

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4149251号
(P4149251)

(45) 発行日 平成20年9月10日 (2008. 9. 10)

(24) 登録日 平成20年7月4日 (2008. 7. 4)

(51) Int. Cl.

F 1

F 2 5 B 25/02 (2006. 01)

F 2 5 B 17/12 (2006. 01)

F 2 5 B 25/02 Z

F 2 5 B 17/12 K

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2002-361247 (P2002-361247)	(73) 特許権者	000004215
(22) 出願日	平成14年12月12日 (2002. 12. 12)		株式会社日本製鋼所
(65) 公開番号	特開2004-190983 (P2004-190983A)		東京都品川区大崎一丁目11番1号
(43) 公開日	平成16年7月8日 (2004. 7. 8)	(74) 代理人	100091926
審査請求日	平成16年12月21日 (2004. 12. 21)		弁理士 横井 幸喜
		(72) 発明者	王 寧和
			神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号
			株式会社日本
			製鋼所内
		(72) 発明者	竹田 晴信
			東京都千代田区有楽町1丁目1番2号
			株式会社日本製鋼
			所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法及びその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高温段の水素駆動用合金収納高温タンク（2 a（又は3 a））及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））を1組とするMH冷凍装置（I）が備えられ、該水素駆動用合金収納高温タンク（2 a（又は3 a））を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金（M₁ H）とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（M₂ H）との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部（5）に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法であつて、

該冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内に、水素貯蔵合金用ブライン冷却装置（3 0）に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））の低温段水素貯蔵合金（M₂ H）との間で熱交換を行う低温MHタンク／ブライン熱交換器（3 7）を内装し、

その中のブラインを循環させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（M₂ H）の再生過程において、

このブラインがブライン／冷却水熱交換器（3 2）により冷却されてから、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（3 7）を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（M₂ H）を冷却し、引き続き、冷凍機（3 1）により、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（3 7）を介して前記冷熱取出用合金収納

10

20

低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）に水素を十分に吸着させ、
前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）の冷凍過程において

該低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）の解離反応による冷熱を前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を介してブライン／低温環境部熱交換器（22）により、低温環境部（5）に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法。

【請求項2】

高温段の水素駆動用合金収納高温タンク（2 a（又は3 a））及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））を1組とするMH冷凍装置（I）が備えられ、
該水素駆動用合金収納高温タンク（2 a（又は3 a））を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金（ M_1 H）とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部（5）に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置であつて、

該冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内に、水素貯蔵合金用ブライン冷却装置（30）に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）との間で熱交換を行う低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を内装し、

その中のブラインを循環させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）の再生過程において、

このブラインがブライン／冷却水熱交換器（32）により冷却されてから、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）を冷却し、引き続き、冷凍機（31）により、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）に水素を十分に吸着させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）の冷凍過程において、

該低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）の解離反応による冷熱を前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を介してブライン／低温環境部熱交換器（22）により、低温環境部（5）に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置。

【請求項3】

前記水素貯蔵合金用ブライン冷却装置（30）が、低温環境部（5）との間で熱交換を行うブライン／低温環境部熱交換器（22）を備え、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）内のブラインをブライン／低温環境部熱交換器（22）に循環させて、冷却状態の該冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b（又は3 b））から低温環境部（5）に冷熱を与えることを特徴とする請求項2の水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置。

【請求項4】

高温段の水素駆動用合金収納高温タンク（2 a又は3 a）及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b又は3 b）を1組とするMH冷凍装置（I）が備えられ、該水素駆動用合金収納高温タンク（2 a又は3 a）を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金（ M_1 H）とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b又は3 b）内の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部（5）に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法であつて、

該冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b又は3 b）内に、水素貯蔵合金用ブライン循環装置（I I I b）に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク（2 b又は3 b）の低温段水素貯蔵合金（ M_2 H）との間で熱交換を行う低温MH／ブライン熱交換器（13 a、13

b) を内装し、水素貯蔵合金用ブライン循環装置 (I I I b) に付属するブライン／冷却水熱交換器 (3 3) により、前記ブラインを冷却水 (4 b) により冷却可能であり、
また、第 1 の流路切り換え用電磁弁 (2 6 a、2 6 b) の切り替えにより、前記ブラインにより前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) を冷却、又は低温環境部 (5) への冷凍出力可能であり、

また、前記冷却水 (4 b) は、前記ブラインの冷却と機械圧縮型冷凍装置 (I I b) のコンデンサー (7) の冷却の二重役割を果たし、第 2 の流路切り換え用電磁弁 (2 5 a、2 5 b) の切り替えにより前記ブライン／冷却水熱交換器 (3 3) 又は前記コンデンサー (7) の冷却水側の流路 (3 5) へ交替で流すことが可能であり、

また、前記機械圧縮型冷凍装置 (I I b) の冷媒蒸発器 (1 2 a 又は 1 2 b) をそれぞれ前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内に、その中の前記低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) をブラインを介しないで冷却できるように設置し、

その中のブラインをブライン用ポンプ (1 8 a、1 8 b) により循環させ、
前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) の再生過程において、

このブラインがブライン／冷却水熱交換器 (3 3) により冷却されてから、前記低温 MH／ブライン熱交換器 (1 3 a 又は 1 3 b) を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) を第 1 ステップで冷却し、その後、前記第 2 の流路切り換え用電磁弁 (2 5 a、2 5 b) の切り替えにより前記冷却水 (4 b) を前記コンデンサー (7) の冷却水側流路 (3 5) に流し、同時に、前記機械圧縮型冷凍

装置 (I I b) を作動させて、冷媒蒸発器 (1 2 a 又は 1 2 b) により、前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) を、第 2 のステップで前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) に水素を十分に吸着させ、
前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) の冷凍過程において、

前記機械圧縮型冷凍装置 (I I b) と冷却水 (4 b) の流れを止め、第 1 の流路切り換え用電磁弁 (2 6 a 及び 2 6 b) を切り換え、
該低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) の解離反応による冷熱をブライン／低温環境部熱交換器 (5 7) を介して、低温環境部 (5) に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱

発生方法。

【請求項 5】

高温段の水素駆動用合金収納高温タンク (2 a 又は 3 a) 及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) を 1 組とする MH 冷凍装置 (I) が備えられ、該水素駆動用合金収納高温タンク (2 a 又は 3 a) を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金 (M_1 H) とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部 (5) に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置であつて、

該冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) 内に、水素貯蔵合金用ブライン循環装置 (I I I b) に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) の低温段水素貯蔵合金 (M_2 H) との間で熱交換を行う低温 MH／ブライン熱交換器 (1 3 a、1 3 b) を内装し、水素貯蔵合金用ブライン循環装置 (I I I b) に付属するブライン／冷却水熱交換器 (3 3) により、前記ブラインを冷却水 (4 b) により冷却可能であり、

また、第 1 の流路切り換え用電磁弁 (2 6 a、2 6 b) の切り替えにより、前記ブラインにより前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2 b 又は 3 b) を冷却、又は低温環境部 (5) への冷凍出力可能であり、

また、前記冷却水 (4 b) は、前記ブラインの冷却と機械圧縮型冷凍装置 (I I b) のコンデンサー (7) の冷却の二重役割を果たし、第 2 の流路切り換え用電磁弁 (2 5 a、2 5 b) の切り替えにより前記ブライン／冷却水熱交換器 (3 3) 又は前記コンデンサー (

7) の冷却水側の流路 (35) へ交替で流すことが可能であり、
また、前記機械圧縮型冷凍装置 (11b) の冷媒蒸発器 (12a 又は 12b) をそれぞれ
前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は 3b) 内に、その中の前記低温段水素貯蔵
合金 (M_2H) をブラインを介しないで冷却できるように設置し、
その中のブラインをブライン用ポンプ (18a, 18b) により循環させ、
前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は 3b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2H)
の再生過程において、
このブラインがブライン／冷却水熱交換器 (33) により冷却されてから、前記低温MH
／ブライン熱交換器 (13a 又は 13b) を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は 3b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2H) を第 1 ステップで冷却し、その後、前
記第 2 の流路切り換え用電磁弁 (25a, 25b) の切り替えにより前記冷却水 (4b)
を前記コンデンサー (7) の冷却水側流路 (35) に流し、同時に、前記機械圧縮型冷凍
装置 (11b) を作動させて、冷媒蒸発器 (12a 又は 12b) により、前記冷熱取出用
合金収納低温タンク (2b 又は 3b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2H) を、第 2 のステ
ップで前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は 3b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2H) を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金 (M_2H) に水素を十分に吸着させ、
前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は 3b) 内の低温段水素貯蔵合金 (M_2H)
の冷凍過程において、
前記機械圧縮型冷凍装置 (11b) と冷却水 (4b) の流れを止め、第 1 の流路切り換え
用電磁弁 (26a 及び 26b) を切り換え、
該低温段水素貯蔵合金 (M_2H) の解離反応による冷熱をブライン／低温環境部熱交換器
(57) を介して、低温環境部 (5) に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱
発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法及びその装置に関し、環境保全及び省エネの
効果を得ることができる水素貯蔵合金利用のケミカル又は吸着ヒートポンプと圧縮式又は
吸収式ヒートポンプとを組み合わせた冷凍・冷蔵方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の水素貯蔵合金 (MH) を利用した冷凍・冷蔵装置は、水素を吸蔵する機能のある金
属 (MH) が多量の水素ガスを吸着及び放出する際に化学反応熱つまり解離熱及び吸着熱
を生ずる特性を利用し、排熱を含む熱を有用な冷熱に変換するケミカル又は吸着ヒート
ポンプである。

【0003】

このような MH 冷凍サイクルを利用した従来の MH 冷凍装置 (例えば、水素吸蔵合金 第
632 頁 1998 年 4 月 6 日 株式会社エス・ティー・エス 発行) の基本構造を図 9
に示す。これは、特性が異なる 2 種類の水素貯蔵合金 M_1H , M_2H 、つまり平衡圧－組
成－温度 (P－C－T) 特性の異なる 2 種類の水素貯蔵合金 M_1H , M_2H 又は P－C－
T 特性が温度によつて異なる同一種類の水素貯蔵合金をそれぞれ水素吸着合金収納高温タ
ンク 2a, 3a (以下「高温 MH タンク」に省略。) 及び水素吸着合金収納低温タンク 2
b, 3b (以下「低温 MH タンク」に省略。) に収容させ、1 対の高温 MH タンク 2a,
3a 及び低温 MH タンク 2b, 3b を、MH 冷凍サイクルの再生工程と冷凍工程とに合わ
せて交互作動が可能としたものである。

【0004】

MH 冷凍サイクルの再生工程では、低温 MH タンク 2b 又は 3b 内の水素吸着合金 M_2H
に水素を吸着させ、その際に生じた吸着反応熱をブライン 6' を介して冷熱源である冷却
水 4b により除去させる。また、冷凍工程では、高温 MH タンク 2a 又は 3a 内の水素吸
着合金 M_1H による水素吸着反応熱を冷熱源である冷却水 4a により除去させながら、低

温MHタンク2b又は3b内の低温段水素貯蔵合金 M_2 Hから水素を放出させ、水素放出の際に生じた水素解離反応熱である冷熱をブライン6'を介して低温環境部5に供給して、低温環境部5内で冷蔵と冷凍が可能となる。

【0005】

このようなMH冷凍サイクルの再生工程及び冷凍工程は、1対の高温MHタンク2a／低温MHタンク2bともう1対の高温MHタンク3a／低温MHタンク3bを位相をずらせて同期して交互作動させることにより行われる。

【0006】

高温MHタンク2a又は3a及び低温MHタンク2b又は3bにおける再生工程は、高温熱源1を使用して図9の上半部に示すように行われる。まず、一方の高温MHタンク2a内の高温段水素貯蔵合金 M_1 Hを多量の水素を吸着ないし吸蔵させている状態で、一旦、高温熱源1によつて加熱されて温度 T_H まで昇温させ、引き続き、高温熱源1から水素解離反応に必要な熱を継続的に供給して水素を放出させる。このようにして放出される水素は、少なくとも数気圧の比較的高圧にある。

【0007】

前記冷凍工程と再生工程を1組の高温MHタンク2a／低温MHタンク2bの場合において説明する。低温MHタンク2b内に収容されている水素貯蔵合金 M_2 Hは、温度 T_H よりも低く、基本的には室温よりも若干高い温度 T_M 、かつ、高温MHタンク2a内の水素圧よりもかなり低い圧力、例えば1気圧近辺において、水素吸蔵能力が与えられる温度 T_M 及び水素圧下で水素吸蔵飽和濃度よりかなり低い飢餓状態にある。この低温MHタンク2b内は、ブライン流路6を介して冷熱源である冷却水4bによつて冷却される。

【0008】

従つて、温度 T_M における低温MHタンク2b内の水素貯蔵合金 M_2 Hは、高温MHタンク2aから放出されて圧力差によつて流れ込む水素を容易に吸蔵する。その際、低温MHタンク2b内の水素貯蔵合金 M_2 Hからの水素吸着反応熱は、ブライン6'を介して冷却水4bにより速やかに除去され、低温MHタンク2b内は温度 T_M に維持される。

【0009】

このようにして、低温MHタンク2b内の水素貯蔵合金 M_2 Hに十分な量の水素を吸蔵させてから、1組の高温MHタンク2a／低温MHタンク2bの再生工程を終え、図9の下半部に示す様に再生工程から冷凍工程に切り換える。

【0010】

つまり、一旦、高温MHタンク2aと低温MHタンク2bとの間の水素流路を閉じると共に高温熱源1を冷却水4aに切換え、冷却水4aにより高温MHタンク2a内を温度 T_{MO} まで下げ、その中の水素貯蔵合金 M_1 HをP-C-T特性により水素吸着能力を有する飢餓状態にさせる。これにより、高温MHタンク2a内の水素圧が低温MHタンク2b内の水素圧よりも低くなる。なお、この高温MHタンク2a内の温度 T_{MO} は、冷却水4bにより冷却された低温MHタンク2b内の温度 T_M と同一にすることもできる。

【0011】

この状態において、低温MHタンク2bは、一旦、冷却水4bを止め、高温MHタンク2aとの間の水素流路を開ける。これにより、低温MHタンク2b内の水素貯蔵合金 M_2 Hが吸蔵の水素を放出し始め、放出される水素は圧力差により高温MHタンク2a内の飢餓状態の水素貯蔵合金 M_1 Hに吸蔵される。その際、低温MHタンク2b内の水素貯蔵合金 M_2 Hは、水素解離反応熱により自らの熱を奪つて吸熱し、その中の温度は温度 T_M よりも低い温度 T_L まで下がってから、引き続き、ブライン6'を介して低温環境部5から吸熱し、低温環境部5に冷蔵を含む冷凍出力が可能になる。

【0012】

同時に、高温MHタンク2a内の水素貯蔵合金 M_1 Hは低温MHタンク2bから流れ込む水素を吸着し、吸着反応熱が発生する。高温MHタンク2a内の温度は、吸着反応熱が冷却水4aにより除去されることにより、温度 T_{MO} に維持される。

【0013】

このようにして、低温MHタンク2b内の水素貯蔵合金 M_2H の水素解離工程を終えたら、冷却水4aを高温熱源1に再度切換え、高温MHタンク2aは高温熱源1から加熱を受けることにより、再び水素放出が可能な状態になる。かくして、冷凍工程を終え、その時点で1つのMH冷凍サイクルを完了し、次のMH冷凍サイクルの繰り返しが可能になる。

【0014】

つまり、図9の下半部に示すように1対の高温MHタンク3a／低温MHタンク3bの冷凍工程－再生工程を、もう一対の高温MHタンク2a／低温MHタンク2bの再生工程－冷凍工程の順序にあわせて同期で交互に行わせる。

【0015】

このように、一対の高温MHタンク2a(, 3a)／低温MHタンク2b(, 3b)を同期させながら交互に作動させることにより、低温環境部5への連続的な冷凍出力が可能になり、低温環境部5内において冷蔵を含む冷凍を行うことができる。なお、高温MHタンク2a, 3aに対する高温熱源1又は冷却水4aの切り替えは、通常、ラインの循環装置59を介して行われ、また、低温MHタンク2b, 3bに対する低温環境部5又は冷却水4bの切り替えは、通常、ライン流路6の切り替えによつて行われる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

MH冷凍サイクルに用いられる冷媒ないし作動流体は水素である。水素はクリーンな燃料である一方、環境に優しい自然冷媒でもあるため、脱フロン役割が大いに期待される。しかし、現段階では、冷凍の目的に開発された水素貯蔵合金は期待されるP-C-T特性を満たすものが少なく、エネルギー転換への応用には次のような課題が残されている。

【0017】

先ず、図9に示す従来のMH冷凍装置だけを用いて低温環境部5に効率的でより低温の冷熱を提供することが困難である。

一方、低温MHタンク2b, 3b内の水素貯蔵合金 M_2H による冷凍工程においては、低温MHタンク2b, 3b内が、その中に収容されている水素貯蔵合金 M_2H のP-C-T特性により真空の水素圧雰囲気に曝されることが多く、これに起因して、大気からの空気が低温MHタンク2b, 3b内に侵入する恐れがある。しかも、低温MHタンク2b, 3b内が低温になるほど水素圧が低下し、上述した真空の水素圧になる問題が顕著になる。

【0018】

また、低温MHタンク2b, 3b内が低温になるほど、冷凍工程における温度降下及び温度回復に要する時間が長くなり、真の冷凍出力が可能な時間が相対的に短くなる。同時に、水素貯蔵合金 M_2H からの水素放出速度が遅くなり、限られた対数の高温MHタンク／低温MHタンクでは高温熱源1から供給される排熱を含む熱の利用効率の面で問題がある。

【0019】

また、低温になるほど、同一種類の水素貯蔵合金に関して利用されるP-C-T特性のプラトーの幅が大きくなる。これにより、その水素の吸・脱着と温度変化に伴う体積膨張・収縮が激しくなり、これが水素貯蔵合金の微粉化を促進する原因になり得る。

【0020】

また、低温MHタンク2b, 3b内の水素貯蔵合金 M_2H からの水素解離反応熱は、熱損失を考慮しなければ、冷凍工程における低温MHタンク2b, 3bと其中的の水素貯蔵合金 M_2H とが比較的高い温度 T_M から低い温度 T_L までの温度変化に必要な全顕熱量と、温度 T_L 下で低温環境部5に供給可能な冷熱量つまり冷凍出力との和である。そして、顕熱量は、温度 T_M と温度 T_L との差 $T_M - T_L$ に比例するため、冷凍工程における低温MHタンク2b, 3b内の温度 T_L が低いほど、顕熱量が大きくなり、低温環境部5への冷凍出力が相対的に少なくなる。要するに、低温MHタンク2b, 3bに低温を与えるほど、有効冷凍出力が低下してしまう。

【0021】

従つて、水の氷点温度より大きく離れた低温の温度 T_L 下での冷凍出力が必要な場合、従

10

20

30

40

50

来のMH冷凍装置のみでは、高温熱源1から供給される排熱を含む熱の有効利用率又は冷凍出力の向上に限界があることになる。

【0022】

更に、再生工程において、冷却水4bのみの使用により水素吸着合金 M_2H に生じた吸着反応熱を除去させるので、低温MHタンク2b、3b内の水素吸着合金 M_2H に短時間で期待される水素吸蔵濃度まで水素を急増させることが困難であり、再生工程に時間を要して非能率的である。

【0023】

本発明は、上述の技術的課題の解決、低温環境部5に省エネで効率的に冷熱を提供し、MH冷凍装置に対し、環境に優しい冷媒（二酸化炭素、アンモニア、炭化水素等の自然冷媒）を低温冷媒に用いる冷凍装置又は冷凍機を組み合わせる水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法及びその装置を提供することをその目的としている。

【0024】

【課題を解決するための手段】

本発明は、このような従来の技術的課題に鑑みてなされたものであり、その構成は次の通りである。

本発明の請求項1は、高温段の水素駆動用合金収納高温タンク（2a（又は3a））及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））を1組とするMH冷凍装置（I）が備えられ、該水素駆動用合金収納高温タンク（2a（又は3a））を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金（ M_1H ）とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部（5）に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法であつて、

該冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内に、水素貯蔵合金用ブライン冷却装置（30）に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））の低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）との間で熱交換を行う低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を内装し、

その中のブラインを循環させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）の再生過程において、

このブラインがブライン／冷却水熱交換器（32）により冷却されてから、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）を冷却し、引き続き、冷凍機（31）により、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）に水素を十分に吸着させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）の冷凍過程において

該低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）の解離反応による冷熱を前記低温MHタンク／ブライン熱交換器（37）を介してブライン／低温環境部熱交換器（22）により、低温環境部（5）に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法である。

本発明の請求項2は、高温段の水素駆動用合金収納高温タンク（2a（又は3a））及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））を1組とするMH冷凍装置（I）が備えられ、該水素駆動用合金収納高温タンク（2a（又は3a））を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金（ M_1H ）とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内の低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部（5）に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置であつて、

該冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））内に、水素貯蔵合金用ブライン冷却装置（30）に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク（2b（又は3b））の低温

10

20

30

40

50

段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) との間で熱交換を行う低温MHタンク／ブライン熱交換器 (37) を内装し、

その中のブラインを循環させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b (又は3b)) 内の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) の再生過程において、

このブラインがブライン／冷却水熱交換器 (32) により冷却されてから、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器 (37) を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b (又は3b)) 内の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) を冷却し、引き続き、冷凍機 (31) により、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器 (37) を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b (又は3b)) 内の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) に水素を十分に吸着させ、

10

前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b (又は3b)) 内の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) の冷凍過程において、

該低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) の解離反応による冷熱を前記低温MHタンク／ブライン熱交換器 (37) を介してブライン／低温環境部熱交換器 (22) により、低温環境部 (5) に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置である。

本発明の請求項3は、前記水素貯蔵合金用ブライン冷却装置 (30) が、低温環境部 (5) との間で熱交換を行うブライン／低温環境部熱交換器 (22) を備え、前記低温MHタンク／ブライン熱交換器 (37) 内のブラインをブライン／低温環境部熱交換器 (22) に循環させて、冷却状態の該冷熱取出用合金収納低温タンク (2b (又は3b)) から低温環境部 (5) に冷熱を与えることを特徴とする請求項2の水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置である。

20

本発明の請求項4は、高温段の水素駆動用合金収納高温タンク (2a 又は3a) 及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) を1組とするMH冷凍装置 (I) が備えられ、該水素駆動用合金収納高温タンク (2a 又は3a) を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金 ($M_1 H$) とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) 内の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部 (5) に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法であつて、

該冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) 内に、水素貯蔵合金用ブライン循環装置 (I I I b) に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) との間で熱交換を行う低温MH／ブライン熱交換器 (13a、13b) を内装し、水素貯蔵合金用ブライン循環装置 (I I I b) に付属するブライン／冷却水熱交換器 (33) により、前記ブラインを冷却水 (4b) により冷却可能であり、

30

また、第1の流路切り換え用電磁弁 (26a、26b) の切り替えにより、前記ブラインにより前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) を冷却、又は低温環境部 (5) への冷凍出力可能であり、

また、前記冷却水 (4b) は、前記ブラインの冷却と機械圧縮型冷凍装置 (I I b) のコンデンサー (7) の冷却の二重役割を果たし、第2の流路切り換え用電磁弁 (25a、25b) の切り替えにより前記ブライン／冷却水熱交換器 (33) 又は前記コンデンサー (7) の冷却水側の流路 (35) へ交替で流すことが可能であり、

40

また、前記機械圧縮型冷凍装置 (I I b) の冷媒蒸発器 (12a 又は12b) をそれぞれ前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) 内に、その中の前記低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) をブラインを介しないで冷却できるように設置し、

その中のブラインをブライン用ポンプ (18a、18b) により循環させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) 内の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) の再生過程において、

このブラインがブライン／冷却水熱交換器 (33) により冷却されてから、前記低温MH／ブライン熱交換器 (13a 又は13b) を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク (2b 又は3b) 内の低温段水素貯蔵合金 ($M_2 H$) を第1ステップで冷却し、その後、前

50

記第2の流路切り換え用電磁弁(25 a、25 b)の切り替えにより前記冷却水(4 b)を前記コンデンサー(7)の冷却水側流路(35)に流し、同時に、前記機械圧縮型冷凍装置(I I b)を作動させて、冷媒蒸発器(12 a又は12 b)により、前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)を、第2のステップで前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金(M_2 H)に水素を十分に吸着させ、前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)の冷凍過程において、前記機械圧縮型冷凍装置(I I b)と冷却水(4 b)の流れを止め、第1の流路切り換え用電磁弁(26 a及び26 b)を切り換え、
該低温段水素貯蔵合金(M_2 H)の解離反応による冷熱をブライン／低温環境部熱交換器(57)を介して、低温環境部(5)に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法である。

10

本発明の請求項5は、高温段の水素駆動用合金収納高温タンク(2 a又は3 a)及び低温段の冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)を1組とするMH冷凍装置(I)が備えられ、該水素駆動用合金収納高温タンク(2 a又は3 a)を加熱及び冷却させて、その中の高温段水素貯蔵合金(M_1 H)とこれに対応する冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)との間で水素の授受を行わせ、その中から冷熱を取出し、低温環境部(5)に冷熱を与えるように冷凍工程を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置であつて、

20

該冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内に、水素貯蔵合金用ブライン循環装置(I I I b)に付属する該冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)との間で熱交換を行う低温MH／ブライン熱交換器(13 a、13 b)を内装し、水素貯蔵合金用ブライン循環装置(I I I b)に付属するブライン／冷却水熱交換器(33)により、前記ブラインを冷却水(4 b)により冷却可能であり、また、第1の流路切り換え用電磁弁(26 a、26 b)の切り替えにより、前記ブラインにより前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)を冷却、又は低温環境部(5)への冷凍出力可能であり、

また、前記冷却水(4 b)は、前記ブラインの冷却と機械圧縮型冷凍装置(I I b)のコンデンサー(7)の冷却の二重役割を果たし、第2の流路切り換え用電磁弁(25 a、25 b)の切り替えにより前記ブライン／冷却水熱交換器(33)又は前記コンデンサー(7)の冷却水側の流路(35)へ交替で流すことが可能であり、

30

また、前記機械圧縮型冷凍装置(I I b)の冷媒蒸発器(12 a又は12 b)をそれぞれ前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内に、その中の前記低温段水素貯蔵合金(M_2 H)をブラインを介しないで冷却できるように設置し、

その中のブラインをブライン用ポンプ(18 a、18 b)により循環させ、

前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)の再生過程において、

このブラインがブライン／冷却水熱交換器(33)により冷却されてから、前記低温MH／ブライン熱交換器(13 a又は13 b)を介して前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)を第1ステップで冷却し、その後、前記第2の流路切り換え用電磁弁(25 a、25 b)の切り替えにより前記冷却水(4 b)を前記コンデンサー(7)の冷却水側流路(35)に流し、同時に、前記機械圧縮型冷凍装置(I I b)を作動させて、冷媒蒸発器(12 a又は12 b)により、前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)を、第2のステップで前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金(M_2 H)に水素を十分に吸着させ、

40

前記冷熱取出用合金収納低温タンク(2 b又は3 b)内の低温段水素貯蔵合金(M_2 H)の冷凍過程において、

前記機械圧縮型冷凍装置(I I b)と冷却水(4 b)の流れを止め、第1の流路切り換え

50

用電磁弁（26a及び26b）を切り換え、
該低温段水素貯蔵合金（ M_2H ）の解離反応による冷熱をブライン／低温環境部熱交換器（57）を介して、低温環境部（5）に与えることを特徴とする水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置である。

【0025】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1参考例を示す。図1中において符号IはMH冷凍装置を示し、IIは機械圧縮型冷凍装置を示す。

【0026】

MH冷凍装置Iは、実質的に従来例と同様の構造を有し、同一機能部分には同一符号を付してある。すなわち、MH冷凍装置Iは、1つの組をなす水素駆動用合金収納高温タンク2a、3a（高温MHタンク）及び冷熱取出用合金収納低温タンク2b、3b（低温MHタンク）を図1の上半部及び下半部に示すように複数（図上では一対）備える。

【0027】

各高温MHタンク2a、3aは、高温段水素貯蔵合金 M_1H を收容し、高温熱源1又は冷熱源である冷却水4aにブライン循環装置59を介して選択的に接続可能である。高温熱源1（例えば120℃以上）には、工場排熱、焼却排熱（ガス）、バイオガス燃焼排熱ガス、蒸気等の熱を使用できる。冷却水4aには、地下水、工業用水、上水道、クーリングタワーの冷却水等を使用できる。

【0028】

ブライン循環装置59は、冷却水／ブライン熱交換器51及びブライン／ M_1H 熱交換器52を有するブライン流路6cと、高温熱源／ブライン熱交換器53及びブライン／ M_1H 熱交換器54を有するブライン流路6dとを切り換え可能に備え、熱交換器51を冷却水4a（冷熱源）と熱交換可能に配置し、熱交換器52を一方の高温MHタンク2aと熱交換可能に配置し、熱交換器53を高温熱源1と熱交換可能に配置し、熱交換器54を他方の高温MHタンク3aと熱交換可能に配置すると共に、高温段ブラインポンプ49a、49bを図示のように備える。50a、50b、50c、50dはそれぞれ3方バルブであり、3方バルブ50a、50b、50c、50dを適宜に切り替えると共に、ブラインポンプ49a、49bを適宜に駆動することにより、一方の高温MHタンク2aを高温熱源1又は冷却水4aに選択的に接続させて熱交換を行わせ、また、他方の高温MHタンク3aを高温熱源1又は冷却水4aに選択的に接続させて熱交換を行わせることができる。

【0029】

各低温MHタンク2b、3bは、上記水素貯蔵合金 M_1H とは水素吸着特性の異なる或いは特性が温度によつて異なる低温段水素貯蔵合金 M_2H を收容し、対応する高温MHタンク2a、3aに水素流路用バルブ70、71を備える水素流路20、21によつて接続されると共に、ブライン流路6a、6bを介して冷熱源である冷却水4bに接続する。冷却水4bには、地下水、工業用水、上水道等が使用できる。

【0030】

これにより、各組の高温MHタンク2a、3aと低温MHタンク2b、3bとの間で、水素流路20、21を通じて水素の授受を行わせ、低温MHタンク2b、3bから冷熱を取出可能にするように各組の高温MHタンク2a、3a／低温MHタンク2b、3bから交互作動が可能なMH冷凍装置Iを構成する。

【0031】

機械圧縮型冷凍装置IIは、低温MHタンク2b、3b内の水素貯蔵合金 M_2H と熱交換可能に配置されたコンデンサー7a、7b、冷媒圧縮機11、冷媒を溜めるレシーバー10、膨張弁9及び低温環境部5と熱交換可能に配置した冷媒蒸発器12を、図示のように3方切換弁として機能する第1、第2の電磁弁8a、8bを備える冷媒配管16a、16b、17によつて接続して構成される。コンデンサー7a、7bは、それぞれ低温MHタンク2b、3bの内部に設置する。或いは、後記するブライン循環装置IIIを介して、

低温MHタンク2b, 3bと熱交換できるように設置する。コンデンサー7a, 7bの作動は、1対の低温MHタンク2b, 3bにおける再生工程と冷凍工程との交互作用に対応して切り換え可能である。

【0032】

すなわち、冷媒蒸発器12の一端部が、冷媒レシーバー10、冷媒圧縮機11及び冷媒配管17を介して第1の電磁弁8aに接続され、冷媒蒸発器12の他端部が膨張弁9を介して第2の電磁弁8bに接続されている。また、第1の電磁弁8aと第2の電磁弁8bとの間は、それぞれコンデンサー7a, 7bを介在する冷媒配管16a, 16bによつて接続されている。従つて、第1の電磁弁8a及び第2の電磁弁8bを切り換えて、各低温MHタンク2b又は3bに対応するコンデンサー7a又は7bが、冷媒配管16a又は16bにより冷媒蒸発器12に接続される。MH冷凍装置Iの1つの組をなす高温MHタンク2a又は3a／低温MHタンク2b又は3bにおいて冷凍工程を行うとき、低温MHタンク2b又は3bに対応するコンデンサー7a又は7bを冷媒蒸発器12に連通させる。

【0033】

ここで、図1に実線で示す冷媒配管16aと破線で示す冷媒配管16bは、それぞれコンデンサー7a, 7bの作動状態と作動停止状態も表し、また、実線で示す冷媒配管17は、冷媒配管16a, 16b以外の第1の電磁弁8aと第2の電磁弁8bの間の配管であり、コンデンサー7a, 7bの交互作用を行う機械圧縮型冷凍装置IIの運転が連続可能であることをも示している。つまり、機械圧縮型冷凍装置IIの冷媒は、実線で示す冷媒配管16a及び冷媒配管17内で循環する。

【0034】

このようにして、MH冷凍装置I及び機械圧縮型冷凍装置IIにより、低温MHタンク2b, 3bとコンデンサー7a, 7bとはそれらの間の熱交換ができるようにMH／冷媒カスケード2段冷凍サイクルが構成されている。

【0035】

このように、機械圧縮型冷凍装置IIにおいて、低温環境部5内に配置した冷媒蒸発器12を吸熱部とし、かつ、コンデンサー7a, 7bとの間で熱交換を行う低温MHタンク2b又は3bを放熱部とし、MH／冷媒カスケード冷凍装置の2段冷凍サイクルを作動させることにより、低温環境部5内の温度 T_{LL} を冷凍工程時の低温MHタンク2b, 3b内の水素貯蔵合金 M_2H の温度 T_L よりも低くすることができる。

【0036】

MH／冷媒カスケード冷凍装置の冷凍能力は、熱損失及び低温環境部5への冷熱出力以外の熱回収を考慮しなければ、次のように算出される。まず、低温MHタンク2b, 3bからコンデンサー7a, 7bに伝えられる冷熱量 Q_L は、次式で表される。

【0037】

$$Q_L = n \Delta H_{TL} - C_{pm} (T_M - T_L) \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 ΔH_{TL} は温度 T_L 下での低温段水素貯蔵合金 M_2H の脱水素反応熱、 n は脱水素量、 C_{pm} は水素貯蔵合金 M_2H を収容している低温MHタンク2b, 3bの全熱容量、 T_M は再生工程時の低温MHタンク2b, 3b内の水素貯蔵合金 M_2H の温度である。但し、 C_{pm} は、厳密に言えば、コンデンサー7a, 7b等の付属部品の熱容量も考慮する必要がある。

【0038】

また、機械圧縮型冷凍装置IIの冷媒冷凍サイクルの成績係数COPは、蒸発器12から低温環境部5への冷凍出力 Q_{LL} と圧縮機11から加えられる圧縮仕事 W とにより、次式のように表される。

$$COP = Q_{LL} / W \quad \dots \dots (2)$$

【0039】

そして、低温MHタンク2b, 3bと対応するコンデンサー7a, 7bとの間の熱交換におけるエネルギー収支により、この間の冷熱量 Q_L は、次式のように冷凍出力 Q_{LL} と圧縮仕事 W との和でなければならない。つまり、

10

20

30

40

50

$$Q_L = Q_{LL} + W \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0040】

式(1)と式(3)より、次式が得られる。

$$Q_{LL} + W = n \Delta H_{TL} - C_{pm} (T_M - T_L) \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

式(4)は、第1参考例に係るMH／冷媒カスケード冷凍装置の冷凍サイクルが成立する条件である。そして、第1参考例における冷熱発生装置の冷凍出力 Q_{LL} は、式(5)により推算される。

$$Q_{LL} = n \Delta H_{TL} - C_{pm} (T_M - T_L) - W \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

【0041】

式(5)から分かるように、如何に顕熱量 $C_{pm} (T_M - T_L)$ を減らすかは、冷凍出力 Q_{LL} の向上に重要である。但し、機械圧縮型冷凍装置I Iに加えた圧縮仕事 W は、その冷媒冷凍サイクルの高温熱源温度となる温度 T_L が高くなるにつれて増加する傾向にある。

10

【0042】

また、冷凍工程における低温MHタンク2 b, 3 b内の水素圧が高い真空度にならないように、低温MHタンク2 b, 3 bから高温MHタンク2 a, 3 aに向かう水素放出流速を制御することができる。低温MHタンク2 b, 3 bから高温MHタンク2 a, 3 aに向かう水素放出流速及び低温MHタンク2 b, 3 b内の温度 T_L は、水素流路用バルブ7 0, 7 1により低温MHタンク2 b, 3 b内の圧力を制御することと、圧縮機1 1の圧縮仕事又は回転数に関係するコンデンサー7 a, 7 bから低温MHタンク2 b, 3 b内への放熱量を制御することにより、低温段水素貯蔵合金 M_2 Hからの水素解離速度を制御すること

20

【0043】

次に作用について説明する。

低温環境部5に冷熱を提供する冷凍工程について説明する。MH冷凍装置Iの1つの組をなす高温MHタンク2 a及び低温MHタンク2 bが冷凍工程を行うとき、両電磁弁8 a, 8 bを切換え、低温MHタンク2 bに対応するコンデンサー7 aを冷媒蒸発器1 2及び冷媒圧縮機1 1に連通させる。すなわち、冷凍工程においては、図1の下半部に示す再生工程を行って十分量の水素を低温MHタンク2 b, 3 b内の水素貯蔵合金 M_2 Hに吸蔵させた状態から、図1の上半部に示す組のように水素を放出させて冷凍工程が実行される。そのとき、温度 T_L の低温MHタンク2 b, 3 bが機械圧縮型冷凍装置I Iの高温熱源となり、温度 T_{LL} の低温環境部5が機械圧縮型冷凍装置I Iの低温熱源となる。

30

【0044】

冷媒蒸発器1 2で生じた冷媒蒸気は、冷媒レシーバー1 0を経て圧縮機1 1に吸引され、圧縮・昇圧されると、比較的高圧かつ高温の蒸気になってコンデンサー7 a, 7 bに流入する。高圧かつ高温の蒸気がコンデンサー7 a, 7 bで放熱して凝縮すると、比較的高圧かつ比較的高温の液体冷媒となる。この高圧液体冷媒は、膨張弁9を通して断熱膨張されると、より低い温度の気液混合物になる。この気液混合状態の冷媒が蒸発器1 2を通って蒸発する際、低温環境部5から熱を奪うことにより冷凍出力 Q_{LL} が得られる。

【0045】

40

このように冷凍工程をMH冷凍装置Iの1つの組をなす高温MHタンク2 a及び低温MHタンク2 bが行うとき、高温MHタンク2 a内の水素吸着合金 M_1 Hによる水素吸着反応熱をブライン流路6 cを介して冷熱源である冷却水4 aにより除去させながら、低温MHタンク2 b内の水素貯蔵合金 M_2 Hから水素が放出され、水素放出の際に水素解離反応熱である冷熱を生じる。

【0046】

また、同時に、他の組をなす高温MHタンク3 a及び低温MHタンク3 bは、従来例と同様の再生工程を行う。再生工程では、図1の下半部に示すように、高温MHタンク3 aを高温熱源1により加熱しながら、高温MHタンク3 a内の水素貯蔵合金 M_1 Hから放出された水素を低温MHタンク3 b内の水素貯蔵合金 M_2 Hに吸蔵させる。そのとき、低温

50

MHタンク 3 b 内の水素吸着合金 M_2H に生じた吸着反応熱は、ブライン流路 6 b を介して冷熱源である冷却水 4 b により除去させる。

【0047】

図 2 は、MH 冷凍装置 I の低温 MH タンク 2 b, 3 b と機械圧縮型冷凍装置 I I のコンデンサー 7 a, 7 b との間にブライン循環装置 I I I を介在させる構造例の要部を示し、低温 MH タンク 2 b, 3 b とコンデンサー 7 a, 7 b との間の熱伝達がブラインを介して行われる。すなわち、各ブライン流路 6 a, 6 b の低温 MH / ブライン熱交換器 1 3 a, 1 3 b を各低温 MH タンク 2 b, 3 b 内に熱交換可能に配置し、各ブライン流路 6 a, 6 b のブライン側流路 2 3 a, 2 3 b をそれぞれコンデンサー 7 a, 7 b と熱交換可能に配置する。また、ブライン流路 6 a, 6 b は、3 方切換弁からなる第 3, 第 4 の電磁弁 1 5 a, 1 5 b によつてブライン / 冷却水熱交換器 1 4 a, 1 4 b に切換えて接続させることが可能であり、ブライン用ポンプ 2 4 a, 2 4 b を駆動し、ブライン / 冷却水熱交換器 1 4 a, 1 4 b を介して冷却水 4 b によつて冷却されるブライン流路 6 a, 6 b 内のブラインを循環させて低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内の低温段水素貯蔵合金を冷却することができる。

10

【0048】

このように、ブライン流路 6 a, 6 b を介して、各低温 MH タンク 2 b, 3 b に熱交換可能に配置した低温 MH / ブライン熱交換器 1 3 a, 1 3 b と、ブライン / 冷却水熱交換器 1 4 a, 1 4 b 及びコンデンサーのブライン側流路 2 3 a, 2 3 b との間で熱交換を行わせることにより、冷却水 4 b 又はコンデンサー 7 a 又は 7 b と各低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内と熱交換可能構造が得られる。

20

【0049】

再生工程と冷凍工程における低温 MH タンク 2 b, 3 b と冷却水 4 b 又はコンデンサー 7 a, 7 b との間の熱交換は、それぞれブライン流路 6 a, 6 b を介し、冷却水 4 b とコンデンサー 7 a 又は 7 b の作動の切り換えにより行われる。ブライン流路 6 a, 6 b のブラインは、常時、液状を保つものである。

【0050】

再生工程においては、図 2 の下半部に示すように第 4 の電磁弁 1 5 b を切り換えて低温 MH / ブライン熱交換器 1 3 b をブライン / 冷却水熱交換器 1 4 b に接続した状態で、ブライン用ポンプ 2 4 b を駆動し、冷却水 4 b によつて冷却したブライン流路 6 b 内のブラインにより、1 つの組をなす低温 MH タンク 3 b 内の水素貯蔵合金 M_2H を冷却する。他の組をなす低温 MH タンク 2 b 内の水素貯蔵合金 M_2H も同様の操作で冷却し、再生工程を行うことができる。

30

【0051】

冷凍工程においては、図 2 の上半部に示すように第 3 の電磁弁 1 5 a を切り換えて低温 MH / ブライン熱交換器 1 3 a とコンデンサー 7 a とを接続した状態で、ブライン用ポンプ 2 4 a を駆動し、ブライン流路 6 a 内のブラインを介して低温 MH タンク 2 b からコンデンサー 7 a に冷熱量 Q_L が伝えられる。これにより、上記第 1 参考例と同様に、低温環境部 5 から熱を奪い、冷凍出力 Q_{LL} を得ることができる。他組をなす低温 MH タンク 3 b 内の水素貯蔵合金 M_2H も同様の操作で、冷凍工程を行うことができる。かくして、MH 冷凍装置 I と機械圧縮型冷凍装置 I I との間の熱伝達をブライン流路 6 a, 6 b 内のブラインを介して行いながら、低温環境部 5 への冷凍出力 Q_{LL} を得ることができる。

40

【0052】

図 3 は、図 2 に示す構造例と違って、低温 MH タンク 2 b, 3 b がそれぞれブライン循環装置 I I I a を介して機械圧縮型冷凍装置 I I a に備えられる一つのコンデンサー 7 だけにカスケードされて熱交換を行う本発明の水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置の構造例を示すものである。低温 MH タンク 2 b, 3 b と低温環境部 5 又は冷却水 4 b との間の熱伝達の切り替えを、図 2 に示した構造例のブライン流路 6 a, 6 b に代えて、ブライン流路 6 の切り替えによつて行う。このため、ブライン循環装置 I I I a、機械圧縮型冷凍装置 I I a のコンデンサー 7、冷媒配管 1 6 等の部材についての詳細な説明は、省略してある。

50

【0053】

低温MHタンク2b、3b内の水素貯蔵合金 M_2H とブライン循環装置IIIaを介して機械圧縮型冷凍装置IIaに熱交換可能に配置したコンデンサー7、冷媒圧縮機11、冷媒を溜めるレシーバー10、膨張弁9及び低温環境部5と熱交換可能に配置した冷媒蒸発器12を、冷媒配管16、17によつて接続させてある。

【0054】

また、ブライン循環装置IIIaは、各低温MHタンク2b、3b内にそれぞれ熱交換可能に配置した低温MH／ブライン熱交換器13a、13b、コンデンサー7と熱交換可能に配置したコンデンサーのブライン側流路23及び冷却水4bとの間で熱交換を行うブライン／冷却水熱交換器14を有する。

10

【0055】

47a、47b、47c、47dはそれぞれ4方バルブであり、4方バルブ47a、47b、47c、47dを適宜に切り替えると共に、低温段ブラインポンプ48a、48bを適宜に駆動することにより、一方の低温MHタンク2bをブライン流路6を介してコンデンサー7のブライン側流路23又はブライン／冷却水熱交換器14に選択的に接続して熱交換を行わせ、また、他方の低温MHタンク3bをブライン流路6を介してコンデンサー7のブライン側流路23又はブライン／冷却水熱交換器14に選択的に接続して、熱交換を行わせることができる。

【0056】

従つて、ブライン流路6を通じて低温MHタンク2b又は3bとの熱交換が行われるコンデンサー7が、冷媒蒸発器12に接続され、両者7、12内を冷媒が循環可能である。すなわち、冷媒蒸発器12の一端部が冷媒配管17、冷媒レシーバー10と冷媒圧縮機11を介してコンデンサー7の一端部に接続し、冷媒蒸発器12の他端部が膨張弁9を介してコンデンサー7の他端部に接続されている。

20

【0057】

かくして、図2に示す構造例と比較して、1つのブライン／冷却水熱交換器14a、コンデンサー7b及び冷媒配管16bに相当する部材を省略して構造簡素としながら、冷凍工程及び再生工程に関して同様の作用を得ることができる。但し、ブライン循環装置59は、上記従来例に使用され、ただし、ブライン流路6は、低温MHタンク2b又は3bと低温環境部5との間の熱伝達を行うものとして上記従来例に使用されている。

30

【0058】

図4は、機械圧縮型冷凍装置II又はIIaにおける冷媒冷凍サイクルの温度－エントロピー線図と、蒸発器12内の冷媒蒸発温度 $T_{CO_2 \cdot L}$ 、MH冷凍装置Iと機械圧縮型冷凍装置IIとの間にブライン循環装置IIIを介在させる場合のコンデンサー7a、7b又は7内の冷媒凝縮温度 $T'_{CO_2 \cdot H}$ と介在させない場合のコンデンサー7a、7b内の冷媒凝縮温度 $T_{CO_2 \cdot H}$ 、高温熱源温度となる低温MHタンク2b、3b内の温度 T_L 、低温熱源温度となる低温環境部5内の温度 T_{LL} との間の関係を示す。

【0059】

図4に示すように、冷媒冷凍サイクルは、理論的に冷媒圧縮機11による等エントロピー圧縮(A～B、A～B')、コンデンサー7a、7b又は7内の等圧放熱(B～C、B'～C')、膨張弁9による断熱膨張(C～D、C'～D')と冷媒蒸発器12内の等圧吸熱(D～A、D'～A)という4つの工程から構成される。

40

【0060】

従つて、冷媒冷凍サイクルの作動状態では、蒸発器12内の冷媒蒸発温度が $T_{CO_2 \cdot L}$ であり、低温環境部5に温度 T_{LL} を生じさせる場合、図1に記載するようにブライン循環装置IIIを省略するときは、コンデンサー7a、7bから低温MHタンク2b、3b内の水素吸着合金 M_2H へ直接的に放熱又は熱伝達できるように、コンデンサー7a、7b内の冷媒凝縮温度 $T_{CO_2 \cdot H}$ が低温MHタンク2b、3b内の温度 T_L より高い状態にならない。そのとき、低温MHタンク2b、3bでの放熱は、温度差 $T_{CO_2 \cdot H} - T_L$ により行われる。一方、図2、図3に示すようにブライン循環装置III又はIIIaを備え

50

る場合、低温MHタンク2b, 3bでの放熱は、温度差 $T'_{CO_2 \cdot H} - T_L$ により行われる。

【0061】

勿論、冷媒凝縮温度が $T_{CO_2 \cdot L}$ の蒸発器12が温度 T_{LL} の低温環境部5から吸熱して冷凍出力 Q_{LL} が得られるように、蒸発器12内の冷媒蒸発温度 $T_{CO_2 \cdot L}$ が低温環境部5の温度 T_{LL} より低くならなければならない。このとき、蒸発器12の低温環境部5からの吸熱つまり両者間の熱伝達は、温度差 $T_{LL} - T_{CO_2 \cdot L}$ により行われる。

【0062】

さらに、図5に示すように蒸発器12から低温環境部5への冷凍出力が低温ブライン循環装置IVを介する場合には、蒸発器12内の冷媒蒸発温度を $T_{CO_2 \cdot L}$ よりも低くしなければならぬ、あるいは蒸発器12から低温環境部5への冷熱を $(T_{LL} - T_{CO_2 \cdot L})$ よりも大きい温度差で与える必要がある。この場合、低温ブライン循環装置IVのブライン循環用配管19、ブライン／低温環境部熱交換器58内のブラインは、ブライン用ポンプ18の駆動によつて循環し、冷媒蒸発器12からの冷熱がその蒸発器のブライン側流路29内のブラインに伝わつてブライン／低温環境部熱交換器58を通じて、低温環境部5への冷凍出力 Q_{LL} される。

【0063】

なお、機械圧縮型冷凍装置II又はIIa内に使われる冷媒としては、 CO_2 の他、アンモニア、プロパンにより代表される炭化水素等の自然冷媒を使用することが可能である。

【0064】

図6は、本発明の第1実施の形態を示し、第1参考例と実質的に同一機能部分には同一符号を付してそれらの詳細な説明は省略する。

【0065】

第1実施の形態にあつては、高温段の高温MHタンク2a及び低温段の低温MHタンク2bを1組とするMH冷凍装置Iが備えられている。なお、実際は、上記第1参考例と同様に複数組の高温MHタンク2a, 3a及び低温MHタンク2b, 3bが備えられ、1の組の高温MHタンク2a及び低温MHタンク2bが冷凍工程を行うとき、他の組の高温MHタンク3a及び低温MHタンク3bが再生工程を行う。

【0066】

高温MHタンク2a及び低温MHタンク2bは、第1参考例と同様に高温MHタンク2a（又は3a）を高温熱源1又は冷熱源である冷却水4aに選択的に接続して、高温MHタンク2a内の高温段水素貯蔵合金 M_1H とこれに対応する低温MHタンク2b内の低温段水素貯蔵合金 M_2H との間で水素の授受を行わせ、低温MHタンク2bからの冷熱を低温環境部5に冷蔵を含む冷凍の目的で提供することができる。

【0067】

低温MHタンク2bは、水素貯蔵合金用ブライン冷却装置30を付属する。水素貯蔵合金用ブライン冷却装置30は、低温MHタンク2bの水素貯蔵合金 M_2H との間で熱交換を行う低温MHタンク／ブライン熱交換器37、低温MHタンク／ブライン熱交換器37内のブラインを冷却する冷凍機31及び低温MHタンク／ブライン熱交換器37内のブラインを冷却するブライン／冷却水熱交換器32を有する。すなわち、低温MHタンク2b内に設置した低温MHタンク／ブライン熱交換器37の両端部は、ブライン用ポンプ34及び圧縮式又は吸収式の冷凍機31を有するブライン循環用配管35に接続されると共に、第1, 第2の3方切換電磁弁40, 41を介して、プレート式の熱交換器32を有するブライン循環用配管38に接続される。ブライン／冷却水熱交換器32は、冷熱源である冷却水4bとの間で熱交換を行つてブラインを冷却する。冷却水4bには、地下水、工業用水、上水道等の他、クーリングタワーの冷却水を使用できる。

【0068】

また、低温MHタンク／ブライン熱交換器37の両端部は、第3, 第4の3方切換電磁弁44, 45を介して、低温環境部5との間で熱交換を行う低温環境部5用のブライン／低温環境部熱交換器22を有するブライン循環用配管46に接続される。

【0069】

従つて、第1、第2の3方切換電磁弁40、41を切り換えてブライン用ポンプ34を駆動することにより、低温MHタンク／ブライン熱交換器37内のブラインを熱交換器32において冷却水4bで冷却し、また、3方切換電磁弁40、41を切り換えてブライン用ポンプ34を駆動することにより、低温MHタンク／ブライン熱交換器37内のブラインを冷凍機31で冷却し、低温MHタンク2bの低温段水素貯蔵合金M₂Hを十分に冷却して再生工程を行うことができる。後記する第2実施の形態のケースを含め、水素貯蔵合金用ブライン冷却装置30のブラインとしては、不凍液のメタノール、メタノール水溶液、エチレングリコール水溶液等を使用することが可能である。

【0070】

かくして、低温MHタンク2b（又は3b）は低温MHタンク／ブライン熱交換器37内のブラインを循環させながら、熱交換器32を介して冷却水4bによつて十分に冷却してから、引き続き、冷凍機31によつて冷却して低温MHタンク2b（又は3b）内の低温段水素貯蔵合金M₂Hに水素を十分に吸着させかつ望ましい低温まで下げた後、再生過程を終え、次に、第1、第2、第3、第4の切換電磁弁40、41、44、45を通じてブライン用ポンプ34を駆動することにより、ブライン／低温環境部熱交換器22を介して低温環境部5に冷凍出力することができる。

【0071】

また、前記第1参考例及び本発明の第1実施の形態にあつては、機械圧縮型冷凍装置I Iによつて構成したが、機械圧縮型冷凍装置I Iを吸収式冷凍機によつて構成することも可能である。その場合には、冷媒として、臭化リチウム、アンモニア等を使用することが可能である。

【0072】

図7は本発明の第2実施の形態を示し、第1参考例及び第1実施の形態と実質的に同一機能部分には同一符号を付してそれらの詳細な説明は省略する。

また、MH冷凍装置Iの基本構造が変わらないとして、その詳細な説明も省略する。

【0073】

第2実施の形態にあつては、第1参考例及び第1実施の形態の場合と同様に、1の組の高温MHタンク2a及び低温MHタンク2bが冷凍工程を行うとき、他の組の高温MHタンク3a及び低温MHタンク3bが再生工程を行う。

【0074】

高温MHタンク2a及び低温MHタンク2bは、第1参考例及び第1実施の形態と同様に高温MHタンク2a又は3aを高温熱源1又は冷熱源である冷却水4aに選択的に接続して、高温MHタンク2a内の高温段水素貯蔵合金M₁Hとこれに対応する低温MHタンク2b内の低温段水素貯蔵合金M₂Hとの間で水素の授受を行わせ、低温MHタンク2bからの冷熱を低温環境部5に冷蔵を含む冷凍の目的で提供することができる。

【0075】

低温MHタンク2b、3bは、水素貯蔵合金用ブライン循環装置I I I bを付属する。水素貯蔵合金用ブライン循環装置I I I bは、低温MHタンク2b、3b内の水素貯蔵合金M₂Hとの間で熱交換を行う低温MH／ブライン熱交換器13a、13b、ブラインを冷却するためのブライン／冷却水熱交換器33を有する。すなわち、低温MHタンク2b、3b内に設置した低温MH／ブライン熱交換器13a、13bは、第1のブライン流路切り換え用電磁弁26a、26bを介して前記ブライン／冷却水熱交換器33又はブライン／低温環境部熱交換器57に連続される。

【0076】

従つて、水素貯蔵合金用ブライン循環装置I I I bのブライン流路切り換え用電磁弁26a、26bは、低温MH／ブライン熱交換器13a、13bを、ブライン／冷却水熱交換器33に接続し、冷却水4bを介して冷却したブラインにより水素貯蔵合金M₂Hを冷却し、また、低温MH／ブライン熱交換器13a、13bを、低温環境部5と熱交換可能に配置したブライン／低温環境部熱交換器57に接続し、水素貯蔵合金M₂Hを介して冷却

したブラインにより低温環境部 5 を冷却する。ブライン用ポンプ 18 a, 18 b は、水素貯蔵合金用ブライン循環装置 I I I b のブラインを循環させる。

【0077】

また、冷却水 4 b は、第 2 の流路切り換え用電磁弁 25 a, 25 b を介して前記ブライン／冷却水熱交換器 33 又は前記機械圧縮型冷凍装置 I I b のコンデンサー 7 の冷却水流路側 35 に交替で流せるように、前記ブライン循環装置 I I I b 内のブラインの冷却とコンデンサー 7 の冷却との二重の役割を果たせる。前記冷却水 4 b には、地下水、工業用水、上水道等の他、クーリングタワーの冷却水を使用できる。すなわち、第 2 の流路切り換え用電磁弁 25 a, 25 b は、コンデンサー 7 の冷却水流路側 35 を有する冷却水流路 28 に冷却水 4 b を流すことにより、コンデンサー 7 を冷却し、また、ブライン／冷却水熱交換器 33 を有する冷却水流路 27 に冷却水 4 b を流すことにより、低温 MH タンク 2 b, 3 b の水素貯蔵合金 M_2H を冷却することができる。冷却水用ポンプ（図示せず）の駆動及び第 2 の流路切り換え用電磁弁 25 a, 25 b の切り換えにより、外部からの冷却水 4 b を冷却水流路側 35 に流し、また、ブライン／冷却水熱交換器 33 に流すことができる。

10

【0078】

この様に、第 1 の流路切り換え用電磁弁 26 a, 26 b 及び第 2 の流路切り換え用電磁弁 25 a, 25 b の切り替えによるブライン循環装置 I I I b 内のブラインの切り換え及びブライン流路 27, 28 の切り換えにより、低温 MH タンク 2 b, 3 b の水素貯蔵合金 M_2H を十分に冷却した後、ブライン循環装置 I I I b を介して低温環境部 5 への冷凍出力が可能となる。

20

【0079】

低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内の低温段水素貯蔵合金 M_2H の再生過程において、このブラインがブライン／冷却水熱交換器 33 により冷却されてから、ブライン用ポンプ 18 a の駆動により、前記低温 MH／ブライン熱交換器 13 a 又は 13 b を介して前記低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内の低温段水素貯蔵合金 M_2H を第 1 ステップで冷却し、その後、前記流路切り換え用電磁弁 25 a, 25 b の切り替えにより前記冷却水 4 b を前記コンデンサー 7 の冷却水側流路 35 に流し、同時に、前記機械圧縮型冷凍装置 I I b を作動させて、冷媒蒸発器 12 a 又は 12 b により、前記低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内の低温段水素貯蔵合金 M_2H を、第 2 のステップで前記低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内の低温段水素貯蔵合金 M_2H を十分に冷却し、低温段水素貯蔵合金 M_2H に水素を十分に吸着させることができる。コンデンサー 7 を介して冷却水 4 b からの冷却効果を受けることにより、冷媒圧縮機 11 から吐出される冷媒蒸気が液状になるように冷却され、この液状冷媒を膨張弁 9 によつて減圧膨張させて冷媒蒸発器 12 a 又は 12 b に導いて蒸発させることにより、低温 MH タンク 2 b, 3 b 内の低温段水素貯蔵合金 M_2H を十分に冷却することができる。

30

【0080】

前記低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内の低温段水素貯蔵合金 M_2H の冷凍過程において、前記機械圧縮型冷凍装置 I I b と冷却水 4 b の流れを止め、第 1 のブライン用流路切替弁 26 a 及び 26 b を切り換え、ブライン用ポンプ 18 b の駆動により、該低温段水素貯蔵合金 M_2H の水素解離反応による冷熱でブライン／低温環境部熱交換器 57 を介して、低温環境部 5 に冷凍出力することができる。

40

【0081】

図 8 には、第 2 参考例を示し、第 1 参考例及び第 2 実施の形態と同一機能部分には同一符号を付してある。第 2 参考例にあつては、その構成が第 1 参考例及び第 2 実施の形態に近似し、その作用が第 1 実施の形態及び第 2 実施の形態に近似している。

【0082】

すなわち、第 1 参考例と同様に MH 冷凍装置 I を設けるが、各低温 MH タンク 2 b, 3 b 内に機械圧縮型冷凍装置 I I b の冷媒蒸発器 12 a, 12 b を配置し、各低温段水素貯蔵合金 M_2H と冷媒蒸発器 12 a, 12 b との間で選択的に熱交換を行わせる。また、機

50

械圧縮型冷凍装置 I I b の 1 つのコンデンサー 7 は、冷熱源である冷却水 4 b との間で熱交換を行う。なお、コンデンサー 7 は、冷却水 4 b による冷却に代えて、空気を冷熱源とすることもできる。従つて、第 2 参考例にあつては、第 2 実施の形態と同様に、機械圧縮型冷凍装置 I I b の冷媒圧縮機 1 1 が、第 1 参考例と比較して、逆向きに冷媒を送るように冷媒レシーバー 1 0 よりも下流側に配置されている。

【0083】

また、低温 MH タンク 2 b, 3 b には、それぞれ低温ブライン流路 6 6 a, 6 6 b が熱交換可能に配置され、両低温ブライン流路 6 6 a, 6 6 b は、その間に配置した 3 方切換バルブ 6 7, 6 8 を介して、低温ブライン／低温環境部熱交換器 7 2 を有する低温ブライン循環用配管 7 6 に接続される。該熱交換器 7 2 は、低温環境部 5 との間で熱交換を行うように低温環境部 5 内に配置され、低温ブライン循環用配管 7 6 には、低温ブライン用ポンプ 7 4 が配置されている。

10

【0084】

従つて、機械圧縮型冷凍装置 I I b では、両電磁弁 8 a, 8 b を切換え、一方の低温 MH タンク 2 b 又は 3 b に対応する冷媒蒸発器 1 2 a 又は 1 2 b を冷媒圧縮機 1 1 及びコンデンサー 7 に連通させ、低温 MH タンク 2 b 又は 3 b 内を十分に冷却することにより、各低温 MH タンク 2 b, 3 b 内の水素貯蔵合金 M_2H に十分量の水素を吸蔵させかつ望ましい低温まで下げて再生工程を行うことができる。このとき、コンデンサー 7 を介して冷却水 4 b からの冷却効果を受けることにより、冷媒圧縮機 1 1 から吐出される冷媒蒸気が液状になるように冷却され、この液状冷媒を膨張弁 9 によつて減圧膨張させて冷媒蒸発器 1 2 a 又は 1 2 b に導いて蒸発させることにより、低温 MH タンク 2 b, 3 b 内の低温段水素貯蔵合金 M_2H を十分に冷却することができる。この状態から、水素貯蔵合金 M_2H から水素を放出させれば、冷凍工程が実行される。

20

【0085】

冷凍工程では、3 方切換バルブ 6 7, 6 8 を切り換えて低温ブライン用ポンプ 7 4 を駆動することにより、低温 MH タンク 2 b, 3 b 内の水素解離反応に基づいて冷却された低温ブライン流路 6 6 a, 6 6 b 内のブラインが低温ブライン／低温環境部熱交換器 7 2 に導かれる。これにより、低温ブライン／低温環境部熱交換器 7 2 を介して低温環境部 5 に冷凍出力することができる。低温ブライン流路 6 6 a, 6 6 b、低温ブライン循環用配管 7 6 及び低温ブライン／低温環境部熱交換器 7 2 内のブラインとしては、不凍液のメタノール、メタノール水溶液、エチレングリコール水溶液等を使用することが可能である。

30

【0086】

【発明の効果】

以上の説明により理解されるように、本発明に係る水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法及びその装置によれば、MH 冷凍装置に対し、環境に優しい冷媒を低温冷媒に用いる冷凍装置又は冷凍機を組み合わせた水素貯蔵合金利用の冷熱発生方法及びその装置により、低温環境部に省エネで効率的に冷熱を提供することができるという効果を奏する。

【0097】

また、請求項 1, 2, 3, 4, 5 の発明によれば、冷却水及び冷凍装置又は冷凍機の併用による冷却により、再生過程における低温 MH タンク内の水素貯蔵合金の放熱を十分に行なうことができ、これにより、冷凍過程における低温 MH タンク内の水素貯蔵合金からの冷熱放熱量を増大させることができ、低温環境部に効果的に冷凍出力できると共に、低温 MH タンク内の水素貯蔵合金の冷却用と機械圧縮型冷凍装置又は冷凍機の熱源あるいはその蒸発器の加熱用のものとして地下水等の安価の水や自然エネルギーを用いることによる運転コストダウンと省エネの効果を図ることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 参考例に係り、複数の低温 MH タンク内にそれぞれ複数のコンデンサーを設置して熱交換を行う本発明の水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置を示す図。

【図 2】 同じく複数の低温 MH タンクがそれぞれブライン循環装置を介して機械圧縮型冷凍機の複数のコンデンサーにカスケードされて熱交換を行う本発明の水素貯蔵合金利用

50

の冷熱発生装置を示す図。

【図3】 同じく複数の低温MHタンクがそれぞれブライン循環装置を介して機械圧縮型冷凍機に備えられる一つのコンデンサーだけにカスケードされて熱交換を行う水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置を示す図。

【図4】 温度－エントロピー特性を示し、CO₂ 冷凍サイクルと、CO₂ 蒸発器内のCO₂ 蒸発温度 $T_{CO_2,L}$ 、CO₂ 蒸発器内と低温環境部との間の熱伝達がブラインを介するとしな
い場合のCO₂ コンデンサー内のCO₂ 凝縮温度 $T'_{CO_2,H}$ 、 $T_{CO_2,H}$ 、CO₂ 冷凍サイクルに
関してその高温熱源とされる冷凍過程の低温MHタンク内の温度 T_L 、その低温熱源温度
とされる低温環境部内の温度 T_{LL} との関係を示す線図。

【図5】 同じく冷媒蒸発器と低温環境部との間に設けるブライン循環装置の構造例を示す図。

10

【図6】 本発明の第1実施の形態に係る水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置を示す図。

【図7】 本発明の第2実施の形態に係る水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置を示す図。

【図8】 本発明の第2参考例に係る水素貯蔵合金利用の冷熱発生装置を示す図。

【図9】 従来例を示す図。

【符号の説明】

1：高温熱源

2 a, 3 a：高温MHタンク（水素駆動用合金収納高温タンク）

2 b, 3 b：低温MHタンク（冷熱取出用合金収納低温タンク）

4 a, 4 b：冷却水（冷熱源）

20

5：低温環境部

6 a, 6 b, 6 c, 6 d, 6：ブライン流路

7 a, 7 b, 7：コンデンサー

8 a, 8 b, 15 a, 15 b：電磁弁

9：膨張弁

10：冷媒レシーバー

11：冷媒圧縮機

12 a, 12 b, 12：冷媒蒸発器

13 a, 13 b：低温MH／ブライン熱交換器

14 a, 14 b, 14：ブライン／冷却水熱交換器

30

16, 16 a, 16 b, 17：冷媒配管

19, 35, 38, 46：ブライン循環用配管

18, 18 a, 18 b, 24 a, 24 b, 34：ブライン用ポンプ

20, 21：水素流路

22：ブライン／低温環境部熱交換器

23, 23 a, 23 b：コンデンサーのブライン側流路

25：第2の流路切り換え用電磁弁

26：第1の流路切り換え用電磁弁

27, 28：冷却水流路

30：水素貯蔵合金用ブライン冷却装置

40

31：冷凍機

32, 33：ブライン／冷却水熱交換器

35：冷却水側の流路

37：低温MHタンク／ブライン熱交換器

40, 41, 44, 45：3方切換電磁弁

47 a, 47 b, 47 c, 47 d：4方バルブ

48 a, 48 b：低温段ブラインポンプ

49 a, 49 b：高温段ブラインポンプ

50 a, 50 b, 50 c, 50 d：3方バルブ

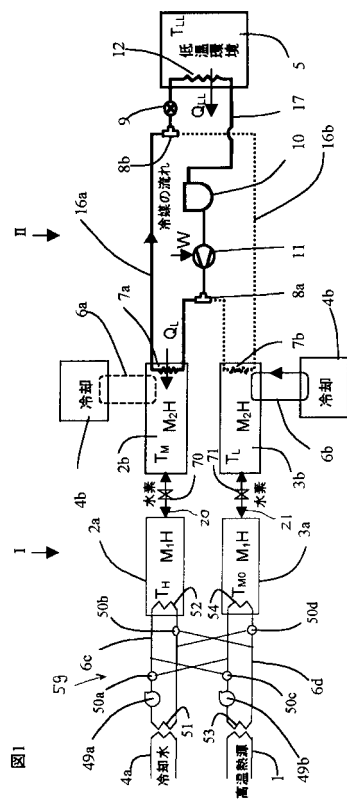
51：冷却水／ブライン熱交換器

50

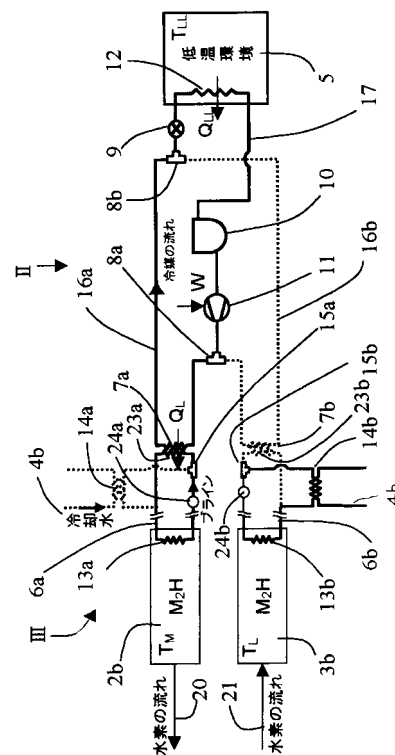
- 53：高温熱源／ブライン熱交換器
 52，54：ブライン／ M_1H 熱交換器
 57，58：ブライン／低温環境部熱交換器
 59：ブライン循環装置
 70，71：水素流路用バルブ
 66a，66b：低温ブライン流路
 67，68：3方切換バルブ
 72：低温ブライン／低温環境部熱交換器
 74：低温ブライン用ポンプ
 76：低温ブライン循環用配管
 I：MH冷凍装置
 II，IIa，IIb：機械圧縮型冷凍装置（冷媒冷凍装置）
 III，IIIa，IIIb：ブライン循環装置
 IV：低温ブライン循環装置
 M_1H ：高温段水素貯蔵合金
 M_2H ：低温段水素貯蔵合金

10

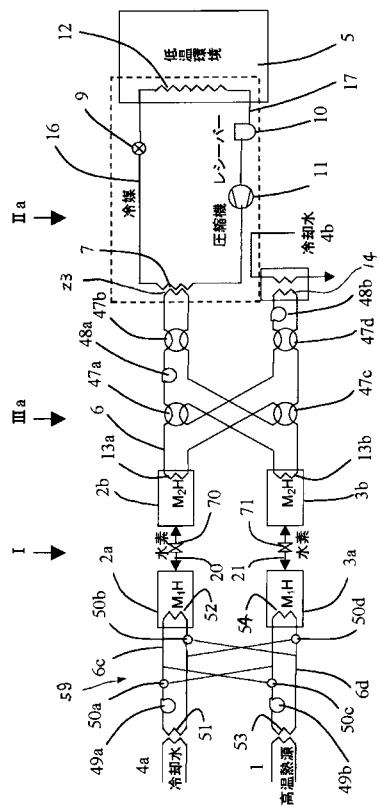
【図1】



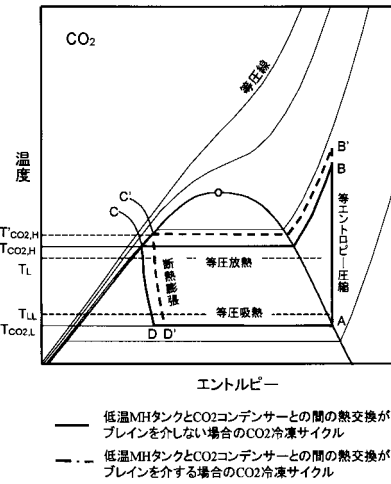
【図2】



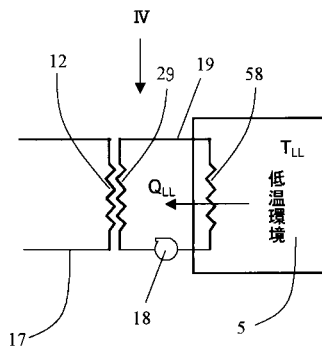
【図 3】



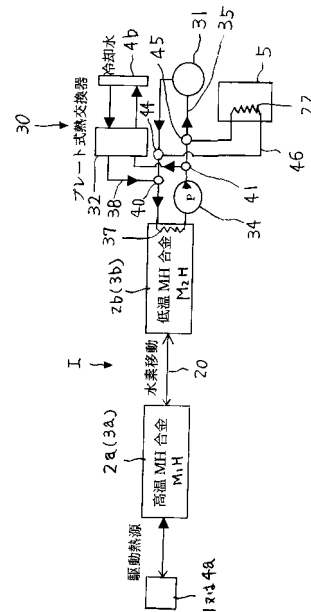
【図 4】



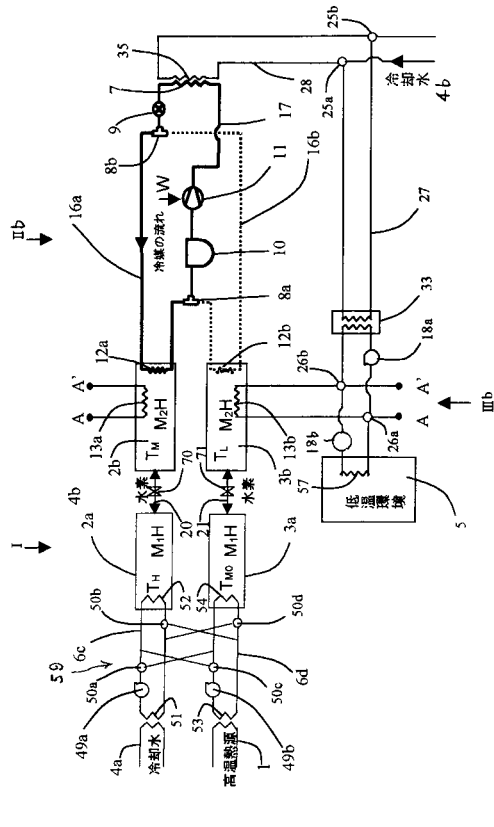
【図 5】



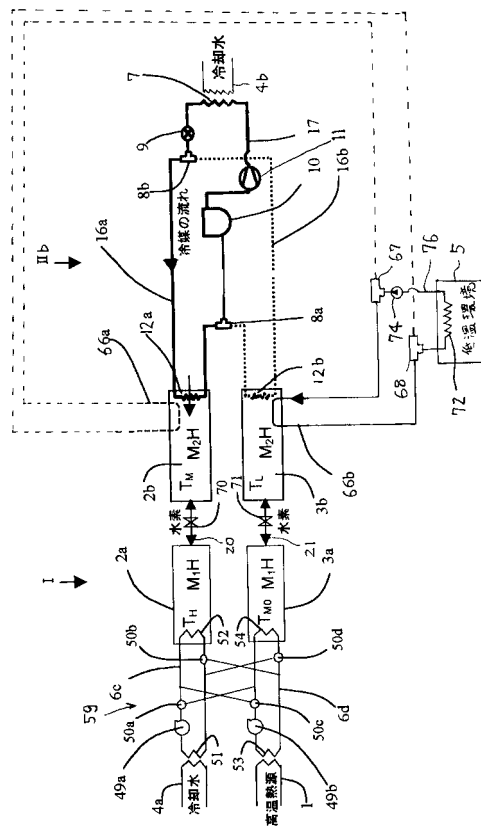
【图 6】



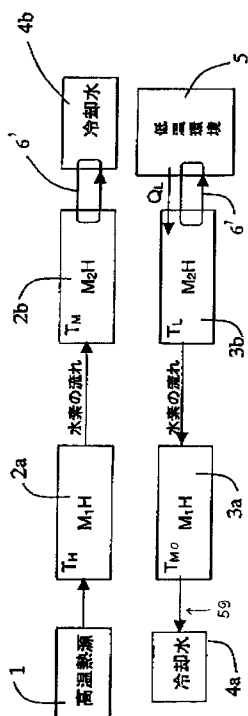
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 福島 健次

東京都千代田区有楽町1丁目1番2号

株式会社日本製鋼所内

(72)発明者 真下 徹

神奈川県横浜市金沢区福浦2丁目2番1号

株式会社日本製鋼所内

審査官 田々井 正吾

(56)参考文献 特開平04-000159 (JP, A)

特開平11-190566 (JP, A)

特開平11-190568 (JP, A)

特開平08-247571 (JP, A)

特開平06-147686 (JP, A)

特開昭58-211906 (JP, A)

特開昭62-266366 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 25/02

F25B 17/12