

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F25J 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580037261.X

[45] 授权公告日 2010年1月27日

[11] 授权公告号 CN 100585309C

[22] 申请日 2005.10.21

[21] 申请号 200580037261.X

[30] 优先权

[32] 2004.10.28 [33] US [31] 10/975,077

[86] 国际申请 PCT/US2005/037716 2005.10.21

[87] 国际公布 WO2006/049885 英 2006.5.11

[85] 进入国家阶段日期 2007.4.28

[73] 专利权人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 H·E·霍沃德

[56] 参考文献

CN1256392A 2000.6.14

US3818714A 1974.6.25

US6158240A 2000.12.12

US2004003625A1 2004.1.8

审查员 陈岚岚

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 原绍辉 廖凌玲

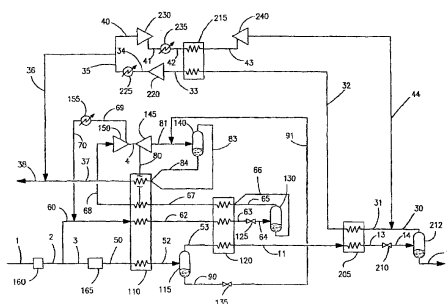
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

天然气液化系统

[57] 摘要

用于产生液化天然气的方法，其中将高压液体天然气过冷且然后闪蒸，以形成闪蒸蒸汽和液化天然气产品，且闪蒸蒸汽在致冷循环中被使用以生成用于将液体天然气过冷的致冷，且已冷却的致冷气也用于将液体天然气过冷。



1. 一种用于产生液化天然气的方法，其包括：

(A) 压缩致冷气且涡轮膨胀已压缩的致冷气以产生冷却的致冷气；

(B) 将液体天然气过冷且闪蒸已过冷的天然气以产生闪蒸蒸汽和液化天然气；和

(C) 将闪蒸蒸汽和已冷却的致冷气通过与液体天然气的间接换热加热，以实现液体天然气的过冷，

其中在通过与过冷液体天然气的间接换热加热前将闪蒸蒸汽和已冷却的致冷气组合。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中致冷气的一部分在涡轮膨胀前被收回。

3. 根据权利要求1所述的方法，其中闪蒸蒸汽和已冷却的致冷气在所述的加热后被压缩以形成所述的已压缩的致冷气。

4. 根据权利要求1所述的方法，其中过冷的液体天然气具有在从700至1500 psia的范围内的压力，且作为闪蒸过冷的天然气的结果的闪蒸蒸汽和液化天然气具有在从14.7至40 psia的范围内的压力。

天然气液化系统

技术领域

本发明一般地涉及液化天然气的生产。

背景技术

天然气传输管道典型地以 700 至 1500 psia 的范围的压力运行。天然气降压点经常被称为降压站。这样的站使得能实现天然气区域性分配（典型地处于 150 到 500 psia 的压力）。一般地，降压站不设计为用于压力能的有用回收。用于降压天然气而同时产生为液化天然气的入口气的部分的过程经常被称为膨胀机循环或膨胀机车间。

本发明的目的是提供用于利用压力能来产生液化天然气的改进的方法。

发明内容

在阅读此披露时将对于本领域技术人员变得显见的以上的和其他的目的通过本发明获得，本发明是：

用于产生液化天然气的方法，包括：

(A) 压缩致冷气且涡轮膨胀已压缩的致冷气以产生冷却的致冷气；

(B) 将液体天然气过冷且闪蒸已过冷的天然气以产生闪蒸蒸汽和液化天然气；和

(C) 将闪蒸蒸汽和已冷却的致冷气通过与液体天然气的间接换热加热，以实现液体天然气的过冷。

如在此所使用，术语“闪蒸”意味着通过膨胀设备对液体减压使得液体的部分转化为汽相。

如在此所使用，术语“Joule-Thomson 膨胀”意味着使用等焓降压设备的膨胀，该设备典型地可以是节流阀、节流孔或毛细管。

如在此所使用，术语“涡轮膨胀”意味着使用产生轴功的膨胀设备的膨胀。这样的轴功由轴的旋转产生，轴的旋转由通过一个或多个连接到轴，例如涡轮机轮盘的流体通道的流体的减压导致。

如在此所使用，术语“间接换热”意味着使两个流体处于换热关系而无任何流体的相互混合。

如在此所使用，术语“过冷”意味着将液体冷却到低于该液体对于现有压力的饱和温度的温度。

附图说明

唯一的附图是本发明的天然气液化方法的一个优选实施例的简化的示意性表示。

具体实施方式

一般地，本发明包括用于使用天然气的压力能来液化天然气的改进的方法，其中在致冷循环中使用来自天然气减压的闪蒸蒸汽，用于使高压天然气在闪蒸前过冷。

本发明将参考附图更详细地描述。现在参考附图，高压天然气流1处于一般地从700到1500磅/平方英寸绝对压力(psia)的范围内，通过使高压天然气流1通过处理系统160将它清除高沸杂质，例如水和硫化氢，该处理系统160可以是变温吸附系统。作为结果的天然气流2被分为部分60和部分3。部分60在热交换器110中被冷却，从热交换器110中作为已冷却的流62出来。部分3通向附加的净化系统165，用于将二氧化碳去除到通常低于50 ppm的水平。作为结果的进一步清洁的天然气流50由通过热交换器110而被冷却，作为两相流52从热交换器110出来。已冷却的气体流62由于与热交换器120内的已膨胀的气体的间接换热而被进一步冷却，如将更完整地在下文中描述，以产生进一步已冷却的流63，流63具有低于-116.5°F的温度，该温度是甲烷的临界温度。

已冷却的天然气流63在第一膨胀中被膨胀，例如由于通过Joule-Thomson阀125被膨胀，以产生处于第一温度的已膨胀的气体流64，该温度典型地在从-120至-200°F的范围内。第一膨胀可以产生或不产生轴功。在图中图示的本发明的实施例中，第一膨胀是导致两相流64的Joule-Thomson膨胀，两相流64通过相分离器130，其中为分配的目的，将它分离为蒸汽流65和液体流66，进入热交换器120共同的通路且随后在热交换器110内。替代地，流66和流65可以在热交

换热器 120 和 110 的每个的单独的通道中被加热。虽然在图中图示为分开的元件，但本领域技术人员将认识到热交换器 120 和 110 可以组合在单个的芯内。

已膨胀的气体流由于通过热交换器 120 被加热，以提供对产品天然气流的冷却，如将在下文中更完整地描述。作为结果的已膨胀的气体流 67 进一步在热交换器 110 内被加热，以通过间接换热提供对产品天然气流的冷却且也提供对气体流 60 的冷却。

流 67 的典型地从流 67 的 30%到 60%的部分 80 在部分地横穿热交换器 110 后被收回，且通向涡轮膨胀机 145，其中它被涡轮膨胀以提供具有第二温度的已涡轮膨胀的气体流 81，该第二温度超过第一温度。一般地，已涡轮膨胀的气体流 81 的温度将比已膨胀的气体流 64 的温度至少高 30°F。已涡轮膨胀的气体流 81 的温度典型地在从-30 至 -100°F 的范围内。

在图中图示的本发明的替代实施例中，已涡轮膨胀的流 81 通向相分离器 140 且蒸汽和液体馏分以各流 83 和 84 通到热交换器 110 的共同的通路。在热交换器 110 内，已涡轮膨胀的气体流被间接换热加热，以提供对气体流 60 的冷却且也提供对产品天然气流的冷却。作为结果的已加热的已涡轮膨胀的气体流 37 被从热交换器 110 收回且可以在流 38 中回收。

已膨胀的气体流 67 的不通向涡轮膨胀机的部分 68 通向压缩机 150，压缩机 150 优选地由从涡轮膨胀机 145 获得的膨胀的轴功驱动，且轴功在图 4 中以代表形式 4 图示。在压缩后，在流 69 内的气体可以在热交换器 155 内被冷却且作为结果的流 70 可以与流 60 组合以通向热交换器 110 且如前述处理。

两相天然气流 52 通向相分离器 115。液体从相分离器 115 以流 90 收回，通过阀 135 且在图示中图示的实施例中以流 91 通过，用于与流 81 组合且进一步如前述处理。蒸汽从相分离器 115 以流 53 收回且进一步由于通过热交换器 120 被间接换热冷却和对已 Joule-Thomson 膨胀的天然气加热，以形成流 11 内的液体天然气，该液体天然气的压力一般地在从 700 至 1500 psia 的范围内，且温度一般地在从-120 至-180°F 的范围内。流 11 由于通过热交换器 205 被过冷到在从-200 至-260°F 范围内的温度，以形成过冷的液体天然气流 13。流 13 由于通过阀 210

被闪蒸以形成两相流 14, 两相流 14 的压力一般地在从 14.7 至 40 psia 的范围内。

两相流 14 包括闪蒸蒸汽和液化天然气, 它通向相分离器 212 内, 从相分离器 212 收回产品液化天然气且在流 15 内回收。闪蒸蒸汽从相分离器 212 被收回在流 30 内且与流 44 内的致冷气组合以使液体天然气 11 过冷, 如将在下文中更完整地描述。

致冷气 33 由于通过热交换器 215 已被加热到大约环境温度, 它由于通过压缩机 220 被压缩, 且作为结果的已压缩的致冷气 34 由于通过热交换器 225 被冷却去压缩的热, 已形成流 35。流 35 的部分 36 从致冷气循环被移除且优选地作为天然气被回收, 最优选地如在图中所图示, 通过与流 37 的组合以形成流 38。已压缩的致冷气的剩余的部分 40 由于通过压缩机 230 被进一步压缩, 以形成进一步压缩的致冷气 41, 致冷气 41 具有从 150 至 350 psia 的范围内的压力。流 41 由于通过冷却器 235 被冷却去压缩的热, 且作为结果的致冷气流 42 由于通过热交换器 215 被冷却到从 -70 至 -170°F 的范围内的温度。已冷却的致冷气从热交换器 215 以流 43 通向涡轮膨胀机 240, 其中它被涡轮膨胀到从 14.7 至 40 psia 的范围内的压力, 以生成致冷。由涡轮膨胀机 240 产生的轴功优选地用于提供运行压缩机 230 的动力的至少一些。

来自涡轮膨胀机 240 的具有作为结果的致冷的致冷气在热交换器 205 内被加热, 以实现流 11 内的液体天然气的过冷。优选地, 如在图中图示, 在流 44 内已冷却的致冷气与流 30 内的闪蒸蒸汽组合以形成组合流 31, 组合流 31 通向热交换器 205 且被间接换热加热, 以实现液体天然气的过冷。作为结果的已加热的致冷气以流 32 通过以加热热交换器 215, 从热交换器 215 以流 33 出来用于如前述处理。

虽然本发明已参考某个优选实施例详细描述, 但本领域技术人员将认识到在权利要求书的精神和范围内存在本发明的其他实施例。

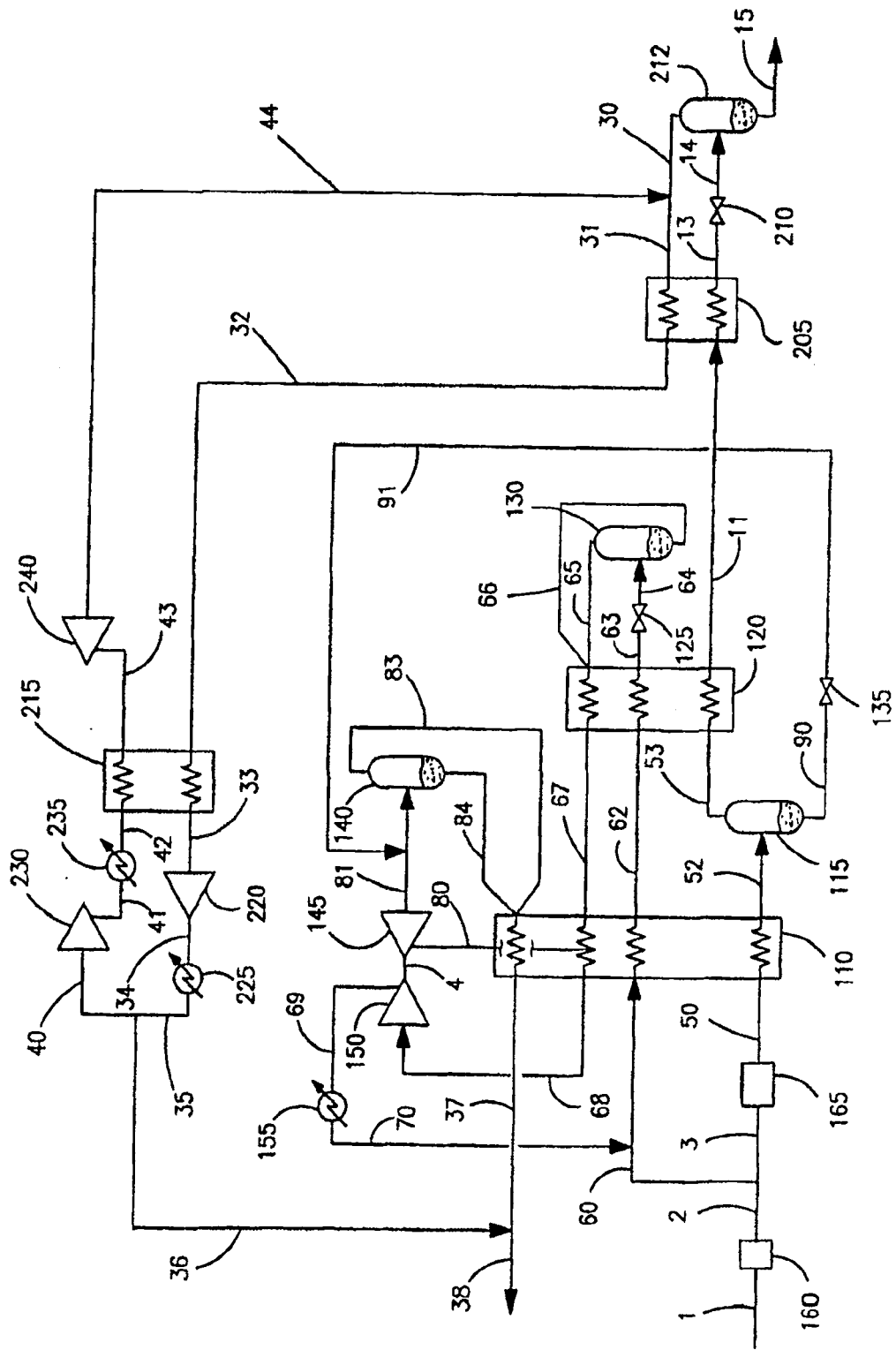


图 1