

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6568950号
(P6568950)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 N 21/39 (2006.01) GO 1 N 21/39
GO 1 N 21/3504 (2014.01) GO 1 N 21/3504

請求項の数 15 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-548983 (P2017-548983)	(73) 特許権者	517298149
(86) (22) 出願日	平成28年2月23日 (2016.2.23)		シーメンス アクティエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2018-513968 (P2018-513968A)		ドイツ・80333・ミュンヘン・ヴェル
(43) 公表日	平成30年5月31日 (2018.5.31)		ナーフオン・シーメンス・シュトラッセ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/053773		・1
(87) 国際公開番号	W02016/146351	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成28年9月22日 (2016.9.22)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成29年12月25日 (2017.12.25)	(74) 代理人	100110364
(31) 優先権主張番号	102015204883.7		弁理士 実広 信哉
(32) 優先日	平成27年3月18日 (2015.3.18)	(72) 発明者	ケヴィン・ブレヒテル
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		ドイツ・91486・ウエールフェルト・
			マルティン・ベハイム・シュトラッセ・2
		(72) 発明者	ラルフ・ジークリング
			ドイツ・91083・バイアースドルフ・
			メーリケシュトラッセ・16パー
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス発電所の排ガスにおける三酸化硫黄を測定するためのレーザーベースの赤外分光法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス(1)における三酸化硫黄含有量を決定するための方法であって、前記ガス(1)のサンプル(2)が取られ、前記サンプル(2)のガス圧力が低下し、波数可変単色光源(3)によって波数分解透過測定が前記サンプル(2)上で実施され、前記測定から三酸化硫黄含有量が導出され、前記測定が、 1360 と 1410 cm^{-1} との間の三酸化硫黄吸収帯において行われ、前記測定が、 1365.49 cm^{-1} での三酸化硫黄吸収の周りのウィンドウにおいて前記三酸化硫黄吸収を用いて、行われ、

前記測定が、二酸化硫黄及び三酸化硫黄の第2高調波(又は他の、より高い調波)の検出による波長変調分光(WMS)によって行われることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

前記サンプル(2)が、 100 hPa より下の圧力にされる、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

200°C より上のサンプル温度が設定される、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項 4】

前記測定が、多重折り返しビーム経路(5)を備える長経路セル(4)において実施される、請求項1から3の何れか一項に記載の方法。

【請求項 5】

吸収セクション(6)が、最大で 15 m 、好ましくは最大で 10 m 、特に最大で 5 m である、請求項4に記載の方法。

10

20

【請求項 6】

測定されたスペクトルが、モデルスペクトルに適合する曲線において比較され、三酸化硫黄の濃度が、前記モデルスペクトルのパラメータとして入る、請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の方法。

【請求項 7】

三酸化硫黄の濃度に加えて、干渉するガスの濃度もまた、第 2 の独立した測定方法に由来する既知の値として、又はフィットパラメータとしてのいずれかでモデル内に入る、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

ガスタービン (8) を備える及び熱回収蒸気発生器 (9) を備える発電所 (7) を運転するための方法であって、前記ガスタービンの前記ガス (1) における三酸化硫黄含有量が、請求項 1 から 7 の何れか一項に記載されるように決定され、前記熱回収蒸気発生器 (9) における排ガス温度は、硫酸の露点が前記熱回収蒸気発生器 (9) において下回らないように前記三酸化硫黄含有量に基づいて適合される、方法。

【請求項 9】

ガス (1) における三酸化硫黄含有量を決定するための測定システム (10) であって、ガス取り出し点 (12) から測定セル (13) への第 1 のガスライン (11)、前記測定セル (13) に関する圧力調整装置 (14)、三酸化硫黄吸収帯の領域における波数可変単色光源 (3)、前記測定セル (13) における透過測定を実施するための制御装置 (15)、及び三酸化硫黄含有量を決定するための評価ユニット (16) を含み、前記波数可変単色光源 (3) が、 1360 と 1410 cm^{-1} との間で単色光を生成するのに適し、前記波数可変単色光源 (3) が、 1365.49 cm^{-1} で三酸化硫黄吸収の周りのウィンドウにおいて単色光を生成するのに適しており、

前記透過測定が、二酸化硫黄及び三酸化硫黄の第 2 高調波 (又は他の、より高い調波) の検出による波長変調分光 (WMS) によって行われることを特徴とする、測定システム (10)。

【請求項 10】

前記圧力調整装置 (14) が、第 2 のガスライン (19) を介して前記測定セル (13) に接続される、圧力調整器 (17) 及び真空ポンプ (18) を含む、請求項 9 に記載の測定システム (10)。

【請求項 11】

2 つの、第 1 のガスライン (11) 及び測定セル (13)、の内の少なくとも 1 つが、加熱可能である、請求項 9 又は 10 に記載の測定システム (10)。

【請求項 12】

前記第 1 のガスライン (11) 内に接続される粒子フィルタ (20) をさらに含む、請求項 9 から 11 の何れか一項に記載の測定システム (10)。

【請求項 13】

前記第 1 のガスライン (11) 内に接続されるスロットル装置 (21) をさらに含む、請求項 9 から 12 の何れか一項に記載の測定システム (10)。

【請求項 14】

前記測定セル (13) が、5 から 15 m の吸収セクション (6) を有する、多重折り返しビーム経路 (5) を備える長経路セル (4) である、請求項 9 から 13 の何れか一項に記載の測定システム (10)。

【請求項 15】

ガスタービン (8)、熱回収蒸気発生器 (9)、及び、請求項 9 から 14 の何れか一項に記載の測定システム (10) を備える発電所 (7)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための方法、並びに、ガスタービ

10

20

30

40

50

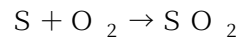
ンによる及び熱回収蒸気発生器による発電所を運転するための方法に関する。本発明はさらに、ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための測定システム、並びに、ガスタービン及び熱回収蒸気発生器による発電所に関する。

【背景技術】

【0002】

通常、天然ガスは、非常に少量の硫黄（S）のみを含む。ガスタービンに関する燃焼ガスにおける硫黄含有量は、酸素（O₂）によって燃焼プロセスの間に二酸化硫黄（SO₂）に完全に変換されると仮定される。

【0003】

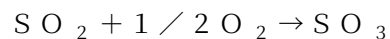


10

【0004】

熱回収蒸気発生器のガス流れにおいて、二酸化硫黄は、三酸化硫黄（SO₃）へと部分的にさらに変換される：

【0005】

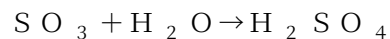


【0006】

結果として得られる排ガスにおける二酸化硫黄及び三酸化硫黄の濃度は、いずれの場合においても初期は比較的小さい。それでもなお、三酸化硫黄濃度は、ガス及び蒸気タービンプラントの熱回収蒸気発生器の低温端上での可能性のある硫酸形成及びその悪影響に関して、決定されるべき又は少なくとも推定されるべきである。なぜなら、三酸化硫黄は、水（H₂O）と反応して硫酸（H₂SO₄）を与えるからである：

20

【0007】



【0008】

硫酸は、硫酸の露点を下回るときに凝縮し、腐食を引き起こす。しかしながら、三酸化硫黄含有量の決定又は推定は、完全には単純でない。なぜなら、変換速度は、様々なパラメータの関数だからである。

【0009】

例えば、選択的触媒反応に関する触媒を備える、又は、一酸化炭素に関する触媒を備えるユニットにおいて、二酸化硫黄の変換は、これらの触媒で増加し；したがって、三酸化硫黄の濃度が増加する。

30

【0010】

考慮されるべきさらなる因子は、熱回収蒸気発生器における排ガスの滞留時間であり、ガスタービン負荷に応じて変動する。ガスタービン負荷が低いほど、熱回収蒸気発生器における排ガスの滞留時間も長くなり、結果として、三酸化硫黄への二酸化硫黄の変換もまた増加する。

【0011】

硫酸の防止のための準備は、熱回収蒸気発生器における凝縮予熱器の温度が永久に硫酸の露点よりも上にあることを確実にすることである。

【0012】

40

しかしながら、プラントの可能な限り高い効率の利益のために、凝縮予熱器の温度は、可能な限り低くなくてはならない。

【0013】

したがって、二酸化硫黄変換速度の推定を実施することが、ガス及び蒸気タービンプラントに関する一般的慣習であり、腐食問題に関してむしろ、より保守的であり、効率を犠牲にするであろう。これに関して、ガス及び蒸気タービン発電所の熱回収蒸気発生器における排ガスの最低温度は、いかなる場合においても硫酸の酸露点を下回らないために十分な信頼性が存在するように高くなるように（例えば予想露点より上に10 K）、熱回収蒸気発生器の対応する設計及び対応して高い凝縮液流れ温度を通して、選択される。“安全距離”によって、熱回収蒸気発生器における排ガスは、硫酸腐食の発生なしで理論的に可

50

能であろう程度まで冷却されない。これによって、該当する場合、熱は数MWの領域において“与えられ”、ガス及び蒸気タービン発電所の効率は低下する。したがって、より正確に排ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定することができることが望ましいであろう。

【0014】

排ガスの硫酸含有量又は三酸化硫黄含有量のそれぞれは、研究所におけるサンプリング及び化学的分析を通して行われ得る。しかしながら、このような方法は遅く、時間と労力を要し、費用がかさむ [Continuous Measurement Technologies for SO_3 and H_2SO_4 in Coal-Fired Power Plants, EPRI, Palo Alto, CA: 2004. 1009812.]。

10

【0015】

石炭における硫黄含有量は、石炭火力発電所において、排ガスにおける1から100 ppmの三酸化硫黄濃度をもたらす。この濃度範囲に関して、制御された濃度の方法によってインサイチュで硫酸含有量を決定する検査が存在する [Continuous Measurement Technologies for SO_3 and H_2SO_4 in Coal-Fired Power Plants, EPRI, Palo Alto, CA: 2004. 1009812.]。

【0016】

同じ濃度範囲に関して、排ガスにおいて直接的にレーザー分光法によってインサイチュで測定するというアプローチもまた存在する [<http://practices.geosyntec.com/air-quality/pdf/Geosyntec-SO3-Analyzer-Technical-Brief.pdf>]。レーザー分光法による抽出方法もまた知られている。しかしながら、その方法は、これまでは、比較的高い三酸化硫黄濃度に限定されている (0.5 ppm~200 ppm) [<http://www.psicorp.com/pdf/library/sr-1210.pdf>], [http://www.ayt.cl/files/articulos/WP_AQISO3_0810.pdf]、[US 8,368,896 B1]。

20

【0017】

ガス運転発電所の排ガスにおいて予想される三酸化硫黄濃度は、10から1000 ppbの範囲にある。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

従って、ガスにおける、特にガスタービンの排ガスにおける、三酸化硫黄含有量を決定するための方法を示すことは、本発明の目的であり、熱回収蒸気発生器の低温端での温度は、発電所の効率を増加させるために、可能な限り低く維持され得る。本発明のさらなる目的は、ガスタービンを備える及び熱回収蒸気発生器を備える発電所を運転するための方法を示すことである。さらに、本発明の目的は、ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための対応する測定システム、又はそれぞれ対応する発電所を示すことである。

【課題を解決するための手段】

40

【0019】

本発明は、ガスのサンプルがとられ、サンプルのガス圧力が低下するこのような方法において、波数可変単色光源によって、波数分解透過測定がサンプル上で実施され、測定から三酸化硫黄含有量が導出され、測定が1360と1410 cm^{-1} との間の三酸化硫黄吸収帯において、特に、1365.49 cm^{-1} での三酸化硫黄吸収の周りの窓において行われる、という規定を作製することによって、ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための方法に向けられる問題を解決する。

【0020】

分光法は典型的には、可変半導体レーザーによって適用される。波数分解透過測定は、可変光源によって実施される。透過光は、光検出器によって取り出される。

50

【0021】

スペクトル測定は抽出システムにおいて行われる。つまり、サンプルは、ガスから取られ、測定セルへ送達される。測定セルでは、ガスは、吸収線の線幅を減らし、それによって第1の場所において個別のガスのスペクトルの分離を可能にするために、減少した圧力で保持される。通常の圧力で、水吸収は、三酸化硫黄帯の大部分を覆うので、低濃度範囲における三酸化硫黄濃度の選択的測定を阻む。

【0022】

吸収測定セルにおける減少した圧力と関連した 1365.49 cm^{-1} の三酸化硫黄吸収の使用は、様々な優位点を提供する。測定は、水スペクトルのスペクトルギャップにおいて行われる。つまり、スペクトル範囲は、主に透明である。ギャップでは、目的ガスの及びさらなる排ガス成分の吸収が生じる。

10

【0023】

目的の波数ウィンドウにおける三酸化硫黄の吸収は、近接線と比較して、少なくとも2倍大きい大きさ、及び、隣接する三酸化硫黄吸収のものよりも狭い形状を有する。より大きな吸収は、低い検出限界の実現を促進し、狭い線は、他の排ガス成分の潜在的に干渉する吸収に対する選択を促進する。発生濃度範囲における残りの排ガス成分は、三酸化硫黄スペクトルのわずかな干渉につながるのみである。

【0024】

吸収線の線幅を減少させ、それによって第1の場所において個別のガスのスペクトルの分離を可能にするために、減少した圧力で測定セルにおけるガスを保持することが必要不可欠である。特に、サンプルが 100 hPa より下の圧力にされること場合に有利である。

20

【0025】

ボルツマン分布及び状態の密度によって決定される線強度に関して、それゆえ検出限界に関しても、硫酸の露点より上のサンプル温度、例えば 200°C で、セットされる場合に、 1365.49 cm^{-1} の三酸化硫黄吸収の場合に有利である。

【0026】

さらに、第2高調波（又はより高い調波）の検出による波長変調分光（WMS）によって測定が行われる場合に有利である。なぜなら、この技術は、目的のガスのスペクトル上の近接線の影響を最小化するからである。特に、二酸化硫黄による三酸化硫黄の吸収線の部分的重複が生じる。変調振幅の最適設定による波長変調分光の適用は、三酸化硫黄線の方を好んで二酸化硫黄吸収を抑制する。

30

【0027】

スペクトル測定が多重折り返しビーム経路を備える長経路セルにおいて実施される場合、特に、吸収セクションが最大で 15 m 、好ましくは最大で 10 m 、特に最大で 5 m である場合に、本明細書で適切である。それによって、 1365.49 cm^{-1} の目的の吸収線によって、吸収は、 1% 範囲において 1 ppm に達せられる。

【0028】

さらに、測定されたスペクトルは、モデルスペクトルに適合する曲線において比較され、三酸化硫黄の濃度が、モデルスペクトル内にパラメータとして入る場合に、適切である。

40

【0029】

加えて、三酸化硫黄の濃度に加えて、干渉するガスの濃度もまた、第2の独立した測定方法に由来する既知の値として、又はフィットパラメータとしての何れかでモデル内に入る場合に、適切である。

【0030】

ガスタービン及び熱回収蒸気発生器を備える発電所を運転するための方法に向けられる問題は、ガスタービンの排ガスにおける三酸化硫黄含有量が決定され、熱回収蒸気発生器における排ガス温度は硫酸の露点が熱回収蒸気発生器において下回らないように三酸化硫黄含有量に基づいて適合されることにおいて解決される。

50

【0031】

ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための測定システムに向けられる問題は、ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための測定システムであって、ガス取り出し点から測定セルへの第1のガスライン、測定セルに関する圧力調整装置、三酸化硫黄吸収帯の領域における波数可変単色光源、測定セルにおける透過測定を実施するための制御装置、及び三酸化硫黄含有量を決定するための評価ユニットを含み、光源が、 1360 と 1410 cm^{-1} との間で、特に 1365.49 cm^{-1} での三酸化硫黄吸収の周りのウィンドウにおいて単色光を生成するのに適する測定システムによって解決される。

【0032】

本発明の有利な実施形態では、圧力調整装置は、第2のガスラインを介して測定セルに接続される圧力調整器及び真空ポンプを含む。

10

【0033】

さらなる有利な実施形態では、2つの、第1のガスライン及び測定セル、の内の少なくとも1つが、加熱可能である。従って、選択された波数によって、線強度は、周囲温度又はそれぞれ分岐点での温度に対して増加され得、三酸化硫黄の検出の精度が改善され得る。

【0034】

測定システムから粒子を遠ざけるために、測定システムが、第1のガスライン内に接続される粒子フィルタを含む場合に有利である。

【0035】

20

適切には、測定システムは、第1のガスライン内に接続されるスロットル装置を含む。スロットル装置は、ガスの流れの方向においてフィルタに続く。スロットル装置は、単純なスロットル、又は代わりに質量流量コントローラであり得、負圧(under pressure)運転で所望の処理量を提供する。

【0036】

本発明の有利な実施形態では、測定セルは、5から15m、好ましくは7から12mの吸収セクションを有する多重折り返しビーム経路を備える長経路セルである。

【0037】

本発明によると、ガスタービン及び熱回収蒸気発生器を備える発電所はまた、このような測定システムを含む。

30

【0038】

1397 cm^{-1} での三酸化硫黄の吸収を用い、 $>100\text{ ppm}$ の二酸化硫黄濃度で二酸化硫黄濃度によってほとんど影響されることもない、米国特許第8,368,896号明細書に開示される方法とは対照的に、本発明による方法の 1365.49 cm^{-1} での吸収は、二酸化硫黄吸収との部分的な重複を有する。これは、相互の影響を相殺するために、両方のガス成分が評価において考慮されなくてはならないことを意味する。しかしながら、これはまた、両方の成分が単一のスペクトル測定において検出され、定量的に評価され得ることを意味する。さらなる二酸化硫黄吸収が三酸化硫黄吸収とは別々に生じる目的の波数ウィンドウにおいて問題は緩和され(1365.52 cm^{-1} と 1365.54 cm^{-1} との間)、それによって、独立した二酸化硫黄測定が可能とされ、評価を促進する。

40

【0039】

三酸化硫黄吸収に関連した二酸化硫黄吸収の強度のおかげで、本測定法は、わずか $<5\text{ ppm}$ の二酸化硫黄濃度が生じる天然ガス火力発電所に関して最適である。本測定法はまた、 $<50\text{ ppm}$ の二酸化硫黄濃度が生じる石油火力発電所に関して用いられることが可能である。 $>100\text{ ppm}$ の二酸化硫黄濃度を備える石炭火力発電所に関して、三酸化硫黄測定の精度は低下するであろう。なぜなら、二酸化硫黄吸収による三酸化硫黄吸収の修正が、より困難になるからである。

【0040】

吸収強度に関して、 1365.49 cm^{-1} での三酸化硫黄の吸収は、 1397 cm^{-1}

50

¹での三酸化硫黄の吸収よりも優れており、ppb範囲における検出限界を備える用途に関する1365.49 cm⁻¹の吸収の選択に有利に働く。米国特許第8,368,896号明細書は、低い千分の一(low per mille)の範囲において443 Kで1 ppmの三酸化硫黄及び12 mの測定セル長さによる線の吸収を開示する。HITRANデータベース(“高分解能(High Resolution Transmission)”の略語であり、Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge MA, USAによって維持される、透過及び発光のシミュレーションに関する分光パラメータの集合)のデータによる吸収強度のシミュレーションは、約1%の吸収強度を周囲温度に関して生成する。HITRANデータベースのデータは、三酸化硫黄に関する増加した温度でのスペクトルの計算を可能にしない。利用可能なデータによる推定は、200℃で2から3倍の吸収における増加を生成する。これは、1365.49 cm⁻¹での吸収と1397 cm⁻¹付近の範囲との間の吸収強度とが、達成されることができると検出感度に影響する大きさで異なることを意味する。

10

【0041】

排ガスにおける三酸化硫黄含有量の以前の計算/推定、及び、相当な安全マージンを備える熱回収蒸気発生器の対応する設計/運転とは対照的に、排ガスにおける三酸化硫黄濃度は今や直接測定され、凝縮液流れ温度の設定/調節のために用いられる。

【0042】

凝縮液流れ温度の調節に関する測定の使用を通して、熱回収蒸気発生器における排ガスは今や実質的にさらに冷却され得、それによってさらなる蒸気が生成され得る。ガス及び蒸気タービン発電所の効率が增加する。さらに、凝縮液流れ温度の調節を通して、排ガスの温度が常に酸露点の上にあり、そのため酸腐食が生じなくてよいことが確実にされる。これは、以前の手順と比較して増加した安全性を意味する。なぜなら、三酸化硫黄濃度の非常に不正確な推定を備える安全性マージンは保証を提供せず、マージンはまた、例えばガスタービンの燃焼ガスにおける硫黄含有量の時系列の変動の場合において、十分に高く、これは、月の平均として一般的にオペレーターに保証されるのみであるからである。

20

【0043】

分まで正確な排ガス温度の適応が可能になり、(腐食安全性及び発電所効率に関して)もっと効果的であろう。なぜなら、最近では異なる/変動するガス品質(ロシア、ノルウェー、北海、米国…)がますます使用されるからである。

30

【0044】

発電所の柔軟性が增加する。なぜなら、排ガスにおける三酸化硫黄濃度に関する対応する知識によって(特に部分的充填の場合にSO₂→SO₃変換率は、測定なしで予測することが困難である)、発電所の制御は、対応する規則に基づいて行動され得る。

【0045】

本発明は、図面の目的を備える例によってさらに詳細に説明される。概略的に示され、縮尺通りでない。

【図面の簡単な説明】

【0046】

40

【図1】ガス及び蒸気タービンプラントである。

【図2】本発明による測定システムである。

【図3】本発明による、ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための方法である。

【図4】1365.5 cm⁻¹付近の二酸化硫黄及び三酸化硫黄のWMSスペクトル(第2高調波)である。

【発明を実施するための形態】

【0047】

図1は、概略的に、例として発電所7、特にガス及び蒸気タービンプラントを示す。蒸気タービン22の運転のための蒸気は、ガスタービン8の下流の熱回収蒸気発生器9においてガスタービン8の排ガス1によって生成される。蒸気タービン22において膨張され

50

た蒸気は、凝縮器 23 において凝縮され、熱回収蒸気発生器 9 へ再び送達される。

【0048】

図 2 は、本発明による測定システム 10 を示す。ガスの取り出しが、（最も低い温度が予想されるべき点で）適切なガス取り出し点 12 にて熱回収蒸気発生器 9 で行われる。測定システム 10 から粒子を遠ざけて保つために、サンプル 2（つまり測定ガス）は、使用の場所で運転条件に耐える、適合した細孔サイズを備える粒子フィルタ 20 を最初に通る。260℃まで温度安定であり、様々な細孔サイズで供給される PTFE フィルタが可能であろう。フィルタ 20 に続くのはスロットル装置 21 であり、例えば単純なスロットル又は代替的に質量流量コントローラ 24 であり、負圧運転で所望の処理量を提供する。ガス取り出し点 12 から測定セル 13 への第 1 のガスライン 11 は、熱回収蒸気発生器 9 の熱的膨張のために柔軟であるべきであり、200℃へ加熱されることができ、サンプル 2 の滞留時間を小さく維持するために可能な限り短くなるように具現化される。第 1 のガスライン 11 の体積に対する表面の比率が大きくなるほど、吸着又は触媒変換プロセスなどの、サンプル 2 と表面との間の相互作用が干渉する程度まで行われるリスクが大きくなる。不活性表面は相互作用をさらに減少させる。サブ ppm 範囲における濃度が測定されることになる場合、テフロン（登録商標）パイプは、測定ガスの輸送に関して承認される。代わりに、ハイグレードスチール表面に、二酸化ケイ素コーティングを施すことが可能であり、表面との相互作用を減少させる。分光法がサンプル 2 の乾燥を必要としないとき、ガス調整はなしで済まされる。それによって、ガス組成の改ざんに関するさらなるソースが排除される。加熱された第 1 のガスライン 11 から、サンプル 2 が、同様に加熱された測定セル 13 内に向かう。要求される吸収セクション 6（およそ 10 m）は、多重折り返しビーム経路 5 のための長経路セル 4 によって提供される。測定セル 13 の後、サンプル 2 は、第 2 のガスライン 19 内に接続されるガス冷却器 25 において、圧力調整装置 14 の圧力調整器 17 に互換性のある温度へ冷却される。圧力調整器 17 は、測定セル 13 における圧力を低圧力で一定に維持する（例えば 100 hPa）。スペクトル線幅が小さくて個別の吸収線が分離できる圧力である。真空ポンプ 18 は、圧力調整器 17 の運転のために必要とされる負圧を生成する。測定セル 13 におけるサンプル 2 の試験のために、波数可変単色光源 3（レーザー）、フォトダイオード 26、さらに、透過測定を実行するための制御装置 15 及び評価ユニット 16 が必要とされる。

【0049】

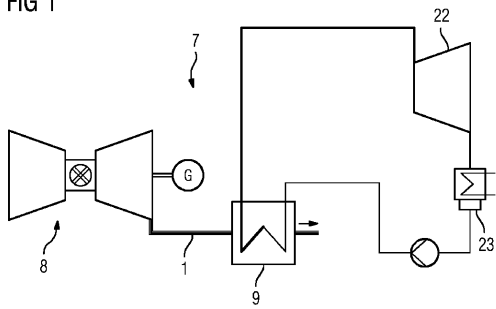
図 3 は、ガスにおける三酸化硫黄含有量を決定するための方法を示し、第 1 のステップ 31 ではガス 1 のサンプル 2 がとられ、第 2 のステップ 32 ではサンプル 2 のガス圧力が低下され、及び、第 3 のステップ 33 ではサンプル 2 上の波数可変単色光源 3 によって波数分解透過測定が 1360 と 1410 cm^{-1} との間での三酸化硫黄吸収帯において、特に 1365.49 cm^{-1} での三酸化硫黄吸収の周りのウィンドウにおいて実行され、及び、第 4 のステップ 34 では三酸化硫黄含有量が測定から導出される。

【0050】

図 4 は、 1365.5 cm^{-1} 周りの三酸化硫黄及び二酸化硫黄の波長変調スペクトル（第 2 高調波）を示す。波長変調分光法は事実上完全に三酸化硫黄吸収の領域における水吸収の影響を排除する。

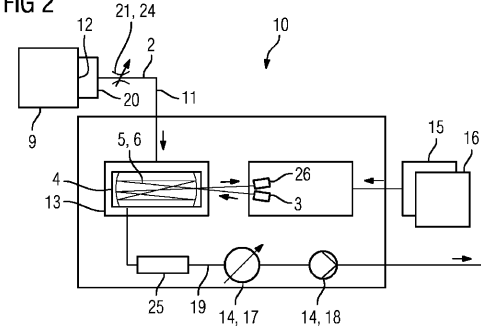
【図 1】

FIG 1



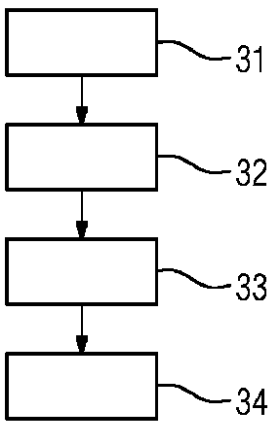
【図 2】

FIG 2



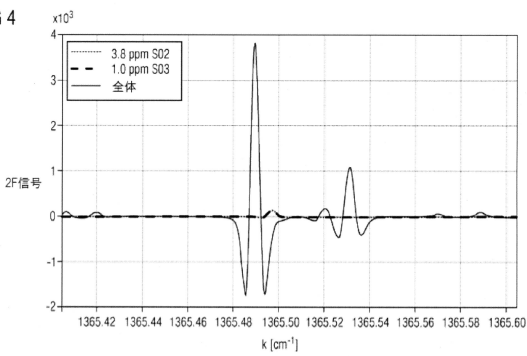
【図 3】

FIG 3



【図 4】

FIG 4



フロントページの続き

- (72)発明者 カトリン・ラーケ
ドイツ・63322・レーダーマルク・ロベルト・ブロッホ・シュトラッセ・7
- (72)発明者 ヘニング・シュラム
ドイツ・65719・ホーフハイム・アム・タウヌス・ラインガウシュトラッセ・45
- (72)発明者 ライナー・ストローダ
ドイツ・81825・ミュンヘン・バチカシュトラッセ・16

審査官 伊藤 裕美

- (56)参考文献 米国特許第08368896 (US, B1)
特開2001-188040 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0113426 (US, A1)
特開2013-061358 (JP, A)
特表2014-512517 (JP, A)
特開昭59-157419 (JP, A)
特開2001-348211 (JP, A)
欧州特許出願公開第02437046 (EP, A1)
電力中央研究所, 赤外レーザー分光法を用いた煙道排ガス中SO_x計測技術の開発, 赤外レーザー電力中央研究所報告: 報告書番号: H08006, 2009年 4月

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/00-21/61
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)