



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101395340 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 20

(21) 申请号 200780007563. 1

US 5899272 A, 1999. 05. 04,

(22) 申请日 2007. 03. 02

US 4374545 A, 1983. 02. 22,

(30) 优先权数据

CN 1165908 A, 1997. 11. 26,

2, 538, 936 2006. 03. 03 CA

US 2005/0189112 A1, 2005. 09. 01,

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 4126181 A, 1978. 11. 21,

2008. 09. 02

US 5069283 A, 1991. 12. 03,

审查员 高立虎

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CA2007/000342 2007. 03. 02

(87) PCT申请的公布数据

W02007/098606 EN 2007. 09. 07

(73) 专利权人 盖斯弗莱克能源服务有限公司

地址 加拿大阿尔伯塔省

(72) 发明人 德怀特·N·劳里 肖恩·T·梅舍尔

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理

有限公司 11246

代理人 龚燮英

(51) Int. Cl.

E21B 43/267(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5515920 A, 1996. 05. 14,

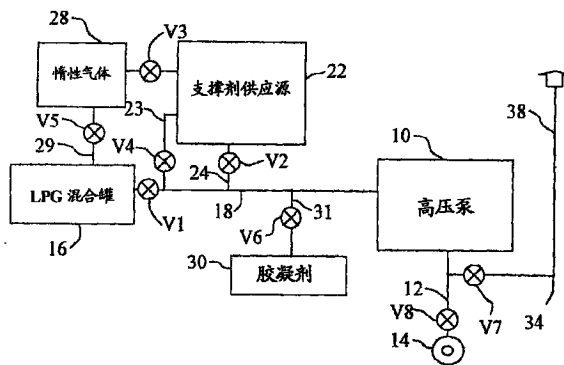
权利要求书1页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

液化石油气压裂系统

(57) 摘要

一种用于油井的压裂系统,其中 LPG 流、丙烷和丁烷的混合物以压裂压力被注入油井中。将支撑剂提供到 LPG 流中,由 LPG 混合物带入岩层。惰性气体例如氮气用于净化 LPG 系统部件,并帮助阻止爆炸的危险。在页岩气体或者煤层气体岩层压裂期间,氮气也可以加入 LPG 混合物。



1. 一种压裂流体源装置,该装置包括:
连接到油井的压裂压力泵;
压裂流体源,其被连接到该压裂压力泵以向其提供主要包括丙烷、丁烷或者丙烷和丁烷的混合物的压裂流体流;
惰性气体源,其被连接到该压裂流体源和该压裂压力泵以向其提供惰性气体;以及
控制器,其用于控制该压裂流体源、压裂压力泵和惰性气体源;
支撑剂供应源,用于将支撑剂提供到来自于该压裂流体源的该压裂流体流中,该支撑剂供应源由该控制器控制;
其中,该惰性气体源还用于向该支撑剂供应源提供惰性气体。
2. 根据权利要求1所述的压裂流体源装置,其特征在于,进一步包括胶凝剂供应源,其用于将胶凝剂提供到来自于该压裂流体源的该压裂流体流中,该胶凝剂供应源由该控制器控制。
3. 根据权利要求1或2所述的压裂流体源装置,其特征在于,该支撑剂供应源包括正压力导管。
4. 根据权利要求1或2所述的压裂流体源装置,其特征在于,该支撑剂供应源包括离心泵。
5. 根据权利要求1或2所述的压裂流体源装置,其特征在于,支撑剂通过螺旋钻定量供应给该压裂流体流。
6. 根据权利要求1或2所述的压裂流体源装置,其中该压裂流体源包括隔离罐。
7. 根据权利要求1所述的压裂流体源装置,其特征在于,该支撑剂供应源包括:
离心泵,其用于将该压裂流体流从该压裂流体源泵入该压裂压力泵,该离心泵具有连接到支撑剂定量供应的入口。
8. 根据权利要求7所述的压裂流体源装置,其特征在于,该离心泵结合一个或者多个控制阀,该控制阀定位于控制材料流动通过该入口从该支撑剂定量供应进入该离心泵。

液化石油气压裂系统

背景技术

[0001] 在传统压裂井、产生岩层、新油井或者已经取得产量的低产量油井中，岩层可被断裂来试图达到更高的产出速率。支撑剂和压裂流体在搅拌器中混合，然后泵入充满石油或者汽油承载岩层的油井中。高压应用到这个井中，岩层断裂和压裂流体携带的支撑剂流入岩层中。岩层中的支撑剂保持岩层在压力释放之后仍然张开，产量就恢复了。已经公开了各种流体用于压裂流体，包括各种碳氢化合物、氮和二氧化碳的混合物。

[0002] 必须小心选择压裂流体。压裂流体必须具有足够的粘性来将支撑剂带入岩层，应当最小化岩层破坏和必须安全使用。保留在岩层中的压裂流体在压裂之后是不期望的，因为它可以阻塞气孔并降低油井产量。为此，已经使用二氧化碳作为压裂流体，因为当压裂压力减小之后，二氧化碳气化并易于从油井中除去。

[0003] 更低级烷烃例如丙烷也被建议作为压裂流体。因此，美国专利 no. 3, 368, 627 描述了一种使用液化 C2-C6 碳氢化合物和二氧化碳混合的化合物作为压裂流体的压裂方法。作为更低级烷烃，丙烷和丁烷本质上不会破坏岩层。然而，这个专利没有描述如何完成丙烷或丁烷的安全注入，或者如何将支撑剂注入丙烷或丁烷压裂流体。美国专利 no. 5, 899, 272 还描述了将丙烷作为压裂流体，但该专利中所述的注入系统没有商业化。因此，虽然丙烷和丁烷由于它们的粘性、低重量和易于恢复是适合于压裂的流体，但是那些不怎么样的特性使丙烷和丁烷很危险。

发明概要

[0004] 根据液化石油气 (LPG) 压裂系统的一个实施例，提供了一种装置用于压裂油井穿过的岩层。压裂爪力泵连接到油井。连接到压裂流体源以向压裂压力泵提供包括丙烷和 / 或丁烷的压裂流体的流。在一个实施例中，连接到包括支撑剂的支撑剂供应源来向来自于压裂流体源的压裂流体流提供支撑剂。在一些实施例中，支撑剂供应源是正向压力导管，而在其它实施例中包括离心泵。连接到惰性气体源向压力导管和其它系统部件提供惰性气体。控制器控制系统部件，例如压裂流体源、支撑剂供应源、惰性气体源和压裂压力泵的操作来向油井提供压裂流体流。丙烷和丁烷提供压裂液化气的优点，同时也提供比二氧化碳更高的粘性用于将支撑剂带入岩层深处。丙烷和丁烷的这个特性提供有效的压裂扩充。然后丙烷或丁烷蒸发并与岩层气体混合。然后可以用岩层气体产生丙烷或丁烷。戊烷和少量的其他碳氢化合物也可以包含在压裂流体中。

[0005] 根据 LPG 混合压裂的进一步的实施例，提供了一种使用 LPG 混合物作为压裂流体的压裂油井的方法。惰性气体例如氮气用作气膜和压力测试流来保证使用 LPG 作为压裂流体的安全性。当氮气加入压裂流体中时，该方法具有压裂煤或者页岩岩层特别的作用。

[0006] LPG 混合压裂的这些和其他方面在权利要求中说明，这些权利要求通过参考结合于此。

附图说明

- [0007] 现在参考附图描述实施例,其中相同参考符号表示相同部件,通过实例,其中:
- [0008] 图 1 是根据 LPG 混合压裂的第一实施例显示压裂系统的主要部件的示意图;
- [0009] 图 2 是显示用于图 1 的压裂系统的控制器的示意图;
- [0010] 图 3 是根据用于压裂页岩或者煤层岩层的 LPG 混合压裂的实施例显示压裂系统的主要部件的示意图;
- [0011] 图 4 显示用于将支撑剂和 LPG 混合物泵入高压力泵的动态密封泵系统;
- [0012] 图 5 显示动态密封支撑剂引入系统的另一个视图;
- [0013] 图 6 显示绝缘 LPG 混合罐的截面图;
- [0014] 图 7 是根据 LPG 混合压裂的另一个实施例显示压裂系统的主要部件的示意图;
- [0015] 图 8 显示容纳用于图 7 的压裂系统的支撑剂引入系统的支撑剂站点的入口侧;
- [0016] 图 9 显示容纳用于图 7 的压裂系统的支撑剂引入系统的支撑剂站点的出口侧;以及
- [0017] 图 10 显示已经压裂的地表岩层。

具体实施方式

[0018] 在权利要求中,术语“包含”用于包含含义,并不排除出现其他成分。权利要求特征之前的不定冠词“a”不排除出现多于一个特征。在此描述的每个单个特征可以用于一个或者多个实施例,由于只在这里描述,并不被解释为对权利要求限定的所有实施例都是必须的。

[0019] 参考图 1,先是一种装置用于压裂油井穿过的岩层。压裂压力泵 10 是装配在一个或者多个拖车上的一个或者多个泵,通过管道 12 连接到油井 14。管道 12 如图 1 中所示的所有其它管道一样,是具有压力定额和抗腐蚀能力的适合于应用到管道的压力的传统管道或者软管。压裂压力泵 10 应用的压力是适合于压裂岩层的压力。示例性压裂压力泵是具有水冷却涡轮的柴油机 Quinflex™ 泵,或者电能驱动 Triplex (tm) 活塞泵,但是可以使用任何合适的泵。多于一个泵设备可以用作泵 10。

[0020] 连接到压裂流体源 16 通过管道 18 和管道 18 上的丙烷控制阀 V1 向压裂压力泵 10 提供包括丙烷增压 LPG 混合物,或者丙烷和丁烷的混合物的压裂流体流。为了成本效率,可能实际上压裂流体是主要是丙烷和丁烷的混合物,因为分离丙烷和丁烷是很昂贵的。LPG 混合物还可以包含少量的戊烷和更高阶碳氢化合物。控制阀 V1 控制来自于压裂流体源 16 的压裂流体的流动。阀 V1 也是传统阀用于控制压裂流体的流动。压裂流体源 16 是一个或者多个压力适合于向压裂压力泵 10 提供丙烷和 / 或丁烷,还适合于在管道 18 的流体中携带支撑剂的丙烷、丁烷、或者丙烷和丁烷罐。压裂流体源 16 维持在大约 50 磅 / 平方英尺到 100 磅 / 平方英尺的压力,在一个实施例中可以达到 250 磅 / 平方英尺。随着来自于压裂流体源 16 的压裂流体在压裂中耗尽,可以加热来维持蒸发压力或者由惰性气体例如氮气来加爪,以在压裂流体源 16 中维持足够的压力来向压裂压力泵 10 提供携带支撑剂的压裂流体流。丙烷和 / 或丁烷通过 LPG 混合物压裂流体容量可以一起包含 50%、80%、90%、95% 和直到 100%。

[0021] 连接到包含支撑剂的支撑剂供应源 22 来通过管道 24 向管道 18 中的压裂流体流提供支撑剂。在一个实施例中,支撑剂供应源 22 是正向压力导管,能够抵抗操作压力,该压

力例如是为了安全操作高于 200 磅 / 平方英尺的足够的压力。术语正向压力意味着压力导管具有比大气压力更高的操作压力。来自于支撑剂供应源 22 的支撑剂流由支撑剂控制阀 V2 控制。优选地通过管道 23 和阀 V4 连接到压裂流体源 16 来向支撑剂供应源 22 提供压裂流体。在一个实施例中,作为支撑剂供应源 22 的压力导管可以适应于通过重力提供支撑剂,通过控制阀 V2,或者经一个或者多个位于支撑剂供应源 22 的底部之中和沿着支撑剂供应源 22 的底部或者位于支撑剂供应源 22 外部的螺旋钻。可以使用其它计量系统用于从支撑剂供应源到压裂流体流的支撑剂传输,例如各种类型的泵。为了提供不同的筛沙网格或者其它支撑剂,支撑剂供应源 22 可以划分,如下面压裂过程所示。可选地,可以提供多于一个支撑剂供应源 22 来为更大的压裂、或者不同尺寸的支撑剂提供更多支撑剂。支撑剂供应源 22 还可以是包含压力的泵系统,例如关于图 4 和 5 所述的。

[0022] 连接到惰性气体源 28 来向支撑剂供应源 22 提供惰性气体。惰性气体的提供由惰性气体控制阀 V3 控制。优选地惰性气体是氮气。惰性气体应当处于足够的压力来将 LPG 混合压裂流体维持为液体,阻止 LPG 混合压裂流体回流到支撑剂供应源 22 并帮助将压裂流体驱动到高压泵 10。还可以连接到惰性气体源 28 来经线路 29 和阀 V5 向压裂流体源 16 提供控制数量的惰性气体。压裂流体的胶凝流体可以从胶凝流体源 30 通过具有阀 V6 的线路 31 提供给压裂流体线路 18。胶凝流体在压裂压力泵 10 之前提供给压裂流体,可以在支撑剂源 22 之前或者之后提供给压裂流体。胶凝流体包括催化剂和断路器,可以是用于胶凝丙烷或丁烷的任何合适的胶凝流体。胶凝流体中的胶凝剂可以是用于胶凝丙烷、丁烷、戊烷或者丙烷、丁烷和戊烷混合物的任何合适的胶凝剂,并且可以改变来适合于压裂流体的实际组分。合适的胶凝剂的一个示例是由具有亚磷酸三甲酯的第一反应五氧化二磷和具有 3-7 个碳的烃链的醇产生的,或者在进一步示例中具有 4-6 个碳的烃链的醇。形成的磷酸酯然后与硫酸铝反应来产生期望的胶凝剂。产生的胶凝剂具有 3-7 个碳的烃链,或者在进一步示例中具有 4-6 个碳的烃链。胶凝剂的烃链因此在长度上与作为压裂流体的液化石油气的烃链相当。这个胶凝剂胶凝丙烷或丁烷流体比具有更长的烃链的胶凝剂更有效。调节胶凝剂在压裂流体中的比例以获得胶凝压裂流体中的合适的粘性。

[0023] 为了释放各个线路中的压裂流体,提供通向火把烟囱 38 的压裂释放线路 34。压裂释放线路 34 中的流动由一个或者多个释放阀 V7 控制。线路 12 中到油井 14 的流动由源控制阀 V8 控制。氮气典型地作为冷却液态氮存储,并且为了向压裂流体罐 16 和支撑剂供应源 22 提供压力通过热交换器提供给图中所示的各个线路。热交换器应当维持在远离 LPG 设备的安全距离。支撑剂供应源 22 可以在具有负载传感器的支线上支持,负载传感器给出支撑剂剩余量的指示,因此还指示传输到油井的支撑剂量。

[0024] 如图 2 所示,连接到控制器 32 来控制压裂流体控制阀 V1、支撑剂控制阀 V2、惰性气体控制阀 V3、和压裂压力泵 10 的操作,为了向油井提供支撑剂和压裂流体流。控制器 32 还连接到阀 V4、V5、V6、V7、V8、V9 和其他需要的阀来控制他们的操作。阀 V1-V9 因此可以远程操作,这样在紧急情况时可以控制他们而不用让操作人员暴露于危险之中。控制器 32 是任何合适的计算机或者处理器,配备有传统显示器和操作者输入控制台。指示控制器 32 和被控制部分之间连接的线路表示传统控制线路。整个系统通过控制器 32 远程控制。控制器 32 实现除本专利说明书中所述内容之外传统的压裂处理算法。控制器 32 还通过控制线路连接到泵(未显示),该泵在某些实施例中与胶凝流体源 30、支撑剂供应源 22 和惰性

气体源 28 关联。

[0025] 在操作图 1 和 2 中所示的装置期间,控制器 32 用于实现以下步骤。通过例如合适的入口将支撑剂加入支撑剂供应源 22,该入口然后关闭。支撑剂可以是任何天然的或者人工支撑剂。漏斗(图 1 中未显示,但图 9 和 10 中举例显示)或者其它合适的设备可以用于将支撑剂加入支撑剂供应源 22。使用阀 V8 关闭油井 14。通过打开阀 V3,惰性气体从惰性气体源 28 注入支撑剂供应源 22 来形成气层。惰性气体还从惰性气体源 28 注入会与 LPG 混合物关联的所有系统部件,包括线路 12、18、24、29、31 和 34、阀 V1-V8、压裂爪力泵 10、和系统部件来清除任何气体和压力测试泄漏。泄漏可以通过视觉、嗅觉、声音或者电子设备例如嗅探器和激光器检测到。只有当系统已经进行了压力测试,压裂流体才可以注入系统部件。

[0026] 压裂流体源 16 典型地预先加压到 50 磅/平方英尺到 100 磅/平方英尺的压力,但是压裂流体源 16 还可以在站点从分离的丙烷和/或丁烷源装料。一旦系统经过安全压力测试,包括 LPG 混合物压力测试,源控制阀 V8 就打开了。爆炸系统可以用燃烧器测试。压裂流体控制阀 V1 在控制器 32 的控制下打开,向压裂压力泵 10 提供压裂流体,并且压裂压力泵 10 开启来用 LPG 混合物填充油井。通过打开阀 V6 胶凝剂从胶凝源 30 通过线路 31 加入到管道 18 中的压裂流体中,同时油井正在被压裂流体填充。然后使用压裂压力泵 10,油井 14 的压力逐渐上升,并建立注入速率来逐渐增加油井 14 中的压裂流体的压力,并继续用压裂流体填充油井。因此液化状态爪裂前置液应用到油井 14 来开始压裂。压裂前置液现有技术中已知的,根据操作者确定的油井的压裂过程可以消耗不同量的爪裂流体。压裂爪力逐渐增加来破坏岩层,允许压裂传播到岩层中。

[0027] 在前置液注入到油井 14 中之后,将支撑剂加入压裂流体流。在一个实施例中,控制阀 V4 在控制器 32 的控制下打开,将液化压裂流体提供给支撑剂供应源 22。液化压裂流体与支撑剂在支撑剂供应源 22 中混合。支撑剂控制阀 V2 然后打开以允许支撑剂进入管道 18 中的压裂流体流,通过重力或者机械方法例如通过使用螺旋钻。可能需要来自于惰性气体源 28 的压力来迫使 LPG 混合物和支撑剂进入管道 18。在线路 23 上也可能需要泵(未显示)来保证将压裂流体提供给支撑剂供应源 22 来对抗来自于惰性气体源 28 的压力。在另一个实施例中,控制阀 V4 没有打开,但通过重力和在压力导管 22 的出口使用螺旋钻将支撑剂直接从爪力导管 22 提供给线路 18。在此实施例中,来自于源 28 的惰性气体的超量可以应用到压力导管 22 来阻止压裂流体回流到压力导管 22。其它限制压力的方法可以用来将支撑剂注入 LPG 混合压裂;例如如下面关于图 4 和 5 所述的。压裂压力泵 10 然后将包括胶凝爪裂流体流的支撑剂泵入油井 14。加入的支撑剂的量由压裂操作员决定。

[0028] 在压裂过程中的适当的点,当压裂操作员判断已经向油井中加入了足够的支撑剂时,油井顶部关闭,惰性气体例如氮气再次用于净化所有部件,包括与 LPG 混合物接触的所有线路、阀、泵和罐,而不是丙烷/丁烷罐,为了从系统部件中清除所有的丙烷和丁烷。

[0029] 在操作员确定的适合于油井压裂的一段时间之后,压力从油井释放。差不多在相同时间(典型地 2-4 小时)就是凝胶体破裂的时刻。油井中的液化压裂流体然后由于失去压力和储层的热吸收而蒸发。油井中的气态丙烷和/或丁烷与岩层气体混合,并容易由于岩层的热和压力而转移到表面,留下压裂压力产生的断层中的支撑剂。从油井中释放的丙烷和/或丁烷气体可以提炼或者提供给气体排出线路 34,在此他们可以通过火把烟囱 38 而

燃烧,或者提炼或者流入气体管线用于销售给其他人。传统地,在图 1、3 或者 8 的任一个实施例中,在线路 12 上提供密度仪来向压裂操作者提供支撑剂和压裂流体进入油井的量的反馈。

[0030] 因为压裂流体是从压裂流体源 16 中提取的,可控制量的惰性气体可以加入压裂流体源 16 来使用阀 V5 替换压裂流体,维持压裂流体源 16 中的压力和帮助减少爆炸的危险。

[0031] 气体压裂还可以在煤层或者页岩层上完成来提高煤气或者页岩气的产量。在煤气压裂或者页岩气压裂中,生产层上的静液压力头必须减少到最少。为此已经使用级数为 70,000m³ 每爪裂高容量的氮气,以及由此产生的高流速。在气体压裂到煤层或者页岩层的应用中,LPG 混合物与氮气混合。

[0032] 如图 3 所示,在应用于煤层或者页岩层的 LPG 混合压裂实施例中,惰性气体源 28 通过管道 42 连接到线路 12,在阀 V9 的控制下将氮气提供给油井。使用了如图 1 的压裂使用的装置所使用的同样的安全过程和设备,如上所述。但是,引入压裂流体流的支撑剂可以使用各种设备,例如图 4、5 和 6 中所示的。通常,对于具有氮气的煤层或者页岩层压裂,使用传统过程实现压裂,外加使用 LPG 混合流体来将支撑剂带入煤层或者页岩层。

[0033] 在煤层或者页岩层的 LPG 混合压裂的某些实施例中,当已经通过高流速高压氮气对煤层施加压力时,(为了产生岩层的断层使用来自于源 28 提供给油井 14 的氮气) 阀 V1 打开,泵 10 激活,将 LPG 压裂流体泵入进入油井 14 的氮气流。管道 18 中的 LPG 混合物与来自于胶凝剂源 30 的胶凝剂胶凝。当期望数量的胶凝 LPG 压裂流体泵入油井 14 中时,在一个实施例中阀 V4 打开以允许压裂流体流入支撑剂供应源 22。在一个实施例中,惰性气体也从惰性气体源 28 提供给支撑剂供应源 22。一旦打开阀 V2,支撑剂流入管道 18 并与压裂流体混合。在线路 23 上可能需要泵(未显示)来保证提供压裂流体流入支撑剂供应源 22,通过对抗来自于惰性气体源 28 的压力。泵 10 然后将包含支撑剂的胶凝 LPG 压裂流体泵入进入油井 14 的氮气流。合成的胶凝氮气-LPG 混合物可以将支撑剂从支撑剂源 22 带入油井和储层。一旦足够的支撑剂运输到油井 14 中,就终止其它的支撑剂。在支撑剂流终止之后 LPG 压裂流体可以继续加入。氮气和来自于压裂流体源 16 的压裂流体的比例是根据期望在断层中放置支撑剂的期望的量来控制的。在可控制的时间,大约当胶凝破裂时,泵 10 和惰性气体源 28 提供的压力减少到允许回流。油井 14 中的已经将支撑剂带入压裂流体和氮气产生的断层的 LPG 混合物然后气化,可以从油井 14 中随着氮气和断层气体排出。留在断层中的支撑剂提高了煤层或者页岩层的渗透性,但使用 LPG 和氮气提供了允许断层继续生产气体的低静压气体压力。

[0034] 现在给出示例,30 公吨支撑剂丙烷-丁烷下入管道断层处理油井,该油井钻孔达 2500 米深、具有 129.7mm²3.06kg/m 的外壳、88.9mm,12.84kg/m 的管道和 89 度的 BHT。处理目标是在通过执行 31 公吨胶凝丙烷丁烷处理在钻孔层激发气体断层。压裂的设计规格为:

[0035] 酸前锋 (Acid Spearhead) :1m³15% HCl 酸前锋 (Acid Spearhead)

[0036] 支撑剂 :1 公吨 50/140 沙子

[0037] 支撑剂 :30 公吨 30/50EconoProp

[0038] 基础流体要求 :117.0m³ 丙烷 / 丁烷

[0039] 最大流速 :4.0m³/min

[0040] 建立泵压力 :37.9Mpa

[0041] 最大流动功率要求 :2525kW

[0042] 执行常规预处理、安全和操作过程,包括与现场的所有人员进行预处理安全和操作会议,详细为:处理过程、人员职责、指定安全区域、压力极限、安全预防、安全设备的位置、安全和撤退计划、和危险识别。

[0043] 其它的现场准备包括装配压裂设备来泵下管道,装配环带抽水机来抑制处理压力,设置环带压力释放阀,和压力测试表面线路到油井操作者设置的压力极限。

[0044] 根据下面的支撑剂流体计划执行气体压裂,包括酸前锋 (Acid Spearhead)。如果筛选出发生了,泵应当不再重起。油井应当流动指定的流体容量,计算为 0.5m³ 流动 (underflush)。在流动的开始,所有泵应当关闭,ISIP 记录,气体压裂设备装配。处理之后的过程包括:一旦可能安全就以控制速率流回油井。确保随着调整线路流回油井。继续流动直到油井清理干净。记录生产和评估结果。

[0045]

支撑剂流体计划							
阶段	泥浆	流体			支撑剂		
	搅拌 速率 (m ³ /min)	流体 速率 (m ³ /min)	附带 流体 (m ³)	阶段 流体 (m ³)	搅拌 条件 (kg/m ³)	支撑 阶段 (kg)	附带 支撑 (kg)
15% HCl 酸前锋			1.0	1.0			
前置液(P/B gel)	4.00	4.00	18.0	18.0			
开始 50/140 沙子	4.00	3.85	28.0	10.0	100	1,000	1,000
前置液(P/B gel)	4.00	4.00	36.0	8.0			
开始 30/50 EconoProp	4.00	3.85	45.0	9.0	100	900	900
增加 30/50 EconoProp	4.00	3.72	54.0	9.0	200	1,800	2,700
增加 30/50 EconoProp	4.00	3.48	63.0	9.0	400	3,600	6,300
增加 30/50 EconoProp	4.00	3.26	72.5	9.5	600	5,700	12,000
增加 30/50 EconoProp	4.00	3.07	82.5	10.0	800	8,000	20,000
增加 30/50 EconoProp	4.00	2.90	92.5	10.0	1,000	10,000	30,000
流动(P/B gel)	4.00	4.00	103.6	11.1			

[0046]

处理流体要求							
压裂处理 (m ³)	孔洞	前填充	前置	支撑	流动	btms	总计
丙烷 / 丁烷			36.0	56.5	11.1	13.4	117.0m ³

[0047]

运行化学添加计划						
压裂处理	孔洞	前填充	前置	支撑	流动	总计
加入丙烷 / 丁烷	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Conc.	Chem.
胶凝剂 (P/B gel)L/m ³			6.0	6.0	4.0	599.4L
催化剂 L/m ³			3.5	3.5	2.0	346.0L
流体断路器 L/m ³			3.0	3.0	5.0	333.0L

[0048] 匀变支撑剂计划

[0049]

阶段	流体		支撑剂		
	附带流体 (m ³)	流体 (m ³)	Conc. (kg/m ³)	支撑 (kg)	附带支撑 (kg)
预先主支撑剂	36.0	36			
预先偏离点	62.5	26.5	430	5,699	5,699
之后偏离点	82.5	20.0	1,000	14,301	20,000
维持阶段	92.5	10.0	1,000	10,000	30,000
流动	103.6	11.1			30,000

[0050] 计算

[0051] 到钻孔顶部的深度 2554.0m

[0052] 爪裂梯度 18.0kPa/m

[0053] 摩擦梯度 4.6kPa/m

[0054] 爪裂流体的详细重量 0.508

[0055] 搅拌速率 4.00m³/min

[0056] 底部压裂爪力：

[0057] = 爪裂梯度深度 (BHFP) = 18.0kPa/m × 2554m = 45,970kPa

[0058] 泵摩擦压力：

[0059] = 摩擦梯度 × 深度 (FP) = 4.6kPa/m × 2554m = 11,748kPa

[0060] 静液爪头：

[0061] - 详细重量 × 9.81kPa/m × 深度 (HH) = 0.508 × 9.81kPa/m × 2554m = 12,728kPa

[0062] 表面泵压力：

[0063] = BHFP+FP—HH(SPP) = 45,970kPa+11,748kPa—12,728kPa = 44,990kPa 需要泵

功率 := (SPP × Rate) / 60 = (44,990kPa × 4.00m³/min) / 60 = 2999kW 到钻孔。顶部的容积

[0064] 间隔长度 (m) 容积因子 (m³/m) 容积 (m³)

[0065] 管道 = 2554 0.00454 11.5

[0066] 外壳 = 10 0.012417 0.1

[0067] 总计 (m³) 11.6

[0068] 流动 (m³) 0.5

[0069] 没有超出流量 流动容积 (m³) 11.1

[0070] 图 4 显示了支撑剂泵系统,可以用于 LPG 混合压裂的实施例中作为支撑剂供应源 22。通过线路 46 将离心泵 44 连接到 LPG 混合提供 16。离心泵 44 的输出通过线路 48 提供给离心泵 50。离心泵 50 通过线路 52 连接到高压泵 10。泵 44 的运行在其入口 45 提供吸力,将 LPG 混合物吸入泵 44。泵 50 运行于比泵 44 更高的转数,将线路 48 中的 LPG 混合物泵入线路 52。线路 52 与通向高压泵 10 的管道连通,例如图 1 中的管道 18。泵 50 还在其中心入口 51 建立吸力,将支撑剂从图 5 中所示的支撑剂引入系统吸入。离心泵 50 作为压力导管,其中由泵在入口 51 产生的低压动态地密封泵 50,阻止释放 LPG 混合物回流出泵 50 的入口。为了净化图 4 中所示的支撑剂泵系统,线路 47 可以连接到惰性气体源 28。在线路 52 上的阀,等于图 1 中的阀 V2,控制 LPG 混合物的流动。

[0071] 图 5 中的细节是用于图 4 的泵 50 的支撑剂供应系统,因此可以作为支撑剂供应源 22。使用螺旋钻 58 将支撑剂引导到圆锥形储料器 72。氮气或者 CO₂ 可以通过喷嘴 80 提供给系统,为了维持操作压力或者惰性气层。圆锥形储料器 72 向入口 82 提供支撑剂,在此经过控制阀 84 和检验阀 86。戊烷可以通过喷嘴 87 提供,因为如果线路潮湿就可以提高支撑剂引入效率,在此实施例中,支撑剂通过入口 51 进入泵 50。泵 50 如图 4 中所示运行,将压裂流体从线路 48 通过离心力引入泵 50,在此与支撑剂混合。泵 50 由马达 53 提供动力,马达 53 转动叶轮。在图 5 中,压裂流体通过线路 48 提供给泵 50,压裂流体来自于 LPG 混合提供 16,如关于图 4 所述的。如图 4 所述,支撑剂和压裂流体的混合物然后被送出泵 50 进入线路 52。离心泵 50 的外环已知是螺旋形的。旋转叶轮 55 产生离心力,该离心力产生围绕叶轮 55 的周边的动态密封。这维持泵 50 的容积中的压力。叶轮 55 的速度和入口流动压力必须控制平衡来阻止通过叶轮 55 的回流。

[0072] 参考图 5,在系统的常规操作压力下,检验阀 86 保持打开并允许支撑剂平缓流入泵 50。在泵 50 故障或者关闭的情况下,入口 51 中压力的即刻增加会导致检验阀 86 和控制阀 84 关闭。压力增加会使 LPG 混合物打破动态密封和使 LPG 混合物通过支撑剂入口回流,形成可以导致危险情况的易燃气体混合物。通过插入阀 84 和 86,可以防止这个危险情况。控制阀 84 是通过控制器 32 远程液压操作的。气体传感器 88 可以安装在控制阀 84 上,可以在气体回涌通过系统的情况下提醒控制器 32 关闭控制阀 84。检验阀 86 和控制阀 84 可以响应于压力改变而自动操作,或者可以在控制器控制的计算机控制下操作。控制阀 84 作为检验阀 86 的备用阀。阀的任何其它组合或者使用可以结合进来以完成检验阀 86 和控制阀 84 的功能。在压裂之前或者之后,图 4 和 5 的支撑剂引入系统可以由引入氮气通过线路 47 到 80 而净化。图 5 的装置还可以用于传输压裂流体例如高蒸汽压力碳氢化合物,例如 C₅、C₆ 和 C₇ 碳氢化合物、液态 CO₂ 和乙醇到高压压力压裂泵。从压裂流体源向离心泵 50 供应这种流体可以通过使用惰性气体作为驱动流体或者使用合适的泵来提供。这些其他流体也可以与 LPG 混合流体混合并存储在压裂流体源 16 中,或者在二氧化碳的情况下,存储在独立地二氧化碳罐中。

[0073] 在另一个实施例中,LPG 混合物在被引入油井之前被冷却来降低蒸汽压力。为了维持加压的丙烷、丁烷或者丙烷和丁烷的混合物的 LPG 混合物处于液体状态,需要 50 磅到 250 磅的压力。这是因为丙烷和丁烷在室温和大气压力下都是气体。通过将其引入压裂系统之前冷却 LPG 混合物,需要减少的压力,这减少了高压可能导致的爆炸或者破坏压裂系统的可能性。冷却可以阻止蒸汽阻塞活塞。为了易于将 LPG 混合物维持在冷却状态,LPG 混合物

可以存储在隔离罐 88 中,如图 6 中所示。隔离罐 88 具有金属外壳 90,该外壳 90 由隔离层 92 包围。第二层 94 可以包围隔离层 92,可以由金属、塑料或者任何其它合适的材料形成。隔离罐可以装配在拖车或者卡车的后面,或者作为拖车的一部分。可选地,隔离罐 88 可以是可移动的罐。组成压裂流体的所有成分,包括胶凝源 30,可以存储在类似于隔离罐 88 的隔离罐中。第二层 94 可以是围绕罐 88 设置的弹性外壳,隔离层 92 可以被喷洒注入弹性外壳 94 的隔离泡沫。隔离罐 88 有多个优点。传输到罐 88 的 LPG 通常处于大约 10-20 度的低温,并维持低温,因为隔离罐 88 会在压裂过程中将 LPG 保持在几乎相同的温度。因此,即使在炎热的天气,LPG 变热和使蒸汽阻塞活塞泵的问题可以避免。在冬天,由于 LPG 冷却引起的低压问题,例如需要加热也可以避免。

[0074] 图 7 显示了 LPG 混合压裂系统的另一个实施例,其中压裂过程的每个部件都装配在一系列携带惰性气体源 28、压裂流体源 16、支撑剂源 22、化学单元 30 和泵 10 和 110 的卡车上。可选地,每个部件可以存储为任何其它类型的便携式或者永久单元。线路 96 将惰性气体源 28 连接到支撑剂站 98,线路 96 的支线 111 将惰性气体源 28 连接到压裂流体供应线 108。支撑剂站 98 包括支撑剂供应源 22 和线路 96,一起还有线路 96 的支线 111,可以用来将惰性气体提供给支撑剂供应源 22。支撑剂源 22 的惰性气体出口 102 和 106 连接到通向火把烟囱 38 的线路 101。惰性气体可以通过线路 96、111、108、133、128、131 和 112 提供给泵 10 和 110,并通过线路 100 和 101 返回火把烟囱 38。

[0075] LPG 混合源 16 可以通过线路 108、入口 134、线路 133 和中心线路 128 将 LPG 混合流体提供给支撑剂站 98,形成压裂流体流。线路 108 可以如图所示形成为连接到三个入口 134 的三个线路组,因此提供压裂流体的不同流速。LPG 混合流体包括如上面实施例所述的 LPG 混合物。惰性气体可以通过线路 109 提供给 LPG 混合物源 16。惰性气体可以通过线路 111 在线路 108 中提供给压裂流体流。一旦将 LPG 混合流体供应给支撑剂站 98,来自于支撑剂供应源 22 的支撑剂可以进入压裂流体流和与 LPG 混合物混合。

[0076] 沿着管道 127 和 129 提供支撑剂,该管道包括从支撑剂供应源 22 的各个圆锥形底部接收支撑剂的螺旋钻。线路 127 和 129 的螺旋钻将支撑剂传输给中心压裂流体线 128。胶凝剂可以从化学拖车 30 沿着线路 114 在管道 127 和 129 之前或者之后提供给一个或者多个线路 108 或者线路 128。压裂流体流然后通过线路 128、线路 131、出口 130 和线路 112 流入高压泵 10 和高压泵 110 中的一个或者两个。可选地,只有 LPG 混合物可以通过相同线路和出口输送给泵 10 或 110,没有添加支撑剂或者胶凝剂。需要时从支撑剂供应卡车 116 的支撑剂供应源 22 通过线路 118 提供支撑剂。典型地这在压裂过程的早期进行,然后卡车 116 就可以离开。

[0077] 在此实施例中,压裂流体可以提供给泵 10 和 110,如之前实施例中所述的。惰性气体也可以提供给系统的任何单独部件,还有作为一个整体在开始压裂之前和之后用来净化整个系统。惰性气体可以通过线路 112 提供给泵 10 和 110 中的一个或者两个。泵 10 和 110 通过线路 112 并行连接到压裂流体流。泵 10 和 110 可以通过线路 12 将压裂流体输送给油井 14。线路 12 中到油井 14 的流向由源控制阀 V8 控制。可选地,泵 10 和 110 可以通过线路 34 将压裂流体输送给火把烟囱 38。线路 34 还连接到线路 101,这样在压裂之后整个系统易于通过火把烟囱 38 清除压裂流体。线路 34 在到达火把烟囱 38 之前还连接到沙子清除罐 37。沙子清除罐 37 阻止支撑剂输送给火把烟囱 38,并将其存储在自己的容积中。

胶质化学物也可以覆盖清除罐 37。在线路 34 中可以提供塞子来将压力维持在丙烷,并在回流期间保持为流体。线路 34 中的流动由一个或者多个释放阀 V7 控制。很多供应线路和连接的其他组合可以用于完成描述为将 LPG 混合压裂提供给油井 14 的方法和装置,都在此方法和装置权利要求的范围之内。使用相同的安全产品和设备,如使用上述实施例的装置用于压裂一样。还有,支撑剂引入压裂流体流可以使用各种设备,如图 1、4 和 5 中所示的。如上所述的压裂系统远程地由控制器 32 控制。控制器 32 可以包括位于以拖车上的计算机控制站。通常,使用压裂任何岩层的传统过程实现压裂,根据在此描述的技术进行修改。

[0078] 图 8 和 9 各自显示了支撑剂站 98 的入口侧和出口侧的更详细的视图。在这些视图中,支撑剂站 98 作为半拖车卡车的平台卡车提供,虽然其它车辆或者设备可以用于完成相同的目的。在此实施例中,拖车 120 包括两个支撑剂供应源 22,其具有至少一个连接到惰性气体源 28 的气体连接 122。例如,一个支撑剂供应 22 的上面的气体连接 122 可以作为惰性气体的入口,连接到惰性气体源 28,而下面的气体连接 122 可以作为惰性气体的出口,通过线路 102 或者 106 将惰性气体输送到线路 101。每个支撑剂供应源 22 是正压力导管,用于存储支撑剂。检修孔盖子 124 和连接 126 位于每个支撑剂供应源 22 上,连接 126 用于补充支撑剂供应 22。

[0079] 参考图 9,压裂流体提供给入口 134,然后通过线路 133 提供给中心压裂流体线 128。在支撑剂站 98 的另一侧,压裂流体线 128 通过线路 131 连接到出口 130。胶凝剂从线路 114 开始可以在任何合适的地方提供给压裂流体线。螺旋钻线路 127 和 129 将支撑剂从圆锥形储料器 22 的底部传输到中心压裂流体线 128。在图 9 和 10 中,压力仪 136 位于各自线路 131 和 133 上在支撑剂供应线 127 和 129 之前和之后监控压裂系统的压力。胶凝剂和爪裂流体的混合可以发生在支撑剂站 98 或者之前,或者支撑剂站 98 和泵 10 和 110 之间的某个地方。

[0080] 图 7-9 的系统可以如关于图 1-3 所述一样使用。支撑剂源 22 装载支撑剂,例如沙子。惰性气体从惰性气体源 28 提供通过所有操作线路来净化不稳定组分的系统和用于压力测试。在一个实施例中,惰性气体提供给锥形导管 22,这样锥形导管 22 中的压力就比 LPG 罐 16 中的压力大。惰性气体然后穿过泵 10 和 110。然后,如压裂过程要求的提供压裂流体通过线路 108、133、128、131 和 112,开始于压裂流体压力测试。如要求的提供胶凝剂通过线路 114,当压裂过程需要时通过螺旋钻线路 127 和 129 提供支撑剂。从油井 14 返回的 LPG 混合物可以燃烧。在将压裂流体引入油井的结尾,当足够的支撑剂已经引入岩层时,惰性气体再次提供给所有操作线路和通过线路 34 输出到火把烟囱 38 来净化系统部件的液化石油气。惰性气体从系统部件流动。然后油井回流以允许生产或者燃烧气态 LPG。在销售线路存在的地方,LPG 混合物可以不燃烧而是提供给销售线路。紧急阀可以设置在线路 112 上来阻止线路 112 中的超大压力破坏压力导管 22。

[0081] 参考图 10,公开的压裂方法产生人工断层 138,该断层从穿过地球表面 147 下面的线 142 限定的地面岩层 140 的油井钻孔 146 扩散。断层 138 使岩层 140 是能穿过的并可渗透的。断层扩展通过地球岩层远离管道 144,压裂流体通过管道 144 引入。应用到油井和岩层的碳氢化合物爪裂流体总重量的小于 10%,或者小于 5%或 1%的残留物保留在地球岩层中。换句话说,几乎所有的压裂流体可以收回。LPG 几乎具有水的一半静液压头,因此有助于回流。LPG 还产生通过与储层气体混合来回流的单独阶段。这个过程因此可以象气体

帮助回流一样减少 CO₂。因为蒸发的 LPG 基本上没有粘性,胶凝碳氢化合物不保留在油井中。

[0082] 在油井铺满沙子的情况下,油井 14 关闭,火把烟囱打开,所有铺满沙子的部件随着氮气一起被喷出。

[0083] 图 1、3 或 8 的装置可以没有其它支撑剂而运行,或者没有胶凝剂,但是代价是降低了爪裂处理的效率。

[0084] 可以对在此描述的实施例进行非实质的修改而不脱离权利要求的范围。

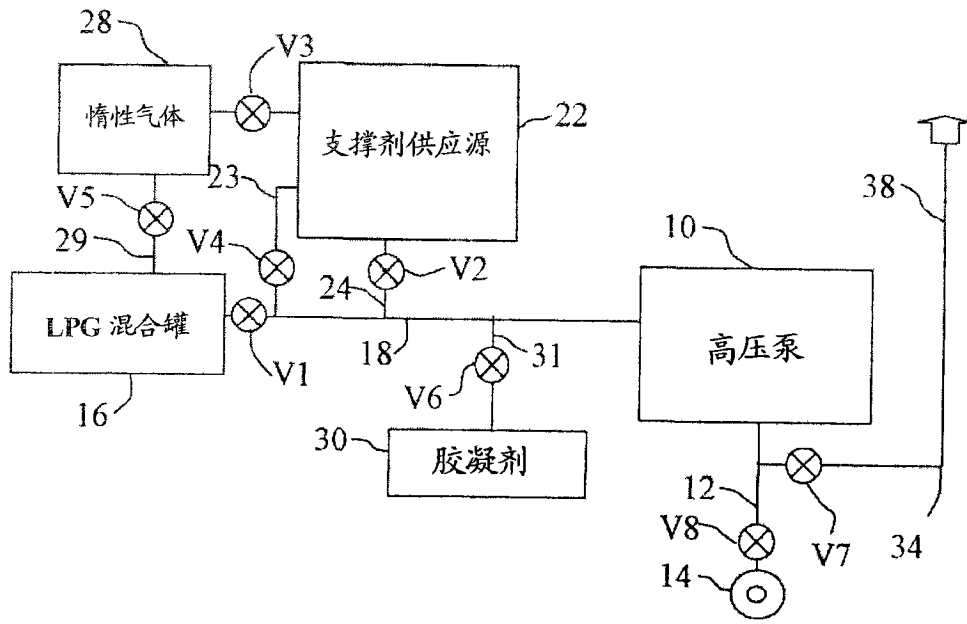


图 1

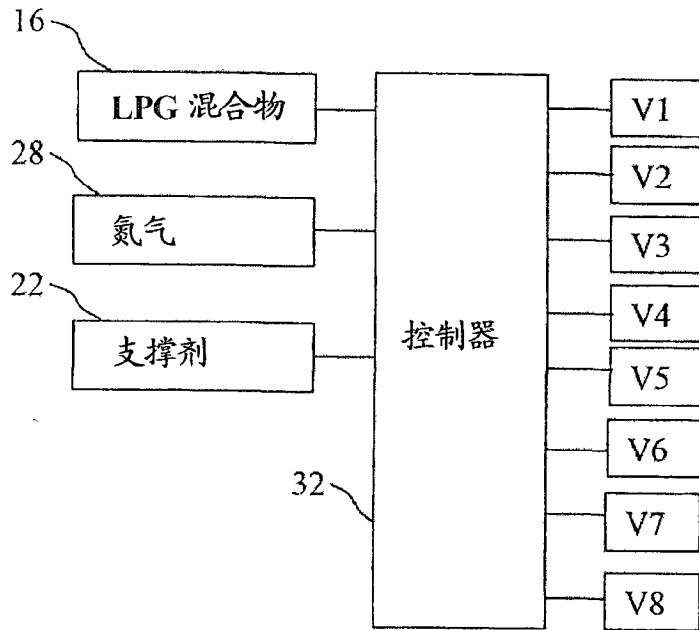


图 2

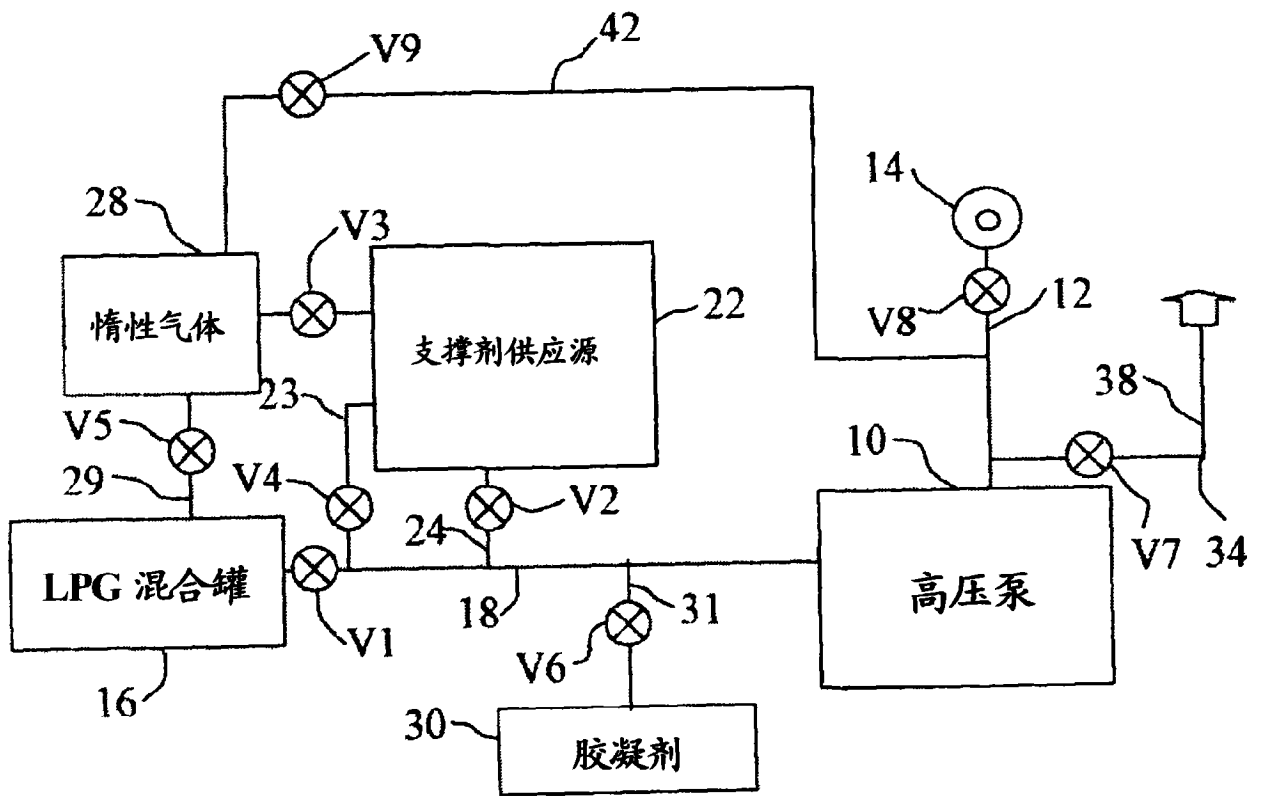


图 3

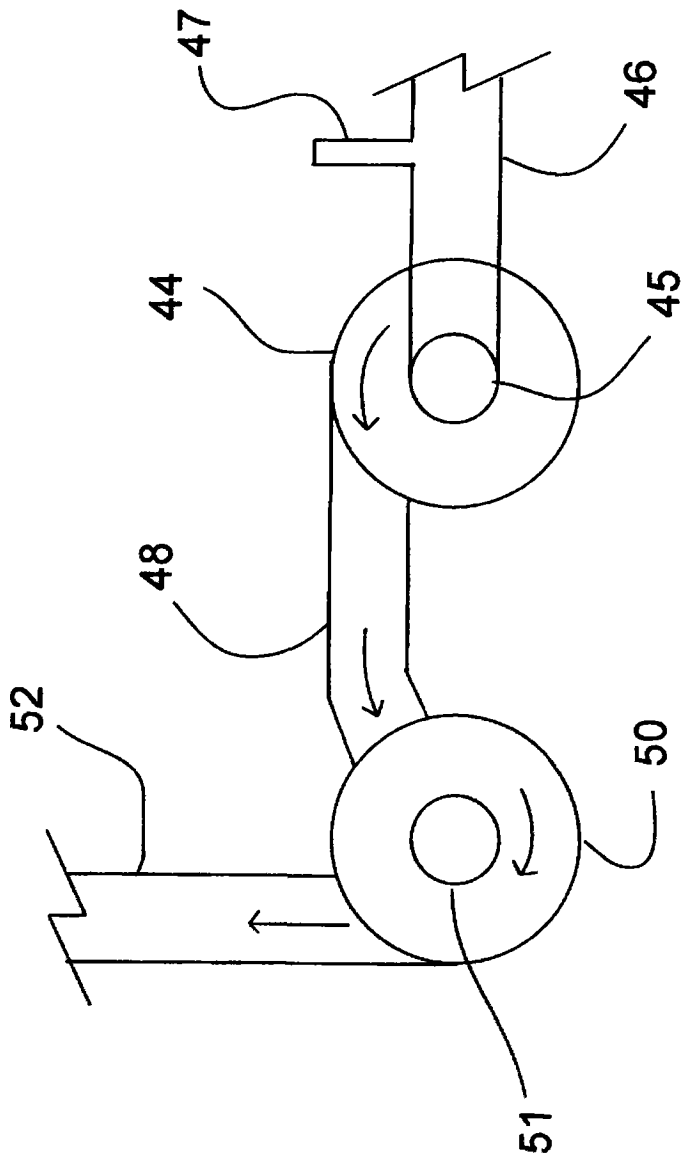


图 4

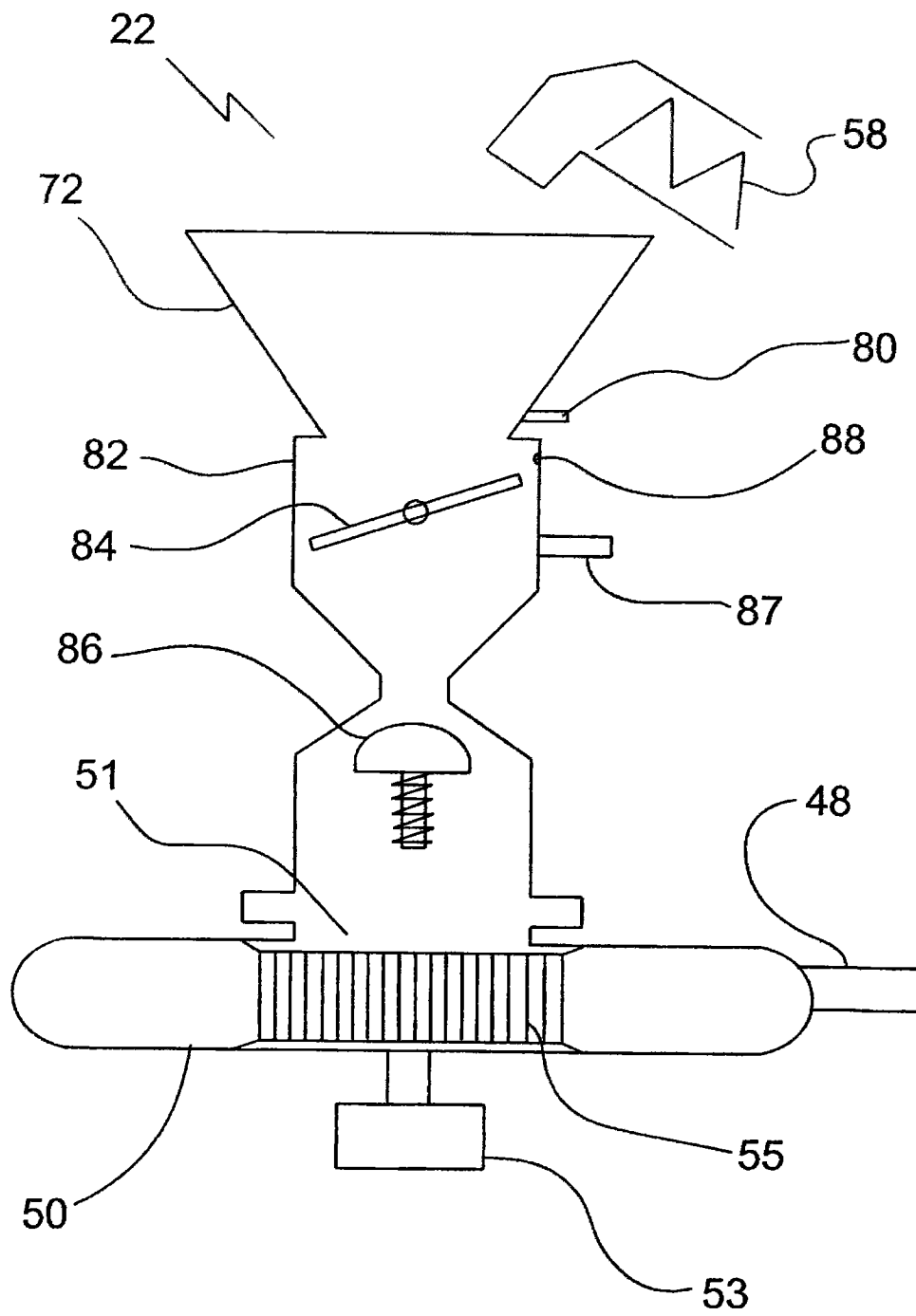


图 5

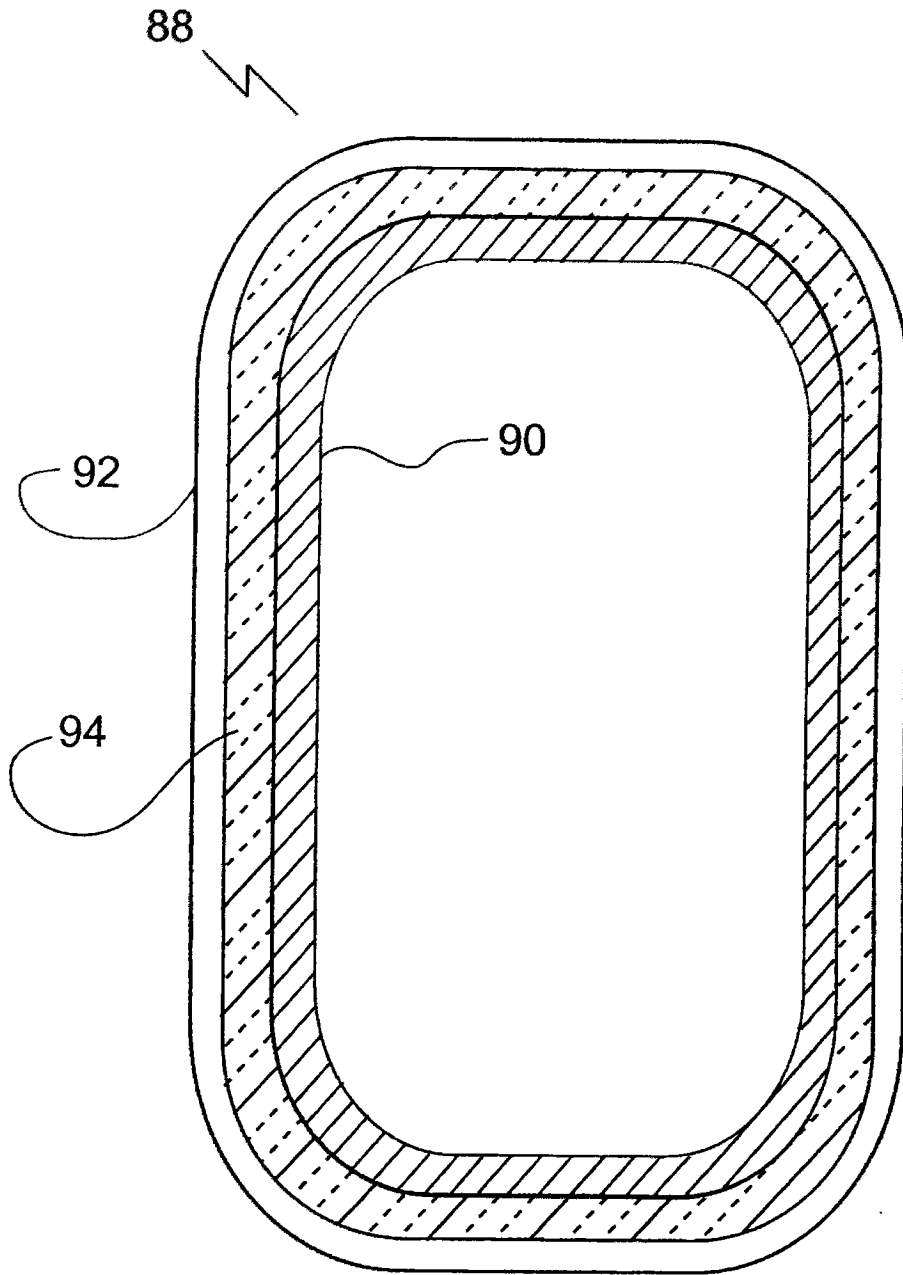


图 6

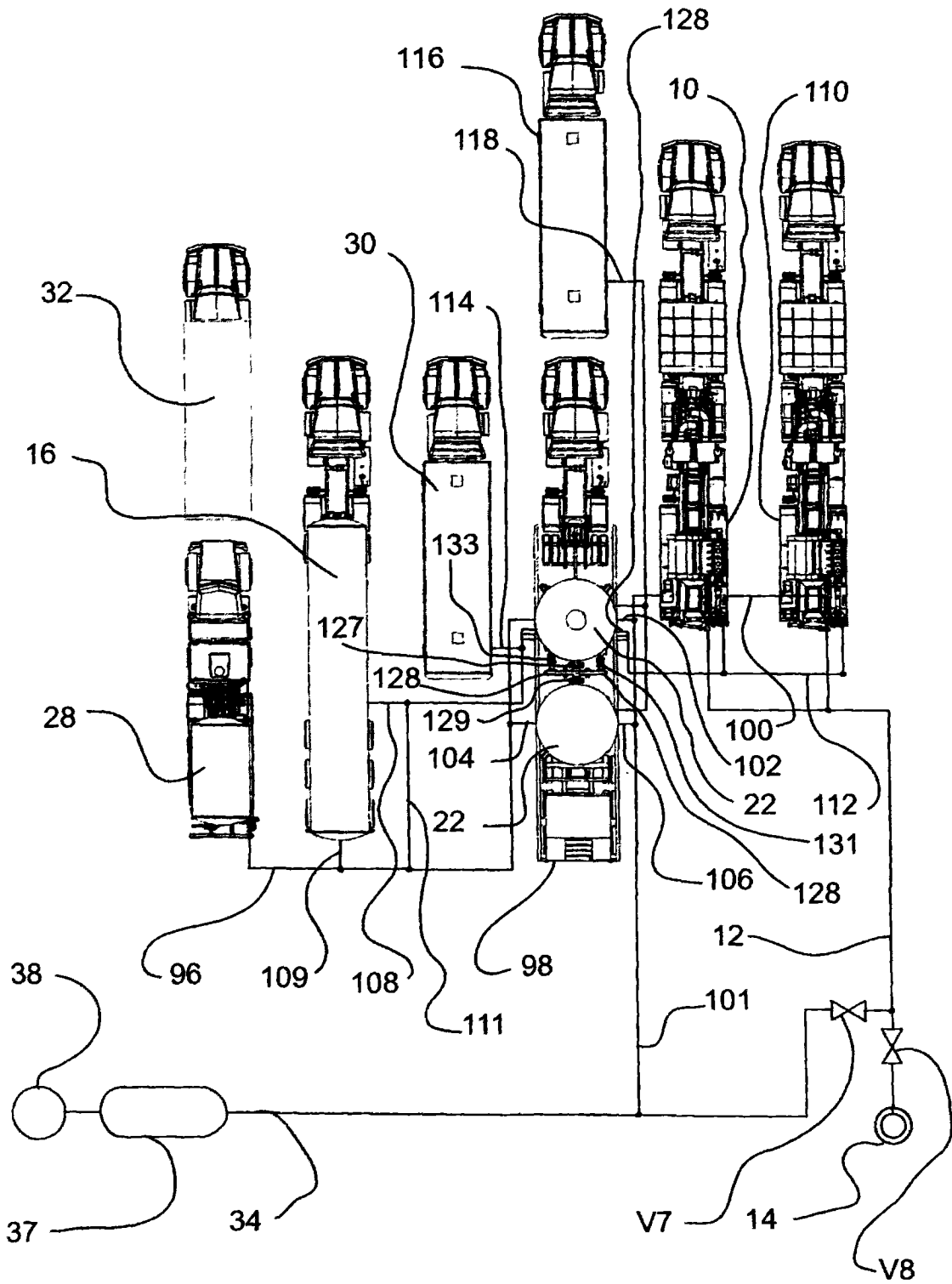


图 7

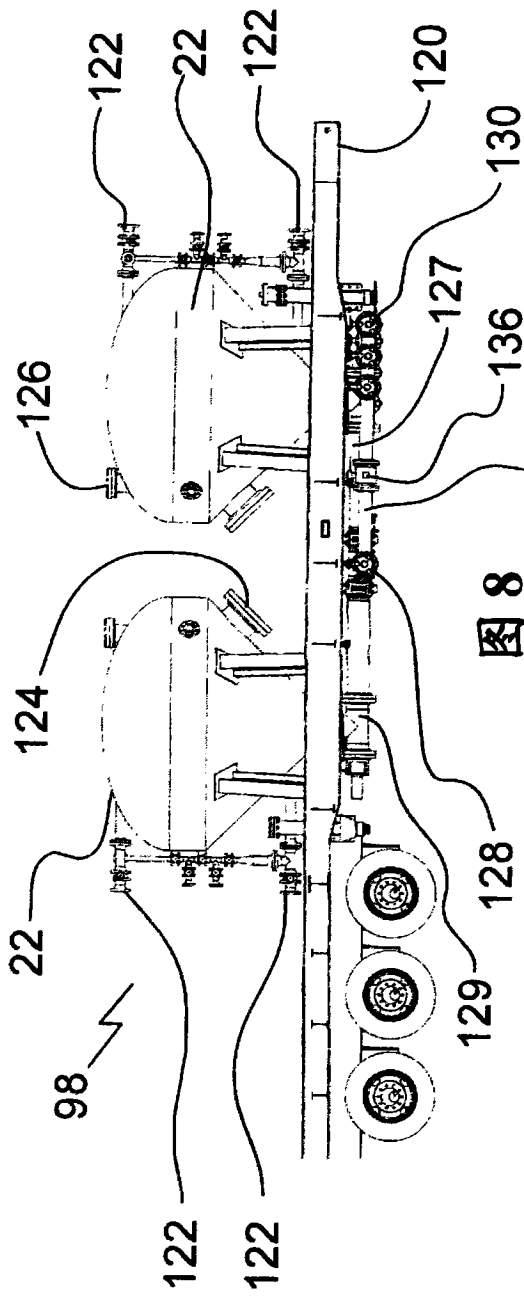


图 8

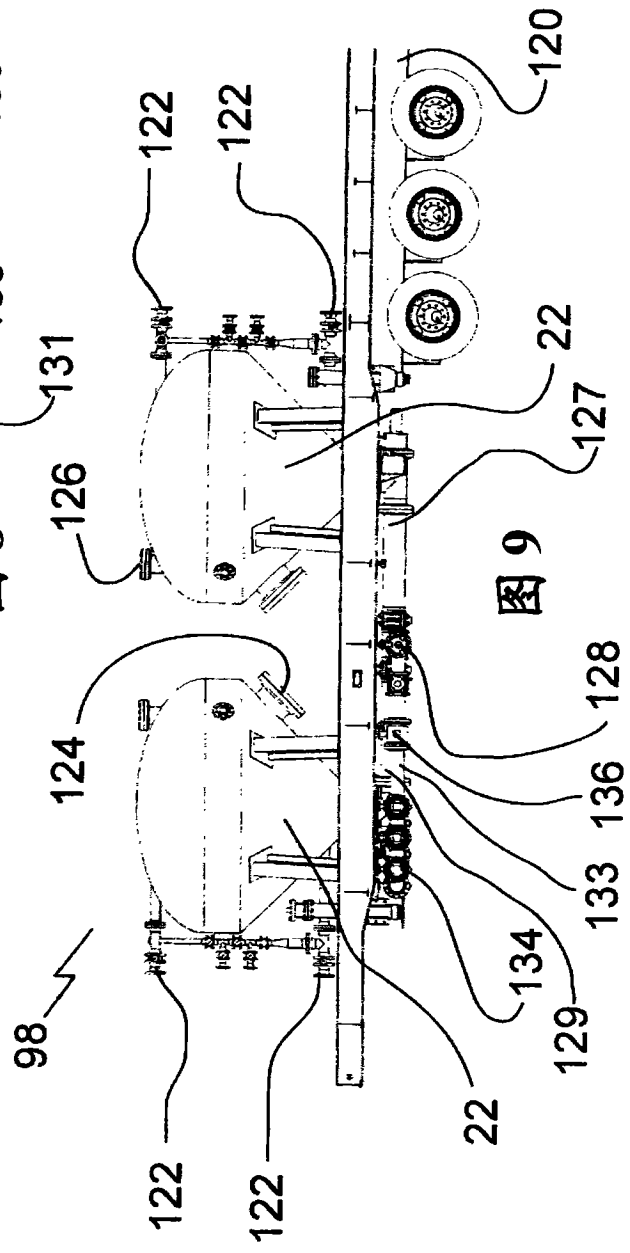


图 9

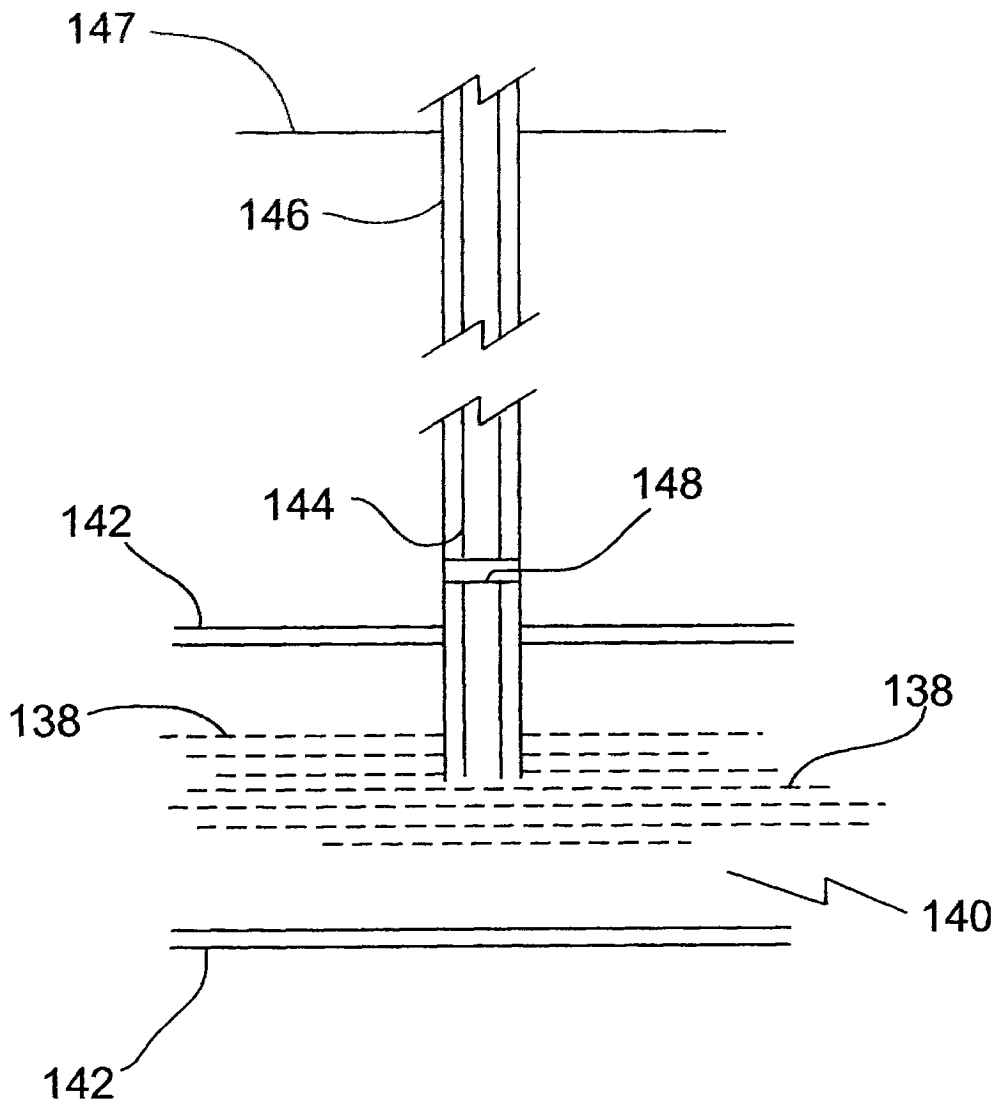


图 10