

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)

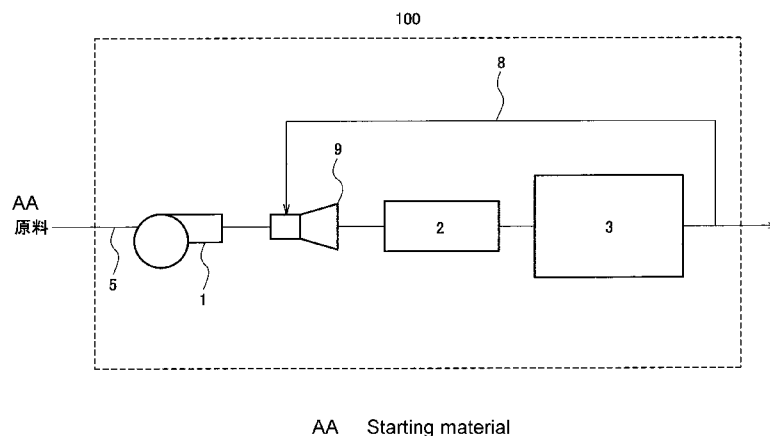


(10) 国際公開番号
WO 2014/103109 A1

- (51) 国際特許分類:
C01B 3/38 (2006.01) *H01M 8/06* (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01) *H01M 8/12* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/006014
- (22) 国際出願日: 2013 年 10 月 9 日(09.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-285666 2012 年 12 月 27 日(27.12.2012) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 〇 〇 6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 田村 佳央(TAMURA, Yoshio). 楠村 浩一(KUSUMURA, Koichi). 緑川 洋一(MIDORIKAWA, Yoichi). 森 好弘(MORI, Yoshihiro). 露口 耕平(TSUYUGUCHI, Kouhei).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町 1 2 3 番地の 1 貿易ビル 3 階 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HYDROGEN GENERATION DEVICE AND FUEL CELL SYSTEM

(54) 発明の名称: 水素生成装置及び燃料電池システム



(57) Abstract: A hydrogen generation device (100) is equipped with: a reformer (3) for generating a hydrogen-containing gas by using a starting material; a hydro-desulfurizer (2) for removing a sulfur compound in the starting material; a recycling channel (8) for supplying the hydrogen-containing gas to the starting material before introducing the starting material to the hydro-desulfurizer (2); a booster (1) for supplying the starting material to the reformer (3); a starting-material supply channel (5) through which the starting material to be supplied to the reformer (3) flows; and an ejector (9) into which the hydrogen-containing gas from the recycling channel (8) flows, and positioned in the starting-material supply channel (5) at a location downstream of the booster (1) and upstream of the hydro-desulfurizer (2).

(57) 要約: 水素生成装置 (100) は、原料を用いて水素含有ガスを生成する改質器 (3) と、原料中の硫黄化合物を除去する水添脱硫器 (2) と、水添脱硫器 (2) に流入する前の原料に水素含有ガスを供給するためのリサイクル流路 (8) と、改質器 (3) に原料を供給する昇圧器 (1) と、改質器 (3) に供給される原料が流れる原料供給路 (5) と、昇圧器 (1) よりも下流かつ水添脱硫器 (2) よりも上流の原料供給路 (5) に設けられ、リサイクル流路 (8) からの水素含有ガスが流入するエジェクター (9) とを備える。

WO 2014/103109 A1

明 細 書

発明の名称：水素生成装置及び燃料電池システム

技術分野

[0001] 本発明は、水素生成装置及び燃料電池システムに関する。

背景技術

[0002] 燃料電池システムは、原料の改質により生成した水素リッチな燃料と、酸化剤である空気中の酸素の反応により電気エネルギーを高い効率で取り出すことができる。原料の改質に用いられる触媒は硫黄被毒により活性が著しく低下することはよく知られており、原料を改質器に供給する前に、硫黄分を除去する必要がある。

[0003] 原料中の硫黄化合物を除去する方法としては、常温で吸着剤による吸着脱硫を行う常温脱硫方式と、水添触媒上で硫黄化合物を水素と反応させて硫化水素とし、硫化水素を吸着及び除去する水添方式がある。

[0004] 常温脱硫方式では、加熱が不要であるためシステム構成は簡単になるが、脱硫剤の吸着容量は大きくないため、定期的な脱硫剤の交換が必要となる。

[0005] 一方、水添方式は、吸着容量が大きく、長時間の運転においても脱硫剤の交換が不要となるようにシステムを構成することが可能となる。しかし、硫黄化合物を含む原料を水添触媒に供給する前に水素と混合させ、水添触媒は300℃前後に加熱される必要がある。

[0006] 一般に、家庭用の燃料電池システムでは原料に混合する水素源として、改質器で生成した水素含有ガスの一部を循環させる方式が用いられている。この方式では、改質器で水素含有ガスが生成されるまでは水素がないため、この間の改質触媒の硫黄被毒を避ける目的で吸着脱硫のための吸着剤を設ける等の措置がとられている。

[0007] また、改質器で生成した水素含有ガスの一部を循環させるためには、リサイクル流路にブロワ等の圧送装置を設ける方法、あるいは、水素含有ガスの圧力が原料供給路と水素含有ガス循環経路の合流部の圧力より高くなるよう

に、合流部上流にオリフィス等を設け、圧力バランスを調整する方法等が用いられる。

[0008] ところで、1 kW程度の家庭用の燃料電池システムでは、燃料電池の作動温度が80℃程度以下であることから、循環する水素含有ガス中の水蒸気が結露し、原料を供給する昇圧器に凝縮水が供給される可能性がある。

[0009] そこで、改質器で生成した水素含有ガスの循環方式として、改質器で生成した水素含有ガスの一部を凝縮器に通じて水蒸気を除去した後、昇圧器上流側で原料供給路と合流させる方法（例えば、特許文献1－2参照）が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特許第4493257号公報

特許文献2：特開2011-216308号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかし、上記の従来例では、下記に述べる課題がある。

[0012] リサイクル流路を経由して昇圧器に流入する水素含有ガス中の水蒸気が昇圧器へ流入する前に結露すると昇圧器に凝縮水が供給される場合がある。昇圧器に凝縮水が供給された場合、凝縮水流入による昇圧器の性能への悪影響の問題等が懸念される。

[0013] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、従来に比べ、昇圧器に凝縮水が供給される可能性を低減し得る水素生成装置及び燃料電池システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決するため、本発明の一態様の水素生成装置は、原料を用いて水素含有ガスを生成する改質器と、前記原料中の硫黄化合物を除去する水添脱硫器と、前記水添脱硫器に流入する前の原料に水素含有ガスを供給する

ためのリサイクル流路と、前記改質器に原料を供給する昇圧器と、前記改質器に供給される原料が流れる原料供給路と、前記昇圧器よりも下流かつ前記水添脱硫器よりも上流の前記原料供給路に設けられ、前記リサイクル流路からの水素含有ガスが流入するエジェクターとを備える。

発明の効果

[0015] 本発明の一態様の水素生成装置及び燃料電池システムは、従来に比べ、昇圧器に凝縮水が供給される可能性を低減し得る。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、第1実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図2]図2は、第2実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図3]図3は、第3実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図4]図4は、第4実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図5]図5は、第5実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図6]図6は、第5実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図7]図7は、第5実施形態の水素生成装置の動作の一例を示す図である。
[図8]図8は、第6実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図9]図9は、第7実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。
[図10]図10は、第7実施形態の第1変形例の水素生成装置の一例を示す図である。
[図11]図11は、第7実施形態の第2変形例の水素生成装置の一例を示す図である。
[図12]図12は、第8実施形態の燃料電池システムの一例を示す図である。
[図13]図13は、第9実施形態の燃料電池システムの一例を示す図である。
[図14]図14は、第10実施形態の燃料電池システムの一例を示す図である。
。

発明を実施するための形態

[0017] (第1実施形態)

本発明者らは、改質器に原料を供給する昇圧器での凝縮水の問題について

鋭意検討し、以下の知見を得た。

[0018] 特許文献 1－2 の如く、リサイクルガス中には水蒸気が含まれるので冷やされると、リサイクルガスから凝縮水が発生する。例えば、リサイクルガスよりも低温の原料がリサイクルガスと混合すると、リサイクルガスが冷やされるので、これらの混合ガスの供給先である昇圧器に凝縮水が流入する。すると、昇圧器において、凝縮水による流路閉塞などが発生し、適量のガス流量を供給できないという問題、または昇圧器が故障するという問題などが生じる可能性がある。

[0019] そこで、第 1 実施形態の水素生成装置は、原料を用いて水素含有ガスを生成する改質器と、原料中の硫黄化合物を除去する水添脱硫器と、水添脱硫器に流入する前の原料に水素含有ガスを供給するためのリサイクル流路と、改質器に原料を供給する昇圧器と、改質器に供給される原料が流れる原料供給路と、昇圧器よりも下流かつ水添脱硫器よりも上流の原料供給路に設けられ、リサイクル流路からの水素含有ガスが流入するエジェクターとを備える。

[0020] かかる構成により、リサイクル流路からの水素含有ガスは、昇圧器よりも下流のエジェクターに流入する。よって、従来に比べ、昇圧器に凝縮水が供給される可能性を低減し得る。

[0021] [装置構成]

図 1 は、第 1 実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。

[0022] 図 1 に示す例では、本実施形態の水素生成装置 100 は、改質器 3 と、水添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、を備える。

[0023] 改質器 3 は、原料を用いて水素含有ガスを生成する。具体的には、改質器 3 において、原料が改質反応して、水素含有ガスが生成される。改質反応は、いずれの形態であってもよく、例えば、水蒸気改質反応、オートサーマル反応及び部分酸化反応などが挙げられる。図 1 には示されていないが、各改質反応において必要となる機器は適宜設けられる。例えば、改質反応が水蒸気改質反応であれば、改質器 3 を加熱する燃焼器、水蒸気を生成する蒸発器

、及び蒸発器に水を供給する水供給器が設けられる。改質反応がオートサーマル反応であれば、水素生成装置１００には、さらに、改質器３に空気を供給する空気供給器が設けられる。なお、原料は、メタンを主成分とする都市ガス、天然ガス、ＬＰＧなどの少なくとも炭素及び水素から構成される有機化合物を含有する。

[0024] 原料供給路５は、改質器３に供給される原料が流れる流路である。

[0025] 水添脱硫器２は、原料中の硫黄化合物を除去する。水添脱硫器２は、容器に水添脱硫剤が充填され構成される。水添脱硫剤は、例えば、硫黄化合物を硫化水素に変換する機能と硫化水素を吸着する機能を共に有するＣｕＺｎ系触媒が用いられる。水添脱硫剤は、本例に限定されるものではなく、原料中の硫黄化合物を硫化水素に変換するＣｏＭｏ系触媒と、その下流に設けられる、硫化水素を吸着除去する硫黄吸着剤であるＺｎＯ系触媒、またはＣｕＺｎ系触媒とで構成しても構わない。

[0026] リサイクル流路８は、水添脱硫器２に流入する前の原料に水素含有ガスを供給するための流路である。リサイクル流路８の上流端は、改質器３より送出された水素含有ガスが流れる流路であれば、いずれの箇所に接続されていても構わない。例えば、改質器３の下流に水素含有ガス中の一酸化炭素を低減するＣＯ低減器を設けた場合、リサイクル流路８の上流端は、改質器３とＣＯ低減器との間の流路に接続されていてもよいし、ＣＯ低減器に接続されていてもよいし、ＣＯ低減器の下流に接続されていてもよい。なお、ＣＯ低減器が、シフト反応により一酸化炭素を低減する変成器と、酸化反応及びメタン化反応の少なくともいずれか一方により一酸化炭素を低減するＣＯ除去器とを備える場合、リサイクル流路８の上流端を変成器とＣＯ除去器との間の流路に接続するよう構成しても構わない。また、リサイクル流路８の上流端を、水素含有ガスを利用する機器（例えば、燃料電池など）の下流の流路に接続しても構わない。なお、水素生成装置１００はＣＯ低減器を必ずしも備える必要はなく、水素生成装置１００にて生成した水素含有ガスを用いる装置に対して必要な性能を出すことができれば、無くても構わない。

[0027] 昇圧器 1 は、改質器 3 に原料を供給する。改質器 3 及び水添脱硫器 2 に原料を供給するために、昇圧器 1 を用いて原料が昇圧される。つまり、所定量の原料を流すには、昇圧器 1 の下流側での機器における流路抵抗を考慮した圧力まで、原料が昇圧される必要がある。昇圧器 1 は、原料を昇圧できれば、いかなる構成であっても構わない。昇圧器 1 は、例えば、ブロア、ダイヤフラム式のポンプなどを用いることができる。なお、原料は、原料供給源より供給される。原料供給源は、所定の供給圧を有しており、例えば、原料ポンプ、原料インフラなどが挙げられる。

[0028] エジェクター 9 は、昇圧器 1 よりも下流かつ水添脱硫器 2 よりも上流の原料供給路 5 に設けられ、リサイクル流路 8 からの水素含有ガスが流入する。具体的には、エジェクター 9 は、昇圧器 1 からの原料の流速を増加させることで、リサイクル流路 8 の上流端の圧力よりもエジェクター 9 内の原料供給路 5 の圧力を低下させ、リサイクル流路 8 内の水素含有ガスを引き込むよう構成された装置である。具体的には、エジェクター 9 において、原料供給路 5 の断面積を狭める絞り機構を備え、この絞り機構によって、原料の流速を増加させて、絞り機構を形成する部分よりも原料の流速が低速の低流速部に比べて低い圧力を発生する装置である。上記絞り機構は、エジェクター 9 における原料供給路 5 の少なくとも一部に設けられていればよい。

[0029] また、エジェクター 9 は、原料の流速が最大となる位置で、リサイクル流路 8 が、エジェクター 9 の原料供給路 5 と合流するように構成してもよい。原料の流速が最大となる位置では、ガス圧力が最も低下する。よって、このガス圧力が、リサイクル流路 8 の上流側よりも低圧力となるように、エジェクター 9 のガス流路断面積を設計すると、リサイクル流路 8 からの水素含有ガスをエジェクター 9 に引き込むことができる。このようなエジェクター 9 による水素含有ガス引き込みの作用により、圧力バランスを取るための機器（例えば、減圧器など）をリサイクル流路 8 に設けない構成が可能となる。これにより、水素生成装置 100 の構成を簡素化でき、水素生成装置 100 のコストを低減できる。

[0030] 以上により、本実施形態の水素生成装置 100 では、硫黄化合物を含む原料を駆動源としてエジェクター 9 を駆動するため、昇圧器 1 は水分を含んだ水素含有ガスを扱わずに、水素化反応に必要な水素を水添脱硫器 2 に循環供給することができる。よって、従来に比べ、昇圧器 1 に凝縮水が供給される可能性を低減し得る。また、簡便な構成で水素含有ガスが循環可能となる。

[0031] なお、水添脱硫器 2 は改質器 3 内に含まれる一体構成としても構わない。また、必要に応じて、リサイクル流路 8 の開放及び遮断を目的とした開閉弁等を設けた構成としても構わない。

[0032] また、エジェクター 9 の上流で原料供給路 5 を分岐させ、改質器 3 で水素含有ガス生成が可能となるまでの改質触媒昇温のための燃焼用原料供給路を形成としても構わない。

[0033] これにより、改質器 3 で水素含有ガス生成が可能な温度になった後、原料がエジェクター 9 を流通する流路に切替る構成とすることで、水素含有ガスが生成するまでの原料に含まれる硫黄化合物は燃焼により燃焼排気ガスとして水素生成装置 100 外に排出され、改質器 3 の改質触媒の硫黄被毒および水添脱硫器 2 の長寿命化を両立することができる。

[0034] [動作]

以下、水素生成装置 100 の動作について図 1 を用いて説明する。

[0035] 水素生成装置 100 を運転している時、原料が水添脱硫器 2 を通過して、原料中の硫黄化合物が除去される。

[0036] 改質器 3 にて生成した水素含有ガスの一部を、リサイクル流路 8 を通じて、原料供給路 5 に戻し、水素含有ガスを原料と混合した後、水添脱硫器 2 に供給する。水素含有ガスを水添脱硫器 2 に供給すると、水添脱硫器 2 は、原料中の硫黄化合物を水添反応により除去できる。

[0037] このとき、本実施形態では、改質器 3 からの水素含有ガスは、リサイクル流路 8 を経て、エジェクター 9 において原料と混合した後、水添脱硫器 2 に供給される。つまり、リサイクル流路 8 との合流部よりも下流の原料供給路 5 は、原料及びリサイクルガスの混合ガスが流れる。エジェクター 9 では、

上記のとおり、原料供給路 5 の断面積が徐々に狭くなり、リサイクル流路 8 との合流部よりも下流で、原料供給路 5 の断面積が徐々に広くなる。これにより、上記の合流部において、原料の流速が最も速くなるので、ガス圧力は最も低下する。そして、合流部のガス圧力が、リサイクル流路の上流側の圧力よりも低くなるように、エジェクター 9 のガス流路断面積を設計すると、リサイクルガスを原料供給路 5 に引き込むことができる。

[0038] (第 2 実施形態)

第 2 実施形態の水素生成装置は、第 1 実施形態の水素生成装置において、昇圧器とエジェクターとの間の原料供給路から分岐し、エジェクターと水添脱硫器との間の原料供給路に合流する第 1 分岐路と、第 1 分岐路上に配置され、原料中の硫黄化合物を除去する常温脱硫器と、原料がエジェクター又は常温脱硫器を流通するように切替る切替器とを備える。

[0039] かかる構成により、原料が第 1 分岐路を流通する場合、エジェクターへの原料流通を停止でき、リサイクル流路に改質器で生成した水素含有ガスを流通させないようにできる。このため、原料が第 1 分岐路を流通する場合、簡便な構成で、水素含有ガスの循環を停止でき、水素含有ガスの有効利用が可能となる。

[0040] また、原料を第 1 分岐路に流通することによって、常温脱硫器及び水添脱硫器に原料を流通させることができる。これにより、常温脱硫器を用いて、原料中の硫黄化合物を除去できる。また、水添脱硫器は、水素がない場合であっても微量に硫黄を除去できるため、改質器に供給する原料中の硫黄化合物の濃度をより低減することができる。よって、改質器の耐久性を向上することができる。

[0041] 本実施形態の水素生成装置は、上記特徴以外は、第 1 実施形態の水素生成装置と同様に構成してもよい。

[0042] [装置構成]

図 2 は、第 2 実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。

[0043] 図 2 に示す例では、本実施形態の水素生成装置 100 は、改質器 3 と、水

添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、第 1 分岐路 11 と、常温脱硫器 12 と、切替器 13 と、を備える。

[0044] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8、昇圧器 1 及びエジェクター 9 については第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0045] 第 1 分岐路 11 は、昇圧器 1 とエジェクター 9 との間の原料供給路 5 から分岐し、エジェクター 9 と水添脱硫器 2 との間の原料供給路 5 に合流する。

[0046] 常温脱硫器 12 は、第 1 分岐路 11 上に配置され、原料中の硫黄化合物を除去する。ここで、常温とは、水添脱硫器 2 の使用温度（例えば、300℃前後）に比べ相対的に常温域に近いことから使用しており、常温域から使用脱硫剤が脱硫剤として有効に機能する温度までを含む意味である。

[0047] 切替器 13 は、原料がエジェクター 9 又は常温脱硫器 12 を流通するように切替る。切替器 13 は、原料がエジェクター 9 又は常温脱硫器 12 を流通するように切替ることができれば、いかなる構成であっても構わない。切替器 13 は、例えば、複数の開閉弁の組合せであってもいいし、三方弁であってもいい。

[0048] かかる構成により、原料が第 1 分岐路 11 を流通する場合、エジェクター 9 への原料流通を停止でき、リサイクル流路 8 に改質器 3 で生成した水素含有ガスを流通させないようにできる。このため、原料が第 1 分岐路 11 を流通する場合、簡便な構成で、水素含有ガスの循環を停止でき、水素含有ガスの有効利用が可能となる。

[0049] また、原料を第 1 分岐路 11 に流通することによって、常温脱硫器 12 及び水添脱硫器 2 に原料を流通させることができる。これにより、常温脱硫器 12 を用いて、原料中の硫黄化合物を除去できる。また、水添脱硫器 2 は、水素がない場合であっても微量に硫黄を除去できるため、改質器 3 に供給する原料中の硫黄化合物の濃度をより低減することができる。よって、改質器 3 の耐久性を向上することができる。

[0050] なお、リサイクル流路 8 上に、図示しない弁を設け、原料が第 1 分岐路 1 を流通する場合、この弁を閉めても構わない。

[0051] (第 3 実施形態)

第 3 実施形態の水素生成装置は、第 1 実施形態の水素生成装置において、昇圧器とエジェクターとの間の原料供給路から分岐し、水添脱硫器と改質器との間の原料供給路に合流する第 2 分岐路と、第 2 分岐路上に配置され、原料中の硫黄化合物を除去する常温脱硫器と、原料がエジェクター又は常温脱硫器を流通するように切替る切替器と、を備える。

[0052] かかる構成により、原料が第 2 分岐路を流通する場合、第 2 実施形態と同様に、簡便な構成で、水素含有ガスの循環を停止でき、水素含有ガスの有効利用が可能となる。

[0053] また、原料を第 2 分岐路に流通することによって、原料を水添脱硫器に流通させずに、常温脱硫器に流通させることができる。よって、常温脱硫器を用いて、原料中の硫黄化合物を除去でき、水添脱硫器の長寿命化をはかることができる。

[0054] 本実施形態の水素生成装置は、上記特徴以外は、第 1 実施形態の水素生成装置と同様に構成してもよい。

[0055] [装置構成]

図 3 は、第 3 実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。

[0056] 図 3 に示す例では、本実施形態の水素生成装置 100 は、改質器 3 と、水添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、第 2 分岐路 14 と、常温脱硫器 12A と、切替器 13 と、を備える。

[0057] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8、昇圧器 1、エジェクター 9 及び切替器 13 については第 2 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0058] 第 2 分岐路 14 は、昇圧器 1 とエジェクター 9 との間の原料供給路 5 から分岐し、水添脱硫器 2 と改質器 3 との間の原料供給路 5 に合流する。

[0059] 常温脱硫器 1 2 A は、第 2 分岐路 1 4 上に配置され、原料中の硫黄化合物を除去する。常温の意味は、上記と同じである。

[0060] かかる構成により、原料が第 2 分岐路 1 4 を流通する場合、第 2 実施形態と同様に、簡便な構成で、水素含有ガスの循環を停止でき、水素含有ガスの有効利用が可能となる。

[0061] また、原料を第 2 分岐路 1 4 に流通することによって、原料を水添脱硫器 2 に流通させずに常温脱硫器 1 2 A に流通させることができる。よって、常温脱硫器 1 2 A を用いて、原料中の硫黄化合物を除去でき、水添脱硫器 2 の長寿命化をはかることができる。

[0062] なお、リサイクル流路 8 上に、図示しない弁を設け、原料が第 2 分岐路 1 4 を流通する場合、この弁を閉めても構わない。

[0063] (第 4 実施形態)

第 4 実施形態の水素生成装置は、第 1 実施形態の水素生成装置において、昇圧器よりも上流の原料供給路から分岐し、昇圧器よりも上流の原料供給路に合流する第 3 分岐路と、第 3 分岐路上に配置され、原料中の硫黄化合物を除去する常温脱硫器と、原料が常温脱硫器又は原料供給路を流通するように切替る切替器と、を備える。

[0064] かかる構成により、原料が第 3 分岐路に流通する場合、常温脱硫器及び水添脱硫器に原料を流通させることができる。これにより、常温脱硫器を用いて、原料中の硫黄化合物を除去できる。また、水添脱硫器は、水素がない場合であっても微量に硫黄を除去できるため、改質器に供給する原料中の硫黄化合物の濃度をより低減することができる。よって、改質器の耐久性を向上することができる。

[0065] 本実施形態の水素生成装置は、上記特徴以外は、第 1 実施形態の水素生成装置と同様に構成してもよい。

[0066] [装置構成]

図 4 は、第 4 実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。

[0067] 図 4 に示す例では、本実施形態の水素生成装置 1 0 0 は、改質器 3 と、水

添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、第 3 分岐路 20 と、常温脱硫器 12B と、切替器 21 と、を備える。

[0068] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8、昇圧器 1 及びエジェクター 9 については第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0069] 第 3 分岐路 20 は、昇圧器 1 よりも上流の原料供給路 5 から分岐し、昇圧器 1 よりも上流の原料供給路 5 に合流する。

[0070] 常温脱硫器 12B は、第 3 分岐路 20 上に配置され、原料中の硫黄化合物を除去する。常温の意味は、上記と同じである。

[0071] 切替器 21 は、原料が常温脱硫器 12B 又は原料供給路 5 を流通するように切替る。切替器 21 は、原料が常温脱硫器 12B 又は原料供給路 5 を流通するように切替ることができれば、いかなる構成であっても構わない。切替器 21 は、例えば、複数の開閉弁の組合せであってもいいし、三方弁であってもいい。

[0072] かかる構成により、原料が第 3 分岐路 20 に流通する場合、常温脱硫器 12B 及び水添脱硫器 2 に原料を流通させることができる。これにより、常温脱硫器 12B を用いて、原料中の硫黄化合物を除去できる。また、水添脱硫器 2 は、水素がない場合であっても微量に硫黄を除去できるため、改質器 3 に供給する原料中の硫黄化合物の濃度をより低減することができる。よって、改質器 3 の耐久性を向上することができる。

[0073] (第 5 実施形態)

第 5 実施形態の水素生成装置は、第 2 実施形態－第 4 実施形態のいずれかの水素生成装置において、切替器を制御する制御器を備え、制御器は、原料流量が所定の閾値以上である場合に、原料が前記エジェクターを流通するよう切替、原料流量が所定の閾値より小さい場合に、原料が常温脱硫器を流通するよう切替る。

[0074] かかる構成により、制御器が、エジェクターにより水添脱硫に必要な水素

含有ガス量を引き込みことが可能か否かを適切に判断でき、本判断により切替器の制御を行うことができる。

[0075] 本実施形態の水素生成装置は、上記特徴以外は、第2実施形態－第4実施形態のいずれかの水素生成装置と同様に構成してもよい。

[0076] [装置構成]

図5及び図6は、第5実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。

[0077] 図5に示す例では、本実施形態の水素生成装置100は、改質器3と、水添脱硫器2と、原料供給路5と、リサイクル流路8と、昇圧器1と、エジェクター9と、第1分岐路11と、常温脱硫器12と、切替器13と、制御器15と、を備える。

[0078] 改質器3、水添脱硫器2、原料供給路5、リサイクル流路8、昇圧器1、エジェクター9、第1分岐路11、常温脱硫器12及び切替器13については第2実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0079] 図6に示す例では、本実施形態の水素生成装置100は、改質器3と、水添脱硫器2と、原料供給路5と、リサイクル流路8と、昇圧器1と、エジェクター9と、第2分岐路14と、常温脱硫器12Aと、切替器13と、制御器15と、を備える。

[0080] 改質器3、水添脱硫器2、原料供給路5、リサイクル流路8、昇圧器1、エジェクター9、第2分岐路14、常温脱硫器12A及び切替器13については第3実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0081] 制御器15は、切替器13を制御する。制御器15は、制御機能を有するものであればよく、演算処理部（図示せず）と、制御プログラムを記憶する記憶部（図示せず）とを備える。演算処理部としては、MPU、CPUが例示される。記憶部としては、メモリーが例示される。制御器は、集中制御を行う単独の制御器で構成されていてもよく、互いに協働して分散制御を行う複数の制御器で構成されていてもよい。

[0082] [動作]

図7は、第5実施形態の水素生成装置の動作の一例を示す図である。以下

の動作は制御器 15 の制御プログラムにより行われる。

[0083] まず、ステップ S 1 で、図示しない流量検知器を用いて、昇圧器 1 からの原料流量 Q が検知される。なお、流量検知器は、原料流量 Q を直接的または間接的に検知できれば、いかなる検知器であっても構わない。原料流量 Q を直接的に検知する検知器は、原料供給路 5 を流れる原料の供給量を検知する検知器で、例えば、流量計等が例示される。原料流量 Q を間接的に検知する検知器は、原料流量 Q に相関する量を検知する検知器で、例えば、昇圧器 1 の出力（回転数）を検知する検知器、昇圧器 1 への制御指令をモニターする制御器等が例示される。

[0084] 次に、ステップ S 2 で、原料流量 Q が、所定の閾値を超えたか否かが判定される。上記のとおり、原料の流速が増加するに連れて、エジェクター 9 とリサイクル流路 8 との合流部における原料の圧力が低下する。よって、原料流量 Q から、本合流部を流れる原料の流速を知ることができるので、原料流量 Q を用いて、エジェクター 9 により水添脱硫に必要な水素含有ガス量を引き込みことが可能か否かを判断できる。なお、上記の所定の閾値は、原料供給路 5、リサイクル流路 8 及びエジェクター 9 の流路構成等に基づいて所望の値に設定され得る。

[0085] 制御器 15 は、原料流量 Q が所定の閾値以上である場合に、原料がエジェクター 9 を流通するよう切替る（ステップ S 3）。例えば、図 5（a）及び図 6（a）に示す如く、切替器 13 の一例である一對の弁のうちの原料供給路 5 上の弁を開き、他方の弁を閉じるとよい。これにより、リサイクル流路 8 を流れる水素含有ガスをエジェクター 9 に引き込むことができる場合に、エジェクター 9 において水素含有ガスと原料とが混合し、混合ガスを水添脱硫器 2 に供給できる。

[0086] また、制御器 15 は、原料流量 Q が所定の閾値より小さい場合に、原料が常温脱硫器 12、12A を流通するよう切替る（ステップ S 4）。例えば、図 5（b）及び図 6（b）に示す如く、切替器 13 の一例である一對の弁のうちの原料供給路 5 上の弁を閉じ、他方の弁を開くとよい。これにより、リ

サイクル流路 8 を流れる水素含有ガスをエジェクター 9 に引き込むことができない場合に、原料を常温脱硫器 1 2、1 2 A に供給できる。

[0087] (第 6 実施形態)

第 6 実施形態の水素生成装置は、第 1 実施形態の水素生成装置において、昇圧器とエジェクターとの間の原料供給路から分岐し、エジェクターと水添脱硫器との間の原料供給路に合流する第 1 分岐路と、原料がエジェクター又は第 1 分岐路を流通するように切替る切替器と、を備える。

[0088] かかる構成により、原料が第 1 分岐路を流通する場合、エジェクターへの原料流通を停止し、リサイクル流路に改質器で生成した水素含有ガスを流通させないようにできる。よって、簡便な構成で、水素含有ガスの有効利用が可能となる。また、エジェクターによる圧力損失を避けることができるため、昇圧器の消費電力を低減できる。

[0089] 本実施形態の水素生成装置は、上記特徴以外は、第 1 実施形態の水素生成装置と同様に構成してもよい。

[0090] [装置構成]

図 8 は、第 6 実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。

[0091] 図 8 に示す例では、本実施形態の水素生成装置 100 は、改質器 3 と、水添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、第 1 分岐路 11 と、切替器 23 と、を備える。

[0092] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8、昇圧器 1、エジェクター 9 及び第 1 分岐路 11 については第 2 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0093] 切替器 23 は、原料がエジェクター 9 又は第 1 分岐路 11 を流通するように切替る。切替器 23 は、原料がエジェクター 9 又は第 1 分岐路 11 を流通するように切替ることができれば、いかなる構成であっても構わない。切替器 23 は、例えば、複数の開閉弁の組合せであってもいいし、三方弁であってもいい。

[0094] かかる構成により、原料が第 1 分岐路 11 を流通する場合、エジェクター

9への原料流通を停止し、リサイクル流路8に改質器3で生成した水素含有ガスを流通させないようにできる。よって、簡便な構成で、水素含有ガスの有効利用が可能となる。また、エジェクター9による圧力損失を避けることができるため、昇圧器1の消費電力を低減できる。

[0095] (第7実施形態)

第7実施形態の水素生成装置は、第1実施形態の水素生成装置において、エジェクターを加熱する加熱器を備える。

[0096] かかる構成により、エジェクターを加熱器で加熱するので、水素含有ガスがエジェクターに流入しても、エジェクターでの凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。

[0097] [装置構成]

図9は、第7実施形態の水素生成装置の一例を示す図である。

[0098] 図9に示す例では、本実施形態の水素生成装置100は、改質器3と、水添脱硫器2と、原料供給路5と、リサイクル流路8と、昇圧器1と、エジェクター9と、加熱器6とを備える。

[0099] 改質器3、水添脱硫器2、原料供給路5、リサイクル流路8、昇圧器1及びエジェクター9については第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0100] 加熱器6は、エジェクター9を加熱する。エジェクター9では、原料及び水素含有ガスが流れる。水素含有ガスは水蒸気を含むので、水素含有ガスが冷やされると、水蒸気から凝縮水が発生する場合がある。例えば、原料が水素含有ガスよりも低温の場合、水素含有ガスと原料とが混合すると、水素含有ガスは冷やされる。この場合、エジェクター9での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞などが起きる可能性がある。例えば、エジェクター9での原料供給路の細くなった部分は、凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起き易い。流路抵抗の増加が起きた場合、水添脱硫器2に水素含有ガスを所定量送れなくなり、水添脱硫器2において、原料中の硫黄化合物を除去仕切れずに、改質器3の改質触媒が、硫黄化合物により被毒する可

能性がある。また、流路閉塞が起きた場合、原料を所定量流すことができずに、改質器 3 での水素含有ガスを生成できない可能性がある。

[0101] そこで、本実施形態では、上記のとおり、加熱器 6 が、エジェクター 9 を加熱し、これにより、エジェクター 9 において、水素含有ガスの水蒸気が凝縮することが抑制されている。

[0102] 加熱器 6 は、エジェクター 9 を加熱できれば、いかなる熱源を用いても構わない。

[0103] 例えば、改質器 3 から発生する熱によって、エジェクター 9 を加熱することができる。この場合、エジェクター 9 を改質器 3 の表面に配置してもいいし、エジェクター 9 を改質器 3 の内部に配置してもいい。

[0104] また、水素含有ガスを利用する機器（例えば、燃料電池など）から発生する熱によって、エジェクター 9 を加熱することもできる。例えば、固体酸化物形燃料電池の如く、高温で動作する燃料電池の場合、燃料電池のホットモジュールの内部に、エジェクター 9 を配置してもいい。

[0105] また、水素生成装置 100 が、改質器 3 を加熱する燃焼器を備える構成であれば、燃焼器の燃焼排ガスの熱によって、エジェクター 9 を加熱することもできる。

[0106] また、専用の熱源（例えば、電気ヒータなど）を用いて、エジェクター 9 を加熱することもできる。

[0107] [動作]

以下、水素生成装置 100 の動作について図 9 を用いて説明する。

[0108] 水素生成装置 100 を運転している時、原料が水添脱硫器 2 を通過して、原料中の硫黄化合物が除去される。

[0109] 改質器 3 にて生成した水素含有ガスの一部を、リサイクル流路 8 を通じて、原料供給路に戻し、水素含有ガスを原料と混合した後、水添脱硫器 2 に供給する。水素含有ガスを水添脱硫器 2 に供給すると、水添脱硫器 2 は、原料中の硫黄化合物を水添反応により除去できる。

[0110] このとき、本実施形態では、改質器 3 からの水素含有ガスは、リサイクル

流路 8 を経て、エジェクター 9 において原料と混合した後、水添脱硫器 2 に供給される。つまり、リサイクル流路 8 との合流部よりも下流の原料供給路は、原料及びリサイクルガスの混合ガスが流れる。エジェクター 9 では、上記のとおり、原料供給路の断面積が徐々に狭くなり、リサイクル流路 8 との合流部よりも下流で、原料供給路の断面積が徐々に広くなる。これにより、上記の合流部において、原料の流速が最も速くなるので、ガス圧力は最も低下する。そして、合流部のガス圧力が、リサイクル流路の上流側の圧力よりも低くなるように、エジェクター 9 のガス流路断面積を設計すると、リサイクルガスを原料供給路に引き込むことができる。

[0111] そして、本実施形態では、リサイクルガスが原料供給路に引き込まれるとき、加熱器 6 を用いてエジェクター 9 が加熱されている。エジェクター 9 の加熱温度としては、リサイクルガスの露点温度以上であれば、いかなる温度であっても構わない。これにより、エジェクター 9 内の水蒸気の凝縮が抑制され、エジェクター 9 での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。

[0112] なお、水素生成装置 100 の起動時におけるエジェクター 9 の加熱は、例えば、リサイクルガスがリサイクル流路 8 を流れ始めるまでに開始してもよい。

[0113] (第 1 変形例)

第 7 実施形態の第 1 変形例の水素生成装置は、第 7 実施形態の水素生成装置において、上記の加熱器は、リサイクル流路を加熱する。

[0114] かかる構成により、エジェクターでの凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。また、リサイクル流路での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。

[0115] 本変形例の水素生成装置は、上記特徴以外は、第 7 実施形態の水素生成装置と同様に構成してもよい。

[0116] [装置構成]

図 10 は、第 7 実施形態の第 1 変形例の水素生成装置の一例を示す図である。

[0117] 図 10 に示す例では、本変形例の水素生成装置 100 は、改質器 3 と、水添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、加熱器 6 A とを備える。

[0118] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8、昇圧器 1 及びエジェクター 9 については、第 7 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0119] 加熱器 6 A は、リサイクル流路 8 を加熱する。本変形例では、図 10 に示すように、加熱器 6 A により、エジェクター 9 及びリサイクル流路 8 の両方が加熱される。

[0120] なお、加熱器 6 A の熱源は、第 7 実施形態の加熱器 6 の熱源と同じであってもよい。よって、詳細な説明は省略する。

[0121] また、リサイクル流路 8 の加熱が必要となった分、第 7 実施形態の加熱器 6 から得る熱量に比べて、本変形例の加熱器 6 A から得る熱量を上げて構わないし、加熱器 6 から得る熱量と同等の熱量を、加熱器 6 A からエジェクター 9 及びリサイクル流路 8 のそれぞれに分散して与えても構わない。本変形例では、加熱器 6 から得る熱量と同等の熱量を、加熱器 6 A からエジェクター 9 及びリサイクル流路 8 のそれぞれに分散して与えた。

[0122] 後者の場合でも、加熱器 6 A から得る熱量の全てが、エジェクター 9 及びリサイクル流路 8 のそれぞれを流れるガスに与えられたと仮定すると、トータルとして、第 7 実施形態の加熱器 6 から得る熱量と同等の熱量が、エジェクター 9 内のガスの加熱に用いられたと見なせるからである。

[0123] 以上により、リサイクルガスを高温状態に維持してエジェクター 9 に引き込むことができ、エジェクター 9 での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。また、リサイクル流路 8 を流れるリサイクルガスの温度低下を抑制でき、リサイクル流路 8 での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減

し得る。また、リサイクル流路 8 の加熱の作用により、リサイクル流路 8 に凝縮器を設けない構成、あるいは、設けるにしても凝縮器の小型化が可能となる。

[0124] これにより、水素生成装置 100 の構成を簡素化でき、水素生成装置 100 のコストを低減できる。

[0125] (第 2 変形例)

第 7 実施形態の第 2 変形例の水素生成装置は、第 7 実施形態及び第 7 実施形態の第 1 変形例のいずれかの水素生成装置において、加熱器は、改質器を加熱する。

[0126] かかる構成により、エジェクターでの凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。また、リサイクル流路での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。また、加熱器の熱量を効率良く利用できる。

[0127] 本変形例の水素生成装置は、上記特徴以外は、第 7 実施形態及び第 7 実施形態の第 1 変形例のいずれかの水素生成装置と同様に構成してもよい。

[0128] [装置構成]

図 11 は、第 7 実施形態の第 2 変形例の水素生成装置の一例を示す図である。

[0129] 図 11 に示す例では、本変形例の水素生成装置 100 は、改質器 3 と、水添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、加熱器 6 B とを備える。

[0130] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8、昇圧器 1 及びエジェクター 9 については、第 7 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0131] 加熱器 6 B は、改質器 3 を加熱する。本変形例では、図 11 に示すように、加熱器 6 B により、エジェクター 9、リサイクル流路 8 及び改質器 3 のそれぞれが加熱される。例えば、加熱器 6 B の熱源としては、改質器 3 を加熱する燃焼器の燃焼排ガスの熱を用いてもいいし、固体酸化物形燃料電池の如

く、高温で動作する燃料電池の場合、燃料電池の熱を用いてもいい。

[0132] かかる構成により、改質器 3、リサイクル流路 8 及びエジェクター 9 を一体で加熱できる。改質器 3 の加熱により、水素含有ガスを生成するための触媒反応に必要な熱が得られる。また、エジェクター 9 の加熱により、エジェクター 9 での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。また、リサイクル流路 8 の加熱により、リサイクル流路での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。

[0133] また、上記の構成により、加熱器 6 B の熱量を効率良く利用できる。例えば、改質器 3 を加熱する燃焼器の熱を、リサイクル流路 8 及びエジェクター 9 の加熱に利用できるので、リサイクルガス中の水蒸気の凝縮を効率的に抑制できる。また、水素生成装置 100 の設計によっては、加熱器 6 B から得る熱量を全て、改質器 3 を加熱する燃焼器の熱で賄うことも可能となる。よって、水素生成装置 100 の構成を簡素化できる。これにより、水素生成装置 100 の低コスト化、コンパクト化が可能となる。

[0134] (第 8 実施形態)

第 2 実施形態の燃料電池システムは、第 1 実施形態—第 7 実施形態、第 7 実施形態の第 1 変形例及び第 2 変形例のいずれかの水素生成装置と、この水素生成装置より供給される水素含有ガスを用いて発電する燃料電池とを備える。

[0135] かかる構成により、水素生成装置において、上記のとおり、昇圧器に凝縮水が供給される可能性を低減し得る。

[0136] [装置構成]

図 12 は、第 8 実施形態の燃料電池システムの一例を示す図である。

[0137] 図 12 に示す例では、本実施形態の燃料電池システム 200 は、第 1 実施形態—第 7 実施形態、第 7 実施形態の第 1 変形例及び第 2 変形例のいずれかの水素生成装置 100 と、燃料電池 7 とを備える。

[0138] 燃料電池 7 は、水素生成装置 100 より供給される水素含有ガスを用いて

発電する。燃料電池 7 は、いずれの種類の燃料電池であってもよく、例えば、高分子電解質形燃料電池、固体酸化物形燃料電池又はりん酸形燃料電池などを用いることができる。

[0139] 本実施形態の水素生成装置 100 の動作は、燃料電池 7 を、第 1 実施形態ー第 7 実施形態、第 7 実施形態の第 1 変形例及び第 2 変形例のいずれかの水素生成装置 100 から生成する水素含有ガスを使用する水素利用機器と考えれば、第 1 実施形態ー第 7 実施形態、第 7 実施形態の第 1 変形例及び第 2 変形例のいずれかと同様である。よって、詳細な説明を省略する。

[0140] (第 9 実施形態)

第 9 実施形態の燃料電池システムは、第 8 実施形態の燃料電池システムにおいて、燃料電池が固体酸化物形燃料電池であり、改質器と燃料電池とを内部に備えるホットモジュールを備え、エジェクターは、ホットモジュールからの熱を受けるよう構成されている。

[0141] かかる構成により、固体酸化物形燃料電池の熱を有効にエジェクターの加熱に利用し、ホットモジュールが加熱器の役割を担うことができる。よって、燃料電池システムの構成を簡素化できる。これにより、燃料電池システムの低コスト化、コンパクト化が可能となる。

[0142] 本実施形態の燃料電池システムは、上記特徴以外は、第 8 実施形態の燃料電池システムと同様に構成してもよい。

[0143] [装置構成]

図 13 は、第 9 実施形態の燃料電池システムの一例を示す図である。

[0144] 図 13 に示す例では、燃料電池システム 200 は、改質器 3 と、水添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、固体酸化物形燃料電池 7A と、ホットモジュール 30 と、を備える。

[0145] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8 及び昇圧器 1 については、第 8 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0146] 固体酸化物形燃料電池 7A は、水素生成装置 100 より供給される水素含有ガスを用いて発電する。具体的には、固体酸化物形燃料電池 7A は、電解

質としてイオン伝導性セラミックスを用い、空気極で精製した酸化物イオンが、電解質を透過し、燃料極で水素と反応することにより、電気及び熱が発生する。固体酸化物形燃料電池 7 A の動作温度は、700℃－1000℃程度と高い。このため、燃料電池システム 200 の高温部の放熱を抑えて、高温部の熱を効率的に活用するため、燃料電池システム 200 の高温部のみをまとめてモジュール化し、断熱構成を取るのが一般的である。

[0147] よって、ホットモジュール 30 は、図 13 に示すように、改質器 3 と固体酸化物形燃料電池 7 A とを内部に備える。本実施形態では、固体酸化物形燃料電池 7 A 及び改質器 3 が、燃料電池システム 200 の高温部の一例であり、これらが一体でモジュール化されている。高温部を一体にモジュール化することにより、高温で動作する機器同士のガスの移動などによる放熱を抑制し、燃料電池システム 200 の熱効率が向上する。また、高温部を一体にモジュール化することにより、熱効率がよい断熱を施すことができる。

[0148] また、エジェクター 9 は、ホットモジュール 30 からの熱を受けるよう構成されている。具体的には、上記の加熱器 6、6 A、6 B に代えて、高温のホットモジュール 30 が、エジェクター 9 を加熱する。これにより、エジェクター 9 での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。また、上記の加熱器 6 A、6 B に代えて、高温のホットモジュール 30 が、リサイクル流路 8 を加熱してもよい。これにより、リサイクル流路 8 での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞が起きる可能性を従来よりも低減し得る。

[0149] 本実施形態では、図 13 に示すように、リサイクル流路 8 及びエジェクター 9 を、ホットモジュール 30 の内部に配置している。これにより、リサイクル流路 8 及びエジェクター 9 は、ホットモジュール 30 からの熱を受けやすくなる。

[0150] 一方、昇圧器 1 は、高温環境下では耐久性が低下し、耐熱性の高価な部品を使用する必要がある。よって、本実施形態では、昇圧器 1 をホットモジュール 30 の外部に配置し、ホットモジュール 30 からの熱を受け難くなる

ようにしている。

[0151] なお、図 1 3 では、水添脱硫器 2 をホットモジュール 3 0 の外部に配置する例が図示されているが、水添脱硫器 2 はホットモジュール 3 0 の内部に配置しても構わない。これにより、ホットモジュール 3 0 を用いて、水添脱硫器 2 を加熱することもできる。

[0152] 本実施形態の燃料電池システム 2 0 0 の動作は、第 8 実施形態と同様の動作であってもよい。よって、詳細な説明は省略する。

[0153] (第 1 0 実施形態)

第 1 0 実施形態の燃料電池システムは、第 9 実施形態の燃料電池システムにおいて、昇圧器と、エジェクターとの間の原料供給路に開閉弁を備え、この弁はホットモジュール外に設けられる。

[0154] かかる構成により、開閉弁を用いて、昇圧器とエジェクターとの間のガスの流れを適切に遮断し得る。

[0155] 本実施形態の燃料電池システムは、上記特徴以外は、第 9 実施形態の燃料電池システムと同様に構成してもよい。

[0156] [装置構成]

図 1 4 は、第 1 0 実施形態の燃料電池システムの一例を示す図である。

[0157] 図 1 4 に示す例では、燃料電池システム 2 0 0 は、改質器 3 と、水添脱硫器 2 と、原料供給路 5 と、リサイクル流路 8 と、昇圧器 1 と、エジェクター 9 と、固体酸化物形燃料電池 7 A と、ホットモジュール 3 0 と、開閉弁 1 0 と、を備える。

[0158] 改質器 3、水添脱硫器 2、原料供給路 5、リサイクル流路 8、昇圧器 1、エジェクター 9、固体酸化物形燃料電池 7 A 及びホットモジュール 3 0 については、第 9 実施形態と同様であるので説明を省略する。

[0159] 開閉弁 1 0 は、昇圧器 1 とエジェクター 9 との間の原料供給路に設けられる。これにより、両者間のガスの流れが遮断される。開閉弁 1 0 は、昇圧器 1 とエジェクター 9 との間のガスの流れを遮断できれば、いかなる構成であっても構わない。開閉弁 1 0 は、例えば、電磁弁であってもよい。

[0160] また、開閉弁 10 は、ホットモジュール 30 外に設けられる。高温環境下での開閉弁 10 の安定な動作には、大型の開閉弁 10 を高価な部材で構成する必要がある。しかし、このような開閉弁 10 の使用は、燃料電池システム 200 の高コスト化及び大型化を招く可能性がある。よって、本実施形態では、開閉弁 10 をホットモジュール 30 の外部に配置し、開閉弁 10 をホットモジュール 30 からの熱を受け難くするようにしている。

[0161] なお、図 14 では、水添脱硫器 2 をホットモジュール 30 の外部に配置する例が図示されているが、水添脱硫器 2 をホットモジュール 30 の内部に配置しても構わない。これにより、ホットモジュール 30 を用いて、水添脱硫器 2 を加熱することもできる。

[0162] [動作]

以下、燃料電池システム 200 の動作について図 14 を用いて説明する。

[0163] 燃料電池システム 200 の運転時は、開閉弁 10 を開く。これにより、昇圧器 1 によって原料をエジェクター 9 に送ることができる。

[0164] 燃料電池システム 200 の運転を停止するときは、開閉弁 10 を閉める。すると、昇圧器 1 とエジェクター 9 との間のガスの流れが、開閉弁 10 により遮断されるので、昇圧器 1 からエジェクター 9 への原料の供給が停止する。開閉弁 10 が開いたままの場合、昇圧器 1 の動作が停止しても、残留ガスが、暫く昇圧器 1 からエジェクター 9 に流れ込む可能性がある。そこで、開閉弁 10 を閉めることにより、このような可能性を低減できる。

[0165] また、昇圧器 1 とエジェクター 9 との間のガスの流れが、開閉弁 10 により遮断されるので、ホットモジュール 30 内のガスの昇圧器 1 への逆流を抑制できる。例えば、改質器 3 や固体酸化物形燃料電池 7 A の挙動によっては、これらの機器の内圧上昇により、ホットモジュール 30 内のガスが昇圧器 1 に逆流する場合がある。ホットモジュール 30 内のガスとして、原料、リサイクルガス、固体酸化物形燃料電池 7 A に流入する前の水素含有ガス及び固体酸化物形燃料電池 7 A から流出した水素含有ガス（オフガス）などが例示される。そして、このようなガスが昇圧器 1 に逆流すると、昇圧器 1 が故

障する可能性があり、昇圧器 1 での凝縮水による流路抵抗の増加、または流路閉塞などが起きる可能性もある。そこで、開閉弁 10 を閉めることにより、このような可能性を低減できる。

[0166] なお、開閉弁 10 の開閉タイミングについては、この開閉タイミングと、昇圧器 1 によるガス供給の動作タイミングと、を連動させてもよい。例えば、昇圧器 1 による動作開始タイミングとほぼ同時、又は、それよりも早いタイミングで開閉弁 10 が開いてもいいし、昇圧器 1 による動作停止タイミングとほぼ同時、又は、それよりも遅れたタイミングで開閉弁 10 が閉まってもいい。

[0167] なお、本実施形態の燃料電池システム 200 の動作は、上記以外は、第 9 実施形態と同様の動作であってもよい。

[0168] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施形態が明らかである。従って、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべきであり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

産業上の利用可能性

[0169] 本発明の一態様によれば、従来に比べ、昇圧器に凝縮水が供給される可能性を低減し得る。よって、本発明の一態様は、例えば、水素生成装置、燃料電池システムなどに利用できる。

符号の説明

- [0170]
- 1 昇圧器
 - 2 水添脱硫器
 - 3 改質器
 - 5 原料供給路
 - 8 リサイクル流路
 - 9 エジェクター
 - 11 第 1 分岐路

1 2 常温脱硫器

1 3 切替器

1 4 第 2 分岐路

1 5 制御器

2 0 第 3 分岐路

請求の範囲

- [請求項1] 原料を用いて水素含有ガスを生成する改質器と、前記原料中の硫黄化合物を除去する水添脱硫器と、前記水添脱硫器に流入する前の原料に水素含有ガスを供給するためのリサイクル流路と、前記改質器に原料を供給する昇圧器と、前記改質器に供給される原料が流れる原料供給路と、前記昇圧器よりも下流かつ前記水添脱硫器よりも上流の前記原料供給路に設けられ、前記リサイクル流路からの水素含有ガスが流入するエジェクターとを備える水素生成装置。
- [請求項2] 前記昇圧器と前記エジェクターとの間の前記原料供給路から分岐し、前記エジェクターと前記水添脱硫器との間の前記原料供給路に合流する第1分岐路と、
前記第1分岐路上に配置され、前記原料中の硫黄化合物を除去する常温脱硫器と、
前記原料が前記エジェクター又は前記常温脱硫器を流通するように切替る切替器と、
を備える、請求項1に記載の水素生成装置。
- [請求項3] 前記昇圧器と前記エジェクターとの間の前記原料供給路から分岐し、前記水添脱硫器と前記改質器との間の前記原料供給路に合流する第2分岐路と、
前記第2分岐路上に配置され、前記原料中の硫黄化合物を除去する常温脱硫器と、
前記原料が前記エジェクター又は前記常温脱硫器を流通するように切替る切替器と、
を備える、請求項1に記載の水素生成装置。
- [請求項4] 前記昇圧器よりも上流の前記原料供給路から分岐し、前記昇圧器よりも上流の前記原料供給路に合流する第3分岐路と、
前記第3分岐路上に配置され、前記原料中の硫黄化合物を除去する常温脱硫器と、

前記原料が前記常温脱硫器又は前記原料供給路を流通するように切替る切替器と、

を備える、請求項 1 に記載の水素生成装置。

[請求項5] 前記切替器を制御する制御器を備え、
前記制御器は、前記原料流量が所定の閾値以上である場合に、前記原料が前記エジェクターを流通するよう切替、前記原料流量が所定の閾値より小さい場合に、前記原料が前記常温脱硫器を流通するよう切替る、請求項 2 - 4 のいずれかに記載の燃料電池システム。

[請求項6] 前記昇圧器と前記エジェクターとの間の前記原料供給路から分岐し、
前記エジェクターと前記水添脱硫器との間の前記原料供給路に合流する第 1 分岐路と、
前記原料が前記エジェクター又は前記第 1 分岐路を流通するように切替る切替器と、
を備える、請求項 1 に記載の水素生成装置。

[請求項7] 前記エジェクターを加熱する加熱器を備える請求項 1 に記載の水素生成装置。

[請求項8] 前記加熱器は、前記リサイクル流路を加熱する、請求項 7 に記載の水素生成装置。

[請求項9] 前記加熱器は、前記改質器を加熱する、請求項 7 又は 8 に記載の水素生成装置。

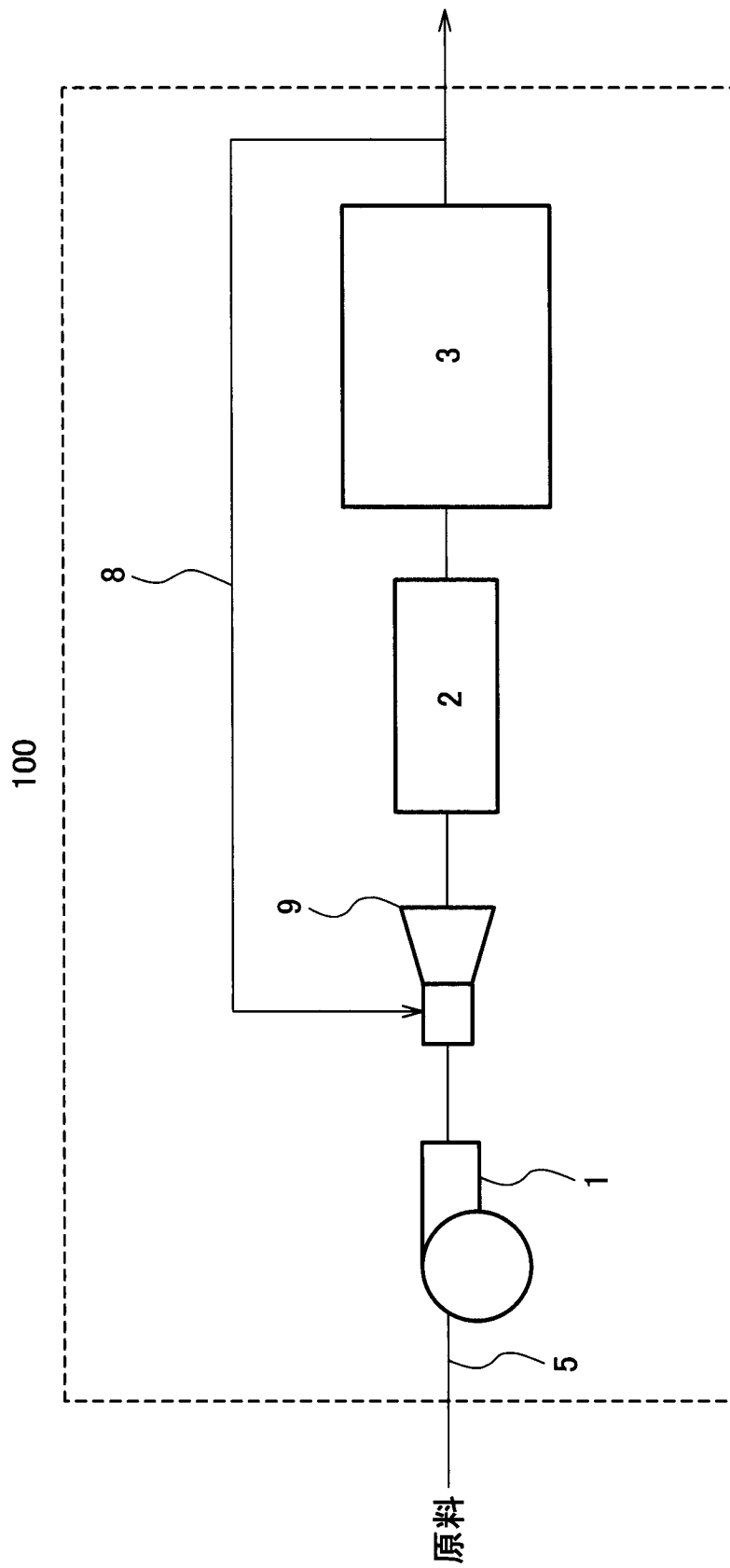
[請求項10] 請求項 1 - 9 のいずれかに記載の水素生成装置と、前記水素生成装置より供給される水素含有ガスを用いて発電する燃料電池とを備える燃料電池システム。

[請求項11] 前記燃料電池が固体酸化物形燃料電池であり、前記改質器と前記燃料電池とを内部に備えるホットモジュールを備え、前記エジェクターは、前記ホットモジュールからの熱を受けるよう構成されている、請求項 10 に記載の燃料電池システム。

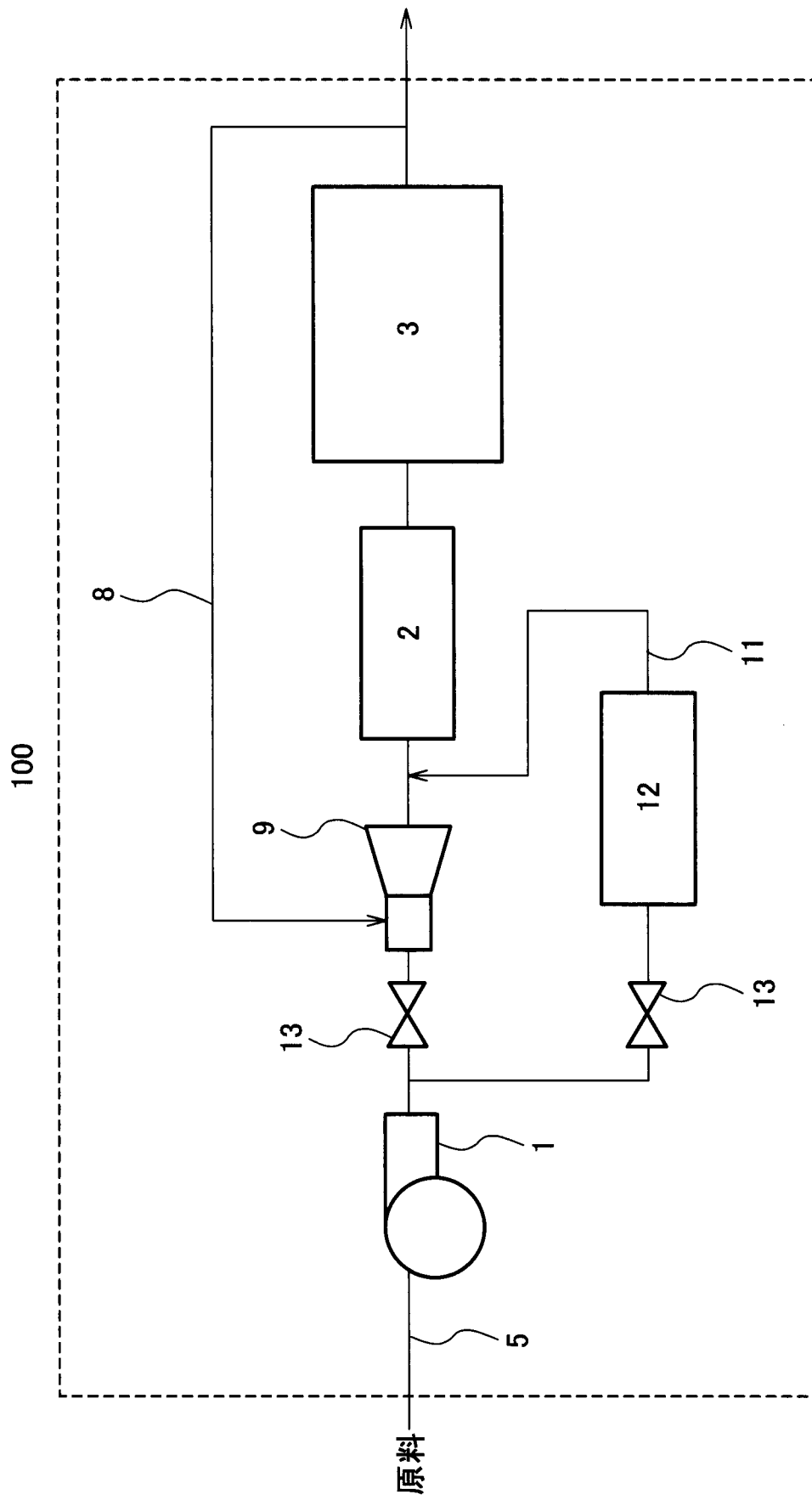
[請求項12] 前記昇圧器と前記エジェクターとの間の原料供給路に配置された開閉

弁を備え、前記開閉弁はホットモジュール外に設けられる、請求項 1
1 に記載の燃料電池システム。

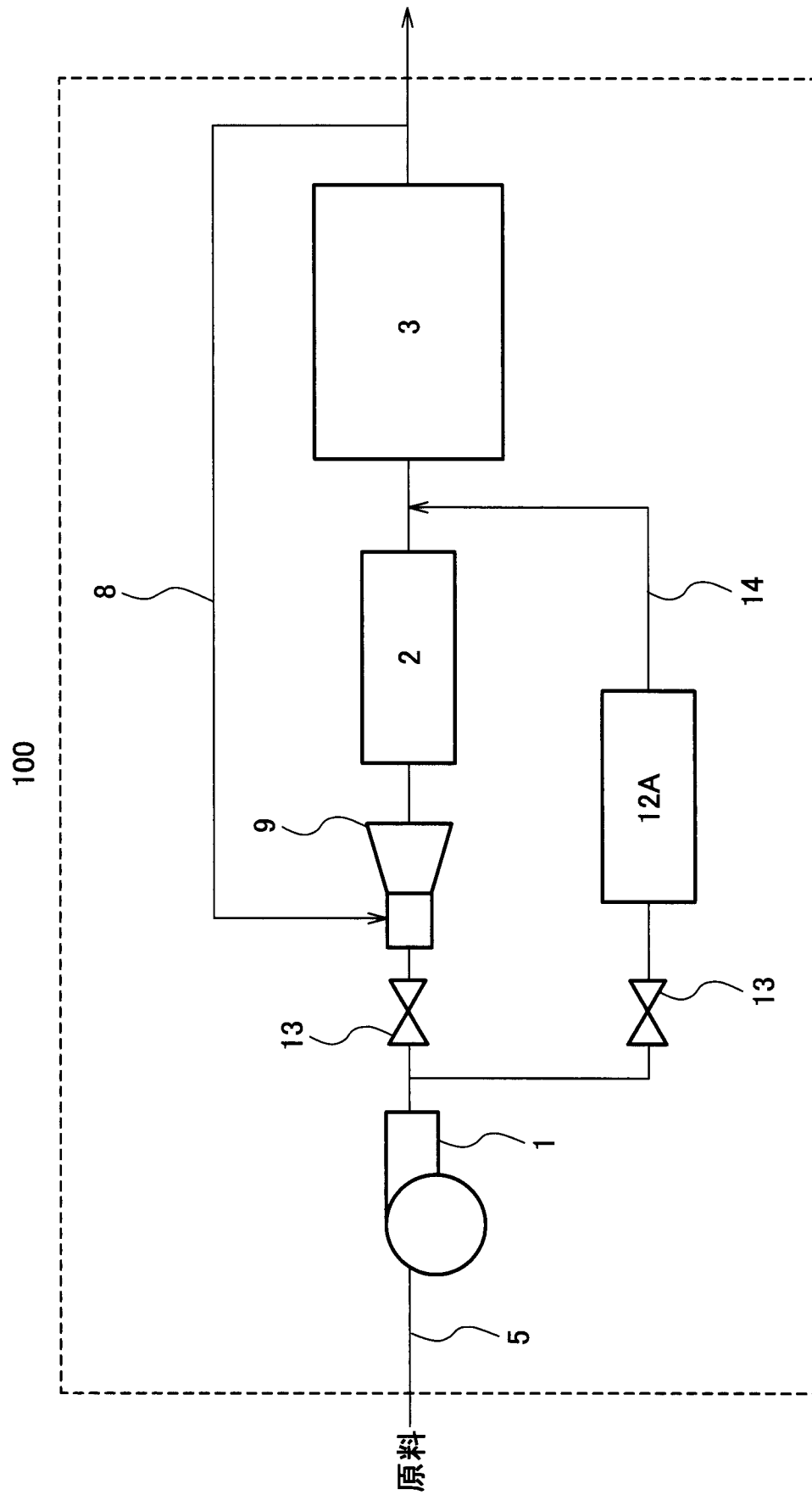
[図1]



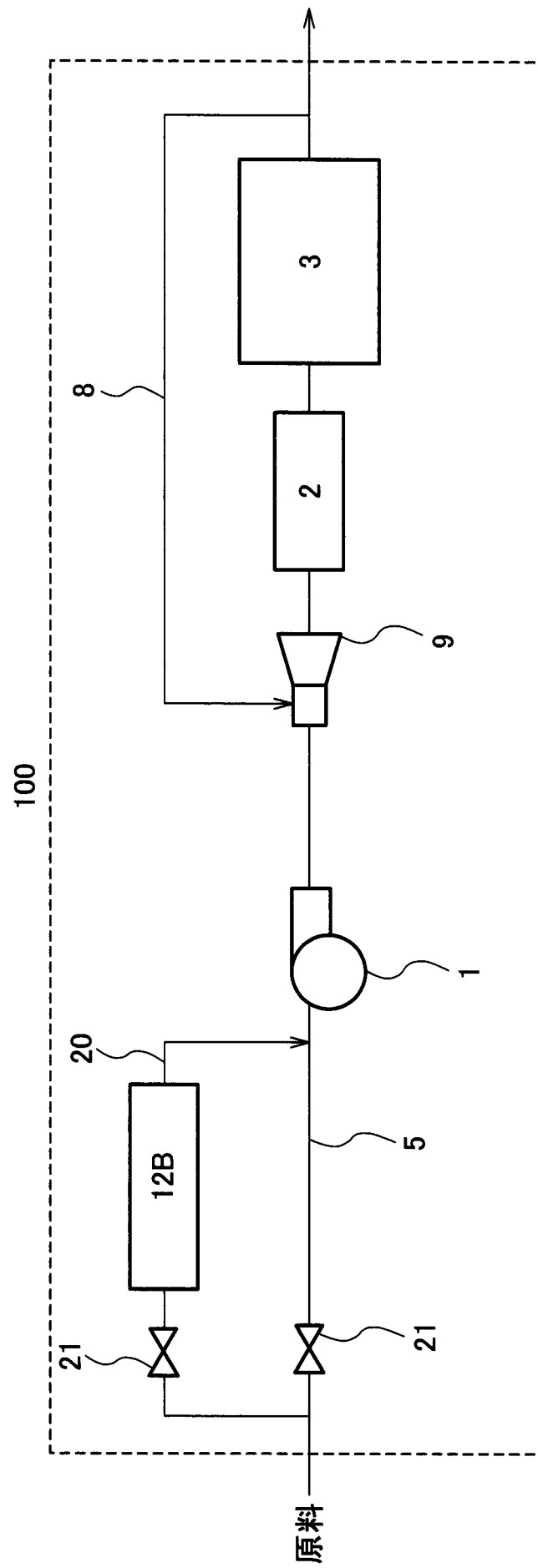
[図2]



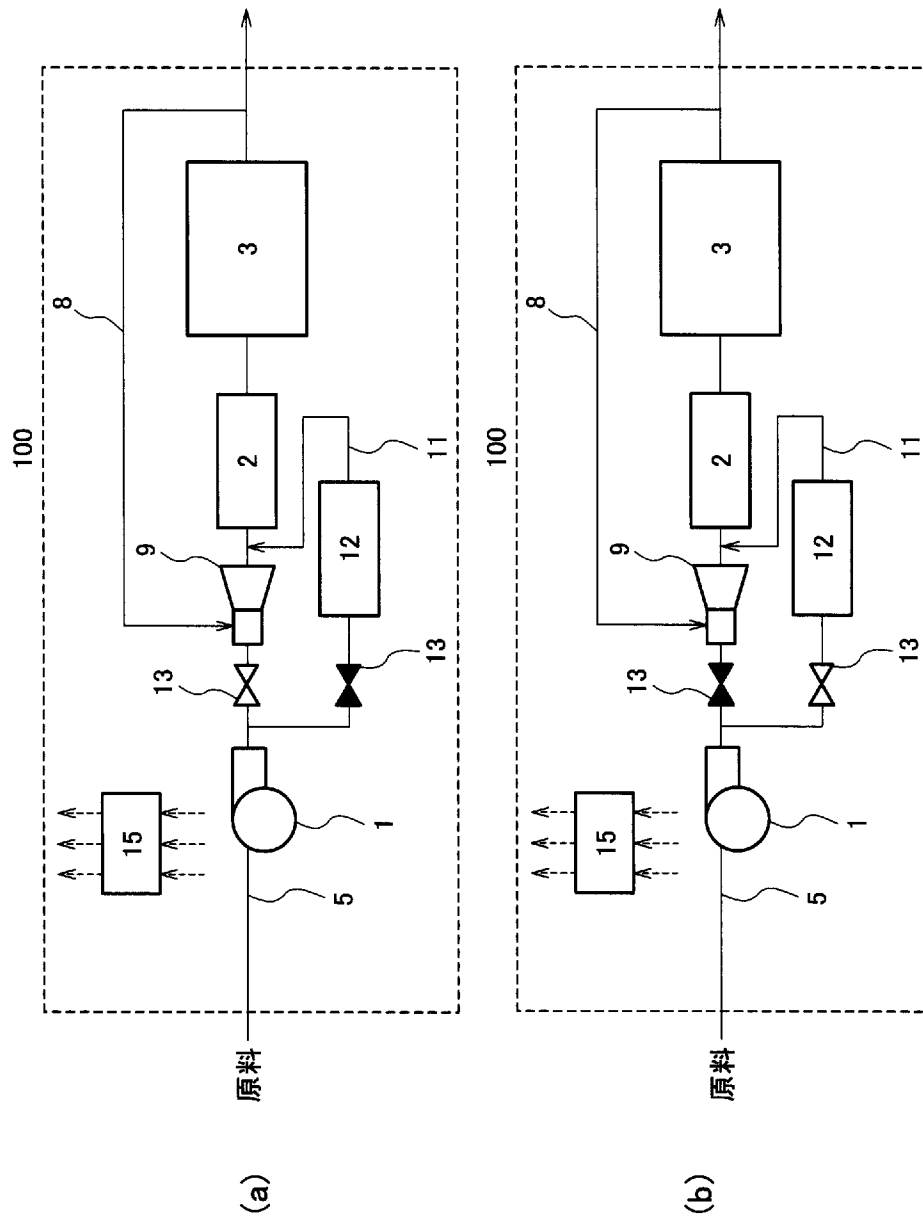
[図3]



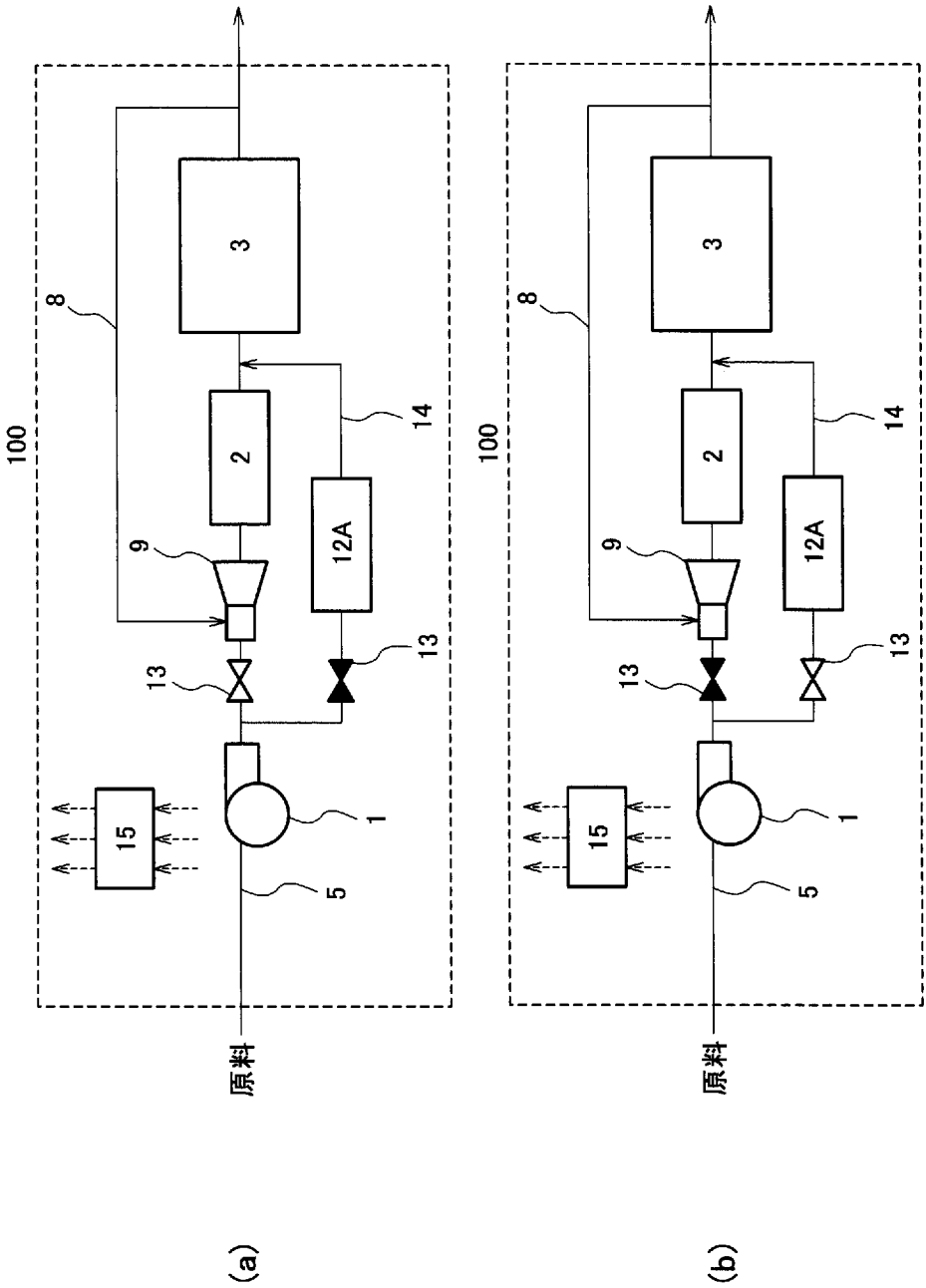
[図4]



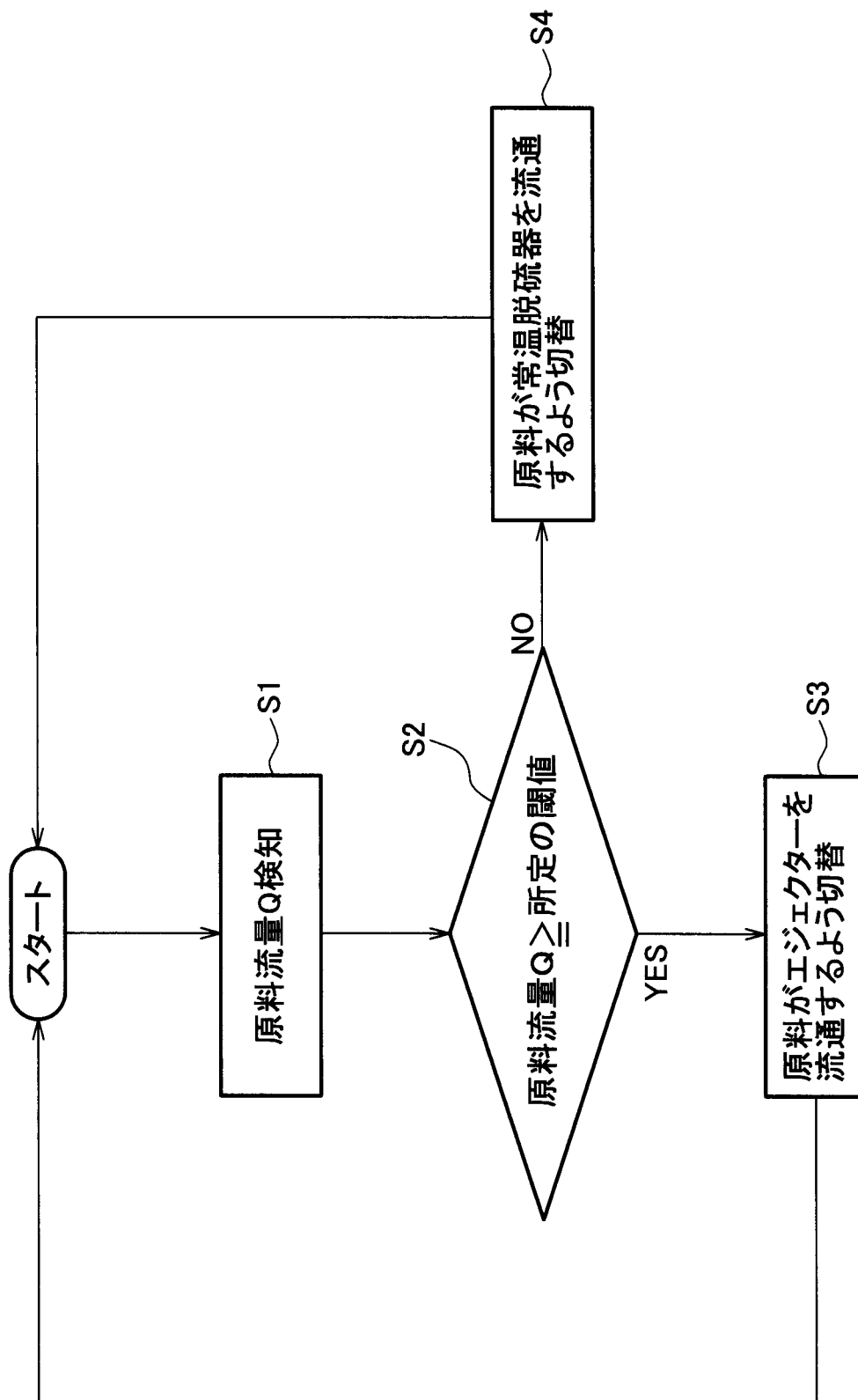
[図5]



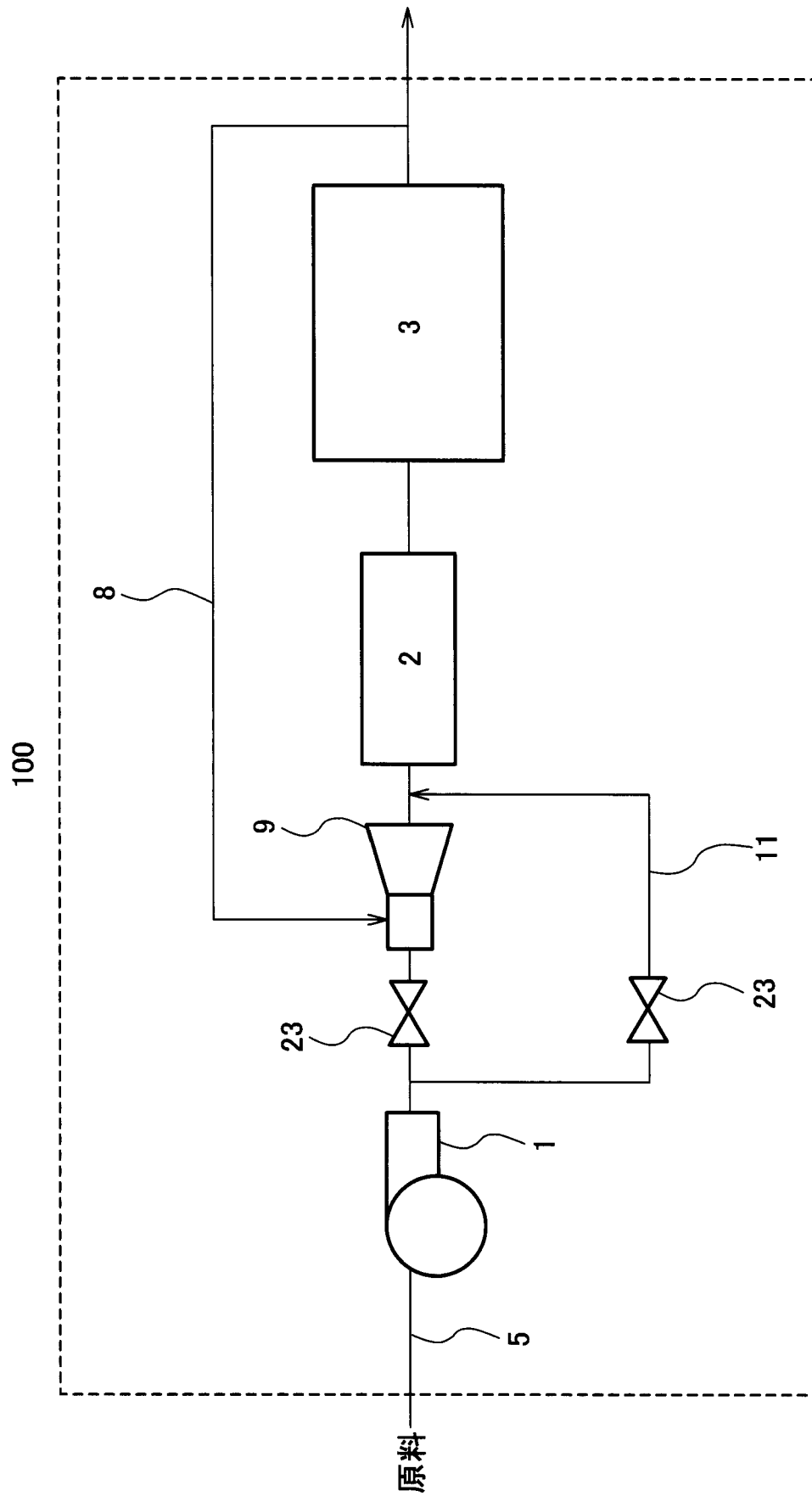
[図6]



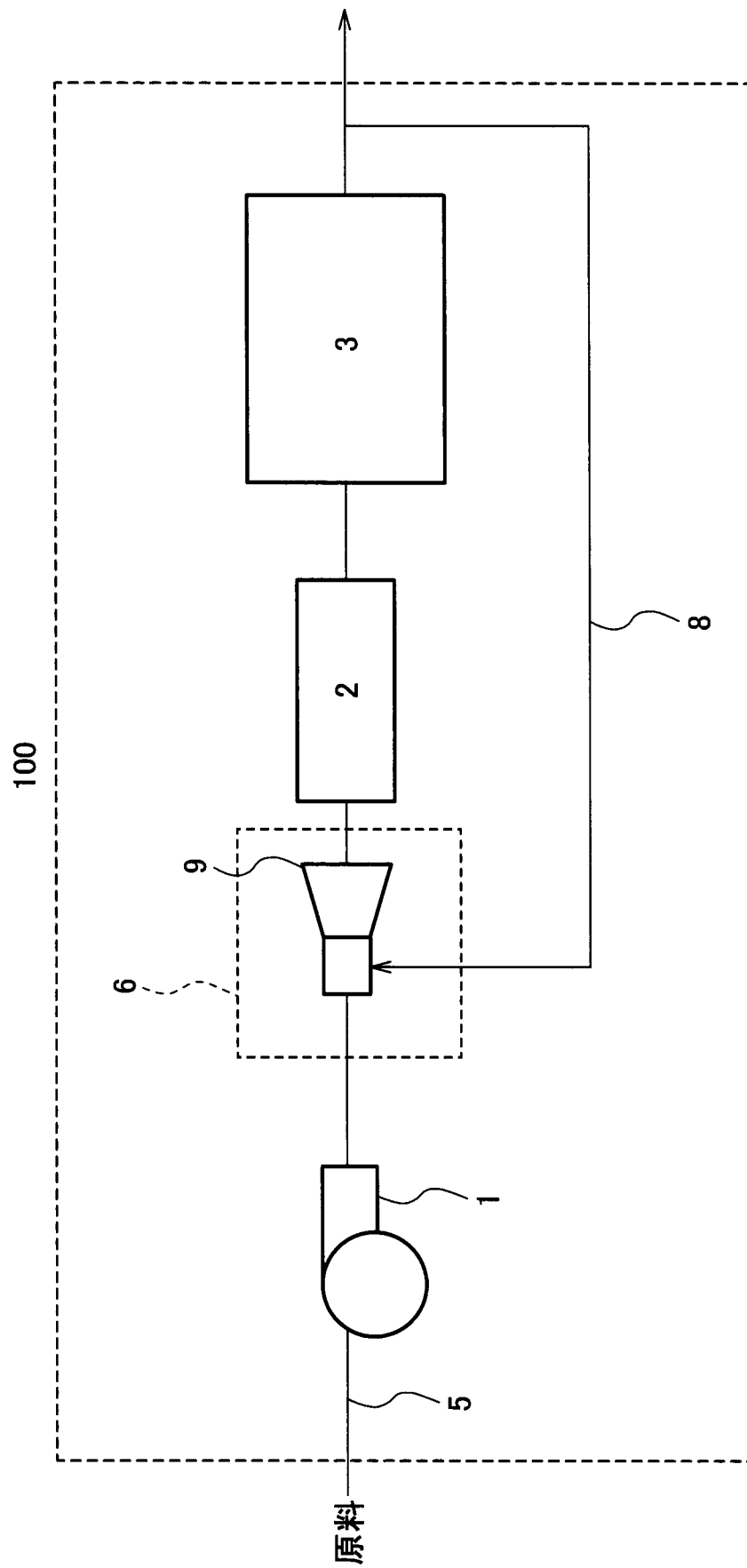
[図7]



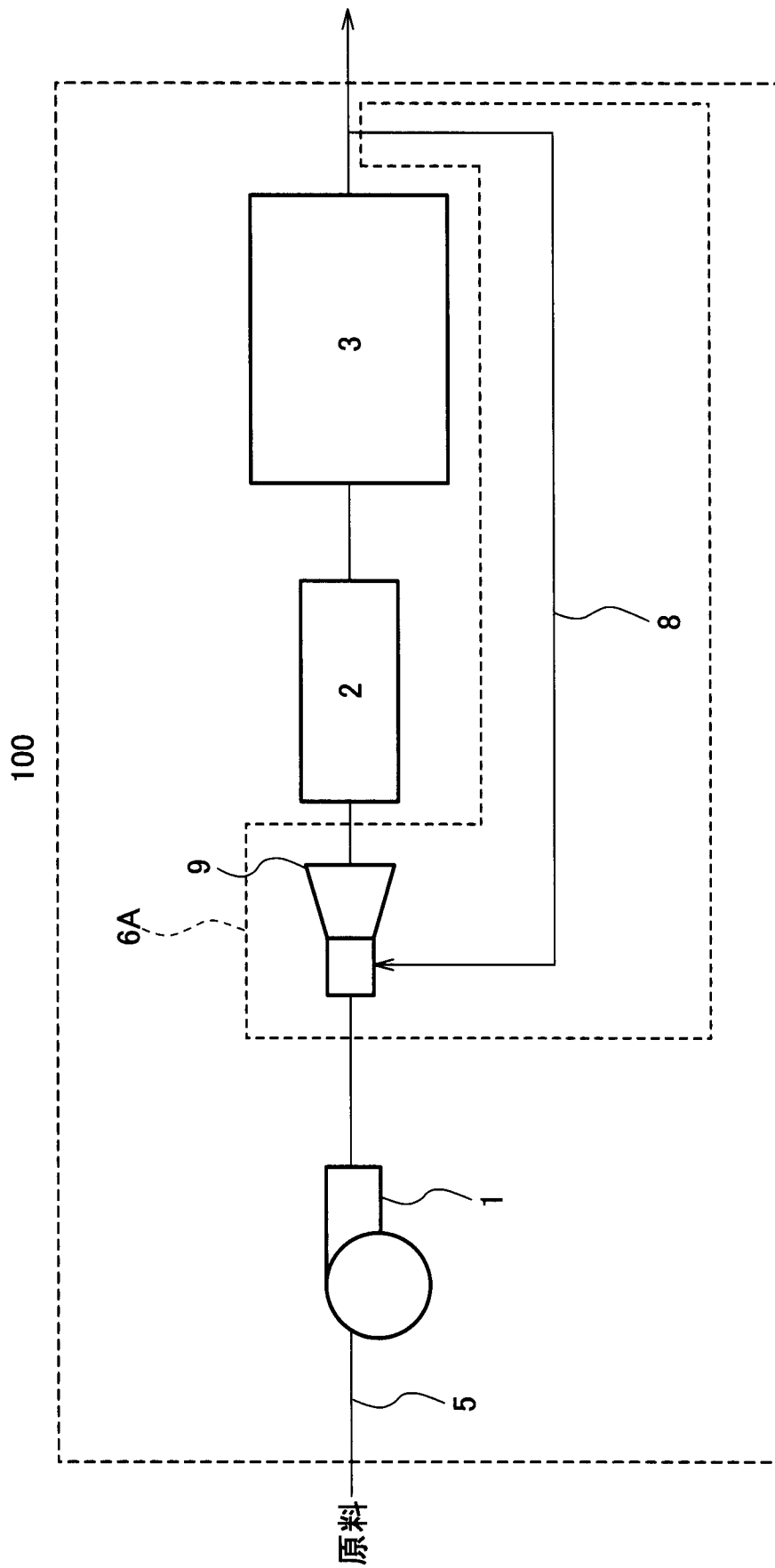
[図8]



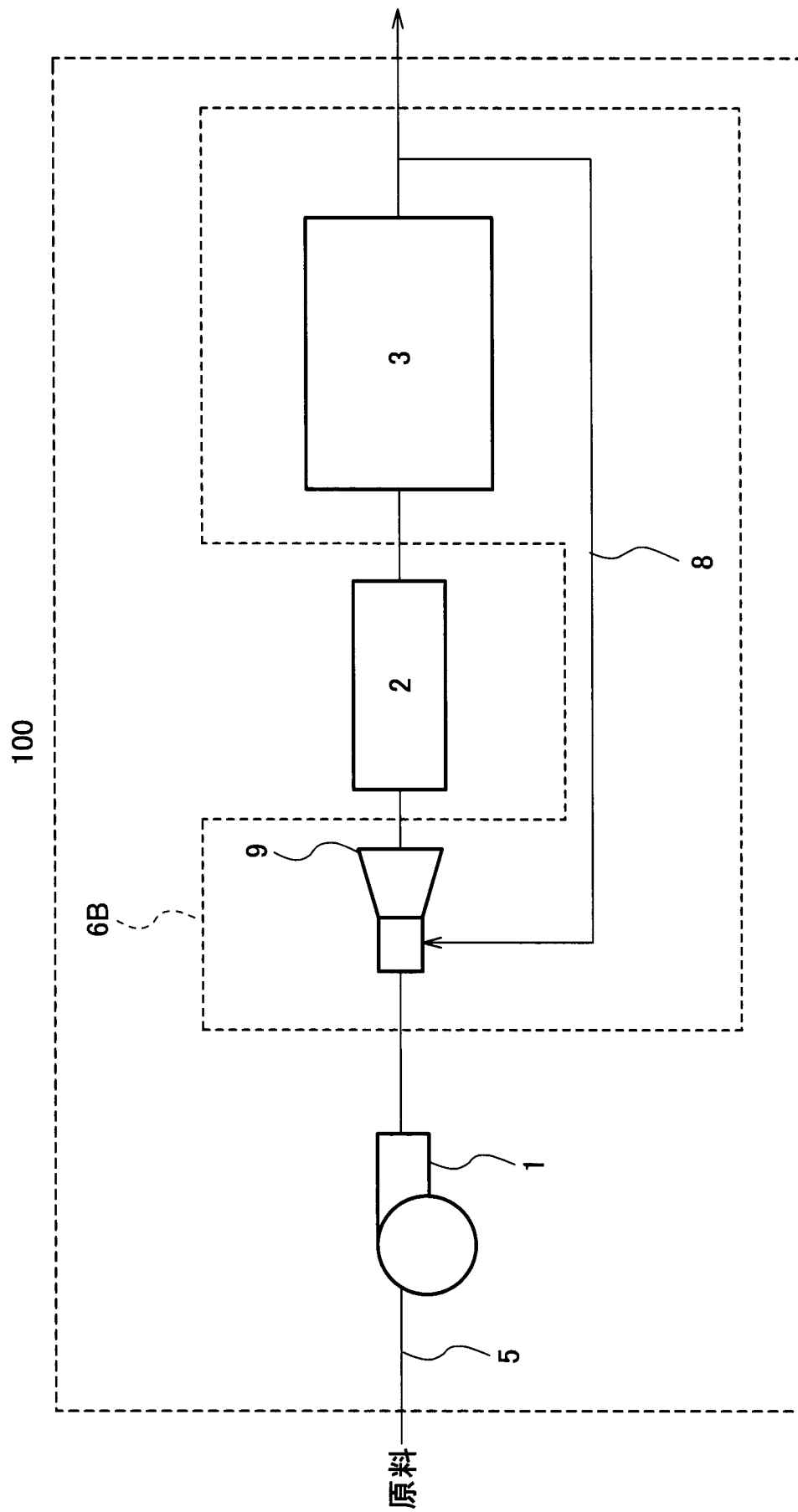
[図9]



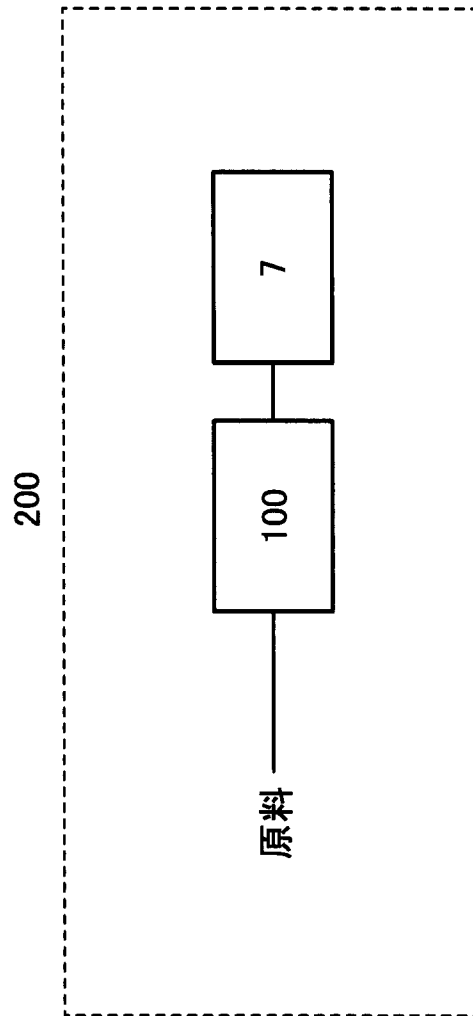
[図10]



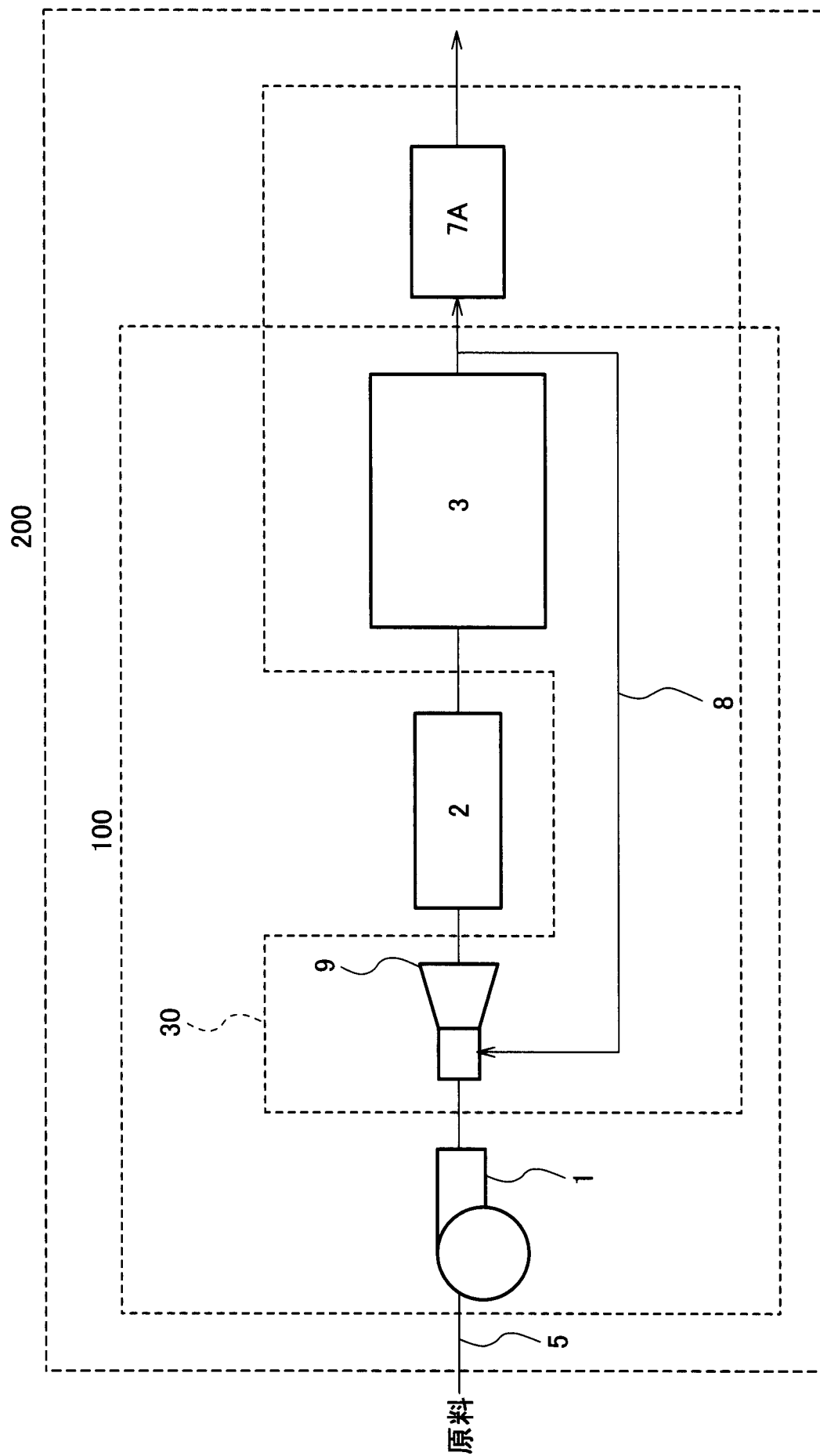
[図11]



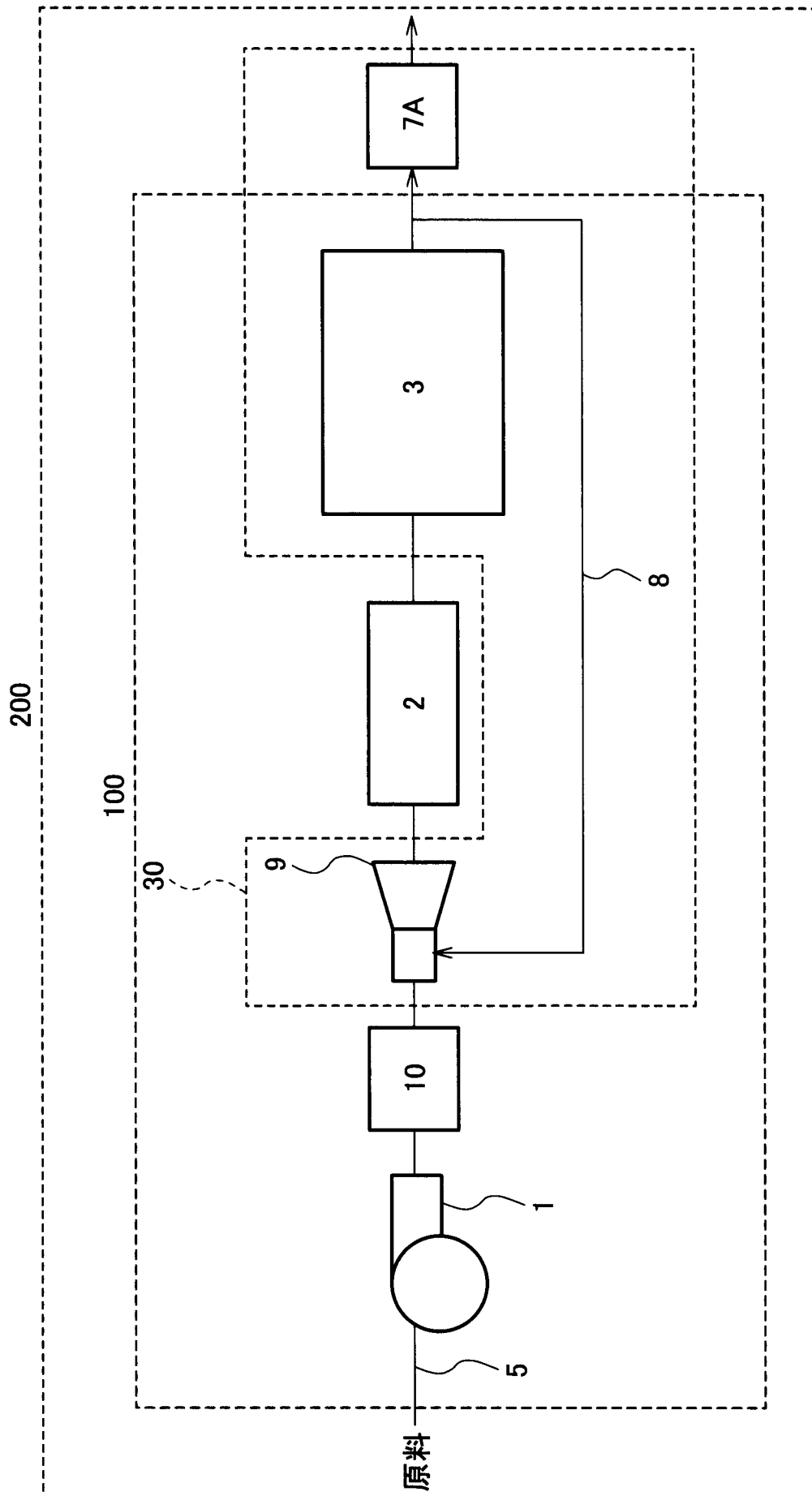
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C01B3/38(2006.01)i, H01M8/04(2006.01)i, H01M8/06(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C01B3/00-6/34, H01M8/04, H01M8/06, H01M8/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/164897 A1 (Panasonic Corp.), 06 December 2012 (06.12.2012), entire text (Family: none)	1-12
A	JP 2012-250876 A (Panasonic Corp.), 20 December 2012 (20.12.2012), entire text (Family: none)	1-12
A	JP 2011-251898 A (Panasonic Corp.), 15 December 2011 (15.12.2011), entire text & US 2012/0040256 A1 & US 2012/0178006 A1 & EP 2518012 A1 & EP 2518013 A1 & WO 2011/077752 A & WO 2011/077753 A & CN 102395523 A & CN 102574679 A	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 December, 2013 (04.12.13)

Date of mailing of the international search report
17 December, 2013 (17.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/006014

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/077753 A1 (Panasonic Corp.), 30 June 2011 (30.06.2011), entire text & JP 4832614 B & JP 2011-251898 A & US 2012/0040256 A1 & US 2012/0178006 A1 & EP 2518013 A1 & EP 2518012 A1 & WO 2011/077752 A & CN 102395523 A & CN 102574679 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C01B3/38(2006.01)i, H01M8/04(2006.01)i, H01M8/06(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C01B3/00-6/34, H01M8/04, H01M8/06, H01M8/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2012/164897 A1（パナソニック株式会社）2012.12.06, 全文（ファミリーなし）	1 - 1 2
A	JP 2012-250876 A（パナソニック株式会社）2012.12.20, 全文（ファミリーなし）	1 - 1 2
A	JP 2011-251898 A（パナソニック株式会社）2011.12.15, 全文 & US 2012/0040256 A1 & US 2012/0178006 A1 & EP 2518012 A1 & EP 2518013 A1 & WO 2011/077752 A & WO 2011/077753 A & CN 102395523 A & CN	1 - 1 2

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 4 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

廣野 知子

4 G

9 2 6 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	102574679 A WO 2011/077753 A1 (パナソニック株式会社) 2011.06.30, 全文 & JP 4832614 B & JP 2011-251898 A & US 2012/0040256 A1 & US2012/0178006 A1 & EP 2518013 A1 & EP 2518012 A1 & WO 2011/077752 A & CN 102395523 A & CN 102574679 A	1 - 1 2