



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104232162 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201310226004.7

(22)申请日 2013.06.07

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104232162 A

(43)申请公布日 2014.12.24

(73)专利权人 通用电气公司  
地址 美国纽约州

(72)发明人 胡立舜 薛俊利

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 封新琴

(51)Int.Cl.

C10J 1/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102021035 A,2011.04.20,

CN 101550056 A,2009.10.07,

CN 1478858 A,2004.03.03,

CN 101734985 A,2010.06.16,

WO 03/033624 A1,2003.04.24,

审查员 李欣玮

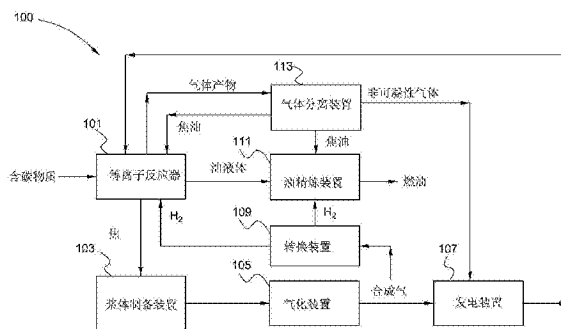
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

煤转换系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种煤转换系统。该煤转换系统包括：等离子反应器，用来在氢载体参与下且在等离子体作用下用微波能量热解含碳物质来产生焦、油液体及气体产物；浆体制备装置，连接于所述等离子反应器，用来接收来自所述等离子反应器的焦来产生水焦浆；及气化装置，连接于所述浆体制备装置，用来气化所述水焦浆产生合成气。本发明还提供一种煤转换方法。



1. 一种煤转换系统,其特征在于,其包括:

等离子反应器,用来在氢载体参与下且在等离子体作用下用微波能量热解含碳物质来产生焦、油液体及气体产物;

浆体制备装置,连接于所述等离子反应器,用来接收来自所述等离子反应器的焦来产生水焦浆;及

气化装置,连接于所述浆体制备装置,用来气化所述水焦浆产生合成气。

2. 如权利要求1所述的煤转换系统,其特征在于:所述煤转换系统进一步包括连接于所述气化装置的转换装置,用来接收所述合成气获得所述氢载体提供给所述等离子反应器。

3. 如权利要求1或2所述的煤转换系统,其特征在于:所述煤转换系统进一步包括连接于所述等离子反应器的油精炼装置,用来接收来自所述等离子反应器的油液体并在从所述合成气获得的氢气参与下精炼所述油液体。

4. 如权利要求1所述的煤转换系统,其特征在于:所述煤转换系统进一步包括连接于所述气化装置的发电装置,用来利用来自所述气化装置的合成气产生电能提供给所述等离子反应器。

5. 如权利要求1或2所述的煤转换系统,其特征在于:所述煤转换系统进一步包括连接于所述等离子反应器的气体分离装置,用来将来自所述等离子反应器的所述气体产物分离为可凝性气体和非可凝性气体。

6. 一种煤转换方法,其特征在于:其包括以下步骤:

在氢载体参与下且在等离子体作用下用微波能量热解含碳物质来产生焦、油液体及气体产物;

利用所述焦产生水焦浆;及

气化所述水焦浆产生合成气。

7. 如权利要求6所述的煤转换方法,其特征在于:所述煤转换方法进一步包括利用所述合成气获得所述氢载体。

8. 如权利要求6所述的煤转换方法,其特征在于:所述煤转换方法进一步包括在从所述合成气获得的氢气参与下精炼所述油液体。

9. 如权利要求6所述的煤转换方法,其特征在于:所述煤转换方法进一步包括利用所述合成气产生电能且提供所述电能给所述热解步骤。

10. 如权利要求6所述的煤转换方法,其特征在于:所述煤转换方法进一步包括将所述热解步骤中产生的所述气体产物分离为可凝性气体和非可凝性气体。

## 煤转换系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明有关一种煤转换系统及方法,尤其涉及一种煤液化的系统及方法。

### 背景技术

[0002] 传统的一种在工业中利用煤的方法是在锅炉中直接用高温燃烧煤。在大约1000°C至2000°C的高温下,煤中的碳和氢全部会被破坏,结合成小分子(例如,H<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>)。此方法中煤和反应物需要在相当高的温度(一般高于1000°C)下进行反应,如此需要提供很大的能量来达到高温,且煤中的有用物质在此高温下被破坏,因此煤的利用率较低。

[0003] 因此,有必要提供一种煤转换系统及方法来解决上面提及的技术问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的一个方面在于提供一种煤转换系统。该煤转换系统包括:等离子反应器,用来在氢载体参与下且在等离子体作用下用微波能量热解含碳物质来产生焦、油液体及气体产物;浆体制备装置,连接于所述等离子反应器,用来接收来自所述等离子反应器的焦来产生水焦浆;及气化装置,连接于所述浆体制备装置,用来气化所述水焦浆产生合成气。

[0005] 本发明的另一个方面在于提供一种煤转换方法。该煤转换方法包括以下步骤:在氢载体参与下且在等离子体作用下用微波能量热解含碳物质来产生焦、油液体及气体产物;利用所述焦产生水焦浆;及气化所述水焦浆产生合成气。

[0006] 本发明的煤转换系统及方法在等离子体作用下利用微波液化含碳物质产生油液体,且产物焦可用来产生合成气,油倍率较高且含碳物质的利用率较高。

### 附图说明

[0007] 通过结合附图对于本发明的实施方式进行了描述,可以更好地理解本发明,在附图中:

[0008] 图1所示为本发明煤转换系统的一个实施例的原理图;

[0009] 图2所示为本发明煤转换系统的另一个实施例的原理图;

[0010] 图3所示为本发明煤转换系统的再一个实施例的原理图。

### 具体实施方式

[0011] 除非另作定义,此处使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现在“包括”或者“包含”前面的元件或者物件涵盖出现在“包括”或者“包含”后面列举的元件或者物件及其等同,并不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。

[0012] 图1所示为一个实施例的煤转换系统100的原理图。煤转换系统100包括等离子反

应器101、浆体制备装置103及气化装置105。含碳物质作为原料加入等离子反应器101中。在一实施例中,含碳物质包含至少70%重量百分比的煤。在另一实施例中,含碳物质包含至少75%重量百分比的煤。在再一实施例中,含碳物质包含至少90%重量百分比的煤。在一些实施例中,含碳物质包含烟煤、粉末的盆地煤、褐煤或者上述任意几种煤的混合物。在一些实施例中,含碳物质包含高阶煤、低阶煤或两者的混合物。在一实施例中,含碳物质包含生物质和煤。生物质是来自生物体的物质,可作为原材料或可燃烧的材料。生物质可以是来自植物的物质,例如,木材、木片、锯屑、树皮、种子、稻草、草、农业或林业的废物、能源作物等。生物质也可以是来自动物或人的废物,例如,城市垃圾、动物的粪便等。在一实施例中,含碳物质包含含碳固体废物。

[0013] 等离子反应器101用来在氢载体参与下且在等离子体作用下用微波能量热解含碳物质来产生焦(Char)、油液体及气体产物。一般情况下,等离子反应过程是利用微波能量从含碳物质中分解出脂肪族的烃类,同时通过在等离子(例如电离气体)参与下与天然气等气体反应来提炼液体,提高烃类的氢的含量。然后,脂肪族的烃类转化为液体燃料,液体燃料包括液体丙烷、石脑油、汽油、柴油等。

[0014] 氢载体可以是氢气、甲烷、天然气、或其他含氢且可参与等离子反应的合适的气体。天然气的主要成分为甲烷,且包含氢气。等离子反应器101需供电产生微波能量。例如,可以利用可再生能源供电,例如风能、太阳能等。微波能量在等离子反应器中作为热能和等离子能。等离子体是由电子、离子、原子、分子、自由基团等组成的高能态。微波产生的等离子体产生离子和其他活性物质,降低化学反应中的温度阈值。等离子体辅助液化煤可以提高油倍率。微波能量可提供较快的加热速率。微波能量通过材料电磁转化获得,不同于对流力和辐射力。因此加热速率不受表面反应的限制,且热量分布的均匀性提高,加热时间减少。

[0015] 在一些实施例中,微波的频率为800MHz或2.45GHz。等离子反应器101一般在低于5倍的大气压的压力下热解含碳物质。在一个实施例中,等离子反应器101在一个大气压至五倍的大气压的压力范围内加热含碳物质。在一实施例中,热解含碳物质的温度范围大约从400°C至800°C,因此含碳物质中的有用物质不易被破坏,含碳物质的利用率较高,且不需要太多的能量来达到此热解温度。在一实施例中,以大约100千瓦/每磅煤(kilo Watt per pound, kW/lb)至大约1000千瓦/每磅的功率产生微波能量。在另一个实施例中,以大约200kW/lb至大约500kW/lb的功率产生微波能量。

[0016] 浆体制备装置103连接于等离子反应器101,用来接收来自等离子反应器101的焦来产生水焦浆。水焦浆指一定数量的焦、水和添加剂的混合物。焦为含碳物质在等离子反应器101中热解后产生的固体颗粒。水焦浆是由焦、水和少量添加剂经过物理加工过程制成的具有一定粒度、能流动的稳定浆体。在一定的应用中,水焦浆可包括从60%到80%重量百分比(Weight Percentage, wt%)的焦颗粒,从20wt%到40wt%的水及一定量的添加剂,比如少于1wt%的添加剂。本发明的实施例不限于可用于水焦浆中的任何特定类型的添加剂。在非限制性示例中,添加剂可包括亚甲基萘磺酸钠、苯乙烯磺酸钠、马来酸钠、亚甲基萘磺酸盐甲酰胺缩合物、木质素磺酸盐和石油磺酸盐等。热解反应产生的焦的表面特性发生变化,利用含碳物质热解产生的焦较易制备水焦浆。即使是低阶煤,低阶煤热解后产生的焦也较易制成水焦浆。

[0017] 气化装置105连接于浆体制备装置103,用来气化水焦浆产生合成气。合成气包含氢气、一氧化碳及二氧化碳。通常,在应用中,提高水焦浆中焦的浓度可提升气化效率。在等离子体辅助热解含碳物质的热解温度(大约从400°C至800°C)下,焦产率较高且焦气化反应活性较高,且焦的内在水分、发热量和可磨性均满足水焦浆气化的基本要求,因此等离子反应器101中产生的焦是制备水焦浆的较好的材料,且水焦浆的焦浓度较高,气化效率较高。

[0018] 在图示实施例中,煤转换系统100进一步包括连接于气化装置105的发电装置107。发电装置107用来利用来自气化装置105的合成气产生电能提供给等离子反应器101。合成气中的氢气、一氧化碳和二氧化碳用于发电装置107发电。等离子反应器101获得发电装置107提供的电能产生微波能量。在一些实施例中,发电装置107产生的电能可以提供给外部装置(未图示)。

[0019] 在图示实施例中,煤转换系统100进一步包括连接于气化装置105的转换装置109。转换装置109用来接收合成气获得氢载体提供给等离子反应器101。在本实施例中,在转换装置109中,合成气中的一氧化碳与水反应产生氢气和二氧化碳,其中氢气输出给等离子反应器101,用于含碳物质的等离子体热解过程。合成气本身包含的氢气也可作为氢载体提供给等离子反应器101。本实施例中,部分合成气用于发电,部分合成气用来提供氢载体,合成气被有效地利用。在其他实施例中,合成气还可用于其他一种或多种用途。

[0020] 在本实施例中,煤转换系统100进一步包括连接于等离子反应器101的油精炼装置111。油精炼装置111用来接收来自等离子反应器101的油液体并在从合成气获得的氢气参与下精炼油液体。等离子反应器101产生的油液体包括油和水等。油精炼装置111可利用蒸馏、精馏、减压蒸馏等炼油工艺精炼油液体。本实施例中,转换装置109产生的部分氢气提供给油精炼装置111用于炼油过程中。氢气可用于加氢裂化、加氢精制等炼油过程。油精炼装置111提炼油液体获得质量高的成品油,例如汽油、柴油、煤油、石脑油等,可作为燃料提供给外部装置(未图示)。

[0021] 在图示实施例中,煤转换系统100进一步包括连接于等离子反应器101的气体分离装置113。气体分离装置113用来将来自等离子反应器101的气体产物分离为可凝性气体和非可凝性气体。等离子反应器101产生的气体产物包括可凝性气体和非可凝性气体,可凝性气体包括苯、二甲苯、甲苯和萘,非可凝性气体包括氢气、一氧化碳和二氧化碳。非可凝性气体的主要成分类似于合成气的主要成分,但成分的重量比不尽相同。在甲烷参与的煤热解反应中,非可凝性气体还可能包含甲烷。可凝性气体凝结后为焦油,部分焦油返回至等离子反应器101中继续参加反应,另一部分焦油提供给油精炼装置111。焦油可以与油液体一起进入油精炼装置111中进行分离获得成品油。非可凝性气体类似于合成气提供给发电装置107,用来发电。在一些实施例中,非可凝性气体可输入转换装置109来提供氢气给油精炼装置111和/或等离子反应器101。在另一些实施例中,非可凝性气体可以用于其他一种或多种用途。

[0022] 图2所示为另一个实施例的煤转换系统200的原理图。图2所示的煤转换系统200类似于图1所示的煤转换系统100。相比于图1所示的煤转换系统100,图2所示的煤转换系统200包括化学品制备装置207。化学品制备装置207连接于气化装置105,用来接收来自气化装置105的合成气来产生甲烷、甲醇、费托(Fischer-Tropsch, F-T)合成物等化学品。化学品制备装置207利用催化法将合成气转换成不同的化学品,依据催化剂种类的不同得到不同

的化学品。本实施例中,非可凝性气体输入化学品制备装置207用来产生甲烷、甲醇、F-T合成物等化学品。这些化学品可以用于其他设备(未图示)。本实施例中,等离子反应器101可以由外部供电设备(未图示)供电。在一些实施例中,煤转换系统200可以包括图1所示的发电装置107和图2所示的化学品制备装置207,部分合成气用来发电,部分合成气用来制备化学品,从而既可以给等离子反应器101供电,又可以产生化学品。

[0023] 图3所示为再一个实施例的煤转换系统300的原理图。图3所示的煤转换系统300类似于图1所示的煤转换系统100。相比于图1所示的煤转换系统100,图3所示的煤转换系统300包括连接于气化装置105的甲烷制备装置307。甲烷制备装置307接收合成气来制备甲烷。甲烷制备装置307可用催化法制备甲烷。本实施例中,甲烷制备装置307也接收来自气体分离装置113分离出来的非可凝性气体来制备甲烷。产生的甲烷可以输入等离子反应器101中参加含碳物质的热解反应。在应用中,煤转换系统300可以设有图1所示的发电装置107、图2所示的化学品制备装置207和图3所示的甲烷制备装置307中的一个、其中两个或全部,也可根据实际应用设置其他装置来满足特定的需求。在一些实施例中,煤转换系统300可设有其他装置用来利用合成气产生所需的物质。煤转换系统100、200和300充分利用含碳物质热解的产物,含碳物质的利用率较高,整个系统比较优化。

[0024] 煤转换方法可利用图1至3所示的煤转换系统100、200和300实现。在一些实施例中,煤转换方法可用其他煤转换系统实现。煤转换方法包括在氢载体参与下且在等离子体作用下用微波能量热解含碳物质来产生焦、油液体及气体产物。等离子体热解含碳物质的油倍率较高,热解温度较低,用微波加热可以提高加热速率。氢载体可以包含氢气和/或甲烷,也可以包含其他可参与等离子体热解的含氢气体。

[0025] 煤转换方法进一步包括利用焦产生水焦浆。热解产生的焦可与水和少量的添加剂混合成水焦浆。接着气化水焦浆产生合成气。合成气包括氢气、一氧化碳和二氧化碳。煤转换方法进一步包括利用合成气获得氢载体。合成气中的一氧化碳与水反应生成氢气和二氧化碳,氢气用于热解过程。合成气本身包含的氢气也可用于热解过程。

[0026] 煤转换方法进一步包括在从合成气获得的氢气参与下精炼油液体。合成气本身包含的氢气和反应获得的氢气部分提供给热解过程,部分提供给油精炼过程。可利用蒸馏、精馏、减压蒸馏等炼油工艺精炼油液体。

[0027] 煤转换方法进一步包括利用合成气产生电能且提供电能给热解步骤。热解步骤需要电能产生微波能量进行热解反应。本实施例中直接利用含碳物质产生的合成气来产生电能并提供给热解步骤。在一实施例中,合成气可用来制备甲烷、甲醇、F-T合成物等化学品,可在催化剂参与下用催化法获得化学品,根据催化剂的不同可获得不同的化学品。在另一实施例中,合成气可用来制备甲烷,甲烷作为氢载体用于热解步骤。

[0028] 煤转换方法进一步包括将热解步骤中产生的气体产物分离为可凝性气体和非可凝性气体。可凝性气体部分返回至热解步骤,部分提供给油精炼步骤。非可凝性气体的主要成分类似于合成气,也可用来发电、制备甲烷等化学品或转换为氢载体提供给热解步骤。

[0029] 虽然结合特定的实施方式对本发明进行了说明,但本领域的技术人员可以理解,对本发明可以作出许多修改和变型。因此,要认识到,权利要求书的意图在于涵盖在本发明真正构思和范围内的所有这些修改和变型。

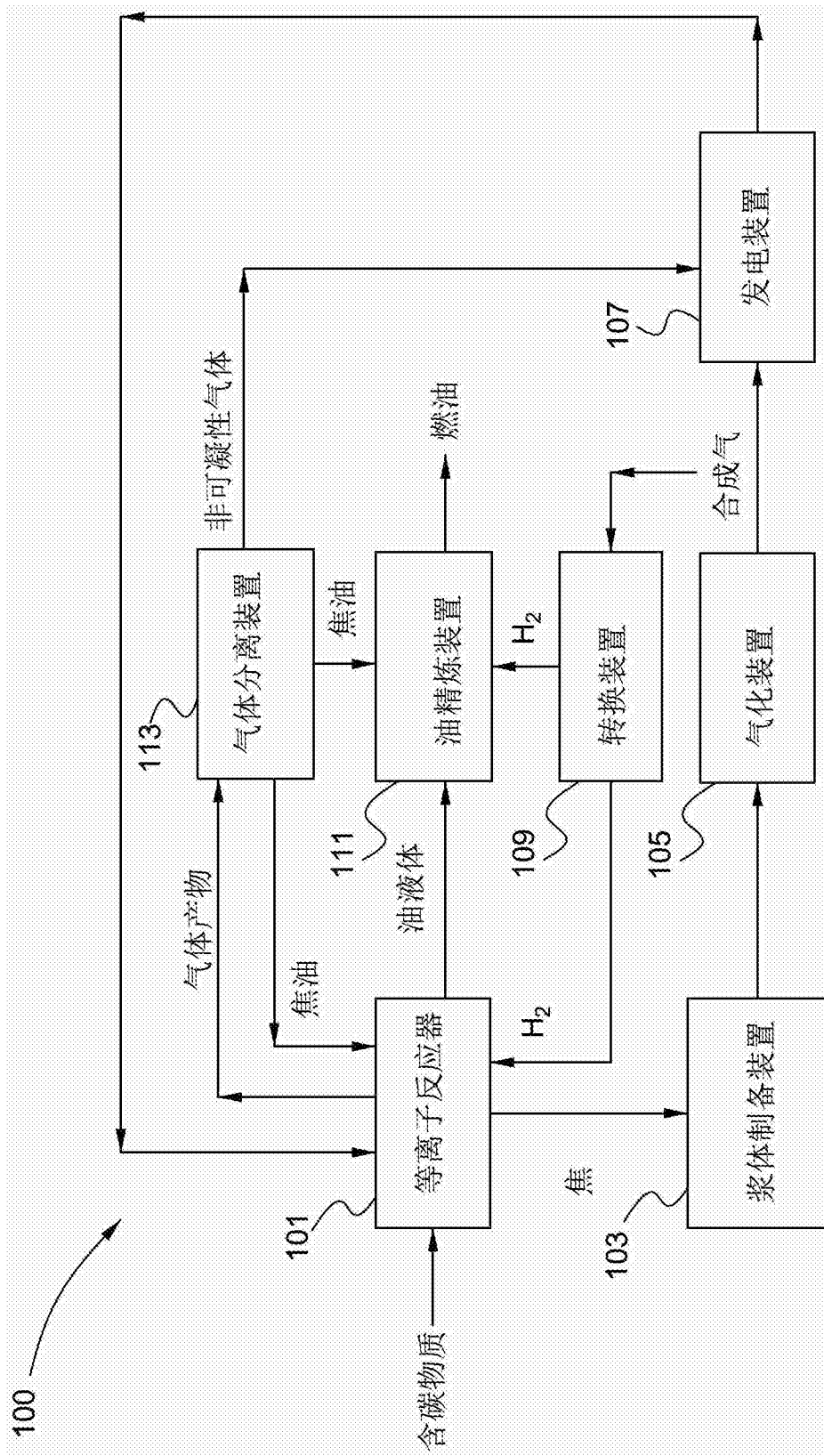


图1

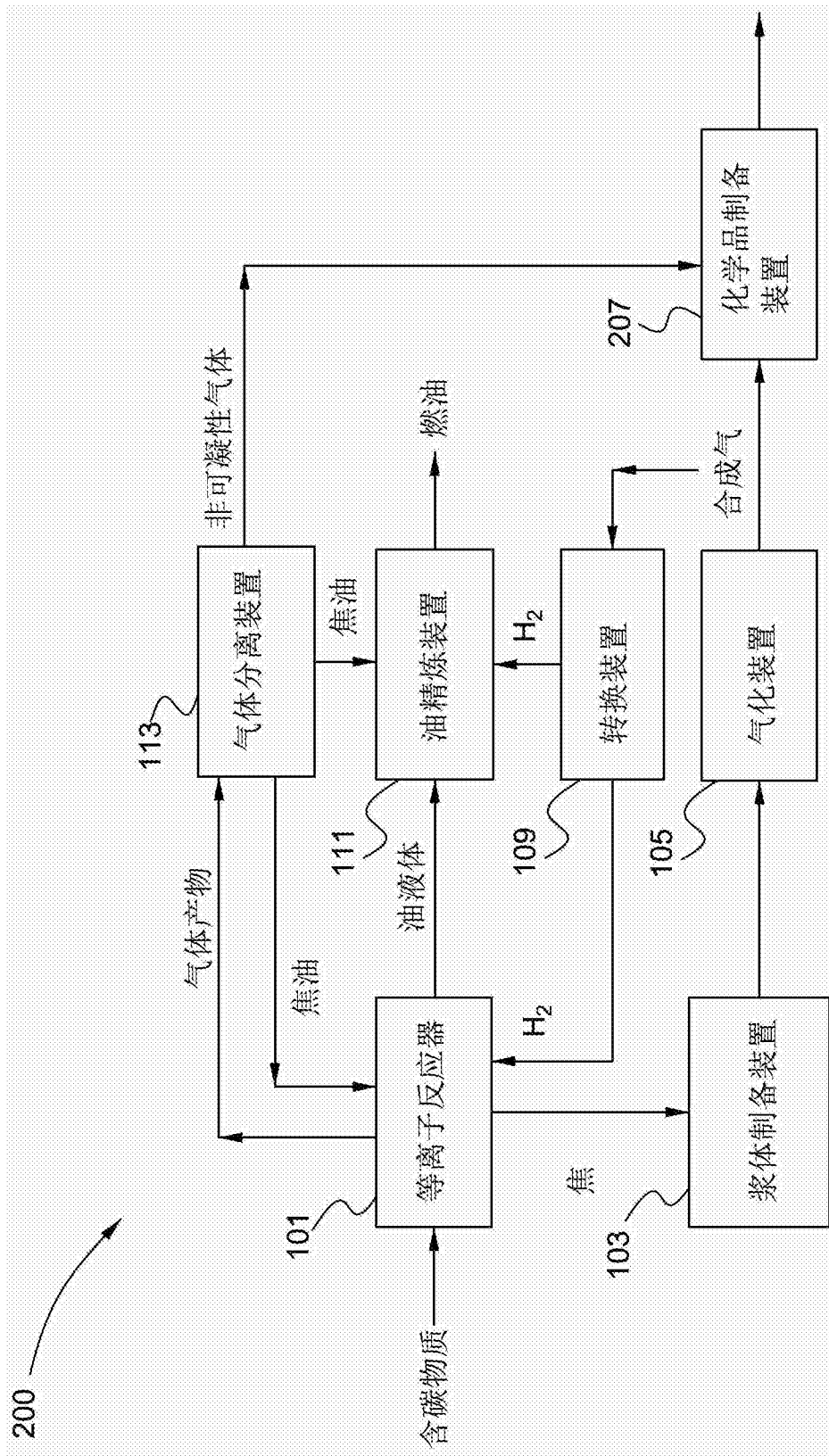


图2



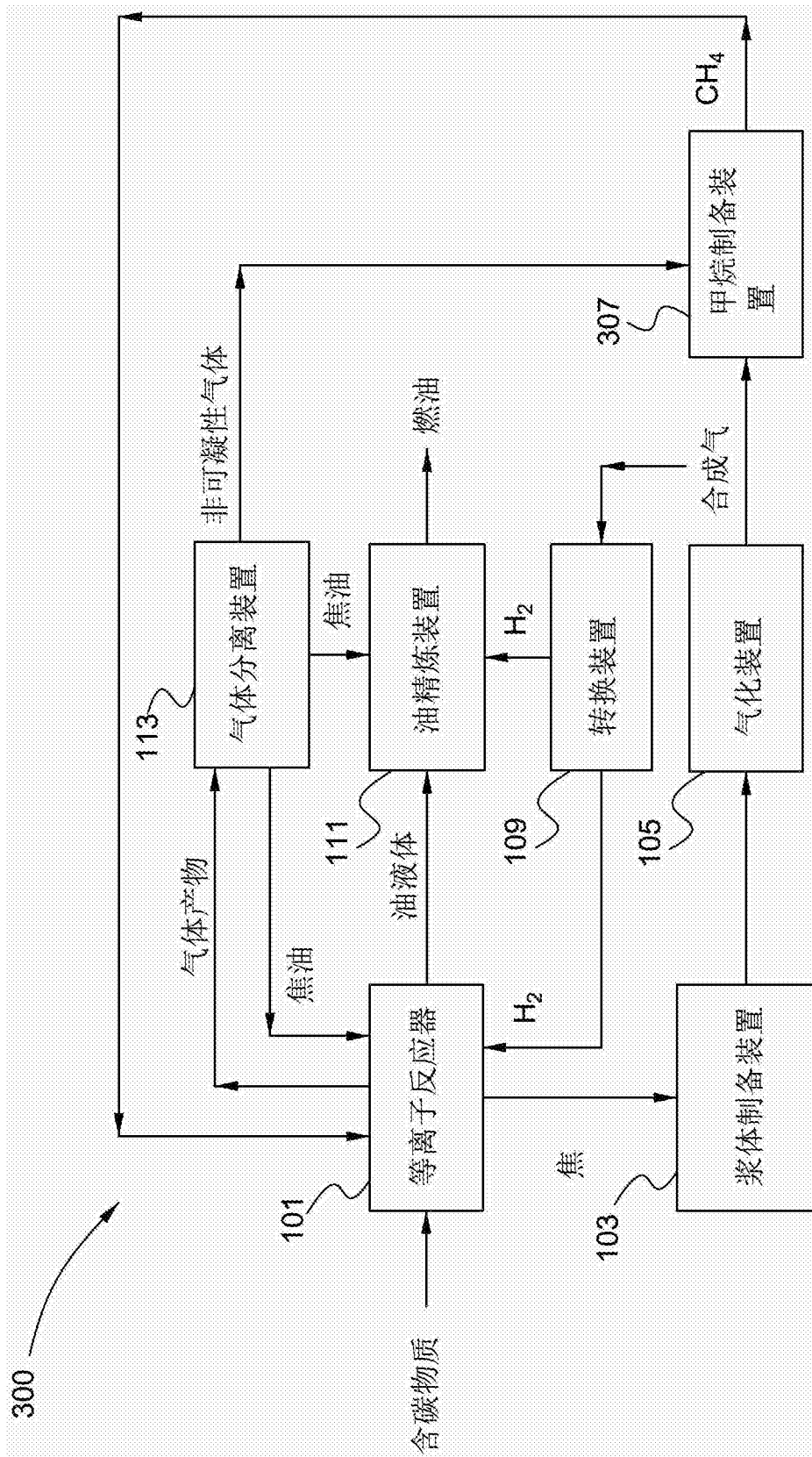


图3