

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-16033  
(P2014-16033A)

(43) 公開日 平成26年1月30日(2014.1.30)

(51) Int.Cl.  
F17C 5/06 (2006.01)

F1  
F17C 5/06

テーマコード(参考)  
3E172

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2013-141678 (P2013-141678)  
 (22) 出願日 平成25年7月5日(2013.7.5)  
 (31) 優先権主張番号 13/542, 761  
 (32) 優先日 平成24年7月6日(2012.7.6)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 13/648, 622  
 (32) 優先日 平成24年10月10日(2012.10.10)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591035368  
 エア プロダクツ アンド ケミカルズ  
 インコーポレイテッド  
 AIR PRODUCTS AND CH  
 EMICALS INCORPORATE  
 D  
 アメリカ合衆国 ペンシルヴェニア アレ  
 ンタウン ハミルトン ブールヴァード  
 7201  
 7201 Hamilton Boule  
 vard, Allentown, Pe  
 nnsylvania 18195-15  
 01, USA

(74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤

最終頁に続く

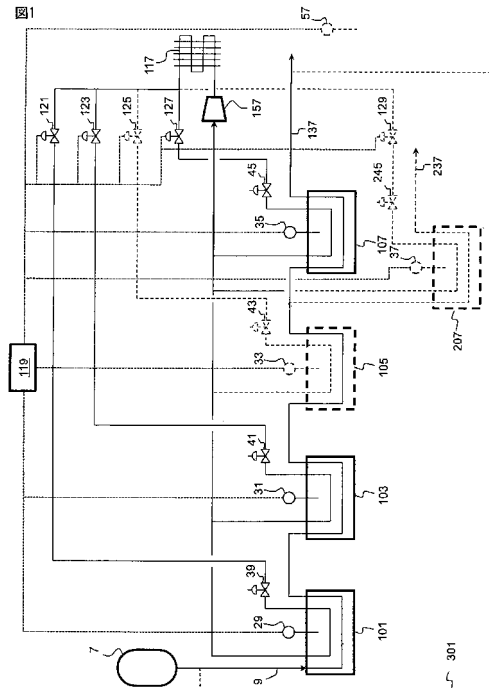
(54) 【発明の名称】 ガスの供給方法

(57) 【要約】

【課題】 目標温度範囲内でガスを供給する方法を与える。

【解決手段】 複数の蓄熱器とガスを熱交換して、ガスを冷却する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

以下の工程を含む、ガスの供給方法：

ガス源（7）から、ガスの第1分量を抜き出す工程；

前記ガスの第1分量を、第1の蓄熱器（101）と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記第1の蓄熱器（101）は、前記ガスの第1分量が前記第1の蓄熱器（101）に冷却され始める時点で第1の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有する；

前記ガスの第1分量を、第2の蓄熱器（103）と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記第2の蓄熱器（103）は、前記ガスの第1分量が前記第2の蓄熱器（103）に冷却され始める時点で第1の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有し、かつ前記ガスの第1分量は、前記第1の蓄熱器（101）との熱交換によって冷却された後に、前記第2の蓄熱器（103）との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第1分量を、第3の蓄熱器（107）と熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第3の蓄熱器（107）は、前記第1の目標温度範囲内の温度を有し、かつ前記ガスの第1分量は、前記第2の蓄熱器（103）との熱交換によって冷却された後に前記第3の蓄熱器（107）と熱交換する；及び

前記ガスの第1分量を、前記第3の蓄熱器（107）から第1の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第1分量は、前記第1の目標温度範囲内の供給温度を有している。

## 【請求項 2】

前記ガスの第1分量を、前記第3の蓄熱器（107）との熱交換によって加熱する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

さらに以下の工程を含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法：

前記ガス源（7）からガスの第2分量を抜き出す工程；

前記ガスの第2分量を、前記第1の蓄熱器（101）と熱交換することによって冷却する工程；

前記ガスの第2分量を、前記第2の蓄熱器（103）と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記ガスの第2分量は、前記第1の蓄熱器（101）との熱交換によって冷却された後に、前記第2の蓄熱器（103）との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第2分量を、前記第3の蓄熱器（107）と熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第3の蓄熱器（107）は、前記第1の目標温度範囲内の温度を有し、かつ前記ガスの第2分量は、前記第2の蓄熱器（103）との熱交換によって冷却された後に前記第3の蓄熱器（107）と熱交換する；及び

前記ガスの第2分量を、前記第3の蓄熱器（107）から第2の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第2分量は、前記第1の目標温度範囲内の供給温度を有している。

## 【請求項 4】

次の工程をさらに含む、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の方法：

前記第1の蓄熱器（101）、前記第2の蓄熱器（103）、及び前記第3の蓄熱器（107）を、冷媒との熱交換によって冷却する工程、ここで前記冷媒は、冷却サイクルを循環する。

## 【請求項 5】

前記第1の蓄熱器（101）、前記第2の蓄熱器（103）、及び前記第3の蓄熱器（107）のそれぞれへの前記冷媒の流量を、独立して制御する、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

次の工程をさらに含む、請求項 1～3 のいずれか一項に記載の方法：

前記第1の蓄熱器（101）及び前記第2の蓄熱器（103）を、冷媒との熱交換によって冷却する工程、ここで前記冷媒は、冷却サイクルを循環する；及び

前記第3の蓄熱器（107）を、第2の冷媒との熱交換によって冷却する工程、ここで前記第2の冷媒は、第2の冷却サイクルを循環する。

## 【請求項 7】

10

20

30

40

50

次の工程をさらに含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法：

前記ガス源（ 7 ）からガスの第 3 分量を抜き出す工程；

前記ガスの第 3 分量を、前記第 1 の蓄熱器（ 1 0 1 ）と熱交換することによって冷却する工程；

前記ガスの第 3 分量を、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記ガスの第 3 分量は、前記第 1 の蓄熱器（ 1 0 1 ）との熱交換によって冷却された後に、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第 3 分量を、第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）と熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）は、第 2 の目標温度範囲内の温度を有し、前記第 2 の目標温度範囲は、前記第 1 の目標温度範囲と異なり、かつ前記ガスの第 3 分量は、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）との熱交換によって冷却された後に前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）と熱交換する；及び

10

前記ガスの第 3 分量を、前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）から第 3 の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第 3 分量は、前記第 2 の目標温度範囲内の供給温度を有している。

【請求項 8】

次の工程をさらに含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法：

第 4 の受入容器の周りの条件を代表する周囲温度を測定する工程；

前記ガス源（ 7 ）からガスの第 4 分量を抜き出す工程；

前記ガスの第 4 分量を、前記第 1 の蓄熱器（ 1 0 1 ）と熱交換することによって冷却する工程；

20

前記ガスの第 4 分量を、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記ガスの第 4 分量は、前記第 1 の蓄熱器（ 1 0 1 ）との熱交換によって冷却された後に、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第 4 分量を、前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）及び第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）の 1 つと熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）は、前記第 1 の温度範囲内の温度を有し、前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）は、前記第 2 の温度範囲内の温度を有し、前記第 2 の目標温度範囲は、前記第 1 の目標温度範囲と異なり、かつ前記ガスの第 4 分量は、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）との熱交換によって冷却された後に、前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）及び第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）の 1 つと熱交換をし、前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）及び第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）の 1 つと熱交換することによって前記第 4 分量のガスを冷却する工程であるか加熱する工程であるかの選択は、前記第 4 の受入容器の周りの測定した前記周囲温度に依存する；及び

30

前記ガスの第 4 分量を、前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）及び第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）から第 4 の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第 4 分量は、前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）と熱交換した場合には、前記第 1 の目標温度範囲内の供給温度を有しており、又は前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）と熱交換した場合には、前記第 2 の目標温度範囲内の供給温度を有している。

【請求項 9】

前記第 1 の蓄熱器（ 1 0 1 ）、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）、及び前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）の少なくとも 1 つが、金属を含み、これは特にアルミニウムになることができる、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項 10】

前記第 1 の蓄熱器、前記第 2 の蓄熱器、及び前記第 3 の蓄熱器の少なくとも 1 つが、液体を含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

前記液体が、液体炭化水素である、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記液体炭化水素が、C 1 0 ~ C 1 3 のイソアルカンである、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

50

次の工程をさらに含む、請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の方法：

前記ガス源（ 7 ）から前記ガスの第 5 分量を抜き出す工程；

前記ガスの第 5 分量を、前記ガス源から第 5 の受入容器に導入する工程、ここで前記ガス源からの前記ガスの第 5 分量の抜き出しから、前記ガスの第 5 分量の前記第 5 の受入容器への導入の間に、前記ガスの第 5 分量は冷却されない。

【請求項 1 4】

次の工程をさらに含む、請求項 1 ~ 1 3 のいずれか一項に記載の方法：

前記ガス源から前記ガスの第 1 分量を抜き出す工程の前に、前記第 1 の受入容器の周りの条件を代表する周囲温度を測定する工程；及び

前記ガス源から前記ガスの第 1 分量を抜き出す工程の前に、前記測定した周囲温度に応じて前記第 1 の目標温度範囲を設定する工程。

10

【請求項 1 5】

次の工程をさらに含む、請求項 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の方法：

第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）を与える工程、ここで前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）は、前記第 1 の目標温度範囲とは異なる第 2 の目標温度範囲内の温度を有しており、かつ特に前記第 1 の温度範囲より高い温度を構成することができる；

前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）か前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）のいずれか 1 つと熱交換することによって、加熱するか冷却するかを選択肢を与える工程、ここで前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）と熱交換する場合には、前記ガスの第 1 分量は、前記第 2 の蓄熱器（ 1 0 3 ）との熱交換によって冷却された後に前記第 4 の蓄熱器（ 2 0 7 ）と熱交換する；及び

20

前記ガスの第 1 分量を前記第 3 の蓄熱器（ 1 0 7 ）との熱交換によって加熱するか冷却するかの前記選択肢を選ぶ工程。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1】

本発明は、燃料として水素を用いる自動車に水素を供給するのに特に適切である。

【背景技術】

【 0 0 0 2】

産業界は、その供給操作の間に、周囲温度から狭い温度範囲内の温度に冷却した水素ガスを供給することを望んでいる。供給操作の間の冷却負荷は、平均の冷却必要量よりもずっと高い。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 3】

供給手順の 1 つの例においては、水素ガスを - 3 3 ~ - 4 0 の間の温度で供給する必要がある。水素ガスを、複数の連続供給操作の間に、この目標温度範囲内で供給する必要がある。したがって、サイズ及び流量で様々となるガス量に関して、典型的には 3 ~ 1 0 k g のサイズ、かつ典型的には 0 . 2 5 ~ 3 . 6 k g / 分の流量で様々となるガス量に関して、供給基地及び供給方法は、複数の連続供給操作の各々で、目標温度範囲内への十分な冷却を与えることができる必要がある。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 4】

本発明は、ガスの供給方法に関する。以下に概説するように、この方法には、複数の態様が存在する。

【 0 0 0 5】

態様 1 . 以下の工程を含む方法：

ガス源から、ガスの第 1 分量を抜き出す工程；

前記ガスの第 1 分量を、第 1 の蓄熱器（ thermal capacitor ）と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記第 1 の蓄熱器は、前記ガスの第 1 分量が前

50

記第 1 の蓄熱器に冷却され始める時点で第 1 の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有する；

前記ガスの第 1 分量を、第 2 の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記第 2 の蓄熱器は、前記ガスの第 1 分量が前記第 2 の蓄熱器に冷却され始める時点で第 1 の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有し、かつ前記ガスの第 1 分量は、前記第 1 の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第 1 分量を、第 3 の蓄熱器と熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第 3 の蓄熱器は、前記第 1 の目標温度範囲内の温度を有し、かつ前記ガスの第 1 分量は、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に前記第 3 の蓄熱器と熱交換する；及び

前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器から第 1 の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第 1 分量は、前記第 1 の目標温度範囲内の供給温度を有している。

【 0 0 0 6 】

態様 2 . 前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器との熱交換によって加熱する、態様 1 に記載の方法。

【 0 0 0 7 】

態様 3 . さらに以下の工程を含む、態様 1 又は 2 に記載の方法：

前記ガス源からガスの第 2 分量を抜き出す工程；

前記ガスの第 2 分量を、前記第 1 の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程；

前記ガスの第 2 分量を、前記第 2 の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記ガスの第 2 分量は、前記第 1 の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第 2 分量を、前記第 3 の蓄熱器と熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第 3 の蓄熱器は、前記第 1 の目標温度範囲内の温度を有し、かつ前記ガスの第 2 分量は、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に前記第 3 の蓄熱器と熱交換する；及び

前記ガスの第 2 分量を、前記第 3 の蓄熱器から第 2 の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第 2 分量は、前記第 1 の目標温度範囲内の供給温度を有している。

【 0 0 0 8 】

態様 4 . 次の工程をさらに含む、態様 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の方法：

前記第 1 の蓄熱器、前記第 2 の蓄熱器、及び前記第 3 の蓄熱器を、冷媒との熱交換によって冷却する工程、ここで前記冷媒は、冷却サイクルを循環する。

【 0 0 0 9 】

態様 5 . 前記第 1 の蓄熱器、前記第 2 の蓄熱器、及び前記第 3 の蓄熱器のそれぞれへの前記冷媒の流量を、独立して制御する、態様 4 に記載の方法。

【 0 0 1 0 】

態様 6 . 次の工程をさらに含む、態様 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の方法：

前記第 1 の蓄熱器、及び前記第 2 の蓄熱器を、冷媒との熱交換によって冷却する工程、ここで前記冷媒は、冷却サイクルを循環する；及び

前記第 3 の蓄熱器を、第 2 の冷媒との熱交換によって冷却する工程、ここで前記第 2 の冷媒は、第 2 の冷却サイクルを循環する。

【 0 0 1 1 】

態様 7 . 前記冷媒が、R 2 2、R 4 0 4 A、及び R 5 0 7 からなる群より選択される、態様 4 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 1 2 】

態様 8 . 前記第 2 の冷媒が、R 2 2、R 4 0 4 A、及び R 5 0 7 からなる群より選択される、態様 6 に記載の方法。

【 0 0 1 3 】

態様 9 . 次の工程をさらに含む、態様 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の方法：

前記ガス源からガスの第3分量を抜き出す工程；

前記ガスの第3分量を、前記第1の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程；

前記ガスの第3分量を、前記第2の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記ガスの第3分量は、前記第1の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第2の蓄熱器との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第3分量を、第4の蓄熱器と熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第4の蓄熱器は、第2の目標温度範囲内の温度を有し、前記第2の目標温度範囲は、前記第1の目標温度範囲と異なり、かつ前記ガスの第3分量は、前記第2の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に前記第4の蓄熱器と熱交換する；及び

前記ガスの第3分量を、前記第4の蓄熱器から第3の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第3分量は、前記第2の目標温度範囲内の供給温度を有している。

10

【0014】

態様10．次の工程をさらに含む、態様1～9のいずれか1つに記載の方法：

第4の受入容器の周りの条件を代表する周囲温度を測定する工程；

前記ガスの第4分量を、前記第1の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程；

前記ガスの第4分量を、前記第2の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記ガスの第4分量は、前記第1の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第2の蓄熱器との熱交換によって冷却される；

前記ガスの第4分量を、前記第3の蓄熱器及び第4の蓄熱器の1つと熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第3の蓄熱器は、前記第1の温度範囲内の温度を有し、前記第4の蓄熱器は、前記第2の温度範囲内の温度を有し、前記第2の目標温度範囲は、前記第1の目標温度範囲と異なり、かつ前記ガスの第4分量は、前記第2の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第3の蓄熱器及び前記第4の蓄熱器の1つと熱交換をし、前記第3の蓄熱器及び第4の蓄熱器の1つと熱交換することによって前記第4分量のガスを冷却する工程であるか加熱する工程であるかの選択は、前記第4の受入容器の周りの測定した前記周囲温度に依存する；及び

20

前記ガスの第4分量を、前記第3の蓄熱器又は前記第4の蓄熱器から第4の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第4分量は、前記第3の蓄熱器と熱交換した場合には、前記第1の目標温度範囲内の供給温度を有しており、又は前記第4の蓄熱器と熱交換した場合には、前記第2の目標温度範囲内の供給温度を有している。

30

【0015】

態様11．前記第1の蓄熱器、前記第2の蓄熱器、及び前記第3の蓄熱器の少なくとも1つが、金属を含む、態様1～10のいずれか1つに記載の方法。

【0016】

態様12．前記金属が、アルミニウムである、態様11に記載の方法。

【0017】

態様13．前記第1の蓄熱器、前記第2の蓄熱器、及び前記第3の蓄熱器の少なくとも1つが、液体を含む、態様1～12のいずれか1つに記載の方法。

【0018】

態様14．前記液体が、液体炭化水素である、態様13に記載の方法。

40

【0019】

態様15．前記液体炭化水素が、C10～C13のイソアルカンである、態様14に記載の方法。

【0020】

態様16．次の工程をさらに含む、態様1～15のいずれか1つに記載の方法：

前記ガス源から前記ガスの第5分量を抜き出す工程；

前記ガスの第5分量を、前記ガス源から第5の受入容器に導入する工程、ここで前記ガス源からの前記ガスの第5分量の抜き出しから、前記ガスの第5分量の前記第5の受入容器への導入の間に、前記ガスの第5分量は冷却されない。

【0021】

50

態様 17 . 次の工程をさらに含む、上記の態様のいずれか 1 つに記載の方法 :

前記ガス源から前記ガスの第 1 分量を抜き出す工程の前に、前記第 1 の受入容器の周りの条件を代表する周囲温度を測定する工程 ; 及び

前記ガス源から前記ガスの第 1 分量を抜き出す工程の前に、前記測定した周囲温度に応じて前記第 1 の目標温度範囲を設定する工程。

【 0 0 2 2 】

態様 18 . 次の工程をさらに含む、態様 1 ~ 17 のいずれか 1 つに記載の方法 :

前記ガスの第 1 分量を、追加の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記追加の蓄熱器は、前記ガスの第 1 分量が前記追加の蓄熱器に冷却され始める時点で第 1 の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有し、前記ガスの第 1 分量は、前記追加の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却される ; 及び

前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器と熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第 3 の蓄熱器は、前記第 1 の目標温度範囲内の温度を有し、かつ前記ガスの第 1 分量は、前記追加の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に前記第 3 の蓄熱器と熱交換する。

【 0 0 2 3 】

態様 19 . 次の工程をさらに含む、態様 1 ~ 18 のいずれか 1 つに記載の方法 :

第 4 の蓄熱器を与える工程、ここで前記第 4 の蓄熱器は、前記第 1 の目標温度範囲とは異なる第 2 の目標温度範囲内の温度を有しており、かつ特に前記第 1 の温度範囲より高い温度を構成することができる ;

前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器か前記第 4 の蓄熱器のいずれか 1 つと熱交換することによって、加熱するか冷却するかを選択肢を与える工程、ここで前記第 4 の蓄熱器と熱交換する場合には、前記ガスの第 1 分量は、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に前記第 4 の蓄熱器と熱交換する ; 及び

前記ガスの第 1 分量を前記第 3 の蓄熱器との熱交換によって加熱するか冷却するかの前記選択肢を選ぶ工程。

【 0 0 2 4 】

態様 20 . 以下の工程を含む方法 :

ガス源から、ガスの第 1 分量を抜き出す工程 ;

前記ガスの第 1 分量を、第 1 の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記第 1 の蓄熱器は、前記ガスの第 1 分量が前記第 1 の蓄熱器に冷却され始める時点で第 1 の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有する ;

前記ガスの第 1 分量を、第 2 の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記第 2 の蓄熱器は、前記ガスの第 1 分量が前記第 2 の蓄熱器に冷却され始める時点で第 1 の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有し、かつ前記ガスの第 1 分量は、前記第 1 の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却される ;

第 3 の蓄熱器及び第 4 の蓄熱器を与える工程 ;

前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器及び前記第 4 の蓄熱器の 1 つと熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第 3 の蓄熱器は、前記第 1 の目標温度範囲内の温度を有し、前記第 4 の蓄熱器は、前記第 1 の目標温度範囲とは異なる第 2 の目標温度範囲内の温度を有しており、かつ特に前記第 1 の温度範囲より高い温度を構成することができ、前記ガスの第 1 分量は、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に前記第 3 の蓄熱器及び前記第 4 の蓄熱器の 1 つと熱交換する ; 及び

前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器及び前記第 4 の蓄熱器の 1 つから第 1 の受入容器に導入する工程、ここで前記ガスの第 1 分量は、前記第 3 の蓄熱器と熱交換した場合には、前記第 1 の目標温度範囲内の供給温度を有しており、そして前記第 4 の蓄熱器と熱交換した場合には、前記第 2 の目標温度範囲内の供給温度を有している。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

態様 2 1 . 態様 1 ~ 1 9 のいずれか 1 つ及び態様 2 0 の方法。

【 0 0 2 6 】

態様 2 2 . さらに次の工程を含む、態様 2 0 又は 2 1 に記載の方法：

前記ガスの第 1 分量を、追加の蓄熱器と熱交換することによって冷却する工程、ここで前記追加の蓄熱器は、前記ガスの第 1 分量が前記追加の蓄熱器に冷却され始める時点で第 1 の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有し、前記ガスの第 1 分量は、前記追加の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、前記第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却される；及び

前記ガスの第 1 分量を、前記第 3 の蓄熱器及び前記第 4 の蓄熱器の 1 つと熱交換することによって冷却又は加熱する工程、ここで前記第 3 の蓄熱器は、前記第 1 の目標温度範囲内の温度を有し、前記第 4 の蓄熱器は、前記第 2 の目標温度範囲内の温度を有し、かつ前記ガスの第 1 分量は、前記追加の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に前記第 3 の蓄熱器及び前記第 4 の蓄熱器の 1 つと熱交換する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 図 1 は、この方法を実行するのに適したシステムの概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 8 】

原語書類中で用いた冠詞「 a 」及び「 a n 」は、本明細書及び特許請求の範囲に記載の本発明の実施態様のいずれかの特徴に適用する場合、1 以上を意味する。「 a 」及び「 a n 」の使用は、限定を特に述べていない限り、単一の特徴の意味に限定するものではない。原語書類中において単数若しくは複数の名詞又は名詞句の前の冠詞「 t h e 」は、1 つ又は複数の特定の特徴を表し、それが用いられる文脈に応じて単数又は複数の意味合いを有することができる。形容詞「 a n y 」は、どんな量であっても無差別に 1 つ、いくつか又はすべてを意味する。第 1 の語と第 2 の語との間に存在する用語「 a n d / o r 」は、( 1 ) 第 1 の語、( 2 ) 第 2 の語、及び( 3 ) 第 1 の語及び第 2 の語、の 1 つを意味する。3 つ以上の一覧の語の最後の 2 つの語の間に存在する用語「 a n d / o r 」は、その一覧の語の 1 以上を意味する。

【 0 0 2 9 】

成句「少なくとも一部」は、「一部又は全部」を意味する。少なくとも一部の流は、それが導かれる流と同じ組成を有する場合がある。少なくとも一部の流は、それが導かれる流の特定の特徴を含む場合がある。

【 0 0 3 0 】

本明細書で用いる場合、「第 1 」、「第 2 」、「第 3 」等は、複数の工程及び / 又は特徴の間で区別され、相対的な時間及び / 又は空間を意味しない。

【 0 0 3 1 】

圧縮天然ガス( C N G )及び水素は、屋外で通常設置される保管システムから供給される典型的な成分であり、幅広い周囲温度にさらされる。周囲温度は、水素の臨界点( - 2 4 0 ( - 4 0 0 ° F ) )、及びメタンの臨界点( - 8 3 ( - 1 1 7 ° F ) )より大幅に高く、したがってこれらの成分は、厳密な熱力学的な定義によれば、ガスではなく通常は超臨界流体として保存され、そして供給される。しかし、この用語「ガス」及び「圧縮ガス」が、ガス及び超臨界流体の両方に対して、一般用語として本分野では通常用いられている。本開示では、用語「ガス」及び「圧縮ガス」を、相互に入れ替えて用いる場合があり、ガス及び超臨界流体の両方の熱力学的状態にある元素及び化合物を含むものと意味する。本明細書で用いる場合、一般用語「流体」は、ガス及び超臨界流体の両方の熱力学的状態を含む。

【 0 0 3 2 】

ガス供給システムは、可動式の受入タンク又は受入容器に加圧ガスを与えるための、加圧ガスの貯蔵及び提供システムとして定義される。このガス供給システムは、ガス移送のための受入容器と適切な安全連結システムとを繋げるコネクタを含み、これにより充填工

10

20

30

40

50

程の間での安全な作業性を確保する。受入タンク又は受入容器は、典型的には車両の一部、例えば自動車、トラック、バス、又はフォークリフトの一部である。

【0033】

本発明は、1以上の目標温度範囲内の温度での、ガス、例えばH<sub>2</sub>の供給方法に関する。目標温度範囲は、機器によって事前に設定されていてもよく、使用者又は作業者によって選択されてもよい。目標温度範囲は、測定された周囲温度に依存してもよい。目標温度範囲は、測定された受入容器の温度及び/又は受入容器内のガスの温度に依存してもよい。各目標温度範囲が所定の下限温度及び上限温度を有する。

【0034】

この方法を実行するための適切な装置を例証する図面に参照して、以下にこの方法を解説する。

【0035】

この装置は、ガス源7、少なくとも3つの蓄熱器101、103、及び107、圧縮機157、熱交換器(コンデンサー)117、制御機器119、温度測定器29、31及び35、様々な導管及びバルブを含む。この装置は、1以上の随意の蓄熱器105及び207を対応する温度測定器33及び37を有していてもよい。

【0036】

この方法は、ガス源7から、ガスの第1分量を抜き出す工程を含む。ガス源は、1以上のタンク若しくは容器、パイプライン、又は他の既知のあらゆるガス源であってよい。ガスの第1分量は、車両の燃料タンクを再充填するのに十分な量、例えば3kg~10kgであってよい。

【0037】

ガスの第1分量は、第1の蓄熱器101と熱交換によって冷却される。ガスの第1分量を冷却し始めるときに、第1の蓄熱器101は、第1の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有する。例えば、第1の目標温度が-33~-40である場合、第1の蓄熱器101の温度は、-40未満である。第1の蓄熱器101の温度は、-60程度の低温であってよい。

【0038】

本明細書で用いる場合、蓄熱器は、冷媒及び/又はガスに熱を放出でき、また冷媒及びガスから熱を吸収することができる、あらゆる熱貯蔵要素である。蓄熱器は、40kJ/K超の熱容量(thermal mass)を有していてもよい。熱容量は、対象の質量と対象の比熱容量(specific heat capacity)を積算したものである。蓄熱器は金属を含んでもよい。蓄熱器は液体を含んでもよい。この液体は、液体炭化水素であってよい。液体炭化水素は、C10~C13のイソアルカン、例えばTherminol(商標)D12伝熱流体であってよい。蓄熱器は、相転移材料を含んでもよい。相転移材料は、Sb、Te及びGeを含有する共晶であってよい(Phase Change Materials, Science and Applications, Simone Raoux and Matthias Wuttig, Editors, Springer Science+Business Media, New York, 2009を参照できる)。

【0039】

蓄熱器は、好ましくは周囲の大気からの蓄熱器への熱を防ぐように断熱される。

【0040】

ガスの第1分量は、第1の蓄熱器との熱交換によって冷却された後に、第2の蓄熱器103との熱交換によって冷却される。ガスの第1分量が冷却され始める時点で、第2の蓄熱器103は、第1の目標温度範囲の下限温度より低い温度を有する。

【0041】

ガスの第1分量を、第2の蓄熱器との熱交換によって冷却した後、第3の蓄熱器107と熱交換することによって冷却又は加熱することができる。第3の蓄熱器は、第1の目標温度範囲内の温度を有する。前の蓄熱器との熱交換後に、ガスの第1分量の温度が第1の

10

20

30

40

50

目標温度の下限温度より低い場合には、第3の蓄熱器107は、ガスの第1分量を第1の目標温度範囲内の温度に加熱するであろう。前の蓄熱器との熱交換後に、ガスの第1分量の温度が第1の目標温度の上限温度より高い場合には、第3の蓄熱器107は、ガスの第1分量を第1の目標温度範囲内の温度に冷却するであろう。

【0042】

ガスの第1分量の温度を、第3の蓄熱器との熱交換によって、第1の目標温度範囲内にした後、第1の目標温度範囲内の供給温度を有するガスの第1分量を、第1の受入容器（図示せず）に導管137及び供給コネクタ（図示せず）を通じて導入する。第1の受入容器は、車両、例えば自動車、トラック、バス又はフォークリフトの一部であってもよい。供給コネクタは、受入容器にガスを供給するためにあらゆる適切な供給コネクタであることができる。供給コネクタは、本分野で公知である。

10

【0043】

ガス流量を、特定の質量流量速度又は圧力ランプ速度（pressure ramp rate）を与えるように、制御することができる。

【0044】

図に示すように、ガスの第1分量を、第2の蓄熱器103での冷却と、第3の蓄熱器での冷却又は加熱との間に、追加の蓄熱器105によって冷却することができる。

【0045】

これらの蓄熱器の熱容量は、同じであってもよく、又は異なってもよい。一連の第1の蓄熱器は、それぞれが同じ熱容量を有していてもよく、一方で最終の蓄熱器が、異なる熱容量を有していてもよい。一連の第1の蓄熱器が、その一連の残りの蓄熱器と異なる熱容量を有していてもよい。

20

【0046】

複数の蓄熱器を用いることの利点は、ガスがまず通過する蓄熱器を目標温度範囲より低く冷却できることである。ガスを、最終の蓄熱器で熱交換することによって目標温度範囲内にする。適切に設計することで、目標温度範囲の下限温度より低い温度でガスを供給するリスクがなくなる。第1の蓄熱器を目標温度範囲の下限温度より低い温度に冷却することによって、圧縮機を一度稼働させた後に、比較的長い期間運転させることができる。

【0047】

ガスの第1分量を、第1の受入容器に供給した後に、第1の目標温度範囲内の温度を有するガスの第2分量を第2の受入容器に供給することができる。

30

【0048】

この方法は、ガス源7からガスの第2分量を抜き出す工程をさらに含むことができる。このガスの第2分量は車両の燃料タンクを再充填するのに十分な量、例えば3kg~10kgであってもよい。

【0049】

ガスの第2分量を、第1の蓄熱器101との熱交換によって冷却する。続いて、ガスの第2分量を、第2の蓄熱器103との熱交換によって冷却する。

【0050】

第2の蓄熱器との熱交換によって冷却した後に、ガスの第2分量を、第3の蓄熱器107との熱交換によって冷却又は加熱してもよい。第3の蓄熱器は、第1の目標温度範囲内の温度を有する。ガスの第2分量の温度が、前の蓄熱器との熱交換後に、第1の温度範囲の下限温度より低い場合には、第3の蓄熱器107は、ガスの第2分量を、第1の目標温度範囲内の温度へと加熱するであろう。ガスの第2分量の温度が、前の蓄熱器との熱交換後に、第1の温度範囲の上限温度より高い場合には、第3の蓄熱器107は、ガスの第2分量を、第1の目標温度範囲内の温度へと冷却するであろう。

40

【0051】

ガスの第2分量の温度を、第3の蓄熱器との熱交換によって第1の目標温度範囲内へした後に、第1の目標温度範囲内の供給温度を有するガスの第2分量を、第2の受入容器（図示せず）に導管137及び供給コネクタ（図示せず）によって導入する。第2の受入

50

容器は、車両の一部、例えば自動車、トラック、バス又はフォークリフトの一部であってもよい。

【 0 0 5 2 】

ガスの第 2 分量を、第 2 の蓄熱器 1 0 3 での冷却と、第 3 の蓄熱器 1 0 7 での加熱又は冷却との間に、追加の蓄熱器 1 0 5 によって冷却してもよい。

【 0 0 5 3 】

第 1 の目標温度範囲の下限値及び上限値の設定は、測定した周囲温度に依存してもよい。この方法は、充填前のいずれかの受入容器の周りの条件を代表する周囲温度を測定する工程を含んでもよい。周囲温度を、任意の適切な温度センサーによって測定することができ、これは図面に温度センサー 5 7 として概略的に示されている。おそらく、充填前の受入容器に残留しているあらゆるガスの温度は、周囲温度であるか、周囲温度に近いであろう。周囲温度を測定するための温度センサー 5 7 は、一般的には直接日光に当てるべきではない。第 1 の目標温度範囲の下限値及び上限値の設定は、充填前の受入容器内の任意の測定した温度に依存してもよく、この測定温度は、連結充填 ( c o m m u n i c a t i o n f i l l ) から得てもよい。これは、例えば寒い日に車両が温かいガレージから再充填のために到着したばかりで、受入容器が周囲温度より高い温度を有している場合に、適切な測定となるであろう。

10

【 0 0 5 4 】

第 1 の目標温度範囲に関する下限値及び上限値を調整する理由は、受入容器の過熱を防ぐのに必要な冷却の度合いが、周囲温度に依存する場合があるからである。寒い日には、ガスの冷却はあまり必要がない。さらに、寒い日に比較的高い温度に蓄熱器を維持することにより、蓄熱器を冷却するのに必要なエネルギーを抑える。

20

【 0 0 5 5 】

例えば周囲温度及び / 又は受入容器の温度に依存して、異なる目標温度範囲内に異なるバッチのガスを供給する選択肢を持つことが望ましい場合がある。

【 0 0 5 6 】

ガスの第 3 分量を、第 3 の受入容器に導入することができ、ここでガスの第 3 分量は、第 1 の目標温度範囲と異なる第 2 の目標温度範囲内の供給温度で供給される。第 2 の目標温度範囲は、機器によって事前に設定されていてもよく、使用者又は作業者によって選択されてもよい。第 2 の目標温度範囲は、下限温度及び上限温度を有する。

30

【 0 0 5 7 】

例えば、第 1 の目標温度が - 3 3 ~ - 4 0 であってもよく、かつ第 2 の目標温度範囲が - 2 0 ~ + 3 であってもよい。使用者又は作業者は、第 1 の温度範囲内のガスか第 2 の温度範囲内のガスかのどちらを供給するか選ぶための選択肢を持つことを望む場合がある。例えば、周囲温度が 1 5 超である場合、及び / 又は受入タンクで測定した温度が 1 5 超である場合には、第 1 の温度範囲を選択することができ、周囲温度が 1 5 未満である場合には第 2 の温度範囲を選択することができる。

【 0 0 5 8 】

第 2 の温度範囲内のガスを供給することが望ましい場合、この方法は、ガス源 7 からガスの第 3 分量を抜き出す工程をさらに含むことができる。ガスの第 3 分量は、車両の燃料タンクを再充填するのに十分な量、例えば 3 k g ~ 1 0 k g であってもよい。

40

【 0 0 5 9 】

ガスの第 3 分量を、第 1 の蓄熱器 1 0 1 との熱交換によって冷却する。続いて、ガスの第 3 分量を、第 2 の蓄熱器 1 0 3 との熱交換によって冷却する。

【 0 0 6 0 】

第 2 の蓄熱器との熱交換によって冷却した後に、ガスの第 3 分量を、第 4 の蓄熱器 2 0 7 との熱交換によって冷却又は加熱してもよい。第 4 の蓄熱器は、第 2 の目標温度範囲内の温度を有する。ガスの第 3 分量の温度が、前の蓄熱器との熱交換後に、第 2 の温度範囲の下限温度より低い場合には、第 4 の蓄熱器 2 0 7 は、ガスの第 3 分量を、第 2 の目標温度範囲内の温度へと加熱するであろう。ガスの第 3 分量の温度が、前の蓄熱器との熱交換

50

後に、第2の温度範囲の上限温度より高い場合には、第4の蓄熱器207は、ガスの第3分量を、第2の目標温度範囲内の温度へと冷却するであろう。

【0061】

ガスの第3分量の温度を、第4の蓄熱器との熱交換によって第2の目標温度範囲内へとした後に、第2の目標温度範囲内の供給温度を有するガスの第3分量を、第3の受入容器（図示せず）に導管237及び供給コネクタ（図示せず）によって導入する。第3の受入容器は、車両の一部、例えば自動車、トラック、バス又はフォークリフトの一部であってもよい。

【0062】

ガスの第3分量を、第2の蓄熱器103での冷却と、第4の蓄熱器207での加熱又は冷却との間に、追加の蓄熱器105によって冷却してもよい。

10

【0063】

蓄熱器101、103、（存在するならば）105、107、及び（存在するならば）207を、ガスを冷却するために冷却することができる。第3の蓄熱器は、冷媒との熱交換によって冷却してもよい。冷媒は、本分野で公知の適切な溶媒、例えばR508Aであってもよい。冷媒は、冷却サイクルを循環する。図に示すように、冷媒を、圧縮機157で圧縮し、熱交換器（コンデンサー）117で冷却し、そして膨張バルブ39、41、（存在するならば）43、45及び（存在するならば）245によって膨張させる。圧縮機及び熱交換器は、チラーユニット、例えばTrenton Refrigeration model T150V6-HT3ABの一部であってもよい。バルブ39によって膨張した冷媒は、蓄熱器101を冷却する。バルブ41によって膨張した冷媒は、蓄熱器103を冷却する。バルブ43によって膨張した冷媒は、蓄熱器105を冷却する。バルブ45によって膨張した冷媒は、蓄熱器107を冷却する。バルブ245によって膨張した冷媒は、蓄熱器207を冷却する。

20

【0064】

蓄熱器を冷媒によって冷却しながら、ガスを蓄熱器によって冷却してもよい。ガスが蓄熱器で冷却されていないときに、蓄熱器を冷媒で冷却してもよい。

【0065】

各蓄熱器への冷媒の流量を、バルブ121、123、125、127及び129によって図示されるように、独立して制御することができる。

30

【0066】

各蓄熱器の温度を、各別個の蓄熱器への冷媒の流量を制御することによって、個々に制御することができる。

【0067】

温度測定器29、31、33、35及び37は、個々の蓄熱器の温度を測定する。制御器119は、蓄熱器について望ましい温度を維持するために、温度測定器からの信号を受けて、バルブ121、123、125、127及び129からの冷媒の流量を制御する。

【0068】

各蓄熱器間の熱伝導を防ぐために、あらゆる連結パイプ、連結チューブ等を低い熱伝導率を有する材料から構築することができる。例えば、銅、真鍮又は冷却ユニットで通常用いられる他の材料よりも、ステンレス鋼を用いることができる。

40

【0069】

冠詞「a」は、1以上を意味するので、第2の冷媒（a second refrigerant）、第2の圧縮機（a second compressor）、及び第2の熱交換器（a second heat exchanger）（コンデンサー）を第2の冷却サイクルに用いてもよい。いくつかの蓄熱器を、第1の冷却サイクルを循環する第1の冷媒によって冷却してもよく、また他のいくつかの蓄熱器を、第2の冷却サイクルを循環する第2の冷媒によって冷却してもよい。第1の冷媒及び第2の冷媒は、同じであってもよく、また異なってもよい。

【0070】

50

複数の冷却サイクルを用いることの利点は、供給基地の能力を向上させながら、個々の圧縮機を、一度稼働させた後、長期間動かし続け、それにより各コンプレッサの寿命を向上させることを可能とすることである。

【0071】

いくつかの例では、ガスを受ける一連の受入容器の1以上の受入容器が、低温のガスを受け入れることができない場合がある。このため、随意のバイパスライン301を与えて、全ての蓄熱器を迂回させる。結果として、この方法は、さらにガス源7からガスの第4分量を抜き出す工程、及びガス源からのガスの第4分量を第4の受入容器に導入する工程さらに含んでもよく、ここではガスの第4分量をガス源から抜き出す工程とガスの第4分量を第4の受入容器に導入する工程の間に、ガスの第4分量の冷却は行わない。

10

【実施例】

【0072】

比較例

5kgの充填の開始時に水素を35 から - 40 に冷却するのに用いられ、かつ充填の最後で水素ガスがそれを - 33 で出る点まで加温するアルミニウムブロックは、約780kgの重さが必要である。このアルミニウムブロックは、充填後に完全に再冷却されるまで、水素ガスを - 33 に冷却するために再使用することはできないであろう。

【0073】

実施例(3つの蓄熱器)

この例は、3つの蓄熱器を連続して有する水素ガス冷却用システムを考慮する。この例において水素ガスを供給するための目標温度範囲は、- 30 ~ - 40 である。3つの蓄熱器は、この態様において、第1の蓄熱器、第2の蓄熱器、及び第3の蓄熱器と表される。この3つの蓄熱器は、特に図示された装置の第1の蓄熱器101、第2の蓄熱器103、及び第3の蓄熱器107であってもよい。

20

【0074】

3つの蓄熱器のそれぞれが、アルミニウムから作られ、そして300kgの質量を有する。これは、273kJ/Kの熱容量に相当する。この例に関して、蓄熱器は、完全に断熱されていると想定する。

【0075】

始めに、第1の蓄熱器及び第2の蓄熱器は、- 50 であり、第3の(最終の)蓄熱器は、- 39 である。

30

【0076】

合計で5kgの流量の水素を、各蓄熱器に流通させる。ガス源からの始めのガス温度は、35 である。第1の蓄熱器から出る水素の始めの部分は、約 - 43 であり、また最後の部分は、約 - 12 で第1の蓄熱器を出る。第1の蓄熱器は、水素の第1分量が第1の蓄熱器を通過するに従って、- 50 から - 33 に加温される。

【0077】

第2の蓄熱器に入る水素は、- 50 から - 47 に第2の蓄熱器が加温されるに従って、- 49 から - 32 の温度で出るであろう。第3の(最終の)蓄熱器に入る水素は、第3の(最終の)蓄熱器が - 39 から - 40 に冷却されるに従って、- 40 から - 36 の温度で出るであろう。

40

【0078】

第2の受入容器を充填する時になると、冷却プラントが稼働しており、かつ充填と充填の間に十分な時間がある場合には、全ての蓄熱器を、その通常温度(例えば、第1及び第2の蓄熱器が - 50 、第3の(最終の)蓄熱器が - 38 )に冷却する。

【0079】

第1の受入容器の充填後で、かつ第2の受入容器の充填前に、冷却ユニットが各蓄熱器に冷却を与えない場合には、この例では、蓄熱器が第1の受入容器の充填を終える時点の温度(例えば、第1の蓄熱器が - 33 、第2の蓄熱器が - 47 、第3の(最終の)蓄熱器が - 40 )を維持すると想定する。

50

## 【0080】

合計で5kgの第2バッチの水素を、各蓄熱器に流通させる。ガス源からの第2バッチの開始ガス温度は、35 である。第1の蓄熱器から出る水素の始めの部分は、約-28 である。また最後の部分は、約-3 である。第1の蓄熱器は、水素の第2分量が第1の蓄熱器を通過するに従って、-33 から-20 に加温される。

## 【0081】

第2の蓄熱器に入る水素は、-47 から-41 に第2の蓄熱器が加温されるに従って、-45 から-26 の温度で出るであろう。第3の蓄熱器に入る水素は、第3の(最終の)蓄熱器が-40 から-39 に加温されるに従って、-40 から-33 の温度で出るであろう。

10

## 【0082】

この例では、冷却ユニットを稼働する必要なく、さらに1回の充填に対して、このシステムは目標温度範囲内に水素を維持し続けるであろう。比較的小さな冷却ユニット(例えば、10kW)を稼働させると、車両の充填当たりの15分までの時間、4台の車両を充填する場合には1時間の連続運転まで稼働できる。これは、冷却ユニットの大きさを、ピークの冷却必要熱量だけでなく、平均の必要熱量を調整して、選択するようにする。出ていくガスの温度は、一定の温度で留まり、流量の変化に影響を受けない。

## 【0083】

実施例(4つの蓄熱器)

この例は、4つの蓄熱器を連続して有する水素ガス冷却用システムを考慮する。この例において水素ガスを供給するための目標温度範囲は、-37 ~ -40 である。4つの蓄熱器は、この態様において、第1の蓄熱器、第2の蓄熱器、追加の蓄熱器及び第3の蓄熱器と表される。この4つの蓄熱器は、特に図示された装置の第1の蓄熱器101、第2の蓄熱器103、追加の蓄熱器105、及び第3の蓄熱器107であってもよい。

20

## 【0084】

4つの蓄熱器のそれぞれが、アルミニウムから作られ、そして200kgの質量を有する。これは、182kJ/Kの熱容量に相当する。この例に関して、蓄熱器は、完全に断熱されていると想定する。

## 【0085】

始めに、第1の蓄熱器、第2の蓄熱器、及び追加の蓄熱器は、-50 であり、最終の蓄熱器、すなわち第3の蓄熱器は、-37 である。

30

## 【0086】

合計で5kgの流量の水素を、各蓄熱器に流通させる。ガス源からの始めのガス温度は、35 である。第1の蓄熱器から出る水素の始めの部分は、約-43 であり、また最後の部分は、約-13 で第1の蓄熱器を出る。第1の蓄熱器は、水素の第1分量が第1の蓄熱器を通過するに従って、-50 から-17 に加温される。

## 【0087】

第2の蓄熱器に入る水素は、-50 から-46 に第2の蓄熱器が加温されるに従って、-49 から-32 の温度で、出るであろう。追加の蓄熱器に入る水素は、追加の蓄熱器が-50 から-44 に加温されるに従って、-45 から-39 の温度で出るであろう。最終の又は第3の蓄熱器に入る水素は、最終の又は第3の蓄熱器が-37 から-38 に冷却されるに従って、一定の-37 で出るであろう。

40

## 【0088】

第2の受入容器を充填する時になると、冷却プラントが稼働しており、かつ充填と充填の間に十分な時間がある場合には、全ての蓄熱器を、その通常温度(例えば、第1、第2、及び追加の蓄熱器が-50、第3の(最終の)蓄熱器が-38)に冷却する。

## 【0089】

第1の受入容器の充填後で、かつ第2の受入容器の充填前に、冷却ユニットが蓄熱器に冷却を与えない場合には、この例では、蓄熱器が第1の受入容器の充填を終える時点の温度(例えば、第1の蓄熱器が-17、第2の蓄熱器が-46、追加の蓄熱器が-44

50

、及び最終の又は第3の蓄熱器が - 3 8 ) を維持すると想定する。

【 0 0 9 0 】

合計で 5 k g の第 2 バッチの水素を、各蓄熱器に流通させる。ガス源からの第 2 バッチの開始ガス温度は、 3 5 である。第 1 の蓄熱器から出る水素の始めの部分は、約 - 1 3 である。また最後の部分は、約 + 6 である。第 1 の蓄熱器は、水素の第 2 分量が第 1 の蓄熱器を通過するに従って、 - 1 7 から + 2 に加温される。

【 0 0 9 1 】

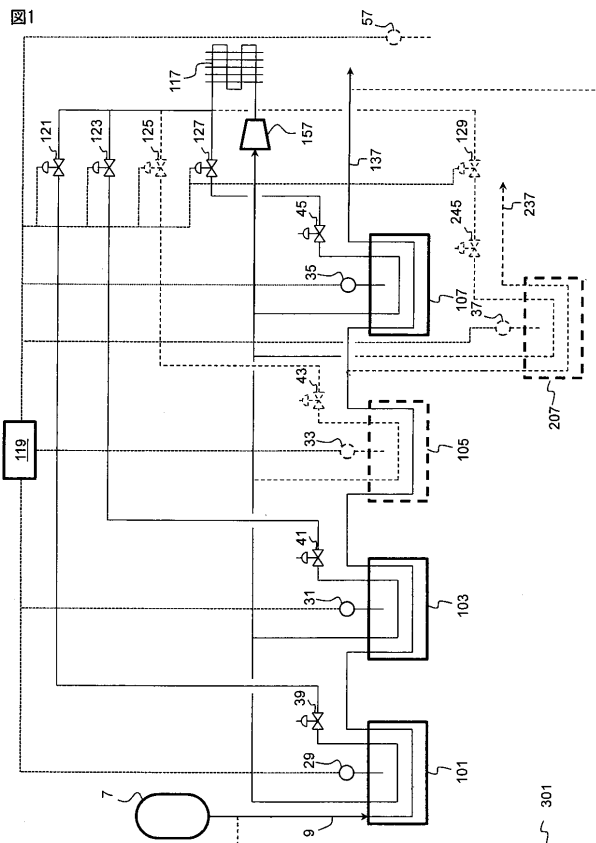
第 2 の蓄熱器に入る水素は、 - 4 6 から - 3 9 に第 2 の蓄熱器が加温されるに従って、 - 4 4 から - 2 2 の温度で、出るであろう。追加の蓄熱器に入る水素は、追加の蓄熱器が - 4 4 から - 4 3 に加温されるに従って、 - 4 4 から - 3 4 の温度で出るであろう。最終の又は第 3 の蓄熱器が一定の - 3 8 に留まりながら、最終の又は第 3 の蓄熱器に入る水素は、一定の - 3 7 の温度で出るであろう。

10

【 0 0 9 2 】

この例では、冷却ユニットを稼働する必要なく、さらに 2 回の充填に対して、このシステムは目標温度範囲内に水素を維持し続けるであろう。比較的小さな冷却ユニット（例えば、 1 0 k W ）を稼働させると、車両の充填当たりの 1 5 分までの時間、 4 台の車両を充填する場合には 1 時間の連続運転まで稼働できる。これは、冷却ユニットの大きさを、ピークの冷却必要熱量だけではなく、平均の必要熱量を調整して、選択するようにする。出ていくガスの温度は、一定の温度で留まり、流量の変化に影響を受けない。

【 図 1 】



## フロントページの続き

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬

(74)代理人 100087413

弁理士 古賀 哲次

(74)代理人 100128495

弁理士 出野 知

(74)代理人 100123593

弁理士 関根 宣夫

(74)代理人 100170874

弁理士 塩川 和哉

(72)発明者 ジョセフ ペリー コーエン

アメリカ合衆国, ペンシルベニア 1 8 0 1 7, ベツレヘム, ウッドメア ドライブ 1 0 4 8

(72)発明者 デイビッド ジョン ファリーズ

アメリカ合衆国, ペンシルベニア 1 8 0 7 7, リージェルズビル, ヒルトップ ロード 4 6 5

(72)発明者 ニコラス フランシス ミティカ

アメリカ合衆国, ペンシルベニア 1 8 0 9 2, ザイオンズビル, サン バリー ラン 5 7 5 1

Fターム(参考) 3E172 AA03 AA05 AB01 AB04 BA01 BB12 BB17 BD03 EA02 EA13

EA14 EA23 EA35 EA48 EA49

【外国語明細書】

2014016033000001.pdf