



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1916139 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200610121267.1

30 行至第 13 页第 25 行, 表 1.

(22) 申请日 2006.06.29

审查员 王涛

(30) 优先权数据

60/695183 2005.06.30 US

(73) 专利权人 雅富顿公司

地址 美国弗吉尼亚州

(72) 发明人 R·N·艾尔 S·H·特尔西尼

T·-C·尧 H·梅尔格尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 韦欣华 段晓玲

(51) Int. Cl.

C10M 137/04 (2006.01)

C10N 40/25 (2006.01)

C10N 30/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1097086 C, 2002.12.25, 说明书第 4 页第
11 行至第 11 页第 29 行.

EP 1223054 A, 2002.08.21, 说明书第 4 页第

权利要求书 1 页 说明书 34 页 附图 13 页

(54) 发明名称

用于改进动力传动性能的方法及其组合物

(57) 摘要

本发明提供用于获得改进动力传动性能的先
进方法, 还描述了用于实行这种方法的独特流体
组合物。特别是提供在具有摩擦扭矩传递装置例
如换挡离合器的动力传动装置中降低 NVH 的方法
和相关组合物, 该方法包括在摩擦扭矩传递装置
啮合期间保持负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率和 / 或负 $\partial\mu/\partial P$ 斜
率。

1. 一种流体组合物,包括:

(1) 主要量的基础油,和

(2) 少量的添加剂组合物,其包括 0.002-0.5wt% 烷氧基化胺、0.001-0.5wt% 二烷基亚磷酸酯、0.01-1.0wt% 金属清洁剂和 0.01-12wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺,以各自有效的量存在用于在以其润滑的动力传动摩擦扭矩传递装置的啮合、滑动或调整期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率。

2. 权利要求 1 的流体组合物,其中配制流体组合物以使所述流体组合物 100°C 的粘度 $< 6\text{cSt}$, 40°C 的粘度 $< 30\text{cSt}$, -40°C 的布式粘度 $< 10,000\text{cP}$, 其中, $\partial\mu/\partial T$ 斜率值由 SAE#2 机器测量的摩擦系数和温度计算得到。

3. 权利要求 1 的流体组合物,其中添加剂组合物进一步包括额外的摩擦改进剂、额外的清洁剂、额外的分散剂、抗氧剂、抗磨剂、抗泡剂、粘度指数改进剂、铜腐蚀抑制剂、防锈剂、密封溶胀剂、金属钝化剂和排气剂中的一种或多种。

4. 一种添加剂组合物,其包括 0.002-0.5wt% 烷氧基化胺、0.001-0.5wt% 二烷基亚磷酸酯、0.01-1.0wt% 金属清洁剂和 0.01-12wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺,以各自有效的量存在用于在以其润滑的动力传动装置换挡离合器啮合期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率。

5. 一种在具有摩擦扭矩传递装置的动力传动装置中降低 NVH 的方法,包括用流体组合物润滑摩擦扭矩传递装置,该流体组合物在啮合、滑动或调整摩擦扭矩传递装置期间提供负 $\partial\mu/\partial T$, 所述流体包括各自有效量的 0.002-0.5wt% 烷氧基化胺、0.001-0.5wt% 二烷基亚磷酸酯、0.01-1.0wt% 金属清洁剂和 0.01-12wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺。

6. 一种在动力传动装置中改进抗 NVH 控制性能的方法,包括:

A) 将流体加入动力传动装置,所述流体包括 (i) 基础油,和 (ii) 包括 0.002-0.5wt% 烷氧基化胺、0.001-0.5wt% 二烷基亚磷酸酯、0.01-1.0wt% 金属清洁剂和 0.01-12wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺的添加剂包;和

B) 操作动力传动装置中的流体,其中添加剂包以其有效的量存在,用于在以其润滑的动力传动摩擦扭矩传递装置啮合、滑动或调整期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ 。

7. 权利要求 6 的方法,其中配制流体组合物以使组合物 100°C 的粘度 $< 6\text{cSt}$, 40°C 的粘度 $< 30\text{cSt}$, -40°C 的布式粘度 $< 10,000\text{cP}$, 其中, $\partial\mu/\partial T$ 斜率值由 SAE#2 机器测量的摩擦系数和温度计算得到。

8. 使具有摩擦扭矩传递装置的动力传动装置中的 NVH 降低的方法,包括用流体组合物润滑摩擦扭矩传递装置,该流体组合物在啮合、滑动或调整摩擦扭矩传递装置期间提供负 $\partial\mu/\partial P$, 所述流体包括各自有效量的 0.002-0.5wt% 烷氧基化胺、0.001-0.5wt% 二烷基亚磷酸酯、0.01-1.0wt% 金属清洁剂和 0.01-12wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺。

9. 一种包括发动机和传动装置的车辆,传动装置包括权利要求 1 的流体组合物。

用于改进动力传动性能的方法及其组合物

技术领域

[0001] 本发明涉及提供改进动力传动性能的方法和适用于动力传动应用的流体组合物。

背景技术

[0002] 车辆中的自动变速装置一般包括多盘式离合器,其中交替排列着多个摩擦板和多个隔板,每个摩擦板具有粘合在金属基板(中心板)表面的摩擦材料,每个隔板由单板或多个板构成。在用传动流体润滑的自动变速装置中,这些板相互摩擦连接/断开从而传递/释放驱动力。在变速离合器中使用的湿摩擦材料包括纸摩擦材料、碳纤维摩擦材料、弹性体摩擦材料、烧结的摩擦材料等。在本发明中,术语“湿”是指用传动流体润湿的摩擦材料。

[0003] 汽车工业正在开发新的和先进的传动系统。这些新的系统通常涉及高能的需求。必须开发部件保护技术以满足这些先进系统不断增加的能量需求。商业上,已知向自动传动流体中添加各种添加剂包,包括极压剂、抗磨剂、抗氧化剂体系、腐蚀抑制剂体系、金属钝化剂、防锈剂、摩擦改进剂、分散剂、清洁剂、抗泡剂和/或粘度指数改进剂,及其它。但并非所有的添加剂都可预见地或充分地与其他添加剂相互作用。摩擦性能是离合器中特别重要的性能,离合器需要更多的摩擦来传递扭矩,但在齿轮、轴承和密封中需要较少的摩擦。作为传动装置中的润滑剂,用于离合器中的流体也用于齿轮中。降低齿轮、轴承和密封中的摩擦使这些部件寿命增加并提高燃料的行驶里程,但使离合器的力矩容量和传送动力的能力降低。当摩擦降低时,需要更高的离合力以获得足够的力矩容量,这会导致机械故障。

[0004] 对于自动传动流体的重要性能要求是阻止传动装置的离合器中产生噪音、振动和不平顺性,即本文中的“NVH”的能力。汽车动力传动流体需要在非常苛刻的温度和压力条件下提供特定的摩擦性能。例如,多板盘式离合器广泛用于自动变速装置在高静摩擦和准静摩擦条件下换档。在换档过程中,一个或多个离合器啮合或分离。在这些有效的离合器中,自动传动流体和摩擦材料经历压力、温度和滑动速度的显著变化。自动传动流体和摩擦材料之间的相互摩擦是这些变量的函数,所以在离合器啮合过程中摩擦系数趋向于改变。作为这些条件的结果,流体摩擦性能随相对滑动速度、温度或压力的变化可能导致车“感”方面性能变差,这是驾驶者和乘客容易辨别的。这种可辨别的影响可能包括换档离合器中的换档抖动(chatter)或尖声,在滑动变矩离合器中的震颤或振动(vibration),和/或不平顺换档(“齿轮变化震动”),这里总称为“NVH”。理想地选择流体的摩擦性能来抑制离合器中的NVH。此外,理想的自动传动流体应减少出现NVH而不牺牲良好换档性能所需要的摩擦性能。例如,在离合器组件必须具有足够的保持能力以将动力从发动机传送至车轮的自动变速装置中,静摩擦强度是重要的。此外,常规的自动传动流体非常容易因其老化导致要求的摩擦性能显著损失,因此理想的流体也要解决这些问题。

[0005] 需要降低NVH而保持高静摩擦和准静摩擦,和/或在老化时,尤其是在高温和压力条件下使用时具有改进的抗-NVH耐久性的传动流体。这种流体使装置和性能问题最小化同时使流体更换间隔最大化。通过使变矩器和换档离合器平稳啮合,这些流体将使NVH最小化,并在一些情况下使燃料经济性改进,使流体的使用时间更长。

发明内容

[0006] 本发明涉及提供用于增强动力传动性能的先进方法和用于实施所述方法的独特流体组合物。

[0007] 在一个实施方案中,提供的方法包括适当选择传动流体配方以降低具有摩擦扭矩传递装置的动力传动装置中的 NVH,包括在装置啮合、滑动或调整期间保持负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率,其中,“ μ ”表示摩擦系数,T 表示温度。在一个实施方案中,以相对于含有商业 ATF 产品的参考流体而言减少换档抖动、震颤、振动和 / 或不平顺中的一种或多种的形式获得 NVH 的降低。在预选择的条件下,已经发现在其啮合、滑动或调整期间可以保持负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率,同时不会使摩擦扭矩传递装置的静摩擦和准静摩擦性能损失。

[0008] 令人惊奇地发现在摩擦扭矩传递装置啮合、滑动或调整期间提供和保持负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率能使 NVH 降低,这与动力传动流体领域的传统理论思想相反。本研究者还发现在动力传动装置的操作中仅使用使摩擦系数 (μ) 相对于滑动速度 (v) 产生正斜率的传动流体不足以明显抑制并控制 NVH。还令人惊奇的发现,为了以有意义的方式抑制 NVH,在传动装置中使用的传动流体必须具有摩擦对动力传动装置中摩擦扭矩传递机构操作温度的负依赖性。在一个实施方案中,在摩擦扭矩传递机构中,例如换档离合器,的啮合期间,这用来阻止 NVH(例如,抖动、尖声、震颤和 / 或噪音)。当啮合期间摩擦界面处摩擦片温度在升高时,其确保离合器的平稳换档。在传动装置中提供负 $\partial\mu/\partial T$ 条件使摩擦系数的总体值在基本所有的或所有的滑动速度下升高,同时阻止离合器发生尖声、震颤和振动声。当期望有限量的滑动时还防止锁闭,在变矩离合器或止滑差速离合器时经常发生这种情况。在配制具有更高摩擦系数和更高力矩容量还能抑制 NVH 的流体中,负 $\partial\mu/\partial T$ 条件是重要的。力矩容量的显著改进和 NVH 的抑制还可以使其可能用于更小和 / 或在更低的压力下操作的传动装置,所有这些使燃料经济性改进。发现的负 $\partial\mu/\partial T$ 条件的意义不必限于用于提供这种规定性能条件的任何特殊模式。

[0009] 上述在动力传动装置中提供负 $\partial\mu/\partial T$ 条件的发明方法可用于摩擦扭矩传递装置,其一般包括,例如,换档离合器、起动离合器、变矩离合器、带式离合器、盘式或片式离合器、止滑差速离合器等。本发明方法可以使用的动力传动装置的类型没有特别限制,包括,例如,自动变速装置、手动变速装置、无级变速装置和半自动变速装置等。这些传动装置可以用于各种应用例如汽车、船舶、航空、工业等。在具体的实施方案中,本发明的方法用于多速自动变速装置,例如四速或更多速的变速装置。在一个实施方案中,其可以选自五速自动变速装置、六速自动变速装置和七速自动变速装置,尤其为六速自动变速装置。传动装置还可以包括双离合器变速装置或重载自动变速装置。

[0010] 正如所述,在一个实施方案中,在传动装置的操作期间,适当的选择用于润滑摩擦扭矩传递装置的传动流体配方以用于在摩擦扭矩传递装置的啮合、滑动或调整期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ 的条件。即,已经开发用于传动装置来提供高静摩擦和准静摩擦性能但使 NVH 特征最小化的添加剂和流体组合物。这些组合物在流体老化后提供同等级的抑制 NVH 性能方面也是有效的。

[0011] 在一个实施方案中,在这个方面提供一种传动流体,包括烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂和磷酸化的琥珀酰亚胺。已经发现这四种特别组分的适当平衡的组合在

传动装置的摩擦扭矩传递装置的啮合、滑动或调整期间产生负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率条件方面具有意料不到的组合效果,令人惊奇地已经发现该条件能提供 NVH 抑制而没有准静摩擦或静摩擦的显著损失。实际上,已经观察到,提供即使相对小的负 $\partial\mu/\partial T$ 值也能在抗 NVH 性能方面产生非常显著的改进。尽管更高量级的负 $\partial\mu/\partial T$ 值还可能在抗 NVH 性能方面提供一些额外增益,但 NVH 抑制方面最显著的增益一般可在相对小的负 $\partial\mu/\partial T$ 条件下获得。获得负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率条件所需的这四种组分各自的量通常通过试验的发现和观察决定,通过试验发现并观察到存在的烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂独立地使 $\partial\mu/\partial T$ 负值增加,即使其更负,而降低其含量时对 $\partial\mu/\partial T$ 具有相反的效果,即使其负得更少(即绝对值更小的负值或正值)。另一方面,磷酸化的琥珀酰亚胺组分含量的增加使 $\partial\mu/\partial T$ 负得更少,而降低其含量具有相反的效果。在为了改进抗 NVH 性能而在正常操作范围内的所有条件下引入负 $\partial\mu/\partial T$ 条件,尤其是小的负 $\partial\mu/\partial T$ 条件时,应该用上述原则平衡这四种组分含量。按照上面提到的方式,包括少于这四种组分的组合是不可靠的。

[0012] 在一个具体实施方案中,传动流体组合物包括约 0.002 到约 0.5wt% 烷氧基化胺,约 0.001 到约 0.5wt% 二烷基亚磷酸酯,约 0.01 到约 1.0wt% 金属清洁剂和约 0.01 到约 12wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺。这些组分可以以添加剂浓缩物或组合物的形式引入主要包括基础油的流体组合物中,基于全部流体组合物计,这些添加剂浓缩物成组合物的量为约 3wt% 到约 20wt%,优选约 5wt% 到约 15wt%。名义上,烷氧基化胺和二烷基亚磷酸酯是摩擦改进剂;金属清洁剂具有清净效果;磷酸化的琥珀酰亚胺是无灰分散剂;但是,还发现在传动装置的摩擦扭矩传递装置啮合、滑动或调整期间,它们以有效量的组合也可以产生上述的负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率条件,这与在增高的压力阈值下防止不期望的 NVH 现象且不产生准静摩擦或静摩擦的显著损失相联系。也可以理解,流体组合物可以浓缩物形式提供,其可以与大量基础油混合以形成更加稀释的组合物,从而以上述的各自范围的量提供上述组分。

[0013] 在一个非限制的实施方案中,配制包括上述四种组分(即,烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂和磷酸化的琥珀酰亚胺)的流体组合物,以使该流体组合物 100℃ 的粘度 $< 6\text{cSt}$, 40℃ 的粘度 $< 30\text{cSt}$ 和 -40℃ 的布氏粘度 $< 10,000\text{cP}$,其中负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率值由摩擦系数和温度确定,该摩擦系数和温度通过使用纸摩擦材料衬里的离合器片的 SAE#2 机器测量,试验条件为 0.79N/mm^2 , $> 50\text{rpm}$ 于 40℃ 和 120℃ 测量。

[0014] 由前述描述和以下的描述以及试验研究可以理解,本发明还提供用于使用了摩擦扭矩传递装置的动力传动装置的流体组合物,它可以满足高静摩擦和准静摩擦的要求同时使发生 NVH 现象的趋势最小化,如果不使用本发明的流体组合物,NVH 现象可能发生。本发明的流体组合物有利地适用于要求更高准静摩擦条件的摩擦扭矩传递装置,上述条件具有使 NVH 现象增加的趋势。

[0015] 在另一个实施方案中,提供用于降低动力传动装置中 NVH 的方法,该传动装置具有摩擦扭矩传递装置,例如任何上述的离合机构,该方法包括在其啮合、滑动或调整期间保持负 $\partial\mu/\partial P$ 斜率,其中“P”代表离合器表面上的压力。

[0016] 具体地说,本发明涉及以下方面:

[0017] 1、一种流体组合物,包括:

[0018] (1) 主要量的基础油,和

[0019] (2) 少量的添加剂组合物,其包括烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂和磷

酸化的琥珀酰亚胺,以各自有效的量存在用于在以其润滑的动力传动摩擦扭矩传递装置的啮合、滑动或调整期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率。

[0020] 2、第一项的流体组合物,其包括 0.002-0.5wt% 烷氧基化胺、0.001-0.5wt% 二烷基亚磷酸酯、0.01-1.0wt% 金属清洁剂和 0.01-12wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺。

[0021] 3、第一项的流体组合物,其包括 0.01-0.25wt% 烷氧基化胺、0.01-0.2wt% 二烷基亚磷酸酯、0.01-0.7wt% 金属清洁剂和 0.01-10wt% 磷酸化的琥珀酰亚胺。

[0022] 4、第一项的流体组合物,其中,基于流体组合物,添加剂组合物以约 3wt% 到约 20wt% 的量存在。

[0023] 5、第一项的流体组合物,其中,基于流体组合物,添加剂组合物以约 5wt% 到约 15wt% 的量存在。

[0024] 6、第一项的流体组合物,其中配制流体组合物以使所述流体组合物 100°C 的粘度 $< 6\text{cSt}$, 40°C 的粘度 $< 30\text{cSt}$, -40°C 的布式粘度 $< 10,000\text{cP}$, 其中, $\partial\mu/\partial T$ 斜率值由 SAE#2 机器测量的摩擦系数和温度计算得到。

[0025] 7、第一项的流体组合物,其中基础油包括天然油、天然油的混合物、合成油、合成油的混合物、天然油和合成油的混合物、和衍生自费托或气-液方法的基础油中的一种或多种。

[0026] 8、第一项的流体组合物,其中添加剂组合物进一步包括额外的摩擦改进剂、额外的清洁剂、额外的分散剂、抗氧剂、抗磨剂、抗泡剂、粘度指数改进剂、铜腐蚀抑制剂、防锈剂、密封溶胀剂、金属钝化剂和排气剂中的一种或多种。

[0027] 9、一种添加剂组合物,其包括烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂和磷酸化的琥珀酰亚胺,以各自有效的量存在用于在以其润滑的动力传动装置换档离合器啮合期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率。

[0028] 10、一种在具有摩擦扭矩传递装置的动力传动装置中降低 NVH 的方法,包括用流体组合物润滑摩擦扭矩传递装置,该流体组合物在啮合、滑动或调整摩擦扭矩传递装置期间提供负 $\partial\mu/\partial T$,所述流体包括各自有效量的烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂和磷酸化的琥珀酰亚胺。

[0029] 11、一种在动力传动装置中改进抗 NVH 控制性能的方法,包括:

[0030] A) 将流体加入动力传动装置,所述流体包括 (i) 基础油,和 (ii) 包括烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂和磷酸化的琥珀酰亚胺的添加剂包;和

[0031] B) 操作动力传动装置中的流体,其中添加剂包以其有效的量存在,用于在以其润滑的动力传动摩擦扭矩传递装置啮合、滑动或调整期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ 。

[0032] 12、第十一项的方法,其中摩擦扭矩传递装置选自换档离合器、起动离合器、变矩离合器、带式离合器、盘式或片式离合器和止滑差速离合器。

[0033] 13、第十一项的方法,其中摩擦扭矩传递装置包括换档离合器。

[0034] 14、第十一项的方法,其中配制流体组合物以使组合物 100°C 的粘度 $< 6\text{cSt}$, 40°C 的粘度 $< 30\text{cSt}$, -40°C 的布式粘度 $< 10,000\text{cP}$, 其中, $\partial\mu/\partial T$ 斜率值由 SAE#2 机器测量的摩擦系数和温度计算得到。

[0035] 15、使具有摩擦扭矩传递装置的动力传动装置中的 NVH 降低的方法,包括用流体

组合物润滑摩擦扭矩传递装置,该流体组合物在啮合、滑动或调整摩擦扭矩传递装置期间提供负 $\partial\mu/\partial P$,所述流体包括各自有效量的烷氧基化胺、二烷基亚磷酸酯、金属清洁剂和磷酸化的琥珀酰亚胺。

[0036] 16、一种包括第一项的流体组合物的传动装置。

[0037] 17、第十六项的传动装置,其中传动装置包括无级变速装置。

[0038] 18、第十六项的传动装置,其中传动装置包括双离合器变速装置。

[0039] 19、第十六项的传动装置,其中传动装置包括自动变速装置。

[0040] 20、第十六项的传动装置,其中传动装置包括手动变速装置。

[0041] 21、第十六项的传动装置,其中传动装置包括一种或多种下述装置:电控转换离合器、滑动变矩器、锁止变矩器、起动离合器和一种或多种换档离合器。

[0042] 22、第十六项的传动装置,其中传动装置包括带、链或盘式无级变速装置、四速或更多速自动变速装置、手动变速装置、自动手动变速装置或双离合器变速装置。

[0043] 23、一种包括发动机和传动装置的车辆,传动装置包括第一项的流体组合物。

[0044] 前面的概述和以下的详述仅是示例性的和解释性的,并打算提供本发明进一步的解释,如所要求的。

附图说明

[0045] 图1是根据本发明的实施方案用于离合器啮合的动力系统模型图。

[0046] 图2是根据本发明的实施方案用于动力系统模型的2级LTI系统的单位脉冲响应曲线图。

[0047] 图3是根据本发明的实施方案用于动力系统模型的2级LTI系统的单位阶跃响应曲线图。

[0048] 图4-10分别是在 0.79N/mm^2 压力的不同滑动速度下测量的尖声压力与 $\partial\mu/\partial T$ 的关系图。测量的各自的滑动速度如下:图4(5rpm);图5(10rpm);图6(20rpm);图7(50rpm);图8(100rpm);图9(200rpm)和图10(250rpm)。

[0049] 图11是在 0.79N/mm^2 试验压力条件下实施图4-10试验的 R^2 (用于表示 $\partial\mu/\partial T$ 和尖声压力的相关性)与滑动速度(v , rpm)的关系图。

[0050] 图12-17分别是在 3.40N/mm^2 压力的不同滑动速度下测量的尖声压力与 $\partial\mu/\partial T$ 的关系图。测量的各自的滑动速度如下:图12(5rpm);图13(10rpm);图14(20rpm);图15(50rpm);图16(100rpm)和图17(200rpm)。

[0051] 图18-19分别示出在 0.79N/mm^2 压力和 40°C 和 120°C 温度下观察到的8个试验流体的摩擦系数 μ 结果。

[0052] 图20是在 0.79N/mm^2 压力下 $\partial\mu/\partial T$ 系数(报告的值已经乘以数负1,即“X-1”)与滑动速度(v , rpm)的关系图。

[0053] 图21-28是在不同的滑动速度、温度和压力下测量的尖声压力与 $\partial\mu/\partial P$ 的关系图。对于图21-24,在 40°C 、 3.40 到 0.79N/mm^2 之间,滑动速度分别为5、50、200和250rpm的条件下分别测量 $\partial\mu/\partial P$ 。对于图25-28,在 120°C 、 3.40 和 0.79N/mm^2 之间、滑动速度分别为5、50、200到250rpm的条件下分别测量 $\partial\mu/\partial P$ 。

[0054] 图29是分别在 40°C 和 120°C 下图21-28报告数据的 R^2 与滑动速度的(v , rpm)关

系图。

[0055] 优选实施方案的详述

[0056] 满足消费者迫切需要的车辆要求耐久性和全部车辆系统的性能。最重要的一个系统是动力传动系统（“变速装置”），该系统将汽车发动机产生的动力传送给车轮。它是车辆中最复杂的系统之一，也是诊断、修理或更换费用最高的系统之一。传动装置通常包括带片的离合器、转矩变换器和齿轮组，其通过改变变速比来改变传递给车轮的动力的扭矩和速度关系。

[0057] 有鉴别力的消费者最初要求乘车舒适度、高性能、少维修保养（保养之间的高里程数）和延长的寿命预期。但是，随着新的传动技术的改进，先前满足认可的旧的性能标准现在变得受到更多质疑并出现问题。

[0058] 例如，电控转换离合器（ECCC）设计和装备有无级变速传动装置（CVT）的车辆的发展，和空气动力学车身设计的发展，导致带有更小传动装置的客车，该传动装置趋向于在更高能量密度和更高操作温度下操作。消费者还敏锐的知道车辆提供的驾驶体验的“感觉”。通常，不正常或不期望的车辆噪音、振动和 / 或驾驶不平顺使驾驶舒适度降低。消费者还想使更换流体的保养间隔尽可能地延长而不使性能或发动机的完整性冒险。这种变化挑战润滑剂提供者配制具有新的和独特性能特征的自动传动流体。原装装置制造者（OEMS）也希望具有摩擦特征能满足 ECCC、CVT 和其它设计要求，并在抗 NVH、耐久性和抗磨性等方面保持足够性能的自动传动流体。

[0059] 因为动力传动流体期望在越来越苛刻的使用条件下操作，理想地是用来润滑那些传动装置的流体被配制成不仅能忍耐更高的温度和压力，而且能控制 NVH。为了减少设备问题并增加传动流体更换的间隔，理想地配制传动添加剂包以使重要的流体性质在面对这些压力的使用期间尽可能少的改变。

[0060] 需要有效的方式处理与自动传动装置相联系的摩擦、磨损和耐久性问题，例如满足 OEM 汽车设计者和提供者的需要，延长传动流体的寿命和耐久性，同时还改进抗 NVH 以增加消费者的满意度。本发明致力于解决这些问题和其它需要。

[0061] 在一个具体的非限制的实施方案中，提供用于在具有换档离合器的动力传动装置中降低噪音 - 振动 - 不平顺性（NVH）的方法，该方法包括在换档离合器的啮合期间保持负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率。在传动装置中怎样达到这种条件没有特别地限制。可以通过新的配制传动流体的方法实现，如本文其它部分所述。

[0062] 相对于包括商业 ATF 产品的参考流体而言，可以以降低换档震颤、抖动、尖声或类似噪音、振动和 / 或不平顺性中的一种或多种的形式获得 NVH 的降低。在预选择的条件下，已经发现换档离合器在啮合期间可以保持负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率而不会损失静摩擦和准静摩擦性能。

[0063] 为了这里的目的，“NVH”总体是指噪音 - 振动 - 不平顺性，这些术语如本文所定义。“NVH 抑制”是指降低噪音、振动和 / 或不平顺性中的一种或多种。抖动、震颤和尖声全部来自传动系统内的振动，通常是包括噪音和振动的复合参数。“换档抖动”、“抖动噪音”或缩写的“振动（chatter）”是指 NVH 参数，即通常观察到的噪音和振动的平衡。“尖声”是指主要观察为噪音而较少观察为振动的 NVH 参数。“尖声压力”通过 ZF GK 试验台装置测量，该装置是从德国 Friedrichshafen, ZF Group 商购的装置。由试验台供给者命名为 ZF6HP26 传

动装置的“E- 离合器”的离合器用于 ZF GK 试验台。在 ZF GK 试验台中装载可用的试验流体和摩擦元件。试验台包括具有可编程的图形用户界面的台式计算机,允许用户选择并输入预期的试验条件,在该条件下测量尖声、静摩擦和准静摩擦,试验结果通过系统以可获取的格式存储。在装置上实施的 ZF-GK 台试验是 ZF 开发来测量滑动控制离合器张开和闭合性能特征的试验。可替换中间轴允许测量摩擦振动,摩擦振动是试验流体 NVH 特征例如尖声的评价基础。试验使用 ZF 与装置一起提供的程序。为了这里的目的,尖声压力以阈值压力表示,超过这个压力可以观察到尖声现象。对于给定流体,这个参数的值越高,发生噪音或振动现象的可能越低。尽管可以理解本发明对于噪音现象有更广泛的应用,但这里提出的示例可能是指尖声或“尖声压力”。此外,“震颤”是指主要观察为振动而较少观察为噪音的 NVH 参数。“不平顺性”主要是指非常突然(例如,冲击、急停、发出沉闷声地移动、脉冲、发出爆裂声、摇晃、撞击等)的 NVH 现象,使用者可能感到突然发生噪音、振动或两者都有,感觉可能是短暂的。一些从业者也用“不平顺性”表示噪音和振动对舒适感和疲劳度(因而,例如驾驶员在行驶更不平顺的车辆中变得更不舒适并更快变得疲劳)的影响的累计效果。“静摩擦”是指摩擦的起动静摩擦系数;这里描述的它的值通过 ZF GK 试验台测量。“准静摩擦”是指动态边界点摩擦系数;这里描述的它的值通过 ZF GK 试验台测量。通常发现随准静摩擦等级的降低,噪音现象减少。更高扭矩的传动装置要求更高的准静摩擦。这里的“操作”,包括但不限于流体的任何功能性的应用,包括传动、润滑和润湿。

[0064] 发现在换档离合器的啮合期间提供并保持负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率能减少 NVH,这代表了动力传动领域中令人惊奇的发现。本研究者还发现在动力传动装置的操作中仅使用使摩擦系数(μ)对滑动速度(v)产生正斜率的传动流体不足以明显抑制并控制 NVH。还令人惊奇的发现,为了以有意义的方式抑制 NVH,在传动装置中使用的传动流体必须在动力传动装置离合器机构啮合时产生负的摩擦对温度依赖关系。这特别应用于,例如阻止离合器啮合期间的换档震颤、抖动或尖声。当摩擦界面的片温度在啮合期间升高时,其确保离合器的平稳换档。在传动装置中提供负 $\partial\mu/\partial T$ 条件使摩擦系数的总值在基本所有的或所有的滑动速度下升高,同时阻止离合器发生尖声、震颤和抖动。在配制更高摩擦系数和更高力矩容量并还能抑制 NVH 的流体中,负 $\partial\mu/\partial T$ 条件是重要的。力矩容量的显著改进和 NVH 的抑制还可以使传动装置更小和/或在更低的压力下操作成为可能,所有这些使燃料经济性改进。发现的负 $\partial\mu/\partial T$ 条件的意义不必限于提供这种指定性能条件的任何特殊模式。

[0065] 作为本发明的另一个发现,在具有摩擦扭矩传递装置的动力传动装置中通过在其啮合、滑动或调整期间保持负的 $\partial\mu/\partial P$ 斜率获得了降低的 NVH。

[0066] 以下提供用以模拟传动系统的上述特别方法的数学基础的更详细描述。离合器中摩擦性质的数学模型表明,基于离合器究竟是啮合或脱离,摩擦系数“ μ ”相对于温度“ T ”的斜率,即 $\partial\mu/\partial T$ 、或相对于压力的斜率,即 $\partial\mu/\partial P$ 的符号(正或负)具有相反的效果。例如,具有正的 $\partial\mu/\partial T$ 在离合器释放时有助于阻止振动,但在离合器啮合时可能促进不稳定的振动。因此,在润滑剂添加剂工业中传统的思想是润滑剂的摩擦系数应当尽可能地独立于温度和压力。

[0067] I. 噪音现象模型

[0068] 本发明是部分基于对自动传动流体具体应用的新的和深入的理解,以确定哪种特征更加重要,从而使 $\mu-T$ 和 $\mu-P$ 关系曲线能用来改进自动传动流体抑制不稳定振动的能

力。

[0069] 多片盘式离合器广泛用于在自动传动装置中换挡。在换挡过程中,一个或多个离合器啮合或脱离。在这些运动的离合器中,自动传动流体(ATF)和摩擦材料在压力P、温度T和滑动速度v方面经历了大的改变。ATF和摩擦材料的摩擦系数 μ 是这些变量的函数,所以 $\mu(v, P, T)$ 在离合器啮合期间也变化。如果ATF性质和离合器摩擦材料选择不当,这些摩擦系数的变化能导致NVH现象例如换挡震颤、抖动或尖声。

[0070] 对在换挡离合器中产生的NVH的深入理论理解在开发与特殊的摩擦材料一起使用的适当ATF中是极其重要的。已经开发了确定ATF摩擦性质和NVH现象例如尖声之间的关系的模型。特别是,相对于温度的摩擦斜率, $\partial\mu/\partial T$,被确定为尖声中的首要因素。在离合器啮合期间,负 $\partial\mu/\partial T$ 使阻尼增加而自激振动的风险降低。收集下述实验数据支持该模型。本发明还讨论了 $\partial\mu/\partial T$ 对离合器释放时的影响和其它ATF摩擦性质的影响。

[0071] 车辆传动系统经历影响车辆性能和使用者的舒适感的扭转振动和轴向振动组合。这些振动和及其效应是噪音、振动和不平顺性(NVH)的主要原因。NVH的来源包括发动机点火脉冲、阀动、发动机振动(扭转和轴向)和轮胎-路面相互作用,以上任何一种都能刺激车辆共振。来自这些源的振动通过发动机架、传动轴承、驱动轴轴承、轮胎(经过转向机构)和轴悬置经车底座、方向盘或刹车踏板传递到乘客室。由于这个目的,分析换挡期间来自离合器啮合的动力传动系统的振动,确定ATF和摩擦材料的摩擦相关性质对它们的影响。摩擦界面的温度模型与温度(“T”)和摩擦系数(“ μ ”)的关系曲线主要是为了理解换挡期间摩擦性能对离合器啮合稳定性(平滑性)的影响。

[0072] 表A. 术语

[0073]

符号	说明
A	总摩擦表面积=多片式离合器中的摩擦界面数 x 每个表面的面积
c_d, c_t	在传动系统、透平中的固有阻尼
c_d^*	在传动系统中随 $\mu(v, P, T)$ 变化的有效阻尼
c_{ps}	钢反作用板的比热
$\partial\mu/\partial v, \partial\mu/\partial P, \partial\mu/\partial T$	$\mu(v, P, T)$ 关于 v, P 和 T 的偏导数
I_d, I_t, I_e	传动系统、透平、发动机的等价惯量
k_d	传动系统刚度
L	钢反作用板的厚度 (m)
$\mu(v, P, T)$	ATF 和摩擦材料的摩擦系数
P(t)	施加 (释放) 于换档离合器以增大 (减小) 扭矩的压力
R	离合器中摩擦带的有效半径 (常数)
ρ	钢反作用板的密度 (kg/m^3)
t	离合器滑动接触的持续时间
T_{TC}	通过变矩器和变矩离合器传送的总扭矩
$T_{CL} = \mu ARP$	通过换档离合器传送的扭矩
T	ATF 和摩擦材料的温度
τ	滑动速度响应的时间常数: $v(t) = v_0 e^{-t/\tau}$
$v(t) = R(\omega_d(t) - \omega_e(t))$	换档离合器中的线性滑动速度
$\omega_d(t), \omega_e(t), \omega_r(t)$	传动系统、发动机和透平的旋转速度
ω_v	离合器输出轴的反向末端的常数参考速度

[0074] 图 1 中示出了配备了自动变速装置的汽车动力传动系统的主要部件。发动机通过变矩器 (TC) 和变矩离合器 (TCC) 将动力传递给变速装置。发动机具有惯量 I_e 和转速 $\omega_e(t)$ 。透平包括从变矩器 (不包括连接到发动机上的部件) 到换档涉及的离合器包的部件。换档涉及的具体离合器是任意的, 一般只要仅有一个离合器啮合。模型参数的具体值取决于涉及的齿轮。越过离合器的部件是动力转动系统的部分。透平部件具有惯量 I_t 、粘性阻尼 c_t 和速度 $\omega_t(t)$, 且被认为相对于动力传动系统是刚性的 (无限刚性)。动力传动系统具有惯量 I_d 、阻尼 c_d 、刚度 k_d 和角速度 $\omega_d(t)$ 。在换档期间, 车辆被描绘成具有恒定的速度。可以选择恒定速度 ω_v 来代表任何感兴趣的点, 例如离合器输出轴的齿轮端。换档涉及的具体齿轮和参考速度位置的选择影响动力传动系统部件的惯量如何分布 (一些包

括在 I_d 中而一些在车辆中), 和阻尼值和刚度参数, 但是, 它们不影响系统的摩擦特征或基本动力学。

[0075] 在换高速档之前, 将透平通过具有更高齿轮比的前述齿轮连接到车辆, 所以透平以比代表车辆速度更高的速度开始旋转, $\omega_t(0) > \omega_v$ 。当变速装置换档至更高齿轮比的齿轮时, 一个离合器包脱离而另一个啮合, 研究中的 NVH 现象是由啮合离合器片的摩擦产生的。通过变矩器 (T_{TC}) 将扭矩从发动机传至透平, 其具有两个平行的扭矩途径: 1) 在泵和涡轮推进器之间联结的流体, 2) 变矩离合器 (T_{CL}) 中的摩擦扭矩。通过压力和 ATF 摩擦性质控制离合器扭矩。该模型表明振动是主要扭矩, 尽管可影响运动的轴向效应可作为导致受迫扭转振动的压力波动而引入。

[0076] 为了分析尖声和震颤振动, 在这个研究中关注点限制为动力传动系统。发动机和透平运动可能变得不稳定, 但既然它们被认为是刚性的 (相对于柔性的动力传动系统), 它们不是振动源。

[0077] 根据牛顿第二定律得到动力传动系统运动方程为:

$$[0078] \quad I_d \dot{\omega}_d = T_{CL} - c_d(\omega_d - \omega_v) - k_d \int_0^t (\omega_d(\tau) - \omega_v) d\tau \quad (1)$$

[0079] 其中瞬时离合器扭矩为:

$$[0080] \quad T_{CL} = \mu ARP(t). \quad (2)$$

[0081] 离合器输出轴两个末端之间的速度差的积分给出了轴的总扭曲。轴的扭曲乘以轴的刚度等于轴对惯量 I_d 的反扭矩。

[0082] 关于平衡条件的常规稳定性分析对于齿轮换档期间的不稳定 (非平衡) 条件是不适当的。但是, 如果速度被充分地阻尼, 换档将不会经历由于压力的阶变或匀变导致的振动 (如果有压力波动就可能有受迫振动)。因此, 将方程 (1) 另外对时间求导数以将其转换为变量 ω_d 的二阶微分方程, ω_d 表示离合器的输出角速度, 并认为是方程的有效阻尼。

[0083] ω_v 的时间导数为零, 因为它是常数, 导数是积分的逆, 所以对方程 (1) 求导数, 对 $T_{CL} (= \mu ARP)$ 运用链式法则并重排项产生:

$$[0084] \quad I_d \ddot{\omega}_d + c_d \dot{\omega}_d + k_d \omega_d = k_d \omega_v + \dot{\mu} ARP + \mu AR \dot{P} \quad (3)$$

[0085] 摩擦系数, $\mu(v, T(v), P)$ 是滑动速度 v 、压力 P 和温度的函数, 温度还取决于滑动速度, $T = T(v)$ 。因此, μ 的时间导数为:

$$[0086] \quad \dot{\mu} = \frac{\partial \mu}{\partial v} \dot{v} + \frac{\partial \mu}{\partial T} \frac{dT}{dv} \dot{v} + \frac{\partial \mu}{\partial P} \dot{P} \quad (4)$$

[0087] 滑动速度: $v = R(\omega_t - \omega_d)$, 所以:

$$[0088] \quad \dot{v} = R(\dot{\omega}_t - \dot{\omega}_d) \quad (5)$$

[0089] 利用方程 (4) 和 (5), 方程 (3) 变为:

[0090]

$$I_d \ddot{\omega}_d + c_d \dot{\omega}_d + k_d \omega_d = k_d \omega_v + AR \left(\mu + P \frac{\partial \mu}{\partial P} \right) \dot{P} + AR^2 P \left(\frac{\partial \mu}{\partial v} + \frac{\partial \mu}{\partial T} \frac{dT}{dv} \right) \dot{\omega}_t \quad (6)$$

[0091] 其中有效阻尼通过下式给定：

$$[0092] \quad c_d^* = c_d + AR^2P \left(\frac{\partial \mu}{\partial v} + \frac{\partial \mu}{\partial T} \frac{dT}{dv} \right) \quad (7)$$

[0093] 在摩擦界面的瞬时温度变化近似模化为：

$$[0094] \quad dT = \frac{2\mu v P}{\rho c_p L} \cdot dt \quad (8)$$

[0095] 和滑动速度的瞬时变量为：

$$[0096] \quad dv = \dot{v} \cdot dt \quad (9)$$

[0097] 所以：

$$[0098] \quad \frac{dT}{dv} = \frac{2\mu P}{\rho c_p L} \frac{v}{\dot{v}} \quad (10)$$

[0099] 将方程 (10) 代入 (6) 和 (7), 运动方程变为：

[0100]

$$I_d \ddot{\omega}_d + c_d^* \dot{\omega}_d + k_d \omega_d = k_d \omega_v + AR \left(\mu + P \frac{\partial \mu}{\partial P} \right) \dot{P} + AR^2 P \left(\frac{\partial \mu}{\partial v} + \frac{\partial \mu}{\partial T} \frac{2\mu P}{\rho c_p L} \frac{v}{\dot{v}} \right) \dot{\omega}_d \quad (11)$$

[0101] 和有效的阻尼为：

$$[0102] \quad c_d^* = c_d + AR^2 P \left(\frac{\partial \mu}{\partial v} + \frac{\partial \mu}{\partial T} \frac{2\mu P}{\rho c_p L} \cdot \frac{v}{\dot{v}} \right) \quad (12)$$

[0103] 方程 (11) 和 (12) 描述 ATF 摩擦性质、 $\partial \mu / \partial v$ 和 $\partial \mu / \partial T$ 以及通过离合器的输出速度测量的换档质量之间的关系。

[0104] 通过方程 (11) 右边的压力项、方程 (12) 的阻尼系数、和惯量 (I_d) 和刚度 (k_d) 系数确定离合器的输出速度。方程 (11) 是未知运动变量 ω_d 的二阶微分方程。当未知运动变量的系数 (I_d 、 c_d^* 、 k_d) 都是常数时, 方程被看作“线性”和“时间不变式”(LTI)。时间不变性是指系数。运动变量随时间变化。如果系数依赖于时间, 但不依赖于运动变量, 方程仍然是线性的, 但不是时间不变式。方程 (11) 是非线性的 (阻尼系数 c_d^* 取决于未知的运动变量) 和时间变式 (阻尼系数随时间变化)。通常不可能获得非线性时间变化方程的解析解; 一般要求计算机解。然而, 如果非线性或随时间变式不强, 通常可能用 LTI 方程的解近似非线性时间变式方程的解。这里首先考虑 2 阶 LTI 系统的脉冲和阶梯输入行为, 然后考虑非线性阻尼系数的含义。

[0105] 方程的“输入”是右边的项, 这些项迫使体系偏离某种平衡条件。在方程 (11) 中, 当所有项的时间导数为零时 (没有变量随时间改变), 达到最终的平衡状态, 由于第一输入项 $k_d \omega_v$ 是常数, 所以离合器输出速度 ω_d 等于恒定的参考速度 ω_v 。(11) 的右边的第二或中间输入项是指 $\dot{P}$ 输入, 最右边的输入是指 $\dot{\omega}_d$ 输入。

[0106] 通过压力 P 控制离合器的啮合。如果 P 为零, 离合器输出轴没有连接到透平, $\dot{P}$ 和 $\dot{\omega}_d$ 的输入为零。在典型的啮合中, 压力快速“阶梯上升”以使透平连接到离合器输出轴。这具有使 $\dot{\omega}_d$ 输入从零切换到非零的效果。如果该非零值保持常数, 它将看起来象阶梯并被称

作“阶梯输入”。P 的突然跳跃使对于非常短时间的 $\dot{P}$ 输入非常大,然后当 P 达到其恒定的目标值时, $\dot{P}$ 输入返回零。这是“脉冲输入”,是具有高振幅但短时间的突然冲击。

[0107] 脉冲和阶梯输入的 2 阶 LTI 系统的解(系统的响应)主要取决于阻尼比 ζ ,其对于方程 (11) 为:

$$[0108] \quad \zeta = \frac{c_d^*}{2\sqrt{k_d I_d}} \quad (13)$$

[0109] 将阻尼系数 c_d^* 做为常数。2 阶系统通常按照其阻尼比和相应的对右边无压力输入时的初位移的自由响应进行分类:

[0110] $\zeta < 0$ 负阻尼,不稳定(响应振幅随时间增加)

[0111] $\zeta = 0$ 无阻尼,以自然频率非衰减振动

[0112] $0 < \zeta < 1$ 欠阻尼,以受到阻尼的自然频率衰减振动

[0113] $\zeta = 1$ 临界阻尼,抑制振动的最小阻尼水平。如果输入产生“强迫”振动,使用临界阻尼和过阻尼系统仍可能产生振动。如果初始速度和初始位移的方向相反,还可能获得自由响应的一次波动。

[0114] $\zeta > 1$ 过阻尼,没有振动,比临界阻尼情况($\zeta = 1$)更慢的收敛向稳定状态。

[0115] 如果系统由平衡开始(在这种情况下中的常数或稳定速度),自由响应的振动特征还用于脉冲和阶梯响应。为了完全抑制瞬时振动,临界阻尼或过阻尼对系统来说是必要的。

[0116] 图 2 和 3 示出对 LTI2 阶系统(离合器输出速度,单位 rad/s)在三种不同阻尼比下的单位脉冲和单位阶梯输入(“单位”输入具有“1”的振幅)的预测响应曲线。用于模拟的参数值是:

[0117] $I_d = 2\text{kg} \cdot \text{m}^2$

[0118] $k_d = 12,700,000\text{N} \cdot \text{m}/\text{rad}$ (自然频率 = 401 赫兹)

[0119] $c_d^* = 1,008\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}/\text{rad}$ ($\zeta = 0.1$,欠阻尼)

[0120] $10,080\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}/\text{rad}$ ($\zeta = 1.0$,临界阻尼)

[0121] $15,120\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}/\text{rad}$ ($\zeta = 1.5$,过阻尼)

[0122] 所有这些是稳定的响应。离合器输出速度向预期的值收敛。但是,稳定不足以确保没有振动的平稳换档。为了抑制脉冲和阶梯输入的振动,必须具有可提供临界阻尼或过阻尼($\zeta \geq 1$)的阻尼系数:

$$[0123] \quad c_d^* \geq 2\sqrt{k_d I_d} \quad (14)$$

[0124] 方程 (14) 表明为了抑制 NVH 方程 (12) 中的 c_d^* 应当尽可能是正的。换档期间的 NVH 证实方程 (14) 不是令人满意的,但系统不一定是稳定的,尽管可能是不稳的。

[0125] c_d^* 的非线性和时间变性很大程度上由 V 和 $\dot{V}$ 确定。一旦使用 P,它保持相对恒定, μ 的变化就比 V 和 $\dot{V}$ 的变化小得多。还可以假设 $\frac{\partial \mu}{\partial T}$ 是相对恒定的。换档期间的滑动速度遵循近似的指数式衰减:

$$[0126] \quad v(t) = v_0 e^{-t/\tau} \quad (15)$$

[0127] 这里 τ 是“时间常数”,是衡量滑动速度从初始速度 v_0 向 0 收敛的快慢程度。

[0128] 如果滑动速度具有方程 (15) 给定的形式,滑动速度的变化率为:

$$[0129] \quad \dot{v}(t) = \frac{-V_0}{\tau} e^{-t/\tau} \quad (16)$$

[0130] 方程 (11) 和 (12) 中 $\mathbf{V}/\dot{\mathbf{V}}$ 的比为：

$$[0131] \quad \frac{v(t)}{\dot{v}(t)} = -\tau \quad (17)$$

[0132] 这里 τ 是正常数。方程 (17) 表明即使 V 和 $\dot{V}$ 取决于未知的速度 ω_d 和 ω_t (和它们的导数), 但 $\mathbf{V}/\dot{\mathbf{V}}$ 的比不会。在这种情况下, c_d^* 不再取决于未知的运动变量, 方程是线性的, 尽管它仍可能随时间变化。

[0133] 在这种情况下, 方程 (11) 和 (12) 可进一步简化为：

$$[0134] \quad I_d \ddot{\omega}_d + c_d' \dot{\omega}_d + k_d \omega_d = k_d \omega_v + AR \left(\mu + P \frac{\partial \mu}{\partial P} \right) \dot{P} + AR^2 P \left(\frac{\partial \mu}{\partial v} - \frac{\partial \mu}{\partial T} \frac{2\mu P \tau}{\rho c_{ps} L} \right) \dot{\omega}_t \quad (18)$$

$$[0135] \quad c_d' = c_d + AR^2 P \left(\frac{\partial \mu}{\partial v} - \frac{\partial \mu}{\partial T} \frac{2\mu P \tau}{\rho c_{ps} L} \right) \quad (19)$$

[0136] 方程 (19) 证明 $\partial \mu / \partial T$ 必须是负的以使阻尼增加。表达式中所有乘以 $\partial \mu / \partial T$ 的参数都是正的, 所以 $\partial \mu / \partial T$ 是唯一可以为负的以确保 c_d^* 尽可能为正的参数。如果负 $\partial \mu / \partial T$ 的量值变得太大 (以绝对值计), 力矩容量可能降低。因而, 小负值的 $\partial \mu / \partial T$ 是特别期望的。

[0137] 方程 (19) 的 $\partial \mu / \partial v$ 项是在恒定温度下的 $\mu - v$ 梯度, 其也应当尽可能为正的。 $\partial \mu / \partial T$ 项是 ATF 温度对总 $\mu - v$ 梯度 $d\mu / dv$ 依赖性的贡献。 $\partial \mu / \partial T$ 对总阻尼的贡献取决于流体温度的升高, 其通过产生的热 ($\mu v P$)、钢反作用板的热容量 ($\rho c_{ps} L$) 和换挡的持续时间 (越大的 τ 意味越长的换挡时间) 控制。总之, $\partial \mu / \partial T$ 负得越多, 在全部滑动速度和压力下的阻尼越大, 因此, NVH 抑制能力越大, 例如, 抗尖声能力越大, 此即由模型预测和预期的。

[0138] 以下实施例描述的实验数据证实这个预测模型在 $\partial \mu / \partial T$ 条件为负的范围使传动装置的尖声性能改进。

[0139] 图 4-10 所示的指数曲线拟合中的 $\partial \mu / \partial T$ 项的系数更加证明了方程 (8) 和最终阻尼方程 (12) 中的温度模型的有效合理性, 该系数在实施例部分被更详细地讨论。该系数表示 $\partial \mu / \partial T$ 项控制稳定性的程度, 其应当与方程 (12) 中乘以 $\partial \mu / \partial T$ 的参数有相同的依赖度。这些参数中的一个为滑动速度 v , 其也是试验参数中的一个。方程 (12) 预测阻尼应当近似与 v 成比例关系。将来自图 4-10 中曲线拟合的 $\partial \mu / \partial T$ 系数与滑动速度绘于图 20 中, 其显示和预测一样的良好的线性关联。模型还预测乘以 $\partial \mu / \partial T$ 的因子将随压力增加。图 20 给出了更高压力 (3.4 MPa) 下的一个数据点, 其具有预期的增加。

[0140] 由方程 (12) 预测, 因为当离合器释放时, $\dot{v}$ 是正的, 平稳脱离需要正的 $\partial \mu / \partial T$ 。但是, 当离合器释放时, 压力下降, 没有能量 (透平扭矩) 输入导致自激。当轴不再传送扭矩时, 其将伸直, 所以由于这种伸直将有振动的风险。现在还有一种风险, 即对控制释放一试图在离合器释放和啮合之间小心改变负载一而言, 负 $\partial \mu / \partial T$ 可以导致释放过程离合器的扭矩下降比预期的下降更快速。

[0141] 因为啮合期间离合器吸收的能量和产生的热更多, 这些风险一般比啮合振动的风险少得多。一旦脱离, 阻尼不应当变为负, 因为没有产生这种不稳条件的能量源。

[0142] 在恒定的压力下实施尖声啮合,所以很难由尖声试验数据中辨别 $\partial\mu/\partial P$ 多重要。 $\partial\mu/\partial P$ 对换挡质量的重要性取决于传动控制单元如何施压。如果压力突然阶梯上升然后保持恒定,如在尖声试验中一样,则 $\partial\mu/\partial P$ 不是特别重要。如果压力匀变,线性或指数地上升, $\partial\mu/\partial P$ 也可能是重要的。如果压力和滑动速度一起以预测的方式变化,随后与对于温度的分析相同,阻尼项将包括 $(\partial\mu/\partial P)(dP/dv)$,因此方程 (19) 变为:

$$[0143] \quad \dot{c}_d = c_d + AR^2P \left(\frac{\partial\mu}{\partial v} - \frac{\partial\mu}{\partial T} \frac{2\mu P\tau}{\rho c_{ps}L} + \frac{\partial\mu}{\partial P} \frac{dP}{dv} \right) \quad (20)$$

[0144] 典型地,压力增加(dP 为正)导致滑动速度降低(dv 为负),因此 (dP/dv) 为负。因此,如果 $\partial\mu/\partial P$ 具有任何效应,对于其为负都是有益的。绘制相对于 $\partial\mu/\partial P$ 的尖声压力,发现在增加尖声压力(更好的性能)和负 $\partial\mu/\partial P$ 之间有轻微的关联。图 20 包括这些系数中一些系数的图。它表明 $\partial\mu/\partial P$ 对于尖声性能远没有 $\partial\mu/\partial T$ 重要,但是因为压力近似为常数,这是期望的。

[0145] 图 4-10 中相对于 $\partial\mu/\partial T$ 的尖声压力图表明 $\partial\mu/\partial T$ 在增加的滑动速度下有降低量级(向零收敛)的总趋势。在具有负 $\partial\mu/\partial T$ 的试验流体中, $\partial\mu/\partial T$ 的值负得越多滑动速度越低,在越高的滑动速度下负得越少。因此, $\partial\mu/\partial T$ 取决于滑动速度。因为滑动速度和温度是线性相关的(对于 P 为常数而言,和尖声试验的一样),这还被解释为温度依赖性。

[0146] 尽管不要求与理论联系,但鉴于至少两个原因 $\partial\mu/\partial T$ 的降低(图 4-10)更可能具有温度依赖性。首先,图中的滑动速度是指 SAE#2 试验的滑动速度,而不是尖声试验的离合器啮合滑动速度。因此,滑动速度是 SAE#2 试验中摩擦功和热量的确实指示。其次,在更高压力下的 $\partial\mu/\partial T$ 的量级也降低。方程 (8) 说明更高的压力还产生更多的热量,所以 SAE#2 数据的 $\partial\mu/\partial T$ 的压力依赖度也可是对温度的依赖度。所有数据都一致说明当温度增加时, $\partial\mu/\partial T$ 的量级降低(负的程度变少)。

[0147] 随温度的增加 $\partial\mu/\partial T$ 降低(以量级)的效应是在啮合期间 $\partial\mu/\partial T$ 项对方程 (12) 阻尼的贡献降低。但是,只要 $\partial\mu/\partial T$ 保持负,其仍能对正阻尼作出贡献并提高换挡中的平滑性和稳定性。进而,因为 $\partial\mu/\partial T$ 随温度的变化是线性和可预测的,所以很容易由传动装置控制模块操作。

[0148] 据此,传动装置中涉及离合器换挡的机械部件的物理和数学模型在这里演示。用取决于滑动速度、温度和压力的摩擦系数 $\mu = \mu(v, T, P)$ 对离合器扭矩建立了模型。模型的主要优点在于离合器的界面温度升高被模拟,其与 μvP 乘积(每单位面积产生的热)成比例,与 $\dot{v}$ (滑动速度的变化率)和 $\rho c_{ps}L$ (钢反作用板的热质量或热容量)成反比。

[0149] 分析的最显著的结论是对于作为 ATF 和摩擦材料属性的 $\partial\mu/\partial T$ 而言,其是负的对确保平滑、稳定换挡是非常重要的。负 $\partial\mu/\partial T$ 使啮合期间系统的阻尼增加,增加的阻尼使振动的风险降低。使用几组示例数据解运动方程(为了解释的目的;不基于实际数据),曲线显示随阻尼增加振动降低。

[0150] 图 4-10 总结的试验数据也使模型的几个关键要素得以证实。特别地,关于流体试验,数据显示改进的尖声性能和更负的 $\partial\mu/\partial T$ 之间强的关联。进而, $\partial\mu/\partial T$ 与尖声性能的拟合曲线显示 $\partial\mu/\partial T$ 对尖声性能(增加阻尼)的贡献是与滑动速度成线性比例,其通过模型预

测。因为 P 是常数, μ 的变化比 v 的变化小, 所以滑动速度是控制热生成和温度 (在 μvP 中) 的主要参数。数据表明当温度增加时 (P 越高, 以更高的恒定 v 滑动) $\partial\mu/\partial T$ 变得负得少, 所以换档期间 $\partial\mu/\partial T$ 对阻尼的贡献减小。只要啮合期间 $\partial\mu/\partial T$ 不变为正, 这种趋势就是可以忍受的。

[0151] 当离合器释放时, 模型指示负 $\partial\mu/\partial T$ 具有相反的效应。其使阻尼降低并使负阻尼的风险增加。当释放离合器时, 由于作用于轴上的扭矩释放使轴伸直, 也可能使振动产生。通过使压力快速下降可以使这些影响减少。在这种情况下, 阻尼表达式中的 $\partial\mu/\partial T$ 项趋向于零, 所以 $\partial\mu/\partial T$ 不对负阻尼作出贡献。还有, 下降的压力将轴带出传动系统以至于所有瞬时“伸直”振动不在动力传动系统的扭矩路径中。对于有控制策略以使扭矩传递从正释放的离合器逐渐地变换至正啮合的离合器而言, 这种方案是少有吸引力的。在这种情况下, 校准工程师需要确定正释放的离合器中压力下降的速率, 该速率基于正释放的离合器多久才能保持稳定。

[0152] 本发明认识到对于换档离合器, 啮合是至关重要的过程, 而释放或脱离不是。在换档离合器的情况下, 当离合器啮合时, 发生热和压力的主要增加。在脱离期间压力和“施加”力下降, 所以产热较少。因此, 可以特别配制具有负 $\partial\mu/\partial T$ (和 $\partial\mu/\partial P$) 值的润滑剂以在啮合期间抑制噪音和振动。这种做法与试图使润滑剂的摩擦系数 μ 尽可能的独立于 P 和 T 的传统思想相反, 传统思想是基于没有认识到哪个过程 (离合器的啮合或释放) 更为至关重要。

[0153] 进而, 因为负 $\partial\mu/\partial T$ 使其可能在离合器啮合期间抑制噪音或振动, 该技术还允许润滑剂配方具有更高的摩擦系数 (μ) 总等级, 因此离合器 (和全部传动装置) 的力矩容量增加。换句话说, 更高的摩擦等级使传动装置校准工程师能降低传动装置的操作压力而不牺牲力矩容量, 这使燃料经济性改进并延长润滑剂和机械部件的使用寿命。还有, 更高的摩擦等级允许使用的传动装置更小, 且不牺牲力矩容量, 其还使燃料经济性、重量和材料成本改进。

[0154] 尽管通过换档离合器进行了说明, 但容易理解本发明上述在动力传动系统中提供负 $\partial\mu/\partial T$ 或负 $\partial\mu/\partial P$ 的方法可用于通常的摩擦扭矩传动装置, 包括, 例如, 换档离合器、起动离合器、变矩离合器、带式离合器、盘式或片式离合器, 止滑差速离合器等。可以应用本发明方法的动力传动装置的类型没有特别的限制, 包括, 例如自动变速装置、手动变速装置、无级变速装置和手动自动变速装置等。摩擦扭矩装置还可以在不同的模式下操作, 例如连续地滑动、调整开关状态和由滑动向锁止啮合。这些传动装置可以用于不同应用例如汽车、船舶、航空、工业等。在具体的实施方案中, 本发明的方法用于多速自动变速装置, 例如四速或更多速的变速装置。在一个实施方案中, 其可以选自五速自动变速装置、六速自动变速装置和七速自动变速装置, 特别为六速自动变速装置。变速装置还可以包括双离合器变速装置或重载自动变速装置。

[0155] 在换档离合器做摩擦扭矩传递装置的例子中, 离合器可包括衬里材料, 该材料包括任何适合的湿摩擦材料例如纸、钢、碳或弹性体等。用于离合器衬里的纸摩擦材料是商购的。它们通常以下步骤制备: 通过由天然的纸浆、有机合成纤维、无机纤维等纤维基材料、和填料、摩擦调节剂比如硅藻土、树胶等制备湿纸; 用热固性的树脂粘结剂浸渍湿纸; 和热硬

化使湿纸变硬。本发明的一个发现是纸摩擦材料趋向于比碳纤维摩擦材料更硬,对于用纸摩擦材料作衬里的离合器,压力变化不会和温度变化一样显著地影响尖声。

[0156] II. ATF 组合物

[0157] 在一个实施方案中,适当地选择用于在传动装置操作期间润滑换档离合器或其它摩擦扭矩传递装置的传动流体配方才能对换档离合器啮合期间提供负 $\partial\mu/\partial T$ (或负 $\partial\mu/\partial P$)。即已经开发了用于传动装置的添加剂和流体组合物以提供高静摩擦和准静摩擦性能并使 NVH 性质例如换档噪音、震颤、抖动和尖声最小化。这些组合物在流体老化后提供相同等级的 NVH 抑制性质方面也是有效的。尽管以下描述的添加剂组合物组分偶尔参考功能来描述,但所述功能可能是与相同组分提供的其它功能中的一个,而不能被解释为必须遵循的限制功能。

[0158] A. 用于增强抗 NVH 性质的添加剂包 I:

[0159] 在一个实施方案中,改进抗 NVH 性质的添加剂包包括四种重要组分:烷氧基化胺摩擦改进剂、二烃基亚磷酸酯摩擦改进剂、金属清洁剂和磷酸化的琥珀酰亚胺无灰分散剂。

[0160] 在实施例部分更具体地总结进行的试验研究,该研究揭示了自动传动流体中这四种组分对影响观察到的 $\partial\mu/\partial T$ ($\partial\mu/\partial P$)的值具有首要的作用。特别地,已经发现适当地平衡这四种特别组分的组合在传动装置的摩擦扭矩传递装置的啮合、滑动或调整期间产生负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率方面具有无法预料的复合效果,令人惊奇的已经发现该条件提供 NVH 抑制而没有准静摩擦或静摩擦的显著损失。实际上,已经观察到提供即使相对小的负 $\partial\mu/\partial T$ 值也能使抗 NVH 性能产生非常显著的改进。尽管更高量级的负 $\partial\mu/\partial T$ 也可能给抗 NVH 性能提供一些额外增加的改进,但 NVH 抑制中最显著的增益一般能以相对小的负 $\partial\mu/\partial T$ 条件获得。获得负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率条件所需的这四种组分各自的量通常通过试验的发现和观察决定,通过试验发现并观察到存在的烷氧基化胺、二烃基亚磷酸酯、金属清洁剂独立地使负 $\partial\mu/\partial T$ 值增加,即使其更负,而降低其含量对 $\partial\mu/\partial T$ 具有相反的效果,即使其负得少(即绝对量级更小的负值或正值)。另一方面,磷酸化的琥珀酰亚胺组分的含量增加使 $\partial\mu/\partial T$ 负得少,而降低其含量具有相反的效果。必须用上述观念标准平衡这四种组分的含量以引入负 $\partial\mu/\partial T$ 条件,优选小负 $\partial\mu/\partial T$ 条件,以用于改进抗 NVH 性能。鉴于上面提到的方式包括少于这四种组分的组合是不可靠的。

[0161] 组分(A):摩擦改进剂(1)

[0162] 组分(A)包括用于本发明的添加剂包和传动流体的烷氧基化胺摩擦改进剂。已经发现传动流体中这种组分含量的增加使 $\partial\mu/\partial T$ 更负,降低其含量具有相反的效果。

[0163] 可以用于本发明实践的烷氧基化胺优选是乙氧基化或丙氧基化的伯脂族胺。最终产物是 N, N-双(羟烷基)-N-脂肪胺,其中脂族基团优选是含有 10 到 22 个碳原子的烷基或烯基,最优选是含有 16 到 18 个碳原子的烷基或烯基。N, N-双(羟乙基)-N-牛油脂肪胺是特别优选的。美国专利 NO. 4, 855, 074 中描述了适当的烷氧基化胺摩擦改进剂的例子,在这里结合参考。

[0164] 尽管依赖于(B)、(C)和(D)的相对量使用更少的量也可能成功,但本发明的烷氧基化胺化合物应当以约 0.002wt%到约 0.5wt%,尤其是约 0.01wt%到约 0.25wt%的浓度使用,以确保成品混合物中含有足够量的前述组分。

[0165] 组分 (B) : 摩擦改进剂 (2)

[0166] 二烷基亚磷酸酯用作本发明添加剂包和传动流体中额外的摩擦改进剂。已经发现传动流体中这种组分含量的增加使 $\partial\mu/\partial T$ 负得更多,降低其含量具有相反的效果。

[0167] 这里使用的“烷基”是烷基、烷芳基、芳烷基、烯基、环烷基或环烯基。可用于本发明的二烷基亚磷酸酯包括亚磷酸酯衍生物如二烷基亚磷酸酯、二环烷基亚磷酸酯、二烯丙基亚磷酸酯、二芳基亚磷酸酯、二芳烷基亚磷酸酯、单烷基单芳基亚磷酸酯等。这种类型的示例化合物包括二甲基亚磷酸酯、二乙基亚磷酸酯、二丙基亚磷酸酯、二丁基亚磷酸酯、二辛基亚磷酸酯、二环己基亚磷酸酯、二苯基亚磷酸酯、二油基亚磷酸酯、甲基油基磷酸酯、丁基月桂基磷酸酯、乙基己基磷酸酯、萘基油基亚磷酸酯、二苯甲基亚磷酸酯、苯基新戊基亚磷酸酯、二戊基磷酸酯、二己基磷酸酯、二庚基磷酸酯、二-2-乙基己基磷酸酯、二异辛基磷酸酯、二癸基磷酸酯、二月桂基磷酸酯、二癸烯基磷酸酯、双十二碳烯基磷酸酯、双十八烷酰基磷酸酯、双二十烷基磷酸酯、二甲苯基磷酸酯、二环己烯基磷酸酯、二壬基苯基磷酸酯和上述化合物的组合。美国专利 No. 4, 855, 074 和 No. 4, 588, 415 中描述了适当的二烷基亚磷酸酯摩擦改进剂的例子,其说明书在这里引入作为参考。

[0168] 尽管依赖于 (A)、(C) 和 (D) 的相对量,使用更少的量也可能成功,但本发明的二烷基亚磷酸酯化合物应当以约 0.001wt% 到约 0.5wt%, 特别约 0.01wt% 到约 0.2wt% 的浓度使用,以确保成品混合物中含有足够量的前述组分。

[0169] 组分 (C) : 金属清洁剂

[0170] 在本发明的添加剂包和传动流体中,含有金属清洁剂。已发现,增加传动流体中该清洁剂组分的含量将使得 $\partial\mu/\partial T$ 负得更多,降低该组分的含量效果则相反。

[0171] 合适的金属清洁剂可以包括碱金属或碱土金属与一种或多种以下的酸性物质(或其混合物)的油溶性的中性或高碱性盐:(1) 磺酸;(2) 羧酸;(3) 水杨酸;(4) 烷基酚;(5) 硫化烷基酚;和(6) 特征在于至少一个直接碳-磷键的有机磷酸。这样的有机磷酸可以包括通过磷化剂如三氯化磷、七硫化磷、五硫化磷、三氯化磷和硫、白磷和卤化硫,或硫代磷酰氯处理烯烃聚合物(如分子量为约 1,000 的聚异丁烯)制备的那些。

[0172] 合适的盐可包括中性或高碱性的镁盐、钙盐或锌盐。如进一步的例子所述,合适的盐包括磺酸镁、磺酸钙、磺酸锌、酚镁、酚钙和/或酚锌,如参见美国专利 No. 6, 482, 778 和 No. 5, 578, 235, 其中的描述在此作为参考引入。

[0173] 油溶性的中性含金属清洁剂是这样一些清洁剂,其含有与清洁剂中的酸部分保持化学计量当量的金属。所以,总体上,中性清洁剂与其高碱性的对应物相比具有低碱性,用于形成这些清洁剂所用的酸性物质包括:羧酸、水杨酸、烷基酚、磺酸、硫化烷基酚等。

[0174] 与金属清洁剂有关的术语“高碱性”用于标明金属盐,其中金属存在量高于有机基团化学计量当量。制备这些高碱性盐常规所用的方法包括:在温度约 50°C 下,加热酸与化学计量过量的金属中和剂的矿物油溶液,和过滤反应产物,所述金属中和剂如金属的氧化物、氢氧化物、碳酸盐、碳酸氢盐或硫化物。中和步骤使用“助催化剂”以助于结合大量过量金属同样也是已知的。用作助催化剂的有用的化合物的例子包括:酚类物质如苯酚、萘酚、烷基酚、苯硫酚和硫化烷基酚以及甲醛与酚类物质的缩合产物;醇类,如甲醇、2-丙醇、辛醇、乙二醇、硬脂醇和环己醇;以及胺类,如苯胺、苯二胺、吩噻嗪、苯基-β-萘胺和十二烷基胺。制备这些碱性盐尤其有效的方法包括:将酸、过量的碱性碱土金属中和剂和至少一种

醇助催化剂混合,和在提高的温度下,如 60°C 至 200°C 下碳酸化该混合物。

[0175] 合适的含金属清洁剂例子包括但不限于:中性和高碱性盐,例如磺酸钠、羧酸钠、水杨酸钠、酚钠、硫化酚钠、磺酸锂、羧酸锂、水杨酸锂、酚锂、硫化酚锂、磺酸镁、羧酸镁、水杨酸镁、酚镁、硫化酚镁、磺酸钙、羧酸钙、水杨酸钙、酚钙、硫化酚钙、磺酸钾、羧酸钾、水杨酸钾、酚钾、硫化酚钾、磺酸锌、羧酸锌、水杨酸锌、酚锌和硫化酚锌。进一步的例子包括,含约 10 至约 2,000 个碳原子的水解的硫磷化烯烃,或含有约 10 至约 2,000 个碳原子的水解的硫磷化醇和 / 或脂肪族取代的酚化合物的锂、钠、钾、钙和镁盐。更进一步的例子包括:脂肪族羧酸和脂肪族取代的脂环族羧酸的锂、钠、钾、钙和镁盐,和很多其它相似的油溶性有机酸的碱金属和碱土金属盐。两种或更多种不同的碱金属和 / 或碱土金属的中性或高碱性盐的混合物可以使用。同样的,两种或多种不同酸的混合物的中性或高碱性盐也可以使用。

[0176] 众所周知,一般认为高碱性金属清洁剂含有高碱量的无机碱,其通常以微分散体或胶态悬浮体的形式存在。所以,术语“油溶性”对于金属清洁剂,预期包括存在有无机碱的金属清洁剂,其并不必是此术语严格意义上的完全和真正的油溶性,因为这样的清洁剂,当与基础油混合时,其作用方式就如同其全部和完全溶于油中一样。总的来说,上述所指的不同金属清洁剂有时称为中性、碱性、或高碱性的含碱金属或碱土金属的有机酸盐。

[0177] 制备油溶性中性和高碱性的金属清洁剂和含碱土金属清洁剂的方法是本领域技术人员所公知的,并在专利文献中有广泛的报道。如见美国专利 No. 4,647,387 和 No. 4,880,550 中,其描述在此作为参考引入。

[0178] 如果需要,本发明所使用的金属清洁剂可以为油溶性硼化的中性和 / 或高碱性的含碱金属或碱土金属的清洁剂。制备上述的硼化金属清洁剂的方法在如美国专利 4,965,003 和 4,965,004 中描述,其描述在此作为参考引入。

[0179] 尽管依赖于组分 (A)、(B) 和 (D) 的相对量,使用更少的量也可能成功,但本发明金属清洁剂组合物应当以约 0.01- 约 1.0wt%, 尤其约 0.01- 约 0.7wt% 的浓度使用,以确保成品混合物中含有足够量的前述组分,

[0180] 组分 (D): 分散剂

[0181] 组分 (D) 包括在本发明的添加剂包和传动流体中包括的磷酸化的琥珀酰亚胺无灰分散剂。传动流体中增加该组分的含量使得 $\alpha\mu/\delta T$ 的值负得少,减少该组分的含量则效果相反。

[0182] 适宜分散剂的实例在如美国专利 No. 6,627,584 和 4,857,214 中有描述,该描述在此作为参考引入。这些分散剂由分子中含有碱性氮和 / 或至少一个羟基的无灰分散剂,优选为琥珀酰亚胺分散剂,通过磷酸化形成。在此所用的术语琥珀酰亚胺包括一种或多种多胺反应物和烃取代琥珀酸或酸酐 (或如琥珀酸酐化剂) 之间完全反应的产物,也打算包括其中产物含有一个由伯氨基和酸酐部分反应所获得的酰亚胺键外还含有酰胺、脒和 / 或盐键的化合物。

[0183] 琥珀酰亚胺包括,例如,多胺琥珀酰亚胺,其琥珀酸基含有具有至少 30 个碳原子的烃取代基,如美国专利 No. 3,172,892、3,202,678、3,216,936、3,219,666、3,254,025、3,272,746 和 4,234,435 中所描述的,其描述在此作为参考引入。还包括烯基琥珀酰亚胺,其可通过常规方法形成,比如加热含有至少一个伯氨基的多胺和烯基琥珀酸酐、酸、

酸-酯、酰基卤或低级烷基酯。烯基琥珀酸酐可很容易通过加热烯烃和马来酸酐的混合物获得,如在约 180-220℃加热,其中的烯烃优选为低级单烯烃如乙烯、丙烯、1-丁烯,异丁烯等的聚合物或共聚物及其混合物。更优选的烯基源自聚异丁烯,其凝胶渗透色谱(GPC)数均分子量高达 10,000 或更高,优选范围为约 500 至约 2,500,最优选的范围为约 800-约 1,500。

[0184] 优选的磷酸化无灰分散剂生产工艺包括如美国专利 No. 6,627,584,4,857,214 和 5,198,133 中的描述,其描述在此作为参考引入。

[0185] “以活性组分计”(排除典型地与其共存的杂质、稀释剂和溶剂的重量),无灰分散剂的量通常为约 0.5-约 7.5 重量百分比(wt%),典型的为约 0.5-约 6.5wt%,优选为约 0.5-约 5.5wt%,最优选为约 1.0-约 4.5wt%范围内。在优选的实施方案中,本发明的分散剂组分是氮磷质量比在约 3:1 和约 10:1 之间的分散剂。在优选实施方案中的无灰分散剂可通过磷酸化琥珀酰亚胺化合物至反应产物中的最终氮磷质量比在约 3:1 至约 10:1 之间制备。在另一个实施方案中,磷酸化分散剂和未磷酸化的分散剂混合使分散剂的总氮磷质量比在约 3:1 至约 10:1 之间。

[0186] 本发明的磷酸化的琥珀酰亚胺分散剂化合物在约 0.01wt%-约 12wt%,尤其是约 0.01%wt-约 10wt%的浓度范围内使用,以确保成品混合物中含有足够量的前述组分,尽管,使用更少的量也可能成功,这取决于组分(A)、(B)和(C)的相对量,或者,也可使用较大的量,只要组分(A)、(B)和(C)的相对量足以保持 $\partial\mu/\partial T$ 为负值。

[0187] 组分(A)、(B)、(C)和(D)联合使用

[0188] 传动流体的抗-NVH性改进,该传动流体配方主要含有基础油和少量的添加剂组合,该添加剂组合中含有 0.002-0.5wt%烷氧基化胺(组分(A))、0.001-0.5wt%二烷基亚磷酸酯(组分(B))、0.01-1.0wt%金属清洁剂(组分(C))和 0.01-12wt%磷酸化的琥珀酰亚胺(组分(D))。尤其是,该流体组合可含有约 0.01-0.2wt%组分(A)、0.01-0.7wt%组分(B)、0.01-10wt%组分(C)和 0.01-10wt%组分(D)。组分(A)、(B)、(C)和(D)可以单独或以添加剂浓缩物形式引入主要含有基础油的流体组合中。含有上述各组分的添加剂浓缩物可以基于总流体组合物量计,以约 3wt%-约 20wt%,尤其是约 5wt%-约 15wt%的处理率并入成品组合中。

[0189] 上述四种组分的以适当的平衡比例联合存在对于与获得提高的抗 NVH 性相关的负 $\partial\mu/\partial T$ 斜率条件是必须的。在一个实施方案中,配制了含有所有(A)-(D)四种组分的流体组合,使得该流体组合在 100℃粘度<6cSt,在 40℃粘度<30cSt,在 -40℃下布氏粘度<10,000cP, $\partial\mu/\partial T$ 斜率值是在使用纸摩擦材料衬里离合器片的低速 SAE#2 机器上测定摩擦系数和温度来确定的,试验条件为 0.79N/mm²,>50rpm 及 40℃和 120℃。在测试机器上使用的纸摩擦材料衬里的材料可以是 Borg Warner Automotive 制造/提供的商业产品,如 BorgWarner 4329。仅含有(A)-(D)组分中的一种、两种或三种但不含全部的组分,或者组分非平衡配比的传动流体,不能可预言地和可靠地提供具有负 $\partial\mu/\partial T$ 的传动流体。

[0190] B. 增强抗-NVH耐久性的添加剂包 II

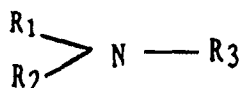
[0191] 包括上述的(A)-(D)四个组分和下面将会详细描述的两个额外表面活性剂组分(E)和(F)的六个组分的自动传动流体,可另外用于当流体在使用期内老化时还可以保持更加稳定的抗-NVH耐久性能。

[0192] 组分 (E) :叔脂肪胺

[0193] 组分 (E) 包括本发明的添加剂包和传动流体中所包括的叔脂肪胺表面活性剂 / 摩擦改进剂。已经发现,该组分与下述的组分 (F) 在含有组分 (A)-(D) 的组合物中共存,有助于该流体在使用期内老化时保持所希望的摩擦性。

[0194] 叔脂肪胺可以下式表示:

[0195]



[0196] 其中, R_1 和 R_2 能各自代表 C_1 至 C_6 的烷基或烯基、 R_3 可以代表 C_{10} 至 C_{26} 的烷基或烯基。优选的叔脂肪胺选自在其脂肪烷基链中 R_3 代表二烷基 C_{16} - C_{22} 烷基胺。合适的叔脂肪胺包括,例如,二甲基癸胺、二甲基月桂胺、二甲基十四烷胺、二甲基十六烷胺、二甲基十八烷胺、二甲基二十烷胺 (arachadylamine)、二甲基二十二烷胺、二甲基椰油胺、二甲基牛脂胺及其结合。在一个优选的实施方案中,长链叔胺包括二甲基十八烷胺 (N, N- 甲基 -1- 十八烷胺),其分子式为 $C_{18}H_{37}N(CH_3)_2$ 。

[0197] 尽管依赖于组分 (A)-(D) 和 (E) 的相对量,使用更少的量也可能成功,但本发明叔脂肪胺化合物应当以约 0.005wt% - 约 1.0wt%, 尤其约 0.01wt% - 约 0.7wt% 的浓度使用,以确保在成品混合物中有足够量的上述组分存在以增强抗 -NVH 耐久性。

[0198] 组分 (F) :烷氧化化醇

[0199] 组分 (F) 包括本发明的添加剂包和传动流体中所包括的烷氧化化醇非离子表面活性剂。该组分在传动流体中的含量应当确保该液体在使用期内老化时保持摩擦性。

[0200] 能用于形成本发明添加剂的烷氧化化醇包括,例如,油溶性的烷氧化化链烷醇、烷氧化化环烷醇、烷氧化化多元醇、烷氧化化酚和烷氧化化杂环醇,其平均每一个分子中含有高达约 20 个烷氧基。该烷氧基可为甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基或戊氧基,或其中的两种或更多种的组合,然而优选的是乙氧基取代的醇。烷氧化化醇在环境温度 20-25°C 下应当为液态。因为烷氧化化醇应当是油溶性的,短链醇优选每个分子中含有平均至少两个烷氧基,而长链醇可以每个分子中含有一个或多个烷氧基。在任意给定的醇中,只要保证产品是油溶性的、且优选在室温下为液态,其烷氧基平均数可以高达 15-20。形成适宜的烷氧化化醇的例子包括, C_{1-24} 链烷醇、 C_{1-10} 环烷醇、含有高达约 16 个碳原子和 2-5 个羟基的多元醇、含有高达约 16 个碳原子和至少一个羟基的多元醇醚、酚、含有高达约 16 个碳原子的烷基酚、以及例如四氢化糠基醇和四氢吡喃 -2- 甲醇的羟基取代的杂环化合物。

[0201] 优选的是含有 8-16 个碳原子的烷氧化化醇或两种或更多种上述醇的混合物,平均每个分子中含有 1-10 个乙氧基。特别优选的是乙氧化化醇,如平均每个分子中含有 1-3 个乙氧基的乙氧化化 C_{10-14} 醇。

[0202] 尽管依赖于 (A)-(E) 的相对量,使用更少的量也可以能成功,但本发明烷氧化化醇化合物应当以约 0.01wt% - 约 0.7wt%, 尤其约 0.01wt% - 约 0.5wt% 的浓度使用,以确保在成品混合物中含有足够量的上述组分存在以增强抗 -NVH 耐久性。

[0203] 组分 (A)-(F) 联合使用

[0204] 传动流体抗 -NVH 耐久性被改进,该传动流体配方主要含有基础油和少量的添加剂组合物,添加剂组合物含有 0.002-0.5wt% 烷氧化化胺 (组分 (A))、0.001-0.5wt% 二烃

基亚磷酸酯(组分(B))、0.01-1.0wt%金属清洁剂(组分(C))、0.01-12wt%磷酸化的琥珀酰亚胺(组分(D))、0.005-1.0wt%长链叔脂肪胺(组分(E))和0.01-0.7wt%乙氧基化醇(组分(F))。尤其是,该流体组合物可含有约0.01-25wt%组分(A)、0.01-0.2wt%组分(B)、0.01-0.7wt%组分(C)、0.01-10wt%组分(D)、0.01-0.7wt%组分(E)和0.01-0.5wt%组分(F)。组分(A)、(B)、(C)、(D)、(E)和(F)可以单独或以添加剂浓缩物形式加入到主要包括基础油的流体组合物中。含上述组分的添加剂浓缩物可以基于总流体组合物量计,以约3wt%-约20wt%,尤其是约5wt%-约15wt%的处理率结合到成品组合物中。

[0205] 上述六种组分的组合存在对于流体老化时保持流体与离合器片之间更加稳定和均一的摩擦相互作用是必须的。在一个实施方案中,配制了含有所有上述的(A)-(F)六种组分的流体组合物,使得该流体组合物在100℃下粘度<6cSt,在40℃下粘度<30cSt,在-40℃下布氏粘度<10,000cP,在SAE#2机器上使用包括纸摩擦材料衬里的离合器片的测试法,在约0.3-约3.4N/mm²之间,如0.79N/mm²,150℃、200小时测试条件下测定摩擦系数,在rpm由50-300范围内变化时,该流体的摩擦系数变化值小于约0.015(绝对值)。在另一个实施方案中,在ZF GK台上测定该流体准静摩擦系数高于0.098,静摩擦系数为0.123或更大。在另一个实施方案中,流体具有抗-NVH性,在ZF GK台上测定的阈压力值高于0.8N/mm²。在另一个实施方案中,流体暴露在氧化条件下后其在ZFGK台上测定的抗-NVH特性值不降至其暴露在氧化条件下之前在ZF GK台上测定的初始抗-NVH特性值以下。还在另一个实施方案中,该流体暴露在氧化条件下后其测定的NVH特性值不减少到其暴露在氧化条件下前在ZF GK台上测定的初始NVH性能值以下。该“NVH特性”是指噪声现象,如:尖声,抖动、震颤和/或噪声。在一个非限定性实施方案中,NVH特性是尖声。

[0206] 含有少于全部(A)-(F)六种组分的动力传动流体不能可预言地和可靠地保持离合器均一和稳定的摩擦性,例如可以观察到摩擦参数的系数的较大变化。

[0207] 其它任选的添加剂组分

[0208] 本实施方案的流体中,除了上述极压和增强抗磨性复合添加剂外,还任选择性地含有用于动力传动流体制剂和齿轮润滑油中的常规添加剂组分。这样的添加剂包括,但不限于,金属清洁剂、分散剂、摩擦改进剂、抗氧化剂、粘度指数改进剂、铜腐蚀抑制剂、防锈剂、抗磨剂、抗泡剂、倾点下降剂、密封溶胀剂、着色剂、金属钝化剂、和/或脱气添加剂。容易理解,这里所述的不同需要的和任选含有的添加剂给成品流体带来额外的其它优点。

[0209] 组分(G):额外的分散剂

[0210] 组分(G)包括至少一种油溶性额外的分散剂,合适的分散剂可包括:无灰分散剂如琥珀酸分散剂、曼尼希碱分散剂和聚合多胺分散剂。烃基取代琥珀酰化剂用于制备烃基取代琥珀酰亚胺。烃基取代琥珀酰化剂包括,但不限于,烃基取代的琥珀酸、烃基取代的琥珀酐、烃基取代的琥珀酰化卤(尤其是酰氟和酰氯),烃基取代琥珀酸与低级醇(如含有高达7个碳原子的醇)的酯,即与羧基酰化剂功能相同的烃基取代的化合物。

[0211] 烃基取代的酰化剂是通过适宜分子量的聚烷基烯烃或氯化聚烷基烯烃与马来酸酐反应制得。类似的羧基反应物可用于制备酰化剂。这样的反应物可以包括,但不限于,马来酸、富马酸、苹果酸、酒石酸、衣康酸、衣康酸酐、柠康酸、柠康酸酐、甲基富马酸、乙基马来酸酐,二甲基马来酸酐、乙基马来酸、二甲基马来酸、己基马来酸等,包括对应酸的酰卤和低级脂肪酯。

[0212] 取决于取代的琥珀酸酐的预期使用, 烯烃的分子量可变。典型的, 取代的琥珀酸酐具有含有约 8 至约 500 个碳原子的烃基。然而, 用于制备润滑油分散剂的取代的琥珀酸酐通常具有含有约 40 至约 500 个碳原子的烃基。对于具有高分子量的取代的琥珀酸酐应用数均分子量 (M_n) 更准确, 因为用于制备所述取代的琥珀酸酐的烯烃可以包括由低分子量的烯烃单体如乙烯、丙烯和异丁烯的聚合得到的不同分子量组分的混合物。

[0213] 马来酸酐与烯烃的摩尔比可在大范围变化。例如其可以从约 5 : 1 变化至约 1 : 5, 或例如其从约 1 : 1 变化至约 3 : 1。对于烯烃, 如数均分子量为约 500 至约 7000, 或作为进一步的例子, 具有约 800 至约 3000 或更高的数均分子量的聚异丁烯, 和乙烯- α -烯烃共聚物, 马来酸酐可以超过化学计量使用, 如每摩尔烯烃使用约 1.1 至约 3 摩尔马来酸酐。未反应的马来酸酐可从反应所得的混合物中蒸发出。

[0214] 在此所用的琥珀酸酐的聚烷基或聚烯基取代基通常来自于聚烯烃, 其是单烯烃尤其是例如乙烯、丙烯、丁烯的 1- 单烯烃的聚合物或共聚物。所用的单烯烃可以具有约 2 至约 24 个碳原子, 或, 作为进一步的例子, 具有约 3 至约 12 个碳原子。其它适宜的单烯烃包括丙烯、丁烯、尤其是异丁烯、1- 辛烯和 1- 癸烯。由此单烯烃制得的聚烯烃包括: 聚丙烯、聚丁烯、聚异丁烯、以及由 1- 辛烯和 1- 癸烯制得的聚 α 烯烃。

[0215] 聚烯基琥珀酸酐可以在常规的还原条件如催化加氢下转化为聚烷基琥珀酸酐。对于催化加氢, 适宜的催化剂是碳载钯。同样的, 聚烯基琥珀酰亚胺可以在类似的还原条件下转化为聚烷基琥珀酰亚胺。

[0216] 在一些实施方案中, 无灰分散剂可以包括具有至少一个能形成酰亚胺基的伯氨基的胺的一种或多种烯基琥珀酰亚胺。该烯基琥珀酰亚胺能够通过传统的方法获得, 如通过加热烯基琥珀酸酐、酸、酸-酯、酰卤或低级烷基酯与含至少一个伯氨基的胺制备。该烯基琥珀酸酐可以很容易通过加热聚烯烃和马来酸酐的混合物至约 180-220°C 而获得。聚烯烃可以是低级单烯烃如乙烯、丙烯、异丁烯等的聚合物或共聚物, 其通过凝胶渗透色谱 (GPC) 测定的数均分子量在约 300- 约 3000 范围内。

[0217] 可用于形成无灰分散剂的胺包括任何具有至少一个可以反应形成酰亚胺基的伯氨基, 和至少一个额外的伯氨基或仲氨基和 / 或至少一个羟基的胺。一些代表实例是: N- 甲基- 丙二胺、N- 十二烷基丙二胺、N- 氨基丙基- 哌嗪、乙醇胺、N- 乙醇- 乙二胺等。

[0218] 适宜的胺可以包括: 聚亚烷基多胺, 如丙二胺、二亚丙基三胺、二-(1,2- 亚丁基) 三胺和四-(1,2- 亚丙基) 五胺。更进一步实例包括: 聚亚乙基多胺, 其可以分子式 $H_2N(CH_2CH_2NH)_nH$ 表示, 其中, n 可以是约 1- 约 10 范围内的整数。其包括亚乙基二胺、二亚乙基三胺 (DETA)、三亚乙基四胺 (TETA)、四亚乙基五胺 (TEPA)、五亚乙基六胺 (PEHA) 等, 包括其混合物, 在为混合物的情况下 n 是混合物的平均值。这些聚亚乙基多胺在每个末端有伯胺基, 所以, 它们能够形成单烯基琥珀酰亚胺和双烯基琥珀酰亚胺。市场上买得到的聚亚乙基多胺混合物可以含有少量支链类和环类, 如 N- 氨基乙基哌嗪、N,N' - 双(氨基乙基) 哌嗪、N,N' - 双(哌嗪基) 乙烷和类似化合物。这些市售混合物可以具有大体上落在二亚乙基三胺至四亚乙基五胺范围内的整体组成。聚烯基琥珀酸酐与聚亚烷基多胺的摩尔比可以为约 1 : 1 至约 3.0 : 1。

[0219] 在一些实施方案中, 无灰分散剂可以包括聚亚乙基多胺, 如三亚乙基四胺或四亚乙基五胺, 与烃取代的羧酸或酸酐的反应产物, 其中烃取代的羧酸或酸酐由分子量适宜的

聚烯烃如聚异丁烯与不饱和的多羧酸或酸酐如马来酸酐、马来酸、富马酸等反应而得,包括两种或更多种上述物质的混合物。

[0220] 适宜制备在此所述分散剂的多胺包括 N-芳基苯二胺类,如 N-苯基苯二胺类,例如 N-苯基-1,4-苯二胺、N-苯基 1,3-苯二胺和 N-苯基 1,2-苯二胺;氨基噻唑类,例如氨基噻唑、氨基苯并噻唑、氨基苯并噻二唑、和氨基烷基噻唑;氨基咪唑类;氨基吡咯类;氨基吡啶类;氨基噻唑啉酮类;氨基巯基三唑类;氨基萘嵌间二氮杂苯类;氨基烷基咪唑类,例如 1-(2-氨基乙基)咪唑、1-(3-氨基丙基)咪唑;和氨基烷基吗啉类,例如 4-(3-氨基丙基)吗啉。这些多胺的详细描述见美国专利 No. 4,863,623 和 No. 5,075,383。这些多胺能够为最终的产品带来额外的优点,如抗磨性和抗氧化性。

[0221] 对形成烃基取代的琥珀酰亚胺有用的其它多胺包括:分子中含有至少一个伯氨基或仲氨基和至少一个叔氨基的多胺,如美国专利 No. 5,634,951 和 5,725,612 中教导,合适的多胺的例子包括:N,N,N'',N''-四烷基二亚烷基三胺类(两个末端叔氨基和一个内部仲氨基)、N,N,N',N''-四烷基三亚烷基三胺类(一个末端叔氨基、二个内部叔氨基和一个末端伯氨基)、N,N,N',N'',N',N''-五烷基三亚烷基四胺类(一个末端叔氨基、二个内部叔氨基和一个末端仲氨基)、三(二烷基氨基烷基)氨基烷基甲烷类(三个末端叔氨基和一个末端伯氨基),以及类似的化合物,其烷基可以相同或不同,典型的是各含有不超过约 12 个碳原子,且其每个可含约 1 至约 4 个碳原子。更进一步的例子是,这些烷基可以是甲基和/或乙基。这种类型的多胺反应物可以包括二甲基氨基丙胺(DMAPA)和 N-甲基哌嗪。

[0222] 此处合适的羟胺包括含有至少一个能够与烃基取代的琥珀酸或酸酐反应的伯胺或仲胺的化合物、低聚物或聚合物。此处适宜使用的羟胺例子包括:氨基乙基乙醇胺(AEEA)、氨基丙基二乙醇胺(APDEA)、乙醇胺、二乙醇胺(DEA)、部分的丙氧基化的己二胺(例如 HMDA-2PO 或 HMDA-3PO)、3-氨基-1,2-丙二醇、三(羟甲基)氨基甲烷和 2-氨基-1,3-丙二醇。

[0223] 胺与烃基取代的琥珀酸或酸酐的摩尔比可在约 1:1-约 3.0:1 之间。胺与烃基取代的琥珀酸或酐的摩尔比的另一例子在约 1.5:1-约 2.0:1 之间。

[0224] 前述的分散剂也可以是经后处理的分散剂,例如以马来酸酐和硼酸处理的分散剂,如美国专利 No. 5,789,353 所述,或者以壬基苯酚、甲醛和乙醇酸处理的分散剂,如美国专利 No. 5,137,980 所述。

[0225] 曼尼希碱分散剂可以是通常在环上具有一个长链烷基取代基的烷基酚与一种或多种含有约 1 至约 7 个碳原子的脂肪醛(尤其是甲醛及其衍生物)和多胺(尤其是聚亚烷基多胺)的反应产物。例如:曼尼希碱无灰分散剂可以是约 1 摩尔的长链烃取代的酚、约 1-约 2.5 摩尔甲醛和约 0.5-约 2 摩尔的聚亚烷基多胺缩合形成的。

[0226] 制备曼尼希多胺分散剂的烃源可以来自于基本饱和的石油馏分和烯烃聚合物,如含有约 2-约 6 个碳原子的单烯烃的聚合物。一般烃源通常含有如至少约 40 个碳原子,作为进一步的例子,含至少约 50 个碳原子,以便为分散剂提供基本上为油溶的性质。因为易于反应和低成本,GPC 数均分子量在约 600 至约 5,000 之间的烯烃聚合物更适合。然而更高分子量的烯聚合物也可以应用。特别合适的烃源是异丁烯聚合物和由异丁烯与 I 流苯余液的混合物制备的聚合物。

[0227] 合适的曼尼希碱分散剂可以由约 1 摩尔的长链烃基取代的酚、约 1-约 2.5 摩尔

甲醛和约 0.5- 约 2 摩尔的聚亚烷基多胺缩合形成的曼尼希碱无灰分散剂。

[0228] 适合作为无灰分散剂的聚合多胺分散剂是含有碱性胺基和油溶性基团（如具有至少约 8 个碳原子的侧烷基）的聚合物。这些物质例如由诸如甲基丙烯酸癸基酯、乙烯基癸基醚或分子量较高的烯烃的各种单体，与丙烯酸氨基烷基酯及氨基烷基丙烯酰胺形成的互聚物。聚合多胺分散剂的例子在如美国专利 No. 3, 687, 849 和 No. 3, 702, 300 中已阐明。聚合多胺可包括烃基多胺，其中烃基是由异丁烯和以上所述的 I 流萃余液的聚合产物组成的。PIB- 胺和 PIB- 多胺也可以使用。

[0229] 上述制备无灰分散剂产品的方法，是本领域技术人员公知的，在专利文献中有报道。例如前述类型的不同无灰分散剂的合成方法在美国专利 No. 5, 137, 980 和 Re26, 433 中有描述，在此引入作为参考。

[0230] 合适的无灰分散剂的例子是硼酸化分散剂。硼酸化分散剂可以通过硼化（硼酸化）分子中含有碱性氮和 / 或至少一个羟基的无灰分散剂如琥珀酰亚胺分散剂、琥珀酰胺分散剂、琥珀酸酯分散剂、琥珀酸酯 - 酰胺分散剂、曼尼希碱分散剂或烃基胺或多胺分散剂形成。可用于对上述的多种不同无灰分散剂进行硼化的方法在如美国专利 No. 4, 455, 243 和 No. 4, 652, 387 中已有描述。

[0231] 硼酸化分散剂可包括经过硼处理的高分子量分散剂，使得硼酸化的分散剂含有高达约 2wt% 的硼。在另一个例子中，这些硼酸化分散剂可含有约 0.8wt% 或更少的硼。作为进一步的例子，硼酸化分散剂可含有约 0.1wt% 至约 0.7wt% 的硼，作为另外一个例子，硼酸化分散剂可含有约 0.25wt% 至约 0.7wt% 的硼，作为更进一步的例子，硼酸化分散剂可含有约 0.35wt% 至约 0.7wt% 的硼。硼酸化分散剂可进一步包括硼酸化分散剂的混合物。作为一个进一步的例子，该硼酸化分散剂可含有含氮分散剂和 / 或可不含有磷。作为一个额外的例子，硼酸化分散剂可含有磷。为便于处理，该分散剂可以溶于适宜粘度的油中。必须指出，此处所给的重量百分比是指净分散剂，而不包括任何额外稀释油。

[0232] 分散剂可以与有机酸、酸酐、和 / 或醛 / 酚混合物进一步反应。例如，这一过程有效地增强与弹性体密封的相容性。

[0233] 分散剂在动力传动流体中的量可高达约 15wt%。进一步地，该流体组合物中可以含有约 0.1wt% 至约 10wt% 的硼酸化分散剂。进一步地，该流体组合物可以含有约 3wt% 至约 5wt% 的硼酸化分散剂。进一步地，动力传动流体中可以含有足以为成品流体提供以重量计高达百万分之 1900 (ppm) 的硼的硼酸化分散剂量，例如，成品流体中硼重量可为约 50- 约 500ppm。

[0234] 组分 (H) : 润滑剂、抗磨剂和极压剂

[0235] 可以含有润滑剂、抗磨剂和极压剂。这些物质包括例如硫源，如硫化脂肪油。“硫化脂肪油”是指单独硫化脂肪酸或硫化脂肪脂的或其混合物。优选硫化脂肪脂。硫化脂肪油可以来自动物或植物，适宜的硫化脂肪油包括如含硫约 10% 的硫化脂肪酸酯和含硫约 10% 的硫化鲸油。

[0236] 在另一个特别的实施方案中，适宜的硫化脂肪油包括硫化的酯交换甘油三酯，这些在美国专利 No. 4, 380, 499 中有描述，此描述在此引用并入。在一个实施方案中，硫化的酯交换甘油三酯添加剂的总酸组分包括不低于约 35mol% 的饱和脂肪酸，不高于约 65mol% 的不饱和脂肪酸，和其中总酸组分进一步特征在于含高于约 20mol% 的单不饱和脂

肪酸、低于约 15mol% 的聚不饱和脂肪酸、高于约 20mol% 的含有 6-16 个碳原子的饱和脂肪酸,其中有 6-14 个碳原子的饱和脂肪酸高于约 10mol%,和少于 15mol% 的含有 18 个或更多个碳原子的饱和脂肪酸。适宜的硫化脂肪油也包括如在美国专利 No. 4, 149, 982 中描述的物质,其中的描述在此作为参考引入。

[0237] 其它适宜的硫化脂肪油包括,例如,硫化猪油、硫化脂肪化合物、硫化甲酯、硫化烃、硫化油酸、硫化脂肪酯-聚烷醇酰胺和硫化脂肪烯烃。

[0238] 其它的抗磨剂包括含磷抗磨剂,比如其中包括磷酸、亚磷酸的有机酯,或其胺盐。

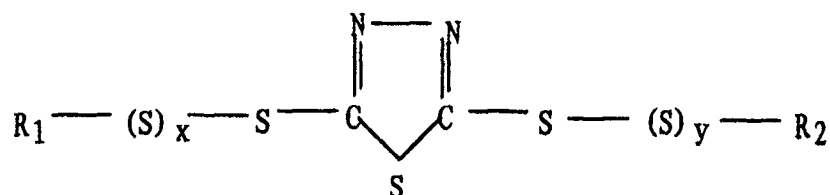
[0239] 含磷抗磨剂的含量可以足以使得动力传动流体中磷的重量为约百万之 50- 约 500。在进一步的实例中,含磷抗磨剂含量可以足以使得动力传动流体中磷的重量为约百万之 150- 约 300。

[0240] 流体组合物中可以含有约 1.0wt% 的含磷抗磨剂。作为进一步的实例中,流体组合物中可以含有约 0.01wt% 至约 1.0wt% 的含磷抗磨剂,特别是约 0.2wt% 至 0.3wt% 的含磷抗磨剂。

[0241] 组分 (I): 金属钝化剂

[0242] 配方中也可以含有金属钝化剂,其包括该常规类的流体中通常用作此目的的物质。这些可以包括:例如,无灰二烷基噻二唑。适用于实践本发明的二烷基噻二唑可以下面的通式 (I) 表示:

[0243]



[0244] 其中, R_1 和 R_2 可以是相同或不同的烃基, x, y 独立地为 0-8 整数。在一个方面, R_1 和 R_2 可以是相同或不同的直链、支链或芳香的、饱和或不饱和的烃基,其含有约 6- 约 18 个尤其是约 8- 约 12 个碳原子, x, y 每个可为 0 或 1。

[0245] 适宜的二烷基噻二唑包括:2,5- 双(烷基联硫基)-1,3,4- 噻二唑。其它的适宜的二烷基噻二唑的例子包括,例如 2,5- 双(烷基硫代)-1,3,4- 噻二唑、2-(叔-烷基联硫基)-5- 巯基-1,3,4- 噻二唑、和双-叔-十二烷基硫代噻二唑。

[0246] 适宜的二烷基噻二唑也包括如美国专利 No. 4, 149, 982 和 No. 4, 591, 645 中描述的这些物质,其描述在此作为参考引入。在本发明的范围内,也可以采用如上述通式 (I) 的二烷基噻二唑与单烷基噻二唑的混合物。

[0247] 在此,术语“烷基基团”或“烷基”是使用本领域技术人员公知的常规的含义。特别是,是指含有碳原子直接与分子剩余部分相连和主要具有烃的性质的基团。烷基的例子包括:

[0248] (1) 烃取代基,即:脂肪族(例如烷基或烯基)、脂环族(例如环烷基或环烯基)取代基,和芳香族取代的、脂肪族取代的和脂环族-取代的芳香族取代基,以及其中环是通过分子的其它部分完成的(如,两个取代基共同形成脂环基团)环取代基;

[0249] (2) 取代的烃取代基,即含有非烃基团的烃取代基,在本发明的上下文中,非烃基团不会改变占主导地位的烃取代基(例如卤素(尤其是氯和氟)、羟基、烷氧基、巯基、烷基

巯基,硝基、亚硝基和硫氧基);

[0250] (3) 杂取代基,即在本发明的上下文中,在由另外碳原子组成的链或环上有除碳原子外的其它原子同时主要具有烃基的特性的取代基。杂原子包括硫、氧、氮并含有如吡啶基、呋喃基、噻吩基和咪唑基的取代基。通常在烃取代基中,对每十个碳原子而言,存在着不超过两个或更进一步不超过一个非烃取代基;通常,烃基基团中不存在非烃取代基。

[0251] 流体组合物中可以含有高达约 2.0wt% 的金属钝化剂。

[0252] 组分 (J): 额外的摩擦改进剂

[0253] 额外的摩擦改进剂任选地用于动力传动流体中以助于在低滑动速度下减低表面(如变矩器离合器或换挡离合器的元件)之间的摩擦。结果是摩擦-粘度($\mu-v$)曲线为正斜率,从而导致离合器的平稳啮合并使“粘滑”行为(如震颤、噪声和不平顺换挡)最小化。

[0254] 摩擦改进剂包括这些化合物,如脂族胺或乙氧基化脂族胺、醚胺、烷氧基化醚胺、脂肪酸酰胺、酰化胺、脂肪族羧酸、脂肪族羧酸酯、多元醇酯、脂肪族羧酸酯-酰胺、咪唑啉类、叔胺、脂肪族膦酸酯、脂肪族磷酸酯、脂肪族硫代膦酸酯、脂肪族硫代磷酸酯等,其中脂肪族基团通常含有一个或多个碳原子从而使化合物具有合适的油溶性。作为进一步的例子,该脂肪族基团可以含有约 8 个或更多个碳原子。

[0255] 一类摩擦改进剂包括 N-脂肪族烃基取代的二乙醇胺,其中的 N-脂肪族烃基取代基是至少一种不含炔不饱和键并含约 14 至约 20 个碳原子的直链脂肪族烃基。

[0256] 合适的摩擦改进剂体系的例子是由含有至少一种 N-脂肪族烃基取代的二乙醇胺和至少一种 N-脂肪族烃基取代的三亚甲基二胺的组合所组成的,其中的 N-脂肪族烃基取代基是至少一种不含炔不饱和键并含约 14 至约 20 个碳原子的直链脂肪族烃基。关于这类摩擦改进剂体系的更详细描述在美国专利 No. 5, 372, 735 和 No. 5, 441, 656 中。

[0257] 另一个摩擦改进剂体系为下述物质的组合:(i) 至少一种二(羟烷基)脂肪族叔胺,其中,羟烷基可以相同或不同,各自含有约 2- 约 4 个碳原子,脂肪族基团是含有约 10- 约 25 个碳原子的无环烃基;(ii) 至少一种羟烷基脂肪族咪唑啉,其中,羟烷基含有约 2- 约 4 个碳原子,脂肪族基团是含有约 10- 约 25 个碳原子的无环烃基。关于该摩擦改进剂体系的详细描述参考美国专利 No. 5, 344, 579。

[0258] 另一类合适的摩擦改进剂包括多元醇酯,如甘油单油酸酯(GMO)、甘油单月桂酸酯(GML)等。

[0259] 通常讲,流体组合物中可以含有高达约 1.25wt%,或作为进一步的例子,含有约 0.05- 约 1wt% 的一种或多种摩擦改进剂。

[0260] 组分 (K): 抗氧化剂

[0261] 在一些实施方案中,组合物中可以含有抗氧化剂化合物。抗氧化剂包括酚类抗氧化剂、芳胺抗氧化剂、硫化酚类抗氧化剂和有机亚磷酸酯等。酚类抗氧化剂的例子包括 2, 6- 二叔丁基酚、叔丁基化酚类的液体混合物、2,6- 二叔丁基-4- 甲基酚、4,4'- 亚甲基双(2,6- 二叔丁基酚),2,2'- 亚甲基双(4- 甲基 6- 叔丁基酚)、混合亚甲基桥接多烷基酚类,和 4,4'- 硫代双(2- 甲基-6- 叔丁基酚)。N, N'- 二- 仲丁基苯二胺,4- 异丙基氨基二苯胺,苯基- α - 萘胺,苯基- α - 萘胺和环烷基化的二苯胺。其例子包括具有空间位阻的叔丁基化酚、双酚和肉桂酸衍生物及其组合物。此处所述的流体组合物中,以流体配方总重量计,抗氧化剂含量可高达约 5wt%。它尤其可以是在约 0.01- 约 3.0wt% 范围内,更尤

其是在约 0.1- 约 0.7wt% 范围内, 基于流体配方总重量计。

[0262] 组分 (L) : 防锈剂

[0263] 本发明公开实施方案中使用的锈蚀或腐蚀抑制剂是另一种类型的抑制剂添加剂。此类物质包括单羧酸和多羧酸。适宜的单羧酸的例子有辛酸、癸酸和十二酸。适宜的多羧酸的例子包括由比如妥尔油脂酸、油酸、或亚油酸等制得的二元或三元羧酸。另一种有用的防锈剂可以包括烯基琥珀酸和烯基琥珀酸酐腐蚀抑制剂, 比如例如, 四丙烯基琥珀酸、四丙烯基琥珀酸酐、十四烯基琥珀酸、十四烯基琥珀酸酐、十六烯基琥珀酸、和十六烯基琥珀酸酐等。烯基中含有约 8- 约 24 个碳原子的烯基琥珀酸与如聚乙二醇的醇类生成的半酯也是有用的。其它适宜的锈蚀或腐蚀抑制剂包括醚胺; 酸式磷酸酯; 胺; 聚乙氧基化的化合物如乙氧基化胺、乙氧基化酚和乙氧基化醇; 咪唑啉类; 氨基琥珀酸或其衍生物等。这些类型的物质是市场上买得到的。也可以使用这些锈蚀或腐蚀抑制剂的混合物。此处所述的腐蚀抑制剂在流体组合物中含量, 以组合物总重量计, 可高达约 2.0wt%。尤其可以是在约 0.01wt% - 约 2.0wt% 范围内, 更尤其是在约 0.01wt% - 约 0.3wt% 范围内, 以流体配方总重量计。

[0264] 组分 (M) : 铜腐蚀抑制剂

[0265] 在一些实施方案中, 铜腐蚀抑制剂可作为另一类适于加入组合物的添加剂。这些化合物包括: 噻唑类, 三唑类和噻二唑类。这些化合物的例子包括: 苯并三唑、甲苯基三唑、辛基三唑、癸基三唑、十二烷基三唑、2- 巯基苯并噻唑、2,5- 双巯基 -1,3,4- 噻二唑、2- 巯基 -5- 烷基硫 -1,3,4- 噻二唑类、2- 巯基 -5- 烷基联硫基 -1,3,4- 噻二唑类、2,5- 双 (烷基硫) -1,3,4- 噻二唑类和 2,5- 双 (烷基联硫基) -1,3,4- 噻二唑类。适宜的化合物包括 1,3,4- 噻二唑类, 其中许多是市场上可以购得的商品, 也包括由三唑类, 例如甲苯基三唑, 和 1,3,5- 噻二唑例如 2,5- 双 (烷基联硫基) 1,3,4- 噻二唑的组合。对于二烷基噻二唑类, 为了具备抗腐蚀性, 过去该添加剂已经以比本发明少得多的处理水平使用以增强极压性和抗磨性 (当与相对高浓度的硫化脂肪油共同使用时, 如这里所述)。1,3,4- 噻二唑类通常由联氨和二硫化碳经过已有工艺的合成而得到, 参见, 例如美国专利 No. 3,862,798 和 No. 3,840,549。

[0266] 此处所述的腐蚀抑制剂在流体组合物中的含量, 以组合物总重量计, 可高达约 1.0wt%。

[0267] 组分 (N) : 粘度指数改进剂

[0268] 用于上述的流体组合物和齿轮润滑油组合物的粘度指数改进剂可以选自: 聚异烯烃化合物、聚甲基丙烯酸酯化合物和任意的常规粘度指数改进剂。适宜作为粘度指数改进剂的聚异烯烃化合物的例子包括: 重均分子量从约 700 至约 2,500 范围内的聚异丁烯。实施方案可包括分子量相同或不同的一种或多种粘度指数改进剂的混合物。

[0269] 合适的粘度指数改进剂可以包括苯乙烯 - 马来酸酯类、聚烷基甲基丙烯酸酯类和烯烃共聚物粘度指数改进剂。前述的产品的混合物也可以用作分散剂和分散剂 - 抗氧化剂粘度指数改进剂。

[0270] 流体组合物中可以含有高达约 25wt% 的粘度指数改进剂。粘度指数改进剂含量尤其为约 0.1wt% 至约 25wt%, 以配方总重量为基准。

[0271] 组分 (O) : 抗泡剂

[0272] 在一些实施方案中,泡沫抑制剂可形成适用于本组合物中的另一种组分。泡沫抑制剂可选自硅酮、聚丙烯酸酯类、和表面活性剂等。抗泡剂在所述流体组合物中的量可以高达约 0.5wt%,以组合物的总重量为基准。尤其是在约 0.01wt%至约 0.5wt%范围,更尤其是在约 0.01wt%至约 0.1wt%范围,以配方总重量为基准。

[0273] 组分(P):密封溶胀剂

[0274] 用于此处所述的传动流体组合物中的密封膨胀剂选自:油溶性二酯类、油溶性矾类及其混合物。一般而言,最适宜的二酯包括: C_8 - C_{13} 烷基醇(或其混合物)的己二酸酯、壬二酸酯和癸二酸酯,和 C_4 - C_{13} 烷醇(或其混合物)的邻苯二甲酸酯。两种或多种不同类型二酯的混合物(如己二酸二烷基酯和壬二酸二烷基酯等)也可以使用。这些物质的例子包括:己二酸、壬二酸和癸二酸的正辛基、2-乙基己基、异癸基和十三烷基二酯,和邻苯二甲酸的正丁基、异丁基、戊基、己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基、十二烷基和十三烷基二酯。

[0275] 能够提供相同性能的其他酯是多元醇酯。适宜的矾类密封溶胀剂在美国专利 No. 3,974,081 和 4,029,587 中有描述,一般这些产品含量范围可高达约 30wt%。在成品流体中,密封溶胀剂在所述流体组合物中含量可以尤其在约 1 至约 15wt%范围内,更尤其是在约 0.25wt%至约 1wt%范围。

[0276] 适宜的密封溶胀剂是(i)己二酸、(ii)癸二酸和(iii)邻苯二甲酸的油溶性二烷基酯。己二酸酯和癸二酸酯可以在高达约 30wt%的量的范围内使用。在成品流体中,尤其可在约 1wt%至约 15wt%范围内,更尤其在约 1.5wt%至约 10wt%范围。对于邻苯二甲酸酯的情况,流体中的含量则在约 1.5wt%至约 15wt%范围内。

[0277] 组分(Q):染料

[0278] 着色剂可以添加至流体中,使其具有可检测性。通常使用偶氮类染料,例如,C.I. 溶剂红 24(C.I. Solvent Red 24)或 C.I. 溶剂红 164(C.I. Solvent Red 164),如美国纺织品化学家和着色师协会(American Association of textile Chemists and Colorists)与染色工作者和着色师协会(Society of Dyers and Colorists)(U.K.)“色彩索引”提出的。对于自动传动流体,优选自动红染料(Automatic Red Dye)。染料可以非常少的量存在,在成品流体中,例如高达约 400ppm,尤其约 200 至约 300ppm 范围内。

[0279] 组分(R):稀释剂

[0280] 如果添加剂是以添加剂包浓缩物提供的,则加入适宜的载体稀释剂使得易于混合、溶解和传送该添加剂包。稀释油必须能够与基础油和添加剂包相容,尽管稀释剂的量可以根据应用广泛地变化,在一个实施方案中,稀释剂的浓度为约 5-约 20%。一般而言,较少的稀释剂是优选的,因为其降低了运输费用和处理率。

[0281] 配制上述组合物中采用的添加剂可分别或以亚组合形式掺混入基础油。然而,使用添加剂浓缩物(如,添加剂加稀释剂,如烃溶剂)同时掺混所有组分是适宜的方法。当以添加剂浓缩物的形式使用时,可利用由于成分组合而提供的互相相容性的优势。而且使用浓缩物减少了混合时间并降低了混合出错几率。

[0282] 在此所述的流体组合物可以包含高达约 25wt%的稀释液,以成品流体的总重量为基准。

[0283] 基础油

[0284] 本发明（但不是必须总是如此）传动流体通常是按主要量的基础油和少量的添加剂包配制，添加剂包中包括前述添加浓度的硫化脂肪油和二烷基噻二唑的极压 / 抗磨性改进组合物。在一个实施方案中，动力传动流体组合物配方中含有主要量的基础油和约 3wt% 至约 20wt%，尤其是约 5wt% 至约 13wt% 的添加剂组合物，该添加剂组合物中含有前述各个浓度的硫化脂肪油和二烷基噻二唑。

[0285] 根据本发明，能够用于配制流体组合物中的基础油可以选自合成油或者天然油，或其混合物中的任一。天然油包括动物油和植物油（例如蓖麻油、猪油），以及矿物润滑油，例如液态石油、溶剂处理或者酸处理的石蜡基、环烷基、或者石蜡基和环烷基混合的矿物润滑油。来源于煤炭或者页岩的油也适用。典型的基础油在 100℃ 的粘度在例如约 2cSt- 约 15cSt 范围内，进一步在约 2cSt- 约 10cSt 范围内。此外，来自于气 - 液转化工艺的油也适用。

[0286] 合成油包括烃油，例如聚合和互聚烯烃（例如，聚丁烯，聚丙烯，丙烯异丁烯共聚物等）；聚 α - 烯烃，如聚（1- 己烯）、聚（1- 辛烯）、聚（1- 癸烯）等，及其混合物；烷基苯（如十二烷基苯，十四烷基苯，二-壬基苯，二-（2-乙基己基）苯等）；聚苯类（如联苯、三联苯、烷基化聚苯等）；烷基化二苯醚和烷基化二苯硫化物及其衍生物、类似物、和同系物等。

[0287] 烯化氧类聚合物和互聚物以及其中末端羟基通过酯化、醚化等得到改性的衍生物构成了另一类可用的已知合成油。这样的油可供列举的有通过环氧乙烷或环氧丙烷的聚合制备的油，这些聚氧化烯聚合物的烷基和芳基醚（例如平均分子量为约 1000 的甲基 - 聚异丙二醇醚、分子量为约 500-1000 的聚乙二醇的二苯醚、分子量为约 1000-1500 的聚丙二醇的二乙醚等）、或者是其单和多羧酸酯，例如乙酸酯类、混合 C_{3-8} 脂肪酸酯类或四甘醇的 C_{13} 含氧酸二酯。

[0288] 可使用的另一类合成油包括由二羧酸（例如邻苯二甲酸、琥珀酸、烷基琥珀酸、烯基琥珀酸、马来酸、壬二酸、辛二酸、癸二酸、富马酸、己二酸、亚油酸二聚体、丙二酸、烷基丙二酸、烯基基丙二酸等）和不同的醇（例如丁醇、己醇、十二烷醇、2-乙基己醇、乙二醇、二甘醇单醚、丙二醇等）形成的酯。这些酯的具体例子包括己二酸二丁酯、癸二酸二（2-乙基己基）酯、富马酸二正己酯、癸二酸二辛酯、壬二酸二异辛酯、壬二酸二异癸酯、邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸二癸基酯、癸二酸二（二十烷基）酯、亚油酸二聚体的 2-乙基己基二酯、和由 1 摩尔癸二酸与两摩尔的四甘醇和两摩尔的 2-乙基己酸反应形成的混合酯等。

[0289] 可用作合成油的酯也包括，由 C_5 - C_{12} 的单羧酸与多元醇和多元醇醚，如新戊二醇、三羟甲基丙烷、季戊四醇、二季戊四醇、三季戊四醇等制得的酯。

[0290] 所以，可以用于制备上述传动流体组合物的基础油可以选自美国石油协会 (API) 基础油互换性指南 (American Petroleum Institute Base Oil Interchangeability Guidelines) 列举的 I-V 组基础油中的任意一种。

[0291] 此基础油组如下（表 B）：

[0292] 表 B

[0293]

基础油组 ¹	硫 (wt%)	饱和烃 (wt%)		粘度指数
I 组	> 0.03	和/或	< 90	80-120
II组	≤0.03	和	≥90	80-120
III组	≤0.03	和	≥90	≥120
IV组	所有聚α 烯烃 (PAO)			
V组	不包括在 I-IV组中的其它所有			

[0294] ¹ 组 I-III 是矿物油基原料。

[0295] 如上所述,基础油可以是聚 α 烯烃 (PAO)。典型的聚 α 烯烃源自含有约 4- 约 30 个或约 4- 约 20 个或约 6- 约 16 个碳原子的单体。该可用的 PAO 的例子包括源自辛烯、癸烯及其混合物等的那些。PAO 可以在 100℃ 下的粘度为约 2- 约 15、约 3- 约 12 或约 4- 约 8cSt。例如, PAO 包括 100℃ 下粘度为 4cSt 的聚 α 烯烃、100℃ 下粘度为 6cSt 的聚 α 烯烃,及其混合物。矿物油与上述的聚 α 烯烃的混合物也可以使用。

[0296] 基础油可以是源于费-托合成烃的油。费-托合成烃是由含有 H₂ 和 CO 的合成气使用费-托催化剂制得。通常这样的烃需要进一步处理以用作基础油。例如,烃可以使用美国专利 No. 6, 103, 099 或 No. 6, 180, 575 中公开的方法进行加氢异构;使用美国专利 No. 4, 943, 672 或 No. 6, 096, 940 中公开方法的进行加氢裂化和加氢异构;使用美国专利 No. 5, 882, 505 中公开的方法进行脱蜡;或使用美国专利 No. 6, 013, 171、No. 6, 080, 301 或 No. 6, 165, 949 中公开的方法进行加氢异构和脱蜡。

[0297] 上述公开类型的天然或合成(这些物质中任意的两种或多种的混合物)的未精制、精制和再精制油都可用于基础油。未精制油是未经过进一步净化处理而由天然或合成源直接获得的油品。例如,直接来自于干馏操作的页岩油、直接来自于初步蒸馏工艺的石油油料、或直接来自于酯化工艺未经过进一步处理的酯类油,是未精制油。精制油与未精制油类似,其区别在于精制油经过一步或多步净化以提高一种或多种特性。许多这样的净化工艺是本领域技术人员所公知的,如溶剂萃取、二次蒸馏、酸或碱萃取、过滤、渗滤等。再精制油可通过将与获取精制油相似的方法施用于已被使用过的精制油而获得。这些再精制油也被认为是再生油或再处理油,通常经过额外的技术处理以去除失活添加剂、杂质和油分解产物。

[0298] 在选择任一种前述的任选添加剂时,重要的是确保所选组分是可溶于或稳定地分散在添加剂包和成品 ATF 组合物中,并与组合物中的其它组分兼容且不会显著干扰组合物的操作性能,如抗-NVH、抗-NVH 耐久性、极压、抗磨损、摩擦、粘度和/或剪切稳定性,这些性质是最终成品组合物必备或希望具有的性能。

[0299] 一般,辅助添加剂成分在油中的用量应为足以改善基础流体的性能特征和性质的小量。因此,其量是根据因素如所用基础流体的粘性、成品流体所要求的粘度特性、成品流体预期使用条件和对成品流体的性能需求而变化。

[0300] 然而,一般而言,参考下表 C,下面给出了基础流体中任选辅助组分的通常浓度(重量百分比,除非特别指明):

[0301] 表 C

[0302]

任选的添加剂组分	范围
G	0.0-15.00
H	0.0-1.00
I	0.0-2.00
J	0.0-1.25
k	0.0-5.00
L	0.0-2.0
M	0.0-1.0
N	0.0-25.0
O	0.0-0.5
P	0.0-30.0
Q	0.0-400ppm
R	0.0-25.0 (在浓缩物中的平衡量)

[0303] 根据实施方案,典型的、非限定性的能够提供增强的抗 NVH 和 / 或抗 -NVH 耐久性的全配方流体组合物组成如下表 D。所涉及的组分对应于前述的组分分类。配方中的关键组分,即,就 NVH 抑制来说的组分 (A)-(D)、就提高抗 -NVH 耐久性来说的组分 (A)-(F),依据本文的教导在各自的指定范围内保持平衡。

[0304] 表 D

[0305]

组分	常规的范围量, wt %	优选的范围量, wt %
摩擦改进剂 (组分 (A))	0.002-0.25	0.002-0.25
摩擦改进剂 (组分 (B))	0.01-0.2	0.01-0.2
金属清活剂 (组分 (C))	0.01-0.6	0.01-0.6

组分	常规的范围量, wt %	优选的范围量, wt %
分散剂 (组分 (D))	0.01-10	0.01-10
表面活性剂 / 摩擦改进剂 (组分 (E))	0-0.40	0.01-0.40
非离子表面活性剂 (组分 (F))	0-0.5	0.01-0.5
抗氧化剂	0.1-0.7	0.1-0.5
硫源	0.05-1.5	0.05-1.5
噻二唑	0-2.0	0-2.0
防锈剂	0-0.3	0.02
抗泡剂	0-0.5	0-0.5
稀释油	0-25	0-25
基础原料	60-95	60-95

[0306] 可知,所用的各个组分可以各自掺混入基础流体中,或者根据需要以不同的亚组掺混入。通常,掺混步骤中的特殊次序不重要。而且,这些组分可以各自的在稀释剂中的溶液的形式掺混。然而,优选以浓缩物形式掺混添加剂组分,这样简化掺混操作,降低掺混错误的可能性,并利用了总浓缩物具有的相容性和溶解性方面的优点。

[0307] 所以,添加剂浓缩液配方中能够含有所有添加剂组分,如果需要,还含有某些基础油组分,各种成分的数量应按比例配制以使所制得的成品流体混合物与上述浓度相一致。在多数情况下,添加剂浓缩物中含有一种或多种稀释剂,如轻质矿物油,以便于浓缩物的处理和掺混。所以,可使用含有高达约 50wt % 的一种或多种稀释剂或溶剂的浓缩液,只要存在的溶剂不会影响成品传动流体组合物的低温、高温和闪点特性和性能即可。在这点上,根据本发明,添加剂组分的选取和比例可以使得由这些组分配制的添加剂浓缩液或包的闪点应用 ASTM D-92 测试方法测定,为约 170°C 或更高。

[0308] 如上述配制的实施方案的动力传动流体,通常也具有增强的极压特性,以用于高压下例如大于 2GPa 的条件下金属与金属接触。这种流体适用于自动或手动变速装置,如有级自动变速装置、无级变速装置、自动手动变速装置和双离合变速装置。例如,如果所使用的润滑油不具有足够的极压保护特性,自动传动中常见的金属与金属接触的高压力可能引起传动部件的损坏。然而上述的动力传动流体组合物具有好的极压操作特性。

[0309] 此处描述的本发明实施方案中的流体组合物可在许多不同应用中有较好应用,包括,例如:自动传动流体、手动传动流体、双离合传动流体、重载传动流体、连续变速传动流体和齿轮润滑油。更进一步,该自动传动流体可适用于具有以下离合器的至少一种传动装

置：滑动变矩离合器、锁止变矩离合器、起动离合器、电控制转换器离合器、和 / 或一种或多种换档离合器，等等。该传动装置可以包括四速、五速、六速、七速或更多速传动装置，和链式、带式、盘式或环型的连续变速装置。使用这些流体的离合器，可以包括，例如，如上所述的相同的离合器材料。其也可用于齿轮应用，如，工业齿轮应用和汽车齿轮应用。齿轮型式可包括但不限于：正齿轮、螺旋伞齿轮、斜齿轮、行星齿轮和准双曲面齿轮。他们用于轴、变速箱等。进一步地，其对金属加工领域也是有用的。

实施例

[0310] 以下的实施例中介绍本发明的适于实际应用的组合物示例，其中，所有的份、百分比除非特别说明都是以重量计。

[0311] 实施例 1：尖声压力研究

[0312] 自动传动流体的组分影响通过 8 个流体样品进行评价，被命名为 ATF-A 至 ATF-H（见下列表 1）。测试流体有如上述表 D 所示的优选配方的基本组成，并作如下调整。使用六个设计变量，命名为 I-VI，其对应于表 D 中所示的六个组分，其中“+”表示该变量以表 D 中所示相应范围的最大值存在，“-”表示该变量不存在或以表 D 中所示相应范围的最小值存在，进一步限定，对于设计变量 VI 下的标记“+”表示硫源为硫化的酯交换甘油三酯，而“-”表示为硫化酯。设计变量 I-VI 对应于基本流体中的下述六个组分：I：组分（D）；II：组分（B）；III：组分（C）；IV：组分（A）；V：防锈剂；和 VI 组分：硫源。

[0313] 流体基质的摩擦性能通过低速 SAE#2 机器测定。使用纤维素纸基摩擦材料衬里的片实施试验，该片可以是 Borg Warner Automotive Friction 商购的产品 BW 4329 片。摩擦是在 40°C 和 120°C 下于 0.40、0.79、1.97 和 3.39 N/mm² 四个不同压力下测定和记录的。尖声压力是在市场可以买到的 ZF GK 台上使用 ZF 随装置提供的试验程序测定。对应于不同测试样品流体的尖声压力结果也在下表 1 中列出。

[0314] 表 1

流体	设计变量						尖声压力,
	I	II	III	IV	V	VI	N/mm ²
ATF-A	+	-	+	-	+	-	0.50
ATF-B	-	+	+	-	-	+	1.90
ATF-C	+	-	-	-	-	+	0.40
ATF-D	+	+	+	+	+	+	1.38
ATF-E	-	-	+	+	-	-	2.20
ATF-F	+	+	-	+	-	-	1.13
ATF-G	-	+	-	-	+	-	1.05
ATF-H	-	-	-	+	+	+	1.60

[0316] 利用上述流体样品，图 4-10 是在压力为 0.79 N/mm² 下的尖声压力与 $\partial\mu/\partial T$ （由滑动

速度的测量而获得)关系图。图 11 是在测试压力 0.79N/mm^2 条件下 R^2 (是 $\partial\mu/\partial T$ 与尖声压力的相互关系) 与 rpm 关系图。图 12-17 是在压力 3.40N/mm^2 下测得的尖声压力与 $\partial\mu/\partial T$ (由滑动速度的测量而获得) 关系图。图 18-19 分别显示八种测试流体在压力 0.79N/mm^2 、温度为 40°C 和 120°C 下的摩擦系数 μ 值。 $\partial\mu/\partial T$ 中的温度是在给定压力和 rpm 下的整体温度。例如:如果 $\mu(40^\circ\text{C})$ 为 0.152 和 $\mu(120^\circ\text{C})$ 为 0.148,那么 $\partial\mu/\partial T$ 等于 $(0.148-0.152)/(120-40) = 0.00005$ 。为便于处理,该值乘以 10,000。图 20 是在压力 0.79N/mm^2 条件下 $\partial\mu/\partial T$ 系数与滑动速度关系图。图 21-28 是在如图所示的一系列不同测试条件(即: rpm、温度、压力)下尖声压力与 $\partial\mu/\partial P$ 关系图。图 29 分别显示测试流体在温度为 40°C 和 120°C 下摩擦系数 μ 值。

[0317] 结果表明,在 $\partial\mu/\partial T$ 为负时,尖声控制能力改进。结果还表明仅提供 $\mu-v$ 为正斜率的流体不足以改进尖声性能。尖声和 $\partial\mu/\partial T$ 的相关性只有在低速试验台的特定条件即压力 0.79N/mm^2 、高于 50rpm (0.27m/s) 下才能观察到。结果还表明当 $\partial\mu/\partial P$ 为负时,尖声控制能力改进,虽然可能并没有在本研究的特定测试条件下的 $\partial\mu/\partial T$ 那样明显。

[0318] 结果还表明,某些个别组分,即组分 (A)-(D) 在添加剂的存在或者不存在能够显著影响摩擦程度随温度的变化。结果还表明,六个变量中的四个变量强烈影响了 $\partial\mu/\partial T$ (和 $\partial\mu/\partial P$),它们是组分 (A)-(D)。结果也表明这四个组分的含量必须保持平衡以使得 $\partial\mu/\partial T$ 条件为小的负值,从而改善尖声性能。总的来讲,发现随着准静摩擦水平降低,噪声现象减少。高扭矩传动装置通常需要高准静摩擦。

[0319] 整个说明书和权利要求中所使用的“某”和 / 或“某个”可以指一或多于一。除非另有指示,说明书和权利要求中所用的所有代表成分数量、属性如分子量、百分数、比值、反应条件等等的数字都应当理解为被“约”所修饰的。相应的,除非有相反的指示,说明书和权利要求中的数字参数都是近似值,可以根据本发明所希望获得的属性作相应的变化。绝没有也不尝试限制将等价原则用于权利要求的保护范围,每一个数字参数至少应当根据报告的有效位和常规的舍入技术进行推定。尽管表明本发明宽范围的数值和参数是近似值,但是,在特定的实施例中的数值都是尽可能的准确报道。然而,任何数值固有地包含误差,这源于各自的试验测量所具有的标准偏差。

[0320] 在本说明书的多处,引用了大量的美国专利,所有这些专利文献都公开地全文结合到本发明中,如同这些文献的内容在此完全列出。

[0321] 对于本领域技术人员,参考本说明书、附图和实施情况获得本发明的其它实施方案是显而易见的。本说明书和实施例应被认为仅仅是一种示例,而本发明真正的保护范围和精神由下述的权利要求表明。

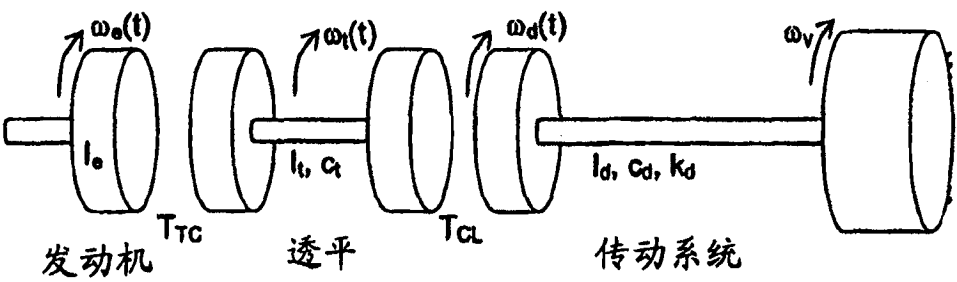


图 1

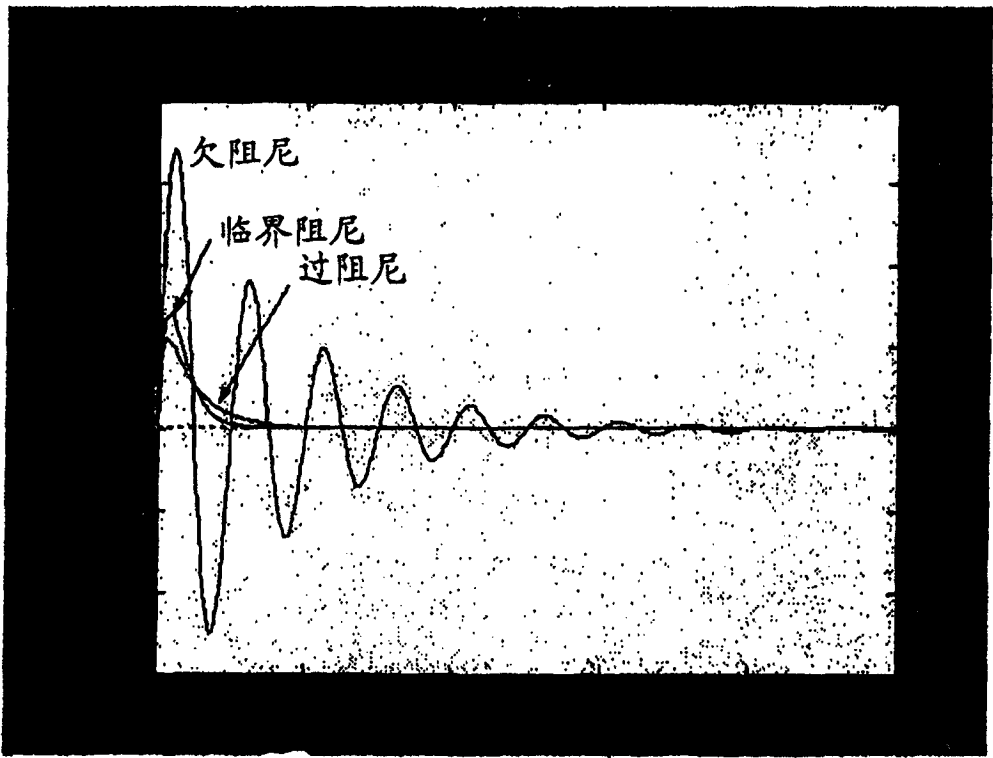


图 2

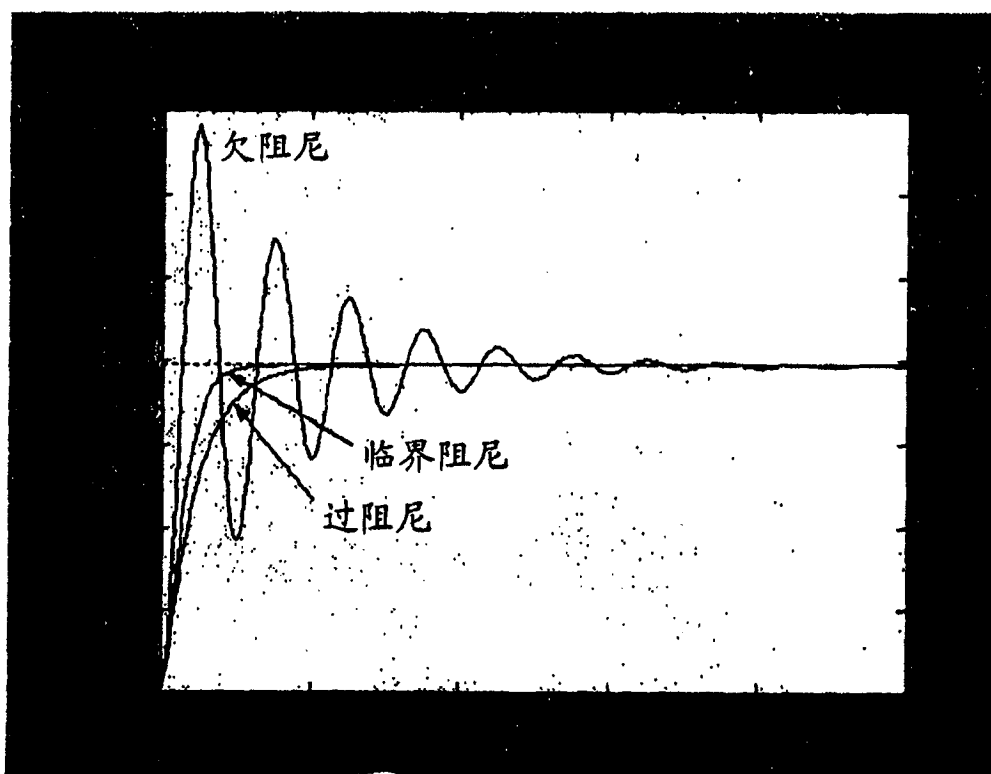


图 3

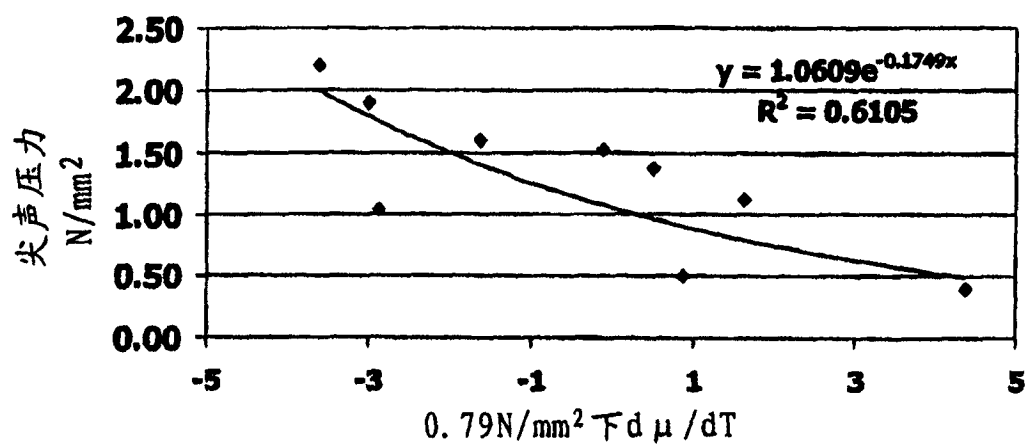


图 4

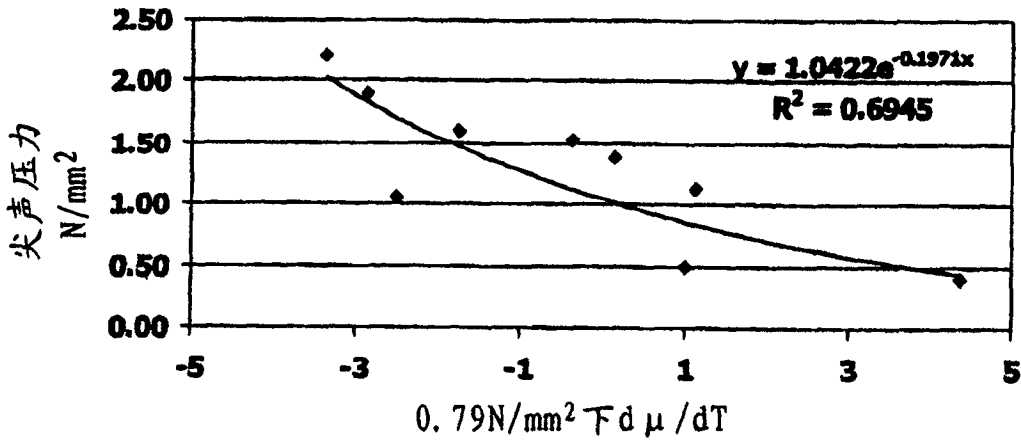


图 5

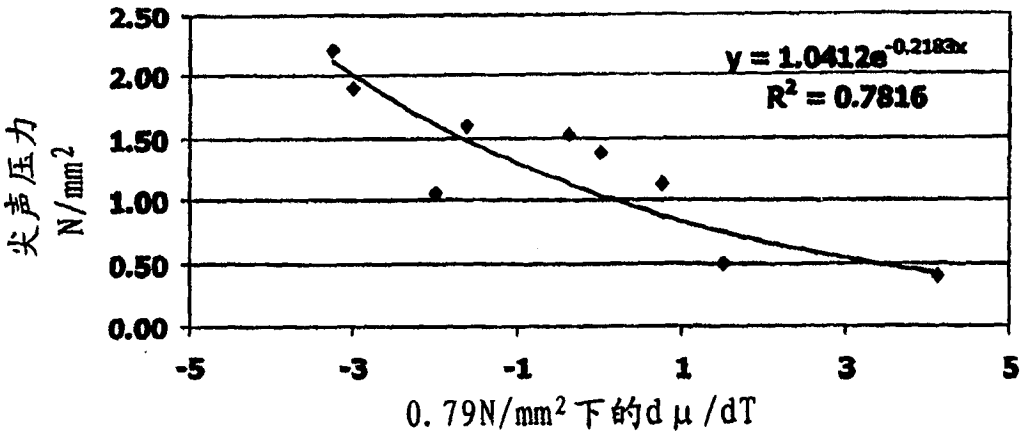


图 6

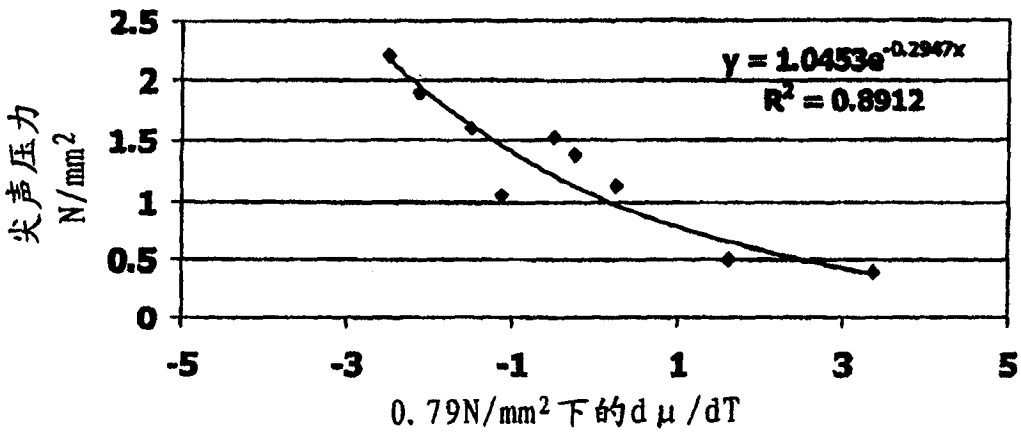


图 7

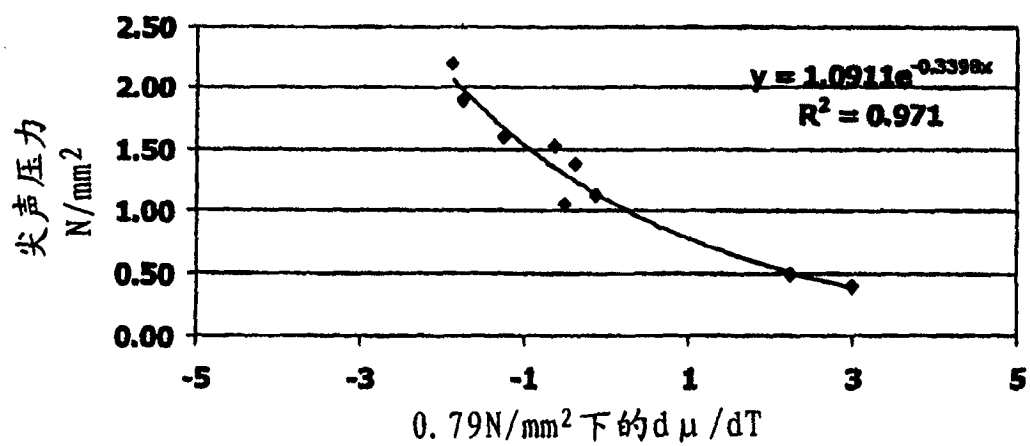


图 8

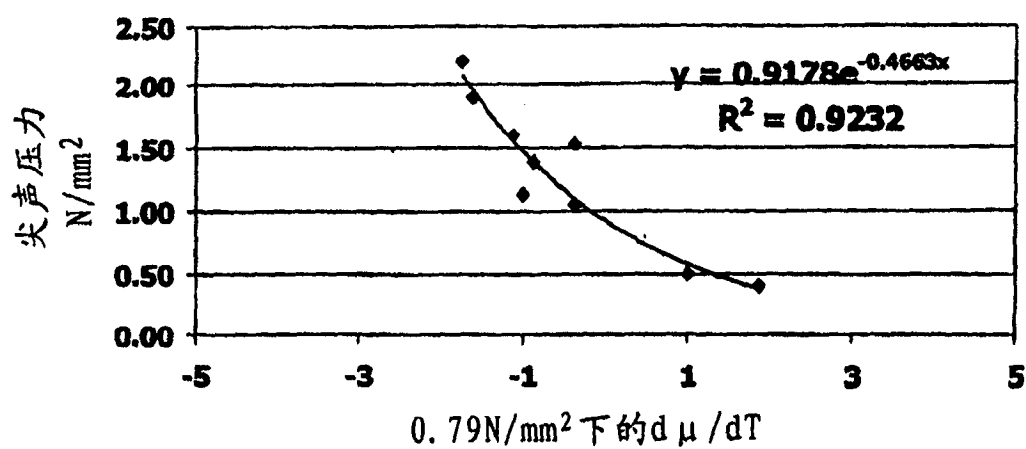


图 9

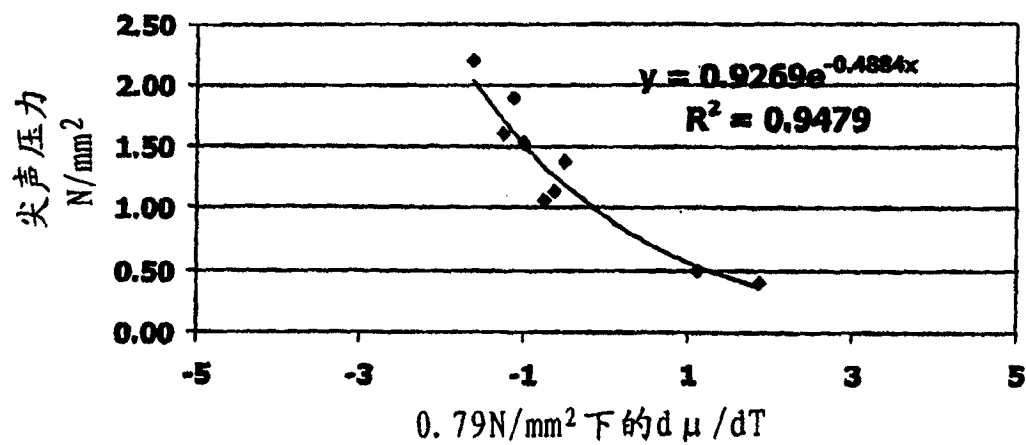


图 10

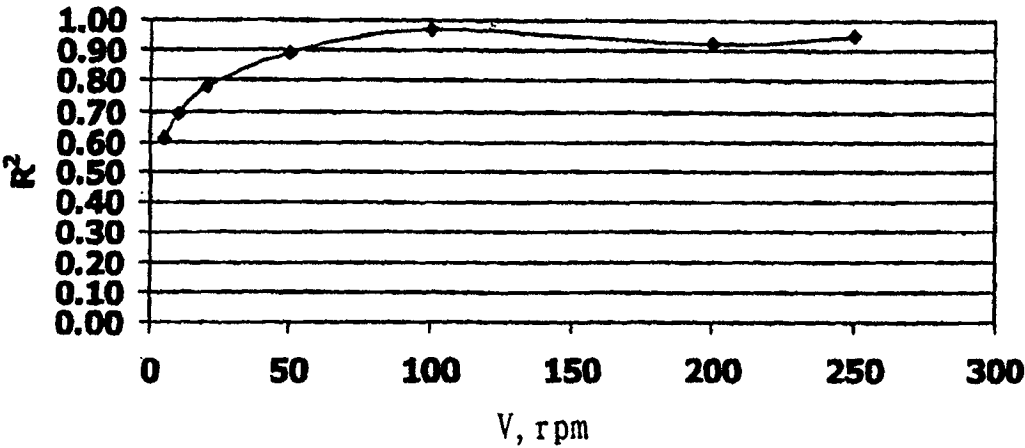


图 11

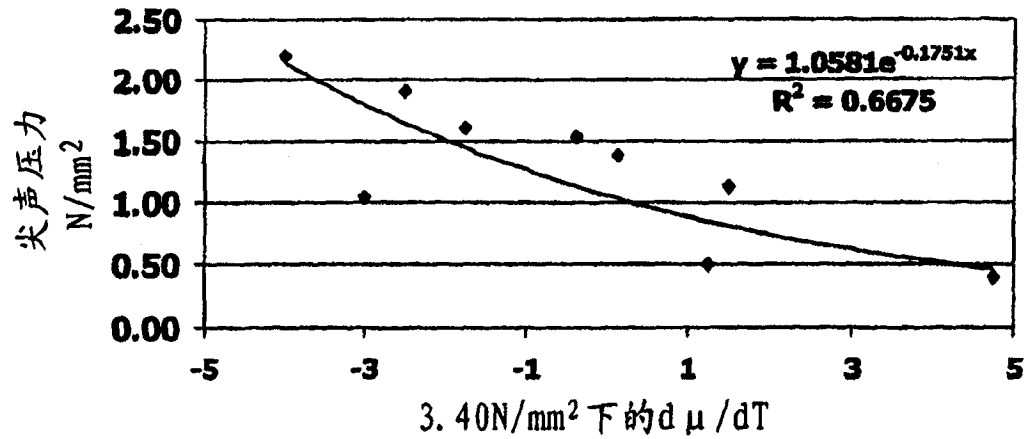


图 12

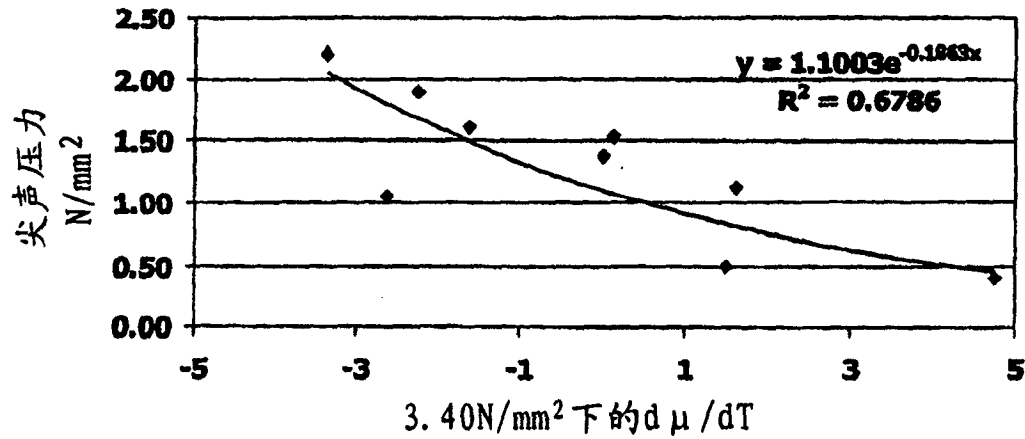


图 13

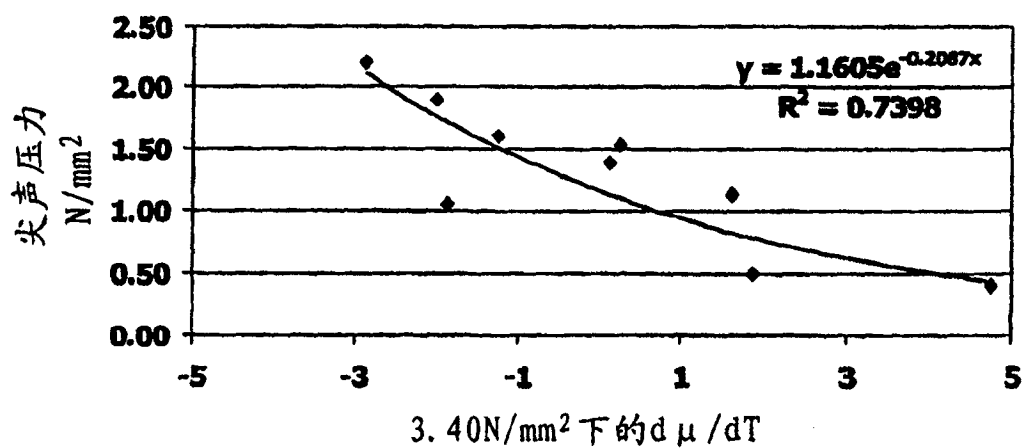


图 14

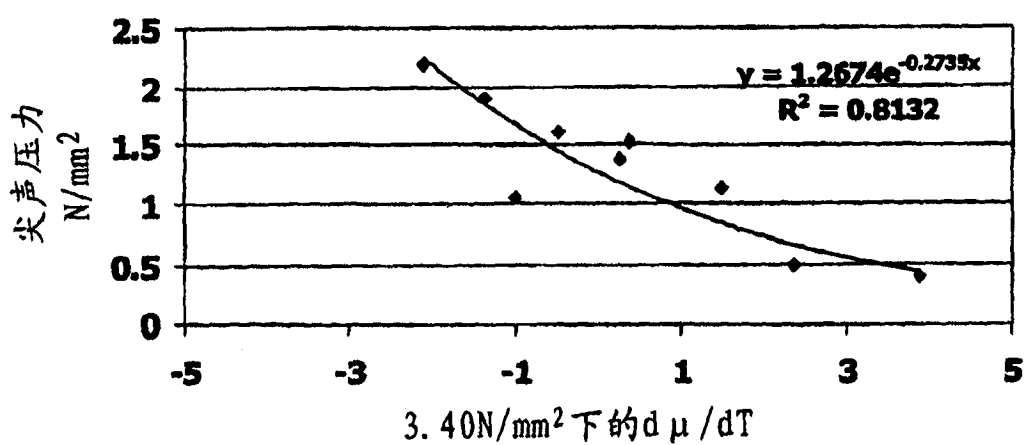


图 15

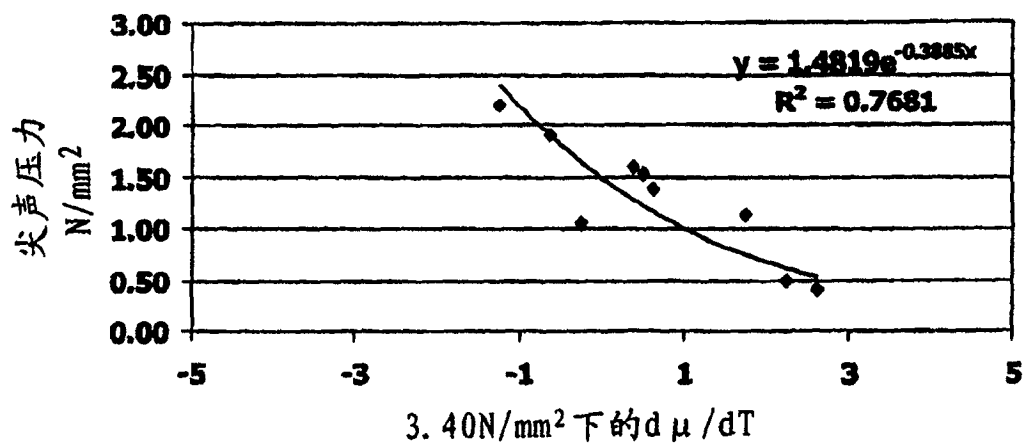


图 16

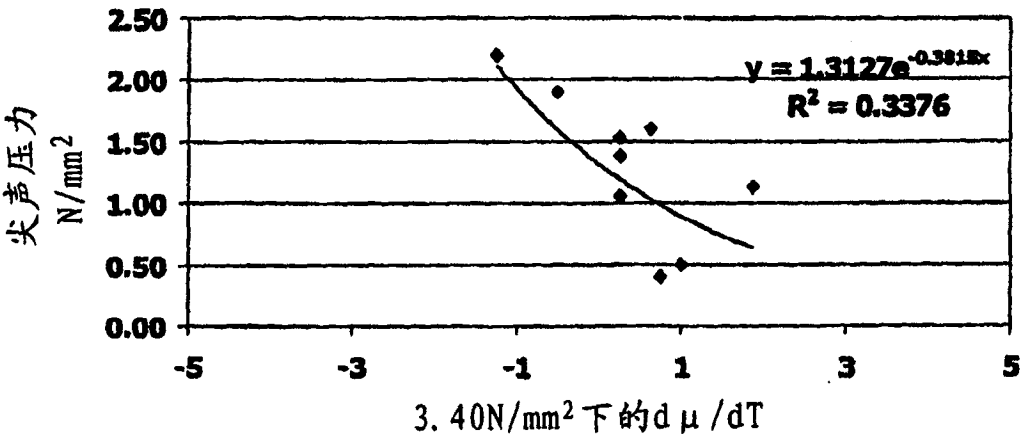


图 17

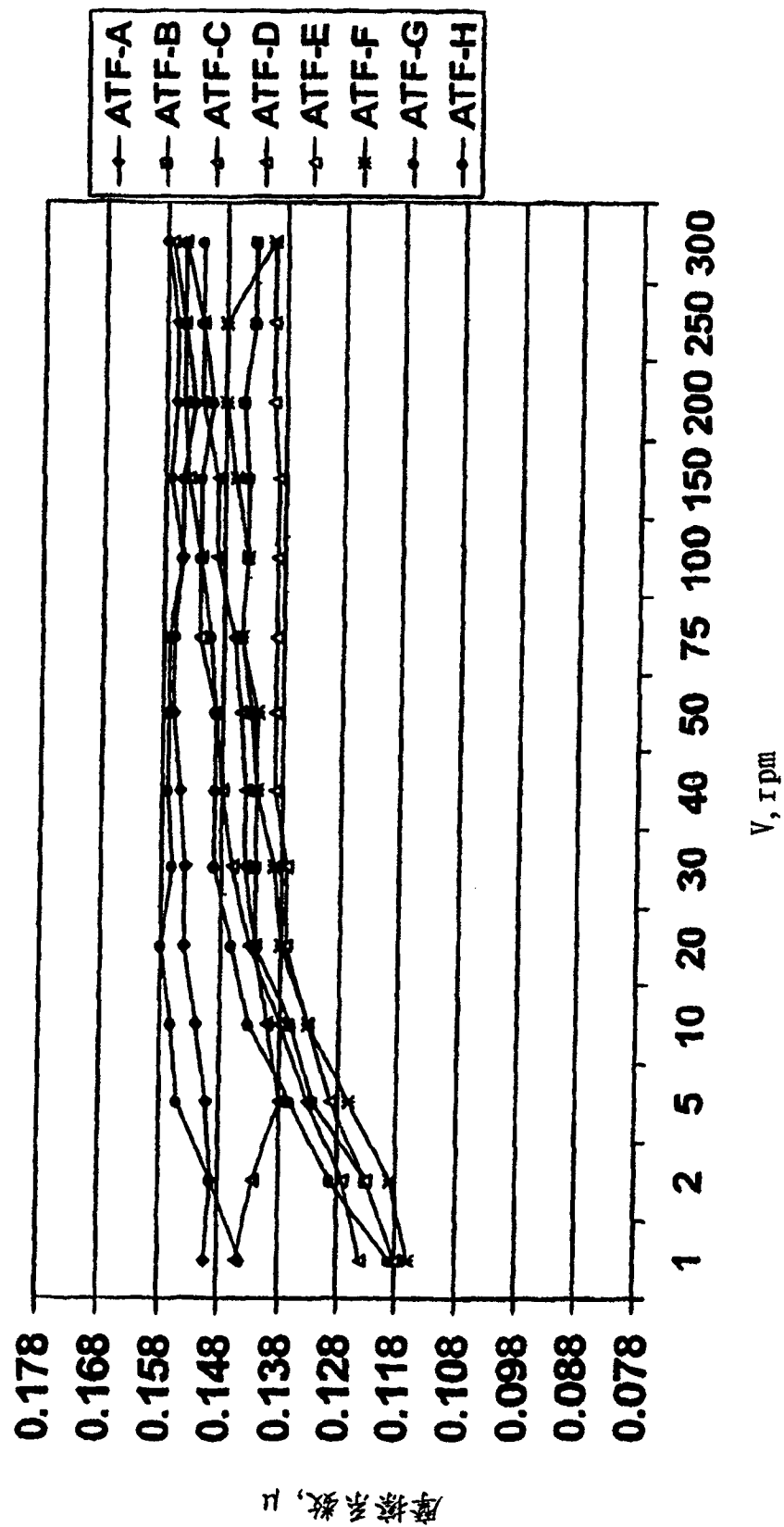


图 18

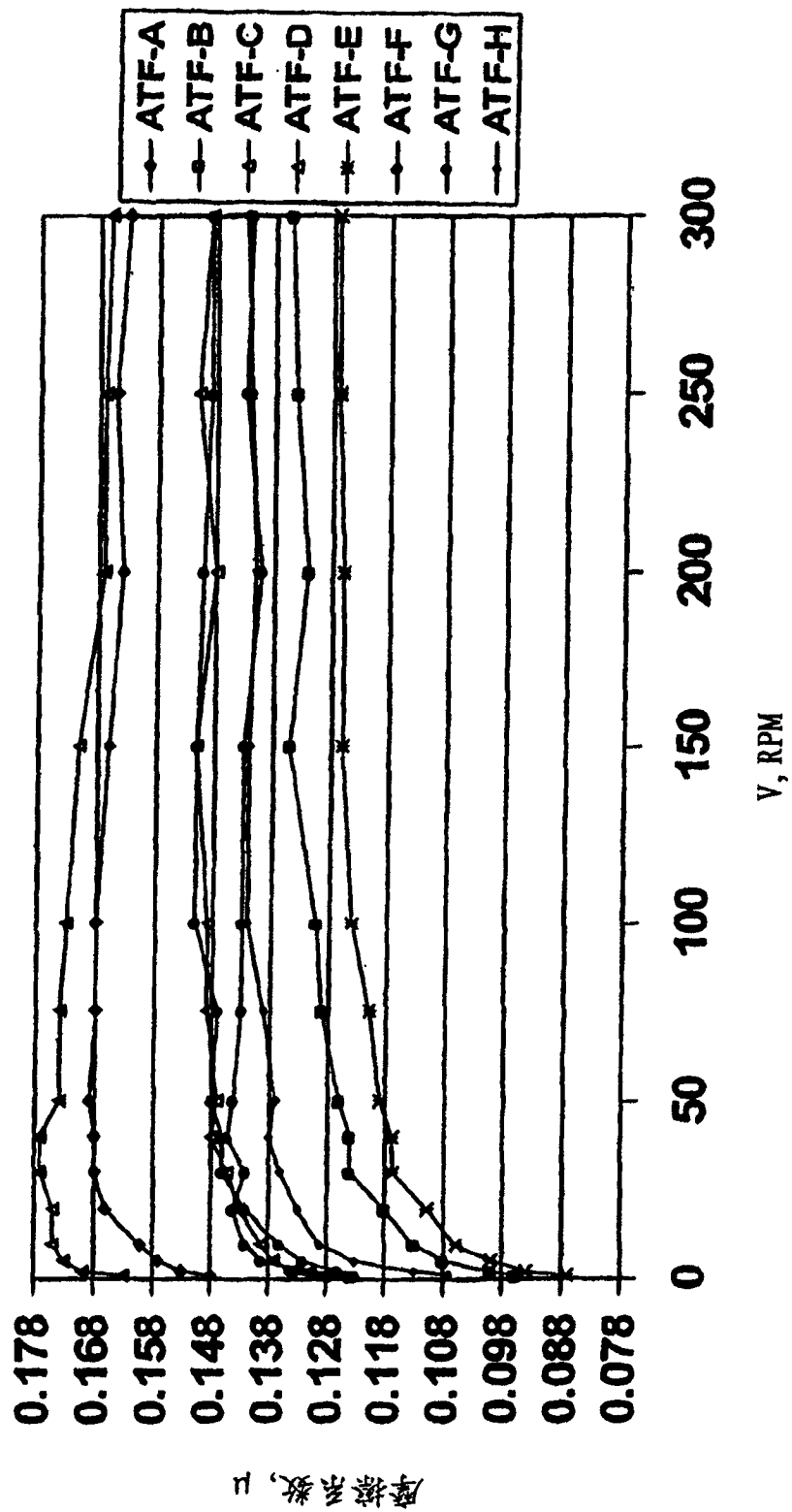


图 19

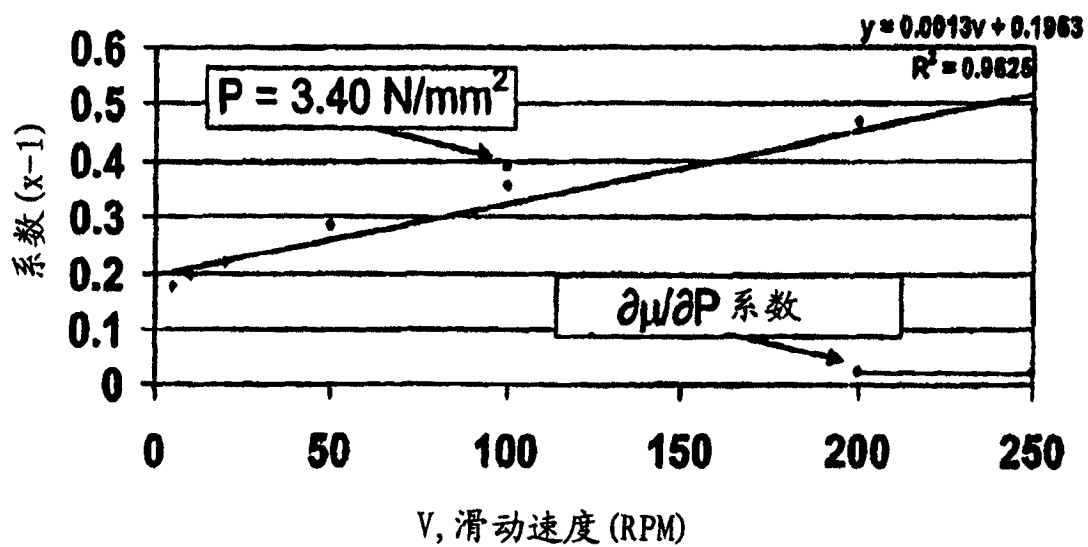


图 20

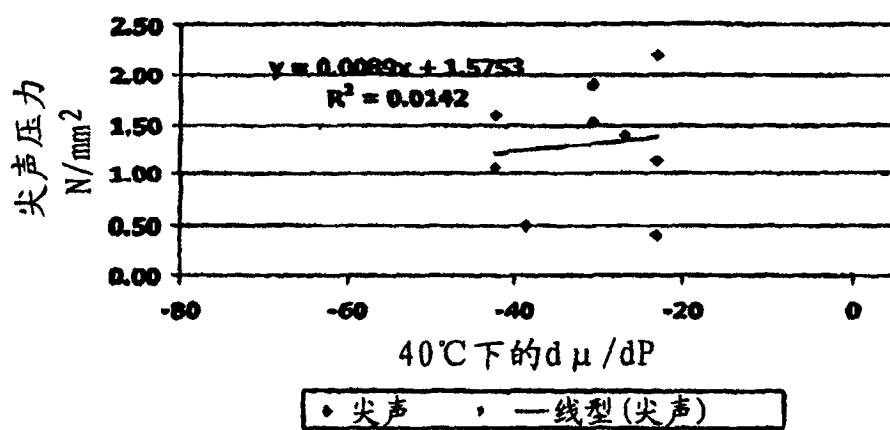


图 21

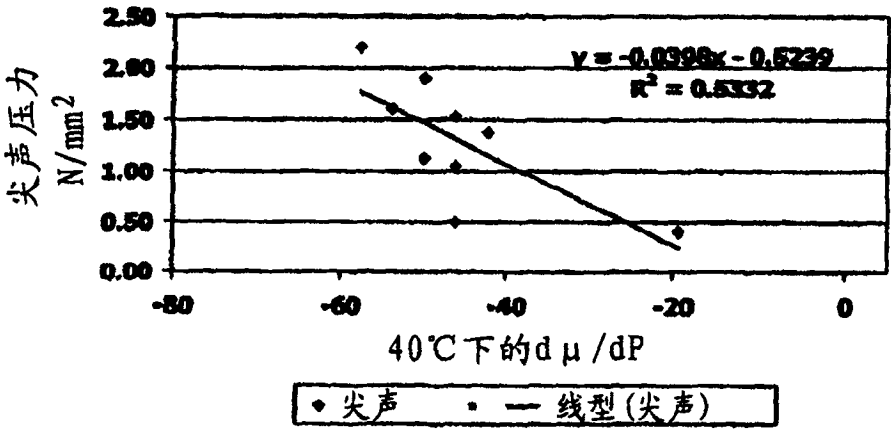


图 22

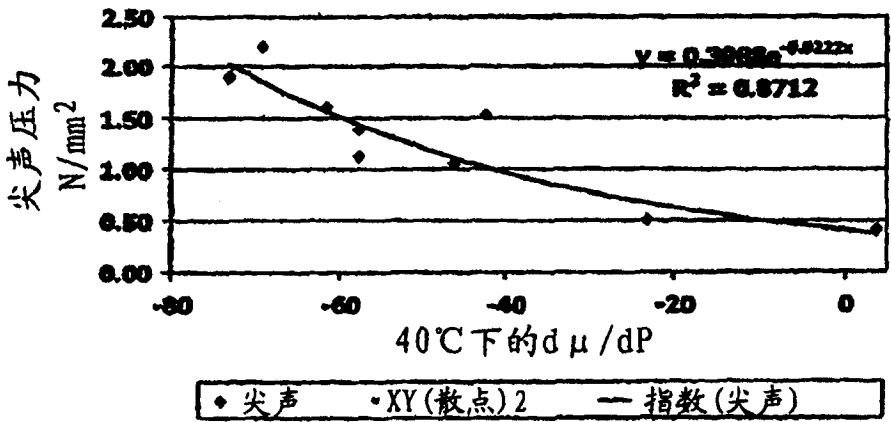


图 23

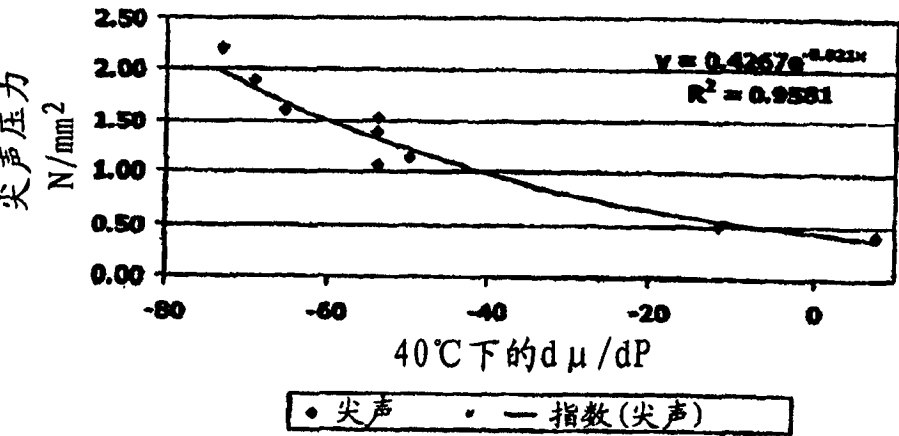


图 24

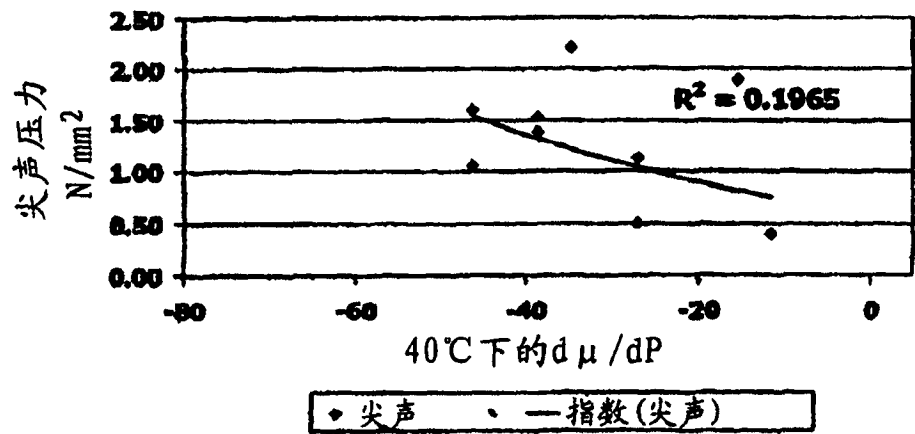


图 25

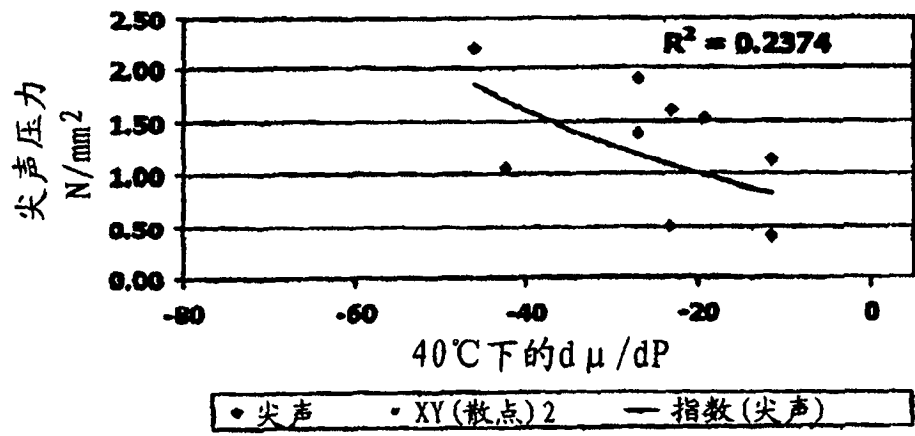


图 26

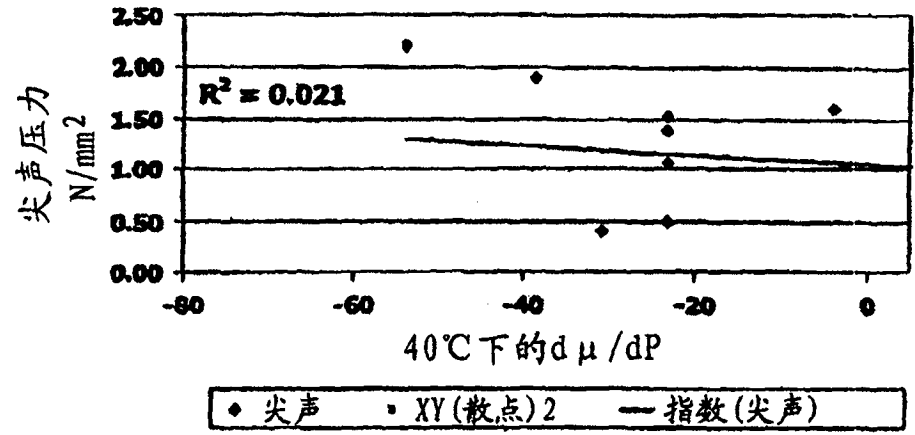


图 27

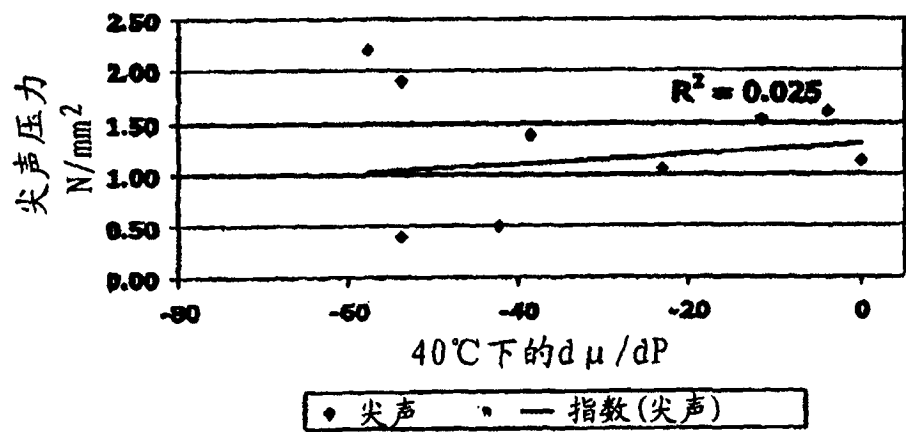


图 28

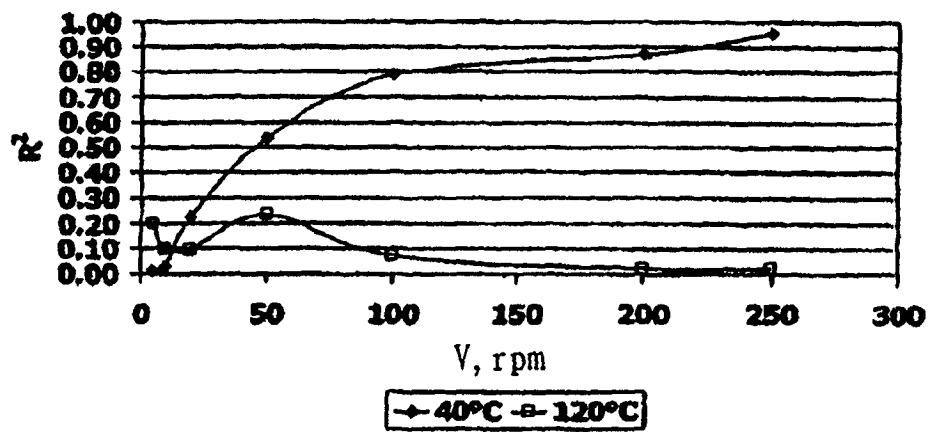


图 29