

(19)日本国特許庁 (J P) (12)特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号
特許第3310861号
(P 3 3 1 0 8 6 1)

(45)発行日 平成14年 8 月 5 日(2002.8.5)

(24)登録日 平成14年 5 月24日(2002.5.24)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I |
|---------------------------|------|------------------|
| B01D 53/56 | | B01D 53/34 129 A |
| 53/81 | | 53/36 F |
| 53/86 | | |

請求項の数 2 (全 7 頁)

| | | | |
|----------|--------------------------|----------|---|
| (21)出願番号 | 特願平8 - 119200 | (73)特許権者 | 000224754 核燃料サイクル開発機構 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地49 |
| (22)出願日 | 平成 8 年 5 月14日(1996.5.14) | (73)特許権者 | 000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号 |
| (65)公開番号 | 特開平9 - 299746 | (72)発明者 | 遠山 伸一 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 動力 炉・核燃料開発事業団 大洗工学センタ ー内 |
| (43)公開日 | 平成 9 年11月25日(1997.11.25) | (74)代理人 | 100057874 弁理士 曾我 道照 (外 2 名) |
| 審査請求日 | 平成10年 2 月13日(1998.2.13) | 審査官 | 宮坂 初男 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】NO_x、O₃ を含むガスの処理方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 NO_x、O₃ を含むガスを珪素吸着剤が充填された吸着塔に通してNO_x とO₃ の反応生成物である硝酸を吸着除去し、ここで前記珪素吸着剤はSiO₂/Al₂O₃ 比が400以上のものであり、次いでその吸着塔を出た前記ガスをO₃ 分解触媒が充填された触媒塔に通して残留O₃ を分解除去することを特徴とするNO_x、O₃ を含むガスの処理方法。

【請求項 2】 NO_x、O₃ を含むガスを珪素吸着剤が充填された吸着塔に通してNO_x とO₃ の反応生成物である硝酸を吸着除去し、ここで前記珪素吸着剤はSiO₂/Al₂O₃ 比が400以上のものであり、次いでその吸着塔を出た前記ガスをO₃ 分解触媒が充填された触媒塔に通して残留O₃ を分解除去し、その触媒塔を出るガスを前記吸着塔の入口に循環する処理方法において、前記吸

2

着塔を出たガスの一部を前記触媒塔をバイパスさせることにより前記吸着塔の入口におけるO₃ 濃度がNO濃度の1.5倍(モル比)以上とすることを特徴とするNO_x、O₃ を含むガスの処理方法。

【発明の詳細な説明】

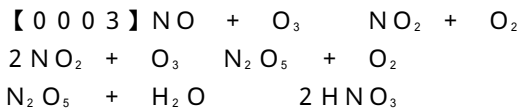
【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、NO_x、O₃ を含むガスの処理方法に関し、特に加速器等の電子線やエックス線を出す機器、装置等の雰囲気ガスでNO_x、O₃ を含むものを無害化するための処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】陽子等の原子構成粒子を加速する加速器は、その運転に際し電子線、エックス線が外部に漏れ、周囲の空気を電離してNO、O₃ を生成する。これらのNO、O₃ は、後述する反応により段階的に酸化され、

最終的には共存する水分との反応により一部が硝酸に転換し、このため未反応の NO 、 O_3 と反応生成物である NO_2 、 N_2O_5 及び硝酸が周囲の雰囲気ガス中に共存する。



【0004】即ち、加速器の運転によって雰囲気ガスの中に生ずる以上のガス内、 NO_x (NO 、 NO_2)、 O_3 及び硝酸は、人間の健康にとって一般に好ましいものではないから環境への排出が規制されている。又硝酸は、加速器自体にとっても腐食の原因になり得るもので速やかな除去が好ましい。一方、加速器の運転によって生ずる熱を除去して加速器を適切な温度下に保つ必要がある。従って、従来加速器から放出される熱の除去及び運転終了後の加速器周辺への速やかな立ち入りを可能とするため、運転時系統内に室内容積の数倍以上の空気を常時送風すると共に、環境への放出に際しては送風空気の後流にアルミナに活性炭を含有した吸着剤の充填塔を設置して、送風空気内の NO_x を吸着すると共に活性炭を構成する炭素と O_3 との反応により O_3 を分解処理することとしていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来技術には、次の問題があることが本発明者の評価検討により判明した。即ち、従来の吸着剤は、 O_3 を活性炭との酸化反応により分解するものの NO_x の吸着除去能力はそれほど大きくない。このため、通常 $1000 \sim 20000 \text{ m}^3/\text{h}$ である送風ガス（空気）に含まれる数 ppm 以下の低濃度の NO_x を数千時間に亘って吸着する必要があるが、 NO_x 成分のうち比較的吸着能の弱い NO 、 NO_2 については、相当短期間に破過することとなり、これらの成分は十分には吸着除去できない。

【0006】以上の問題点について更に検討評価を進めた処、次の点が判明した。即ち、上述の反応では NO から NO_2 への酸化は比較的速いものの、 NO_2 から N_2O_5 への酸化はかなり遅い。そして O_3/NO_2 のモル比が大きいくほど硝酸への転換が進む（そのモル比が小さい、即ち O_3 含有量が少ないと硝酸への転換は進みにくい）。前述の吸着剤では、流入したガス中の O_3 は活性炭により消費され且つアルミナにより速やかに分解され、 NO_x の酸化に必要な O_3 は吸着塔内で消滅し、それ以降 NO_x はほとんど硝酸に転換しない。このため、数 ppm の NO_x を O_3/NO_x のモル比 5 で吸着塔に供給しても、 NO_x については 20% 程度しか除去せず、 NO_x は NO_2 として流過する。

【0007】又、加速器の荷電粒子が高エネルギー化するに伴い、その雰囲気ガスの空気を構成する窒素 N 、酸素 O からその放射性同位元素 (N^{15} 、 O^{18}) が生成され、これらはそのまま環境へは放出できないので、一定の壊

変時間を待つて放射能が失われた後放出する必要がある。このため、前述の温度調整用雰囲気ガスは、閉鎖系を循環させて滞留する必要があるが生ずるが、そうすると雰囲気ガス中の NO_x 濃度、 O_3 濃度が上昇し、これにより硝酸の生成が進行する。即ち、環境への放出に際して処理すべき NO_x 、 O_3 及び硝酸の含有量が増大するが、従来使用されていたアルミナに活性炭を含有した吸着剤では、前述のように NO 等の NO_x の吸着除去能力が十分でないし、硝酸も除去されない。又吸着剤中の活性炭が一部酸化して一酸化炭素が生成するため閉鎖系での使用は好ましくない。従って、加速器等の雰囲気ガスのように NO_x 、 O_3 を含有するガスを処理するに際し、 NO_x 、 O_3 及び硝酸の除去効率が高い処理方法が求められている。本発明は、このような要望に答えることを課題としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】如上の課題を解決するため、本発明の一の処理方法によれば、 NO_x 、 O_3 を含むガスを珪素吸着剤が充填された吸着塔に通して NO_x と O_3 の反応生成物である硝酸を吸着除去し、次いでその吸着塔を出た硝酸除去後のガスを O_3 分解触媒が充填された触媒塔に通して残留 O_3 を分解除去する。その珪素吸着剤としては、ZSM-5、シリカライト等のペンタシルゼオライト、USY (Ultra-stable-zeolite) 型ゼオライト、シリカゲル、キャリアクト等が好適である（以下、高珪素吸着剤という）。この過程では、 O_3 の分解触媒等はないからその分解は抑制され、 O_3/NO のモル比が高値に保たれ、 NO の硝酸への転換が進み、硝酸が珪素吸着剤に吸着除去される。即ち、ガス中の NO は、硝酸の形で珪素吸着剤に吸着される。分解せずに残った O_3 は、触媒塔内の O_3 分解触媒によって O_2 に分解される。 O_3 分解触媒としては、アルミナ、A 型ゼオライト、X 型ゼオライト、アルミナシリカゲルのようなアルミニウム含有吸着剤が好適である。

【0009】更に本発明の他の方法によれば、 NO_x 、 O_3 を含む雰囲気ガスを高珪素吸着剤が充填された吸着塔に通して NO_x と O_3 の反応生成物である硝酸を吸着除去し、次いでその吸着塔を出たガスを O_3 分解触媒が充填された触媒塔に通して残留 O_3 を分解除去し、その触媒塔を出るガスを前記吸着塔の入口に循環するように流し、その際、吸着塔を出たガスの一部をその触媒塔をバイパスさせて吸着塔の入口における O_3 濃度が NO 濃度の 1.5 倍（モル比）以上とすることにより、 NO_x 、 O_3 及び硝酸を除去し且つ、酸素及び窒素の放射性同位元素の放射能レベルを許容値以下になるように処理する。この処理方法において使用される高珪素吸着剤及び O_3 分解触媒は、前述の第一の処理方法の場合と同じ物質が使用される。放射性同位元素 N^{15} 、 O^{18} は閉鎖系での循環運転中に壊変して放射能を喪失する。そして、吸着塔を出た雰囲気ガスの一部が触媒塔をバイパスして循

環するので、 O_3 の分解が抑制されて吸着塔に入る被処理ガス中の O_3 濃度が高まり、 NO_x の硝酸への転換が促進し、 NO_x は硝酸として吸着塔で最大限に吸収される。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】以下添付の図面を参照して本発明の実施形態を説明するが、処理すべき NO_x 、 O_3 を含むガスを前述したような加速器の雰囲気ガスと説明する。然し乍らこれはあくまで例示のためであり、本発明方法の処理対象ガスが加速器の雰囲気ガスに限定される趣旨と理解すべきではない。図 1 は、本発明の第一の処理方法を実施するための雰囲気ガス処理装置 1 0 の系統図を示しているが、加速器が設けられた室即ち加速器室 1 1 は、配管 1 3 を介して吸着塔 1 5 に連絡している。この吸着塔 1 5 には、後述する高珪素吸着剤 1 7 が充填されている。この吸着塔 1 5 の出口は配管 1 9 を介して触媒塔 2 3 に連絡し、この触媒塔 2 3 には後述する O_3 分解触媒 2 3 が充填されている。そして吸着塔 2 1 の出口は、配管 2 5 及び粉塵フィルタ 2 7 を介してブロウ 2 9 に連絡し、このブロウ 2 9 の出口が環境に開放されている。以上の構成の雰囲気ガス処理装置 1 0 のブロウ 2 9 を加速器の運転に併せて駆動すると、 NO_x 、 O_3 を含む雰囲気ガスが配管 1 3 を流れて吸着塔 1 5 に流入する。この配管 1 3 を流れる中でも硝酸転換反応が進むが、気相反応にはかなりの滞留時間が必要であり、硝酸への転換は全 NO_x の 2 0 パーセント以下に留まる。一

方高珪素吸着剤 1 7 においては、一定量の O_3 は分解されることなく吸着されているので、吸着された NO 、 NO_2 の NO_x 成分はその吸着されている O_3 及び水分と反応して硝酸に転換される。高珪素吸着剤 1 7 の硝酸吸着量は、 NO 、 NO_2 に比べてはるかに大きいので、硝酸は高珪素吸着剤 1 7 に高効率で捕捉される。この高珪素吸着剤 1 7 は、 O_3 に対してはそれ程大きい吸着量を有しないので、過剰量の O_3 は吸着塔 1 5 から流出して配管 1 9 を通り触媒塔 2 1 に入る。このようにして残留 O_3 を含んだ雰囲気ガスは触媒塔 2 1 に流入し、その含有 O_3 は O_3 分解触媒 2 3 との反応により分解され、 NO_x 、 O_3 及び硝酸の含有量が規制値以下に低減される。そして処理済みの雰囲気ガスは、ブロウ 2 9 により駆動されて粉塵フィルタ 2 7 を通り粉塵が除去され、そしてブロウ 2 9 の出口から環境に排出される。

【 0 0 1 1 】 上述の高珪素吸着剤 1 7 としてはペンタシルゼオライト、U S Y 型ゼオライト、シリカゲル、キャリアクト等が好適であるが、これらについて吸着塔 1 5 に充填し、その吸着性能を試験した。これらの高珪素吸着剤の吸着性能を比較確認する意味で、Na - X 型ゼオライト、Na - A 型ゼオライト、アルミナについても同条件で試験した。試験条件は、処理ガス量 4 0 m³ N / h、 NO_x 濃度 3 p p m、 O_3 濃度 2 4 p p m、温度 2 5 ° C、相対湿度 5 0 % である。供試吸着剤の諸元等を表 1 に示す。

【 0 0 1 2 】

表 1

| 吸着剤 | SiO ₂ / Al ₂ O ₃ 比 (-) | 形状 インチ | 空塔速度 (m / sec) | 充填量 (リットル) |
|---------------|--|-----------|---------------------|-----------------|
| 1 ペンタシル | 400 | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 2 ペンタシル | 25 | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 3 USY型ゼオライト | 5 | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 4 USY型ゼオライト | 70 | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 5 シリカゲル | | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 6 キャリアクト Q-30 | | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 7 キャリアクト Q-3 | | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 8 Na-X型ゼオライト | 2.5 | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 9 Na-A型ゼオライト | 2 | 1/16 | 0.5 | 4 |
| 10 アルミナ | 0 | 1/16 | 0.5 | 4 |

以上の供試吸着剤の上記試験条件による試験結果を表 2 に示す。

表 2

| 吸着剤 | 入口NO濃度 (ppm) | 入口O ₃ 濃度 (ppm) | 出口NO濃度 (ppm) | 出口O ₃ 濃度 (ppm) |
|---------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 ペンタシル | 3 | 24 | 0.02 | 16 |
| 2 ペンタシル | 3 | 24 | 0.05 | 12 |
| 3 USY型ゼオライト | 3 | 24 | 0.3 | 5 |
| 4 USY型ゼオライト | 3 | 24 | 0.05 | 12 |
| 5 シリカゲル | 3 | 24 | 0.08 | 16 |
| 6 キャリアクト Q-30 | 3 | 24 | 0.35 | 16 |
| 7 キャリアクト Q-3 | 3 | 24 | 0.08 | 16 |

| 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------|---|----|-----|
| Na-X型ゼオライト | 3 | 24 | 1.5 |
| Na-A型ゼオライト | 3 | 24 | 2 |
| アルミナ+活性炭 | 3 | 24 | 2.4 |

【 0 0 1 3 】表 2 の試験結果より、次のように理解できる。即ちSiO₂ /Al₂O₃ 比の大きな吸着剤程出口NO_x 濃度は低く、一方出口O₃ 濃度は高い。これは吸着塔 1 5 内に充填された供試吸着剤中でNO_x とO₃ の反応が進行して硝酸が生成し、これが各供試吸着剤に吸着されたものと理解される。一方O₃ については、SiO₂ /Al₂O₃ 比の大きな吸着剤ではO₃ 分解の触媒活性点が減少するため、吸着塔 1 5 の出口のO₃ 濃度は高いままである。以上の

試験結果により番号 1 ~ 7 の供試吸着剤については、NO_x 濃度は規制値以下に減少することが確認された。次に触媒塔 2 1 に充填するO₃ 分解触媒 2 3 の性能については、表 3 に記載した触媒について、前述の吸着剤についての同様の試験条件で試験した。試験結果は表 4 に示されている。

10 【 0 0 1 4 】

表 3

| 供試触媒 | 形状 (インチ) | 空塔速度 (m/sec) | 充填量 (リットル) |
|------------|-------------|-----------------|---------------|
| 1 Ni系 | 1 / 8 | 1 . 5 | 0 . 5 |
| 2 Mn系 | 1 / 8 | 1 . 5 | 0 . 5 |
| 3 Ni + Pt系 | 1 / 8 | 1 . 5 | 0 . 5 |
| 4 Mn + Pt系 | 1 / 8 | 1 . 5 | 0 . 5 |
| 5 アルミナ+活性炭 | 1 / 8 | 1 . 5 | 0 . 5 |

表 4

| 供試触媒 | 入口NO濃度 (ppm) | 入口O ₃ 濃度 (ppm) | 出口NO濃度 (ppm) | 出口O ₃ 濃度 (ppm) |
|------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|
| 1 Ni系 | 0 . 0 2 | 1 6 | 0 . 0 2 | 0 . 0 6 |
| 2 Mn系 | 0 . 0 2 | 1 6 | 0 . 0 2 | 0 . 0 6 |
| 3 Ni + Pt系 | 0 . 0 2 | 1 6 | 0 . 0 2 | 0 . 0 4 |
| 4 Mn + Pt系 | 0 . 0 2 | 1 6 | 0 . 0 2 | 0 . 0 4 |
| 5 アルミナ+活性炭 | 0 . 0 2 | 1 6 | 0 . 0 2 | 0 . 0 |

【 0 0 1 5 】表 4 に示されるようにいずれの供試触媒についても、出口O₃ 濃度は、環境規制値である 0 . 0 6 ppm以下に低減している。これは、O₃ の反応性が非常に大きく触媒との接触で容易に分解するためである。特に遷移金属系の触媒に 0 . 5 重量パーセント程度の白金 (Pt) 等を担持することでO₃ の分解性は向上している。又、活性炭含有アルミナでは、活性炭を構成する炭素とO₃ の酸化反応でO₃ は消費されて出口では全くO₃ が検出されなかった。更に、活性炭含有アルミナでは、硝酸がアルミナで吸着されるため出口NO濃度も減少している。本発明の第一の処理方法の実施形態において、図 1 の加速器室 1 1 から発生するNO_x とO₃ は、吸着塔 1 5 においてNO_x が主にNO₂ 、硝酸として吸着除去され、触媒塔 2 1 でO₃ が分解除去される。この結果を示したのが表 2 及び表 4 である。

【 0 0 1 6 】次に本発明の第二の処理方法の実施形態について説明する。本発明の方法を実施するための典型的な処理装置の系統図が図 2 に示されている。図示の雰囲気ガス処理装置 5 0 において、前出の雰囲気ガス処理装置 1 0 と同一の部分には同一の符号を付しているが、触媒塔 2 1 に迂回して流量調整弁 5 1 を備えたバイパス配管 5 3 を設けた点とブロウ 2 9 の出口から加速器室 1 1 へ戻るリサイクル配管 5 5 設けた点で雰囲気ガス処理装

置 1 0 と大きく異なっている。そして吸着塔 1 5 には、高珪素吸着剤として 1 / 1 6 インチに造粒成型されたシリカライト 5 7 が充填され、触媒塔 2 1 にはO₃ 分解触媒としてMn , Pt系触媒 5 9 が充填されている。そして、この雰囲気ガス処理装置 5 0 を使用して、処理ガス量 4 0 m³ N / h , NO_x 濃度 3 ppm、O₃ 濃度 2 4 ppmの加速器雰囲気ガスを模擬した送気ガスを本発明方法により処理した。即ち、送気ガスを吸着塔 1 5 に流し、シリカライト 5 7 と接触させる。そして吸着塔 1 5 から出た送気ガスを触媒塔 2 1 に流すと共に一部をバイパス配管 5 3 を通し、粉塵フィルタ 2 7 の上流で合流する。この処理済み送気ガスを粉塵フィルタ 2 7 に通して粉塵を除去し、ブロウ 2 9 によりリサイクル配管 5 5 を通して加速器室 1 1 に戻し送気ガスを循環した。処理温度は 2 5 、相対湿度は 5 0 % である。流量調整弁 5 1 は、循環ガス中のO₃ / NOのモル比を 8 にするように触媒塔 2 1 を迂回する送気ガスのバイパス量を調節し、加速器の運転停止後 1 2 0 分無負荷運転を継続した。

【 0 0 1 7 】以上の処理運転時のNO_x 、O₃ 濃度の変化について説明すると、シリカライト 5 7 のSiO₂ /Al₂O₃ 比は 4 0 0 程度のため、出口NO_x 濃度は循環運転時に 0 . 0 5 ppm程度に低減され、加速器の運転終了後の 1 2 0 分の無負荷運転ではNO_x から硝酸への転換が進

行することになり、更に 0.01 ppm まで低下した。一方 O₃ 濃度については、シリカライト 57 と O₃ との接触では殆ど O₃ は分解しないこと及び触媒塔 21 での O₃ 分解率を 60% 程度に押さえていることから、循環系での O₃ 濃度は 3 ppm 程度とかなり高い。このため吸着塔 15 内のシリカライト 57 中での NO_x と O₃ の反応が進行して硝酸が生成し、これがシリカライト 57 に吸着され、前述の濃度低下となっている。図 3 に触媒塔 21 の O₃ 分解率、循環運転時の NO_x 濃度 () と O₃ 濃度 (○) 及び無負荷運転 120 分後の循環系の NO_x 濃度 (×) と O₃ 濃度 () が示されている。前述以外の反応についての説明は、処理装置 10 による処理方法についての説明がなお適用できる。

【0018】図 3 に示されるように、NO_x 濃度を低値に保つためには O₃ 分解率を 60% 程度の低値に保つ必要があり、この条件で 120 分の無負荷運転で、O₃ はほぼ未検出の濃度に低下する。このように循環系で O₃ 分解触媒を使用しても、O₃ / NO のモル比を 8 と高くしているので、NO_x 濃度と O₃ 濃度は環境規制値である 0.06 ppm 以下に低減される。そして加速器運転終了後の 120 分の無負荷運転の間に放射性同位元素の放射能は喪失され、更に NO_x 濃度は 0.01 ppm 程度、O₃ 濃度は未検出のレベルまで低下する。

【0019】
【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 の発明によれば、加速器の雰囲気ガスのような NO_x、O₃ を含むガスを先ず高珪素吸着剤が充填された吸着塔に通すので、O₃ の分解が進まず、NO_x の硝酸への転換が進んでその吸着除去が高効率に行われ、その後に触媒塔で O₃ 分解触媒により O₃ が分解されるので、NO_x 濃度及び

O₃ 濃度を環境規制値以下の低値に低減できる。又請求項 2 の発明によれば加速器等の雰囲気ガスのような NO_x、O₃ を含むガスに含まれる酸素と窒素の同位元素の放射能を無くするため O₃ 分解触媒を含む触媒塔を出たガスを吸着塔の入口に再循環させても、一部のガスを触媒塔をバイパスさせて吸着塔に入る雰囲気ガスの O₃ 濃度を高くするので、NO_x の硝酸への転換が阻害されず、処理済みガス中の NO_x、O₃ 及び硝酸の濃度を十分に低減することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一の処理方法を実施するための処理装置の系統図である。

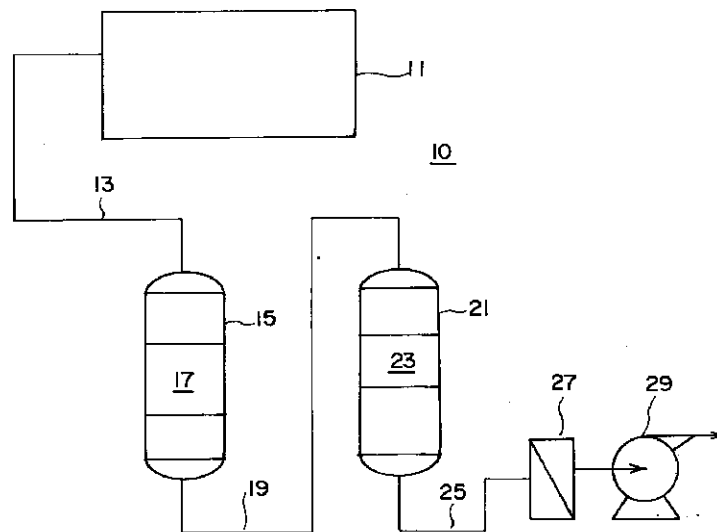
【図 2】本発明の他の処理方法を実施するための処理装置の系統図である。

【図 3】図 2 の処理装置を使用して本発明の方法を実施したときの各成分の濃度変化を示すグラフである。

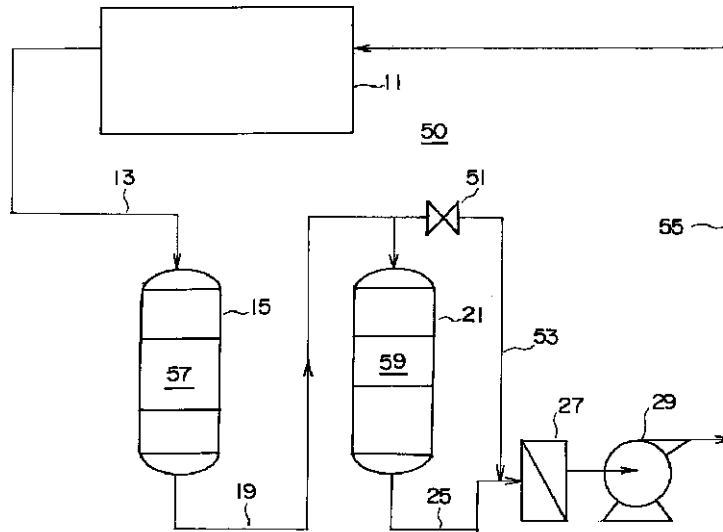
【符号の説明】

- 10 雰囲気ガス処理装置
- 11 加速器室
- 15 吸着塔
- 17 高珪素吸着剤
- 21 触媒塔
- 23 O₃ 分解触媒
- 50 雰囲気ガス処理装置
- 51 流量調整弁
- 53 バイパス配管
- 55 リサイクル配管
- 57 シリカライト
- 59 Mn, Pt 系触媒

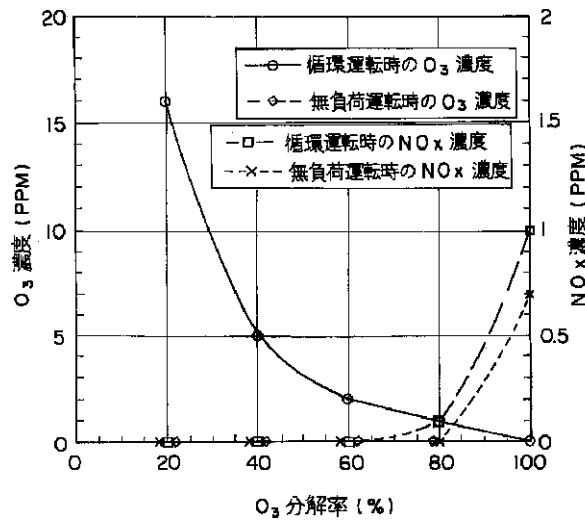
【図 1】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 大村 明子
 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 動力
 炉・核燃料開発事業団 大洗工学センタ
 ー内

(72)発明者 泉 順
 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
 工業株式会社 長崎研究所内

(72)発明者 安武 昭典
 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
 工業株式会社 長崎研究所内

(72)発明者 薦谷 博之
 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重
 工業株式会社 長崎研究所内

(72)発明者 早野 睦彦
 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 石倉 修一
 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号
 三菱重工業株式会社内

(56)参考文献 特開 平7-204468 (J P , A)
 特開 平6-55032 (J P , A)
 特開 平5-64721 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

B01D 53/56

B01D 53/81

B01D 53/86