

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-195354

(P2005-195354A)

(43) 公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/64	GO 1 N 21/64	2 GO 4 3
GO 1 N 21/77	GO 1 N 21/77	2 GO 5 4
GO 1 N 21/78	GO 1 N 21/78	C

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-435210 (P2003-435210)	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成15年12月26日(2003.12.26)	(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976 弁理士 石田 純
		(72) 発明者	箱崎 譲優 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	上田 浩 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

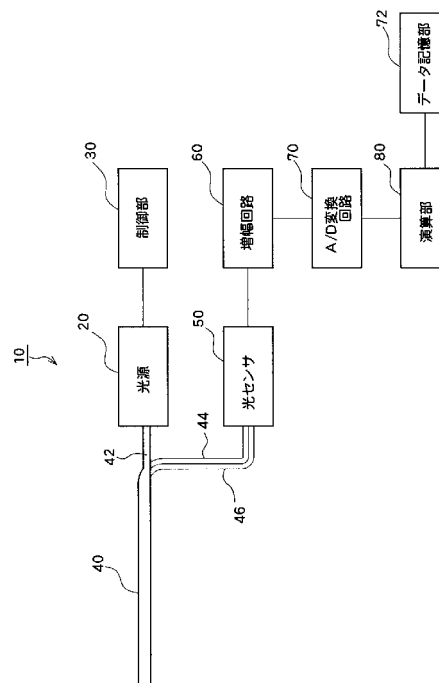
(54) 【発明の名称】 酸素濃度測定装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 蛍光式酸素濃度計は、酸素消光性物質の劣化に伴い、算出される酸素濃度に誤差が生じていた。

【解決手段】 光源20からの光が励起光伝送用光ファイバ42の先端部から照射される。照射光により、検出用光ファイバ44の先端部に設けられた酸素消光性物質および較正用光ファイバ46の先端部に設けられた酸素消光性物質が励起され、蛍光発光を発する。較正用光ファイバ46先端部の酸素消光性物質は、酸素遮断部材により被覆され、酸素濃度0%の状態に保たれている。検出用光ファイバ44先端部および較正用光ファイバ46先端部の酸素消光性物質の発光は、増幅回路60およびA/D変換回路70により、増幅、デジタル処理が行われ、それぞれの輝度値が得られる。較正用光ファイバ46先端部の酸素消光性物質の輝度値を使って、酸素濃度算出用の検定線が修正される。修正された検定線に基づいて、検出用光ファイバ44先端部の輝度値に対応する酸素濃度が算出される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

酸素濃度に応じて発光強度が変化する酸素消光性物質からなる測定用発光部と、  
前記測定用発光部の近傍に設けられ、酸素が遮断された酸素消光性物質からなる較正用  
発光部と、

前記測定用発光部および前記較正用発光部に対して酸素消光性物質の励起光を放射する  
光照射部と、

前記測定用発光部の輝度を計測する測定用輝度計測部と、

前記較正用発光部の輝度を計測する較正用輝度計測部と、

前記較正用発光部の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係  
を用いて、前記測定用発光部の輝度から酸素濃度を算出する演算部と、  
を備えることを特徴とする酸素濃度計測装置。 10

## 【請求項 2】

前記測定用発光部、前記較正用発光部および前記光照射部が光ファイバの先端に設けら  
れ、

前記測定用輝度計測部および前記較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送さ  
れた前記測定用発光部および前記較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測することを特  
徴とする請求項 1 に記載の酸素濃度計測装置。

## 【請求項 3】

前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、 20

前記測定用発光部および前記較正用発光部は、対象物体上に設けられ、

前記測定用輝度計測部および前記較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送さ  
れた前記測定用発光部および前記較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測することを特  
徴とする請求項 1 に記載の酸素濃度計測装置。

## 【請求項 4】

酸素濃度に応じて発光強度が変化する酸素消光性物質からなる測定用発光部と、

前記測定用発光部の近傍に設けられた温度検出部と、

前記測定用発光部に対して酸素消光性物質の励起光を放射する光照射部と、

前記測定用発光部の輝度を計測する測定用輝度計測部と、

前記温度検出部で得られた温度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度と  
の関係を用いて、前記測定用発光部の輝度から酸素濃度を算出する演算部と、  
を備えることを特徴とする酸素濃度計測装置。 30

## 【請求項 5】

前記測定用発光部および前記温度検出部が光ファイバの先端に設けられ、

前記測定用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部からの  
光の輝度を計測することを特徴とする請求項 4 に記載の酸素濃度計測装置。

## 【請求項 6】

前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、

前記測定用発光部および前記温度検出部は、対象物体上に設けられ、

前記測定用輝度計測部および前記温度検出部は、前記光ファイバによって伝送された前  
記測定用発光部から光の輝度を計測することを特徴とする請求項 1 に記載の酸素濃度計測  
装置。 40

## 【請求項 7】

酸素濃度に応じて発光強度が変化する酸素消光性物質からなる測定用発光部と、

前記測定用発光部の近傍に設けられ、所定酸素濃度における輝度を示す酸素消光性物質  
からなる第 1 較正用発光部と、

前記測定用発光部の近傍に設けられ、前記所定酸素濃度とは異なる所定酸素濃度におけ  
る輝度を示す酸素消光性物質からなる第 2 較正用発光部と、

前記測定用発光部、前記第 1 較正用発光部および前記第 2 較正用発光部に対して酸素消  
光性物質の励起光を放射する光照射部と、 50

前記測定用発光部の輝度を計測する測定用輝度計測部と、  
前記第1較正用発光部の輝度を計測する第1較正用輝度計測部と、  
前記第1較正用発光部の輝度を計測する第2較正用輝度計測部と、  
前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、前記測定用発光部の輝度から酸素濃度を算出する演算部と、  
を備えることを特徴とする酸素濃度計測装置。

【請求項8】

前記測定用発光部、前記第1較正用発光部、前記第2較正用発光部および前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、

10

前記測定用輝度計測部、前記第1較正用輝度計測部および前記第2較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測することを特徴とする請求項7に記載の酸素濃度計測装置。

【請求項9】

前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、

前記測定用発光部、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部は、対象物体上に設けられ、

前記測定用輝度計測部、前記第1較正用輝度計測部および前記第2較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測することを特徴とする請求項7に記載の酸素濃度計測装置。

20

【請求項10】

光ファイバ先端に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、

酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

酸素消光性物質のうち酸素が遮断された領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

酸素が遮断された領域の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、

30

を備えることを特徴とする酸素濃度計測方法。

【請求項11】

対象物体上に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、

酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

酸素消光性物質のうち酸素が遮断された領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

酸素が遮断された領域の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、

40

を備えることを特徴とする酸素濃度計測方法。

【請求項12】

光ファイバ先端に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、

酸素消光性物質の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

酸素消光性物質近傍の温度を測定する工程と、

測定された温度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素消光性物質の輝度から酸素濃度を算出する工程と、

を備えることを特徴とする酸素濃度計測方法。

【請求項13】

対象物体上に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、

酸素消光性物質の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

50

酸素消光性物質近傍の温度を測定する工程と、  
測定された温度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、  
酸素消光性物質の輝度から酸素濃度を算出する工程と、  
を備えることを特徴とする酸素濃度計測方法。

【請求項 14】

光ファイバ先端に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、  
酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する  
工程と、

酸素消光性物質のうち第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度を光ファイバを用いて  
計測する工程と、

酸素消光性物質のうち第1の所定濃度とは異なる第2の所定濃度の酸素に面した領域の  
輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度および第2の所定濃度の酸素に面した領域の  
輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過  
する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、  
を備えることを特徴とする酸素濃度計測方法。

【請求項 15】

対象物上に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、  
酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する  
工程と、

酸素消光性物質のうち第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度を光ファイバを用いて  
計測する工程と、

酸素消光性物質のうち第1の所定濃度とは異なる第2の所定濃度の酸素に面した領域の  
輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、

第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度および第2の所定濃度の酸素に面した領域の  
輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過  
する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、  
を備えることを特徴とする酸素濃度計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、酸素濃度を測定する装置および方法に関する。特に、本発明は、酸素消光性  
物質の輝度に基づいて酸素濃度を測定する装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、蛍光発光の酸素による消光作用を利用した蛍光式酸素濃度計が知られている。多  
環芳香族や芳香族炭化水素を有する蛍光物質に光を照射すると蛍光を発する。この蛍光は  
酸素分子が存在すると、励起された蛍光分子が反応して一時的に複合体を形成し、酸素分  
子と蛍光分子の衝突確率に比例して消光現象が生じる。蛍光式酸素濃度計は、この消光現  
象を利用することで酸素濃度を求める。より具体的には、無酸素状態および有酸素状態  
での蛍光の輝度を  $I_0$  および  $I$  とすると、輝度比 ( $I_0 / I$ ) は酸素濃度 (分圧) に対して  
直線的な比例関係にある。したがって、この相対的輝度を測定することによって酸素濃度を  
求めることができる。

【0003】

たとえば、特開 2002 - 529682 号公報は、光ファイバ先端に酸素消光性物質を  
塗布し、酸素濃度を計測する技術を開示する。

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 529682 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

## 【0005】

酸素消光性物質（多環芳香族や芳香族炭化水素を有する蛍光物質）は、時間の経過とともに劣化し蛍光輝度が減少するため、既定の輝度と酸素濃度との関係に基づいて酸素濃度を算出すると誤差が生じる。酸素消光性物質の劣化は、時間が長く経過する程進行するため、長時間に渡る酸素濃度測定は困難であった。

## 【0006】

また、酸素消光性物質は、温度によって蛍光特性が変化するため、既定の輝度と酸素濃度との関係に基づいて酸素濃度を算出すると、温度差による誤差が生じる。

## 【0007】

そこで、本発明は、酸素消光性物質の蛍光発光の輝度に基づいて酸素濃度が測定する上で、測定精度が向上させることを目的とする。また、本発明は、酸素消光性物質の蛍光発光の輝度に基づいて、長時間に渡りリアルタイムで酸素濃度を測定することを目的とする。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明のある態様においては、酸素濃度に応じて発光強度が変化する酸素消光性物質からなる測定用発光部と、前記測定用発光部の近傍に設けられ、酸素が遮断された酸素消光性物質からなる較正用発光部と、前記測定用発光部および前記較正用発光部に対して酸素消光性物質の励起光を放射する光照射部と、前記測定用発光部の輝度を計測する測定用輝度計測部と、前記較正用発光部の輝度を計測する較正用輝度計測部と、前記較正用発光部の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、前記測定用発光部の輝度から酸素濃度を算出する演算部と、を備えることを特徴とする。

20

## 【0009】

上記本発明のある態様においては、前記測定用発光部、前記較正用発光部および前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、前記測定用輝度計測部および前記較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部および前記較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測してもよい。

## 【0010】

上記本発明のある態様においては、前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、前記測定用発光部および前記較正用発光部は、対象物体上に設けられ、前記測定用輝度計測部および前記較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部および前記較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測してもよい。

30

## 【0011】

また、本発明の他の態様においては、酸素濃度に応じて発光強度が変化する酸素消光性物質からなる測定用発光部と、前記測定用発光部の近傍に設けられた温度検出部と、前記測定用発光部に対して酸素消光性物質の励起光を放射する光照射部と、前記測定用発光部の輝度を計測する測定用輝度計測部と、前記温度検出部で得られた温度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、前記測定用発光部の輝度から酸素濃度を算出する演算部と、を備えることを特徴とする。

## 【0012】

上記本発明の他の態様においては、前記測定用発光部および前記温度検出部が光ファイバの先端に設けられ、前記測定用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部からの光の輝度の輝度を計測してもよい。

40

## 【0013】

上記本発明の他の態様においては、前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、前記測定用発光部および前記温度検出部は、対象物体上に設けられ、前記測定用輝度計測部および前記温度検出部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部から光の輝度を計測してもよい。

## 【0014】

また、本発明の他の態様においては、酸素濃度に応じて発光強度が変化する酸素消光性

50

物質からなる測定用発光部と、前記測定用発光部の近傍に設けられ、所定酸素濃度における輝度を示す酸素消光性物質からなる第1較正用発光部と、前記測定用発光部の近傍に設けられ、前記所定酸素濃度とは異なる所定酸素濃度における輝度を示す酸素消光性物質からなる第2較正用発光部と、前記測定用発光部、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部に対して酸素消光性物質の励起光を放射する光照射部と、前記測定用発光部の輝度を計測する測定用輝度計測部と、前記第1較正用発光部の輝度を計測する第1較正用輝度計測部と、前記第1較正用発光部の輝度を計測する第2較正用輝度計測部と、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、前記測定用発光部の輝度から酸素濃度を算出する演算部と、を備えることを特徴とする。

10

## 【0015】

上記本発明の他の態様においては、前記測定用発光部、前記第1較正用発光部、前記第2較正用発光部および前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、前記測定用輝度計測部、前記第1較正用輝度計測部および前記第2較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測してもよい。

## 【0016】

上記本発明の他の態様においては、前記光照射部が光ファイバの先端に設けられ、前記測定用発光部、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部は、対象物体上に設けられ、前記測定用輝度計測部、前記第1較正用輝度計測部および前記第2較正用輝度計測部は、前記光ファイバによって伝送された前記測定用発光部、前記第1較正用発光部および前記第2較正用発光部から光の輝度をそれぞれ計測してもよい。

20

## 【0017】

また、本発明の他の態様においては、光ファイバ先端に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質のうち酸素が遮断された領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素が遮断された領域の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、を備えることを特徴とする。

## 【0018】

また、本発明の他の態様においては、対象物体上に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質のうち酸素が遮断された領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素が遮断された領域の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、を備えることを特徴とする。

30

## 【0019】

また、本発明の他の態様においては、酸素が透過する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、を備えることを特徴とする。

## 【0020】

また、本発明の他の態様においては、光ファイバ先端に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、酸素消光性物質の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質近傍の温度を測定する工程と、測定された温度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素消光性物質の輝度から酸素濃度を算出する工程と、を備えることを特徴とする。

40

## 【0021】

また、本発明の他の態様においては、対象物体上に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、酸素消光性物質の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質近傍の温度を測定する工程と、測定された温度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素消光性物質の輝度から酸素濃度を算出する工

50

程と、を備えることを特徴とする。

【0022】

また、本発明の他の態様においては、光ファイバ先端に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質のうち第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質のうち第1の所定濃度とは異なる第2の所定濃度の酸素に面した領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度および第2の所定濃度の酸素に面した領域の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、を備えることを特徴とする。

10

【0023】

また、本発明の他の態様においては、対象物上に設けられた酸素消光性物質に励起光を照射する工程と、酸素消光性物質のうち酸素含有気体に面する領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質のうち第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、酸素消光性物質のうち第1の所定濃度とは異なる第2の所定濃度の酸素に面した領域の輝度を光ファイバを用いて計測する工程と、第1の所定濃度の酸素に面した領域の輝度および第2の所定濃度の酸素に面した領域の輝度に基づいて得られる酸素消光性物質の輝度と酸素濃度との関係を用いて、酸素が透過する領域の輝度から酸素濃度を算出する工程と、を備えることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、酸素消光性物質の劣化特性を考慮に入れた上で、酸素消光性物質の蛍光発光の輝度に基づいて酸素濃度が測定されるため、測定精度が向上する。

【0025】

また、本発明によれば、酸素消光性物質の温度依存性を考慮に入れた上で、酸素消光性物質の蛍光発光の輝度に基づいて酸素濃度が測定されるため、測定精度が向上する。

【0026】

また、本発明によれば、2点補正により酸素消光性物質の蛍光発光の輝度と酸素濃度との関係が逐次求められるため、測定環境に測定精度が向上する。

【0027】

この他、本発明によれば、酸素濃度の測定をリアルタイムで長時間に渡り測定できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明する。

【0029】

図1は、実施形態に係る酸素濃度計測装置10の構成を示す。酸素濃度計測装置10は、光源20、制御部30、光ファイバ束40、光センサ50、増幅回路60、A/D変換回路70、データ記憶部72および演算部80を備える。

【0030】

光源20は、後述する測定用発光部100および較正用発光部102に用いられる酸素消光性物質の励起波長の光を放射する。光源20の典型例は、波長460nmの青色LED、460nmの光学フィルターを備えたキセノンランプまたはメタルハライドランプである。光源20は、制御部30によって発光タイミングが制御される。

40

【0031】

光ファイバ束40は、励起光伝送用光ファイバ42、発光検出用光ファイバ44および較正用光ファイバ46を含む。図2は、光ファイバ束40先端部の斜視図である。また、図3は、光ファイバ束40先端部の断面図である。励起光伝送用光ファイバ42は、被覆41の内側に同心円上に配置されている。発光検出用光ファイバ44および較正用光ファイバ46は、励起光伝送用光ファイバ42の内側の領域を2分する形で配設されている。

【0032】

50

励起光伝送用光ファイバ42は、光源20に接続された複数の光ファイバからなり、光源20から放射された光を伝送する。励起光伝送用光ファイバ42によって伝送された光は、光ファイバ束40の先端部から投光される。

【0033】

発光検出用光ファイバ44は、光センサ50に接続された複数の光ファイバからなり、先端部に測定用発光部100が塗布されている。測定用発光部100は、膜厚1 $\mu$ m~数十 $\mu$ mのルテニウムポルフィリン錯体などの酸素消光性物質からなる。測定用発光部100の酸素消光性物質は、光ファイバ束40の先端部から投光された光により励起され、蛍光発光を発する。測定用発光部100から放射された光は、発光検出用光ファイバ44を通して、光センサ50に到達する。

10

【0034】

較正用光ファイバ46は、光センサ50に接続された複数の光ファイバからなり、先端部に較正用発光部102が塗布され、較正用発光部102の表面上には酸素遮断部材104が貼り付けられている。酸素遮断部材104は、酸素不透過性の材料であり、たとえば、ガラス平板、アクリル板等を用いることができる。較正用発光部102は、測定用発光部100と同じ膜厚1 $\mu$ m~数十 $\mu$ mの酸素消光性物質からなる。較正用発光部102の酸素消光性物質は、光ファイバ束40の先端部から投光された光により励起され、蛍光を発する。較正用発光部102から放射された光は、較正用光ファイバ46を通して、光センサ50に到達する。

【0035】

上記構成により較正用発光部102は、酸素遮断部材104により外気中の酸素が遮断されるため、酸素濃度がゼロの状態に保たれる。したがって、較正用発光部102の酸素消光性物質は、酸素濃度ゼロの状態の蛍光特性を示す。

20

【0036】

光センサ50は、発光検出用光ファイバ44および較正用光ファイバ46によって伝送された光を検出する。光センサ50の具体例は、フォトダイオード、CCDなどの光電変換素子である。

【0037】

光センサ50は検出した光を電気信号に変換して出力する。出力された電気信号は増幅回路60により増幅される。増幅回路60で増幅された電気信号は、A/D変換回路70によりデジタルデータに変換され、測定用発光部100または較正用発光部102の輝度値として演算部80に送られる。

30

【0038】

光センサ50は、発光検出用光ファイバ44および較正用光ファイバ46からの光を別個のフォトダイオード等により同時に検出してもよく、検出タイミングを切り替えることにより1つのフォトダイオード等を用いて検出してもよい。なお、光センサ50としてCCDを用いる場合には、測定用発光部100および較正用発光部102の発光の様子を画像化することができる。

【0039】

データ記憶部72は、酸素濃度算出に用いられる酸素濃度と輝度値との関係に関するデータを予め記憶する。酸素濃度と輝度値との関係に関するデータとは、たとえば、輝度値の酸素濃度依存性を示す検定線である。

40

【0040】

図4は、酸素濃度算出用の検定線200を示すグラフである。この検定線200を用いると、輝度値に対応する酸素濃度を求めることができる。ただし、検定線200を用いて酸素濃度を算出した場合には、酸素消光性物質の劣化特性が考慮されない。図4の検定線200は、たとえば、酸素濃度計測装置10の組立時や出荷前の検査時に、大気中(酸素濃度20.8%)において、測定用発光部100の輝度値(座標A)および較正用発光部102の輝度値(座標B)を取得することにより得られる。

【0041】

50



演算部 80 は、入力された測定用発光部 100 および較正用発光部 102 の輝度値、ならびにデータ記憶部 72 に格納された検定線を使って、酸素濃度を算出する。以下に、図 6 のフローチャートを用いて、酸素濃度算出の手順について述べる。

【0042】

まず、測定用発光部 100 の輝度値 I a が取得される (S10)。輝度値 I a の取得と同時にまたは相前後して較正用発光部 102 の輝度値 I b が取得される (S20)。

【0043】

輝度値 I b を使って、検定線が修正される (S30)。図 6 は、検定線の修正方法を示す図である。修正後の検定線 210 は、修正前の検定線 200 と同じ傾きであり、座標 C (酸素濃度ゼロ、輝度値 I b) を通る。検定線 210 は、輝度値 I a 取得時の輝度値の酸素濃度依存性を現す。

10

【0044】

検定線 210 に基づいて、輝度値 I a に対応する酸素濃度が算出される (S40)。検定線 210 を用いて酸素濃度を算出することにより、酸素消光性物質の劣化特性 (経時変化) を考慮することができ、より正確な酸素濃度の算出が可能となる。また、酸素消光性物質の劣化特性を考慮に入れた酸素濃度を時系列にリアルタイムで長時間に渡り計測することができる。酸素濃度計測装置 10 の応用例としては、燃料電池内、ターボ内、エンジン筒内などの酸素濃度測定が考えられる。

【0045】

なお、本実施形態の光ファイバ束 20 の先端部は、図 3 の構成に限られない。たとえば、図 7 に示すように、コの字型 (凹型) の酸素遮断部材 104 を較正用発光部 102 の上に貼り付け、酸素遮断部材 104 と較正用発光部 102 との間の空間に、酸素を吸収する脱酸素剤 112 を設けてもよい。脱酸素剤 112 としては、たとえば、鉄の酸化反応を利用して酸素を吸収する鉄粉を用いることができる。これによれば、較正用発光部 102 への酸素の侵入をより効果的に防ぐことができ、さらに正確な酸素濃度の算出が可能となる。

20

【0046】

図 8 は、他の実施形態に係る酸素濃度計測装置 12 の構成を示す。酸素濃度計測装置 12 の説明では、酸素濃度計測装置 10 と同様な構成については適宜省略する。

【0047】

酸素濃度計測装置 12 の光ファイバ束 300 は、図 1 に記載の較正用光ファイバ 46 に代えて温度取得用光ファイバ 310 を備える。温度取得用光ファイバ 310 の先端部には、図 9 に示すように、温度を表示する温度表示部 312 が設けられている。温度表示部 312 は、たとえば、コレステリック効果により反射光のスペクトルが変わる感温液晶を用いることができる。温度表示部 312 の光は、温度取得用光ファイバ 310 によって光センサ 50 に伝送される。光センサ 50 として CCD が用いられ、温度表示部 312 の色が画像化される。

30

【0048】

データ記憶部 72 は、温度依存性が加味された酸素濃度算出に用いられる酸素濃度と輝度値との関係に関するデータを予め記憶する。温度依存性が加味された酸素濃度と輝度値との関係に関するデータとは、たとえば、0 ~ 300 までの 1 きざみの各温度において、輝度値の酸素濃度依存性を示す検定線である。各温度に対応する検定線を用いることにより、光ファイバ束 300 先端部の温度に応じた酸素濃度を求めることができる。

40

【0049】

演算部 80 は、測定用発光部 100 の輝度値、温度表示部 312 の画像、およびデータ記憶部 72 に格納された検定線を使って、酸素濃度を算出する。以下に、図 10 のフローチャートを用いて、酸素濃度算出の手順について述べる。

【0050】

まず、測定用発光部 100 の輝度値 I a が取得される (S100)。さらに、温度表示部 312 の画像に基づいて、温度表示部 312 の温度が算出される (S110)。

50

## 【 0 0 5 1 】

算出された温度に対応する検定線がデータ記憶部 7 2 から読み込まれる ( S 1 2 0 ) 。

## 【 0 0 5 2 】

読み込まれた検定線に基づいて、輝度値 I a に対応する酸素濃度が算出される ( S 1 3 0 ) 。このように温度ごとに設定された検定線を用いて酸素濃度を算出することにより、酸素消光性物質の温度特性を考慮することができ、より正確な酸素濃度の算出が可能となる。

## 【 0 0 5 3 】

なお、光ファイバ束 3 0 0 先端部の温度の測定方法は、上記構成に限られない。たとえば、光ファイバ束 3 0 0 先端部に熱電対を設けることによっても光ファイバ束 3 0 0 先端部の温度を測定することができる。

10

## 【 0 0 5 4 】

図 1 1 は、さらに他の実施形態に係る酸素濃度計測装置 1 4 の構成を示す。

## 【 0 0 5 5 】

酸素濃度計測装置 1 4 の光ファイバ束 4 0 0 は、図 1 に記載の較正用光ファイバ 4 6 に代えて第 1 較正用光ファイバ 4 1 0 および第 2 較正用光ファイバ 4 2 0 を備える。

## 【 0 0 5 6 】

図 1 2 は、光ファイバ束 4 0 0 先端の斜視図を示し、図 1 3 は、図 1 2 における A - A 断面の第 1 較正用光ファイバ 4 1 0 および第 2 較正用光ファイバ 4 2 0 側の構成を示す。第 1 較正用光ファイバ 4 1 0 の先端部には、第 1 較正用発光部 4 3 0 が設けられ、第 1 較正用発光部 4 3 0 の上に、酸素遮断部材 4 4 0 が設けられている。また、第 2 較正用光ファイバ 4 2 0 の先端部には、第 2 較正用発光部 4 5 0 が設けられ、第 2 較正用発光部 4 5 0 の上に、コの字型 ( 凹型 ) の酸素遮断部材 4 6 0 が設けられている。酸素遮断部材 4 6 0 と第 2 較正用発光部 4 5 0 との間の空間 4 7 0 には、大気圧、濃度 2 0 . 8 % の酸素が密封状態で保持されている。

20

## 【 0 0 5 7 】

演算部 8 0 は、測定用発光部 1 0 0 の輝度値、第 1 較正用発光部 4 3 0 の輝度値および第 2 較正用発光部 4 5 0 の輝度値に基づいて酸素濃度を算出する。以下に、図 1 4 のフローチャートを用いて、酸素濃度算出の手順について述べる。

## 【 0 0 5 8 】

まず、測定用発光部 1 0 0 の輝度値が取得される ( S 2 0 0 ) 。輝度値の取得と同時にまたは相前後して、第 1 較正用発光部 4 3 0 および第 2 較正用発光部 4 5 0 の輝度値が取得される ( S 2 1 0 ) 。

30

## 【 0 0 5 9 】

第 1 較正用発光部 4 3 0 ( 酸素濃度 0 % ) および第 2 較正用発光部 4 5 0 ( 酸素濃度 2 0 . 8 % ) の輝度値を使って、検定線が作成される ( S 2 2 0 ) 。

## 【 0 0 6 0 】

図 1 5 は、2点補正によって得られる検定線を示す図である。検定線 5 0 0 は、ある時刻において得られた、酸素濃度 0 % の輝度値 ( 座標 E ) と、酸素濃度 2 0 . 8 % の輝度値 ( 座標 D ) とを結ぶことにより得られる。所定時間経過後の検定線 5 1 0 は、改めて取得された酸素濃度 0 % の輝度値 ( 座標 G ) と、酸素濃度 2 0 . 8 % の輝度値 ( 座標 F ) とを結ぶことにより得られる。このように、任意の時間において、酸素濃度 2 0 . 8 % と酸素濃度 0 % の輝度値が得られるため、劣化した酸素消光性物質に適応する酸素濃度算出用の検定線が逐次求められる。

40

## 【 0 0 6 1 】

作成された検定線に基づいて、測定用発光部 1 0 0 の輝度値に対応する酸素濃度が算出される ( S 2 3 0 ) 。

## 【 0 0 6 2 】

このように、劣化した酸素消光性物質に適応する酸素濃度算出用の検定線が逐次作成されるため、検定線を予め用意することなく、より正確な酸素濃度の算出が可能となる。

50

## 【 0 0 6 3 】

なお、第 1 較正用発光部 4 3 0 および第 2 較正用発光部 4 5 0 は、互いに異なる既知濃度の酸素に面していればよく、空間 4 7 0 の酸素濃度は 2 0 . 8 % に限られず、任意の濃度に設定することができる。また、第 1 較正用発光部 4 3 0 も第 2 較正用発光部 4 5 0 と同様に密閉空間内の所定濃度の酸素に面していてもよい。

## 【 0 0 6 4 】

以上説明した実施形態においては、いずれも光ファイバ束の先端部に、測定用発光部、較正用発光部、温度表示部等が設けられているが、このような構成に代えて、たとえば、M E A (膜電極接合体)等の対象物上に測定用発光部、較正用発光部、温度表示部等を設けることができる。

10

## 【 0 0 6 5 】

図 1 6 は、酸素濃度計測装置 1 4 の測定用発光部等を M E A 6 0 0 上に設けた場合の構成 (酸素濃度計測装置 1 6 ) を示す図である。

## 【 0 0 6 6 】

M E A 6 0 0 上には、測定用発光部 6 1 0、第 1 較正用発光部 6 2 0 および第 2 較正用発光部 6 3 0 が設けられている。第 1 較正用発光部 6 2 0 は、図 1 3 の第 1 較正用発光部 4 3 0 と同様に図示しない酸素遮断部材により被覆されている。また、第 2 較正用発光部 6 3 0 上には、図 1 3 の第 2 較正用発光部 4 5 0 と同様に、図示しないコの字型 (凹型) の酸素遮断部材が設けられ、第 2 較正用発光部 6 3 0 と酸素遮断部材との間に、大気圧、濃度は 2 0 . 8 % の酸素が密閉されている。

20

## 【 0 0 6 7 】

光ファイバ束 4 0 0 の先端部は、測定用発光部 6 1 0、第 1 較正用発光部 6 2 0 および第 2 較正用発光部 6 3 0 上に位置し、励起光伝送用光ファイバ 4 2 は、測定用発光部 6 1 0、第 1 較正用発光部 6 2 0 および第 2 較正用発光部 6 3 0 に励起光を照射する。

## 【 0 0 6 8 】

測定用発光部 6 1 0、第 1 較正用発光部 6 2 0 および第 2 較正用発光部 6 3 0 は、発光検出用光ファイバ 4 4、第 1 較正用光ファイバ 4 1 0 および第 2 較正用光ファイバ 4 2 0 を経由して画像化され、それぞれの輝度値が求められる。

## 【 0 0 6 9 】

測定用発光部 6 1 0、第 1 較正用発光部 6 2 0 および第 2 較正用発光部 6 3 0 の輝度値を用いて、図 1 4 のフローチャートと同様な手順により酸素濃度が算出される。

30

## 【 0 0 7 0 】

これによれば、M E A 表面等の対象物体の酸素濃度を直接精度良く測定することができる。また、M E A 表面の酸素濃度をリアルタイムで精度良く測定することにより、燃料ガス (酸素・エア) の投入圧力や投入流量へのフィードバック制御ができる。

## 【 0 0 7 1 】

なお、図 1 6 の酸素濃度計測装置 1 6 においては、発光検出用の光ファイバとして、発光部ごとに発光検出用光ファイバ 4 4、第 1 較正用光ファイバ 4 1 0 および第 2 較正用光ファイバ 4 2 0 を用いているが、共通の光ファイバにより測定用発光部 6 1 0、第 1 較正用発光部 6 2 0 および第 2 較正用発光部 6 3 0 を全体画像として画像化し、各領域に相当する画像から輝度値を求めてもよい。

40

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 7 2 】

【 図 1 】 実施形態に係る酸素濃度計測装置 1 0 の構成を示す図である。

【 図 2 】 光ファイバ束 4 0 先端部の斜視図である。

【 図 3 】 光ファイバ束 4 0 先端部の断面図である。

【 図 4 】 酸素濃度算出用の検定線 2 0 0 を示すグラフである。

【 図 5 】 酸素濃度計測装置 1 0 における酸素濃度算出の手順を示すフローチャートである。

【 図 6 】 検定線の修正方法を示す図である。

50

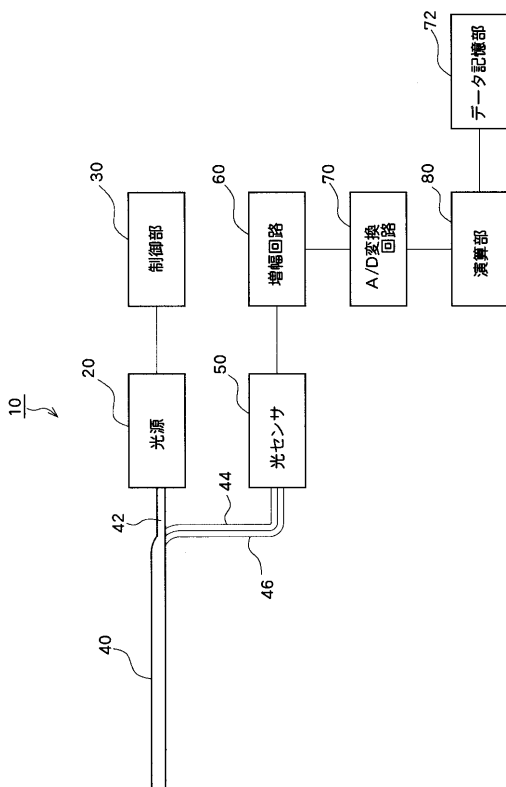
- 【図7】光ファイバ束40の先端部の他の構成を示す図である。
- 【図8】他の実施形態に係る酸素濃度計測装置12の構成を示す図である。
- 【図9】酸素濃度計測装置12の光ファイバ束300先端部の断面図である。
- 【図10】酸素濃度計測装置12における酸素濃度算出の手順を示すフローチャートである。
- 【図11】他の実施形態に係る酸素濃度計測装置14の構成を示す図である。
- 【図12】光ファイバ束400先端の斜視図である。
- 【図13】図12におけるA-A断面の第1較正用光ファイバ410および第2較正用光ファイバ420側の構成を示す図である。
- 【図14】酸素濃度計測装置14における酸素濃度算出の手順を示すフローチャートである。
- 【図15】2点補正によって得られる検定線を示す図である。
- 【図16】酸素濃度計測装置14の測定用発光部等をMEA600上に設けた場合の構成(酸素濃度計測装置16)を示す。

【符号の説明】

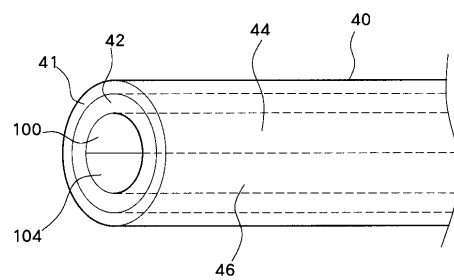
【0073】

10 酸素濃度計測装置、20 光源、30 制御部、40 光ファイバ束、50 光センサ、60 増幅回路、70 A/D変換回路、80 演算部。

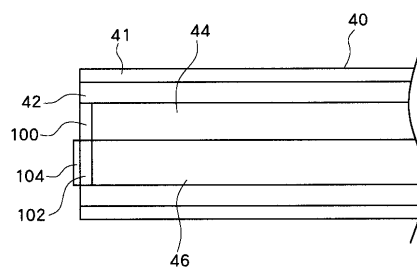
【図1】



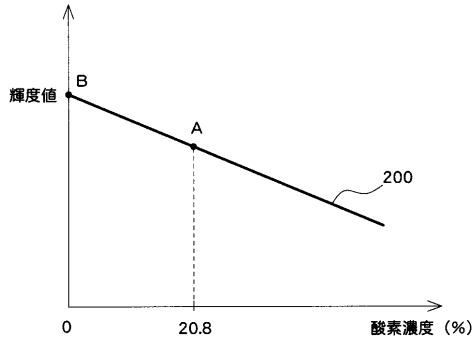
【図2】



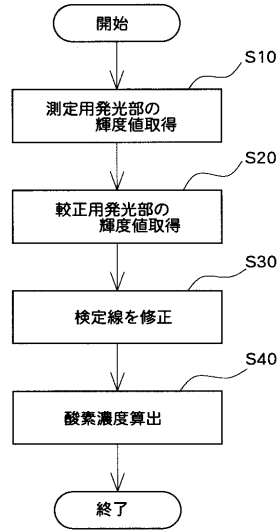
【図3】



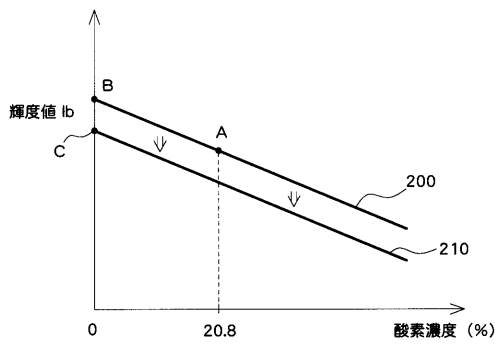
【 図 4 】



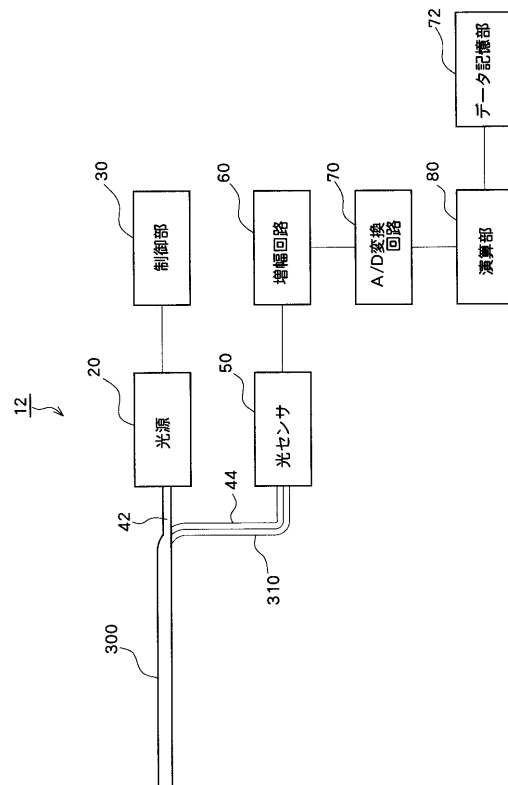
【 図 5 】



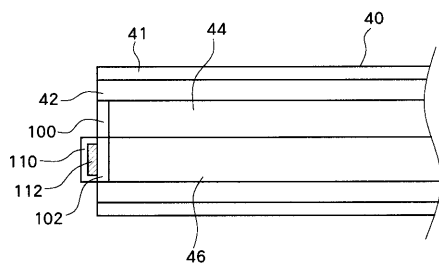
【 図 6 】



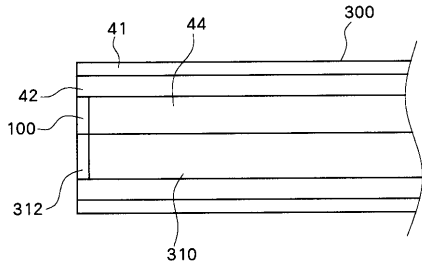
【 図 8 】



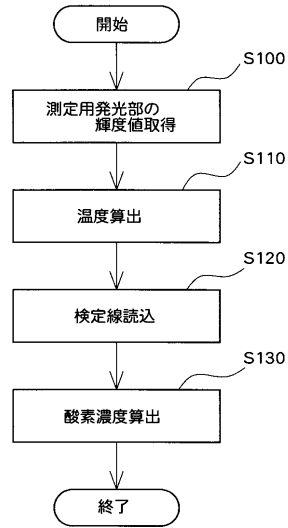
【 図 7 】



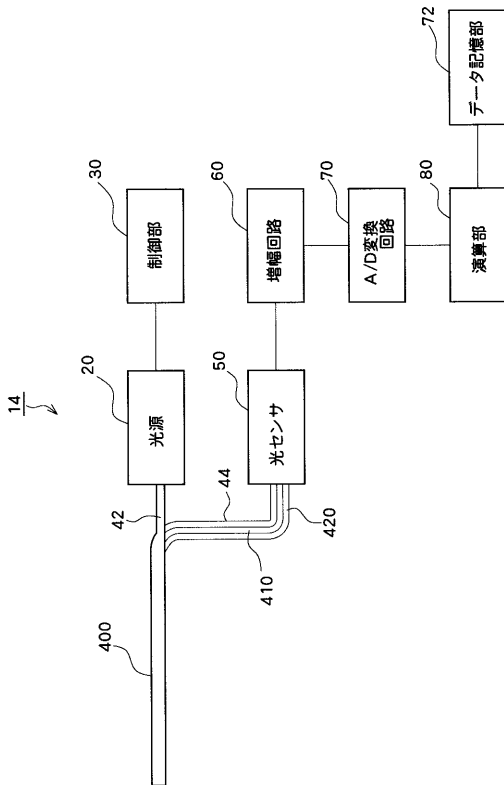
【図9】



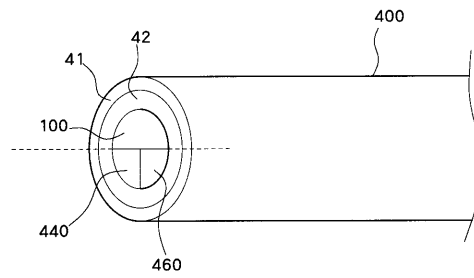
【図10】



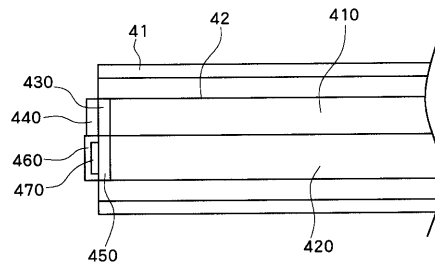
【図11】



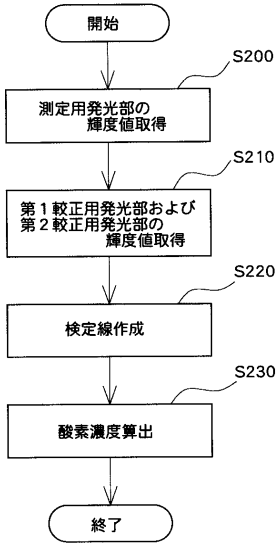
【図12】



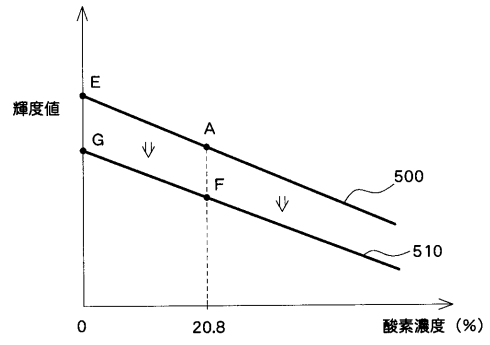
【図13】



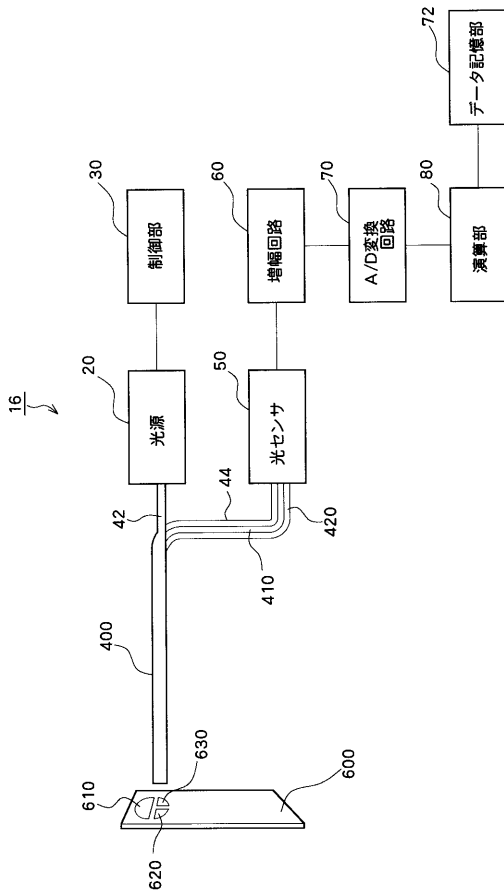
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G043 AA01 BA09 CA01 EA01 FA07 GA08 GB01 GB16 HA05 JA02  
KA02 KA05 LA01 LA03 MA03 NA01 NA06 NA11 NA13  
2G054 AA01 BB06 CA08 CE02 EA03 EA07 FA16 FA27 FA32 FA33  
GA04 JA00 JA01 JA04 JA05 JA06 JA08

【要約の続き】