

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6078237号
(P6078237)

(45) 発行日 平成29年2月8日(2017.2.8)

(24) 登録日 平成29年1月20日(2017.1.20)

(51) Int.Cl.

F I

B O 1 D 5/00 (2006.01)

B O 1 D 5/00 Z A B E

B O 1 D 53/26 (2006.01)

B O 1 D 53/26

B O 1 D 53/44 (2006.01)

B O 1 D 53/44 1 3 O

H O 1 M 4/02 (2006.01)

H O 1 M 4/02 Z

請求項の数 2 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-137751 (P2012-137751)
 (22) 出願日 平成24年6月19日(2012.6.19)
 (65) 公開番号 特開2014-526 (P2014-526A)
 (43) 公開日 平成26年1月9日(2014.1.9)
 審査請求日 平成27年5月11日(2015.5.11)

前置審査

(73) 特許権者 000169499
 高砂熟学工業株式会社
 東京都新宿区新宿六丁目27番30号
 (74) 代理人 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (74) 代理人 100123098
 弁理士 今堀 克彦
 (72) 発明者 西村 浩一
 東京都千代田区神田駿河台四丁目2番地5
 高砂熟学工業株式会社内

審査官 神田 和輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶剤回収装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

溶剤蒸気を含む被処理ガスから溶剤を回収する溶剤回収装置であって、
 冷却媒体が管内を流れる冷却コイルに前記被処理ガスを接触させて、該被処理ガスに含まれる溶剤蒸気を凝縮させる冷却器と、

前記冷却器に導入される被処理ガスの露点温度に応じて、前記冷却器の出口における被処理ガスの温度である出口ガス温度を目標温度に調整する制御手段と、

溶剤蒸気が発生すると共に該溶剤蒸気を含む被処理ガスが排出される処理室に供給される前の給気を除湿して露点温度を低下させる除湿手段と、

を備え、

前記制御手段は、前記冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が前記溶剤回収装置の後段に設けられる吸着濃縮装置の処理能力に応じて設定される第1の基準濃度以下であって、かつ、前記冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度が第2の基準濃度以上となるような、前記被処理ガスの露点温度と前記第1の基準濃度とに応じて上限値が定まると共に前記被処理ガスの露点温度と前記第2の基準濃度とに応じて下限値が定まる、前記出口ガス温度の適性範囲の上限値或いは当該上限値近傍の温度であって且つ前記被処理ガスの露点温度が高いほど高い温度として、前記出口ガス温度の目標温度を設定し、

前記除湿手段は、前記冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が第1の基準濃度以下となる第1の条件と、前記冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度

10

20

が第2の基準濃度以上となる第2の条件の双方を満足する前記出口ガス温度の目標温度が定まるように、前記処理室に供給される前の給気を除湿する、
溶剤回収装置。

【請求項2】

冷却媒体が管内を流れる冷却コイルに被処理ガスを接触させてその被処理ガスに含まれる溶剤蒸気を凝縮させる冷却器を備えた溶剤回収装置の制御方法であって、

前記冷却器に導入される被処理ガスの露点温度に応じて、前記冷却器の出口における被処理ガスの温度である出口ガス温度を目標温度に調整する冷却温度調整ステップを有し、

前記出口ガス温度の目標温度は、前記冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が前記溶剤回収装置の後段に設けられる吸着濃縮装置の処理能力に応じて設定される吸着濃縮装置の処理能力に応じて設定される第1の基準濃度以下であって、かつ、前記冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度が第2の基準濃度以上となるような、前記被処理ガスの露点温度と前記第1の基準濃度とに応じて上限値が定まると共に前記被処理ガスの露点温度と前記第2の基準濃度とに応じて下限値が定まる、前記出口ガス温度の適性範囲の上限値或いは当該上限値近傍の温度であって且つ前記被処理ガスの露点温度が高いほど高い温度として設定され、

前記冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が第1の基準濃度以下となる第1の条件と、前記冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度が第2の基準濃度以上となる第2の条件の双方を満足する前記出口ガス温度の目標温度が定まるように、溶剤蒸気が発生すると共に該溶剤蒸気を含む被処理ガスが排出される処理室に供給される前の給気を除湿するステップを更に有する、

溶剤回収装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、溶剤回収装置及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

リチウムイオン二次電池の電極製造工程では、非常に高価な有機溶剤であるNMP（N-メチル-2-ピロリドン）溶剤が大量に使用される。具体的には、微粉末状の活物質とバインダーを溶媒（正極はNMP、負極はNMP又は水）に分散したものを集電材に塗布し、溶媒を乾燥炉にて蒸発、除去することで電極を製造する際、乾燥炉からNMPの蒸気を含む排気が放出される（非特許文献1を参照）。

【0003】

従来、NMP溶剤等の有機溶剤を含む被処理ガス（排気ガス）からNMPを回収する各種の溶剤回収システムが知られている。例えば、NMP溶剤蒸気を含む被処理ガスにスクラバーによって水を散布し、NMP溶剤を散布水に溶解させることで水溶液としてNMP溶剤を分離回収する湿式方式（スクラバー方式）の溶剤回収システムが公知である。

【0004】

また、冷却回収装置にて有機溶剤を含む被処理ガスを冷却することでNMP溶剤蒸気を凝縮させて分離回収するとともに、冷却によりNMP溶剤を凝縮分離した後の被処理ガスに残存するNMP溶剤蒸気を吸着濃縮装置を用いて浄化する乾式方式（冷却凝縮+吸着濃縮方式）の溶剤回収システムも実用化されている（特許文献1を参照）。冷却回収装置としては、冷却水を流通させる冷却コイル等の冷却器を有するものがあり、冷却器によって被処理ガスを冷却することでNMP溶剤蒸気を凝縮させ、NMP溶剤を分離回収することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-125768号公報

10

20

30

40

50

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】新永秀臣、「6. リチウムイオン二次電池製造工程排気からのNMP回収装置」、冷凍2012年2月号、第87巻、第1012号、p36-42

【非特許文献2】社団法人有機合成化学協会、コンパクト版溶剤ポケットブック、第1版、株式会社オーム社、平成9年11月20日、p59-61

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した乾式方式（冷却凝縮＋吸着濃縮方式）の溶剤回収システムにおいては、冷却回収装置にて被処理ガスから凝縮分離して回収した溶剤溶液の濃度と、溶剤を凝縮分離した後の被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度との双方を管理する必要がある。例えば、冷却回収装置において分離回収する溶剤溶液の純度を高めるべく、溶剤溶液の濃度を高いレベルに管理することが要求される。

10

【0008】

一方、溶剤を凝縮分離した後の被処理ガスに残存する溶剤蒸気は、後段の吸着濃縮装置において吸着材に吸着され、被処理ガスから分離回収される。ここで、冷却回収装置から吸着濃縮装置に向けて送出される被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が高すぎると、吸着濃縮装置において溶剤を十分なレベルまで浄化することが難しくなる。そのため、吸着濃縮装置の能力を超えないように、冷却回収装置から送出される溶剤蒸気の濃度は、低いレベルに管理することが求められる。

20

【0009】

ところで、NMP溶剤等の水溶性溶剤は、水分が存在する状況、条件下において飽和蒸気圧が低下するという特性がある。従って、水溶性溶剤及び水分を含む排気ガス（混合ガス）は、溶剤純物質の飽和蒸気圧を上限として、排気ガスの湿度が高くなるに従って飽和蒸気圧が低下する。そのため、水溶性溶剤及び水分を含む排気ガス（混合ガス）は湿度が高くなるほど、凝縮し易くなる。従って、例えば、冷却回収装置において、冷却器（冷却コイル）の出口から排出される被処理ガスの温度をある一定の温度（例えば、12℃）に制御する場合、冷却回収装置において分離回収される溶剤溶液の濃度と、冷却回収装置から送出される被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度とが、冷却回収装置に導入される被処理ガスの湿度に応じて変化することになる。その結果、冷却回収装置において分離回収される溶剤溶液の濃度、および／又は冷却回収装置から排出される被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が、所望のレベルから逸脱する虞がある。

30

【0010】

本発明は、上記課題に鑑みてなされてものであって、その目的は、溶剤を含む被処理ガスを冷却することで溶剤蒸気を凝縮させて分離回収する冷却回収装置において、溶剤を凝縮分離した後の被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度と回収した溶剤凝縮液の濃度との双方を所望のレベルに調整するとともに被処理ガスの冷却に消費されるエネルギー量を低減するための技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0011】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用した。すなわち、本発明は、溶剤蒸気を含む被処理ガスから溶剤を回収する溶剤回収装置であって、冷却媒体が管内を流れる冷却コイルに前記被処理ガスを接触させて、該被処理ガスに含まれる溶剤蒸気を凝縮させる冷却器と、前記冷却器に導入される被処理ガスの露点温度に応じて、前記冷却器の出口における被処理ガスの温度である出口ガス温度を目標温度に調整する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が第1の基準濃度以下であって、かつ、前記冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度が第2の基準濃度以上となるように、前記出口ガス温度の目標温度を設定する。

【0012】

50

冷却媒体は、例えば冷凍機などによって製造された冷熱を輸送する液体あるいは気体であり、例えば、水やブライン、冷媒ガス等を例示できる。

【 0 0 1 3 】

ここで、「ラウールの法則」によれば、混合溶液に含まれる各成分の飽和蒸気圧は、各々の純成分（純物質）の飽和蒸気圧に比べて低下する。従って、溶剤回収装置に導入される被処理ガスの露点温度が変化すれば、冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気と冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度も変化する。

【 0 0 1 4 】

本発明においては、出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度と、冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度の双方が所望のレベルに維持されるように、出口ガス温度の目標温度を冷却器に導入される被処理ガスの露点温度に応じて設定するようにした。これによれば、冷却器に導入される被処理ガスの露点温度に応じて目標温度が適正な値に設定され、冷却器において被処理ガスが必要以上（過剰）に冷却されることがないため、被処理ガスの冷却に消費されるエネルギー量を低減することができる。つまり、本発明によれば、被処理ガスの冷却に消費されるエネルギー量を低減しつつ、冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度と冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度の双方を所望のレベルに調整することができる。

10

【 0 0 1 5 】

また、溶剤回収装置は、溶剤蒸気が発生すると共に該溶剤蒸気を含む被処理ガスが排出される処理室に供給される前の給気、及び、前記処理室から排出された後であって前記冷却器に導入される前の被処理ガスのうち少なくとも何れか一方を除湿して露点温度を低下させる除湿手段を更に備えていてもよい。そして、前記除湿手段は、前記冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が第1の基準濃度以下となる第1の条件と、前記冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度が第2の基準濃度以上となる第2の条件の双方を満足する前記出口ガス温度の目標温度が定まるように、前記処理室に供給される前の給気及び前記処理室から排出された後であって前記冷却器に導入される前の被処理ガスのうち少なくとも何れか一方を除湿してもよい。これによれば、外気の露点温度が高くなっても、上記第1の条件と第2の条件とを同時に満たすことの可能な出口ガス温度の目標温度を設定することができる。

20

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、溶剤回収装置の制御方法の側面として捉えることができる。すなわち、本発明は、冷却媒体が管内を流れる冷却コイルに被処理ガスを接触させてその被処理ガスに含まれる溶剤蒸気を凝縮させる冷却器を備えた溶剤回収装置の制御方法であって、前記冷却器に導入される被処理ガスの露点温度に応じて、前記冷却器の出口における被処理ガスの温度である出口ガス温度を目標温度に調整する冷却温度調整ステップを有し、前記出口ガス温度の目標温度は、前記冷却器の出口における被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度が第1の基準濃度以下であって、かつ、前記冷却器において生成される溶剤凝縮液の濃度が第2の基準濃度以上となるような温度に設定される。

30

【 0 0 1 7 】

なお、本発明における課題を解決するための手段は、可能な限り組み合わせることができる。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、溶剤を含む被処理ガスを冷却することで溶剤蒸気を凝縮させて分離回収する冷却回収装置において、溶剤を凝縮分離した後の被処理ガスに残存する溶剤蒸気の濃度と回収した溶剤凝縮液の濃度との双方を所望のレベルに調整するとともに被処理ガスの冷却に消費されるエネルギー量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図1】第1実施形態に係る溶剤回収システムの概略構成図である。

50

【図 2】入口露点温度 T_{di} と NMP 蒸気濃度 D_{ve} との関係を例示する図である。

【図 3】入口露点温度 T_{di} と NMP 凝縮液濃度 D_{lq} との関係を例示する図である。

【図 4】NMP 蒸気濃度 D_{ve} と出口ガス温度 T_{hg} との関係を入口ガス露点温度 T_{di} 毎に例示した図である。

【図 5】NMP 凝縮液濃度 D_{lq} と出口ガス温度 T_{hg} との関係を入口ガス露点温度 T_{di} 毎に例示した図である。

【図 6】冷却温度調整制御に係る入口ガス露点温度 T_{di} と出口ガス温度 T_{hg} の目標温度 T_{tgt} との関係を例示する図である。

【図 7】冷却温度調整制御に係る処理フローを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

10

【0020】

以下、本発明に係る溶剤回収装置及びその制御方法に関する実施形態について、図面に基いて例示的に詳しく説明する。なお、本実施の形態に記載されている構成要素の寸法、材質、形状、その相対配置等は、特に特定の記載がない限りは、発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【0021】

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、第 1 実施形態に係る溶剤回収システムの概略構成図である。溶剤回収システム 1 は、有機溶剤によって各種の化学処理を行う生産設備類から排出される排気ガスに含まれる溶剤を回収するシステムである。溶剤回収システム 1 は、図 1 に示すように、溶剤蒸気を含む被処理ガスをコイルで冷却して溶剤を凝縮回収する溶剤回収装置 2 と、溶剤回収装置 2 を通過した被処理ガス中に残存する溶剤蒸気をゼオライトあるいは活性炭等の吸着材で吸着回収する吸着濃縮装置 3 とを備える。また、溶剤回収システム 1 は、ガスを送気する各種のファンや熱交換を行うコイルを備える。

20

【0022】

本実施形態では、リチウムイオン電池工場で使用される N - メチル - 2 - ピロリドン (以下、NMP という) の溶剤蒸気を含む排気ガス (被処理ガス) から NMP 溶剤を回収する例を説明するが、その他の溶剤類であってもよい。リチウムイオン電池工場では電極製造時に NMP 溶剤を使用する。具体的には、リチウムイオン電池の電極製造時において、アルミ箔や銅箔の集電材表面に NMP 溶剤は塗布され、これを乾燥炉にて NMP 溶剤を蒸発、除去することで電極が製造される。リチウムイオン電池の電極製造工程においては、このようにして乾燥炉 4 から NMP 溶剤の蒸気を含む排気ガスが排出される。溶剤回収システム 1 は、乾燥炉 4 に付帯して設置されており、溶剤回収装置 2 及び吸着濃縮装置 3 を備える。本実施形態においては乾燥炉 4 が処理室に対応する。

30

【0023】

乾燥炉 4 には、雰囲気調整用の給気ガスとして外気 OA を含む供給空気 (給気) A が、給気ファン 11 により給気路 12 を通じて供給される。一方、乾燥炉 4 からは、NMP 溶剤蒸気を含む高温の排気ガス G が排出される。

【0024】

溶剤回収装置 2 は、ケーシング 20 内における排気ガス G の通風経路に上流側から 3 基のコイル式熱交換器からなる熱回収器 21、冷却器 22、再熱器 23 を配置したものである。熱回収器 21、冷却器 22、及び再熱器 23 はコイル式の熱交換器である。

40

【0025】

吸着濃縮装置 3 は、ケーシング 30 と、このケーシング 30 内に設けられると共に通気性の吸着剤層 X を有する吸着ロータ 31 とを有する。吸着剤層 X には、ゼオライト等の吸着剤が担持されている。ケーシング 30 の内部は、排気ガス通風ファン 13 を介装した中継路 14 を通じて溶剤回収装置 2 の出口から導かれる排気ガス G' を吸着ロータ 31 の吸着剤層 X に通過させる吸着域部 R1 と、脱着用ガス供給路 15 を通じて導かれる高温の脱着用ガス H を吸着ロータ 31 の吸着剤層 X に通過させる脱着域部 R2 とに区画されている。吸着ロータ 31 を回転させることにより、吸着ロータ 31 における各部の吸着剤層 X を

50

吸着域部 R 1 と脱着域部 R 2 とに交互に位置（通過）させることができる。

【 0 0 2 6 】

吸着濃縮装置 3 の吸着域部 R 1 は、溶剤回収装置 2 で処理した後の排気ガス G ' に残存する NMP 溶剤蒸気を排気ガス G ' から分離回収するように機能する。吸着域部 R 1 で残存溶剤蒸気を分離回収した後の排気ガス G '' は処理済ガスとして吸着濃縮装置 3 から処理済ガス路 1 6 へ送出される。浄化後の排気ガス G '' の一部は、脱着用ファン 1 7 及び脱着用ガス加熱器 1 8 を介装した脱着用ガス供給路 1 5 を通じ、高温に加熱された状態で脱着用ガス H として吸着濃縮装置 3 の脱着域部 R 2 に供給される。

【 0 0 2 7 】

また、浄化後における排気ガス G '' の他の一部は、混合路 5 1 を通じて外気路 5 2 からの取り入れ外気 O A と混合される。この混合空気は、給気 A として給気路 1 2 を通じて給気ファン 1 1 により乾燥炉 4 へと供給される。この給気路 1 2 には、溶剤回収装置 2 に供給される排気ガス G から回収した温熱を用いて給気ガスとしての給気 A を予熱する給気予熱器 5 3 及び除塵用のフィルタ 5 4 が介装されている。なお、残りの排気ガス G '' は、処理済ガス路 1 6 を通じて屋外等の外部に排出される。また、外気路 5 2 には、外気処理用の空気調和機である外調機 6 が設けられている。外調機 6 は、必要に応じて外気を除湿する。本実施形態においては外調機 6 が除湿手段に相当する。

【 0 0 2 8 】

ここで、熱回収器 2 1 と再熱器 2 3 と給気予熱器 5 3 とは、温熱回収用熱媒循環路 5 5 を介して相互に接続されている。温熱回収用熱媒循環路 5 5 には、循環ポンプ 5 6 が設けられている。循環ポンプ 5 6 が作動することにより、熱回収器 2 1 と給気予熱器 5 3 と再熱器 2 3 との三者にわたってこれらの順に温熱回収用の熱媒 N a が温熱回収用熱媒循環路 5 5 を通じて循環する。なお、熱回収器 2 1 と再熱器 2 3 と吸気予熱器 5 3 とを温熱回収用熱媒循環路 5 5 を介して接続し、共通の熱媒 N a を循環させる構成は例示的なものであり、種々の設計変更をすることができるのは言うまでもない。例えば、熱回収器 2 1 の上流側に別途予熱コイルを設置して当該予熱コイルと再熱器 2 3 との間で熱回収を行う構成や、冷却器 2 2 と再熱器 2 3 との間で熱回収を行う構成等を適宜採用することができる。

【 0 0 2 9 】

また、溶剤回収装置 2 における冷却器 2 2 は、冷媒循環路 5 7 を介して冷凍機 5 8 に接続されている。冷媒循環路 5 7 には、循環ポンプ 5 9 が設けられている。循環ポンプ 5 9 が作動することにより、排気ガス G を冷却するために用いられる冷却水 N b が、冷媒循環路 5 7 を通じて冷凍機 5 8 から冷却器 2 2 に供給される。本実施形態において、冷凍機 5 8 から供給される冷却水 N b の温度は、例えば 7 °C に設定されている。

【 0 0 3 0 】

冷媒循環路 5 7 には、この冷媒循環路 5 7 を流れる冷却水の流量を調節する流量調節弁 6 0 が設けられている。また、溶剤回収装置 2 は、制御器 2 4、露点温度計 6 1、温度計 6 2 を備えている。制御器 2 4 は、露点温度計 6 1 及び温度計 6 2 と電気配線（図示せず）を介して接続されており、露点温度計 6 1 及び温度計 6 2 の検出結果が制御器 2 4 に入力される。露点温度計 6 1 は、ケーシング 2 0 内における熱回収器 2 1 と冷却器 2 2 との間に配置されている。露点温度計 6 1 は、熱回収器 2 1 の通過後であって冷却器 2 2 に流入する前の排気ガス G、すなわち冷却器 2 2 の入口における排気ガス G の露点温度を検出する。なお、気体の露点温度は、相対湿度と温度から求めることができるので、露点温度計 6 1 を設置する代わりに湿度計と温度計を設置し、これらの出力値に基づいて排気ガス G の露点温度を取得してもよい。また、露点温度計 6 1 は、必ずしもケーシング 2 0 内における熱回収器 2 1 と冷却器 2 2 との間に配置されている必要はなく、他の箇所に配置した露点温度計 6 1 の検出結果に基づいて冷却器 2 2 の入口における排気ガス G の露点温度を推定してもよい。例えば、露点温度計 6 1 は吸気ファンよりも下流側の給気路 1 2 に設置してもよいし、排ガス路 6 6 に設置してもよい。給気路 1 2 に露点温度計 6 1 を設置する場合には、給気路 1 2 を流れる流体に含まれる NMP 溶剤の濃度が低く、また流体の温度も比較的低いいため、流体の露点温度の測定精度を高めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

温度計 6 2 は、ケーシング 2 0 内における冷却器 2 2 と再熱器 2 3 との間に配置されている。温度計 6 2 は、冷却器 2 2 の通過後であって再熱器 2 3 に流入する前の排気ガス G の温度、すなわち冷却器 2 2 の出口における排気ガス G の温度を検出する。制御器 2 4 は、露点温度計 6 1 及び温度計 6 2 の検出結果に基づいて、冷却器 2 2 の入口における排気ガス G の露点温度、及び、冷却器 2 2 の出口における排気ガス G の温度を取得する。

【 0 0 3 2 】

更に、制御器 2 4 は、流量調節弁 6 0 と電気配線を介して接続されており、制御器 2 4 から出力される制御信号に基づいて流量調節弁 6 0 が制御される。このように制御器 2 4 が流量調節弁 6 0 を制御することにより、冷媒循環路 5 7 を流通する冷却水の流量が調節される。その結果、冷却器 2 2 における排気ガス G の冷却温度が調整される。

10

【 0 0 3 3 】

更に、溶剤回収装置 2 には、排気ガス G を冷却した際に、NMP 溶剤蒸気が凝縮することによって滴下する NMP 溶剤の凝縮液（液溶剤）を受け止める受液パン 6 3 が設けられている。この受液パン 6 3 には、排液路 6 4 を介して回収容器 6 5 が接続されている。受液パン 6 3 で受け止めた NMP 溶剤液は排液路 6 4 を通じて回収容器 6 5 に回収される。

【 0 0 3 4 】

次に、溶剤回収システム 1 の運転動作について説明する。乾燥炉 4 から排出される NMP 溶剤蒸気を含む高温の排気ガス G は、排ガス路 6 6 を通じて溶剤回収装置 2 に供給される。溶剤回収装置 2 に供給された排気ガス G は、熱回収器 2 1、冷却器 2 2 のそれぞれにおいて熱媒 Na、冷却水 Nb との間で熱交換を行い、段階的に冷却される。熱回収器 2 1 において熱媒 Na が排気ガス G から回収した温熱は給気予熱器 5 3 へと供給され、給気 A の予熱に利用される。熱回収器 2 1 において冷却された排気ガス G は、冷却器 2 2 において更に低い温度まで冷却される。このような段階的な排気ガス G の冷却過程を経て、排気ガス G に含まれる NMP 溶剤蒸気が凝縮することにより、NMP 溶剤の凝縮液が生成される。このようにして分離回収された NMP 溶剤の凝縮液は、回収容器 6 5 に貯留される。

20

【 0 0 3 5 】

上記の如く、冷却器 2 2 において冷却された後（すなわち、NMP 溶剤を凝縮分離した後）の排気ガス G は、再熱器 2 3 において熱媒 Na と熱交換を行う。この熱媒 Na は、もともと乾燥炉 4 の排気の熱を付与され、給気予熱器 5 3 において外気、または外気と吸着濃縮装置 3 から送られてきた温排気の混合気と熱交換したものであり、冷却器 2 2 において冷却された排気ガス G に比べて温度が高い。そのため、再熱器 2 3 において、排気ガス G は加熱される。再熱器 2 3 において加熱された後の排気ガス G' は、中継路 1 4 を通じて吸着濃縮装置 3 の吸着域部 R 1 に送気される。吸着濃縮装置 3 の吸着域部 R 1 に導入された排気ガス G' は、吸着ロータ 3 1 の吸着剤層 X を通過する。その際、排気ガス G' に残存する NMP 溶剤蒸気が、吸着剤層 X に担持された吸着剤に吸着されることで、排気ガス G' から NMP 溶剤蒸気が分離回収される。

30

【 0 0 3 6 】

次に、吸着ロータ 3 1 を回転させることによって、吸着域部 R 1 で NMP 溶剤蒸気を吸着した吸着剤層 X を脱着域部 R 2 に移動させる。その結果、NMP 溶剤蒸気を吸着している吸着剤層 X に対して、脱着用ガス加熱器 1 8 によって加熱された高温の脱着用ガス H が脱着用ガス供給路 1 5 を通じて導かれ、吸着剤層 X を脱着用ガス H が通過する。これにより、吸着剤層 X に吸着されている NMP 溶剤蒸気を、脱着域部 R 2 において排気ガス G よりも流量が少ない脱着用ガス H へと着脱移行させることができる。このようにして、吸着剤層 X から脱着した NMP 溶剤蒸気を含む高濃度の濃縮ガス H' は、濃縮ガス移送路 1 9 を通じて、乾燥炉 4 からの排気ガス G とともに、溶剤回収装置 2 に供給される。これにより、濃縮ガス H' に含まれる NMP 溶剤蒸気は、排気ガス G に含まれる NMP 溶剤蒸気とともに溶剤回収装置 2 において冷却され、凝縮して得られた NMP 溶剤液が回収容器 6 5 に回収される。

40

【 0 0 3 7 】

50

次に、溶剤回収装置 2 の制御器 2 4 が行う排気ガス G の冷却温度の設定内容について詳しく説明する。溶剤回収装置 2 の制御器 2 4 は、例えば汎用のパーソナルコンピュータであって、プロセッサ、メモリ等を備える。メモリには、各種プログラムが記憶されており、これら各種プログラムが、CPU によって実行される。

【0038】

溶剤回収装置 2 の制御器 2 4 は、冷却器 2 2 の入口における排気ガス G の露点温度（湿度）に応じて、制御器 2 4 において排気ガス G を冷却する際の冷却温度を制御する冷却温度調整制御を行う。以下、冷却温度調整制御の詳細について説明する。冷却温度調整制御に際して、制御器 2 4 は、冷却器 2 2 の入口における排気ガス G の露点温度（湿度）に応じて、流量調節弁 6 0 の開度を制御する。その結果、上述のように冷媒循環路 5 7 を流通する冷却水の流量が調節されることで、冷却器 2 2 における排気ガス G の冷却温度が調整される。

10

【0039】

ところで、混合溶液の各成分の蒸気圧に関連して下記（1）式にて表される「ラウールの法則」が知られている。この「ラウール（Raoult）の法則」によれば、混合溶液の各成分 i （ $i = 1, 2, \dots$ ）の蒸気圧は、それぞれの純液体の蒸気圧と混合液中のモル分率の積で表すことができる（非特許文献 2 を参照）。

$$P_i = P_i^* \cdot X_i \cdots (1)$$

ここで、 P_i は成分 i の蒸気圧、 P_i^* は成分 i の純成分の蒸気圧、 X_i は溶液中のモル分率である。

20

【0040】

上記のように、混合溶液に含まれる各成分の飽和蒸気圧は、各々の純成分（純物質）の飽和蒸気圧に比べて低下することがラウールの法則として知られている。この気液平衡状態は、冷却器 2 2 において NMP 溶剤蒸気を冷却し、凝縮させることで NMP 溶剤を回収する冷却コイル（熱交換器）表面の濡れ面と気相の間にも成立する。そして、NMP 溶剤は水溶性の有機溶剤であり、乾燥炉 4 から排出される NMP 溶剤蒸気を含む排気ガス G は幾分の湿分を含んでいる。以上のことより、NMP 溶剤蒸気と水蒸気を含む排気ガス G の飽和蒸気圧は、NMP 溶剤の純物質の飽和蒸気圧よりも低くなるといえる。つまり、溶剤回収装置 2 の冷却器 2 2 に流入する排気ガス G の露点温度（湿度）が高いほど、排気ガス G に含まれる NMP 溶剤蒸気は冷却器 2 2 において凝縮しやすくなる。なお、排気ガス G の露点温度が高くなるということは排気ガス G に含まれる水蒸気の量が増える。すなわち、この場合には NMP の濃度を同じとした場合に水蒸気のモル分率が上がり、ラウールの法則でいうと水蒸気は凝縮しにくくなるものの、排気ガス G に含まれる水蒸気の量が多いことにより凝縮する水蒸気の量は増える。

30

【0041】

図 2 は、冷却器 2 2 の入口における排気ガス G の露点温度（以下、「入口露点温度 T_{di} 」という）と、冷却器 2 2 の出口における排気ガス G に残存（残留）する NMP 溶剤蒸気の濃度（以下、「NMP 蒸気濃度」という） D_{ve} との関係を示す図である。図 2 に示す入口露点温度 T_{di} と NMP 蒸気濃度 D_{ve} との関係は、冷却器 2 2 の出口における排気ガス G の温度（以下、「出口ガス温度」という） T_{hg} が 12 の場合のものを示したものである。排気ガス G における入口露点温度 T_{di} が高くなるに従い、排気ガス G に含まれる NMP 溶剤蒸気及び水蒸気は冷却器 2 2 において凝縮しやすくなる。そのため、排気ガス G の入口露点温度 T_{di} と NMP 蒸気濃度 D_{ve} との間には、入口露点温度 T_{di} が高いほど NMP 蒸気濃度 D_{ve} が低くなるという関係が成り立つ。

40

【0042】

一方、図 3 は、入口露点温度 T_{di} と、冷却器 2 2 において NMP 溶剤蒸気が凝縮することで生成される NMP 凝縮液濃度 D_{lq} との関係を示す図である。図 3 に示す入口露点温度 T_{di} と NMP 凝縮液濃度 D_{lq} との関係は、上述の出口ガス温度 T_{hg} が 12 の場合のものを示している。排気ガス G における入口露点温度 T_{di} が高くなるに従い、排気ガス G 中の水蒸気の量が多くなるので、冷却器 2 2 において冷却された際に NMP

50

溶剤蒸気とともに凝縮する水蒸気の凝縮量が増える。従って、排気ガスGにおける入口露点温度 T_{di} とNMP凝縮液濃度 D_{lq} との間には、入口露点温度 T_{di} が高くなるに伴ってNMP凝縮液濃度 D_{lq} が高くなるという関係が成り立つ。

【0043】

冷却温度調整制御においては、冷却器22の出口におけるNMP蒸気濃度 D_{ve} と、NMP凝縮液濃度 D_{lq} の双方が共に所定の適正範囲に収まるように、冷却器22における排気ガスGの冷却温度が制御される。

【0044】

NMP蒸気濃度 D_{ve} の適正範囲は、排気ガスG'に残存するNMP溶剤蒸気を分離回収する吸着濃縮装置3の能力、すなわち吸着濃縮装置3において処理可能なNMP溶剤蒸気の濃度に応じて設定される。例えば、吸着濃縮装置3から処理済ガス路16へ送出される排気ガスG''に含まれるNMP溶剤蒸気に許容される濃度の上限値が20ppmであり、排気ガスG''に含まれるNMP溶剤蒸気の濃度を20ppm以下に維持するためには、吸着濃縮装置3に流入する排気ガスG'のNMP蒸気濃度を150ppm以下にする必要があると仮定する。この場合、冷却器22の出口におけるNMP蒸気濃度 D_{ve} に設定される許容上限濃度 D_{vs} は、吸着濃縮装置3の処理能力を超えないように150ppm以下の濃度として設定される。本実施形態においては許容上限濃度 D_{vs} が、第1の基準濃度に対応している。

【0045】

次に、NMP凝縮液濃度 D_{lq} の適正範囲について説明する。溶剤回収装置2におけるNMP溶剤凝縮液の回収に際しては、NMP溶剤凝縮液に含まれる水の比率を低減し、回収するNMP溶剤凝縮液の濃度を比較的高く維持したいという基本的な要求がある。これは、回収容器65にて回収したNMP溶剤溶液を再利用に資することを考慮したものである。本実施形態に係る冷却温度調整制御では、NMP凝縮液濃度 D_{lq} の下限側の閾値として設定される許容下限濃度 D_{lsb} を80wt%に設定している。但し、この許容下限濃度 D_{lsb} は、適宜変更してもよい。本実施形態においては許容下限濃度 D_{lsb} が、第2の基準濃度に対応している。

【0046】

図4から6を参照して、冷却器22における排気ガスGの冷却温度の設定方法について説明する。図4は、冷却器22の出口における排気ガスGに含まれるNMP溶剤蒸気のNMP蒸気濃度 D_{ve} と出口ガス温度 T_{hg} との関係を、入口ガス露点温度 T_{di} 毎に例示した図である。図5は、冷却器22において生成されるNMP溶剤凝縮液のNMP凝縮液濃度 D_{lq} と出口ガス温度 T_{hg} との関係を、入口ガス露点温度 T_{di} 毎に例示した図である。図4、5において、入口ガス露点温度 T_{di} は0、5、12の3水準を示している。また、出口ガス温度 T_{hg} は、冷却器22における冷却コイルの表面に排気ガスGが接触した際に冷却コイルの管内を流れる冷却水Nb（冷媒）との間で熱交換を行い、冷却された後の温度である。

【0047】

冷却器22において排気ガスGを冷却する際に、より低い温度に排気ガスGを冷却した方が（出口ガス温度 T_{hg} がより低くなるように排気ガスGを冷却した方が）、排気ガスGに含まれるNMP溶剤蒸気が凝縮しやすくなる。そのため、図4に示されるように、出口ガス温度 T_{hg} が低くなる程、冷却器22の出口において排気ガスGに残存するNMP溶剤蒸気のNMP蒸気濃度 D_{ve} は低くなる。ここで、NMP蒸気濃度 D_{ve} の許容上限濃度 D_{vs} を150ppmに設定した場合、許容上限濃度 D_{vs} に対応する出口ガス温度 T_{hg} は、入口ガス露点温度 T_{di} が0のケースで13、入口ガス露点温度 T_{di} が5のケースで15、入口ガス露点温度 T_{di} が12のケースで19である。例えば、排気ガスGのNMP蒸気濃度 D_{ve} を一定に制御する場合、入口ガス露点温度 T_{di} によって適正な出口ガス温度 T_{hg} が相違し、入口ガス露点温度 T_{di} が高いほど対応する出口ガス温度 T_{hg} が高くなることが、図4から読み取れる。これは、排気ガスGの入口ガス露点温度 T_{di} が高いほど、出口ガス温度 T_{hg} をあまり低温まで下げることなく、

10

20

30

40

50

NMP蒸気濃度 Dve を許容上限濃度 Dvs である150ppm以下に維持することが可能であることを意味する。図4の例では、入口ガス露点温度 Tdi が0 のケースでは出口ガス温度 Thg を13 以下、入口ガス露点温度 Tdi が5 のケースでは出口ガス温度 Thg を15 以下、入口ガス露点温度 Tdi が12 のケースでは出口ガス温度 Thg を19 以下に調整することで、NMP蒸気濃度 Dve を許容上限濃度 Dvs (150ppm)以下の適正範囲に維持することができる。

【0048】

次に、図5を参照して、NMP凝縮液濃度 Dlq と出口ガス温度 Thg との関係を説明する。図5に示されるように、出口ガス温度 Thg が高いときほど、NMP凝縮液濃度 Dlq が高くなる。更に、出口ガス温度 Thg が等しい条件下では、排気ガスGにおける入口露点温度 Tdi が低いほど、NMP凝縮液濃度 Dlq が高くなる。入口露点温度 Tdi とNMP凝縮液濃度 Dlq との関係は、図3において説明したように、入口露点温度 Tdi が高いほど、冷却器22において凝縮する水蒸気の凝縮量が増えることによるものである。

【0049】

冷却温度調整制御においては、NMP凝縮液濃度 Dlq を調整する際の下限值としての許容下限濃度 $Dlsb$ を80wt%に設定している。図5に示す例では、許容下限濃度 $Dlsb$ (80wt%)に対応する出口ガス温度 Thg は、入口ガス露点温度 Tdi が12 のケースで17 、入口ガス露点温度 Tdi が5 のケースで7 である。また、入口ガス露点温度 Tdi が0 のケースで、出口ガス温度 Thg は少なくとも5 より低くなっている。

【0050】

以上のことから、NMP凝縮液濃度 Dlq を一定に制御しようとする場合、入口ガス露点温度 Tdi によって適正な出口ガス温度 Thg が相違し、入口ガス露点温度 Tdi が高いほど対応する出口ガス温度 Thg も高くなる。これは、排気ガスGの入口ガス露点温度 Tdi が高い場合、出口ガス温度 $Thgc$ をあまり低温まで下げることなく、NMP凝縮液濃度 Dlq を許容下限濃度 $Dlsb$ である80wt%以上に維持できることを意味する。図5の例では、入口ガス露点温度 Tdi が12 のケースでは出口ガス温度 Thg を17 以上、入口ガス露点温度 Tdi が5 のケースでは出口ガス温度 Thg を7 以上、入口ガス露点温度 Tdi が0 のケースでは出口ガス温度 Thg を少なくとも5 以上に調整することで、NMP凝縮液濃度 Dlq を許容下限濃度 $Dlsb$ (80wt%)以上の適正範囲に維持できることが読み取れる。

【0051】

溶剤回収装置2の制御器24は、冷却器22の出口における排気ガスGのNMP蒸気濃度 Dve が許容上限濃度 Dvs 以下に維持され、且つ、冷却器22で生成されるNMP溶剤凝縮液のNMP凝縮液濃度 Dlq が許容下限濃度 $Dlsb$ 以上に維持されるように定められる目標温度に、出口ガス温度 Thg を制御する。本実施形態において、冷却温度調整制御を実行する制御器24が制御手段に対応する。

【0052】

図4及び図5に示した例では、入口ガス露点温度 Tdi が12 の場合、出口ガス温度 Thg の適正範囲は17 ~ 19 となる。また、入口ガス露点温度 Tdi が5 の場合、出口ガス温度 Thg の適正範囲は7 ~ 15 となる。また、入口ガス露点温度 Tdi が0 の場合、出口ガス温度 Thg の適正範囲は13 以下となる。

【0053】

図6は、冷却温度調整制御に係る入口ガス露点温度 Tdi と出口ガス温度 Thg の目標温度 $Ttgt$ との関係を例示する図である。ここで、冷却器22を稼働させる際、目標温度 $Ttgt$ を低く設定する場合に比べて、高く設定する方が、冷凍機58の運転コスト、設備費用を抑えることができる。そこで、本実施形態においては、図6に示すように、冷却温度調整制御に係る出口ガス温度 Thg の目標温度 $Ttgt$ を、入口ガス露点温度 Tdi に応じて定まる適正範囲の上限値或いはその近傍の温度に設定するようにした。

【 0 0 5 4 】

なお、図 6 は、冷却器 2 2 の出口における排気ガス G の N M P 蒸気濃度 $D v e$ を 1 5 0 p p m に制御する際の入口ガス露点温度 $T d i$ と出口ガス温度 $T h g$ の目標温度 $T t g t$ との関係を示したものであり、N M P 蒸気濃度 $D v e$ の値が変更されれば、入口ガス露点温度 $T d i$ に対応する目標温度 $T t g t$ の値が変化することは言うまでもない。また、図 6 に示した入口ガス露点温度 $T d i$ と目標温度 $T t g t$ との関係は、上記 (1) 式で表すラウールの法則に基づいて求めることができる。

【 0 0 5 5 】

図 7 は、冷却温度調整制御に係る処理フローを示すフローチャートである。図 7 に示すフローチャートは、制御器 2 4 のプロセッサがメモリに記憶されている制御プログラムを実行することにより実現される。この制御プログラムは、例えば溶剤回収装置 2 の稼働中において、所定周期毎に繰り返し実行されるようになっている。

10

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 0 1 において、制御器 2 4 は、露点温度計 6 1 が出力する信号に基づいて、冷却器 2 2 の入口における排気ガス G の露点温度である入口ガス露点温度 $T d i$ を取得する。ステップ S 1 0 2 において、制御器 2 4 は、メモリに格納されている図 6 に示したマップ、すなわち出口ガス温度 $T h g$ の目標温度 $T t g t$ と入口ガス露点温度 $T d i$ との関係を規定されたマップを参照する。そして、このマップに現在のガス露点温度 $T d i$ を入力して、対応する目標温度 $T t g t$ を読み出す。

20

【 0 0 5 7 】

続くステップ S 1 0 3 において、制御器 2 4 は、温度計 6 2 が出力する信号に基づいて、現在の出口ガス温度 $T h g$ を取得する。そして、制御器 2 4 は、ステップ S 1 0 4 に進み、出口ガス温度 $T h g$ が目標温度 $T t g t$ に一致するように流量調節弁 6 0 の弁開度を制御する。その結果、冷却器 2 2 の冷却コイルに対して冷凍機 5 8 から供給される冷却水 N b の流量が調節され、出口ガス温度 $T h g$ が設定目標温度 $T t g t$ に一致するように制御される。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 0 4 では、出口ガス温度 $T h g$ と設定目標温度 $T t g t$ との差が基準値以下となるまで、流量調節弁 6 0 の弁開度をフィードバック制御してもよいし、また、出口ガス温度 $T h g$ と設定目標温度 $T t g t$ との差に応じて流量調節弁 6 0 の弁開度をフィードフォワード制御してもよい。勿論、制御器 2 4 は、冷却水 N b の流量を調節する代わりに、或いは冷却水 N b の流量調節と併行して、冷凍機 5 8 から送り出される冷却水 N b の温度を、例えばインバータ制御などによって調節してもよい。ステップ S 1 0 4 の処理が終了すると、制御器 2 4 は本処理フローを一旦終了させる。制御器 2 4 は、所定の周期毎に本処理フローを繰り返し実行することで、冷却器 2 2 に導入される排気ガス G の入口ガス露点温度 $T d i$ に応じて、冷却器 2 2 の出口における排気ガス G の温度である出口ガス温度 $T h g$ が調節される。

30

【 0 0 5 9 】

以上のように、本実施形態に係る冷却温度調整制御によれば、ラウールの法則に基づいて、N M P 蒸気濃度 $D v e$ が許容上限濃度 $D v s$ 以下となるとともに N M P 凝縮液濃度 $D l q$ が許容下限濃度 $D l s b$ 以上となるような出口ガス温度 $T h g$ (目標温度 $T t g t$) と入口ガス露点温度 $T d i$ との関係を予め把握しておき、これらの関係が規定された図 6 に示すマップを制御器 2 4 のメモリに記憶しておく。そして、逐次、入口ガス露点温度 $T d i$ を取得する毎に図 6 に示すマップにアクセスし、入口ガス露点温度 $T d i$ に対応する出口ガス温度 $T h g$ を読み出すとともに、その読み出した値を出口ガス温度 $T h g$ の目標温度 $T t g t$ に設定する。

40

【 0 0 6 0 】

これによれば、冷却器 2 2 の出口における排気ガス G に残存する N M P 溶剤蒸気の N M P 蒸気濃度 $D v e$ を、予め設定された許容レベル (例えば、1 5 0 p p m 以下) に抑えることができ、且つ、冷却器 2 2 において生成される N M P 溶剤凝縮液の濃度を比較的高い

50

レベル（例えば、80wt%以上）に維持することができる。

【0061】

更に、本実施形態に係る冷却温度調整制御によれば、冷却器22に流入する排気ガスGの入口ガス露点温度 T_{di} が変動しても、その入口ガス露点温度 T_{di} に応じて出口ガス温度 T_{hg} を適切な温度に調整することができる。これによれば、入口ガス露点温度 T_{di} が比較的高いときには、出口ガス温度 T_{hg} の目標温度 T_{tgt} を比較的高めに設定することができるため、冷凍機58の運転コストを低減することができる。

【0062】

以上より、本実施形態に係る溶剤回収装置2は、冷却器22に流入する排気ガスGの湿度（露点温度）に応じて、NMP蒸気濃度 D_{ve} 及びNMP凝縮液濃度 D_{lq} を所望のレベルに管理することができ、しかも、排気ガスGの冷却時に消費されるエネルギー量を可及的に低減することができるので冷凍機58の運転コスト削減の観点からも有利である。

【0063】

次に、実施形態に係る溶剤回収システム1の変形例について説明する。ここで、濃度が85wt%を超えるNMP溶剤は危険物の扱いになるため、回収したNMP溶剤凝縮液が過度に高くないようにしたいという要請がある。そこで、第1変形例においては、回収容器65に貯留されているNMP溶剤凝縮液の濃度が85wt%を超えた場合には、回収容器65に水を添加する等してNMP溶剤凝縮液の濃度を85wt%以下に維持するとよい。例えば、回収容器65に貯留されているNMP溶剤凝縮液の濃度を80～85wt%の範囲に維持されるように、必要に応じてNMP溶剤凝縮液に水を添加することが好ましい。

【0064】

次に、溶剤回収システム1における第2変形例について説明する。本変形例では、排気ガスGにおける入口露点温度 T_{di} が基準露点温度 T_{dib} 以下に維持されるように、外調機6を用いて予め外気OA（給気A）を除湿する。

【0065】

ところで、排気ガスGの入口露点温度 T_{di} が高くなるに従い、冷却器22の出口におけるNMP蒸気濃度 D_{ve} を許容上限濃度 D_{vs} 以下に維持する事が可能な出口ガス温度 T_{hg} の上限値と、NMP凝縮液濃度 D_{lq} を許容下限濃度 D_{lsb} 以上に維持可能な出口ガス温度 T_{hg} の下限値の双方が上昇する（図4、5を参照）。

【0066】

従って、入口露点温度 T_{di} が高くなり過ぎると、NMP蒸気濃度 D_{ve} 及びNMP凝縮液濃度 D_{lq} を同時に適正範囲に維持できる温度に出口ガス温度 T_{hg} の目標温度 T_{tgt} を設定することができなくなる虞がある。例えば、東京の夏期における設計外気温湿度条件である、気温33℃、相対湿度60%RHであれば、外気OAの露点温度は24℃となる。この条件下では、冷却器22に乾燥炉4から排出された排気ガスGをそのまま導いたのでは、入口露点温度 T_{di} が高すぎてしまい、出口ガス温度 T_{hg} の目標温度 T_{tgt} を適切に設定することができなくなる。

【0067】

そこで、本変形例において、外調機6は、冷却器22の出口におけるNMP溶剤蒸気のNMP蒸気濃度 D_{ve} が許容上限濃度 D_{vs} 以下となる第1の条件と、冷却器22において生成されるNMP溶剤凝縮液のNMP凝縮液濃度 D_{lq} が許容下限濃度 D_{lsb} 以上となる第2の条件の双方を満足する出口ガス温度 T_{hg} の目標温度 T_{tgt} が定まるように、外気OAを除湿するようにした。

【0068】

本変形例において、上記基準露点温度 T_{dib} は12℃に設定されており、入口露点温度 T_{di} が12℃以下となるように、外気OAは必要に応じて外調機6によって除湿される。例えば、外調機6は、入口露点温度 T_{di} が12℃以下に保たれるように、温度23℃、相対湿度50%RH程度の空調条件にて外気OAを除湿し、外気OAの露点温度を予め低下させておくようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 9 】

これによれば、外部から取り込まれる外気 O A の露点温度が高くなる条件下であっても、外調機 6 が外気 O A の除湿を行う事によって、上述した第 1 の条件と第 2 の条件の双方を満足するような目標温度 T_{tgt} を容易に設定することができる。なお、第 1 の条件に関し、許容上限濃度 D_{vs} は、吸着濃縮装置 3 の処理能力（容量）に応じて決定される。そのため、基準露点温度 T_{dib} の設定は、吸着濃縮装置 3 の処理能力（容量）の大小を考慮して定めることが好ましい。別の言い方をすると、吸着濃縮装置 3 の容量は、外調機 6 や冷却器 2 2 の処理能力を考慮して決定することが好ましい。

【 0 0 7 0 】

なお、本変形例においては、排ガス路 6 6 に空調機（図示せず）を配置し、この空調機を用いて乾燥炉 4 から排出された後であって冷却器 2 2 に導入される前の排気ガス G を除湿してもよい。この場合、排ガス路 6 6 に配置する空調機及び外調機 6 を併用して、入口露点温度 T_{di} を基準露点温度 T_{dib} 以下にコントロールしてもよい。

10

【 0 0 7 1 】

以上述べた実施の形態は本発明を説明するための一例であって、本発明の本旨を逸脱しない範囲内において種々の変更を加え得る。上述した実施形態及びその変形例は、組み合わせて実施することができる。

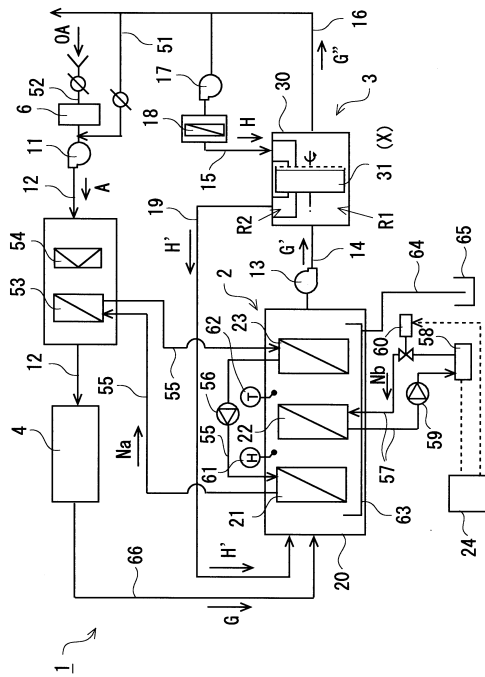
【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

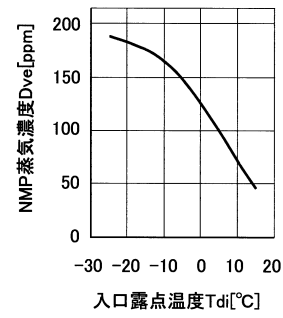
- 1 . . . 溶剤回収システム
- 2 . . . 溶剤回収装置
- 3 . . . 吸着濃縮装置
- 4 . . . 乾燥炉
- 2 1 . . . 熱回収器
- 2 2 . . . 冷却器
- 2 3 . . . 再熱器
- 2 4 . . . 制御器

20

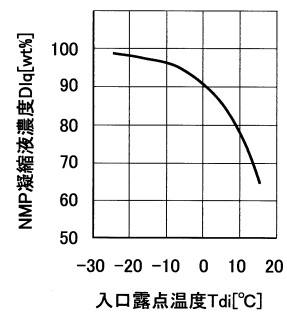
【図 1】



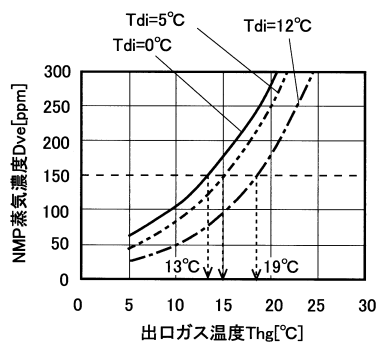
【図 2】



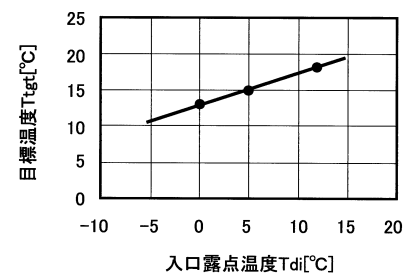
【図 3】



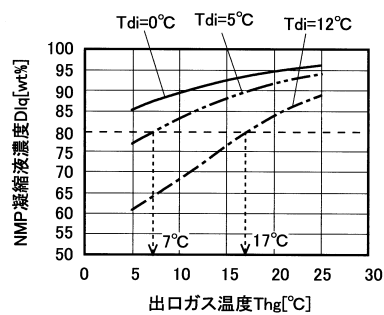
【図 4】



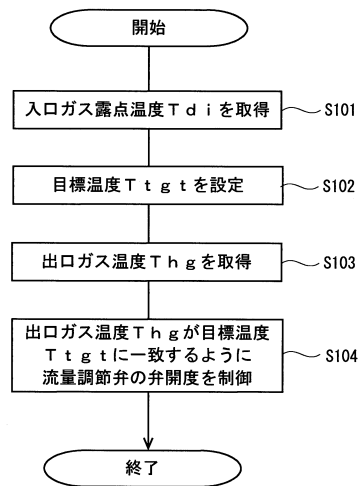
【図 6】



【図 5】



【図 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 8 1 0 4 5 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 6 9 4 3 5 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 0 2 3 3 5 5 2 1 (C N , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 0 1 D 5 / 0 0
B 0 1 D 5 3 / 2 6 - 5 3 / 2 8
B 0 1 D 5 3 / 3 4 - 5 3 / 8 5