Technical Information

MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計

TI 11P03A05-01

目　次

1. はじめに 2

2. 酸素濃度計の種類と用途 3
- 2.1 酸素の常磁性を利用した酸素濃度計 3
  - 2.1.1 磁気流量比式 4
  - 2.1.2 磁気風式 5
  - 2.1.3 磁気力式ダンベル形 6
  - 2.1.4 磁気力式圧力検出形 6
- 2.2 電気化学的な性質を利用した酸素濃度計 7
  - 2.2.1 ジルコニア式 7
  - 2.2.2 電極式 9
- 2.3 酸素の光吸収を利用した酸素濃度計 10
  - 2.3.1 半導体レーザ分光方式 10
- 2.4 酸素濃度計の測定原理別用途 11
- 2.5 酸素濃度計選択フローチャート 12

3. MG8G/MG8E の特長 13

4. MG8G/MG8E のシステム構成および検出器の構造 14
- 4.1 システム構成 14
- 4.2 MG8 □形 磁気式酸素濃度計の適用基準 15
- 4.3 検出器の構造 16

5. 干渉ガスの影響 19
- 5.1 干渉ガス中の O_2 測定可否について 19
- 5.2 干渉ガスの影響データ例 20
- 5.3 干渉ガス補償 21

6. 特　性（MG8E のテストデータ） 22
- 6.1 応答特性 22
- 6.2 流量特性 22
- 6.3 姿勢誤差 23
- 6.4 大気圧の影響および長期ドリフト 23

Technical Information　改訂情報 24

YOKOGAWA ◆
横河電機株式会社

TI 11P03A05-01
2006. 11　初版（KP）
2012. 9　4 版（YK）

1. はじめに

MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計は、酸素ガスが磁石に引き寄せられる性質を利用して、混合ガス中の酸素濃度を測定します。MG8G/MG8Eは、ジルコニア式酸素濃度計では測定できない可燃性ガスを含む混合ガスも精度よく測定することができます。
MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計は、磁気風式検出器の性能をより一層向上させるために、横河電機が独自に開発した磁気流量比式の検出器を備えており、下記のような特長があります。

- 検出部のセンサには清浄な補助ガス（窒素）が流れていて、測定ガスには接していません。そのため、測定ガスに汚れがあっても、また腐食性ガスであっても影響を受けずに長期にわたり安定した測定ができます。
- 高感度および高速応答のサーミスタセンサが直接補助ガスの流量比変化を検出するため、90%応答は3秒以内です。
- 可動部がない構造であるため、耐震性および耐衝撃性にすぐれています。
- 干渉ガス補償機能を備えているため、可燃性ガスなどの磁性を持っているガス(磁化率は酸素に比べて非常に小さい)でも、精度よく測定ができます。
- ゼロ付近の指示安定性が優れているため、低濃度測定(安全管理用など)に適しています。

この技術資料（TI 11P03A05-01）は、MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計の特長を生かしてご利用いただくことを目的に編集しています。
そのため、各種の酸素濃度計の測定方式、特長および測定原理別用途を紹介するとともに、MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計の構造、干渉ガスの影響および特性についても述べています。

2. 酸素濃度計の種類と用途

酸素は空気中に約21%存在し、生物の呼吸作用や燃焼に不可欠な要素です。各種の化学プロセスにおいても酸素が反応に関与している場合が多く、酸素濃度の計測と制御はプロセスの管理上非常に重要です。
酸素濃度の測定には種々の方法がありますが、主なものは（1）酸素の常磁性を利用するもの、（2）電気化学的な性質を利用するもの、（3）酸素の光吸収を利用するものとに大別できます。

2.1 酸素の常磁性を利用した酸素濃度計

図2.1に示すように、各種ガスの磁化率を比較すると、酸素のみが非常に大きい常磁性を示し、その他のガスは一般にわずかの反磁性を示します。
一酸化窒素（NO）もかなり大きな磁化率ですが、排ガス中でも100ppm程度しか含まれていませんので、実質的にはその常磁性は無視できます。

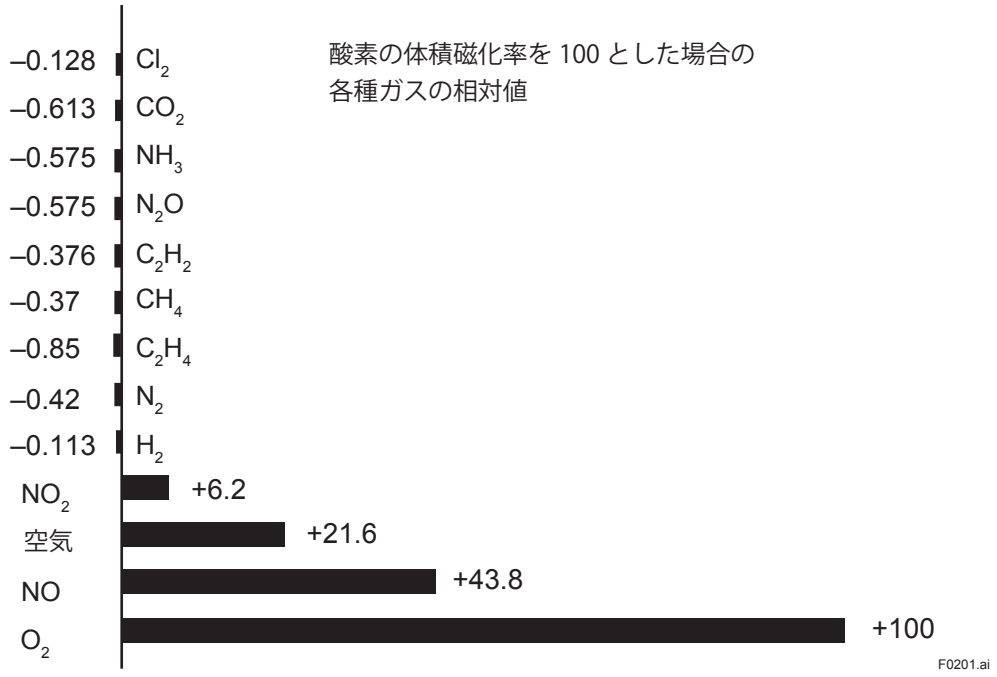


図2.1 ガスの相対体積磁化率

酸素の常磁性を利用した酸素濃度計には、下記の方式のものがあります。
(1) 磁気流量比式
(2) 磁気風式
(3) 磁気力式ダンベル形
(4) 磁気力式圧力検出形

2.1.1 磁気流量比式

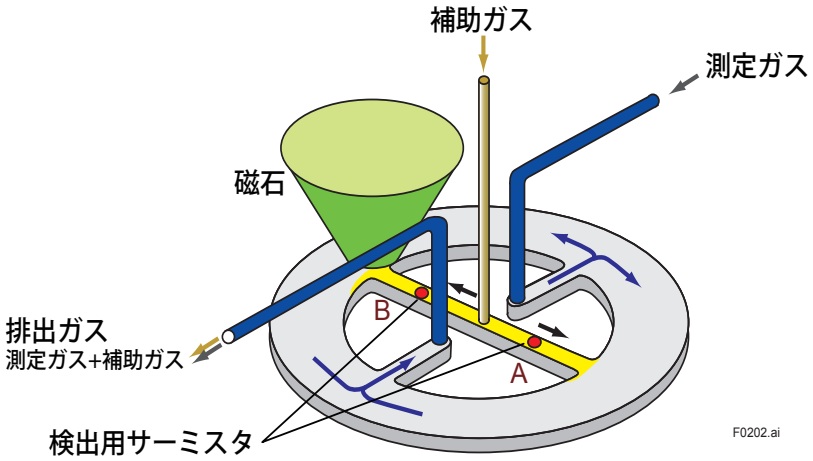
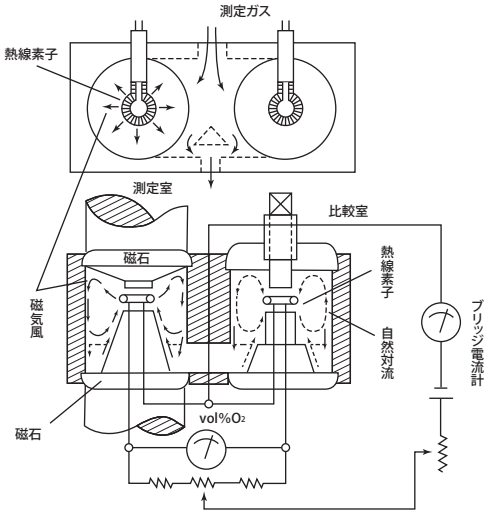


図2.2 磁気流量比式検出器

測定ガスは、図 2.2 のように検出器の測定ガス入口から入り、リング状ガス流路を二手に分かれて流れます。一方、補助ガスは補助ガス入口から入り、リング状ガス流路に向かって A、B 方向に分かれて流れます。補助ガス流路には、A および B 方向のそれぞれの流量を測定する 2 つの検出用サーミスタがあります。また、B 方向の流路には磁石によって磁力がかけられています。
測定ガス中に酸素があると、酸素が磁界に引き付けられるため、B 方向に流れる補助ガスの流量が減少します。この絞り効果によって生じる B 方向と A 方向の流量比の差異は、測定ガス中の酸素濃度に比例します。これを検出用サーミスタで検出し出力します。
MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計は、本方式を採用しています。
磁気流量比式酸素濃度計は、応答が速く、振動や衝撃に強いという特長があります。
さらに、検出用サーミスタは測定ガスに接触しないため、汚れや腐食の影響がなく、長期にわたり安定した測定ができます。

2.1.2 磁気風式

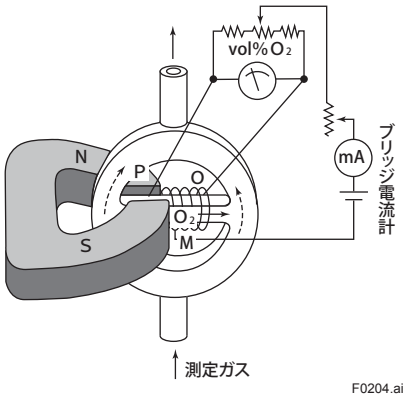
この方式は古くから開発され、測定セルの構造に多くの種類がみられます。
図 2.3 に示したものは、円筒状の測定室の中に頂部を平らにした円錐状の磁極が向かい合って配置されており、この間にガラス被覆したリング状の熱線素子が挿入されています。測定室内に導入された測定ガスのうち、常磁性である酸素は磁界の最も強い熱線の周辺に吸引されますが、そこで熱線で加熱されることにより磁性が弱くなり、下側の冷たいガスに押し上げられて測定室内に磁気風と称する風を生じさせます。磁気風の強さは測定ガス中の酸素濃度に比例します。
熱線の温度は磁気風による冷却効果のほかに、熱線を囲むガスの熱伝導率、密度、比熱および粘度などにも関係するので、測定室とは別に磁場がかけられていない類似の比較室の中にも熱線を設けて補償しています。2 つの熱線はホイートストンブリッジを構成し、抵抗変化をブリッジの不平衡電圧として検出しています。



F0203.ai

図2.3 磁気風式酸素濃度計の構造例（円筒状測定室）

図 2.4 に示す測定セルの構造は、ガスの通路がリング状で、その中央に薄肉ガラス管の短絡部があり、その外周に熱線が巻かれています。永久磁石の磁極は、この短絡管の中央より左側に配置されています。酸素を含む測定ガスは、この磁場の最も強いところへ吸引されますが、管の外周に巻かれている熱線で加熱されると磁性は弱くなり、左外側の新しい冷たいガスに押し出されて、管の中に左から右への磁気風を生じさせます。
磁気風式の酸素濃度計は、振動および衝撃に強いという特長がありますが、反面、検出はガスの熱伝導に基づくものであるため、急激な周囲温度変化やガス組成の変化などの影響を受けます。
また、測定ガスが直接センサ部に接しますので、測定ガスの汚れなどの影響も受けます。



F0204.ai

図2.4 磁気風式酸素濃度計の構造例（リング状測定室）

2.1.3 磁気力式ダンベル形

図 2.5 に示すように、磁場のなかに非磁性体の二連球（ダンベル）を白金や石英の細線で吊るしています。測定ガスを二連球の周囲に導くと、ガス中の酸素が二連球を押しのけて磁場の最も強い部分へ近づこうとするため、球が磁界外に押し出されるような力が働き、つり線はねじられます。このねじれは、つり線の中央に固定されている反射鏡による光の動きとして検出されます。その信号によって、ねじれを元に戻すような電流が励磁コイルに流れます。この電流の大きさが酸素濃度に対応しますので、この値から酸素濃度を測定することができます。
この方式は、ダイナミックレンジが広く、共存ガスの影響も比較的小さいという特長があります。反面、振動や機械的衝撃に弱く、汚れや腐食の影響を受けるという欠点があります。

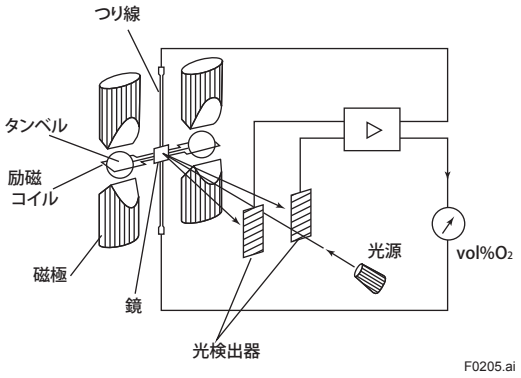


図2.5　磁気力式ダンベル形の原理図

2.1.4 磁気力式圧力検出形

磁界内で 2 つのガスが接するとき、2 つのガスの間にはガスの磁化率の差に比例した圧力差が生じます。一方を酸素濃度が一定した補助ガス（基準ガス）とすると、圧力差から測定ガスの酸素濃度を測定することができます。信号の検出や増幅には交流の方が容易であるので、磁界は断続的に励磁される電磁石で形成しています。微圧の検出には、赤外線ガス分析計に用いられているコンデンサマイクロフォン形検出器やマイクロフローセンサなどが用いられています。図 2.6 は、この方式の一例で、補助ガス流量の影響を軽減するために差動方式にしています。
この方式の酸素濃度計は補助ガスが必要ですが、共存ガスの影響が比較的小さく、応答速度も速いという特長があります。

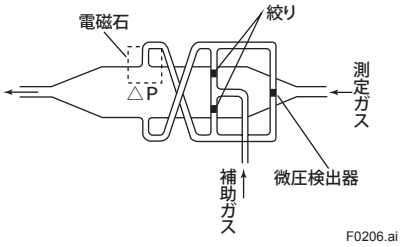


図2.6　磁気力式圧力検出形の原理図

2.2 電気化学的な性質を利用した酸素濃度計

2.2.1 ジルコニア式

(1) 濃淡電池式

カルシア（CaO）またはイットリア（Y_2O_3）などで安定化されたジルコニア磁器は固体電解質となり、高温に熱せられると酸素イオンだけを伝導します。
図 2.7 のように、ジルコニア素子の両面に多孔質の白金電極を取り付け、それぞれの電極に酸素濃度の異なるガスを接触させると、ジルコニア素子を隔壁として両電極間で次の反応が起きます。

P_1 側（陰極）　$O_2 + 4e \rightarrow 2O^{2-}$

P_2 側（陽極）　$2O^{2-} \rightarrow O_2 + 4e$

すなわち、酸素分圧の高い側（P_1）の電極で酸素分子が電子を得て酸素イオンとなり、このイオンがジルコニア素子内を移動し、酸素分圧の低い側（P_2）の電極で電子を放出して酸素分子に戻ります。この反応によって、両電極間には次に示すネルンストの式による起電力 E を発生します。

$$E = -\frac{RT}{4F} \cdot \ln \frac{P_2}{P_1}$$

R：気体定数
T：絶対温度
F：ファラデー定数

ここで、P_1 側に基準となるガス（たとえば空気）、P_2 側に測定ガスを流すと、起電力は測定ガス中の酸素濃度のみに関係するため、このとき発生する起電力を測定することで酸素濃度を測定することができます。

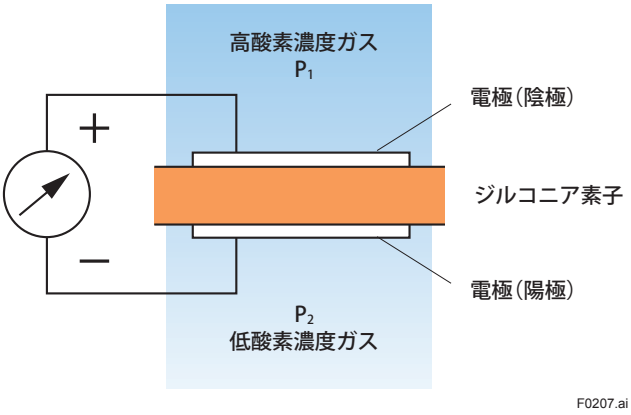


図2.7　濃淡電池式酸素濃度計の原理図

ZR402/ZR202 直接挿入形ジルコニア式酸素濃度計、AV550G アベレージングコンバータ、ZS8 防爆形ジルコニア式酸素濃度計、OX400 低濃度ジルコニア式酸素濃度計は、本方式を採用しています。

(2) 限界電流式

図 2.8 のように、高温に加熱したジルコニア素子の陰極側の酸素の流入を制限すると、印加電圧を増加させても電流値が一定になる領域ができます。この限界電流は酸素濃度と比例します。

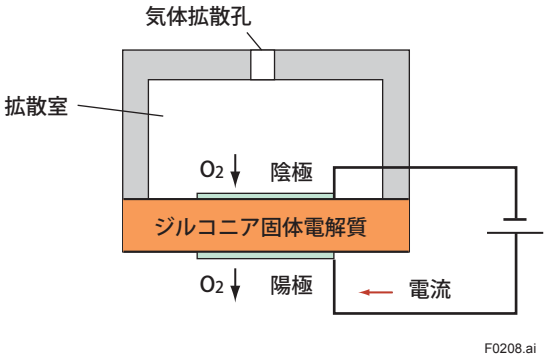


図2.8　限界電流式酸素濃度計の原理図

OX100 雰囲気ガス管理用酸素濃度計、OX102 限界電流式酸素濃度計は、本方式を採用しています。

2.2.2 電極式

図 2.9 に、電極式酸素濃度計の構造例を示します。金の陰極と銀の陽極の間にゼリー状の電解質を塗布し、その上に、酸素のみを透過する薄いテフロンの隔膜を被せています。両電極間に 0.5 ～ 0.8 V の電圧を印加すると、酸素濃度に比例したポーラログラフ的限界電流を検出することができます。
同様な隔膜を用いる電極式の酸素濃度計として、ガルバニ電池式酸素濃度計があります。この方式は、銀または金などの貴金属電極（陰極）と鉛などの卑金属（陽極）が電解液中にあり、電解液は隔膜を介して外気と接しています。この隔膜は酸素のみが透過します。透過した酸素は、両極に付加抵抗を接続すると、陰極で酸化反応を起こし、電位が発生します。発生した電流値を検出し、酸素濃度を測定します。
この方式は、その原理上、測定していないときでも酸素に触れれば劣化が進行するため、検出セルの寿命に限界があり、定期的な交換が必要です。また、連続で使用すると、マイナス側にドリフトするという問題があり、長時間の連続測定には適しませんが、小型で比較的安価であるため、ポータブル形として利用されています。

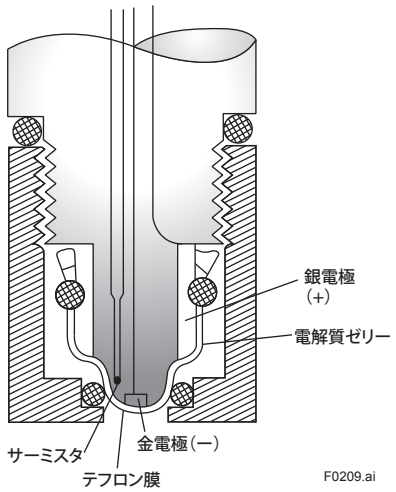


図2.9　酸素濃度測定用隔膜電極の構造例

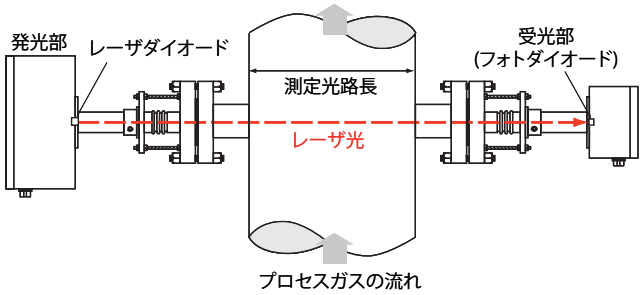
2.3 酸素の光吸収を利用した酸素濃度計

2.3.1 半導体レーザ分光方式

本方式は、半導体レーザによる吸収分光計測法を利用し、レーザ光が測定対象ガスを通過するときに吸収（損失）される光の量から測定対象成分濃度を測定します。
レーザガス分析計の基本的構成は、近赤外レーザ光を出射するレーザダイオード、測定対象ガスを通過し受光部まで届くようにレーザ光を集光する光学レンズ、検出器、レーザダイオードを制御し検出器の信号をガス成分濃度の信号に変換する電子回路部です。
ガス分子は、吸収線と呼ばれる特定の波長の光を吸収し、吸収の強さはランベルト・ベールの法則に従います。

$$I = Io \cdot e^{-E \cdot G \cdot L}$$

I ： 透過光の強さ
Io ： 入射光の強さ
E ： 吸光係数
G ： ガス濃度
L ： 測定光路の長さ



半導体レーザを分光法の光源として使用する利点は、以下のとおりです。

- レーザ光線の波長幅が狭い。分光素子無しで単一の吸収線の分離が可能となり、高い選択性を実現します。通常の分光法に比べ共存成分の影響を小さくできます。
- 光出力が強い。ダイオードレーザは 0.5mW ～ 20mW の光出力が可能。
  通常の分光式に比べ光透過性が良くない高ダスト濃度の測定環境でも測定が可能となります。
  感度を上げることができ、アプリケーションによっては ppm レベルの測定が可能となります。
- 吸収特性の全域にわたり波長を掃引し、スキャンごとに吸収ピークとベースラインを測定することで、検出器での光パワーが変動しても測定に影響を与えません。これは、ダスト濃度が高いアプリケーションで有用です。

TDLS200、TDLS200SJ レーザガス分析計は、本方式を採用しています。

2.4 酸素濃度計の測定原理別用途

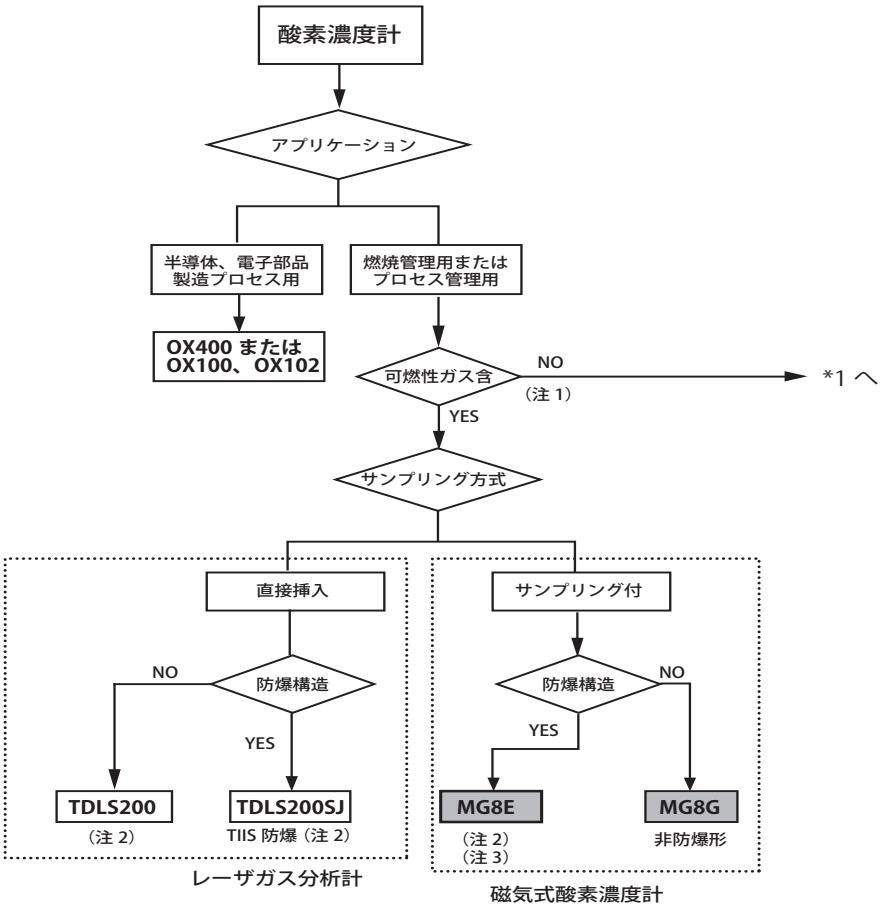
酸素濃度計の測定原理別の代表的なアプリケーションおよび業種の適用例を表2.1に示します。

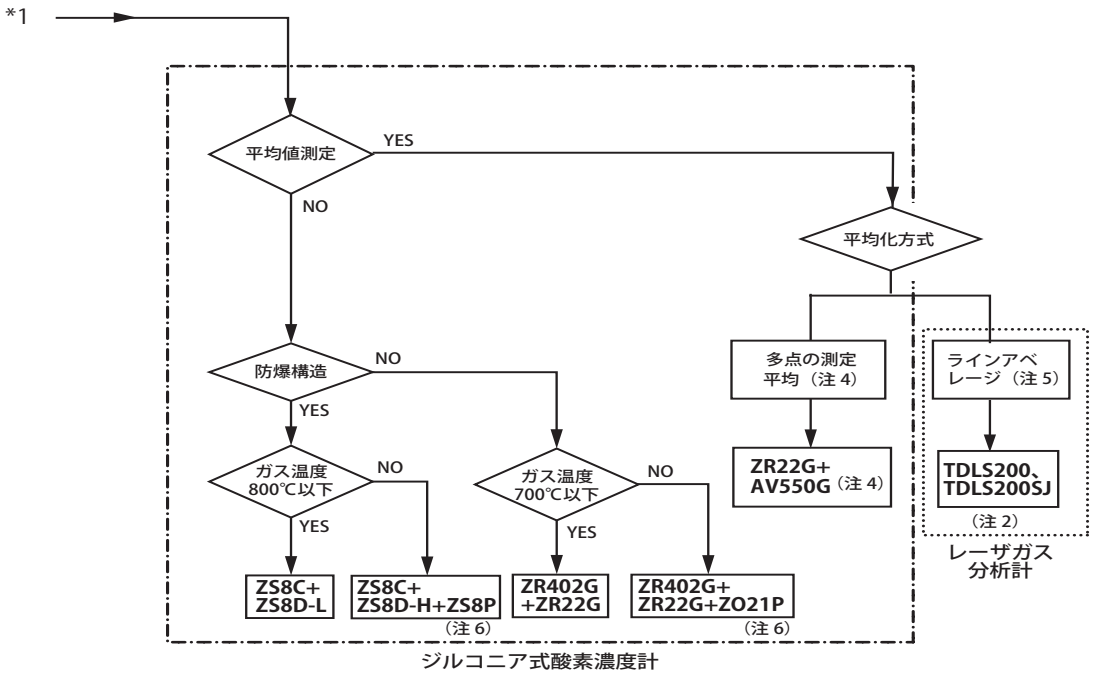
表2.1 酸素濃度計の測定原理別アプリケーション・業種の適用例

測定原理	横河電機の機種名	アプリケーション・業種										備考
		ボイラ・焼却炉				加熱炉			プロセス（品質 / 安全）			
		全業種	電力	石油・石油化学	紙・パルプ	石油・石油化学	鉄鋼・非鉄金属	窯業	石油・石油化学	紙・パルプ	その他（鉄鋼等）	
ジルコニア式	ZR202、ZR402	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		□	○	燃焼管理、(□：湿度測定)
	ZS8			◎		◎						防爆形
	OX400、OX100、OX102										○	装置組込み（OX400）
磁気式	MG8G						○	○		○	◎	品質管理、燃焼管理
	MG8E								◎			防爆形、安全・品質管理
レーザ分光方式	TDLS200、TDLS200SJ	○	○	○	○	○	○	○	◎		○	燃焼管理、安全

◎：最適
○、□：適している

2.5 酸素濃度計選択フローチャート





（注 1）：可燃性ガスの含有量が測定ガスの 0.5% 以下の場合は、「NO」を選択してください。
（注 2）：全て特注決裁扱いです。
（注 3）：変換器；耐圧防爆形、検出器；耐圧防爆形
（注 4）：最大 8 点の測定平均可。
（注 5）：測定光路の平均濃度を測定します。
（注 6）：ZS8P、ZO21P；高温用プローブアダプタ

3. MG8G/MG8Eの特長

■ 信頼性およびメンテナンス性に優れた検出器

- 検出部のセンサは、測定ガスが接しない構造になっています（「4.3 検出器の構造」を参照）。
  そのため、測定ガスが汚れていても微量の腐食性ガスがあっても影響を受けずに、長期にわたり安定した測定ができます。
- 可動部がない構造ですので、耐震性および耐衝撃性にすぐれています。
- MG8E 形は耐圧防爆構造（Ex d IIB T4X）です。

■ 安定性に優れ、高速応答を可能にした検出器

- 測定セルを含めた検出器の主要部は、恒温槽内に収納されています。そのため、測定ガスは周囲温度の影響を受けにくく、ドレンの発生も防ぐことができますので、安定した測定ができます。
- 高感度および高速応答のサーミスタセンサが、直接補助ガスの流量比を検出するため、90%応答は 3 秒以内です。
- ゼロ付近の指示安定性が優れているため、低濃度測定（安全管理用など）に適しています。
- 干渉ガス補償機能を備えているため、可燃性ガスなどの磁性を持っているガス（磁化率は酸素に比べて非常に小さい）でも、精度よく測定ができます。

■ 便利な機能が満載の変換器

- 便利なワンタッチ校正、省力化を可能にする自動校正
  酸素濃度値をエントリした校正ガス（ゼロガス、スパンガス）を流し、校正ボタンスイッチを押すだけで校正ができます。さらに、省力化を進めたい場合には自動校正モードを選択できます。また、ゼロガス、スパンガス切替用電磁弁の駆動用出力も標準で装備しています。
- 多彩な自己診断機能
  5 種類の異常（セル異常、測定部温度異常、アナログ部異常、デジタル部異常、メモリ異常）を検出します。異常を検出すると、FAIL ランプが点灯し、異常内容をメッセージ表示します。
  また、補助ガスの圧力が設定以下に低下すると、接点出力を出します。

4. MG8G/MG8Eのシステム構成および検出器の構造

4.1 システム構成

MG8G/MG8E磁気式酸素濃度計の基本的なシステム構成を図4.1に示します。
前処理ユニットは、お客様の装置およびアプリケーションにより異なりますので、全数特注扱いとなります。

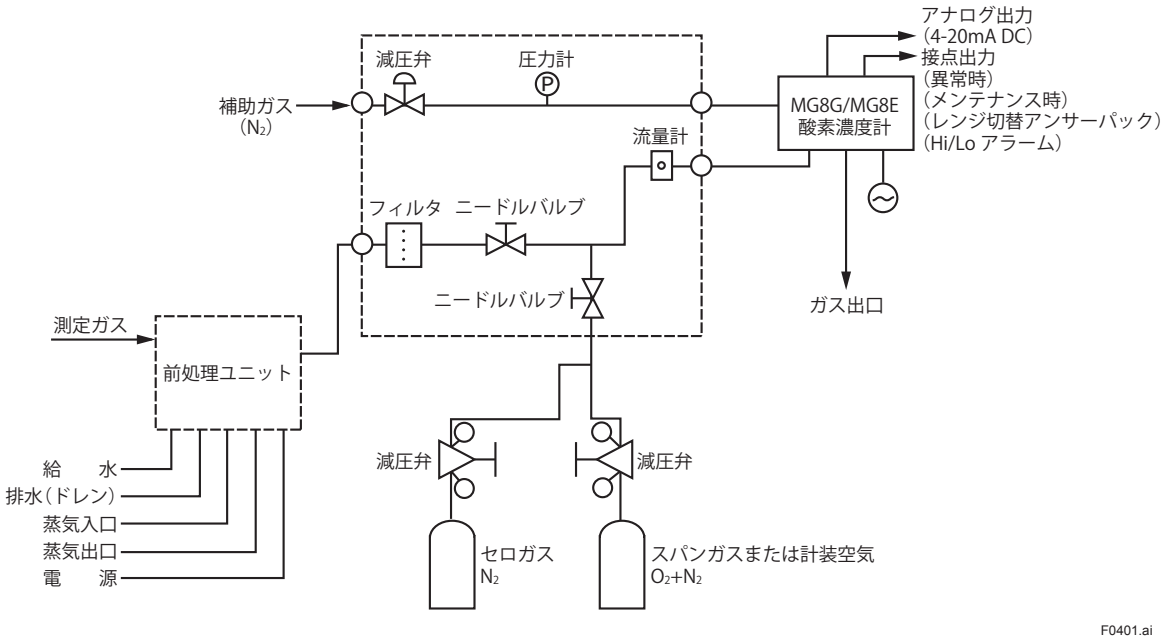


図4.1　MG8G/MG8E酸素濃度計のシステム構成

4.2 MG8□形 磁気式酸素濃度計の適用基準

MG8□形 磁気式酸素濃度計は、一般用のMG8G形と耐圧防爆構造（Ex d IIB T4X）のMG8E形があります。
MG8G形とMG8E形使い分けは、下表を参照してください。

表4.1 MG8□形 磁気式酸素濃度計適用基準（設置場所雰囲気・測定ガス）

MG8□酸素濃度計	適用レンジ	設置場所		対象ガス					
		危険場所	非危険場所 (*2)	危険分類のA, Bガス(*1)または水素4%未満の混合ガス		水素ガス4－100%の混合ガス		危険分類のCガス(除く水素)(*1)(*3)	
				雰囲気	測定ガス	雰囲気	測定ガス	雰囲気	測定ガス
MG8E 防爆機器として設置 (Ex d IIB T4X) (*4)	0－1～25%O_2 (21－25%O_2測定不可)	○	○	○	○	×	×	×	×
MG8E 非防爆機器として設置	0－1～25%O_2	×	○	×	○	×	○	×	×
MG8G 非防爆機器 (GS 11P03A03-01参照)	0－5～25%O_2	×	○	×	○	×	×	×	×

○：適用可, ×：適用不可

T0401.ai

(*1)：「ユーザのための工場防爆電気設備ガイド」（安協発行）参照
(*2)：「ユーザのための工場防爆電気設備ガイド」（安協発行）によると、「爆発性雰囲気を生成しないことを、その場所の管理責任者によって保証され、かつ、文書でそれが確認される場合は非危険場所とみなせる」と有ります。
したがって、ここでの非危険場所の解釈はこのガイドによります。
(*3)：アセチレン、二硫化炭素、水素、硝酸エチル
(*4)：Ex d IIB T4X
1. 構造：耐圧防爆
2. 適用場所：鉱山事業所の坑内の危険場所を除く工場、または事業所の危険場所。
3. 適用ガスまたは蒸気：
(a) 危険分類 A、B ガスまたは蒸気。
(b) 発火温度が 135℃以上のガスまたは蒸気。
(c) 水素ガスの濃度は、4%未満のこと。アセチレン、二硫化炭素、硝酸エチルを含むガスまたは蒸気には使用できない。
4. 使用条件：
(a) カバーを開けるときは、電源遮断後、非危険場所で行うこと。
(b) 空気または空気と同等以下の酸素を含むガスと可燃性ガスまたは蒸気との混合物中の酸素濃度の測定以外に使用しないこと。

4.3 検出器の構造

MG8G/MG8E磁気式酸素濃度計の検出器は、磁気風式検出器の性能をより一層向上させるために、横河電機が独自に開発した磁気流量比式の検出器です。この検出器は、高感度であると同時に、ジルコニア式検出器とほぼ同等の高速応答で、振動や衝撃にも強い構造になっています。
さらに、検出センサであるサーミスタは、直接測定ガスに接触しないため、汚れや腐食の影響がなく、長期にわたり安定した測定ができます。

(1) 構造と動作原理

検出器の構造は、図 4.2 のように特殊リング状になっています。

- 測定ガスは、測定ガス入口から入り、リング状ガス通路で図 4.2 の A と A′ 方向に分かれて流れます。
- 一方、補助ガスは補助ガス入口から入り、図 4.2 の B と B′ 方向に分かれて流れ、それぞれの通路にある検出用サーミスタ部を通ります。この時、検出用サーミスタにより、それぞれのガス通路を流れる補助ガスの流量を検出します。
- その後、D および E 部でリング状通路に入り、測定ガスと合流して C 部より排出されます。
- 補助ガスがリング状通路に入る D 部には、強力な磁力がかかっています。測定ガス中に酸素があると、酸素は D 部の磁力に引き寄せられて集結します。このため、D 部では酸素による絞り効果が発生し、補助ガスの流通が阻害されて、B と B′ の補助ガス流量の比が変化します。この流量比の変化は、酸素濃度に比例しますので、検出用サーミスタで検出し出力します。

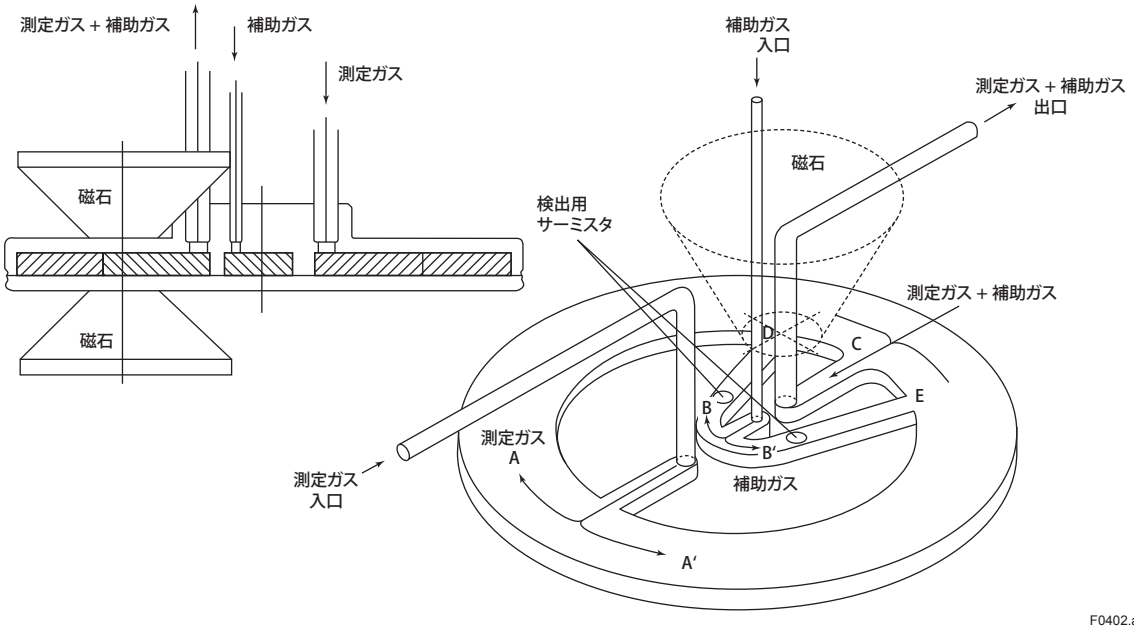


図4.2 磁気流量比式検出器

(2) 検出部ガス通路

MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計は、安定な測定を実現するために様々な工夫がされています。（図 4.3 MG8E の本体検出部ガス通路ブロック図を参照してください）

- 周囲温度によるガス温度の変化の影響を受けにくくするため、セルを含めた主要部を恒温槽に収納しています。
- 恒温槽の温度安定化を図るため、積分機能を付加するなどの工夫がされています。
- 測定ガスや補助ガスの流量変動による指示変化をなくすための工夫が施されています。

① 補助ガス流量の安定化

補助ガスは窒素を使います。MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計は、この窒素の分流比で酸素濃度を検出しているため、補助ガスの流量を一定に保つことが極めて重要です。

このため、細管式の絞り抵抗を使用して流量を一定に保つようにしています。

② 測定ガス予熱部（MG8Eのみ）

恒温槽は、55℃で制御されています。測定ガスは、通常 55℃より低い温度で入ってきます。測定ガス温度が変動すると、セルの温度を変化させ、結果としてセル出力を変化させます。

MG8E 磁気式酸素濃度計は、測定ガス温度の影響を最小にするため、測定ガスがセルに入る前に予熱部を通して、ガスの温度を恒温槽の温度とほぼ等しくしています。

③ バイパスユニット（MG8Eのみ）

測定ガスの流量変動の影響を小さくするための工夫です。動作としては、電気回路の中のツエナーダイオードと同じような働きをします。図 4.4 に、バイパスユニットを用いた場合の流量特性を示します。

横軸に磁気式酸素濃度計本体に入る測定ガス流量、縦軸にセルに流れる測定ガス流量をとります。磁気式酸素濃度計本体に入る測定ガス流量が少ないときは、測定ガスの全量がセルに流れますが、ガス流量が約 235ml を超えると、超えた分の量はバイパスに流れます。

④ 圧力スイッチ（MG8Eのみ）

磁気式酸素濃度計の連続運転中に、何らかの原因で補助ガスが流れなくなった時は、出力信号が振り切れてしまいます。このようなトラブルを避けるため、補助ガスラインのレギュレータ 1 次側に圧力スイッチを設けて予告警報を出すことにより、事前の対処ができるようにしています。

⑤ 恒温槽の温度制御（MG8Eのみ）

温度制御分解能を 0.005℃にして高精度化をはかると共に、積分機能を付加することによって、電源電圧などの外乱に対しての安定化を高めました。また、暖機中はセルの温度（左右のサーミスタの和信号）を取り込み、セルの温度が低いときはヒータ温度を高くし、セル温度が高くなると共にヒータ温度を徐々に下げて、セル部の温度がより早く安定するような制御を行っています。

⑥ 大気圧補償（MG8Eのみ）

標準装備の大気圧補償センサで、常に大気圧の変化による指示誤差を補正します。

(3) 本体検出部ガス通路ブロック図

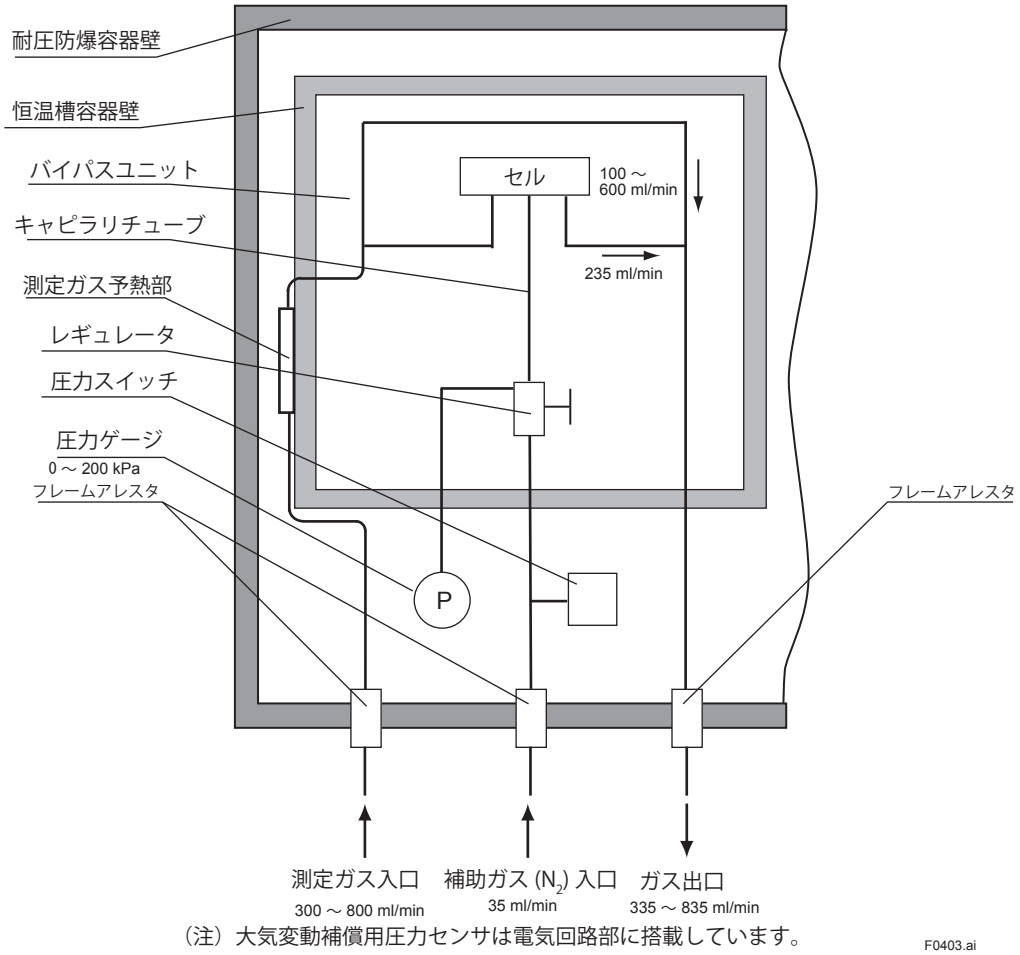


図4.3　MG8Eの本体検出部ガス通路ブロック図

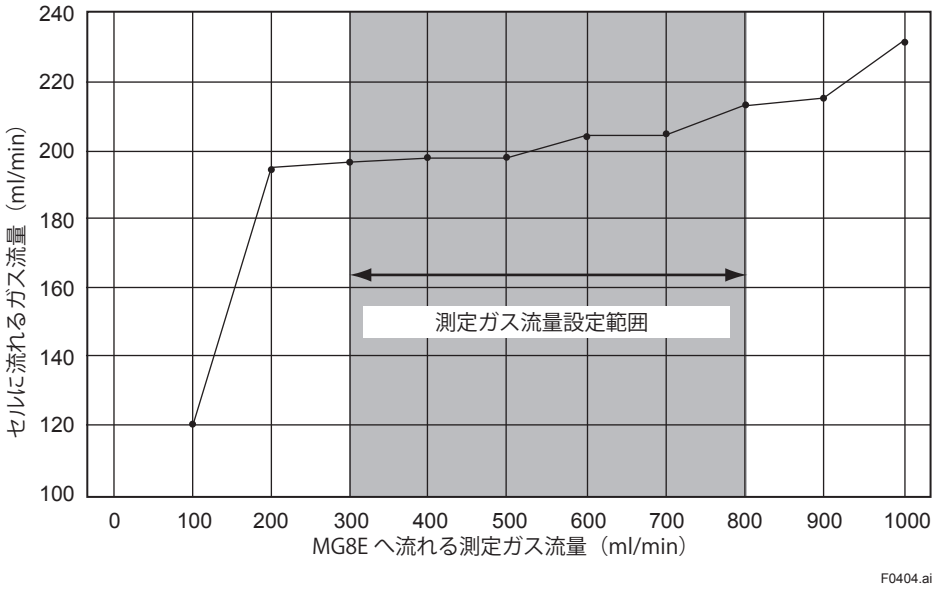


図4.4　MG8Eのバイパスユニットの流量特性

5. 干渉ガスの影響

5.1 干渉ガス中のO_2測定可否について

MG8E磁気式酸素濃度計の干渉ガス中のO_2測定の可否については、下表を参照ください。

No.	業種	干渉ガス成分	測定レンジ(%)			
			0-1	0-2	0-5	
1	石油化学	H_2:35%、CO_2:7%、N_2:B	◎	◎	◎	*1
2		C_3:0-5%、C_4:5-10%、N_2:B	—	◎	◎	*1、OFF GAS
3	石　油	H_2:10-40%、C_1:20-30%、C_2:15-30%、N_2:B	◎	◎	◎	*1 フレアスタック行
4	化　学	VCM(C_2H_3CL)+Air	◎	◎	◎	
5		C_4H_{10}:+Air	—	◎	◎	*2
6		CH_4:50%、C_2H_4:25%、CO_2:4%、Ar:15%	◎	◎	◎	
7		C_4H_{10}:20%、O_2:6%、N_2:B	◎	◎	◎	
8		H_2+O_2	◎	◎	◎	*1、電解プラント
9	鉄　鋼	H_2:75%、N_2:25%+Air	—	◎	◎	*1
10		(H_2:45%、CH_4:17%、CO:16%、CO_2:4%)+Air	—	◎	◎	*1
11	電　力	(H_2:30%、CO_2:36%、CH_4:4%)+Air	—	◎	◎	*1、燃料電池
12	環境下水	CH_4:55%、CO_2:39%+Air	◎	◎	◎	消化ガス
13	原子力	He+O_2	◎	◎	◎	*2

T0501.ai

◎ ：干渉ガスの影響が、± 0.02%O_2 またはスパンの± 1% 以内の大きい値以内で計測可能です。
＊ 1：補助ガス流量：55 ml/min
＊ 2：C_4H_{10}：50 vol%以上、および原子力（He ＋ O_2）の測定の場合はご相談ください。

テスト方法
(1) 干渉ガスと窒素でゼロバランス調整します。
(2) 酸素 / 窒素バランスガスで校正し、酸素 / 干渉ガスとの偏差を求めます。

注　意
耐圧防爆仕様で使用する場合は、危険分類の A、B ガスまたは蒸気または水素ガスが 4% 未満の混合ガスに適用できます。
アセチレン、二硫化炭素、硝酸エチルを含むガスまたは蒸気中の酸素濃度測定には使用できません。また、上表の No. 1、3、8、9、10、11 は、防爆の適用はできません。

5.2 干渉ガスの影響データ例

窒素、酸素／窒素バランスガスで校正した後、酸素+干渉成分を流したデータです。
各干渉成分とも、スパンの±2%以内で十分測定可能です。

O_2+CO_2(92%)+N_2(8%)
レ　ン　ジ；0~1 vol%O_2
補助ガス流量；35 ml/min

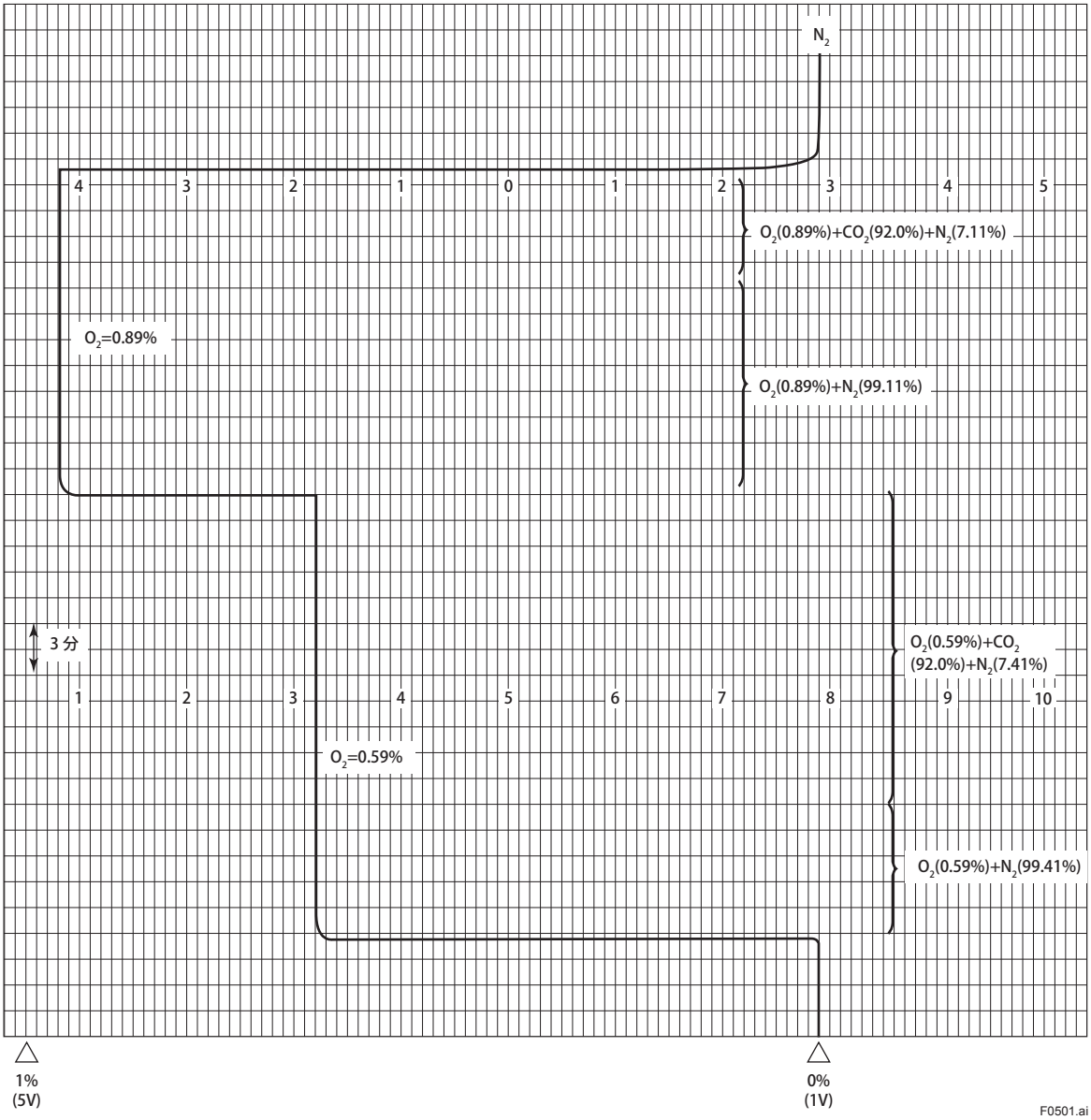


図5.1　干渉ガスの影響データ例

5.3 干渉ガス補償

MG8G/MG8E磁気式酸素濃度計は、酸素ガスの常磁性（磁気に強く吸引される性質）を利用して酸素濃度を測定しています。一方、酸素ガス以外のガスも酸素ガスに比べれば非常に小さいですが、多少の常磁性を持っています。したがって、実際の測定にあたっては各種のプロセスガスの磁化率の違いによる干渉誤差が発生します。
この誤差は、0－1%のような低濃度レンジでは、問題になることがあります。MG8G/MG8E磁気式酸素濃度計では、これらプロセスガスの持つ常磁性による干渉誤差を、測定ガスと比較ガスとの密度の違いを利用して打ち消すことができるようになっています。
測定ガスは、図5.2のようにA路およびA'路に分流されます。補助ガス（窒素）は中央から入り、左右に分流します。片側の補助ガス出口に磁界があるため、酸素ガスが存在しなくても窒素以外の磁化率の異なったガスが存在すると、補助ガス分流比が影響を受け誤差となります。この誤差をセルの角度（姿勢）を変えることにより補償します。
たとえば、磁化率が窒素に比べて小さい値を持つ二酸化炭素を流すと、指示値はマイナス側に振れます。これを補償するために、図5.3のようにセルに角度を付けると、二酸化炭素の密度が大きいため逆にB'路側に補助ガスが多く流れるような力が作用し、補助ガスの分流比が変わります。このように、ガスの磁化率による補助ガスの分流変化と密度差による分流変化を相殺するようにセルの角度を変えることにより、干渉誤差を補償することができます。
MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計は、あらかじめお客様の測定ガスの磁気特性と密度により、最終調整時にセルの角度（姿勢）を調整して出荷します。このセル角度（姿勢）は内蔵している水準器（ガラス管に気泡が入ったもの）で記憶させます。
お客様の現場に設置した時、この水準器の目盛りがちょうど中央になるように回転ノブを回して調整し、工場出荷前に調整した状態にします。

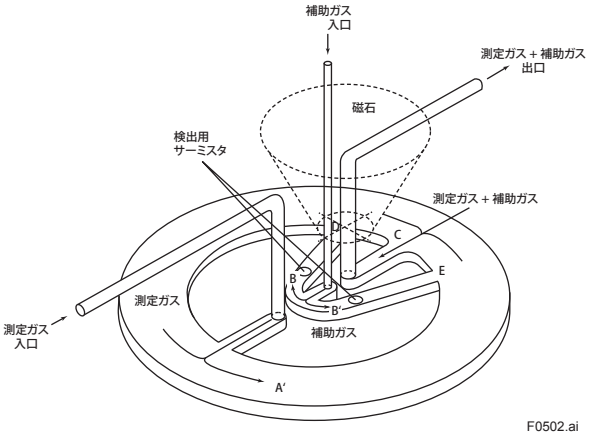


図5.2　セル構造図

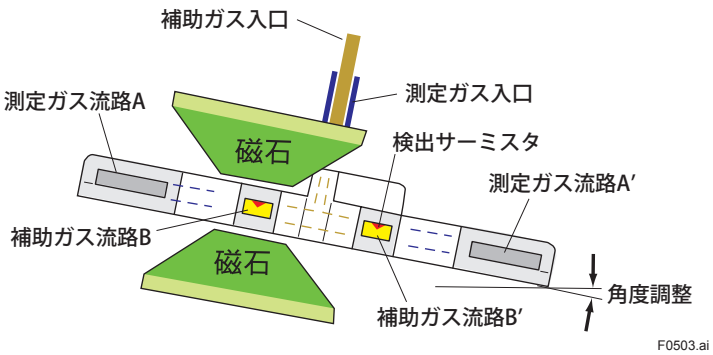
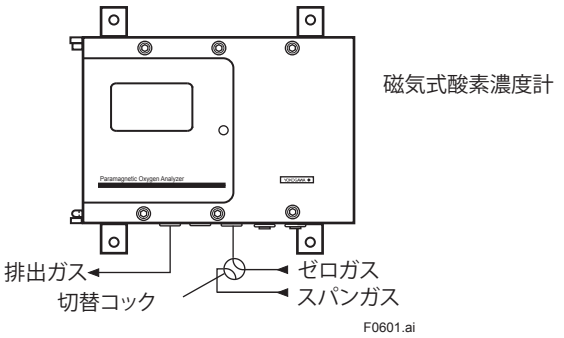


図5.3　セル断面図

6.　特　　性（MG8Eのテストデータ）

6.1　応答特性

応　　答　　時　　間：90%応答　6秒以内（濃度計本体ガス入口より）
応答性チェックデータ：レ　ン　ジ；0～1 vol%
ゼ ロ ガ ス；N_2（99.999%）、スパンガス；N_2+O_2（0.978%）



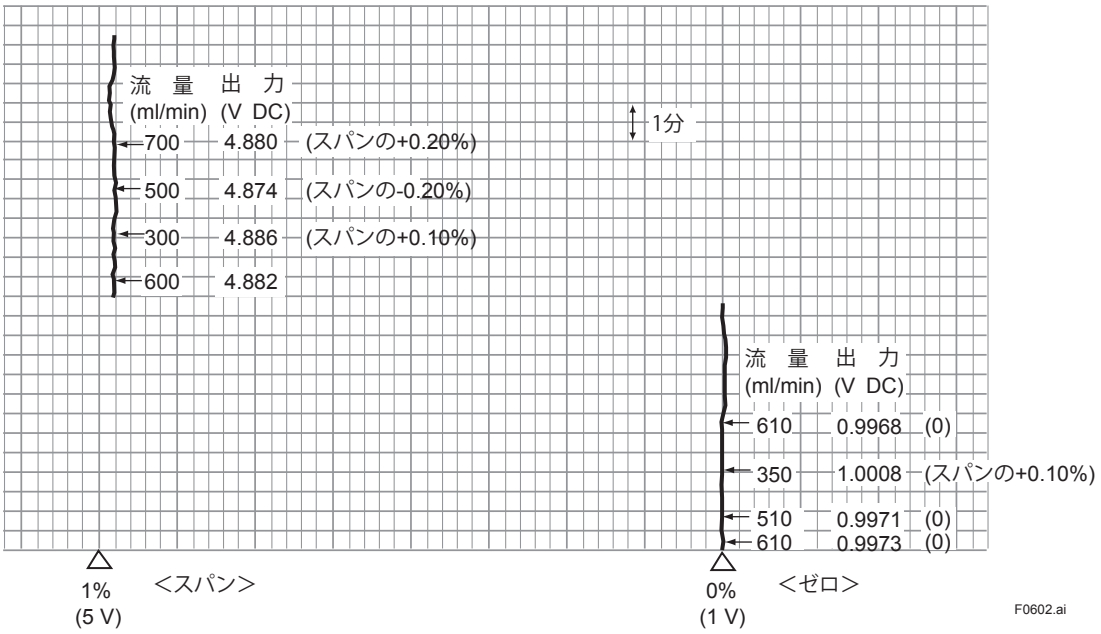
測定ガス流量 ml/min	ゼロ　⇒　スパン		スパン　⇒　ゼロ	
	むだ時間（秒）	90%応答（秒）	むだ時間（秒）	90%応答（秒）
300	3.2	1.6	3.3	1.5
600	2.9	1.5	2.6	1.5
900	2.2	1.6	2.2	1.4

注記）　最終値応答速度：約10秒以内（当社従来機種：約30~50秒）

6.2　流量特性

流量特性試験の仕様
　レ　ン　ジ：0～1 vol%
　補助ガス流量：35 ml/min
　ゼ ロ ガ ス：N_2、ス パ ン ガ ス：O_2（0.975%）＋N_2

《試験結果：スパンの±0.2%》



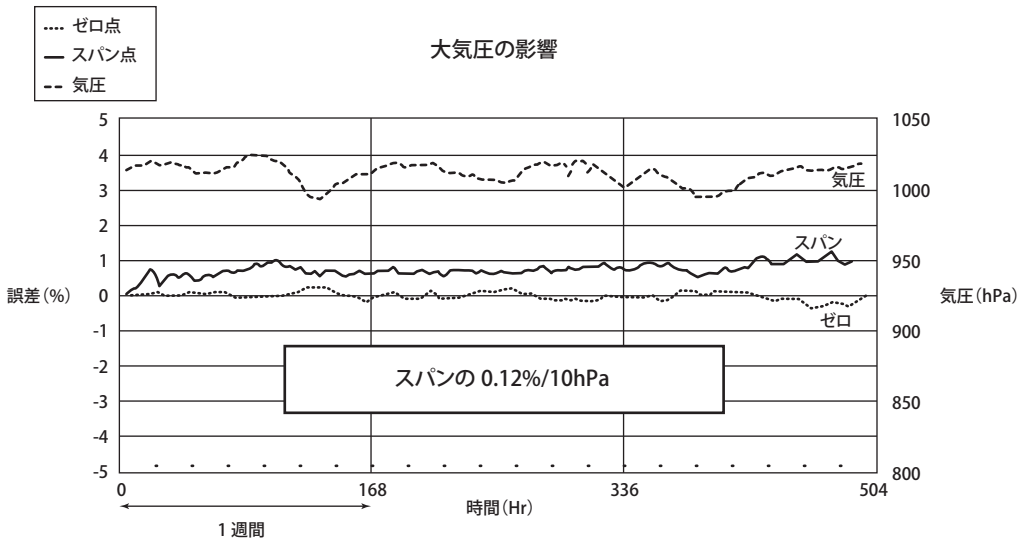
6.3　姿勢誤差

酸素濃度計の姿勢変化による指示値への影響テスト
レ　ン　ジ；0～2 vol%
ゼロバランス；CO（65%）＋H_2（4.5%）＋CO_2とN_2
測 定 ガ ス；ゼロガス……N_2
スパンガス…O_2（1.61%）＋N_2
測定ガス流量；600 ml/min
補助ガス流量；35 ml/min

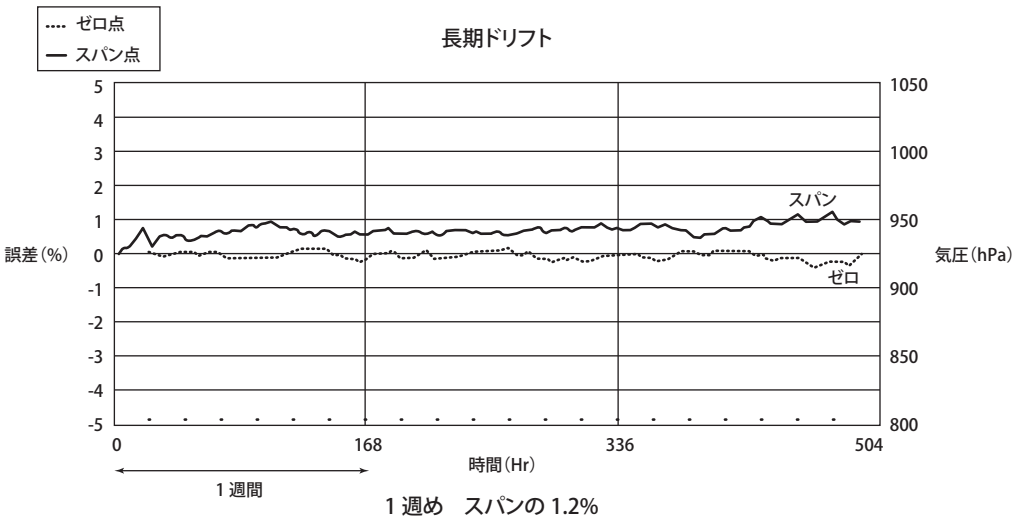
	姿勢角度〈1°変化〉			
	前上	後上	左上	右上
ゼロガス	スパンの－0.02%	スパンの－0.001%	スパンの－0.137%	スパンの－0.095%
スパンガス	スパンの－0.04%	—	スパンの－0.25%	スパンの－0.216%

*0~1% レンジの場合　ゼロ付近；スパンの 0.2%/1°（当社従来機種；スパンの約 10%/1°）
スパン付近；スパンの 0.4%/1°

6.4　大気圧の影響および長期ドリフト



仕様：スパンの ±1%/10hPa



1 週め　スパンの 1.2%
2 週め　スパンの 0.5%
3 週め　スパンの 0.3%

仕様：スパンの ±2%/week

F0603.ai

Technical Information　改訂情報

資料名称　　：MG8G/MG8E 磁気式酸素濃度計

資料番号　　：TI 11P03A05-01

2006年11月／初版　　新規
2009年07月／2版
他の酸素計として低濃度ジルコニア式酸素濃度計 OX400、レーザガス分析計 TDLS200 を追加等。
2011年09月／3版
2012年09月／4版
図の電子化。OX51/OX61 を削除等。