



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102782081 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201080057950. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 12. 17

C09K 8/68(2006. 01)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

12/642, 662 2009. 12. 18 US

US 2005/0272612 A1 , 2005. 12. 08, 说明书第 9-19 段 .

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

US 5562160 A , 1996. 10. 08, 说明书第

2012. 06. 18

1-11 栏 .

(86) PCT国际申请的申请数据

审查员 马骥

PCT/US2010/060979 2010. 12. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/075629 EN 2011. 06. 23

(73) 专利权人 贝克休斯公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 C·E·贝尔 H·D·布拉农

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 汪宇伟

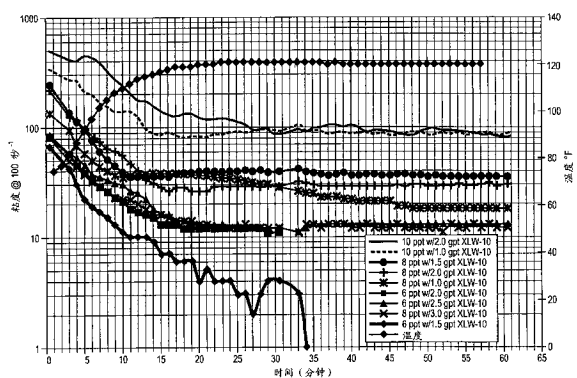
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

使用交联流体压裂地下地层的方法

(57) 摘要

通过将水性流体,可水合聚合物,交联剂和支撑剂的压裂流体注入地层,使例如气密性储层的地下地层经历水力压裂。在混合器中制备压裂流体并且然后将其从混合器泵送至穿入地层的井眼。流体经由入口处进入储层。流体的表观粘度由入口处向远侧降低,使得至少一种下列条件在现场条件下是普遍的:(a)距入口处100英尺的压裂流体的表观粘度小于在入口处的压裂流体的表观粘度的10%;(b)在注入入口处后15分钟的压裂流体的表观粘度小于在入口处的压裂流体的表观粘度的15%;或(c)在通过入口处被注入后的15分钟内的压裂流体的表观粘度小于10cP。



1. 一种压裂被井眼穿入的地下地层的方法,所述方法包括下列步骤:
通过在混合器中一起混合水性流体,可水合聚合物,交联剂以及支撑剂配制粘性压裂流体,其中压裂流体中可水合聚合物的负载量为 6 至 18 磅每千加仑 (pptg);
将粘性压裂流体从混合器泵送至井眼并且经过井眼中的入口处泵注入储层;和
在粘性压裂流体的表观粘度由入口处向远侧降低的同时在储层内延伸裂缝;
其中在延伸裂缝期间使得至少一种下列条件在现场条件下是普遍的:
 - (a) 距入口处 100 英尺的压裂流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的表观粘度的 10%;
 - (b) 在注入入口处后 15 分钟压裂流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的表观粘度的 15%;或
 - (c) 在通过入口处被注入后 15 分钟内压裂流体的表观粘度小于 10cP。
2. 权利要求 1 的方法,其中在距入口处 100 英尺的压裂流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的表观粘度的 10%。
3. 权利要求 2 的方法,其中在距入口处 100 英尺的压裂流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的粘度的 5%。
4. 权利要求 1 的方法,其中在距入口处 200 英尺的流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的粘度的 1%。
5. 权利要求 1 的方法,其中地下地层为页岩。
6. 权利要求 1 的方法,其中地下地层为气密性地层。
7. 权利要求 1 的方法,其中水性流体中可水合聚合物的特性粘度大于 14g/dL。
8. 权利要求 7 的方法,其中水性流体中可水合聚合物的特性粘度大于 16g/dL。
9. 权利要求 8 的方法,其中压裂流体中可水合聚合物的负载量从 8 至 12pptg。
10. 权利要求 8 的方法,其中压裂流体中可水合聚合物的负载量从 6 至 10pptg。
11. 权利要求 1 的方法,其中可水合聚合物是瓜尔胶,衍生的瓜尔胶或衍生的纤维素。
12. 权利要求 1 的方法,其中交联剂是硼酸盐离子源。
13. 权利要求 1 的方法,其中流体进一步包含为流体有效提供从 9.5 至 11.5 范围的 pH 的缓冲剂。
14. 权利要求 1 的方法,其中将水性流体泵送入井口时,其粘度从 10 至 120cP。
15. 权利要求 14 的方法,其中将水性流体泵送入井口时,其粘度从 10 至 50cP。
16. 权利要求 11 的方法,其中可水合聚合物是未衍生的瓜尔胶。
17. 权利要求 8 的方法,其中可水合聚合物是未衍生的瓜尔胶。
18. 权利要求 13 的方法,其中水性流体还包含至少一种破碎剂。
19. 一种压裂被井眼穿入的地下地层的方法,所述方法包括:
 - a) 将含水性流体,可水合聚合物,交联剂以及支撑剂的粘性压裂流体从混合器泵送至井眼的井口并且从井眼中的入口处泵送入储层,其中压裂流体中可水合聚合物的负载量为 6 至 18 磅每千加仑 (pptg);
 - b) 在储层内延伸裂缝;和
 - c) 在延伸裂缝期间流体的表观粘度由入口处向远侧降低,使得在距入口处 100 英尺的压裂流体的粘度小于在入口处压裂流体粘度的 10%。

20. 权利要求 19 的方法,其中将水性流体泵送入井口时,其粘度为从 10 至 120cP。
21. 权利要求 19 的方法,其中地下地层是页岩。
22. 权利要求 1 的方法,其中在注入入口处后 15 分钟压裂流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的表观粘度的 15%。
23. 权利要求 22 的方法,其中在注入入口处后 15 分钟压裂流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的表观粘度的 10%。
24. 权利要求 23 的方法,其中在注入入口处后 30 分钟压裂流体的表观粘度小于在入口处压裂流体的表观粘度的 5%。
25. 权利要求 1 的方法,其中在通过入口处被注入后 15 分钟内压裂流体的表观粘度小于 10cP。
26. 权利要求 25 的方法,其中在通过入口处被注入后 15 分钟内压裂流体的表观粘度小于 5cP。
27. 权利要求 26 的方法,其中在通过入口处被注入后 30 分钟内压裂流体的表观粘度小于 3cP。

使用交联流体压裂地下地层的方法

发明领域

[0001] 本发明涉及一种使用含有可水合聚合物和交联剂的水性流体压裂地下地层的方法,其中流体的表观粘度从储层入口处向远侧降低。

[0002] 发明背景

[0003] 水力压裂通常需要使用能够从低渗透性的地层中提高流体和天然气的产量的钻井处理材料。在典型的水力压力处理中,将含有固体支撑剂的压裂处理液在足够高的压力下注入到地层中,从而在储层中造成裂缝或者裂缝的扩大。裂缝从井眼向外辐射,通常从数米至数百米,并且扩大了油或气排入到井的表面积。支撑剂沉积在裂缝中,在处理结束后留在那里。沉积之后,支撑剂用于防止裂缝闭合以及形成从井眼到待被处理的地层延伸的传导性通道。这样,支撑剂提高了流体或天然气通过裂缝从地层到井眼迁移的能力。

[0004] 已使用许多不同的材料作为支撑剂,包括砂子,玻璃珠,胡桃壳,金属球,以及树脂涂覆的砂子,中等强度陶瓷和烧结矾土;采用的每一种都具有有效地承受相应的储层闭合应力环境的能力。这些材料的表观比重(ASG)标志相对强度;砂子的ASG为2.65且烧结矾土的ASG为3.4。当升高的ASG提供较大的强度时,它也增加了支撑剂运输的难度以及降低了支撑的裂缝体积。因此,使用具有高ASG值的材料通常使裂缝传导性降低。最近以来,人们开始将注意力转移到使用超轻(ULW)材料作为支撑剂材料。这类材料具有小于或等于2.45的表观比重(ASG)。

[0005] 通常期望压裂流体在进入裂缝时粘度达到最大。大多数压裂流体的粘度可归因于流体中例如粘弹性表面活性剂或增粘性聚合物的增粘剂的存在。常规的增粘性聚合物包括如半乳糖甘露聚糖和纤维素衍生物这样的水溶性多糖。在压裂流体中交联剂,例如一种含有硼酸盐(或者产生硼酸盐),钛酸盐,或锆离子的交联剂的存在,可以进一步增加粘度。凝胶状压裂流体增加的粘度同时影响裂缝的长度和宽度,并且使得支撑剂置于产生的裂缝中。

[0006] 近来,在低渗透性地层的增产中,人们开始使用不含有粘弹性表面活性剂或增粘性聚合物的低粘度流体(例如水,盐水和减阻水)。这类地层也已知为致密地层(包括呈现出复杂天然裂缝网络的气密性页岩储层)。为了有效接近致密地层,钻井通常是水平钻入,并且随后使其经历一次或更多次压裂处理以增加产量。使用低粘度流体延伸形成的裂缝比经历较高粘度流体的裂缝呈现出较小的裂缝宽度,这导致形成从中烃可流入高传导性裂缝通路的较大裂缝面积。在低渗透性储层中,通常认为裂缝面积与裂缝增产的有效性成比例。因此,通常优选低粘度流体用于气密性页岩储层的增产。

[0007] 减阻水流体主要为淡水或盐水,其具有足够减阻剂以减小管束摩擦压力。通常,这类流体的粘度仅仅比未掺杂的淡水或盐水略高;典型地,减阻水中存在的减阻剂使压裂流体粘度的增加不超过1至2CP。这类流体比含有增粘剂的常规压裂流体便宜许多。另外,它们的低粘度特性促进了增产过程中储层内降低的裂缝高度增长。此外,鉴于流体中不存在增粘性聚合物和/或粘弹性表面活性剂,这类流体对地层造成的破坏较小。

[0008] 尽管在低渗透性地层增产中需要使用低粘度流体,但是由于支撑剂在流体到达井

口之前始终沉降在歧管 (manifold) 管线内,因此,已经证明泵送含有支撑剂的减阻水流体成本高昂。当压裂流体中含有较高浓度的支撑剂和 / 或使用的支撑剂具有超过 2.45 的 ASG 时,这种情形特别明显。这类材料在流体到达井口前非常可能沉降在歧管内。由于支撑剂沉降受到处理液粘度的影响,需要高的泵送速度以阻止沉降。然而,在某些条件下,由于沉降也取决于支撑剂的尺寸和比重,仅依靠速度不足以阻止沉降。另外,由于管线具有不同的尺寸,仅修正一个区域的流体泵送速度可能并不能解决另一区域的问题。

[0009] 除了支撑剂在歧管管线中的沉降,还存在支撑剂沉降在泵的流体端内的实际危险。在泵内,活塞在正弦波模式下运动。这样,活塞运动慢,然后较快,然后慢,且然后瞬间停止。所述过程对每个活塞重复。支撑剂在泵的壳体中的沉降,可能在活塞试图运动时损害活塞,或者挤碎支撑剂。当支撑剂由高抗压强度的材料例如陶瓷组成时,这尤其是个问题。

[0010] 在井眼水平部分内来自低粘度处理流体的支撑剂沉降也是关注的。由于淤浆流速不足和 / 或粘度不够,无法悬浮支撑剂,可发生这样的沉降。在水平井眼内过量的支撑剂沉降可能需要在达到设置的所需体积之前中止压裂处理。为了缓解沉降问题,通常采用高泵送速度以使在水平井眼部分内传输的支撑剂有效悬浮。然而,高泵送速率可能导致比所需处理压力较高的压力和过度的裂缝高度增加。

[0011] 因此,需要寻找替代的含有支撑剂的压裂流体,其可以提供减阻水在气密性储层的优势,但不会对泵送装置造成损害,或者不允许支撑剂在水平井眼内沉降。

[0012] 发明概述

[0013] 一种在气密性储层具有特殊应用的压裂方法,所述方法包括:将水和增粘聚合物,交联剂以及支撑剂在混合器中混合;且将粘性流体注入井口。在从约 80 °F 至约 125 °F 的温度范围内,典型地,在混合期间压裂流体的粘度介于约 10 至约 120cP。在将悬浮的支撑剂泵送至井口时,地面增加的粘度(在混合期间)保护了地面的装置。另外,压裂流体的粘性性能使得流体能够将支撑剂运送至井眼中的穿孔点,并且将沉降降至最小。

[0014] 压裂流体中的可水合聚合物的负载量从约 6 至约 18pptg,优选从约 6 至约 12pptg。压裂流体中低的增粘聚合物的负载量造成流体粘度一进入穿孔点入口后迅速降低。

[0015] 即使设有破碎剂,流体是热敏性的并且快速分解,因此从穿孔点起 100 英尺内流体粘度不高于约 5cP,通常不高于约 3cP。

[0016] 优选增粘性聚合物是可水合聚合物,其包括半乳糖甘露聚糖胶,瓜尔胶,衍生的瓜尔胶,纤维素和纤维素衍生物,淀粉,淀粉衍生物,黄原胶,黄原胶衍生物以及它们的混合物。特别优选的增粘性聚合物是特性粘度大于约 14dL/g,更典型大于 16dL/g 的衍生和未衍生的瓜尔胶。

[0017] 所述方法在低渗透性储层具有特殊应用,例如渗透率介于约 10 纳达西 (nanodarcies) 至约 1.0mD,包括页岩和石灰岩的那些储层。

[0018] 附图概述

[0019] 为了更充分理解本发明详述部分所指的附图,每个附图简要说明如下,其中:

[0020] 附图 1 是本发明的示意代表图,其是压裂流体从流体混合开始一直到流体从储层穿孔点向远侧传输 1,000 英尺时的粘度分布图。

[0021] 附图 2 至附图 6 是此处定义的水性压裂流体的粘度和温度随时间的分布图。

[0022] 优选实施方案详述

[0023] 本发明定义的压裂方法,使用将水性流体,可水合聚合物,交联剂以及支撑剂(和缓冲剂,如果需要)在混合器中一起混合制备的压裂流体。混合通常在不工作时(on-the-fly)发生。当流体从混合器中泵送至井口时,形成足够大的粘度而使得支撑剂不趋向于从流体中沉降。这样,支撑剂在歧管管线和泵壳体内的沉降减少至最小(至任意沉降发生到的程度)。因此,与减阻水流体不同,此处所述的压裂流体使得泵送失败最小或对活塞和/或泵的歧管造成的损害最小。

[0024] 与减阻水流体不同,为了将支撑剂从混合器传输至井口,要求此处限定的压裂流体是具有粘性的。由于在压裂流体中聚合物的负载量低,流体的表观粘度在其进入储层后迅速降低。例如,在现场条件下,在距储层穿孔点(或入口处)100英尺的压裂流体的表观粘度可小于压裂流体在储层入口处表观粘度的10%。优选地,在距入口处100英尺的压裂流体的表观粘度可小于压裂流体在入口处粘度的5%。更优选地,在距入口处200英尺的压裂流体的表观粘度可小于压裂流体在入口处粘度的1%。

[0025] 可替代地,压裂流体在注入入口处后15分钟的表观粘度可以小于在储层入口处压裂流体表观粘度的15%。更典型地,压裂流体在注入入口处后15分钟的表观粘度可小于在入口处压裂流体表观粘度的10%。可替代地,压裂流体在注入入口处后30分钟的表观粘度可小于在入口处压裂流体表观粘度的5%。

[0026] 在另一实施方案中,压裂流体在通过储层的入口处注入后15分钟内的表观粘度可小于10cP。更典型地,压裂流体在通过入口处注入后15分钟内的表观粘度可以于5cP。可替代地,压裂流体在通过入口处注入后30分钟内的表观粘度可小于3cP。

[0027] 附图1阐明了本发明定义的压裂流体与现有技术中压裂流体相比较的典型分布图。如图所示,本发明的压裂流体标记为“压裂流体”。压裂流体与不含延迟交联剂的常规交联凝胶以及含延迟交联剂的常规凝胶进行对比。另外,压裂流体与减阻水进行对比。对于四种流体的每一种,假定每种流体中具有等量的支撑剂。然后将每种流体的表观粘度在混合器处(在此处将交联剂,可水合聚合物,支撑剂以及任选的pH缓冲剂与水性流体混合),在将流体泵入井口的高压泵处,在井口本身以及在井眼处进行比较。然后显示在穿孔处,距穿孔100英尺处,距穿孔200英尺处,距穿孔500英尺处以及距穿孔1000英尺处的表观粘度。附图中表明压裂流体在混合器和高压泵处具有与延迟和非延迟交联流体近似的表观粘度。此外,附图中表明压裂流体在井口处具有与延迟交联流体近似的表观粘度。在井眼以及穿孔处(储层入口),压裂流体与不含延迟交联剂的常规交联流体具有近似的粘度。随着压裂流体从穿孔处向远侧延伸,压裂流体的表观粘度降低。当压裂流体在距穿孔入口约200英尺时,压裂流体的表观粘度与减阻水的表观粘度近似。

[0028] 本发明定义的压裂流体的增粘性聚合物可以是增稠性聚合物,例如可水合聚合物等,例如,一种或更多种能够形成交联凝胶的多糖。这些包括半乳糖甘露聚糖胶,瓜尔胶,衍生的瓜尔胶,纤维素和纤维素衍生物,淀粉,淀粉衍生物,黄原胶,黄原胶衍生物以及它们的混合物。具体的例子包括,但不限于,瓜尔胶,瓜尔胶衍生物,槐树豆胶,维纶胶(welan gum),梧桐胶,黄原胶,小核菌葡聚糖(scleroglucan),定优胶(diutan),纤维素和纤维素衍生物,等等。更典型的聚合物或胶凝剂包括瓜尔胶,羟丙基瓜尔胶(HPG),羧甲基羟丙基瓜尔胶(CMHPG),羟乙基纤维素(HEC),羧甲基羟乙基纤维素(CMHEC),羧甲基纤

纤维素 (CMC), 二烷基羧甲基纤维素等。其它聚合物的实例包括, 但不限于, 磷酸甘露聚糖 (phosphomannans), 小核菌葡聚糖 (scleroglucan) 以及葡聚糖。在优选的实施方案中, 采用非衍生的瓜尔胶。

[0029] 特别优选的是 2005 年 12 月 8 日公开的 U. S. 专利公开 No. 20050272612 所提出的那些衍生和非衍生的瓜尔胶, 在此通过引用并入本发明。这类衍生和非衍生的瓜尔胶的特征在于特性粘度大于约 14dL/g, 更典型地大于 16dL/g。这种粘度表明比通常观察到的衍生和非衍生的瓜尔胶的分子量高。通过改进用于将瓜耳豆片 (种子胚乳) 转换为精细粉末的处理条件而得到所述瓜尔胶。

[0030] 分子量的增加是由于改进了用于将瓜耳豆片转换为精细粉末的处理条件而造成的。最常见的是, 将直径约 0.3cm 的瓜耳豆片部分水化且通过滚磨机剪切产生薄片。然后可将此较脆的薄片进行干燥, 且用高冲击磨粉化。在这个过程中, 有时瓜尔胶聚合物经受高机械剪切作用。获得高分子量聚合物的手段发生在此过程中高机械剪切作用的那些地方。将剪切过程进行修正使得最终的剪切量相同, 但是将剪切速度降低以允许豆片中的聚合物链得以舒展而非断裂。因此, 通过降低剪切速度, 断裂程度降低, 且聚合物分子量较高。

[0031] 本发明定义的水性压裂流体使用的交联剂可以是任意适合于交联可水合聚合物的交联剂。合适交联剂的实例包括含金属离子例如铝, 镱, 锆和钛的化合物, 包括有机钛酸盐。合适交联剂的实例可以在美国专利 No. 5, 201, 370, 美国专利 No. 5, 514, 309, 美国专利 No. 5, 247, 995, 美国专利 No. 5, 562, 160, 和美国专利 No. 6, 110, 875 中找到, 在此通过引用并入本发明。

[0032] 在优选的实施方案中, 交联剂是硼酸盐离子源, 例如供硼酸盐离子的材料。硼酸盐基交联剂的实例包括, 但不限于, 有机硼酸盐, 单硼酸盐, 多硼酸盐, 无机硼酸盐, 等等。

[0033] 为了获得期望的 pH 值, 优选地将聚合物加入到水性流体之后, 再向水性流体中加入 pH 调节材料。用于调节 pH 的典型材料是通常使用的酸, 酸缓冲液以及酸和碱的混合物。通常, 期望的 pH 介于约 9.5 至约 11.5 之间。因此, 典型地, 期望可使用为流体有效提供 pH 的缓冲剂。合适的缓冲剂材料包括碳酸钾或碳酸钾和氢氧化钾的混合物。

[0034] 水性流体是咸水, 淡水或盐水。

[0035] 水性压裂流体中使用的支撑剂可以是现有技术中已知的适合水力压裂的任意支撑剂。实例包括, 但不限于, 二氧化硅, 石英砂粒, 玻璃和陶瓷珠, 胡桃壳碎片, 铝球, 尼龙球, 树脂涂覆砂, 合成有机颗粒, 玻璃微球, 烧结矾土, 它们的混合物以及类似物。替代地, 支撑剂可以是 ULW 支撑剂。然而, 相对于 ULW 支撑剂, 典型地优选 ASG 大于 2.45 的中等到高强度的支撑剂。

[0036] 尽管更优选介于约 10 至约 50cP 的粘度, 当压裂流体从混合器泵入井口时, 本发明所述的压裂流体在从约 80 °F 至约 125 °F 的温度区间范围内的粘度典型地介于约 10 至约 120cP。

[0037] 压裂流体中可水合聚合物的负载量从约 6 至约 18pptg, 优选从约 6 至约 12pptg。在另一优选的实施方案中, 压裂流体中聚合物的负载量从约 6 至约 10pptg。负载量低意味着较小的地层损害。由于流体的使用能够较早地在压裂工作中放置支撑剂, 因此工作所需的流体的总体积降低 (与使用常规流体的相似工作相比)。这样, 本发明定义的压裂流体提供了超过常规流体的提高的流体效率。

[0038] 当水性压裂流体的可水合聚合物是 U. S. 专利 No. 20050272612 所公开的那些时, 发现需要较少的聚合物负载量以提供流体所需的粘度。特别地, 观察到含 U. S. 专利公开 No. 20050272612 中的非衍生或衍生瓜尔胶的压裂流体比基本相似的压裂流体 (含可水合聚合物但非 U. S. 专利公开 No. 20050272612 中所公开的一种) 需要少得多的聚合物负载量; 两种压裂流体具有同样的粘度。

[0039] 当聚合物的负载量超过约 12pptg 时, 典型地, 需要在流体中包含破碎剂以辅助在压裂流体进入裂缝后可水合聚合物的降解。可使用任意合适的破碎剂, 包括但不限于, 固体酸前体, 例如, 聚羟基乙酸 (PGA) 颗粒或聚乳酸 (PLA) 颗粒, 例如珠, 片, 或纤维, 其它延迟酸, 延迟氧化剂或延迟碱。另外, 可以使用现有技术中已知的酶破碎剂。

[0040] 将对压裂流体中减阻剂的需求降低或者消除。因为增粘性聚合物的负载量低, 地层中的残留聚合物量降低。大多数情况下, 本发明定义的压裂流体 (具有最小量的减阻剂, 如果需要) 比含常用减阻剂的那些常规流体 (例如聚丙烯酰胺) 具有较小的破坏性。

[0041] 本发明所述的方法在气密性地层, 特别是那些渗透率在 1 毫达西以下的那些地层的压裂中特别适用。本方法适用于那些渗透率低于 100 微达西, 以及甚至低于 1 微达西的地层。本方法甚至适用于那些渗透率低于 1 微达西以及甚至低于 500 纳达西的地层。

[0042] 本文所述方法特别适用于可用减阻水进行水力压裂的任意地层的压裂。在优选的实施方案中, 将本发明所述方法应用于页岩地层和气密性砂岩地层, 以及石灰石的地层。

[0043] 虽然本文所述方法通常可用于水平钻井中, 所述方法也可用于竖直钻井中。

[0044] 下面的实施例阐明了本发明一些实施方案。考虑到本文的描述, 本发明权利要求范围内的其它实施方式对于本领域的技术人员是显而易见的。说明书和实施例一起仅意在阐述说明, 本发明的范围和精神将在随后的权利要求书中阐明。

[0045] 除非另有说明, 实施例中阐述的所有百分数以重量单位给出。

[0046] 实施例 1

[0047] 室温下在混合器中混合特性粘度大于 16dL/g 的未衍生的瓜尔胶, 作为 GW-2 从 BJ Services 公司商购获得, 硼酸盐交联剂, 作为 XLW-10 从 BJ Services 公司商购获得, 配制得到流体。流体中聚合物的负载量为 6 至 10pptg (磅每千加仑)。流体中交联剂的量从 1.0 至 3.0gptg (加仑每千加仑) 变化。将流体缓冲至 pH 为 9.0。然后将约 30ml 的流体置于具有摆锤 (BX5) 和转子 (R1) 杯组件的 Fann 50 粘度计杯中。然后将样品杯放在 Fann 50 粘度计上。将样品在 100s^{-1} 速率扫描下剪切约 1 分钟。附图 2 显示具有 1 和 2gptg XLW-10 的 10pptg 流体分别具有 500cP 和 350cP 的初始粘度, 5 分钟后分别下降至约 400cP 和 200cP, 10 分钟后分别下降至约 250cP 和 150cP 的结果。45 分钟后, 这些流体的粘度介于 80 和 90cP 之间。此外, 具有 1.5 和 2gptg XLW-10 交联剂的 8pptg 流体分别具有 220cP 和 250cP 的初始粘度。10 分钟后, 8pptg 流体呈现出 35 至 60cP。45 分钟后, 流体的粘度为 30 和 35cP。具有 2-3gptg XLW-10 的 6pptg 流体初始粘度为 80cP, 10 分钟后下降至 10 和 30cP 之间。45 分钟后, 流体粘度为 10 至 15cP。

[0048] 实施例 2

[0049] 室温下在混合器中将 GW-2 加入水中, 且然后向流体中加入硼酸盐交联剂, 作为 XLW-32 从 BJ Services 公司商购获得, 配制得到流体。随后加入 10% 的苛性钠溶液 (氢氧化钠), 直到流体的 pH 约为 9, 且交联流体在大约 5 秒钟内形成。流体中聚合物的负载量

从 0.5 至 2.0pptg。将流体中的交联剂的量在 1.25gptg 至 1.75gptg 之间变化。然后将约 30ml 的 10pptg 流体置于具有摆锤 (BX5) 和转子 (R1) 杯配制的 Fann 50 粘度计杯中。然后将样品杯放在 Fann 50 粘度计上,将样品在 100s^{-1} 速率扫描下剪切约 1 分钟。与每个速率相关的应力用于计算幂律指数 n 和 K ; n 指的是流动行为指数, K 指的是美国石油研究所公报 (American Petroleum Institute's Bulletin) RP-39 提出的稠度系数。然后使用 n 和 k 值计算流体粘度。附图 3 表明在 $100\text{ }^{\circ}\text{F}$ 和 $120\text{ }^{\circ}\text{F}$ 下,在低聚合物负载量下,10pptg 流体是可接受的。具体地,附图 3 表明具有 1.5gpt XLW-32 和 1.5gptg 10% 苛性钠的 10pptg 流体在 $100\text{ }^{\circ}\text{F}$ 时,在 100s^{-1} 下具有 225cP 的最大初始粘度,以及在 100s^{-1} 下 60 分钟后具有 130cP 的粘度。具有 1.25gptXLW-32 和 0.5gptg 10% 苛性钠的 10pptg 流体测试显示较低的 160 至 175cP 之间的初始粘度,并且在 100s^{-1} 下 60 分钟后的粘度维持在 80 至 100cP 之间。

[0050] 实施例 3

[0051] 在混合器的水中,在从 $75\text{ }^{\circ}\text{F}$ 至 $150\text{ }^{\circ}\text{F}$ 的温度范围内,将 2.0 至 3.0 的特性粘度大于 16dL/g 的未衍生瓜尔胶,作为 GW-2LDF 从 BJ Services 公司商购获得,以及 3gpt 的自缓冲硼酸盐交联剂,作为 PfP BXL 0.2 从 TBC-Brinadd 商购获得,混合配制得到流体。将流体的 pH 缓冲至 9.0。然后将约 30ml 的流体置于具有摆锤 (BX5) 和转子 (R1) 杯组件的 Fann 50 粘度计杯中。然后将样品杯放在 Fann 50 粘度计上,样品受到 511s^{-1} 的剪切速率。附图 4 显示了具有 8,10 和 12pptg 的流体的粘度分布图。如图所示,由于流体温度从 $75\text{ }^{\circ}\text{F}$ 升高至 $150\text{ }^{\circ}\text{F}$,使得每个实施例配制剂的交联流体粘度降低了 40% 至 60%。

[0052] 实施例 4

[0053] 室温下在混合器中将 GW-2 加入水中,且然后向流体中加入自缓冲硼酸盐交联剂,作为 XLW-10 从 BJ Services 公司商购获得,配制得到流体。交联流体在约 5 秒钟内形成。流体中聚合物的负载量从 6pptg 至 10gptg。流体中的交联剂的量在 1.5gptg 与 3.0gptg 之间变化。然后将约 30ml 的 10pptg 流体置于具有摆锤 (BX5) 和转子 (R1) 杯组件的 Fann 50 粘度计杯中。然后将样品杯放在 Fann 50 粘度计上。将样品在 100s^{-1} 速率扫描下剪切约 1 分钟。与每个速率相关的应力用于计算幂律指数 n 和 K ; n 指的是流动行为指数, K 指的是美国石油研究所公报 (American Petroleum Institute's Bulletin) RP-39 提出的稠度系数。然后使用 n 和 k 值计算流体粘度。附图 5 显示了在将温度从环境温度升高至 $120\text{ }^{\circ}\text{F}$ 时每种流体粘度分布图。实施例的流体在 $75\text{ }^{\circ}\text{F}$ 的初始粘度范围从 6pptg GW-2/1.5gpt XLW-10 配制剂的 70cP,到 10pptg GW-2/2.0gptXLW-10 情况的 500cP。观察到 20 分钟后流体温度达到 $120\text{ }^{\circ}\text{F}$ 的预期测试温度,这时 8pptg 聚合物配制剂展现出介于 20cP 与 30cP 之间的粘度。20 分钟后 6pptg 配制剂的粘度约为 10cP。

[0054] 实施例 5

[0055] 室温下在混合器中将 10pptg 的 GW-2 加入水中,且然后加入 3ppt 的硼酸作为交联剂,2gptg 的 10% 苛性钠将 pH 调节至约 9.5,以及 0.125ppt 至 0.5ppt 的过硫酸铵破碎剂,作为 GBW-5 从 BJ Services 公司商购获得,配制得到流体。交联流体在约 5 秒钟内开始形成。然后将约 30ml 的 10pptg 流体置于具有摆锤 (BX5) 和转子 (R1) 杯组件的 Fann 50 粘度计杯中。然后将样品杯放在 Fann50 粘度计上。将样品在 100s^{-1} 速率扫描下剪切约 1 分钟。与每个速率相关的应力用于计算幂律指数 n 和 K ; n 指的是流动行为指数, K 指的是美

国石油研究所公报 (American Petroleum Institute's Bulletin) RP-39 提出的稠度系数。然后使用 n 和 k 值计算流体粘度。附图 6 显示了将温度从环境温度升高至 150 °F 时每种流体的粘度分布图。实施例流体在约 30 秒钟后粘度约为 40cP, 在 2 至 5 分钟之间达到大于 60cP 的峰值。在约 10 分钟后, 温度升高至约 120 °F, 且每种流体的粘度降至 10 和 15cP 之间。在 20 分钟后, 温度达到目标值 150 °F, 且观察到对于包含破碎剂的每种流体配制剂, 流体粘度小于 10cP。

[0056] 如前所述, 可以看出, 在不偏离本发明的新型的思想和范围下, 可实施许多变化和修正。

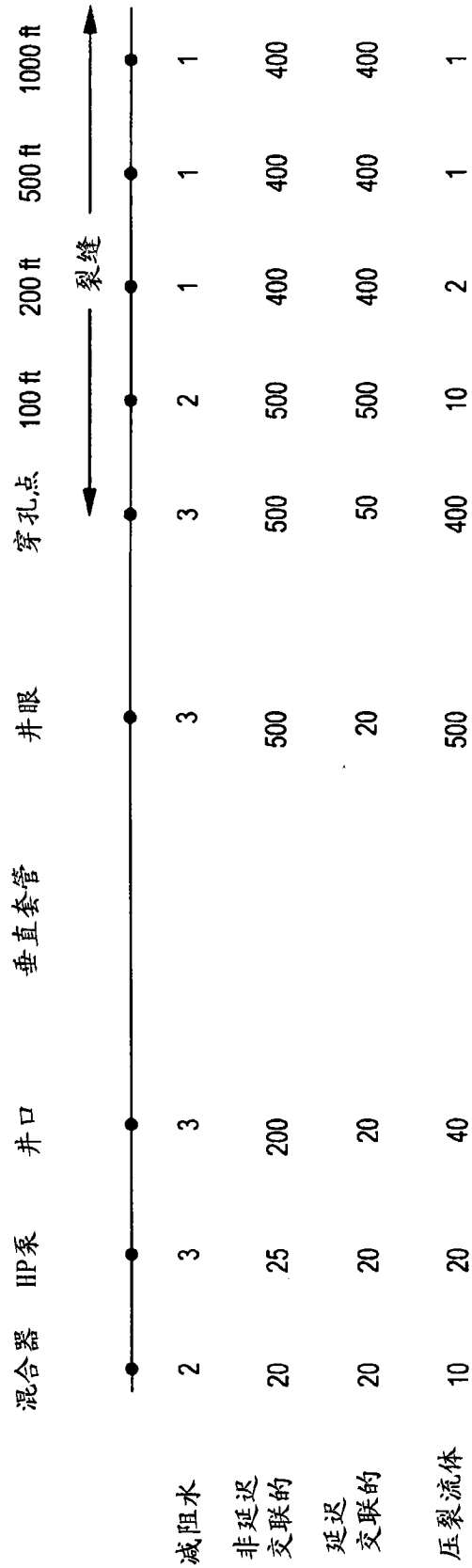


图 1

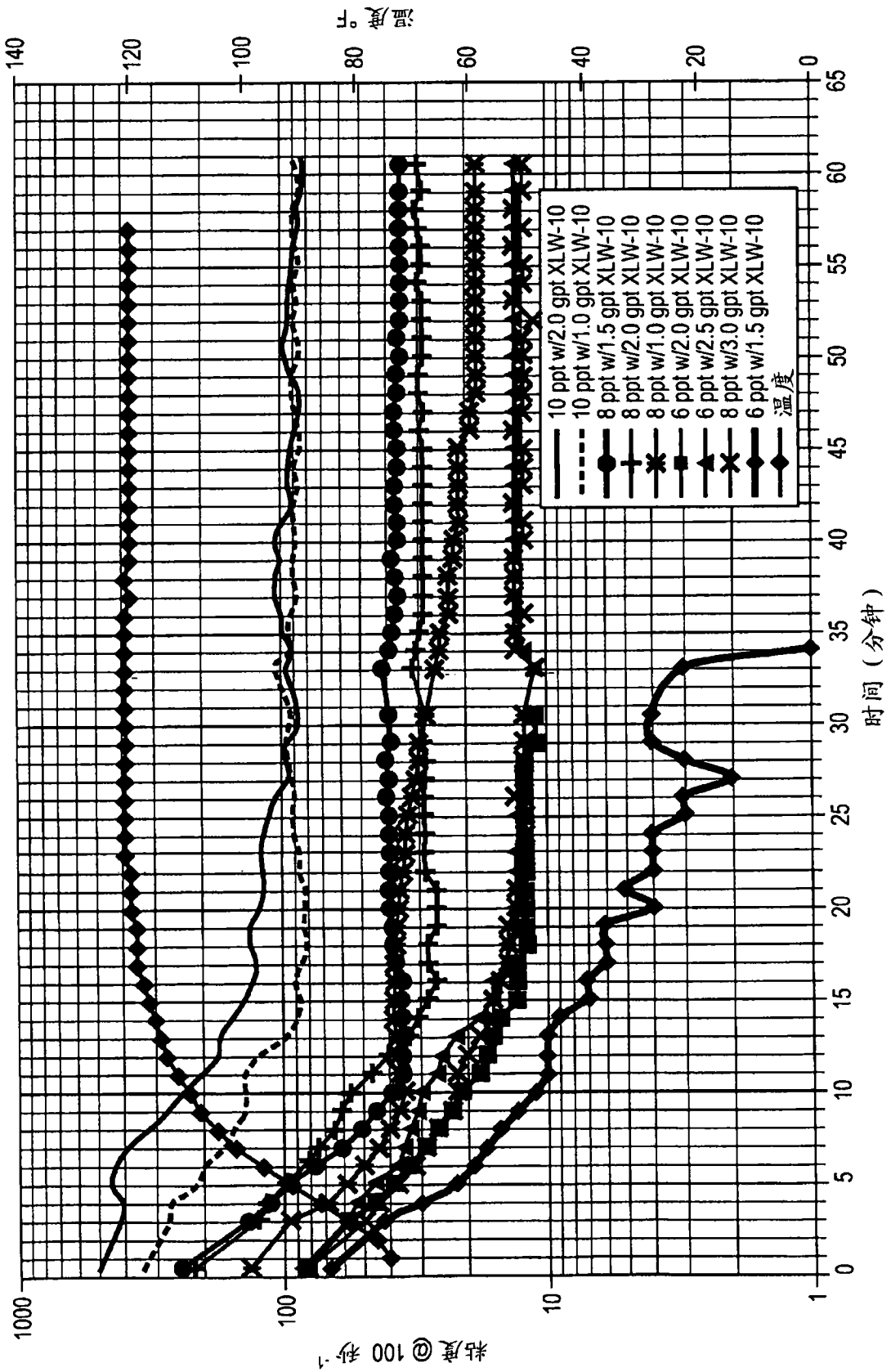


图 2

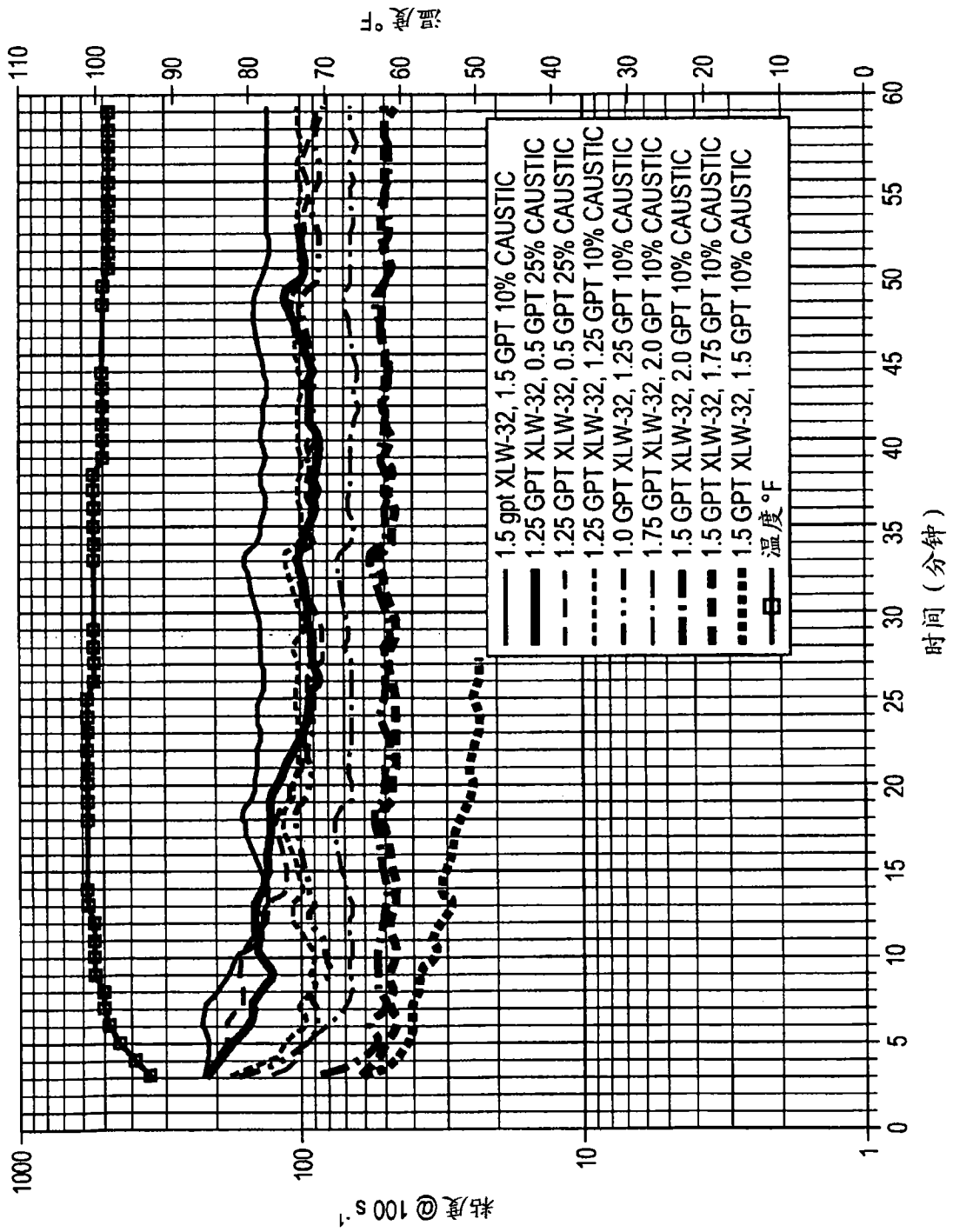


图 3

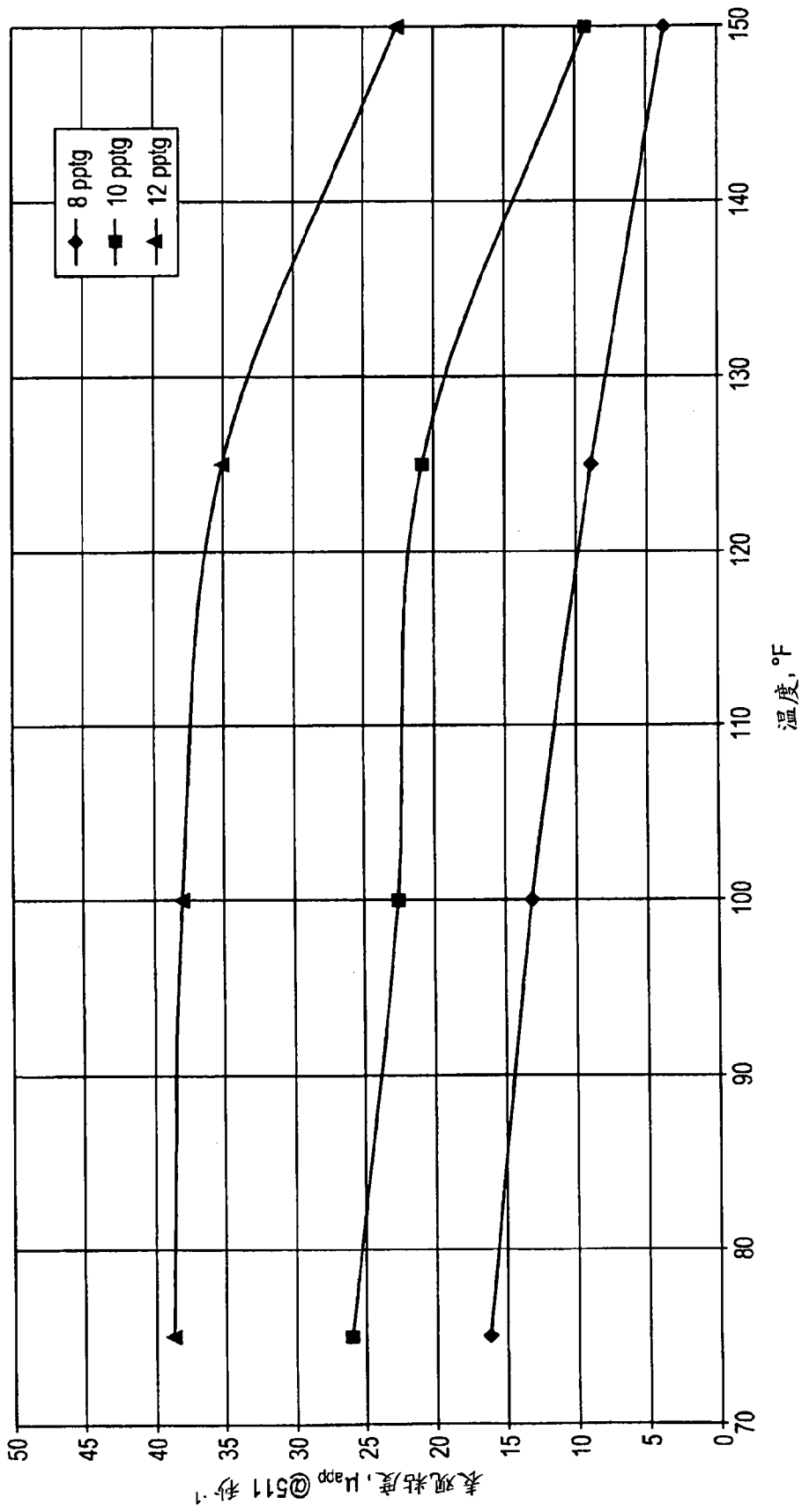


图 4

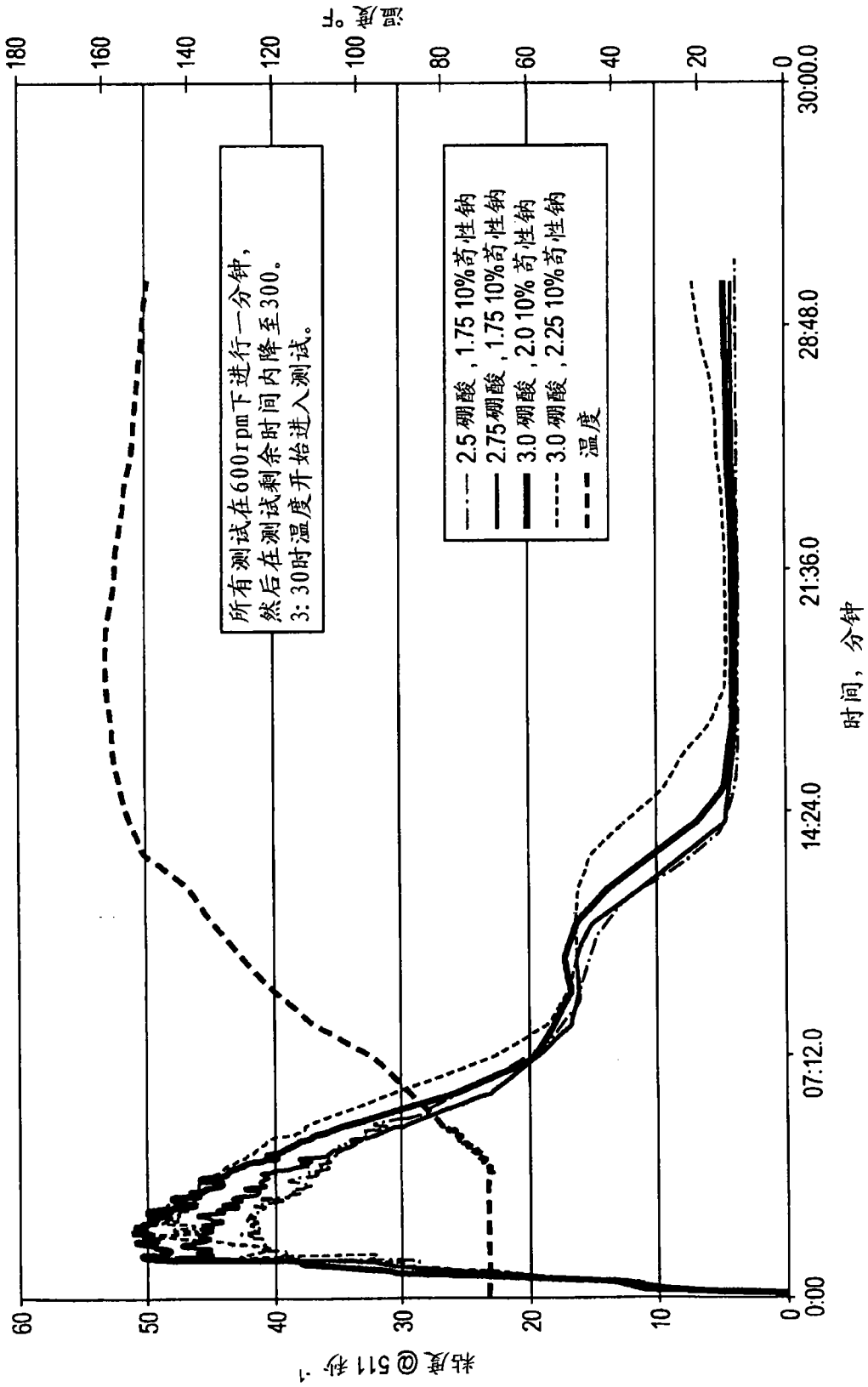


图 5

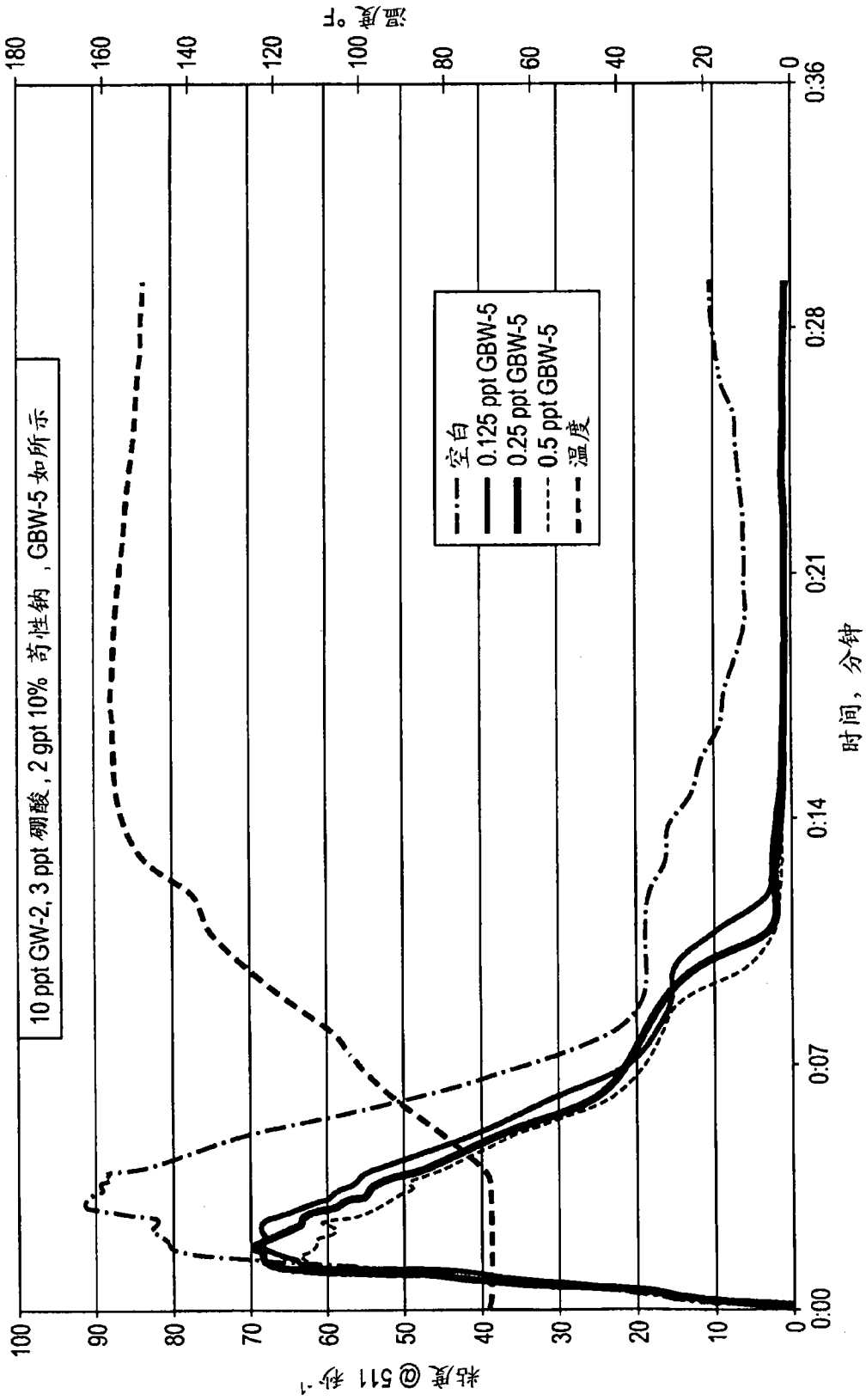


图 6