

(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2008-196941

(P2008-196941A)

(43) 公開日 平成20年8月28日(2008.8.28)

(51) Int.Cl.
GO1N 27/74 (2006.01)

F I
GO1N 27/74

テーマコード(参考)
2G053

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2007-31791(P2007-31791)
(22) 出願日 平成19年2月13日(2007.2.13)

(71) 出願人 000173784
財団法人鉄道総合技術研究所
東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(74) 代理人 100089635
弁理士 清水 守
(74) 代理人 100096426
弁理士 川合 誠
(72) 発明者 宮崎 佳樹
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
団法人 鉄道総合技術研究所内
(72) 発明者 岩松 勝
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財
団法人 鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

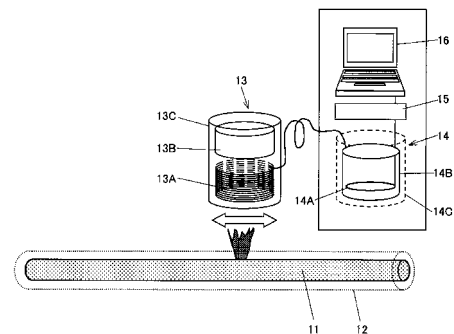
(54) 【発明の名称】 液体酸素検知システム

(57) 【要約】

【課題】構成が簡単で、安全かつ容易に用いることのできる液体酸素検知システムを提供する。

【解決手段】液体酸素検知システムにおいて、液体酸素11が存在する非磁性配管12と、この非磁性配管12の外周に配置され、サーチコイル13Aと外部磁場を与えられる機構としての永久磁石13Bを備え、自己インダクタンスを測定する検査プローブ13と、この検査プローブ13に接続され、据え置きされる高精度磁気センサーとしての高温SQUID14Aを有するインプットコイル装置14とSQUID駆動回路15と計測用コンピュータ16とを具備する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

- (a) 液体酸素が存在する非磁性配管と、
(b) 該非磁性配管の外周に配置され、サーチコイルと外部磁場を与えられる機構を備え、自己インダクタンスを測定する検査プローブと、
(c) 該検査プローブに接続され、据え置きされる高精度磁気センサーを有するインプットコイル装置と高精度磁気センサー駆動・計測回路と計測用コンピュータとを具備することを特徴とする液体酸素検知システム。

【請求項 2】

請求項 1 記載の液体酸素検知システムにおいて、前記検査プローブが、前記非磁性配管の近傍を移動可能に配置されることを特徴とする液体酸素検知システム。

10

【請求項 3】

請求項 1 記載の液体酸素検知システムにおいて、前記インプットコイル装置は、前記高精度磁気センサーが冷却用液体窒素で充填され、それを磁気シールド容器で覆うようにしたことを特徴とする液体酸素検知システム。

【請求項 4】

請求項 1 記載の液体酸素検知システムにおいて、前記高精度磁気センサーが高温 S Q U I D であることを特徴とする液体酸素検知システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

20

【0001】

本発明は、冷却媒体などとして用いられる液体酸素検知システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、冷却媒体などとして用いられる液体酸素が供給されているか否かを検査するには、有効な手だてがないのが現状である。

【0003】

本願出願人は、低温容器内の配管のガス漏れ箇所を正確に、しかも迅速に測定することができる低温容器内の配管のガス漏れ箇所検査システムを既に提案している（下記特許文献 1）。

30

【特許文献 1】特開 2006 - 064601 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、液体酸素の検出については十分な研究がなされておらず、特に、密閉容器内の液体酸素配管の液体酸素漏れ検知については、有効な手だてがないのが現状である。

【0005】

本発明は、上記状況に鑑みて、構成が簡単で、安全かつ容易に用いることができる液体酸素検知システムを提供することを目的とする。

40

【0006】

なお、常磁性を示す流体であれば同様に適用可能である。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕液体酸素検知システムにおいて、液体酸素が存在する非磁性配管と、この非磁性配管の外周に配置され、サーチコイルと外部磁場を与えられる機構を備え、自己インダクタンスを測定する検査プローブと、この検査プローブに接続され、据え置きされる高精度磁気センサーを有するインプットコイル装置と高精度磁気センサー駆動・計測回路と計測用コンピュータとを具備することを特徴とする。

50

【 0 0 0 8 】

〔 2 〕 上記〔 1 〕記載の液体酸素検知システムにおいて、前記検査プローブが、前記非磁性配管の近傍を移動可能に配置されることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

〔 3 〕 上記〔 1 〕記載の液体酸素検知システムにおいて、前記インプットコイル装置は、前記高精度磁気センサーが冷却用液体窒素で充填され、それを磁気シールド容器で覆うようにしたことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

〔 4 〕 上記〔 1 〕記載の液体酸素検知システムにおいて、前記高精度磁気センサーが高温 S Q U I D であることを特徴とする。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、液体酸素が存在する非磁性配管の液体酸素のリーク検知を、簡便、安全かつ容易に行うことができる。

【 0 0 1 2 】

また、高精度磁気センサー部分は、シールド内に静置するため、地磁気などの外乱に対しても強い。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

本発明の液体酸素検知システムは、液体酸素が存在する非磁性配管と、この非磁性配管の外周に配置され、サーチコイルと外部磁場を与えられる機構を備え、自己インダクタンスを測定する検査プローブと、この検査プローブに接続され、据え置きされる高精度磁気センサーを有するインプットコイル装置と高精度磁気センサー駆動・計測回路と計測用コンピュータとを具備する。

20

【 実施例 】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 は本発明の液体酸素の検知の原理を示す模式図（その 1）である。

【 0 0 1 6 】

この図において、1 はサーチコイル、2 はサーチコイル 1 の近傍に配置される外部磁場を与えられる機構としての永久磁石、3 はインプットコイル、4 は高精度磁気センサーとしての高温 S Q U I D、5 は検知の対象となる液体酸素である。

30

【 0 0 1 7 】

サーチコイル 1 を液体酸素 5 に近づけた際の磁束の変化による起電力は、

$$V = - \frac{d\Phi}{dt} \quad \dots (1)$$

で与えられる。

【 0 0 1 8 】

永久磁石 2 により生成される磁場を B_0 、磁性体が磁化されたときの磁性体内部磁場を B_1 とすると、 B_1 は、

40

$$B_1 = \left\{ \frac{3}{1 + 2\mu_0 / \mu} \right\} \cdot B_0 \quad \dots (2)$$

で与えられる。

【 0 0 1 9 】

$$\text{ここで、} \mu = \mu_0 (1 + m) \quad \dots (3)$$

であるから、

$$B_1 = \left\{ \frac{3(1 + m)}{3 + m} \right\} \cdot B_0 \quad \dots (4)$$

となる。サーチコイル 1 のコイル半径を a 、巻き数を N とすると、(1) 式は、

$$V = - N a^2 (B_1 - B_0) / t \quad \dots (5)$$

と表される。

【 0 0 2 0 】

50

そこで、銅線の抵抗を R とすれば、銅線に発生する誘導電流は、

$$I = -N a^2 (B_1 - B_0) / R t \quad \dots (6)$$

となる。

【0021】

一方、このような電流が生じたとき、インプットコイル3側では、ビオサールの法則により、

$$B = n \mu_0 I b^2 / 2 (b^2 + z^2)^{3/2} \quad \dots (7)$$

なる磁場が発生する。

【0022】

表1, 2にサーチコイル1, インプットコイル3のパラメータ設定の一例を示す。

10

【0023】

【表1】

B_0	磁場強度[T]	0.2
μ_0	透磁率	0.000001256
χ_m	磁化率	3.46E-03
n	巻き数	30
a	コイル半径[mm]	25
Δt	変化時間[sec]	2

20

【0024】

【表2】

n	巻き数	10
r	コイル半径[mm]	5
R	銅線抵抗[Ω]	1

表1, 2に示す値を上記(7)式に代入し、SQUID電圧に換算(1.4nT/V)したものを図3に示す。

【0025】

図2は本発明の液体酸素の検知の原理を示す模式図(その2)である。

【0026】

30

この図において、6は液体酸素5が流れる非磁性配管、例えば、テフロン(登録商標)、銅、ステンレススチールSUSなど、7はその非磁性配管6の外周に配置されるコイル8を有する電磁石(ソレノイド)、9は電磁石7に接続される電源、10はその電磁石7のコイル8に接続される自己インダクタンスの測定器である。

【0027】

このように、液体酸素5を電磁石(ソレノイド)7中に通過させる。

【0028】

そこで、電磁石(ソレノイド)7内に何も無い、つまり、液体酸素6が流れない場合の自己インダクタンス L_0 は次式のように表現される。

【0029】

$$L_0 = K \times \mu_0 a^2 (N^2 / l)$$

ここで、 K :長岡係数、 a :ソレノイドの半径、 N :巻数、 l :コイル長である。

40

【0030】

そして、透磁率 μ は、以下の式で書き表される。

【0031】

$$\mu = \mu_0 (1 + X)$$

ここで、 X は磁化率である。液体酸素の磁化率 X は、 3.46×10^{-3} である。

【0032】

ここで、液体酸素5が流路断面積 S_1 で流れており、電磁石(ソレノイド)7の断面積を S_2 と仮定する。その場合の自己インダクタンス L は次のように表現できる。

50

【0033】

$$L = \{ 1 + (S 1 / S 2) X \} L_0$$

液体酸素5の量によって電磁石(ソレノイド)7の断面積S2が異なり、それに伴って自己インダクタンスLが変化する。それ以外の量は既知であることから、自己インダクタンスLを測定することにより、液体酸素5の流量が把握できる。

【0034】

図4は本発明の実施例を示す液体酸素検知システムの全体構成図である。

【0035】

この図において、12は検査対象となる液体酸素11が存在する非磁性配管、13はその非磁性配管12からの液体酸素11のリークを検知する検査プローブであり、この検査プローブ13はサーチコイル13Aと外部磁場を与えられる機構としての永久磁石13Bとそれらを収納する容器13Cとから成っている。14は検査プローブ13に接続されるインプットコイル(検出コイル)装置であり、このインプットコイル装置14は高精度磁気センサーとしての高温SQUID(Superconducting Quantum interference Device:超伝導量子干渉計)14A、この高温SQUID14Aが浸される冷却用液体窒素容器14B、この冷却用液体窒素容器14Bを収納する磁気シールド容器14Cからなる。15はSQUID駆動回路、16はSQUID駆動回路15に接続される計測用コンピュータである。ここで、インプットコイル装置14、SQUID駆動回路15、計測用コンピュータ16は据え置かれて固定されている。

【0036】

このように、検査対象となる液体酸素11または酸素ガスが存在する非磁性配管12に、サーチコイル13Aと永久磁石13Bとそれらを収納する容器13Cとからなる検査プローブ13を移動させて、非磁性配管12からの液体酸素11のリークを検出可能にしている。

【0037】

より詳細に述べると、非磁性配管12に存在する液体酸素11が検出の対象物となり、検査プローブ13にはサーチコイル13Aと外部磁場を与えられる機構としての永久磁石13Bが配置されており、この検査プローブ13を非磁性配管12に沿って移動させることによって、液体酸素11のリークによるインダクタンスの変化をサーチコイル13Aにより検知する。

【0038】

固定されたインプットコイル装置14には、高温SQUID14Aが用いられており、高温SQUID14A自体は動かされず磁気シールド容器14Cに収納されており、冷却用液体窒素により冷却されている。したがって、非磁性配管12からの液体酸素11のリークを高精度に検出することができるように構成している。

【0039】

本発明では、特に、非磁性配管12に存在する液体酸素11が検出の対象物となり、検査プローブ13にはサーチコイル13Aと外部磁場を与えられる機構としての永久磁石13Bが配置されており、この検査プローブ13を非磁性配管12に沿って移動させることによって、液体酸素11のリークによるインダクタンスの変化をサーチコイル13Aにより検知するように構成している点に特徴を有している。

【0040】

また、上記実施例では、非磁性配管内に液体酸素が導入される場合について述べたが、非磁性配管内に酸素ガスが導入される場合についても適用可能である。

【0041】

なお、上記実施例では、外部磁場を与えられる機構として永久磁石を示したが、これに限定されるものではなく、例えば、電磁石などであってもよい。

【0042】

また、上記実施例では流体酸素の検知について述べたが、常磁性を示す流体であれば、上記と同様に適用可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 3 】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 4 】

本発明の液体酸素検知システムは、検出が困難な冷却媒体などとして用いられる液体酸素のリークを高精度に検出できる液体酸素検知システムとして利用可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 5 】

【 図 1 】 本発明の液体酸素の検知の原理を示す模式図（その 1）である。

10

【 図 2 】 本発明の液体酸素の検知の原理を示す模式図（その 2）である。

【 図 3 】 本発明の液体酸素の検知を S Q U I D 電圧に換算した図である。

【 図 4 】 本発明の液体酸素検知システムの全体構成図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 6 】

1, 13 A サーチコイル

2, 13 B 永久磁石

3 インพุットコイル

4, 14 A 高温 S Q U I D

5, 11 液体酸素

6, 12 非磁性配管

7 電磁石

8 コイル

9 電源

10 自己インダクタンスの測定器

13 検査プローブ

13 C 容器

14 インพุットコイル（検出コイル）装置

14 B 冷却用液体窒素容器

14 C 磁気シールド容器

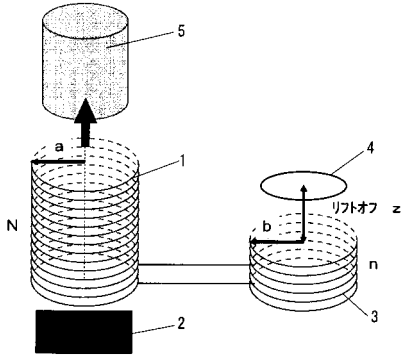
15 S Q U I D 駆動回路

16 計測用コンピュータ

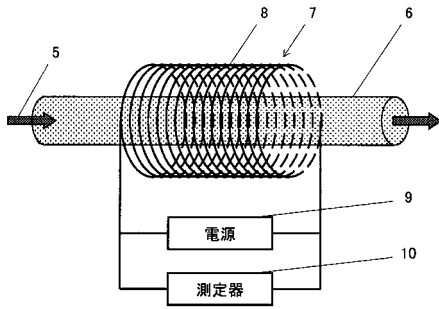
20

30

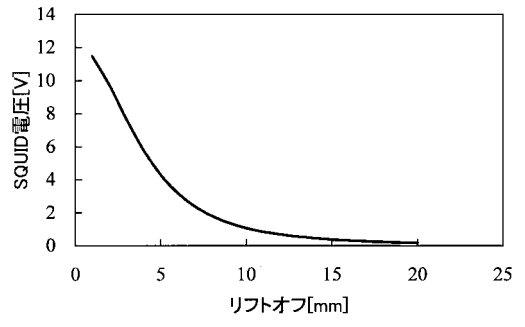
【 図 1 】



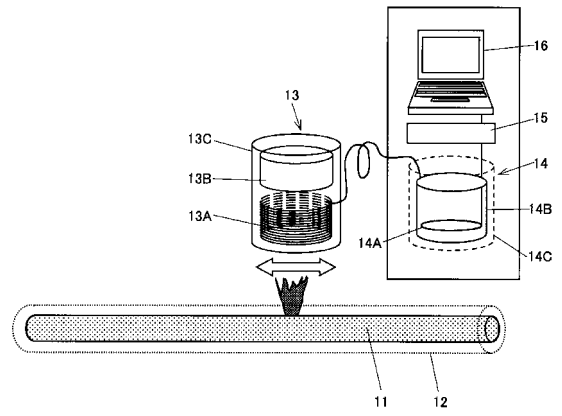
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 古澤 孝之

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団法人 鉄道総合技術研究所内

Fターム(参考) 2G053 AA05 BA05 BB03 BC20 CA03 CA10 CB21 DA02 DA08