

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6179915号
(P6179915)

(45) 発行日 平成29年8月16日(2017.8.16)

(24) 登録日 平成29年7月28日(2017.7.28)

(51) Int.Cl.	F 1
AO 1 G 7/02 (2006.01)	AO 1 G 7/02
AO 1 G 9/18 (2006.01)	AO 1 G 9/18
BO 1 D 53/62 (2006.01)	BO 1 D 53/62

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2012-200204 (P2012-200204)
(22) 出願日	平成24年9月12日 (2012.9.12)
(65) 公開番号	特開2013-74887 (P2013-74887A)
(43) 公開日	平成25年4月25日 (2013.4.25)
審査請求日	平成27年9月4日 (2015.9.4)
(31) 優先権主張番号	特願2011-199050 (P2011-199050)
(32) 優先日	平成23年9月13日 (2011.9.13)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(出願人による申告) 平成22年度 農林水産省 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業委託事業「加温機排気中のCO₂の効率的回収貯留システムとその園芸作物への活用技術の開発」委託研究 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(73) 特許権者	301021533 国立研究開発法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(73) 特許権者	000225142 奈良県 奈良県奈良市登大路町30番地
(73) 特許権者	501203344 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合 研究機構 茨城県つくば市観音台3-1-1
(73) 特許権者	000000284 大阪瓦斯株式会社 大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃焼排ガス中の二酸化炭素を利用した園芸用施設への二酸化炭素供給装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

二酸化炭素の濃度差によって吸脱着が可能な二酸化炭素吸着剤を用いた二酸化炭素の回収・貯留手段と、

該二酸化炭素の回収・貯留手段に、燃焼排ガスを送ることにより該燃焼排ガス中の二酸化炭素を吸着させる手段と、

前記の二酸化炭素を吸着した二酸化炭素の回収・貯留手段に、外気を送ることにより、吸着した二酸化炭素を脱着させ、該脱着した二酸化炭素を含む外気を園芸用施設内に放出させる手段と、

を備えることを特徴とする園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

10

【請求項2】

前記の二酸化炭素を吸着させる手段に送り込む燃焼排ガスを除湿する手段、及び前記の吸着した二酸化炭素を脱着させる手段に送り込む外気を除湿する手段を備えていることを特徴とする請求項1に記載の園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

【請求項3】

前記燃焼排ガス中の硫黄酸化物を植物の成長に影響を及ぼさない濃度以下にする手段及び前記燃焼排ガス中の窒素酸化物を植物の成長に影響を及ぼさない濃度以下にする手段を備え、これらの手段により処理された燃焼排ガスを、前記二酸化炭素の回収・貯留手段に送ることを特徴とする請求項1又は2に記載の園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

【請求項4】

20

園芸用施設内に二酸化炭素モニターを設け、園芸用施設内の二酸化炭素濃度が設定下限値を下回った場合に、前記外気を前記の二酸化炭素の回収・貯留手段に送り込み、園芸用施設内の二酸化炭素濃度が設定上限値を上回った場合に、前記外気を前記の二酸化炭素の回収・貯留手段に送り込むことを停止することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、施設園芸用の温室に燃焼排ガスから回収した二酸化炭素を利用することにより、園芸作物の収率および品質の向上を可能とする、園芸用施設への二酸化炭素供給装置に関するものである。 10

【背景技術】

【0002】

イチゴやバラなどの園芸作物においては、温度管理などの観点から一般に温室等の施設内で栽培されている。また、冬季の栽培においては、夜間温室内の温度が作物の生育に影響を与える温度以下とならないように、加温機を用いて温室内を暖めている。この加温機は、重油や灯油などを燃焼させることにより得られた熱を、温風として送るシステムとなつている。 20

【0003】

また、昼間には、園芸作物の収率および品質の向上のため、作物の成長に必要な二酸化炭素を施用する技術が開発されており（特許文献 1）、温室内の二酸化炭素濃度を高めるための二酸化炭素施用装置が普及している。この場合の二酸化炭素施用装置も、前記加温機の場合と同様に重油や灯油を燃焼させ、燃焼ガス中の二酸化炭素を温室内に供給し、光合成を促進している（特許文献 2、3）。 30

【0004】

上記のように、冬季の園芸作物の栽培においては、昼間は光合成促進用に夜間は加温用にボイラーにて重油や灯油を燃焼させている。昼間も夜間もボイラーにて燃焼させているが、昼間に必要なのは二酸化炭素であり熱は必要なく、夜間に必要なのは熱であり二酸化炭素は不要ない。それゆえ、夜間に温室内を暖める目的で燃焼させた排ガスから二酸化炭素を回収・貯留しておき、それを昼間に温室内へ供給することができれば、昼間ボイラーにて燃焼させる必要はなくなり、省エネルギーの促進・地球温暖化抑制という大きな効果が得られる。そのような背景から、夜間加温のために燃焼させた排ガスから二酸化炭素を回収し、回収した二酸化炭素を昼間に施用する技術が開発されている（特許文献 4）。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 7 - 184478 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 153459 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 213414 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 340683 号公報

【特許文献 5】特開 2012 - 16322 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら上記特許文献 4 に記載の方法における燃焼ガスからの二酸化炭素回収においては、二酸化炭素吸着剤としてリチウム複合酸化物 (Li_4SiO_4) を用いており、吸着した二酸化炭素を放出するにあたっては 650 ℃以上に加熱しなければならず、かなりの電力を必要とするという問題点があった。 50

【0007】

二酸化炭素の吸着剤には、上記の方法のように熱をかけることによって吸着した二酸化炭素を放出させる化学吸収法以外に、圧力を低減させることによって二酸化炭素を放出させる物理吸着法（圧力スイング法）、二酸化炭素を選択的に分離させる膜分離法の3種類が重要な技術として挙げられる。

この中で、膜分離法は、エネルギー的に最も小さいとされるが、少量の分離精製には対応可能であるものの燃焼排ガスを効率的に分離するだけの大きさの膜の開発には至っていない。

【0008】

本発明者は、このような事情に鑑み、燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収するにあたって、熱源を必要としない圧力スイング（PSA）法を用いて、燃焼ガスから二酸化炭素を回収・濃縮し、濃縮した二酸化炭素を貯留させ、温室内の二酸化炭素濃度が低下した際に迅速に貯留した二酸化炭素を放出することにより、昼間においてはほとんど電力を使用せずに二酸化炭素を供給することのできる、施設園芸用の二酸化炭素供給施用装置を提案している（上記特許文献5参照）。

【0009】

図2は、上記特許文献5で提案している装置の概念図である。

図中、11は灯油燃焼式加温機、12は熱交換器および硫黄酸化物除去装置、13は強制排気用送風ファン、14は窒素酸化物除去装置、15は二酸化炭素回収・濃縮装置、16は圧縮用コンプレッサー、17は貯留タンク、18は放出用コントロールバルブ、19は二酸化炭素モニター、20は窒素成分再利用システム、をそれぞれ示しており、該図に示すとおり、15の二酸化炭素濃縮・回収装置で、吸着させた二酸化炭素を真空ポンプにて脱着させ、濃縮・回収した二酸化炭素を、次に16の圧縮用コンプレッサーにて加圧させ、17の貯留タンクに送り込むというシステムである。

【0010】

このように、該圧力スイング(PSA)法を用いた場合には、二酸化炭素回収・濃縮にて真空引きにより二酸化炭素を濃縮し、さらに二酸化炭素圧縮・貯留工程にて加圧することにより二酸化炭素を貯留するため、真空ポンプ、コンプレッサーが必要であり、さらに加温機が断続的な運転を行う場合、15と16の間にガスバックを設置することが必要となり、排ガスの発生が連続的でない条件下では圧力スイング法には適さないという問題点があった。

さらに圧力スイング法では、二酸化炭素濃度が10vol%程度のガスを大気圧下にて吸着させ、それを0.10気圧程度まで真空引きすることにより脱着させても、吸着量の半分程度しか回収できないという回収量においての問題があった。

【0011】

本発明は、以上のような事情に鑑みてなされたものであって、燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収するにあたって、熱源を必要としないばかりでなく、物理吸着法において一般的に用いられる圧力を変動させることなく、燃焼ガスから二酸化炭素を回収・貯留し、温室内の二酸化炭素濃度が低下した際に貯留した二酸化炭素を放出することにより、二酸化炭素を供給することのできる、施設園芸用の二酸化炭素供給施用装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者等は、上記目的を達成すべく、燃焼排ガスと外気の二酸化炭素濃度の差を利用した物理吸着法により、圧力を変動させることなく、燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収・貯留し、温室内の二酸化炭素濃度が低下した際に貯留した二酸化炭素を放出するシステムを用いることを検討した。そして、さらに鋭意検討を重ねた結果、夜間は高活性炭素纖維による触媒機能等を用いて硫黄酸化物および窒素酸化物を取り除くとともに排ガスからの水分も取り除いた後、物理吸着法により燃焼排ガスから二酸化炭素の回収・貯留を行い、昼間は温室内の二酸化炭素濃度が規定値より下回った際に、センサーからの信号により外

10

20

30

40

50

気を導入し、除湿を施した後二酸化炭素を回収・貯留しているタンクから二酸化炭素を含む空気を供給することができることを見いだし、夜間回収した二酸化炭素を翌朝以降に供給することのできる本発明を完成するに至った。

【0013】

すなわち、上記課題を解決するための本発明は、以下のとおりである。

[1] 二酸化炭素の濃度差によって吸脱着が可能な二酸化炭素吸着剤を用いた二酸化炭素の回収・貯留手段と、

前記二酸化炭素の回収・貯留手段に、燃焼排ガスを送ることにより該燃焼排ガス中の二酸化炭素を吸着させる手段と、

前記の二酸化炭素を吸着した二酸化炭素の回収・貯留手段に、外気を送ることにより、吸着した二酸化炭素を脱着させ、該脱着した二酸化炭素を含む外気を園芸用施設内に放出させる手段と、

を備えることを特徴とする園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

[2] 前記の二酸化炭素を吸着させる手段に送り込む燃焼排ガスを除湿する手段、及び前記の二酸化炭素の回収・貯留手段に送り込む大気を除湿する手段を備えていることを特徴とする[1]に記載の園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

[3] 前記燃焼排ガス中の硫黄酸化物を植物の成長に影響を及ぼさない濃度以下にする手段及び前記燃焼排ガス中の窒素酸化物を植物の成長に影響を及ぼさない濃度以下にする手段を備え、これらの手段により処理された燃焼排ガスを、前記二酸化炭素の回収・貯留手段に送ることを特徴とする[1]又は[2]に記載の園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

[4] 園芸用施設内に二酸化炭素モニターを設け、園芸用施設内の二酸化炭素濃度が設定下限値を下回った場合に、前記大気を、前記二酸化炭素の回収・貯留手段に送り込み、園芸用施設内の二酸化炭素濃度が設定上限値を上回った場合に、前記外気を前記の二酸化炭素の回収・貯留手段に送り込むことを停止することを特徴とする[1]～[3]のいずれかに記載の園芸用施設への二酸化炭素供給装置。

【発明の効果】

【0014】

本発明の園芸用施設への二酸化炭素供給装置によれば、夜間はボイラーから発生した排ガスから二酸化炭素の回収・貯留を行い、翌朝以降温室内の二酸化炭素濃度が規定値より下回った際に、センサーからの信号により二酸化炭素を貯留しているタンクに除湿した外気が導入されることで二酸化炭素を供給することができるため、従来のように物理吸着法を用いた二酸化炭素施用装置のように真空ポンプやコンプレッサーなどを用いずに、二酸化炭素の温室内への供給を容易に行えるという利点を有するものである。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の園芸用施設への二酸化炭素供給装置の概念図

【図2】比較例の園芸用施設への二酸化炭素供給装置の概念図

【図3】合成ゼオライトを用いた際の二酸化炭素吸着・放出挙動を示す図

【図4】天然ゼオライトを用いた際の二酸化炭素吸着・放出挙動を示す図

【図5】活性炭を用いた際の二酸化炭素吸着・放出挙動を示す図

【図6】活性炭を用いた際の混合ガスに含まれる水蒸気吸着・放出挙動を示す図

【図7】デシカント除湿機入口における温度・相対湿度・露点温度を示す図

【図8】デシカント除湿機出口における温度・相対湿度・露点温度を示す図

【図9】デシカント除湿機入口および出口の露点温度を示す図

【図10】二酸化炭素貯留タンクを通過した後の二酸化炭素濃度を示す図

【図11】ビニールハウス内の二酸化炭素濃度を示す図

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明について更に詳細に説明する。

本発明の装置は、燃焼排ガスと大気の二酸化炭素濃度の差を利用した物理吸着法により、圧力を変動させることなく、燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収・貯留し、温室内の二酸化炭素濃度が低下した際に貯留した二酸化炭素を放出することを特徴とするものである。

そして、燃焼排ガスと大気の二酸化炭素濃度の差を利用した物理吸着法により燃焼排ガス中の二酸化炭素を回収するにあたっては、燃焼排ガス中から、植物の成長に影響を及ぼす窒素酸化物や硫黄酸化物を除去した後、二酸化炭素の吸着性能に影響を与えないように、除湿することを必要とするものである。

本発明では、上記のとおり除湿手段を導入するものの、真空ポンプやコンプレッサーを用いないばかりでなく、真空および加圧の操作がないため、電力使用量を低減させることができるシステムである。

【0017】

図1は、本発明の園芸用施設への二酸化炭素供給装置の一例を示す概念図であって、図中、1は燃焼式加温機、2は熱交換器および硫黄酸化物除去装置、3は低濃度硫黄酸化物除去装置、4は除湿装置、5は窒素酸化物除去装置、6は強制排気用送風ファン、7は低露点空気用除湿装置、8は二酸化炭素貯留タンク、9は装置起動コントロール装置、10は二酸化炭素モニター、をそれぞれ示している。

以下、該図を用いて、本発明の硫黄酸化物および窒素酸化物除去手段、二酸化炭素回収・貯留手段、二酸化炭素放出手段について、順に説明する。

【0018】

(硫黄酸化物および窒素酸化物除去手段)

植物の生育にあたっては、硫黄酸化物や窒素酸化物が悪影響を及ぼすため、それらを取り除くことが必要である。

図1に図示する装置においては、燃焼式加温機1から排出される燃焼ガスを、強制排気用送風ファン6により、熱交換器および硫黄酸化物除去装置2へ導入させる。強制用送風ファン6あるいは除湿装置4にてデシカント除湿装置を用いた場合には除湿装置4も含め、燃焼式加温機が起動した際に信号を送ることにより、強制用送風ファン6および除湿装置4を装置起動コントロール装置9によって稼動させる。

熱交換器および硫黄酸化物除去装置は、上下方向に配管を巡らすことにより、燃焼式加温機から排出される燃焼ガス温度を下げるとともに、配管の下部に水溜め用トラップを設けることで、ガス温度が下がるとともに生じる結露水に取り込まれた硫黄酸化物を硫酸の形として取り除くことができる。

さらに硫黄酸化物除去装置2を経た後のガスにおいて、低濃度硫黄酸化物除去装置3により硫黄酸化物を取り除く。硫黄酸化物除去の一例として、高活性炭素纖維を用いることができる。

上記の操作を経た後に、窒素酸化物除去装置5へと導入する。窒素酸化物除去の一例として、高活性炭素纖維を用いることができ、この高活性炭素纖維はNOやNO₂をNO₃⁻の形態へと触媒作用により変えることにより窒素酸化物を除去することができる。さらに窒素酸化物除去装置5においては、定期的な洗浄が必要となるが、洗浄方法は水洗いによるものである。それゆえ、洗浄後の水にはNO₃⁻が溶解した状態になっている。このNO₃⁻が溶解した状態にある硝酸水溶液は、植物にとって必須な成分である窒素を含んでいるため、再度温室に肥料として戻す窒素成分再利用システムとして用いることが可能である。

【0019】

(除湿手段)

二酸化炭素貯留タンク8において、二酸化炭素を回収・貯留するにあたっては、水蒸気の存在が二酸化炭素の回収量に影響を与えるため、可能な限り水蒸気を取り除くことが望ましい。それゆえ、二酸化炭素貯留タンク8に送り込まれる前に十分な除湿を行うことが

10

20

30

40

50

望ましい。

除湿の方法としてはデシカントローターを用いる方法、除湿塔に除湿剤を詰めその中に排ガスを流し水蒸気を除去する方法、深冷分離による方法等が挙げられる。-60 程度の低露点空気を二酸化炭素貯留タンク8に送風する一例として、除湿装置4にてデシカント空調等によりある程度の除湿を行った後、低露点空気用除湿装置7において例えばゼオライト等の除湿剤を除湿塔に詰めてガスを通すことにより得ることができる。

また前段記載の窒素酸化物除去における除去剤の性質によっては、相対湿度が低い方がより効果を発揮する場合があるため、除湿装置4および窒素酸化物除去装置5、さらには低露点空気用除湿装置7についての順序は、各吸着剤の組み合わせによって順序が異なることが生じる。

10

【0020】

(二酸化炭素回収・濃縮手段)

窒素酸化物除去装置5および低露点空気用除湿装置7による処理後、排ガスは二酸化炭素貯留タンク8へと送られるが、このときの排ガス中の主な成分は、窒素と二酸化炭素である。

二酸化炭素貯留タンク8にて用いられる二酸化炭素回収・貯留用吸着剤の一例としては、合成ゼオライト、天然ゼオライト、活性炭などが挙げられる。中でも、貯留タンク8にて用いられる吸着剤は、大気圧条件下にて二酸化炭素濃度が0.03vol%と10vol%の吸着量の差が大きいほど性能が高く、タンクのコンパクト化が可能となる。そのような観点からゼオライトであることが望ましいが、排ガス(二酸化炭素の濃度10vol%程度)条件での二酸化炭素の吸着量が多く、大気(二酸化炭素の濃度0.03vol%程度)にて二酸化炭素を放出することができる吸着剤であれば何ら問題はない。

20

【0021】

(二酸化炭素放出手段)

二酸化炭素の放出は、温室内に設置された二酸化炭素モニター10と装置起動コントロール装置9を接続することにより稼動させる。温室内に設置された二酸化炭素モニター10にて、二酸化炭素濃度が設定下限値を下回った場合に、装置起動コントロール装置9が起動し、外気を排ガスの煙突から取り込み、除湿装置4および低露点空気用除湿装置7を経た後、二酸化炭素貯留タンク8に導入されることにより、二酸化炭素が放出される。温室内に設置された二酸化炭素モニター10にて、二酸化炭素濃度が設定上限値を上回った場合に、装置駆動コントロール装置9により排風を停止させる。

30

【0022】

[各種吸着剤における二酸化炭素吸着・放出性能]

以下、各種吸着剤における二酸化炭素吸着・放出性能について、記述する。

各種吸着剤を用い、二酸化炭素吸着評価装置により、吸着・放出試験を行った。二酸化炭素吸着評価装置では、吸着塔に吸着剤を詰め、吸着評価では、窒素ガス90vol%、二酸化炭素ガス10vol%の混合ガスに露点温度が-10 となるように水蒸気を加えたガスを送り込み、吸着塔の出口側の二酸化炭素濃度をモニターし、出口側の二酸化炭素濃度が10vol%となったところで吸着を終了させた。また放出評価では、窒素ガス100vol%の混合ガスに露点温度が-10 となるように水蒸気を加えたガスを送り込み、吸着塔の出口側の二酸化炭素濃度をモニターし、出口側の二酸化炭素濃度が0.2vol%となったところで放出を終了させた。また吸着塔の前後にて、相対湿度の測定も合わせて行った。

40

【0023】

合成ゼオライトを用いた二酸化炭素吸着・放出結果を図3に示す。

図3に示すとおり、吸着過程においては、時間0秒のときには、出口側の二酸化炭素濃度は0vol%であるが、時間が経つにつれ出口側の二酸化炭素濃度は上昇し、時間4100秒にて飽和に達している。放出過程においては、時間4260秒にて出口側で二酸化炭素濃度8.6vol%が観測され、時間が経過するとともに二酸化炭素濃度は減少し、時間9900秒にて出口側の二酸化炭素濃度が0.2vol%となり、吸着された二酸化炭素のほとんどが放出されたことがわかる。

50

また二酸化炭素吸着時および脱着時における吸着塔の入口と出口の相対湿度を測定したところ、吸着時および脱着時のいずれも入口は温度 27.0 、相対湿度 7.2%RH であったのに対し、出口は温度 26.7 、相対湿度 0.0%RH であった。

【0024】

天然ゼオライトを用いた二酸化炭素吸着・放出結果を図4に示す。

図4に示すとおり、吸着過程においては、時間0秒のときには、出口側の二酸化炭素濃度は0vol%であるが、時間が経つにつれ出口側の二酸化炭素濃度は上昇し、時間850秒にて飽和に達している。放出過程においては、時間900秒にて出口側で二酸化炭素濃度7.2vol%が観測され、時間が経過するとともに二酸化炭素濃度は減少し、時間2000秒にて出口側の二酸化炭素濃度が0.2vol%となり、吸着された二酸化炭素のほとんどが放出されたことがわかる。
10

また二酸化炭素吸着時および脱着時における吸着塔の入口と出口の相対湿度を測定したところ、吸着時および脱着時のいずれも入口は温度 27.4 、相対湿度 7.1%RH であったのに対し、出口は温度 26.9 、相対湿度 0.0%RH であった。

【0025】

活性炭を用いた二酸化炭素吸着・放出結果を図5に示す。

図5に示すとおり、吸着過程においては、時間0秒のときには、出口側の二酸化炭素濃度は0.2vol%であるが、時間が経つにつれ出口側の二酸化炭素濃度は上昇し、時間330秒にて飽和に達している。放出過程においては、時間410秒にて出口側で二酸化炭素濃度10.0vol%が観測され、時間が経過するとともに二酸化炭素濃度は減少し、時間1440秒にて出口側の二酸化炭素濃度が0.2vol%となり、吸着された二酸化炭素のほとんどが放出されたことがわかる。
20

また二酸化炭素吸着時および脱着時における吸着塔の入口と出口の相対湿度を測定したところ、図6に示すとおり、吸着時の入口の相対湿度は5.0～5.3%RHであったが、出口の相対湿度は、0～150秒においては入口側の相対湿度より低いが、150～330秒においては入口側の相対湿度よりも高く、330秒においては10.0%RHに達していた。また脱着時の入口の相対湿度は4.6～4.8%RHであったが、出口の相対湿度は、330～710秒においては入口側の相対湿度より高いが、710～1240秒においては入口側の相対湿度よりも低く、11.0%RHに達していた。このように活性炭においては、二酸化炭素吸着時には吸着されていた水分が放出され、二酸化炭素脱着時には水蒸気を吸着することから、露点温度 -10 度の空気では、活性炭の二酸化炭素吸着において水蒸気の影響はなく、図1における低露点空気用除湿装置を設置しなくてもよいという結果が得られた。
30

【実施例】

【0026】

(除湿)

図1における除湿装置4としてデシカント除湿機、低露点空気用除湿装置7として合成ゼオライト 120 kg をドラム缶に入れたものを用いた。

図7にデシカント除湿機入口における温度・相対湿度・露点温度を、図8にデシカント除湿機出口における温度・相対湿度・露点温度を、図9にデシカント除湿機入口および出口の露点温度を比較した結果を示した。
40

図7に示すように、夜間の19:00から翌朝7:00における燃焼式加温機から排出される燃焼排ガスを取り入れているが、熱交換器により十分外気によって冷やされていることから、デシカント除湿機入口での温度は5～8 、相対湿度は58～72%RHと、露点温度において -3～2 と低い露点温度の空気が安定した状態で供給されている。また翌朝7:00から夕方にかけては、外気を取り入れているが、昼から晴れて温度が25～30 度まで上昇しても相対湿度が低いため、露点温度は -6～1 であった。

そして図8に示すように、デシカント除湿機を通過した後の出口の温湿度は、出口温度 10～30 、相対湿度 4～6%RH と、露点温度にして -28～-13 と相当な乾燥空気が得られていた。
50

図9にデシカント除湿機の入口・出口における空気の露点温度を示すが、入口温度が10以下では、露点温度として25下げることが可能で、また入口温度が20以上であっても、露点温度を10下げることが可能である。以上のようにデシカント除湿機が効率的に機能していることが示された。

次に除湿装置（デシカント除湿機）4を通り、低露点空気用除湿装置を通った後の温湿度を計測した。その結果温度は10～30において、常に相対湿度0.0%RHを示しており、二酸化炭素貯留タンク8に全く影響を与えない乾燥空気を送ることができることを確認した。

【0027】

(二酸化炭素貯留および放出)

10

図1における二酸化炭素貯留タンク8として合成ゼオライト110kgをドラム缶に入れたものを用いた。

図10に二酸化炭素貯留タンクを通過した後の二酸化炭素濃度を示す。夜間の19:00から翌朝7:00における燃焼式加温機から排出される燃焼排ガスを取り入れている貯留時には、二酸化炭素濃度が1.5%から徐々に上昇し最終的に3.3%まで上昇している。また翌朝7:00以降の放出時には3.5%からスタートし徐々に濃度は減少するが夕方でも1.5%程度の濃度で放出されることが確認された。

次にビニールハウス内の二酸化炭素濃度を図11に示す。図11に示すように二酸化炭素を放出することにより、ビニールハウス内の二酸化炭素濃度は700～950ppmに制御できており、効果的な二酸化炭素の施用が行えていることを確認した。

20

【0028】

(二酸化炭素回収効率)

下記の表1に、図12に2月下旬～4月下旬における日平均夜間暖房稼働時間・日平均夜間二酸化炭素発生量・日平均二酸化炭素施用量・回収効率を示す。回収効率は14～33%とビニールハウス施用に必要な二酸化炭素の回収が十分に行われていることが確認された。

【0029】

【表1】

月旬	日平均夜間暖房機着火回数 (回)	日平均夜間暖房機稼働時間 (hr)	日平均夜間CO ₂ 発生量 (kg)	日平均CO ₂ 施用量 (kg)	回収効率 (%)
2月下旬	71	3.4	14.7	2.1	14.4
3月上旬	41	2.0	8.8	1.9	21.6
3月中旬	54	3.0	12.9	2.4	18.8
3月下旬	44	2.4	10.4	2.1	20.7
4月上旬	46	2.3	10.1	1.9	18.5
4月中旬	24	1.2	5.1	1.7	32.4
4月下旬	12	0.5	2.0	0.5	24.3

30

【符号の説明】

【0030】

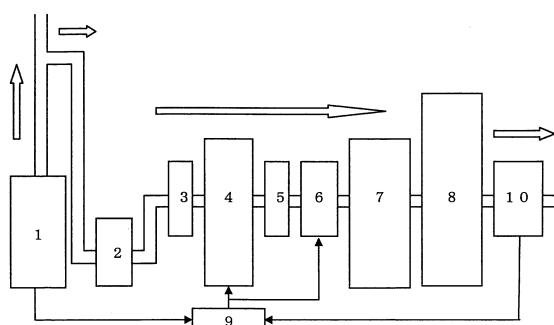
- 1：燃焼式加温機
- 2：熱交換器および硫黄酸化物除去装置
- 3：低濃度硫黄酸化物除去装置
- 4：除湿装置
- 5：窒素酸化物除去装置
- 6：強制排氣用送風ファン
- 7：低露点空気用除湿装置

40

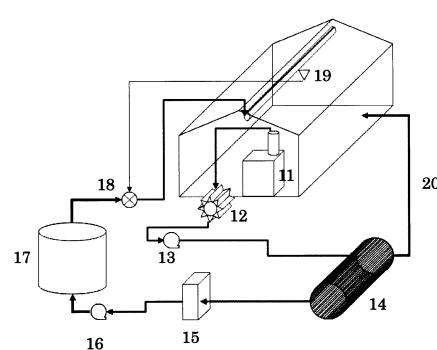
50

- 8 : 二酸化炭素貯留タンク
 9 : 装置起動コントロール装置
 10 : 二酸化炭素モニター
 11 : 灯油燃焼式加温機
 12 : 热交換器および硫黄酸化物除去装置
 13 : 強制排気用送風ファン
 14 : 室素酸化物除去装置
 15 : 二酸化炭素回収・濃縮装置
 16 : 圧縮用コンプレッサー
 17 : 貯留タンク
 18 : 放出用コントロールバルブ
 19 : 二酸化炭素モニター
 20 : 室素成分再利用システム
- 10

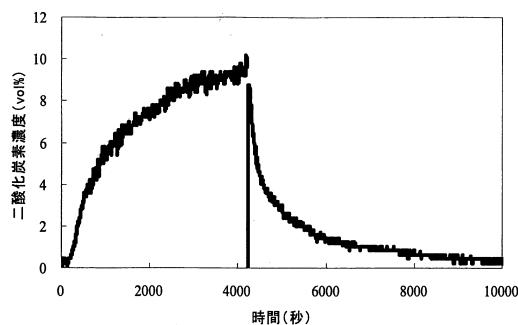
【図1】



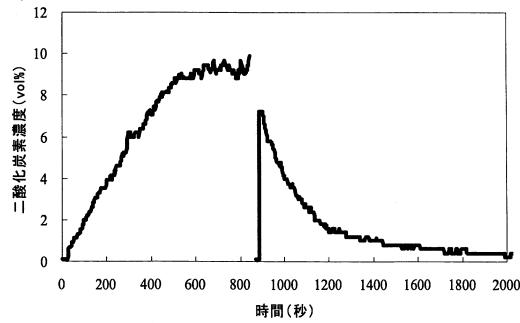
【図2】



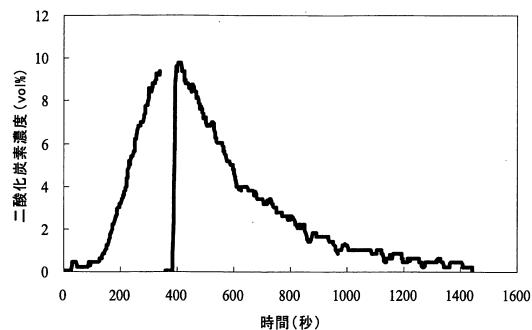
【図3】



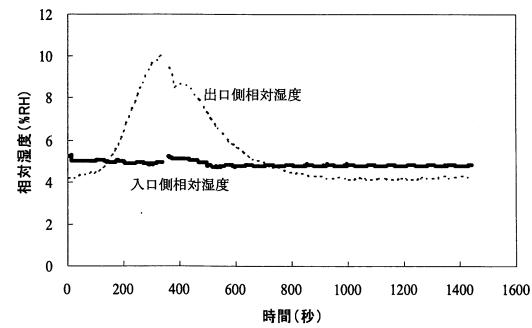
【図4】



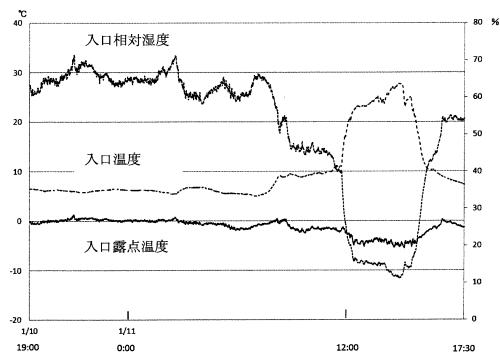
【図5】



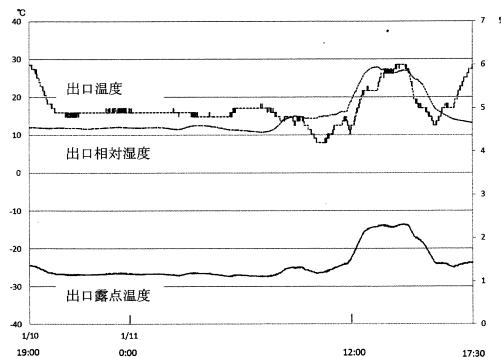
【図6】



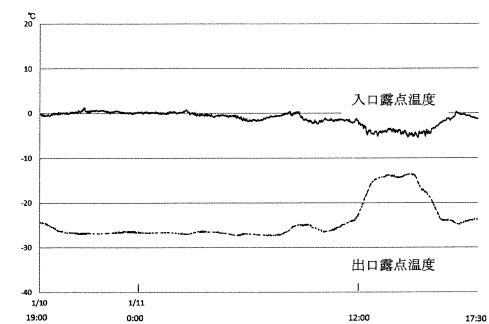
【図7】



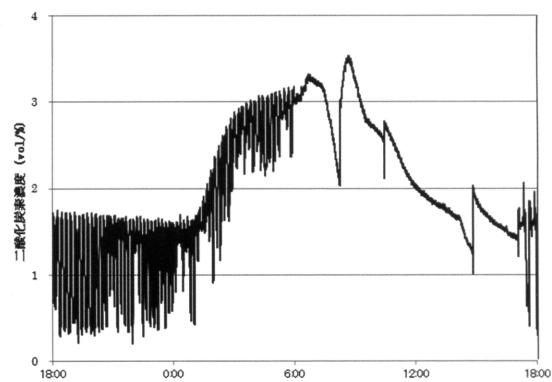
【図8】



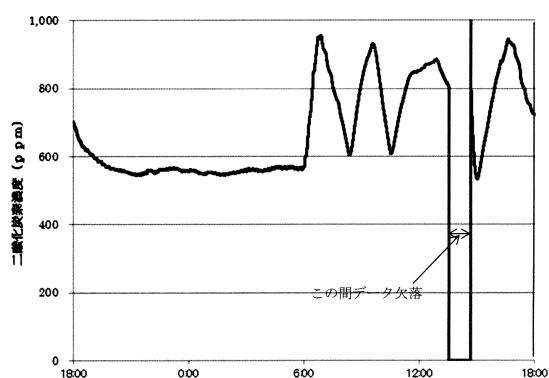
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(73)特許権者 000004743

日本軽金属株式会社

東京都品川区東品川二丁目2番20号

(74)代理人 100140198

弁理士 江藤 保子

(72)発明者 鈴木 正哉

茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

(72)発明者 月村 勝宏

茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内

(72)発明者 犬飼 恵一

愛知県名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞2266-98 独立行政法人産業技術総合研究所中部センター内

(72)発明者 前田 雅喜

愛知県名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞2266-98 独立行政法人産業技術総合研究所中部センター内

(72)発明者 西本 登志

奈良県橿原市四条町88 奈良県農業総合センター内

(72)発明者 仲 照史

奈良県橿原市四条町88 奈良県農業総合センター内

(72)発明者 廣岡 健司

奈良県橿原市四条町88 奈良県農業総合センター内

(72)発明者 佐野 太郎

奈良県橿原市四条町88 奈良県農業総合センター内

(72)発明者 稲本 勝彦

岩手県盛岡市下厨川字赤平4 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター内

(72)発明者 吉川 正晃

大阪府大阪市此花区西島6-19-9 大阪瓦斯株式会社内

(72)発明者 岸本 章

大阪府大阪市此花区西島6-19-9 大阪瓦斯株式会社内

(72)発明者 喜多村 克宏

静岡県静岡市清水区蒲原1-34-1 日本軽金属株式会社グループ技術センター内

審査官 田辺 義拓

(56)参考文献 実開昭52-161753(JP, U)

特開昭58-220626(JP, A)

特開2003-181242(JP, A)

特開2008-273821(JP, A)

特開2009-213414(JP, A)

特開平06-253682(JP, A)

特開平10-128059(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A01G 7/02

A01G 9/18

B01D 53/56-53/75