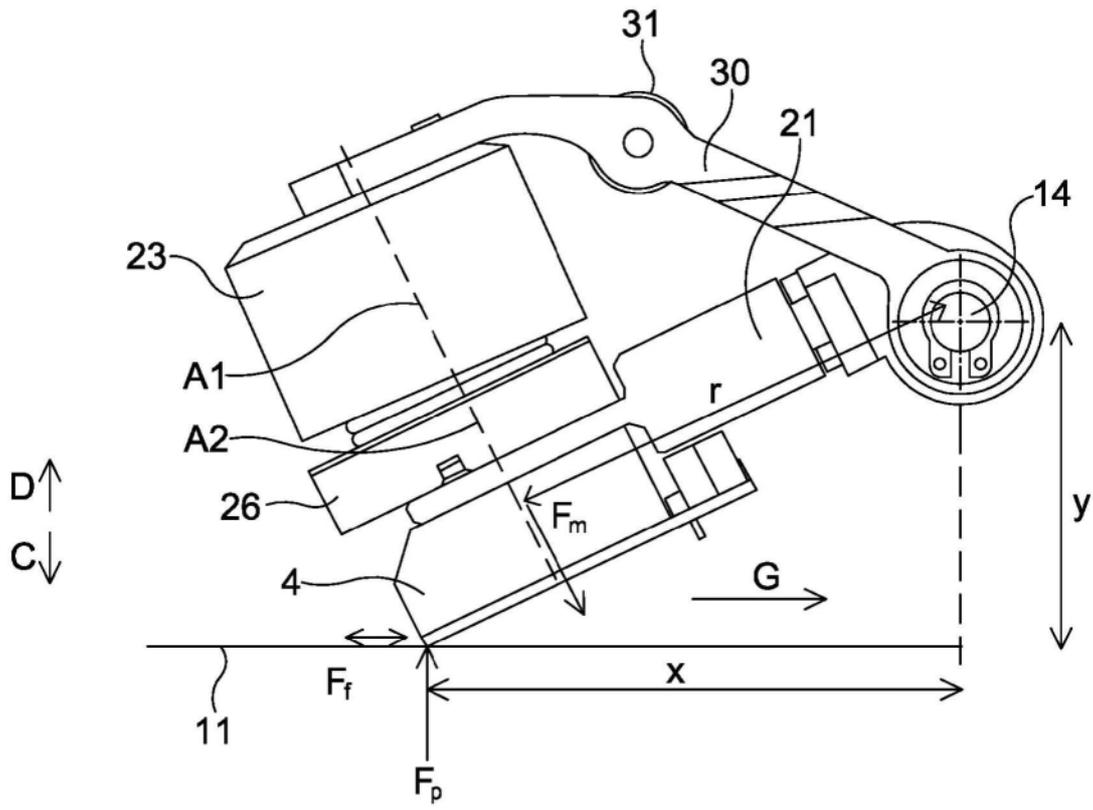


图24