

明 細 書

発明の名称： 空気調和システム及び空気調和方法

技術分野

[0001] 本発明は、空気調和システム及び空気調和方法に関する。本願は、2022年4月27日に、日本に出願された特願2022-073568号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 建築物環境衛生管理基準には、空気調和設備を設けている場合の居室においては、二酸化炭素の含有率を1,000ppm（体積基準。以下、本明細書において同じ。）以下にすることが定められている。このように、空気調和設備を設けている建築物の室内においては、室内の空気から二酸化炭素を除去する技術が望まれている。

[0003] 例えば、特許文献1には、二酸化炭素を含む処理対象空気をアミン担持固体吸収剤に吸収させる処理ゾーンと、吸収剤が吸収した二酸化炭素を再生用空気に脱離させる再生ゾーンとに区画されたロータを備え、処理ゾーンに供給される処理対象空気と再生ゾーンに供給される再生用空気とのエンタルピー差が特定の範囲になるように構成された空気調和システムが提案されている。特許文献1の発明によれば、室内の空気中の二酸化炭素を除去し、空気質を高めることが図られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2017-75715号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、二酸化炭素は、適切な方法で回収することにより、有価物の製造に利用することができる。特許文献1の技術では、除去した二酸化炭素を室外へ排出しており、二酸化炭素を有効利用することについては考慮されて

いない。

加えて、特許文献 1 の技術では、二酸化炭素が除去された室内の酸素濃度の減少については考慮されていない。

[0006] そこで、本発明は、建築物における空気調和システムにおいて、二酸化炭素を分離して回収し、回収した二酸化炭素を有効に利用しつつ、室内の酸素濃度を制御できる空気調和システム及び空気調和方法を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明は以下の態様を有する。

[1] 二酸化炭素を含む空気から前記二酸化炭素の一部又は全部を分離する二酸化炭素分離装置と、前記の分離された二酸化炭素を原料として炭化水素と酸素とを生成する電解還元装置と、前記電解還元装置で生成した前記酸素の一部又は全部を処理対象空間に供給する酸素供給量制御装置と、を有する、空気調和システム。

[2] 前記電解還元装置で生成した前記炭化水素の一部又は全部を原料としてエチレングリコールを生成するエチレングリコール製造装置をさらに有する、[1] に記載の空気調和システム。

[3] 前記酸素供給量制御装置が、前記電解還元装置で生成した前記酸素の一部を前記エチレングリコール製造装置に供給する第二酸素流量調節部をさらに有する、[2] に記載の空気調和システム。

[4] 前記エチレングリコール製造装置に供給される前記炭化水素の流量を調節する炭化水素量制御装置をさらに有する、[2] 又は [3] に記載の空気調和システム。

[5] 前記二酸化炭素を含む空気が、前記処理対象空間から排出された空気である、[1] ～ [4] のいずれかに記載の空気調和システム。

[6] 前記処理対象空間の内部の空気が、外部と遮断されている、[1] ～ [5] のいずれかに記載の空気調和システム。

[0008] [7] 二酸化炭素を含む空気から前記二酸化炭素の一部又は全部を分離する二酸化炭素分離工程と、前記の分離された二酸化炭素を原料として炭化水素

と酸素とを生成する電解還元工程と、前記電解還元工程で生成した前記酸素の一部又は全部を処理対象空間に供給する酸素供給量制御工程と、を有する、空気調和方法。

発明の効果

- [0009] 本発明の空気調和システム及び空気調和方法によれば、建築物における空気調和システムにおいて、二酸化炭素を分離して回収し、回収した二酸化炭素を有効に利用しつつ、室内の酸素濃度を制御できる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の一実施形態に係る空気調和システムを示す概略図である。
[図2]本発明の一実施形態に係る空気調和方法のフローを示す概略図である。

発明を実施するための形態

- [0011] 《空気調和システム》

本発明の空気調和システムは、二酸化炭素分離装置と、電解還元装置と、酸素供給量制御装置とを有する。

以下に、本発明の第一実施形態に係る空気調和システムについて、図1に基づき詳細に説明する。

- [0012] 図1に示すように、本実施形態の空気調和システム1は、処理対象空間10と、二酸化炭素分離装置20と、電解還元装置30と、酸素供給量制御装置40と、エチレングリコール製造装置50と、炭化水素量制御装置60と、二酸化炭素量制御装置70と、を有する。

- [0013] 処理対象空間10と二酸化炭素分離装置20とは、配管L1で接続されている。配管L1には、流量計F1、濃度計C1、開閉弁V1及びブロフB1が設けられている。二酸化炭素分離装置20と電解還元装置30とは、配管L2で接続されている。配管L2には、ブロフB2、流量計F2、開閉弁V2及び濃度計C2が設けられている。電解還元装置30とエチレングリコール製造装置50とは、配管L5で接続されている。配管L5には、炭化水素分離装置32、ブロフB5、流量計F5、炭化水素流量調節部V5及び濃度計C5が設けられている。

- [0014] 電解還元装置 30 には、配管 L 4 が接続され、配管 L 4 は、処理対象空間 10 と接続されている。配管 L 4 には、ブロワ B 4 と流量計 F 4 と第一酸素流量調節部 V 4 とが設けられている。二酸化炭素分離装置 20 には、配管 L 3 が接続され、配管 L 3 は、分岐 103 で配管 L 4 に接続されている。配管 L 4 に設けられた分岐 101 には配管 L 6 が接続され、エチレングリコール製造装置 50 と接続されている。配管 L 6 には、流量計 F 6 と第二酸素流量調節部 V 6 とが設けられている。濃度計 C 1 と第一酸素流量調節部 V 4 と流量計 F 4 とブロワ B 4 と流量計 F 6 と第二酸素流量調節部 V 6 とは、制御部 42 に電氣的に接続され、酸素供給量制御装置 40 を構成している。本明細書において、「電氣的に接続」とは、情報の送受信をできればよく、有線又は無線を問わないものとする。エチレングリコール製造装置 50 には、配管 L 8 が接続されている。配管 L 8 には、開閉弁 V 8 が設けられている。
- [0015] 電解還元装置 30 には、配管 L 7 が接続され、二酸化炭素分離装置 20 と接続されている。配管 L 7 には、濃度計 C 7 と開閉弁 V 7 とが設けられている。処理対象空間 10 には、配管 L 10 と配管 L 11 とが接続されている。配管 L 10 には、開閉弁 V 10 が設けられている。配管 L 11 には、開閉弁 V 11 が設けられている。配管 L 10 に設けられた分岐 104 には、配管 L 12 が接続され、配管 L 12 は、分岐 105 で配管 L 1 に接続されている。配管 L 12 には、流量計 F 12、濃度計 C 12 及び開閉弁 V 12 が設けられている。配管 L 3 に設けられた分岐 102 には、配管 L 13 が接続され、配管 L 13 は、分岐 106 で配管 L 11 に接続されている。配管 L 13 には、開閉弁 V 13 が設けられている。
- [0016] ブロワ B 5 と流量計 F 5 と炭化水素流量調節部 V 5 と濃度計 C 5 とは、制御部 62 に電氣的に接続され、炭化水素量制御装置 60 を構成している。流量計 F 1 と濃度計 C 1 と開閉弁 V 1 とブロワ B 1 とブロワ B 2 と流量計 F 2 と開閉弁 V 2 と濃度計 C 2 と開閉弁 V 3 と濃度計 C 7 と開閉弁 V 7 と開閉弁 V 10 と開閉弁 V 11 と流量計 F 12 と濃度計 C 12 と開閉弁 V 12 と開閉弁 V 13 と酸素供給量制御装置 40 と炭化水素量制御装置 60 とは、制御部

72に電氣的に接続され、二酸化炭素量制御装置70を構成している。

図中の矢印は、空気等の流体の移動方向を表す。また、空気等の流体の物質量を導出するのに必要な、流体の温度、湿度及び圧力は、必要に応じて適宜測定できるようにセンサー（不図示）等が設けられている。

[0017] <処理対象空間>

処理対象空間10は、酸素濃度が制御される室内の空間である。処理対象空間10としては、例えば、オフィス等の屋内で人が活動する居室等が挙げられる。処理対象空間10では、人が呼吸をすることで二酸化炭素の濃度が増大する。処理対象空間10では、人が呼吸をすることで酸素の濃度が低下する。

また、処理対象空間10内で、暖房器具等を用いて可燃性物質を燃焼し、居室空間の温度調整を実施する場合、処理対象空間10内の二酸化炭素の濃度は増大し、酸素の濃度は低下する。

[0018] <二酸化炭素分離装置>

二酸化炭素分離装置20は、二酸化炭素を含む空気から二酸化炭素の一部又は全部を分離する装置である。本明細書において、二酸化炭素分離装置20は、分離した二酸化炭素を廃棄するものではなく、回収して有効利用を図れる態様の装置であるものとする。

二酸化炭素分離装置20としては、例えば、空気中の二酸化炭素を吸脱着できる吸着剤を備える吸脱着装置、空気中の窒素を吸脱着できる吸着剤を備える吸脱着装置、空気中の酸素を吸脱着できる吸着剤を備える吸脱着装置、二酸化炭素を膜分離できる分離膜を備える膜分離装置等が挙げられ、特に限定されない。

[0019] 空気中の二酸化炭素を吸脱着できる吸着剤としては、例えば、ゼオライト、シリカゲル、活性炭、トリエタノールアミン、モノエタノールアミン等のアミンを担持した固体吸収剤、アミン系の弱塩基性陰イオン交換樹脂等が挙げられる。空気中の二酸化炭素を吸脱着できる吸着剤としては、ゼオライト、シリカゲル、活性炭が好ましく、ゼオライト、シリカゲルがより好ましい。

。

空気中の窒素を吸脱着できる吸着剤としては、例えば、リチウムを置換又は担持したゼオライト等が挙げられる。

空気中の酸素を吸脱着できる吸着剤としては、例えば、 SrFeO_x 、 BaFeO_x 、 SrNiO_x 、 SrCoO_x （ x は、いずれも構造中の酸素原子の数を表す）等のペロブスカイト型の吸着剤等が挙げられる。

二酸化炭素を膜分離できる分離膜としては、例えば、中空糸状の多孔質炭素繊維を支持体とする炭素膜等が挙げられる。

[0020] 二酸化炭素を脱着させる際は、温度差を利用した温度スイング吸着（TSA）の原理、圧力差を利用した圧力スイング吸着（PSA）の原理、二酸化炭素分離装置20の内部の圧力を100kPa以下に低下させて二酸化炭素を脱着させる真空スイング吸着（VSA）の原理のいずれを用いてもよい。

[0021] 本実施形態の二酸化炭素分離装置20は、処理対象空間10から排出された空気から二酸化炭素を分離する装置である。

処理対象空間10では、人が呼吸をすることで二酸化炭素の濃度が増大するため、二酸化炭素を分離する効率をより高められる。

二酸化炭素分離装置20は、処理対象空間10を介さず、配管L12を介して通流した空気から二酸化炭素を分離する態様であってもよい。

処理対象空間10を介さない空気としては、例えば、処理対象空間10以外の居室の空気や屋外の空気（大気）等が挙げられる。

[0022] <電解還元装置>

電解還元装置30は、二酸化炭素を原料として炭化水素と酸素とを生成する装置である。

電解還元装置30としては、例えば、特開2018-150596号公報に記載の電解装置、特開2019-44238号公報に記載の電解装置、国際公開第2022/049638号に記載の電解還元装置等が挙げられ、特に限定されない。

[0023] <酸素供給量制御装置>

酸素供給量制御装置 40 は、電解還元装置 30 で生成した酸素の一部又は全部を処理対象空間 10 に供給する装置である。

本実施形態の酸素供給量制御装置 40 は、制御部 42 と、濃度計 C1 と、ブロワ B4 と、流量計 F4 と、第一酸素流量調節部 V4 と、流量計 F6 と、第二酸素流量調節部 V6 とを有する。酸素供給量制御装置 40 では、濃度計 C1 で処理対象空間 10 の内部の酸素濃度及び流量計 F4 で配管 L4 を通流する酸素の流量をモニタリングし、第一酸素流量調節部 V4 の開度や、ブロワ B4 の出力値（電力あるいは周波数等）を調節しながら、電解還元装置 30 で生成した酸素の一部又は全部を処理対象空間 10 に供給する。

[0024] 酸素供給量制御装置 40 は、流量計 F6 で配管 L6 を通流する酸素の流量をモニタリングし、第二酸素流量調節部 V6 の開度や、ブロワ B4 の出力値（電力あるいは周波数等）を調節しながら、電解還元装置 30 で生成した酸素の一部をエチレングリコール製造装置 50 に供給することもできる。

[0025] <エチレングリコール製造装置>

エチレングリコール製造装置 50 は、電解還元装置 30 で生成した炭化水素の一部又は全部を原料として、エチレングリコールを生成する装置である。

エチレングリコール製造装置 50 としては、例えば、特開 2000-128814 号公報に記載の反応装置、特開 2000-143562 号公報、特開 2001-316308 号公報に記載の反応装置等が挙げられ、特に限定されない。

[0026] <炭化水素量制御装置>

炭化水素量制御装置 60 は、電解還元装置 30 で生成した炭化水素の一部又は全部をエチレングリコール製造装置 50 に供給する装置である。

本実施形態の炭化水素量制御装置 60 は、制御部 62 と、ブロワ B5 と、流量計 F5 と、炭化水素流量調節部 V5 と、濃度計 C5 とを有する。

炭化水素量制御装置 60 では、流量計 F5 で配管 L5 を通流する炭化水素の流量をモニタリングし、炭化水素流量調節部 V5 の開度や、ブロワ B5 の

出力値（電力あるいは周波数等）を調節しながら、電解還元装置 30 で生成した炭化水素の一部又は全部をエチレングリコール製造装置 50 に供給する。

炭化水素量制御装置 60 では、流量計 F 5 でモニタリングされたモニタリング値を、二酸化炭素量制御装置 70 に送ることが好ましい。二酸化炭素量制御装置 70 では、上記モニタリング値に応じて、各配管の開閉弁の開度等を調節できる。

[0027] <二酸化炭素量制御装置>

二酸化炭素量制御装置 70 は、二酸化炭素分離装置 20 から電解還元装置 30 に供給される二酸化炭素の量を制御する装置である。空気調和システム 1 は、二酸化炭素量制御装置 70 を有することで、二酸化炭素分離装置 20 から電解還元装置 30 に供給される二酸化炭素の量を最適化できる。

本実施形態の二酸化炭素量制御装置 70 は、制御部 72 と流量計 F 1 と濃度計 C 1 と開閉弁 V 1 とブロワ B 1 とブロワ B 2 と流量計 F 2 と開閉弁 V 2 と濃度計 C 2 と開閉弁 V 3 と濃度計 C 7 と開閉弁 V 7 と開閉弁 V 10 と開閉弁 V 11 と流量計 F 12 と濃度計 C 12 と開閉弁 V 12 と開閉弁 V 13 と酸素供給量制御装置 40 と炭化水素量制御装置 60 とを有する。

二酸化炭素量制御装置 70 では、流量計 F 5 でモニタリングされたモニタリング値及び濃度計 C 5 で測定された炭化水素濃度に基づいて、二酸化炭素分離装置 20 から電解還元装置 30 に供給される二酸化炭素の量を調節する。より具体的には、上記モニタリング値に基づいて、開閉弁 V 2 の開度や、ブロワ B 2 の出力値（電力あるいは周波数等）を調節しながら、電解還元装置 30 に二酸化炭素を供給する。

電解還元装置 30 での二酸化炭素の反応量は、二酸化炭素分離装置 20 から電解還元装置 30 に供給される二酸化炭素の供給量と、配管 L 7 を通流する二酸化炭素の濃度と、配管 L 5 を通流する炭化水素の流量と、配管 L 4 及び配管 L 6 を通流する酸素の流量とから、導出される。

二酸化炭素量制御装置 70 では、流量計 F 1 及び F 12 の流量値と、濃度

計C 1、C 3及びC 1 2の濃度の値とを測定しながら、開閉弁V 1、V 3、V 1 0、V 1 1、V 1 2及びV 1 3の開度や、ブロワB 1の出力値（電力あるいは周波数等）を調節しながら、電解還元装置3 0での二酸化炭素の反応量とバランスするのに必要な量の二酸化炭素を供給する。

[0028] 配管L 1としては、例えば、金属製又は樹脂製のダクト等が挙げられる。

配管L 2～配管L 7としては、例えば、配管L 1と同様のダクト等が挙げられる。

配管L 8としては、例えば、エチレングリコールを移送できるパイプライン等が挙げられる。

配管L 1 0、配管L 1 2としては、例えば、外気取入口を有するダクト等が挙げられる。

配管L 1 1、配管L 1 3としては、例えば、排気口を有するダクト等が挙げられる。

[0029] 開閉弁V 1としては、例えば、コンピュータ等で開閉を制御できる電磁弁等が挙げられる。

開閉弁V 2、V 3、V 7、V 8、V 1 0～V 1 3としては、例えば、開閉弁V 1と同様の電磁弁等が挙げられる。

第一酸素流量調節部V 4、第二酸素流量調節部V 6、炭化水素流量調節部V 5としては、例えば、開閉弁V 1と同様の電磁弁等が挙げられる。

[0030] ブロワB 1としては、例えば、羽根車の回転運動によって気体にエネルギーを与える送風機等が挙げられる。

ブロワB 2、B 4、B 5としては、例えば、ブロワB 1と同様の送風機等が挙げられる。

[0031] 流量計F 1としては、例えば、空気の流量を測定できる気体流量計等が挙げられる。

流量計F 2、F 4～F 6、F 1 2としては、例えば、流量計F 1と同様の気体流量計等が挙げられる。

[0032] 濃度計C 1としては、例えば、酸素濃度、二酸化炭素濃度、炭化水素濃度

等を測定できる濃度センサ等が挙げられる。

濃度計 C 2、C 3、C 5、C 7、C 1 2 としては、例えば、濃度計 C 1 と同様の濃度センサ等が挙げられる。

[0033] 炭化水素分離装置 3 2 としては、例えば、炭化水素を選択的に分離できる蒸留装置等が挙げられる。

[0034] 制御部 4 2 としては、例えば、第一酸素流量調節部 V 4 及び第二酸素流量調節部 V 6 の開度や、ブロワ B 4 の出力値を制御できるコンピュータ等が挙げられる。

制御部 6 2 としては、例えば、炭化水素流量調節部 V 5 の開度や、ブロワ B 5 の出力値を制御できるコンピュータ等が挙げられる。

制御部 7 2 としては、例えば、開閉弁 V 1、V 3、V 1 0、V 1 1、V 1 2 及び V 1 3 の開度や、ブロワ B 1 及び B 2 の出力値を制御できるコンピュータ等が挙げられる。

[0035] ≪空気調和方法≫

本発明の空気調和方法は、図 2 に示すように、二酸化炭素分離工程 (S 1) と、電解還元工程 (S 2) と、酸素供給量制御工程 (S 3) とを有する。

本実施形態の空気調和方法について、空気調和システム 1 を利用した空気調和方法を例にして説明する。

各工程について、以下に、図 1 に基づき詳細に説明する。

[0036] まず、開閉弁 V 1 0 ~ V 1 2 を閉として、開閉弁 V 1 を開とする。

ブロワ B 1 を稼働することで、処理対象空間 1 0 の内部の空気は、処理対象空気として、配管 L 1 を通流して二酸化炭素分離装置 2 0 に流入する。

開閉弁 V 1 を閉とし、開閉弁 V 1 2 を開とすることで、大気を二酸化炭素分離装置 2 0 に供給することもできる。例えば、夜間等、処理対象空間 1 0 に人がいない場合であっても、大気を二酸化炭素分離装置 2 0 に供給することで、大気中の二酸化炭素を分離して、回収することが可能である。

[0037] 処理対象空気における二酸化炭素の濃度は、例えば、1 0 0 ~ 5, 0 0 0 p p m が好ましく、2 0 0 ~ 4, 0 0 0 p p m がより好ましく、3 0 0 ~ 3

、000ppmがさらに好ましく、400～2,000ppmがさらに好ましく、500～1,500ppmが特に好ましく、600～1,000ppmが最も好ましい。処理対象空気における二酸化炭素の濃度が上記下限値以上であると、より高濃度の二酸化炭素を電解還元装置30へと供給できる。処理対象空気における二酸化炭素の濃度が上記上限値以下であると、二酸化炭素を分離した後の空気（処理済空気）に含まれる二酸化炭素の濃度をより低減できる。

[0038] <二酸化炭素分離工程>

二酸化炭素分離工程（S1）は、二酸化炭素を含む空気（処理対象空気）から二酸化炭素の一部又は全部を分離する工程である。

本実施形態においては、処理対象空気を二酸化炭素分離装置20に供給し、二酸化炭素分離装置20で二酸化炭素を分離する。

[0039] 二酸化炭素分離装置20が吸脱着装置である場合、処理対象空気を吸着剤に接触させ、処理対象空気中の二酸化炭素、窒素及び酸素のいずれかを吸着剤に吸着させる。

本工程で二酸化炭素を吸着する場合、二酸化炭素の一部又は全部が除かれた処理済空気を、開閉弁V3を開とし、配管L3、分岐103、配管L4を流通させて、処理対象空間10に供給する。二酸化炭素が吸着した吸着剤から二酸化炭素を脱着させることで、脱着した二酸化炭素（二酸化炭素リッチな気体）を電解還元装置30へと供給できる。

[0040] 本工程で窒素を吸着する場合、窒素の一部又は全部が除かれ、相対的に酸素濃度が高められた気体（酸素リッチな気体）が得られる。酸素リッチな気体をさらに吸着剤に接触させて、酸素の一部又は全部を吸着剤に吸着させる。酸素の一部又は全部が除かれ、相対的に二酸化炭素濃度が高められた気体（二酸化炭素リッチな気体）を電解還元装置30に供給する。

吸着剤に吸着された窒素を脱着することで、窒素リッチな気体を得られる。窒素リッチな気体は、窒素として回収してもよく、開閉弁V3を閉、開閉弁V13を開とし、配管L3、分岐102、配管L13、分岐106、配管

L 1 1 を通流させて、屋外に排出してもよい。

吸着剤に吸着された酸素を脱着することで、酸素リッチな気体を得られる。酸素リッチな気体は、開閉弁 V 3 を開とし、配管 L 3、分岐 1 0 3、配管 L 4 を通流させて、処理対象空間 1 0 に供給されてもよく、エチレングリコール製造装置 5 0 に供給されてもよい。

窒素リッチな気体と酸素リッチな気体とをそれぞれ混合して、処理済空気として処理対象空間 1 0 に供給してもよい。

[0041] 二酸化炭素分離装置 2 0 が膜分離装置である場合、処理対象空気を分離膜に通流させ、処理対象中の二酸化炭素の一部又は全部を分離する。分離された二酸化炭素（二酸化炭素リッチな気体）は、電解還元装置 3 0 に供給される。二酸化炭素の一部又は全部が除かれた処理済空気は、処理対象空間 1 0 に供給される。

例えば、夜間等、処理対象空間 1 0 をバイパスし、配管 L 1 2 を通流させて、大気（外気）を二酸化炭素分離装置 2 0 に直接供給する場合、処理済空気は、開閉弁 V 1 3 を開とし、配管 L 3、分岐 1 0 2、配管 L 1 3、分岐 1 0 6、配管 L 1 1 を通流させて、屋外に排出されてもよい。

[0042] 分離された二酸化炭素（二酸化炭素リッチな気体）は、開閉弁 V 2 を開とし、ブロワ B 2 を稼働することで、配管 L 2 を通流して電解還元装置 3 0 に流入する。

[0043] 二酸化炭素リッチな気体における二酸化炭素の濃度は、例えば、1, 0 0 0 p p m 以上であってよく、1, 0 0 0 ~ 7 5 0, 0 0 0 p p m、1, 0 0 0 ~ 5 0 0, 0 0 0 p p m、1, 0 0 0 ~ 2 5 0, 0 0 0 p p m、1, 0 0 0 ~ 1 0 0, 0 0 0 p p m、が好ましく、1, 0 0 0 ~ 1 0, 0 0 0 p p m がより好ましく、2, 0 0 0 ~ 1 0, 0 0 0 p p m がさらに好ましく、2, 0 0 0 ~ 5, 0 0 0 p p m が特に好ましい。二酸化炭素リッチな気体における二酸化炭素の濃度が上記下限値以上であると、より多くの二酸化炭素を電解還元装置 3 0 に供給できる。二酸化炭素リッチな気体における二酸化炭素の濃度が上記上限値以下であると、管理がより容易になる。

二酸化炭素リッチな気体における二酸化炭素の濃度は、吸着剤の種類、量、分離膜の種類、形状、二酸化炭素分離装置 20 の内部の圧力、二酸化炭素分離装置 20 の内部の温度、及びこれらの組合せにより調節できる。

二酸化炭素リッチな気体における二酸化炭素の濃度は、例えば、濃度計 C2 で測定できる。

[0044] 二酸化炭素が分離された処理済空気は、開閉弁 V3 を開とすることで、配管 L3 を通流して処理対象空間 10 に流入する。

処理済空気における二酸化炭素濃度は、例えば、1,000 ppm 以下が好ましく、800 ppm 以下がより好ましく、500 ppm 以下がさらに好ましい。処理済空気における二酸化炭素濃度が上記上限値以下であると、建築物環境衛生管理基準を満たす二酸化炭素濃度にでき、より清浄な空気を処理対象空間 10 に供給できる。処理済空気における二酸化炭素濃度の下限値は、特に限定されないが、実質的には 10 ppm であり、0 ppm であってもよい。

[0045] <電解還元工程>

電解還元工程 (S2) は、分離された二酸化炭素を原料として、炭化水素と酸素とを生成する工程である。本実施形態においては、二酸化炭素分離工程で分離された二酸化炭素を電解還元装置 30 に供給し、電解還元装置 30 で電解還元処理を施す。

生成される炭化水素としては、例えば、メタン、エタン、エチレン等が挙げられる。エチレングリコールの原料となることから、炭化水素としては、メタン、エチレンが好ましく、エチレンがより好ましい。

[0046] 電解還元工程では、分離された二酸化炭素を高濃度化させる富化操作を行うことが好ましい。富化操作としては、例えば、電気化学的な処理を施す方法が挙げられる。

電解還元工程が富化操作を有することで、後述する炭化水素を得る反応の効率をより高められる。

[0047] 電解還元工程では、例えば、二酸化炭素と水とをカソード電極に供給する

ことで、二酸化炭素が還元され、炭化水素が得られる。カソード電極の構造としては、ガス拡散電極等が好ましい。

この際、副生成物として、カソード電極から酸素が生成する。生成した酸素は、配管 L 4 へと流入する。

得られた炭化水素は、炭化水素分離装置 3 2 を経て、炭化水素流量調節部 V 5 を開とし、ブロワ B 5 を稼働することで、配管 L 5 を通流し、エチレングリコール製造装置 5 0 へと流入する。

[0048] <酸素供給量制御工程>

酸素供給量制御工程 (S 3) は、電解還元工程で得られた酸素の一部又は全部を処理対象空間 1 0 に供給する工程である。本実施形態においては、酸素供給量制御装置 4 0 によって、流量計 F 4 で酸素の流量をモニタリングし、第一酸素流量調節部 V 4 の開度や、ブロワ B 4 の出力値 (電力あるいは周波数等) を調節しながら、処理対象空間 1 0 に供給する酸素の流量を制御する。配管 L 4 に流入した酸素は、酸素供給量制御装置 4 0 によって、その流量を制御されつつ、処理対象空間 1 0 に供給される。

[0049] 処理対象空間 1 0 では、人が呼吸をすることで酸素の濃度が低下する。酸素供給量制御工程で処理対象空間 1 0 に酸素を供給することで、処理対象空間 1 0 内の酸素濃度が一定に保たれる。

処理対象空間 1 0 内の酸素濃度は、人体への影響を考慮して、例えば、19 体積%以上が好ましく、20 体積%以上がより好ましく、21 体積%以上がさらに好ましい。

処理対象空間 1 0 内の酸素濃度は、例えば、処理対象空間 1 0 内に設けた酸素濃度計 (不図示) 等を用いて測定することができる。処理対象空間 1 0 内の酸素濃度は、酸素供給量制御装置 4 0 や二酸化炭素量制御装置 7 0 を用いてモニタリングする態様であってもよい。

処理対象空間 1 0 内の酸素濃度を酸素供給量制御装置 4 0 等でモニタリングすることによって、処理対象空間 1 0 への酸素供給量と処理対象空間 1 0 への処理済空気の供給量とを調節できる。

[0050] 電解還元工程で得られた酸素の一部は、第一酸素流量調節部V 4 を閉、第二酸素流量調節部V 6 を開とし、ブロワB 4 を稼働することで、配管L 6 を通流し、エチレングリコール製造装置5 0へと供給されてもよい。

エチレングリコール製造装置5 0へと供給される酸素の流量は、流量計F 6でモニタリングし、第二酸素流量調節部V 6の開度や、ブロワB 4の出力値（電力あるいは周波数等）を調節することで、酸素供給量制御装置4 0によって制御できる。

エチレングリコール製造装置5 0に酸素を供給することで、エチレングリコールの原料となるエチレンオキシドを生成できる。

[0051] <エチレングリコール製造工程>

エチレングリコール製造工程は、電解還元工程で生成した炭化水素の一部又は全部を原料として、エチレングリコールを生成する工程である。本実施形態においては、電解還元工程で得られた炭化水素の一部又は全部をエチレングリコール製造装置5 0に供給し、エチレングリコール製造装置5 0でエチレングリコールを生成する。

[0052] エチレングリコール製造工程では、まず、炭化水素を精製してエチレンを得る。次に、アルミナ担体に銀を担持させた銀触媒の存在下で、エチレンと酸素とを反応させてエチレンオキサイドを得る。

ここで、エチレンと反応させる酸素は、電解還元工程で得られた酸素でもよく、外部から供給される酸素でもよい。エネルギー効率を高める観点から、エチレンと反応させる酸素としては、電解還元工程で得られた酸素が好ましい。

また、エチレンの酸化反応を抑制するために、希釈剤としてメタンを加えてもよい。希釈剤として加えるメタンは、外部から供給されてもよく、電解還元工程で得られるメタンであってもよい。エネルギー効率を高める観点から、希釈剤として加えるメタンとしては、電解還元工程で得られるメタンが好ましい。

[0053] 得られたエチレンオキサイドからエチレングリコールを得る方法としては

、特に限定されず、公知の方法を用いることができる。エチレングリコールを得る方法としては、例えば、無触媒の液相水和反応を用いる方法や、触媒を用いてエチレンカーボネートを生成してからエチレングリコールを得る方法等が挙げられる。

触媒としては、例えば、アルカリ金属のヨウ化物や臭化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、ハロゲン化有機ホスホニウム塩、アルカリ金属の炭酸塩、又はこれらを併用したもの等が挙げられる。

得られたエチレングリコールは、精製された後、開閉弁V8を開とすることで、配管L8を通流して、外部へと移送される。

[0054] エチレングリコールは、エチレンに比べて安全性が高く、保管や貯蔵に適している。

エチレングリコールは、ポリエチレンテレフタレート（PET）や、ポリエチレンナフタレート（PEN）の原料として有用である。

[0055] 開閉弁V10を開とすることで、外部の空気を配管L10に通流させ、処理対象空間10に供給してもよい。

開閉弁V11を開とすることで、処理対象空間10内の空気を配管L11に通流させ、外部に排出してもよい。

しかし、エネルギーの大幅な削減が可能であることから、開閉弁V10及び開閉弁V11を閉とし、処理対象空間10の内部の空気が、外部と遮断されていることが好ましい。

ここで、「外部と遮断」とは、処理対象空間10が、外気との交換口を有しないことをいう。本実施形態では、処理対象空間10に接続された配管L10及び配管L11が外気との交換口となる。しかし、開閉弁V10及びV11をともに閉とすることで、処理対象空間10の内部の空気が外部と遮断され、「外気との交換口を有しない」状態となる。

外気との交換口を有しない処理対象空間に本実施形態の空気調和システムを適用することで、例えば、宇宙ステーションや潜水艦、核シェルター等の外部と閉鎖された空間においても、空間内の酸素濃度を一定に保つことが可

能になる。

[0056] 以上説明したように、本実施形態の空気調和システムによれば、外気及び処理対象空間内の空気から二酸化炭素を分離できる。このため、二酸化炭素の濃度を低減した空気を処理対象空間に供給できる。

本実施形態の空気調和システムによれば、分離した二酸化炭素から炭化水素を生成できる。このため、分離した二酸化炭素を炭素源等のエネルギー源や基礎化学品の原料として有効利用できる。

本実施形態の空気調和システムによれば、電解還元装置で生成した酸素を処理対象空間に供給できるため、処理対象空間内の酸素濃度を制御できる。このため、処理対象空間に供給する空気を外気に頼らなくてもよい。その結果、空調負荷の4割を占めると言われる外気負荷を低減できる。

本実施形態の空気調和システムによれば、空調負荷を低減できるため、空調コストを削減でき、空調にかかるエネルギーを低減できる。このため、発電所における二酸化炭素の排出量の削減につながる。

本実施形態の空気調和システムによれば、外気の二酸化炭素を分離し、直接回収できるため、広く活用されれば、地球全体の二酸化炭素の削減につながる。加えて、外気の二酸化炭素を分離し、直接回収できるため、屋内排気のみから二酸化炭素を吸収していた従来技術に比べ、多量かつ安定的に二酸化炭素を回収できる。

本実施形態の空気調和システム又は空気調和方法により分離された二酸化炭素は、工業的な利用に必要な量を安定的に供給できる。このため、分離された二酸化炭素は、人工光合成等の化学工学プロセスによる、一酸化炭素、メタン、メタノール及びギ酸等のC1化合物の合成の材料、エタン、エチレン及びエタノール等のC2化合物の合成の材料、又は、プロピレン、ブテン等のオレフィン系化合物の合成の材料として、好適である。

本実施形態の空気調和システムによれば、生成した炭化水素から、安全で有用性の高いエチレングリコールを得ることができる。

このように、本発明の技術は、地球環境に有益な技術である。

[0057] 以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明に係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変更が可能である。

[0058] 上述の実施形態では、処理対象空間から排出された空気を処理対象空気としているが、屋外の空気を処理対象空気としてもよい。屋外の空気を処理対象空気とすることで、電解還元装置に連続的に二酸化炭素を供給できる。

屋外の空気を処理対象空気とすることで、大気中の二酸化炭素濃度を低減できる。

上述の実施形態では、処理対象空間は1つであるが、処理対象空間は2つ以上であってもよい。処理対象空間の数を増やすことで、より多くの二酸化炭素を分離し、回収することが可能となる。その結果、得られる炭化水素の生産量をより高められる。

例えば、処理対象空間を2以上のフロアに備えるビル等の建築物にも本発明の空気調和システムを適用できる。複数のビルに本発明の空気調和システムを適用することで、地域冷暖房システム供給街区の実現を可能にできる。

配管、流量計、開閉弁、濃度計、ブロワ等の数や設置位置は、上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内において、任意の数を任意の位置に設置できる。

[0059] 2015年9月の国連サミットにおいて採択された17の国際目標として、「持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals：SDGs）」がある。一実施形態に係る空気調和システムは、このSDGsの17の目標のうち、例えば、「7. エネルギーをみんなにそしてクリーンに」の目標などの達成に貢献し得る。

符号の説明

[0060] 1…空気調和システム、10…処理対象空間、20…二酸化炭素分離装置、30…電解還元装置、32…炭化水素分離装置、40…酸素供給量制御装置、42，62，72…制御部、50…エチレングリコール製造装置、60…炭化水素量制御装置、70…二酸化炭素量制御装置、V1，V2，V3，V

7, V 8, V 1 0, V 1 1, V 1 2, V 1 3 …開閉弁、V 4 …第一酸素流量調節部、V 5 …炭化水素流量調節部、V 6 …第二酸素流量調節部、L 1 ～L 8, L 1 0 ～L 1 3 …配管、F 1, F 2, F 4 ～F 6, F 1 2 …流量計、C 1, C 2, C 3, C 5, C 7, C 1 2 …濃度計、B 1, B 2, B 4, B 5 …ブローフ、1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 1 0 4, 1 0 5, 1 0 6 …分岐

請求の範囲

- [請求項1] 二酸化炭素を含む空気から前記二酸化炭素の一部又は全部を分離する二酸化炭素分離装置と、
前記の分離された二酸化炭素を原料として炭化水素と酸素とを生成する電解還元装置と、
前記電解還元装置で生成した前記酸素の一部又は全部を処理対象空間に供給する酸素供給量制御装置と、を有する、空気調和システム。
- [請求項2] 前記電解還元装置で生成した前記炭化水素の一部又は全部を原料としてエチレングリコールを生成するエチレングリコール製造装置をさらに有する、請求項1に記載の空気調和システム。
- [請求項3] 前記酸素供給量制御装置が、前記電解還元装置で生成した前記酸素の一部を前記エチレングリコール製造装置に供給する第二酸素流量調節部をさらに有する、請求項2に記載の空気調和システム。
- [請求項4] 前記エチレングリコール製造装置に供給される前記炭化水素の流量を調節する炭化水素量制御装置をさらに有する、請求項2又は3に記載の空気調和システム。
- [請求項5] 前記二酸化炭素を含む空気が、前記処理対象空間から排出された空気である、請求項1又は2に記載の空気調和システム。
- [請求項6] 前記処理対象空間の内部の空気が、外部と遮断されている、請求項1又は2に記載の空気調和システム。
- [請求項7] 二酸化炭素を含む空気から前記二酸化炭素の一部又は全部を分離する二酸化炭素分離工程と、
前記の分離された二酸化炭素を原料として炭化水素と酸素とを生成する電解還元工程と、
前記電解還元工程で生成した前記酸素の一部又は全部を処理対象空間に供給する酸素供給量制御工程と、を有する、空気調和方法。