

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6766620号
(P6766620)

(45) 発行日 令和2年10月14日 (2020. 10. 14)

(24) 登録日 令和2年9月23日 (2020. 9. 23)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 F 1/684 (2006. 01)

GO 1 F 1/684 Z

GO 1 F 1/68 (2006. 01)

GO 1 F 1/68 A

請求項の数 19 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2016-235321 (P2016-235321)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成28年12月2日 (2016. 12. 2)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-91726 (P2018-91726A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成30年6月14日 (2018. 6. 14)	(74) 代理人	100106149
審査請求日	平成30年11月2日 (2018. 11. 2)		弁理士 矢作 和行
		(74) 代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	水谷 彰利
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	五箇 康士
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物理量計測装置、異常検出装置、及び異常検出方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体の物理量を計測する物理量計測装置であって、
前記流体の湿度に応じた湿度信号を出力する少なくとも二つの湿度検出部（60）と、
二つの前記湿度検出部から取得した前記湿度信号の差が異常判定閾値（Th）を超えた場合に、前記湿度検出部に異常が生じていると判定する異常判定部（73，273，1073）と、
前記異常判定部によって前記湿度検出部に異常が生じていると判定された場合に、二つの前記湿度検出部を加熱する加熱部（64）と、を備え、
前記異常判定部は、前記加熱部による加熱が行われた後、二つの前記湿度検出部から取得した前記湿度信号の差に基づき、異常の再判定を行う物理量計測装置。

10

【請求項 2】

前記異常判定部は、前記湿度信号の差が前記異常判定閾値を超え、且つ、前記異常判定閾値を超えている状態が異常判定時間（RT）以上継続した場合に、前記湿度検出部に異常が生じていると判定する請求項 1 に記載の物理量計測装置。

【請求項 3】

二つの前記湿度検出部は、一つの湿度センサアセンブリ（30，230，330，430，530，630，730，830，930，1030，1130，2230）に設けられ、

前記異常判定部は、前記湿度センサアセンブリの各前記湿度検出部から出力された前

20

記湿度信号の比較に基づき、前記湿度検出部の異常を判定する請求項 1 又は 2 に記載の物理量計測装置。

【請求項 4】

前記湿度センサアセンブリは、少なくとも二つの湿度センササブアセンブリ（640，840）を含み、

各前記湿度センササブアセンブリには、前記湿度検出部を一つ有する湿度センサチップ（50，450）が一つ設けられている請求項 3 に記載の物理量計測装置。

【請求項 5】

前記湿度センサアセンブリは、前記湿度検出部を一つ有する湿度センサチップ（50，450）が二つ設けられた一つのセンサ基板（43，1843）を含む請求項 3 に記載の物理量計測装置。

【請求項 6】

前記流体の湿度とは異なる物理量に応じた計測信号を出力する物理量検出部（80）を有する計測チップ（180）、をさらに備え、

二つの前記湿度センサチップは、前記計測チップと共に前記センサ基板に実装されている請求項 5 に記載の物理量計測装置。

【請求項 7】

前記湿度センサアセンブリは、

前記湿度検出部を少なくとも二つ有する湿度センサチップ（1150，2250）、及び前記湿度センサチップが実装されているセンサ基板（1043，1143）、を有する請求項 3 に記載の物理量計測装置。

【請求項 8】

内燃機関（90）の燃焼室（99）に供給される吸入空気の流量に応じた流量信号を出力する流量検出部（12）と、

前記流量検出部を収容し、前記吸入空気の流路内に配置されるハウジング（1811，2111）と、をさらに備え、

二つの前記湿度センサチップは、共に前記ハウジングに収容されている請求項 4～7 のいずれか一項に記載の物理量計測装置。

【請求項 9】

前記異常判定部は、前記湿度センサチップに設けられている請求項 4～8 のいずれか一項に記載の物理量計測装置。

【請求項 10】

前記異常判定部は、前記湿度センサアセンブリに収容されている請求項 3～8 のいずれか一項に記載の物理量計測装置。

【請求項 11】

前記湿度検出部を一つずつ有する複数の湿度センサアセンブリ（1230）、を備え、

前記異常判定部は、各前記湿度センサアセンブリの各前記湿度検出部から出力された前記湿度信号の比較に基づき、前記湿度検出部の異常を判定する請求項 1 又は 2 に記載の物理量計測装置。

【請求項 12】

内燃機関の燃焼室に供給される吸入空気の流量に応じた流量信号を出力する流量検出部（12）と、

前記流量検出部を収容し、前記吸入空気の流路内に配置されるハウジング（11）と、をさらに備え、

複数の前記湿度センサアセンブリは、前記流路内にて前記ハウジングに並んで保持されている請求項 1 に記載の物理量計測装置。

【請求項 13】

内燃機関の燃焼室に供給される吸入空気の流路が第一流路部（92a）及び第二流路部（92b）に分岐されており、

複数の前記湿度センサアセンブリは、前記第一流路部内に配置される第一湿度センサアセンブリと、前記第二流路部内に配置される第二湿度センサアセンブリと、を含む請求項 1 1 に記載の物理量計測装置。

【請求項 1 4】

内燃機関（90）の燃焼室（99）に供給される吸入空気の流量に応じた流量信号を出力する流量検出部（12）と、

前記流量検出部を収容し、前記吸入空気の流路内に配置されるハウジング（11）と、をさらに備え、

複数の前記湿度センサアセンブリには、前記ハウジングに保持された状態で前記流路内に配置される第一湿度センサアセンブリと、前記ハウジングから離れた位置にて前記流路内に配置される第二湿度センサアセンブリと、を含む請求項 1 1 に記載の物理量計測装置。

10

【請求項 1 5】

前記湿度センサアセンブリからの出力される前記湿度信号が入力される演算処理回路（110）、をさらに備え、

前記演算処理回路は、前記異常判定部を有する請求項 3 ~ 8 及び 1 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の物理量計測装置。

【請求項 1 6】

二つの前記湿度検出部は、互いに同一の方向へ向けられている請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の物理量計測装置。

20

【請求項 1 7】

二つの前記湿度検出部は、互いに異なる方向へ向けられている請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の物理量計測装置。

【請求項 1 8】

流体の物理量を計測する計測部（MS）の異常を検出する異常検出装置であって、

前記計測部に含まれる少なくとも二つの湿度検出部（60）から、前記流体の湿度に応じた湿度信号を取得する信号取得部（71）と、

二つの前記湿度検出部から取得した前記湿度信号の差が異常判定閾値を超えた場合に、前記湿度検出部に異常が生じていると判定する異常判定部（73）と、

前記異常判定部によって前記湿度検出部に異常が生じていると判定された場合に、二つの前記湿度検出部を加熱する加熱部（64）と、を備え、

30

前記異常判定部は、前記加熱部による加熱が行われた後、二つの前記湿度検出部から取得した前記湿度信号の差に基づき、異常の再判定を行う異常検出装置。

【請求項 1 9】

流体の物理量を計測する計測部（MS）の異常を検出する異常検出方法であって、

少なくとも一つの処理部（111）は、

前記計測部に含まれる少なくとも二つの湿度検出部（60）から、前記流体の湿度に応じた湿度信号を取得し（S401, S501）、

二つの前記湿度検出部から取得した前記湿度信号の差が異常判定閾値を超えた場合に、前記湿度検出部に異常が生じていると判定し（S405, S504）、

40

前記湿度検出部に異常が生じていると判定された場合に、二つの前記湿度検出部を加熱部（64）によって加熱し（S406, S505）、

前記加熱部による加熱が行われた後、二つの前記湿度検出部から取得した前記湿度信号の差に基づき、異常の再判定を行う（S409, S507）、異常検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この明細書による開示は、物理量計測装置、異常検出装置、及び異常検出方法に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

従来、流体の物理量を計測する物理量計測装置の一種として、例えば特許文献 1 には、空気の湿度を計測する湿度センサが設けられた空気流量測定装置が開示されている。特許文献 1 の空気流量測定装置の湿度センサは、空気の湿度に応じた信号を出力するセンシング部を一つ有している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 3 - 3 6 8 9 2 号公報

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

さて、特許文献 1 の空気流量測定装置には、一つの湿度センサしか設けられていない。故に、例えば故障や劣化等に起因した何らかの異常が湿度センサに発生した場合に、こうした湿度センサの異常を検出することが困難であった。

【 0 0 0 5 】

本開示は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、異常の検出が可能な物理量計測装置、故障検出装置、及び故障判定方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

20

上記目的を達成するため、開示された一つの態様は、流体の物理量を計測する物理量計測装置であって、流体の湿度に応じた湿度信号を出力する少なくとも二つの湿度検出部（60）と、二つの湿度検出部から取得した湿度信号の差が異常判定閾値（Th）を超えた場合に、湿度検出部に異常が生じていると判定する異常判定部（73，273，1073）と、異常判定部によって湿度検出部に異常が生じていると判定された場合に、二つの湿度検出部を加熱する加熱部（64）と、を備え、異常判定部は、加熱部による加熱が行われた後、二つの湿度検出部から取得した湿度信号の差に基づき、異常の再判定を行う物理量計測装置とされる。

【 0 0 0 7 】

また開示された一つの態様は、流体の物理量を計測する計測部（MS）の異常を検出する異常検出装置であって、計測部に含まれる少なくとも二つの湿度検出部（60）から、流体の湿度に応じた湿度信号を取得する信号取得部（71）と、二つの湿度検出部から取得した湿度信号の差が異常判定閾値を超えた場合に、湿度検出部に異常が生じていると判定する異常判定部（73）と、異常判定部によって湿度検出部に異常が生じていると判定された場合に、二つの湿度検出部を加熱する加熱部（64）と、を備え、異常判定部は、加熱部による加熱が行われた後、二つの湿度検出部から取得した湿度信号の差に基づき、異常の再判定を行う異常検出装置とされる。

30

【 0 0 0 8 】

加えて開示された一つの態様は、流体の物理量を計測する計測部（MS）の異常を検出する異常検出方法であって、少なくとも一つの処理部（111）は、計測部に含まれる少なくとも二つの湿度検出部（60）から、流体の湿度に応じた湿度信号を取得し（S401，S501）、二つの湿度検出部から取得した湿度信号の差が異常判定閾値を超えた場合に、湿度検出部に異常が生じていると判定し（S405，S504）、湿度検出部に異常が生じていると判定された場合に、二つの湿度検出部を加熱部（64）によって加熱し（S406，S505）、加熱部による加熱が行われた後、二つの湿度検出部から取得した湿度信号の差に基づき、異常の再判定を行う（S409，S507）、異常検出方法とされる。

40

【 0 0 0 9 】

これらの態様のように、少なくとも二つの湿度検出部から湿度信号を取得すれば、取得した湿度信号の比較が可能となる。故に、二つの湿度信号の差が異常判定閾値を超えた場

50

合に異常が生じていると判定すれば、湿度検出部に生じている異常の検出が可能となる。

【 0 0 1 0 】

尚、上記括弧内の参照番号は、後述する実施形態における具体的な構成との対応関係の一例を示すものにすぎず、技術的範囲を何ら制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】第一実施形態による計測装置と、計測装置が適用される内燃機関とを含むシステムの全体像を示す図である。

【図 2】エアフロメータの構成を示す斜視図である。

【図 3】計測装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 4】湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 5 の I V - I V 線断面図である。

【図 5】図 4 の V - V 線断面図である。

【図 6】湿度センサチップの断面図である。

【図 7】異常検出処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 8】異常検出処理の詳細を示すタイムチャートである。

【図 9】第二実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 10 の I X - I X 線断面図である。

【図 10】図 9 の X - X 線断面図である。

【図 11】第二実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 12】第二実施形態による異常検出処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 13】第三実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 14 の X I I I - X I I I 線断面図である。

【図 14】図 13 の X I V - X I V 線断面図である。

【図 15】湿度センサアセンブリの背面図であって、図 14 の X V - X V 線断面図である。

【図 16】第三実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 17】第四実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 18】第四実施形態の湿度センサチップの断面図である。

【図 19】第四実施形態による異常検出処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 20】第五実施形態による計測装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 21】第五実施形態による異常検出処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 22】第六実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 23 の X X I I - X X I I 線断面図である。

【図 23】図 22 の X X I I I - X X I I I 線断面図である。

【図 24】第六実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 25】第七実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 26 の X X V - X X V 線断面図である。

【図 26】図 25 の X X V I - X X V I 線断面図である。

【図 27】第八実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 28 の X X V I I - X X V I I 線断面図である。

【図 28】図 27 の X X V I I I - X X V I I I 線断面図である。

【図 29】第九実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 30 の X X I X - X X I X 線断面図である。

【図 30】図 29 の X X X - X X X 線断面図である。

【図 31】第九実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 32】第十実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 33 の X X X I I - X X X I I 線断面図である。

【図 33】図 32 の X X X I I I - X X X I I I 線断面図である。

【図 34】第十実施形態の湿度センサチップの断面図である。

10

20

30

40

50

【図 3 5】第十実施形態の湿度センサアセンブリの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 3 6】第十一実施形態による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって、図 3 7 の X X X V I - X X X V I 線断面図である。

【図 3 7】図 3 6 の X X X V I I - X X X V I I 線断面図である。

【図 3 8】第十一実施形態による計測装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 3 9】第十二実施形態による計測装置と、計測装置が適用される内燃機関とを含むシステムの全体像を示す図である。

【図 4 0】第十二実施形態にて用いられる湿度センサアセンブリの正面図であって、図 4 1 の X L - X L 線断面図である。

【図 4 1】図 4 0 の X L I - X L I 線断面図である。

【図 4 2】第十三実施形態による計測装置と、計測装置が適用される内燃機関とを含むシステムの全体像を示す図である。

【図 4 3】第十四実施形態による計測装置と、計測装置が適用される内燃機関とを含むシステムの全体像を示す図である。

【図 4 4】第十五実施形態によるエアフロメータの構成を示す斜視図である。

【図 4 5】第十五実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 4 6】第十六実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 4 7】第十七実施形態のエアフロメータの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 4 8】第十八実施形態のエアフロメータの機械的な構成を示す縦断面図である。

【図 4 9】第十九実施形態のエアフロメータの機械的な構成を示す縦断面図である。

【図 5 0】第二十実施形態のエアフロメータの機械的な構成を示す縦断面図である。

【図 5 1】湿度センサチップの配置を示す図である。

【図 5 2】第二十一実施形態のエアフロメータの機械的な構成を示す縦断面図である。

【図 5 3】変形例 1 による湿度センサアセンブリの構成を示す正面図であって

【図 5 4】変形例 1 の湿度センサアセンブリの電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 5 5】変形例 2 による計測装置と、計測装置が適用される内燃機関とを含むシステムの全体像を示す図である。

【図 5 6】変形例 3 による計測装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本開示の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する場合がある。各実施形態において構成の一部分のみを説明している場合、当該構成の他の部分については、先行して説明した他の実施例の構成を適用することができる。また、各実施形態の説明において明示している構成の組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても複数の実施形態の構成同士を部分的に組み合わせることができる。そして、複数の実施形態及び変形例に記述された構成同士の明示されていない組み合わせも、以下の説明によって開示されているものとする。

【0013】

(第一実施例)

図 1 に示す本開示の第一実施形態による計測装置 100 は、エアフロメータ 10 及び機関制御装置 110 等によって構成されている。計測装置 100 は、燃烧室 99 を含む各気筒に供給される流体としての吸入空気の物理量、具体的には、流量及び湿度等を計測可能である。計測装置 100 による計測結果は、スロットルバルブ 97 の開度、インジェクタ 96 の燃料噴射量、及び E G R (Exhaust Gas Recirculation) 量の各制御に用いられる。

【0014】

エアフロメータ 10 は、内燃機関 90 に設けられた多数の計測部 M S のうちの一つである。内燃機関 90 の吸気系及び排気系には、エアフロメータ 10 に加えて、例えば吸気温

10

20

30

40

50

度センサ 94、空燃比センサ 95、スロットル開度センサ等が計測部 MS として設けられている。さらに内燃機関 90 には、クランク角センサ等が計測部 MS として設けられている。

【0015】

エアフロメータ 10 は、内燃機関 90 の各燃焼室 99 に吸入される吸入空気の流量を計測する流量計測機能に加えて、吸入空気の湿度を計測する湿度計測機能を有している。エアフロメータ 10 は、吸気流量だけでなく吸入空気の湿度も高応答及び高精度に計測することで、EGR 量の最適な制御を可能にし、内燃機関 90 の低燃費化及び低排出ガス化に寄与する。エアフロメータ 10 は、内燃機関 90 の吸気流路 92 を流れる吸入空気の流量に対応した流量信号と、吸気流路 92 を流れる吸入空気の湿度に対応した湿度信号とを、外部装置である機関制御装置 110 へ向けて出力する。尚、以下の説明では、空気が導入される吸気管 91 の入口側を吸気流路 92 の「上流側」とし、燃焼室 99 側を吸気流路 92 の「下流側」とする。

10

【0016】

図 1 ~ 図 3 に示すエアフロメータ 10 は、吸気流路 92 を形成する吸気管 91 に着脱自在に取り付けられている。エアフロメータ 10 は、吸気管 91 の筒壁を貫通するよう形成されたセンサ挿入孔 93 に挿し込まれており、少なくとも一部を吸気流路 92 内に位置させている。エアフロメータ 10 は、ハウジング 11、流量検出部 12、及び湿度センサアセンブリ 30 等によって構成されている。

20

【0017】

ハウジング 11 は、例えば樹脂材料等によって形成されている。ハウジング 11 は、エアフロメータ 10 の吸気管 91 への取り付けにより、流量検出部 12 及び湿度センサアセンブリ 30 を、吸気流路 92 を流れる吸入空気と接触可能な状態にする。ハウジング 11 には、バイパス部 14、嵌合部 15、Oリング 16、固定部 17、及びコネクタ部 18 等が設けられている。

【0018】

バイパス部 14 は、バイパス通路 13 を形成している。バイパス通路 13 は、吸気流路 92 を流れる吸入空気の一部をハウジング 11 の内部に導入する。バイパス通路 13 の入口開口 13a は、吸気流路 92 の上流側に向けられている。バイパス通路 13 は、ハウジング 11 の内部にて複数に分岐されている。一部の分岐通路は、バイパス部 14 の内部を周回する形状とされている。

30

【0019】

嵌合部 15 は、センサ挿入孔 93 に Oリング 16 を介して内嵌される部位である。Oリング 16 は、吸気流路 92 と吸気管 91 の外部とをシールする部材である。Oリング 16 は、嵌合部 15 に外嵌されており、嵌合部 15 とセンサ挿入孔 93 との間に介在している。固定部 17 は、ハウジング 11 の主要な部分がセンサ挿入孔 93 に挿入された状態で、エアフロメータ 10 を吸気管 91 に固定する部位である。

【0020】

コネクタ部 18 は、複数の端子を囲う部位である。コネクタ部 18 には、プラグ部が挿入される。プラグ部は、機関制御装置 110 と直接的又は間接的に電気接続された接続線の端部に設けられており、コネクタ部 18 と嵌合する。コネクタ部 18 へのプラグ部の取り付けによれば、エアフロメータ 10 は、流量信号及び湿度信号を機関制御装置 110 へ向けて出力可能となる。

40

【0021】

流量検出部 12 は、例えば発熱抵抗体を用いた熱式の流量センサである。流量検出部 12 は、バイパス部 14 の内部を周回するバイパス通路 13 に配置されている。ハウジング 11 の吸気管 91 への取り付けにより、流量検出部 12 には、バイパス通路 13 を流通する吸入空気が供給される。流量検出部 12 は、コネクタ部 18 に設けられた複数の端子と電氣的に接続されている。流量検出部 12 は、吸気流量に対応したセンサ信号であって、バイパス通路 13 を流れる空気の流速に対応したセンサ信号を、流量信号として出力する

50

。尚、流量検出部 12 は、熱式の流量センサに限定されず、可動フラップ式の流量センサ及びカルマン渦式の流量センサ等であってもよい。

【0022】

湿度センサアッセンブリ 30 は、ハウジング 11 のバイパス部 14 の側面に設置されている。湿度センサアッセンブリ 30 は、複数（二つ）の湿度検出部 60 を有している。第一実施形態の湿度センサアッセンブリ 30 には、一つの湿度検出部 60 を一つ有する湿度センサチップ 50 が二つ設けられている。換言すれば、二つの湿度検出部 60 が一つの湿度センサアッセンブリ 30 に設けられている。各湿度検出部 60 は、ハウジング 11 の吸気管 91 への取り付けにより、吸気流路 92 に配置される。

【0023】

湿度センサアッセンブリ 30 は、コネクタ部 18 に設けられた複数の端子と電氣的に接続されている。湿度センサアッセンブリ 30 は、吸気流路 92 を流れる吸入空気の湿度に応じたセンサ信号を、湿度信号として出力する。湿度信号は、例えば I2C (Inter-Integrated Circuit, 登録商標) 等の通信方式に従って送受信される信号である。尚、湿度信号は、I2C 通信に限定されるものではなく、SENT (Single Edge Nibble Transmission) 通信方式、または、単純な電位等のアナログ信号であってもよい。

【0024】

図 3 ~ 図 5 に示す湿度センサアッセンブリ 30 は、センサ基板 43、複数（二つ）の湿度センサチップ 50、複数（六つ）のターミナル、及びセンサ筐体 49 等によって構成されている。センサ基板 43 は、絶縁性の基材に導電性材料による配線が形成されてなる構成である。センサ基板 43 は、全体として矩形の板状に形成されている。センサ基板 43 は、センサ筐体 49 に埋設されている。

【0025】

湿度センサアッセンブリ 30 には、複数の湿度センサチップ 50 として、第一センサチップ 51 及び第二センサチップ 52 が設けられている。第一センサチップ 51 及び第二センサチップ 52 は、互いに実質同一の構成である。湿度センサチップ 50 は、全体として扁平な四角柱状に形成されている。各湿度センサチップ 50 には、湿度検出部 60 がそれぞれ設けられている。以下の説明では、第一センサチップ 51 の湿度検出部 60 を「第一湿度検出部 61」とし、第二センサチップ 52 の湿度検出部 60 を「第二湿度検出部 62」とする。

【0026】

第一センサチップ 51 及び第二センサチップ 52 は共に、センサ基板 43 の一方の実装面に実装されている。第一センサチップ 51 及び第二センサチップ 52 は、センサ基板 43 の実装面において、長手方向の中央よりも一方の縁部に近接した位置に固定されている。二つのセンサチップ 51, 52 が実装面の短手方向に並ぶ配置により、長手方向における第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 の各位置は、互いに揃えられている。加えて各センサチップ 51, 52 が同一の実装面に配置されることで、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 は、互いに同一の方向へ向けられている。

【0027】

各湿度センサチップ 50 は、図 6 に示すように、チップ基板 53、電極板 54、接合材 55、チップワイヤ 56、及び封止部 57 を備えている。

【0028】

チップ基板 53 は、シリコン等の半導体材料により、全体として扁平な四角柱状に形成されている。チップ基板 53 の頂面の中央には、湿度検出部 60 が形成されている。湿度検出部 60 は、空気の相対湿度を計測する湿度センサである。湿度検出部 60 は、一例として、空気に含まれる水分を吸脱湿する感湿材料の静電容量を、感湿材料を挟持した一対の電極によって計測する静電容量式の湿度センサである。尚、湿度検出部 60 としては、抵抗式の湿度センサ等も採用可能である。

【0029】

電極板 54 は、導電性材料によって形成された薄板状の部材である。電極板 54 は、湿

10

20

30

40

50

度センサチップ50の底面を形成している。電極板54には、チップ電極54a及びダイパッド54b等が形成されている。チップ電極54aは、湿度センサチップ50のセンサ基板43への実装により、センサ基板43に設けられた配線と電氣的に接続されている。

【0030】

接合材55は、チップ基板53の底面を電極板54のダイパッド54bに接合させている。チップワイヤ56は、導電性材料によって形成されたワイヤ状の部材である。チップワイヤ56は、チップ基板53に設けられた湿度検出部60の各電極と、チップ電極54aとを電氣的に接続している。

【0031】

封止部57は、電極板54に密着しつつ、チップ基板53及びチップワイヤ56等を覆っている。封止部57には、検出孔57aが形成されている。検出孔57aは、チップ基板53の頂面に形成された湿度検出部60と重なる位置に設けられた部分円錐状の貫通孔である。検出孔57aは、湿度検出部60を封止部57から露出させている。

【0032】

多数のターミナルは、図4及び図5に示すように、帯状に延びた金属材料の板材によって形成されている。各ターミナルは、それぞれ一方の端部をセンサ筐体49から露出させている。各ターミナルは、金属製の接続ワイヤ44を介して、センサ基板43に設けられた配線と電氣的に接続されている。

【0033】

多数のターミナルには、電源ターミナル45、一組の第一出力ターミナル46a、46b、一組の第二出力ターミナル47a、47b、及びグランドターミナル48が含まれている。電源ターミナル45は、湿度の検出に必要な供給電圧を第一センサチップ51及び第二センサチップ52に供給する。各第一出力ターミナル46a、46bは、上記のI2C通信方式の場合を示しており、第一湿度検出部61による湿度信号が第一センサチップ51から供給される。各第二出力ターミナル47a、47bは、上記のI2C通信方式の場合を示しており、第二湿度検出部62による湿度信号が第二センサチップ52から供給される。グランドターミナル48は、第一センサチップ51及び第二センサチップ52に接地電圧を供給する。

【0034】

センサ筐体49は、樹脂材料によって矩形の厚板状に形成されている。センサ筐体49は、センサ基板43、各ターミナル、及び各センサチップ51、52を被覆している。センサ筐体49は、各ターミナルの一方の端部、並びに第一湿度検出部61及び第二湿度検出部62を、センサ筐体49の外部に露出させている。センサ筐体49には、二つの検出孔49aが形成されている。各検出孔49aは、各センサチップ51、52の各検出孔57aと重なる位置に形成されている。こうした構成により、第一湿度検出部61及び第二湿度検出部62は、各検出孔57a、49aを通じて、吸気流路92（図1参照）の空気と接触可能となる。

【0035】

図1及び図3に示す機関制御装置110は、プロセッサ111、RAM、ROM及びフラッシュメモリ等の記憶媒体、並びに入出力部を含むマイクロコンピュータと、電源回路等とによって構成された演算処理回路である。機関制御装置110には、エアフロメータ10から出力される流量信号及び二系統の湿度信号に加えて、多数の車載センサから出力されるセンサ信号が入力される。

【0036】

機関制御装置110の記憶媒体には、湿度センサアッセンブリ30の異常を検出する異常検出装置として機関制御装置110を機能させる異常検出プログラムが格納されている。記憶媒体は、非遷移的実体的記録媒体（non-transitory tangible storage medium）であって、上述のROM及び記憶媒体に限定されない。プロセッサ111による異常検出プログラムの実行によれば、機関制御装置110は、信号取得部71、計測値算定部72、及び故障検出部73等の機能ブロックを有する。信号取得部71は、内燃機関90の

10

20

30

40

50

制御に用いる種々のセンサ信号を、内燃機関 90 に取り付けられた計測部 MS、及び車両に搭載された車載センサ等から取得する。信号取得部 71 は、少なくとも第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 から、吸入空気の湿度に応じた二系統の湿度信号を取得する。加えて信号取得部 71 は、上述の計測部 MS からのセンサ信号に加えて、車速センサ、外気温センサ、大気圧センサ等からもセンサ信号を取得可能である。

【0037】

計測値算定部 72 は、信号取得部 71 によって取得された流量信号及び各湿度信号、並びに各種センサ信号等に基づき、スロットル開度、燃料噴射量、及び EGR 量等の制御に用いられる物理量の計測結果を算定する。計測値算定部 72 にて算定された数値に基づき、内燃機関 90 の稼動が制御される。

10

【0038】

故障検出部 73 は、計測部 MS の異常判定の一つとして、二系統の湿度センサの出力の比較に基づき、二つの湿度検出部 60 の少なくとも一方に生じている故障を検出する。故障検出部 73 は、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 のそれぞれから取得した二系統の湿度信号の出力差が異常判定閾値 T_h を超えているか否かを判定する。そして故障検出部 73 は、湿度信号の出力差が異常判定閾値 T_h を超えた乖離状態が異常判定時間 R_T を超えて継続した場合に、第一湿度検出部 61 又は第二湿度検出部 62 が異常状態にある旨の故障判定を行う。異常判定閾値 T_h 及び異常判定時間 R_T は、一例として、各湿度検出部 60 の出力特性、具体的には出力の応答性のばらつき等に基づいて、予め設定されている。

20

【0039】

次に、ここまで説明した機関制御装置 110 が各湿度検出部 60 の異常を検出する異常検出方法の詳細を、図 7 及び図 8 に基づき、図 1 及び図 3 を参照しつつ説明する。図 7 に示す異常検出処理は、内燃機関 90 のイグニッションがオン状態とされたことに基づき、機関制御装置 110 によって開始される。図 7 の異常検出処理は、内燃機関 90 の稼動中に所定の時間間隔で繰り返し実施されてもよく、稼動開始時に一回のみ実施されてもよい。

【0040】

S101 では、湿度センサアセンブリ 30 から出力される二系統の湿度信号を取得する処理を開始し、S102 に進む（図 8 時刻 t_1 参照）。S101 の処理に基づき、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 の各出力を信号取得部 71 が取得し、故障検出部 73 が各湿度信号の出力差を算出する。出力差の算出は、第一湿度検出部 61 の出力から第二湿度検出部 62 の出力を減算する場合と、又は第二湿度検出部 62 の出力から第一湿度検出部 61 の出力を減算する場合のどちらでも良い。尚、出力差の符号がマイナスになる場合は、出力差の絶対値を最終的な出力差としても良い。信号取得部 71 及び計測値算定部 72 による各演算は、少なくとも異常検出処理の終了まで継続される。

30

【0041】

S102 では、各湿度信号の出力差が異常判定閾値 T_h を超えて、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 の各出力が乖離状態となったか否かを判定する。S102 にて、出力差が異常判定閾値 T_h 未満である状態のまま特定の検査時間が経過した場合、S104 に進む。S104 では、二つの湿度検出部 60 が正常である旨の正常判定を行い、異常検出処理を終了する。

40

【0042】

一方、S102 にて、出力差が異常判定閾値 T_h を超えていると判定した場合（図 8 時刻 t_2 参照）、S103 に進む。S103 では、出力差の乖離状態が異常判定時間 R_T を超えて継続したか否かを判定する。S103 にて、乖離状態が異常判定時間 R_T を超える以前に解消された場合には、S104 にて正常判定を行い、異常検出処理を終了する。一方で、S103 にて、乖離状態が異常判定時間 R_T を超えて継続したと判定した場合（図 8 時刻 t_3 参照）、S105 に進む。

【0043】

50

S 1 0 5 では、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 の少なくとも一方に異常が生じている旨の故障判定を行い、S 1 0 6 に進む。S 1 0 6 では、故障判定を車両のユーザに通知するために、ウォーニングランプの点灯を指示する信号の出力処理を行い、異常検出処理を終了する。S 1 0 6 にて出力された信号がコンビネーションメータの制御部に取得されることで、コンビネーションメータのウォーニングランプが点灯状態となる。

【 0 0 4 4 】

ここまで説明した第一実施形態の計測装置 1 0 0 では、二つの湿度検出部 6 0 を用いることで二系統の湿度信号が取得され、取得した湿度信号の比較が可能となっている。故に、二つの湿度信号の差が異常判定閾値 T_h を超えた場合に異常が生じていると判定すれば、計測装置 1 0 0 は、湿度検出部 6 0 に生じている故障等の異常を検出できる。

10

【 0 0 4 5 】

加えて第一実施形態の故障検出部 7 3 は、異常判定閾値 T_h を超えた乖離状態が異常判定時間 R_T 以上継続した場合に、故障判定を行う。このように異常判定時間 R_T を用いることによれば、湿度信号へのノイズ等の混入に起因した誤判定が抑制される。

【 0 0 4 6 】

また第一実施形態では、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 が一つの湿度センサアセンブリ 3 0 に設けられている。故に、二つの湿度検出部 6 0 を設ける構成であったとしても、各湿度検出部 6 0 を設置するスペースの増加が抑制され得る。

【 0 0 4 7 】

さらに第一実施形態の湿度センサアセンブリ 3 0 では、一つのセンサ基板 4 3 に二つの湿度センサチップ 5 0 が設けられている。このように、各湿度センサチップ 5 0 が実装される回路基板の共用化によれば、複数の湿度検出部 6 0 を有する湿度センサアセンブリ 3 0 であっても、大型化の抑制が可能となる。

20

【 0 0 4 8 】

加えて第一実施形態のように、エアフロメータ 1 0 の外部装置である機関制御装置 1 1 0 が演算処理回路として利用される計測装置 1 0 0 であれば、エアフロメータ 1 0 は、故障等の異常を判定する演算処理構成を備えなくてもよい。故に、機関制御装置 1 1 0 に二系統の湿度信号が入力される計測装置 1 0 0 は、エアフロメータ 1 0 等のハードウェア構成の複雑化を避けつつ、異常判定を行うことができる。

【 0 0 4 9 】

30

また第一実施形態では、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 が互いに同一方向へ向けられている。故に、各湿度検出部 6 0 は、同一方向から来る空気の流れを捉えることが可能となる。その結果、二つの湿度検出部 6 0 における応答性のばらつきが低減され得るため、故障検出部 7 3 は、故障判定を精度良く行うことができる。

【 0 0 5 0 】

尚、第一実施形態では、故障検出部 7 3 が「異常判定部」に相当し、計測装置 1 0 0 が「物理量計測装置」に相当する。またプロセッサ 1 1 1 が「処理部」に相当し、機関制御装置 1 1 0 が「演算処理回路」及び「異常検出装置」にする。

【 0 0 5 1 】

(第二実施形態)

40

図 9 ~ 図 1 2 に示す本開示の第二実施形態は、第一実施形態の変形例である。第二実施形態の湿度センサアセンブリ 2 3 0 では、図 9 及び図 1 0 に示すように、センサ基板 2 4 3 における第一センサチップ 5 1 及び第二センサチップ 5 2 の配置が第一実施形態とは異なっている。第一センサチップ 5 1 及び第二センサチップ 5 2 は、センサ基板 2 4 3 の長手方向に沿うように並べられている。短手方向における第一センサチップ 5 1 及び第二センサチップ 5 2 の各位置は、互いに揃えられている。以上の配置により、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 は共に、長手方向に沿うセンサ基板 2 4 3 の中心線上に位置している。湿度センサアセンブリ 2 3 0 でも、各湿度検出部 6 0 は、互いに同一の方向を向けられている。

【 0 0 5 2 】

50

図 1 1 に示すように、第二実施形態のエアフロメータ 2 1 0 は、故障検出部 2 7 3 を備えている。故障検出部 2 7 3 は、流量検出部 1 2 等と共にハウジング 1 1 (図 2 も参照) に収容された電子回路である。故障検出部 2 7 3 には、第一センサチップ 5 1 及び第二センサチップ 5 2 と同様に、電源ターミナル 4 5 (図 9 参照) を介して、作動用の電力が供給される。故障検出部 2 7 3 は、第一実施形態の故障検出部 7 3 (図 3 参照) と同様に、二系統の湿度信号の比較により、二つの湿度検出部 6 0 の少なくとも一方に生じている故障を検出する。

【 0 0 5 3 】

以上の故障検出部 2 7 3 が各湿度検出部 6 0 の異常を検出する処理の詳細を、図 1 2 に基づき、図 1 1 を参照しつつ説明する。図 1 2 に示す異常検出処理は、故障検出部 2 7 3 を含むエアフロメータ 2 1 0 の各要素への電力供給が開始されたことに基いて開始され、電力供給が終了されるまで所定の周期で繰り返し開始される。

【 0 0 5 4 】

S 2 0 1 及び S 2 0 2 では、第一実施形態の S 1 0 1 及び S 1 0 2 と同様に、二系統の湿度信号の取得と、これらの出力差の算出とを開始し、算出した出力差が異常判定閾値 T_h を超えた乖離状態にあるか否かを判定する。S 2 0 2 にて、出力差が異常判定閾値 T_h 未満である場合には、S 2 0 3 にて二つの湿度検出部 6 0 が正常である旨の正常判定を行い、異常検出処理を終了する。一方で、S 2 0 2 にて、出力差が異常判定閾値 T_h (図 8 参照) を超えていると判定した場合、S 2 0 4 に進む。

【 0 0 5 5 】

S 2 0 4 では、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 の少なくとも一方に異常が生じている旨の故障判定を行い、S 2 0 5 に進む。S 2 0 5 では、機関制御装置 1 1 0 へ向けて故障信号を出力する処理を開始し、異常検出処理を終了する。機関制御装置 1 1 0 は、S 2 0 5 によって出力された故障信号に基づき、コンビネーションメータのウォーニングを点灯させる等の処理を実施する。

【 0 0 5 6 】

ここまで説明した第二実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏し、湿度検出部 6 0 に生じている故障等の異常の検出が可能になる。加えて第二実施形態では、故障検出部 2 7 3 がエアフロメータ 2 1 0 に設けられているため、機関制御装置 1 1 0 の演算負荷の増加を抑制したうえで、湿度検出部 6 0 の故障検出が可能となる。尚、第二実施形態では、エアフロメータ 2 1 0 が「物理量計測装置」に相当し、故障検出部 2 7 3 が「異常判定部」に相当する。

【 0 0 5 7 】

(第三実施形態)

図 1 3 ~ 図 1 6 に示す本開示の第三実施形態は、第二実施形態の変形例である。第三実施形態の湿度センサアセンブリ 3 3 0 では、故障検出部 2 7 3 がセンサ基板 3 4 3 に形成されている。故障検出部 2 7 3 は、第二実施形態と実質同一の機能を有する電子回路である。加えて湿度センサアセンブリ 3 3 0 では、センサ基板 3 4 3 の両面に湿度センサチップ 5 0 が一つずつ実装されている。

【 0 0 5 8 】

第一センサチップ 5 1 及び第二センサチップ 5 2 は、センサ基板 3 4 3 を挟んで互いに面对称となる配置にて、センサ基板 3 4 3 の端部に固定されている。センサ基板 3 4 3 の板厚方向にて二つの湿度センサチップ 5 0 が重なる配置により、二つの湿度検出部 6 0 の各位置も板厚方向において重なる位置に配置されている。一方で、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 は、互いに反対の方向を向けられている。センサ筐体 3 4 9 には、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 のそれぞれと重なる位置に、検出孔 4 9 a が設けられている。

【 0 0 5 9 】

ここまで説明した第三実施形態でも、第二実施形態と同様の効果を奏し、湿度検出部 6 0 に生じている故障等の異常の検出が可能になる。加えて第三実施形態では、二つの湿度

10

20

30

40

50

検出部 60 が互いに異なる方向であって、互いに反対の方向へ向けられている。その結果、各湿度検出部 60 に触れる吸入空気の流れが異なるため、各湿度検出部 60 には、異なる経年変化が生じ得る。以上によれば、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 の劣化具合が異なってくるため、故障検出部 273 (図 1 参照) は、各湿度信号に生じている異常を容易に検出できるようになり、ひいては各湿度検出部 60 の故障を適確に検出できる。尚、第三実施形態では、湿度センサアセンブリ 330 を含むエアフロメータが「物理量計測装置」に相当する。

【0060】

(第四実施形態)

図 17 ~ 図 19 に示す本開示の第四実施形態は、第一実施形態の別の変形例である。第四実施形態のエアフロメータ 410 では、第三実施形態と同様に、故障検出部 273 が湿度センサアセンブリ 430 に設けられている。加えて、湿度センサアセンブリ 430 に設けられた二つの湿度センサチップ 450 には、図 17 及び図 18 に示すように、加熱部 64 が形成されている。

10

【0061】

加熱部 64 は、通電によって熱エネルギーを発生させる構成である。加熱部 64 は、チップ基板 53 の頂面にて、湿度検出部 60 に隣接する位置に形成されている。加熱部 64 及び湿度検出部 60 は、互いに間隔を開けて並べられている。加熱部 64 は、封止部 57 によって覆われている。加熱部 64 は、湿度検出部 60 を加熱することにより、湿度検出部 60 の感湿材料に吸着された水分を蒸発させる。

20

【0062】

故障検出部 273 は、第一センサチップ 451 及び第二センサチップ 452 に設けられた加熱部 64 と、直接的又は間接的に電気接続されている。故障検出部 273 は、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 の故障診断機能に加えて、各加熱部 64 を駆動する機能を有している。故障検出部 273 は、各加熱部 64 へ向けて加熱駆動信号を出力し、各加熱部 64 を通電状態にさせることで、各加熱部 64 を発熱させて湿度検出部 60 の水分を蒸発させる。

【0063】

以上の故障検出部 273 が各湿度検出部 60 の異常を検出する処理の詳細を、図 19 に基づき、図 17 を参照しつつ説明する。図 19 に示す異常検出処理は、エアフロメータ 410 の各要素への電力供給が開始されたことに基づいて開始され、電力供給が終了されるまで所定の周期で繰り返し開始される。尚、S401 ~ S404 までの処理は、第一実施形態の S101 ~ S104 (図 7 参照) と実質同一のため、説明を省略する。

30

【0064】

S403 にて乖離状態が異常判定時間 R_T を超えて継続したと判定した場合の S405 では、第一湿度検出部 61 又は第二湿度検出部 62 に異常が生じている旨の故障の仮判定を行い、S406 に進む。S406 では、異常が生じている旨の S405 の判定に基づき、各加熱部 64 へ向けて加熱駆動信号を出力する駆動処理を開始し、S407 に進む。S406 の駆動処理によれば、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 が各加熱部 64 によって加熱されるため、各感湿材料の水分が蒸発する。以上により、各湿度検出部 60 のリフレッシュが実施される。

40

【0065】

S407 では、リフレッシュされた各湿度検出部 60 の各湿度信号の出力差が異常判定閾値 T_h を超えた乖離状態のままか否かを判定する。S407 にて、出力差が異常判定閾値 T_h 未満となったと判定した場合には、S404 にて正常判定を行い、異常検出処理を終了する。

【0066】

一方、S407 にて出力差が異常判定閾値 T_h を超えていると判定した場合、S408 に進む。S408 では、S403 と同様に、出力差の乖離状態が異常判定時間 R_T を超えて継続したか否かを再判定する。S408 にて、異常判定時間 R_T の経過以前に乖離状態

50

が解消されたと判定した場合には、S 4 0 4 にて正常判定を行い、異常検出処理を終了する。一方で、S 4 0 8 にて、乖離状態が異常判定時間 R T を超えて継続したと判定した場合には、S 4 0 9 に進む。

【 0 0 6 7 】

S 4 0 9 では、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 の少なくとも一方に異常が生じている旨の故障の確定判定を行い、S 4 1 0 に進む。S 4 1 0 では、第二実施形態の S 2 0 5 (図 1 2 参照) と同様に、機関制御装置 1 1 0 へ向けて故障信号を出力する処理を行うことで、コンビネーションメータのウォーニングを点灯させて、異常検出処理を終了する。

【 0 0 6 8 】

ここまで説明した第四実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏し、湿度検出部 6 0 に生じている故障等の異常の検出が可能になる。加えて第四実施形態の故障検出部 2 7 3 は、加熱部 6 4 による加熱を行った後に、二つの湿度検出部 6 0 から取得した湿度信号の差に基づき、異常の再判定を行う。このように、二つの湿度検出部 6 0 を各加熱部 6 4 によって共に加熱すれば、例えば高温高湿状態に放置されて多量の水分が感湿材料に吸着されてしまった場合でも、各湿度検出部 6 0 から水分を除去することが可能となる。こうした加熱処理の結果、リフレッシュされた各湿度検出部 6 0 からの湿度信号の差を検証すれば、高温高湿に起因した異常の誤判定の抑制が可能となる。尚、第四実施形態では、エアフロメータ 4 1 0 が「物理量計測装置」に相当する。

【 0 0 6 9 】

(第五実施形態)

図 2 0 及び図 2 1 に示す本開示の第五実施形態は、第四実施形態の変形例である。第五実施形態のエアフロメータ 5 1 0 は、流量検出部 1 2 及び湿度センサアッセンブリ 5 3 0 を備えている。湿度センサアッセンブリ 5 3 0 からは、第四実施形態のような故障検出部 2 7 3 (図 1 7 参照) が省略されている。各加熱部 6 4 の発熱は、機関制御装置 1 1 0 の故障検出部 7 3 によって制御される。以下、故障検出部 7 3 が各湿度検出部 6 0 の異常を検出する処理の詳細を、図 2 1 に基づき、図 2 0 を参照しつつ説明する。

【 0 0 7 0 】

S 5 0 1 及び S 5 0 2 では、第四実施形態の S 4 0 1 及び S 4 0 2 (図 1 9 参照) と同様に、二系統の湿度信号の取得と、これらの出力差の算出とを開始し、算出した出力差が異常判定閾値 T_h を超えた乖離状態にあるか否かを判定する。S 5 0 2 にて、出力差が異常判定閾値 T_h 未満である場合には、S 5 0 3 にて、二つの湿度検出部 6 0 が正常である旨の正常判定を行い、異常検出処理を終了する。一方で、S 5 0 2 にて、出力差が異常判定閾値 T_h を超えていると判定した場合、S 5 0 4 に進む。

【 0 0 7 1 】

S 5 0 4 及び S 5 0 5 では、第四実施形態の S 4 0 5 及び S 4 0 6 (図 1 9 参照) と同様に、異常が生じている旨の故障の仮判定を行い、各加熱部 6 4 へ向けて加熱駆動信号を出力する駆動処理を開始し、S 5 0 6 に進む。以上により、各湿度検出部 6 0 のリフレッシュが実施される。

【 0 0 7 2 】

S 5 0 6 では、リフレッシュされた各湿度検出部 6 0 の各湿度信号の出力差が異常判定閾値 T_h を超えた乖離状態のままか否かを判定する。S 5 0 6 にて、出力差が異常判定閾値 T_h 未満となったと判定した場合には、S 5 0 3 にて正常判定を行い、異常検出処理を終了する。

【 0 0 7 3 】

一方、S 5 0 6 にて出力差が異常判定閾値 T_h を超えていると判定した場合、S 5 0 7 にて、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 の少なくとも一方に異常が生じている旨の故障の確定判定を行い、S 5 0 8 に進む。S 5 0 8 では、コンビネーションメータのウォーニングを点灯させて、異常検出処理を終了する。

【 0 0 7 4 】

ここまで説明した第五実施形態でも、第四実施形態と同様の効果を奏し、湿度検出部 60 に生じている故障等の異常の検出が可能になる。また、第五実施形態のように、エアフロメータ 510 の外部装置である機関制御装置 110 の故障検出部 73 が、各加熱部 64 を制御する構成であってもよい。尚、第五実施形態では、エアフロメータ 510 及び機関制御装置 110 を含む計測装置 500 が「物理量計測装置」に相当する。

【0075】

(第六実施形態)

図 22 ~ 図 24 に示す本開示の第六実施形態は、第二実施形態の別の変形例である。第六実施形態の湿度センサアセンブリ 630 は、複数(二つ)の湿度センササブアセンブリ(以下「サブアセンブリ」) 640 を含んでいる。二つのサブアセンブリ 640 は、互いに実質的に同一の構成である。各サブアセンブリ 640 は、それぞれ湿度検出部 60 を一つずつ有している。

【0076】

サブアセンブリ 640 は、全体として矩形の厚板状に形成されている。サブアセンブリ 640 は、一つの湿度センサチップ 50 に加えて、センサ基板 643、電源ターミナル 45、一組の出力ターミナル 646、647、グランドターミナル 48、接続ワイヤ 44、及びサブ筐体 640a 等によって構成されている。

【0077】

センサ基板 643 及び各ターミナルは、サブ筐体 640a を成形する樹脂材料の一次モールドにより、サブ筐体 640a に埋設されている。サブ筐体 640a には、湿度検出部 60 をサブ筐体 640a の外部に露出させるための検出孔 649a が形成されている。尚、サブアセンブリ 640 の厚さ方向における両面のうちで、検出孔 649a が開口する一方を「おもて面」とし、他方を「裏面」とする。

【0078】

二つのサブアセンブリ 640 のうちの一方が第一サブアセンブリ 641 であり、他方が第二サブアセンブリ 642 である。第一サブアセンブリ 641 の湿度センサチップ 50 及び湿度検出部 60 が、それぞれ第一センサチップ 51 及び第一湿度検出部 61 となる。また第二サブアセンブリ 642 の湿度センサチップ 50 及び湿度検出部 60 が、それぞれ第二センサチップ 52 及び第二湿度検出部 62 となる。

【0079】

第一サブアセンブリ 641 及び第二サブアセンブリ 642 は、センサ筐体 649 を成形する樹脂材料の二次モールドにより、厚さ方向に並ぶ配置にて、センサ筐体 649 に保持されている。長手方向及び短手方向における第一サブアセンブリ 641 及び第二サブアセンブリ 642 の各位置は、互いに揃えられている。第一サブアセンブリ 641 の裏面と、第二サブアセンブリ 642 のおもて面との間には、厚さ方向の間隔が形成されている。第一サブアセンブリ 641 の第一湿度検出部 61 と第二サブアセンブリ 642 の第二湿度検出部 62 とは、互いに同一の方向に向けられている。第二湿度検出部 62 は、各サブ筐体 640a 間に形成された間隙を通じて検出孔 649a に流入する空気の湿度を計測可能である。

【0080】

ここまで説明した第六実施形態でも、第二実施形態と同様の効果を奏し、故障検出部 73 は、各サブアセンブリ 640 の各湿度検出部 60 から出力される湿度信号に基づき、湿度検出部 60 に生じている故障等の異常の検出を実施可能である。

【0081】

加えて第六実施形態では、二つのサブアセンブリ 640 を二次モールドによって一体化させることで、湿度センサアセンブリ 630 が形成されている。各サブアセンブリ 640 は、一重系の湿度センサアセンブリの構成と実質的に同一となり得る。故に、非多重系に用いられる構成を利用して、多重系の湿度センサアセンブリ 630 を効率的に量産することが可能となる。尚、第六実施形態では、サブアセンブリ 640 が「湿度センササブアセンブリ」に相当し、エアフロメータ 610 が「物理量計測装置」に

10

20

30

40

50

相当する。

【0082】

(第七実施形態)

図25及び図26に示す本開示の第七実施形態は、第六実施形態の変形例である。第七実施形態の湿度センサアセンブリ730では、第一サブアセンブリ641及び第二サブアセンブリ642は、各サブアセンブリ640の短手方向に並ぶ配置にて、センサ筐体749に保持されている。各サブアセンブリ640は、各おもて面を同一の方向に向けた姿勢にて、センサ筐体749に埋設されている。厚さ方向及び長手方向において、第一サブアセンブリ641及び第二サブアセンブリ642の各位置は、互いに揃えられている。第一サブアセンブリ641及び第二サブアセンブリ642は、互いに対向するサブ筐体640aの各側面を接触させている。

10

【0083】

以上の構成により、二つのサブアセンブリ640にそれぞれ設けられた各湿度センサチップ50及び各湿度検出部60は、サブアセンブリ640の短手方向に沿って並ぶ配置となっている。加えて、第一湿度検出部61及び第二湿度検出部62は、互いに同一の方向に向けられている。

【0084】

ここまで説明した第七実施形態でも、第六実施形態と同様の効果を奏する。尚、第七実施形態では、湿度センサアセンブリ730を含むエアフロメータが「物理量計測装置」に相当する。

20

【0085】

(第八実施形態)

図27及び図28に示す本開示の第八実施形態は、第六実施形態の別の変形例である。第八実施形態の湿度センサアセンブリ830は、長手方向の寸法が互いに異なるサブアセンブリ640、840を含んでいる。第二サブアセンブリ842であるサブアセンブリ840は、第一サブアセンブリ641であるサブアセンブリ640よりも長手方向の寸法が長く規定されている。

【0086】

第一サブアセンブリ641及び第二サブアセンブリ842は、厚さ方向に並ぶ配置にて、センサ筐体849に保持されている。第一サブアセンブリ641及び第二サブアセンブリ842は、各おもて面を同一の方向に向けた姿勢にて、センサ筐体849に埋設されている。第一サブアセンブリ641の裏面は、第二サブアセンブリ842のおもて面と接触している。第一湿度検出部61及び第二湿度検出部62は、互いに同一の方向に向けられている。

30

【0087】

サブアセンブリ840は、センサ基板843及びサブ筐体840aを有している。センサ基板843及びサブ筐体840aの長手方向における各寸法は、サブアセンブリ640のセンサ基板643及びサブ筐体640aよりも長い。こうしたサブアセンブリ840の形状により、第二センサチップ52は、センサ基板843のうちで、厚さ方向にて第一サブアセンブリ641とは重ならない領域に実装されている。その結果、第一センサチップ51及び第二センサチップ52は、各サブアセンブリ640、840の長手方向に沿って並ぶ配置となる。加えて、第二サブアセンブリ842の検出孔849aは、サブ筐体840aのおもて面にて、第一サブアセンブリ641とは重ならない領域に開口している。

40

【0088】

ここまで説明した第八実施形態でも、第六実施形態と同様の効果を奏する。尚、第八実施形態では、サブアセンブリ840が「湿度センササブアセンブリ」に相当し、湿度センサアセンブリ830を含むエアフロメータが「物理量計測装置」に相当する。

【0089】

(第九実施形態)

50

図 29 ~ 図 31 に示す本開示の第九実施形態は、第六実施形態のさらに別の変形例である。第九実施形態の湿度センサアッセンブリ 930 において、各サブアッセンブリ 640 には、加熱部 64 を有する湿度センサチップ 450 が設けられている。加えて湿度センサアッセンブリ 930 には、故障検出部 273 が設けられている。故障検出部 273 は、例えばセンサ筐体 949 の内部に埋設されている。故障検出部 273 は、第六実施形態の故障検出部 273 (図 24 参照) と実質同一の構成であり、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 の故障診断機能と、各加熱部 64 を駆動して各湿度検出部 60 をリフレッシュさせる機能とを有している。

【0090】

第一サブアッセンブリ 641 及び第二サブアッセンブリ 642 は、各サブ筐体 640 a の裏面を突き合わせた姿勢にて、センサ筐体 949 に保持されている。長手方向及び短手方向における第一サブアッセンブリ 641 及び第二サブアッセンブリ 642 の各位置が互いに揃えられている。第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 は、互いに反対の方向を向けられている。

【0091】

ここまで説明した第九実施形態でも、第六実施形態と同様の効果を奏する。尚、第九実施形態では、湿度センサアッセンブリ 930 が「湿度センサアッセンブリ」及び「物理量計測装置」に相当する。

【0092】

(第十実施形態)

図 32 ~ 図 35 に示す本開示の第十実施形態は、第一実施形態のさらに別の変形例である。第十実施形態の湿度センサアッセンブリ 1030 は、二つの湿度検出部 60 を有する湿度センサチップ 1050 を備えている。二つの湿度検出部 60 は、それぞれ第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 となる。湿度センサアッセンブリ 1030 は、二つの湿度検出部 60 のうち的一方 (例えば第一湿度検出部 61) をマスタとし、マスタである湿度検出部 60 の計測に基づく湿度信号を、機関制御装置 110 へ向けて出力する。湿度センサアッセンブリ 1030 は、湿度センサチップ 1050 に加えて、センサ基板 1043、電源ターミナル 45、一組の出力ターミナル 646、647、グランドターミナル 48、及びセンサ筐体 1049 等によって構成されている。

【0093】

湿度センサチップ 1050 は、第一実施形態の湿度センサチップ 50 (図 5 参照) と同様に、チップ基板 53 及び封止部 57 を有している。第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 は、チップ基板 53 の頂面に、互いに間隔を開けて形成されている。封止部 57 において、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 と重なる領域には、それぞれ検出孔 57a が形成されている (図 34 参照)。第十実施形態においても、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 は、同一の方向を向いている。湿度センサチップ 1050 は、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 がセンサ基板 1043 の短手方向に並ぶ向きにて、センサ基板 1043 に実装されている。

【0094】

湿度センサチップ 1050 には、一組の加熱部 64 と故障検出部 1073 とがさらに設けられている。各加熱部 64 は、チップ基板 53 の頂面に、各湿度検出部 60 と隣接する位置に形成されている。各加熱部 64 は、各湿度検出部 60 の長手方向における両側に一つずつ設けられている。

【0095】

故障検出部 1073 は、チップ基板 53 の頂面に、各加熱部 64 及び各湿度検出部 60 から離れた位置に形成されている。故障検出部 1073 には、各湿度検出部 60 によって出力され、且つ、各処理回路 66 によって処理された二系統の湿度信号が入力される。故障検出部 1073 は、第六実施形態の故障検出部 273 (図 24 参照) に相当する構成であって、二系統の湿度信号の比較に基づく故障診断機能と、各加熱部 64 を駆動する機能とを有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 6 】

ここまで説明した第十実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏する。加えて第十実施形態のように、二つの湿度検出部 6 0 を一つの湿度センサチップ 1 0 5 0 に設ける構成によれば、センサ基板 1 0 4 3、ひいては湿度センサアッセンブリ 1 0 3 0 の大型化は、いっそう抑制され得る。尚、第十実施形態では、故障検出部 1 0 7 3 が「異常判定部」に相当し、湿度センサアッセンブリ 1 0 3 0 が「湿度センサアッセンブリ」及び「物理量計測装置」に相当する。

【 0 0 9 7 】

(第十一実施形態)

図 3 6 ~ 図 3 8 に示す本開示の第十一実施形態は、第十実施形態の変形例である。第十一実施形態にて用いられる湿度センサチップ 1 1 5 0 は、第十実施形態の湿度センサチップ 1 0 5 0 (図 3 2 参照) と同様に、二つの湿度検出部 6 0 を有している。一方で、湿度センサチップ 1 1 5 0 からは、加熱部 6 4 (図 3 2 参照) 及び故障検出部 1 0 7 3 (図 3 2 参照) が省略されている。湿度センサチップ 1 1 5 0 は、二つの湿度検出部 6 0 の出力を各処理回路 6 6 によって個々に処理し、二系統の湿度信号として機関制御装置 1 1 0 へ向けて出力する。

10

【 0 0 9 8 】

湿度センサアッセンブリ 1 1 3 0 は、上記の湿度センサチップ 1 1 5 0、センサ基板 1 1 4 3、電源ターミナル 4 5、二組の出力ターミナル 4 6 a、4 6 b、4 7 a、4 7 b、グランドターミナル 4 8、及びセンサ筐体 1 1 4 9 等によって構成されている。湿度センサチップ 1 1 5 0 は、二つの湿度検出部 6 0 がセンサ基板 1 1 4 3 の長手方向に並ぶ向きにて、センサ基板 1 1 4 3 に実装されている。第十一実施形態でも、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 は、同一の方向を向いている。

20

【 0 0 9 9 】

ここまで説明した第十一実施形態でも、第十実施形態と同様の効果を奏する。尚、第十一実施形態では、湿度センサチップ 1 1 5 0 を備えるエアフロメータ 1 1 1 0 と機関制御装置 1 1 0 とを含む計測装置 1 1 0 0 が「物理量計測装置」に相当する。

【 0 1 0 0 】

(第十二実施形態)

図 3 9 ~ 図 4 1 に示す本開示の第十実施形態は、第一実施形態のさらに別の変形例である。第十二実施形態による計測装置 1 2 0 0 が適用される内燃機関 9 0 は、例えば V 型六気筒のように、複数のバンクを備えた形式である。内燃機関 9 0 の吸気管 9 1 は、各バンクに設けられた気筒群の各燃焼室 9 9 に吸入空気を供給するよう、二つに分岐している。吸気管 9 1 は、一方のバンクに繋がる吸気流路 9 2 a を形成する第一管部 9 1 a と、他方のバンクに繋がる吸気流路 9 2 b を形成する第二管部 9 1 b とを有している。

30

【 0 1 0 1 】

計測装置 1 2 0 0 は、機関制御装置 1 1 0、一組のエアフロメータ 1 0 b、及び一組の湿度センサアッセンブリ 1 2 3 0 を含んでいる。機関制御装置 1 1 0 は、第一実施形態と同様に、故障検出部 7 3 を有している。機関制御装置 1 1 0 は、各エアフロメータ 1 0 b から流量信号を取得すると共に、各湿度センサアッセンブリ 1 2 3 0 のそれぞれから湿度信号を取得する。

40

【 0 1 0 2 】

エアフロメータ 1 0 b 及び湿度センサアッセンブリ 1 2 3 0 は、第一管部 9 1 a 及び第二管部 9 1 b にそれぞれ一つずつ設けられている。エアフロメータ 1 0 b 及び湿度センサアッセンブリ 1 2 3 0 は、第一管部 9 1 a 及び第二管部 9 1 b に設けられたスロットルバルブ 9 7 の上流側に取り付けられている。エアフロメータ 1 0 b は、湿度センサアッセンブリ 1 2 3 0 よりも上流側に設置されていてもよく、又は湿度センサアッセンブリ 1 2 3 0 よりも下流側に設置されていてもよい。

【 0 1 0 3 】

各エアフロメータ 1 0 b は、第一実施形態によるエアフロメータ 1 0 (図 2 参照) から

50

、湿度センサアッセンブリ 30 (図 2 参照) を除いた構成である。二つのエアフロメータ 10b は、互いに実質同一の構成である。各エアフロメータ 10b は、機関制御装置 110 と直接的又は間接的に電気接続されており、各吸気流路 92a, 92b にて計測された流量信号を機関制御装置 110 へ向けて出力する。

【0104】

各湿度センサアッセンブリ 1230 は、互いに実質同一の構成である。湿度センサアッセンブリ 1230 は、機関制御装置 110 と直接的又は間接的に電気接続されており、各吸気流路 92a, 92b にて計測された湿度信号を機関制御装置 110 へ向けて出力する。各湿度センサアッセンブリ 1230 には、湿度検出部 60 を一つ有する湿度センサチップ 50 が一つ設けられている。湿度センサアッセンブリ 1230 は、湿度センサチップ 50 に加えて、センサ基板 1243、電源ターミナル 45、一組の出力ターミナル 646, 647、グランドターミナル 48、及びセンサ筐体 1249 等によって構成されている。

【0105】

以上の二つの湿度センサアッセンブリ 1230 のうちで、第一管部 91a に設置された一方の湿度検出部 60 を第一湿度検出部 61 とし、第二管部 91b に設置された他方の湿度検出部 60 を第二湿度検出部 62 とする。二つの湿度センサアッセンブリ 1230 は、第一湿度検出部 61 及び第二湿度検出部 62 の吸入空気の流れに対する各姿勢が互いに同一となるよう、第一管部 91a 及び第二管部 91b に取り付けられている。

【0106】

ここまで説明した第十二実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏する。加えて第十二実施形態にて用いられている湿度センサアッセンブリ 1230 は、湿度信号の出力が一系統のみである計測装置にも適用可能な構成である。以上のように、非多重系に過不足なく使用され得る湿度センサアッセンブリ 1230 を複数組み合わせることによっても、多重系の計測装置 1200 が構築可能となる。尚、第十二実施形態では、吸気流路 92a が「第一流路部」に相当し、吸気流路 92b が「第二流路部」に相当し、計測装置 1200 が「物理量計測装置」に相当する。また、第一管部 91a に設置された湿度センサアッセンブリ 1230 が「第一湿度センサアッセンブリ」に相当し、第二管部 91b に設置された湿度センサアッセンブリ 1230 が「第二湿度センサアッセンブリ」に相当する。

【0107】

(第十三実施形態)

図 42 に示す本開示の第十三実施形態は、第十二実施形態の変形例である。第十三実施形態による計測装置 1300 は、機関制御装置 110 及び一組のエアフロメータ 1310 を含んでいる。二つのエアフロメータ 1310 は、それぞれ第一管部 91a 及び第二管部 91b に設置されており、各吸気流路 92a, 92b の空気の流量及び湿度を計測する。各エアフロメータ 1310 のハウジング 11 (図 2 参照) には、第十二実施形態と実質同一の湿度センサアッセンブリ 1230 (図 40 及び図 41 参照) が一つずつ設けられている。各エアフロメータ 1310 は、流量信号及び湿度信号を機関制御装置 110 へ向けて出力する。

【0108】

ここまで説明した第十三実施形態でも、第十二実施形態と同様の効果を奏する。加えて第十三実施形態にて用いられているエアフロメータ 1310 は、流量信号及び湿度信号の各出力がそれぞれ一系統のみである計測装置にも適用可能な構成である。以上のように、非多重系に過不足なく使用され得るエアフロメータ 1310 を複数組み合わせることによっても、多重系の計測装置 1300 が構築可能となる。尚、第十三実施形態では、計測装置 1300 が「物理量計測装置」に相当する。

【0109】

(第十四実施形態)

図 43 に示す本開示の第十四実施形態は、第十二実施形態の別の変形例である。第十四実施形態による計測装置 1400 が適用される内燃機関 90 は、第一実施形態と同様に、全ての気筒が一行に並べられた直列形式の構成である。計測装置 1400 は、機関制御装

10

20

30

40

50

置 1 1 0、第十二実施形態と実質同一の湿度センサアセンブリ 1 2 3 0（図 4 0 及び図 4 1 参照）、及び第十三実施形態と実質同一のエアフロメータ 1 3 1 0 を含んでいる。エアフロメータ 1 3 1 0 には、湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 が設けられている。

【 0 1 1 0 】

機関制御装置 1 1 0 は、エアフロメータ 1 3 1 0 から流量信号を取得すると共に、単体で設けられた湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 とエアフロメータ 1 3 1 0 の一部である湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 のそれぞれから湿度信号を取得する。機関制御装置 1 1 0 は、故障検出部 7 3 によって二系統の湿度信号を比較することで、各湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 の異常を検出する。

【 0 1 1 1 】

湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 及びエアフロメータ 1 3 1 0 は、互いに間隔を開けた配置にて、吸気管 9 1 に設置されている。湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 は、エアフロメータ 1 3 1 0 よりも上流側に取り付けられている。湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 及びエアフロメータ 1 3 1 0 は、機関制御装置 1 1 0 と直接的又は間接的に電気接続されている。湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 は、吸気流路 9 2 にて計測された湿度信号を機関制御装置 1 1 0 へ向けて出力する。エアフロメータ 1 3 1 0 は、吸気流路 9 2 にて計測された湿度信号及び流路信号を、機関制御装置 1 1 0 へ向けて出力する。

【 0 1 1 2 】

ここまで説明した第十四実施形態でも、第十二実施形態と同様の効果を奏する。加えて、非多重系に使用される湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 及びエアフロメータ 1 3 1 0 を一つずつ組み合わせることで、多重系の計測装置 1 4 0 0 が構築可能である。尚、第十四実施形態では、計測装置 1 4 0 0 が「物理量計測装置」に相当する。また、ハウジング 1 1 に保持された湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 が「第一湿度センサアセンブリ」に相当し、単体で配置される湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 が「第二湿度センサアセンブリ」に相当する。

【 0 1 1 3 】

（第十五実施形態）

図 4 4 及び図 4 5 に示す本開示の第十五実施形態は、第一実施形態のさらに別の変形例である。第十五実施形態によるエアフロメータ 1 5 1 0 は、第十二実施形態と実質同一である二つの湿度センサアセンブリ 1 2 3 0（図 4 0 及び図 4 1 参照）と、第四実施形態と実質同一の機能を有する故障検出部 2 7 3 とを備えている。

【 0 1 1 4 】

各湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 は、エアフロメータ 1 5 1 0 のハウジング 1 1 において、バイパス部 1 4 の側面に並べて取り付けられている。各湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 には、湿度センサチップ 4 5 0 が一つずつ設けられている。各湿度センサチップ 4 5 0 に設けられた各湿度検出部 6 0 は、第一湿度検出部 6 1 及び第二湿度検出部 6 2 として、吸気管 9 1（図 1 参照）の軸方向に沿って並んでいる。エアフロメータ 1 5 1 0 は、一方の湿度検出部 6 0 の計測結果に基づく湿度信号を、機関制御装置 1 1 0 へ向けて出力する。

【 0 1 1 5 】

故障検出部 2 7 3 は、ハウジング 1 1 の内部に埋設されている。故障検出部 2 7 3 は、各湿度センサチップ 4 5 0 に設けられた湿度検出部 6 0 及び加熱部 6 4 のそれぞれと、直接的又は間接的に電気接続されている。故障検出部 2 7 3 は、各湿度検出部 6 0 から取得する二系統の湿度信号の差分に基づき、機関制御装置 1 1 0 へ向けて故障信号を出力する。加えて故障検出部 2 7 3 は、各湿度センサチップ 4 5 0 に設けられた加熱部 6 4 への加熱駆動信号の印加により、各湿度検出部 6 0 の水分を蒸発させる作動を行う。

【 0 1 1 6 】

ここまで説明した第十五実施形態でも、第一実施形態と同様の効果を奏する。加えて第十五実施形態のように、一つのエアフロメータ 1 5 1 0 に湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 を複数（二つ）設ける形態によっても、非多重系に使用可能な構成を利用した多重系の

10

20

30

40

50

システムが構築可能となる。尚、第十五実施形態では、エアフロメータ 1 5 1 0 が「物理量計測装置」に相当する。

【 0 1 1 7 】

(第十六、第十七実施形態)

図 4 6 に示す本開示の第十六実施形態は、第四実施形態の別の変形例である。第十六実施形態によるエアフロメータ 1 6 1 0 は、二つの湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 と、流量検出部 1 6 1 2 を備えている。各湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 には、湿度センサチップ 5 0 が一つずつ設けられている。流量検出部 1 6 1 2 には、故障検出部 2 7 3 に相当する回路部が設けられている。流量検出部 1 6 1 2 は、流量信号及び湿度信号に加えて、各湿度検出部 6 0 (6 1 , 6 2) の出力差に基づく故障信号を、機関制御装置 1 1 0 へ向けて出力可能である。

10

【 0 1 1 8 】

図 4 7 に示す本開示の第十七実施形態は、第十六実施形態の変形例である。第十六実施形態によるエアフロメータ 1 7 1 0 は、第十六実施形態と実質同一の流量検出部 1 6 1 2 と、湿度センサチップ 4 5 0 をそれぞれ有する二つの湿度センサアセンブリ 1 2 3 0 とを備えている。流量検出部 1 6 1 2 に設けられた故障検出部 2 7 3 は、各湿度センサチップ 4 5 0 に設けられた加熱部 6 4 への加熱駆動信号の印加により、各湿度検出部 6 0 (6 1 , 6 2) の水分を蒸発させる作動を行うことができる。

【 0 1 1 9 】

以上説明した第十六、第十七実施形態のように、故障検出部 2 7 3 が流量検出部 1 6 1 2 の一部である構成においても、第四実施形態と同様の効果を奏する。尚、第十六、第十七実施形態では、各エアフロメータ 1 6 1 0 , 1 7 1 0 が「物理量計測装置」に相当する。

20

【 0 1 2 0 】

(第十八実施形態)

図 4 8 に示す本開示の第十八実施形態は、第一実施形態のさらに別の変形例である。第十八実施形態のエアフロメータ 1 8 1 0 には、流量検出部 1 2、二つの湿度検出部 6 0 に加えて、二つの圧力検出部 8 0 が設けられている。圧力検出部 8 0 は、圧力センサチップ 1 8 0 に設けられている。圧力検出部 8 0 は、湿度とは異なる物理量として吸入空気の圧力に応じた計測信号を、圧力信号として出力する。エアフロメータ 1 8 1 0 は、流量信号、二系統の湿度信号、及び二系統の圧力信号を、機関制御装置 1 1 0 (図 1 参照) へ向けて出力する。

30

【 0 1 2 1 】

エアフロメータ 1 8 1 0 は、流量検出部 1 2、各湿度検出部 6 0、及び各圧力検出部 8 0 が設けられたセンサ基板 1 8 4 3 を備えている。センサ基板 1 8 4 3 は、ハウジング 1 8 1 1 内にモールドされている。センサ基板 1 8 4 3 には、一つの湿度検出部 6 0 を有する湿度センサチップ 5 0 と、一つの圧力検出部 8 0 を有する圧力センサチップ 1 8 0 とが、二つずつ実装されている。

【 0 1 2 2 】

各湿度センサチップ 5 0 及び各圧力センサチップ 1 8 0 共には、センサ基板 1 8 4 3 の両面のうちで、流量検出部 1 2 の設けられた一方とは反対側となる実装面に配置されている。各湿度センサチップ 5 0 及び各圧力センサチップ 1 8 0 は、ハウジング 1 8 1 1 内に形成されたセンサ収容室 1 8 1 1 a に収容されている。センサ収容室 1 8 1 1 a には、通路開口 1 8 1 1 b から吸入空気が流入する。二つの湿度センサチップ 5 0 は、二つの圧力センサチップ 1 8 0 の下流側に配置されている。

40

【 0 1 2 3 】

以上説明した第十八実施形態のように、湿度センサチップ 5 0 がハウジング 1 8 1 1 に収容された構成であっても、第一実施形態と同様の効果を奏し、湿度検出部 6 0 の故障検出が可能となる。加えて、第十八実施形態のように、湿度センサチップ 5 0 及び圧力センサチップ 1 8 0 を同じセンサ基板 1 8 4 3 上に設ける構成であれば、複数の物理量を計測

50

可能なエアフロメータ 1 8 1 0 であっても、体格の大型化が抑制可能となる。

【 0 1 2 4 】

尚、第十八実施形態では、圧力検出部 8 0 が「物理量検出部」に相当し、圧力センサチップ 1 8 0 が「計測チップ」に相当する。また、エアフロメータ 1 8 1 0 が「湿度センサアセンブリ」に相当し、エアフロメータ 1 8 1 0 及び機関制御装置 1 1 0 (図 1 参照) を含む計測装置が「物理量計測装置」に相当する。

【 0 1 2 5 】

(第十九実施形態)

図 4 9 に示す本開示の第十九実施形態は、第十八実施形態の変形例である。第十九実施形態のエアフロメータ 1 9 1 0 では、センサ基板 1 8 4 3 に実装される圧力センサチップ 1 8 0 が一つのみとなる。二つの湿度センサチップ 5 0 は、圧力センサチップ 1 8 0 の下流側に、圧力センサチップ 1 8 0 の外縁に沿って配置されている。エアフロメータ 1 9 1 0 は、流量信号、二系統の湿度信号、及び一系統のみの圧力信号を、機関制御装置 1 1 0 (図 1 参照) へ向けて出力する。以上の第十九実施形態でも、第十八形態と同様に湿度検出部 6 0 の故障検出が可能となる。尚、第十九実施形態では、エアフロメータ 1 9 1 0 が「湿度センサアセンブリ」に相当する。

【 0 1 2 6 】

(第二十実施形態)

図 5 0 及び図 5 1 に示す本開示の第二十実施形態は、第十八実施形態の別の変形例である。第二十実施形態のエアフロメータ 2 0 1 0 では、センサ基板 2 0 4 3 の端部に設けられたセンサ実装領域 2 0 4 3 a に、流量検出部 1 2 及び二つの湿度センサチップ 5 0 が設けられている。以上により、流量検出部 1 2 及び二つの湿度検出部 6 0 が、概ね同一の箇所にて吸入空気と接触する。以上の第二十実施形態でも、第十八形態と同様に湿度検出部 6 0 の故障検出が可能となる。尚、第二十実施形態では、エアフロメータ 2 0 1 0 が「湿度センサアセンブリ」に相当する。

【 0 1 2 7 】

(第二十一実施形態)

図 5 2 に示す本開示の第二十一実施形態は、第十八実施形態のさらに別の変形例である。第二十一実施形態のエアフロメータ 2 1 1 0 のハウジング 2 1 1 1 には、メインバイパス通路 2 1 1 3 b 及びサブバイパス通路 2 1 1 3 c が形成されている。センサ基板 2 1 4 3 には、メインバイパス通路 2 1 1 3 b に露出する第一実装領域 2 1 4 3 b と、サブバイパス通路 2 1 1 3 c に露出する第二実装領域 2 1 4 3 c が設けられている。第一実装領域 2 1 4 3 b には、流量検出部 1 2 が設けられている。第二実装領域 2 1 4 3 c には、サブバイパス通路 2 1 1 3 c の延伸方向に沿って並ぶ配置にて、二つの湿度検出部 6 0 が設けられている。以上の第二十一実施形態でも、第十八形態と同様に湿度検出部 6 0 の故障検出が可能となる。尚、第二十一実施形態では、エアフロメータ 2 1 1 0 が「湿度センサアセンブリ」に相当する。

【 0 1 2 8 】

(他の実施形態)

以上、本開示による複数の実施形態について説明したが、本開示は、上記実施形態に限定して解釈されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態及び組み合わせに適用することができる。

【 0 1 2 9 】

上記第十実施形態の変形例 1 の湿度センサアセンブリ 2 2 3 0 では、図 5 3 及び図 5 4 に示す湿度センサチップ 2 2 5 0 において、加熱部 6 4 は、二つの湿度検出部 6 0 の中間に設けられている。加熱部 6 4 は、故障検出部 1 0 7 3 の制御により、二つの湿度検出部 6 0 を共に加熱する。以上のように、各湿度検出部 6 0 を加熱する加熱部 6 4 は、湿度検出部 6 0 毎に設けられていなくてもよい。

【 0 1 3 0 】

上記第十四実施形態の変形例 2 では、図 5 5 に示すように、計測装置 2 3 0 0 は、機関

10

20

30

40

50

制御装置 110 及び二つの湿度センサアッセンブリ 1230 (図 40 及び図 41 参照) を少なくとも含んでいる。二つの湿度センサアッセンブリ 1230 は、吸気流路 92 の流れ方向に沿って、互いに間隔を開けて配置されている。以上のように、単体の湿度センサアッセンブリ 1230 を吸気管 91 に複数設ける構成によっても、多重系の計測装置 2300 を構築可能である。

【0131】

上記第一実施例の変形例 3 のエアフロメータ 2410 には、図 56 に示すように、流量検出部 12 及び温度センサアッセンブリ 2430 が設けられている。温度センサアッセンブリ 2430 は、それぞれ二系統の湿度信号及び温度信号を、I2C 通信方式により機関制御装置 110 へ向けて送信する。温度センサアッセンブリ 2430 には、第一センサチップ 2451 及び第二センサチップ 2452 として、複数(二つ)のセンサチップ 2450 が設けられている。

10

【0132】

各センサチップ 2450 には、湿度検出部 60 とは別に、空気の温度を検出する温度検出部 194 が設けられている。第一センサチップ 2451 の湿度検出部 60 が、「第一湿度検出部 61」となり、第二センサチップ 2452 の湿度検出部 60 が、「第二湿度検出部 62」となる。

【0133】

機関制御装置 110 にて、信号取得部 71 は、各センサチップ 2450 から出力された湿度信号及び温度信号を取得する。計測値算定部 72 は、各湿度信号及び各温度信号を適宜使用し、吸入空気の温度及び湿度を算定する。故障検出部 73 は、ここまで説明した湿度信号に基づく湿度検出部 60 の故障検出とは別に、本開示の故障検出手段(故障検出方法)を温度信号にも適用して、温度検出部 194 の故障を検出することが可能である。さらに、本開示の故障検出手段は、上記のような湿度信号及び温度信号以外の種々の信号(例えば、圧力信号等)にも適用可能である。

20

【0134】

尚、変形例 3 では、センサチップ 2450 が「湿度センサチップ」に相当し、温度センサアッセンブリ 2430 が「湿度センサアッセンブリ」に相当し、エアフロメータ 2410 及び機関制御装置 110 を含む計測装置 2400 が「物理量計測装置」に相当する。

【0135】

上記実施形態の故障検出部に相当する構成は、上記とは異なるソフトウェア及びハードウェア、或いはこれらの組み合わせによって実現されてよい。また、機関制御装置、エアフロメータ、及び湿度センサアッセンブリ等に設けられた演算処理回路が協働で故障検出部等の機能を実現してもよい。

30

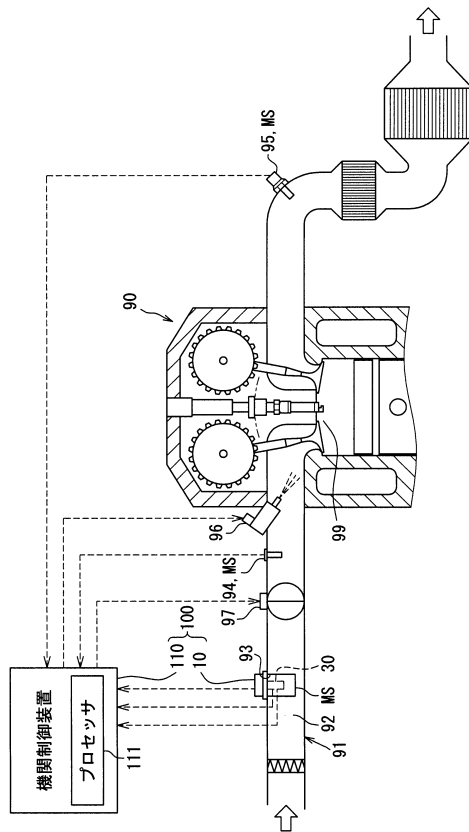
【符号の説明】

【0136】

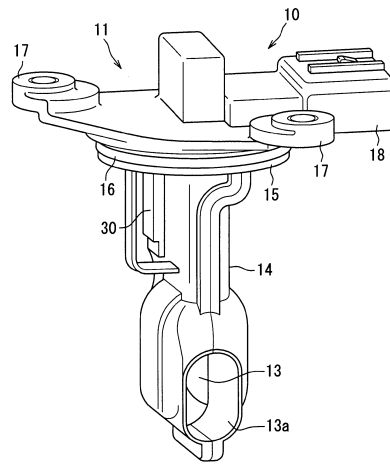
MS 計測部、RT 異常判定時間、Th 異常判定閾値、10 エアフロメータ、11, 1811, 2111 ハウジング、12 流量検出部、30, 230, 330, 430, 530, 630, 730, 830, 930, 1030, 1130, 1230, 2230, 湿度センサアッセンブリ、2430 温度センサアッセンブリ(湿度センサアッセンブリ)、640, 840 サブアッセンブリ(湿度センササブアッセンブリ)、43, 1043, 1143, 1843 センサ基板、50, 450, 1150, 2250 湿度センサチップ、2450 センサチップ(湿度センサチップ)、60 湿度検出部、64 加熱部、71 信号取得部、73, 273, 1073 故障検出部(異常判定部)、80 圧力検出部(物理量検出部)、180 圧力センサチップ(計測チップ)、90 内燃機関、92, 92a, 92b 吸気流路(第一流路部、第二流路部)、99 燃焼室、100, 500, 1100, 1200, 1300, 1400, 2300, 2400 計測装置(物理量計測装置)、110 機関制御装置(演算処理回路、異常検出装置)、111 プロセッサ(処理部)

40

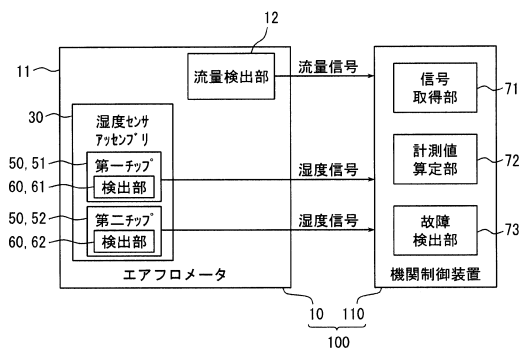
【図 1】



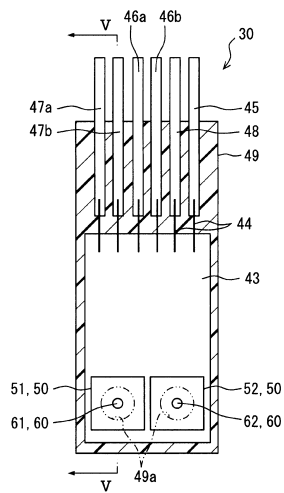
【図 2】



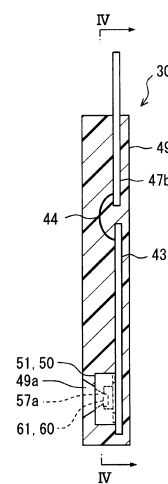
【図 3】



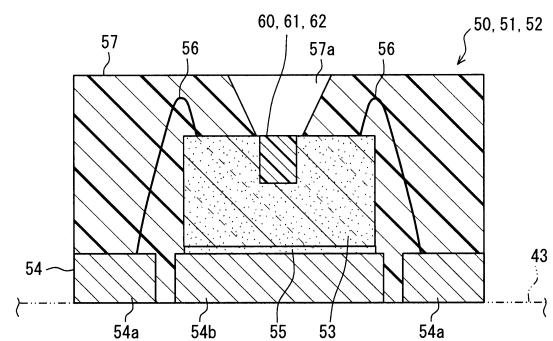
【図 4】



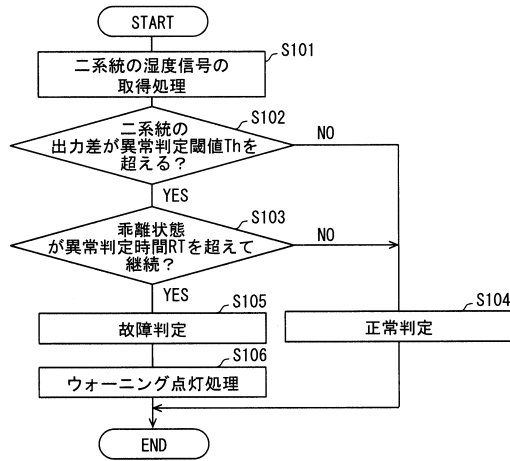
【図 5】



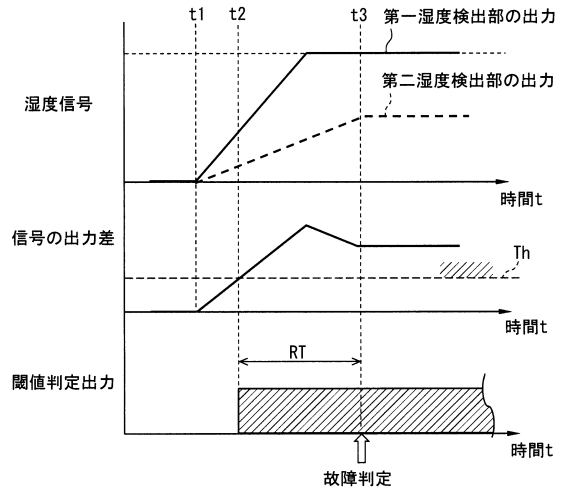
【図 6】



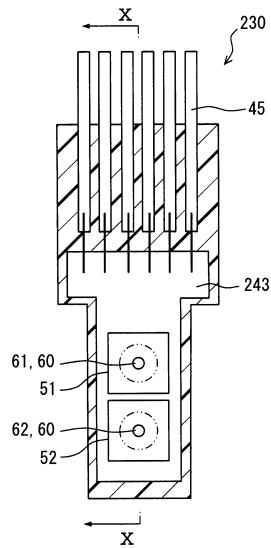
【図 7】



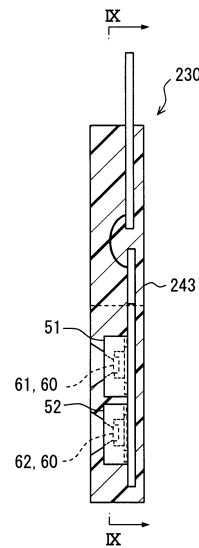
【図 8】



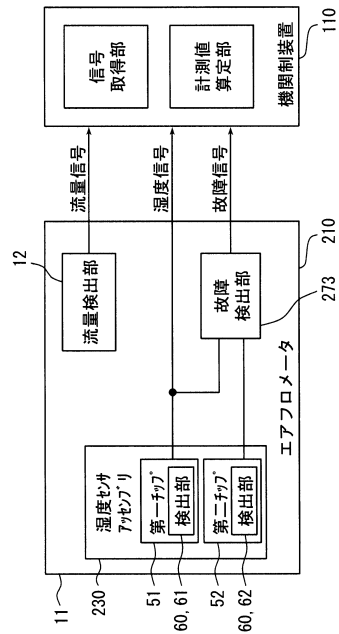
【図 9】



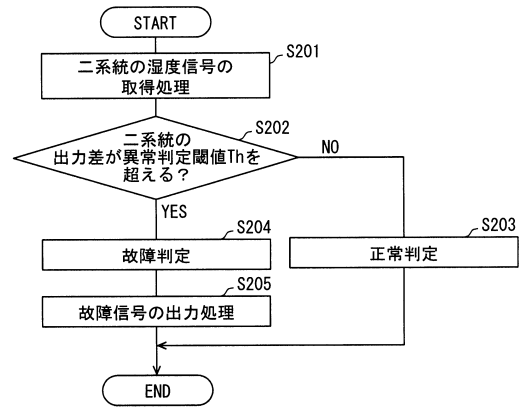
【図 10】



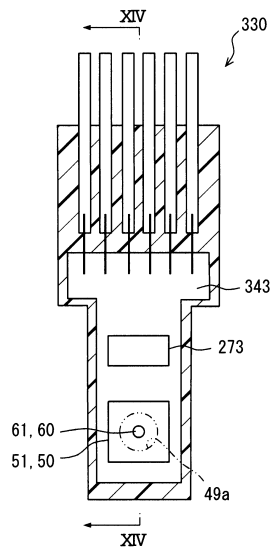
【 図 1 1 】



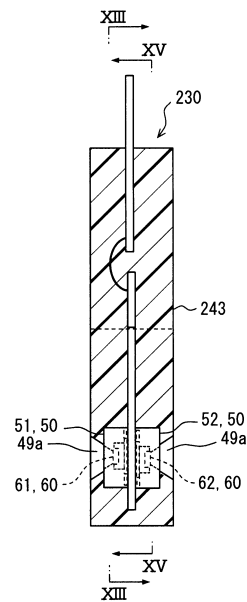
【 図 1 2 】



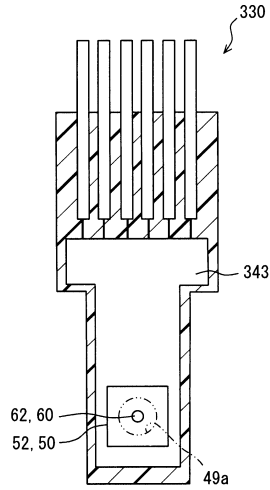
【 図 1 3 】



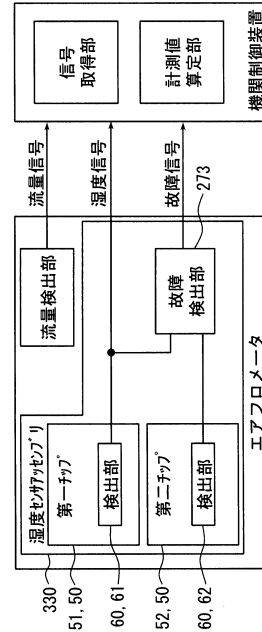
【 図 1 4 】



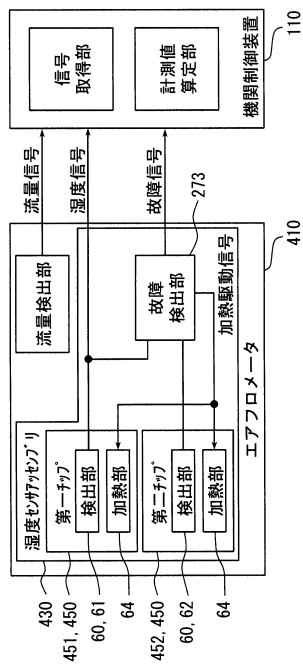
【図 15】



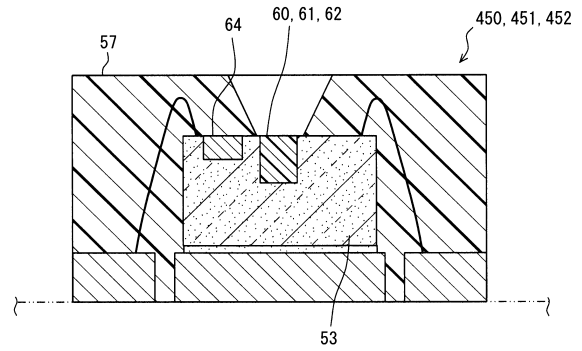
【図 16】



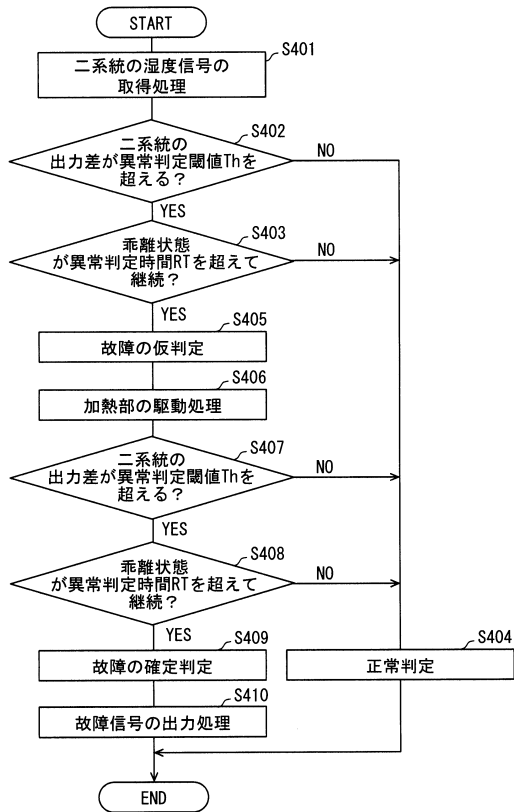
【図 17】



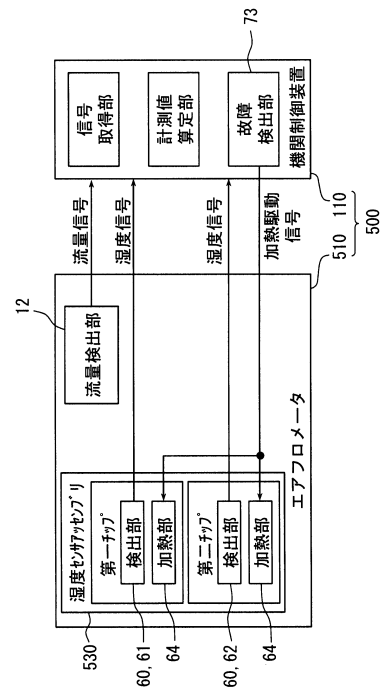
【図 18】



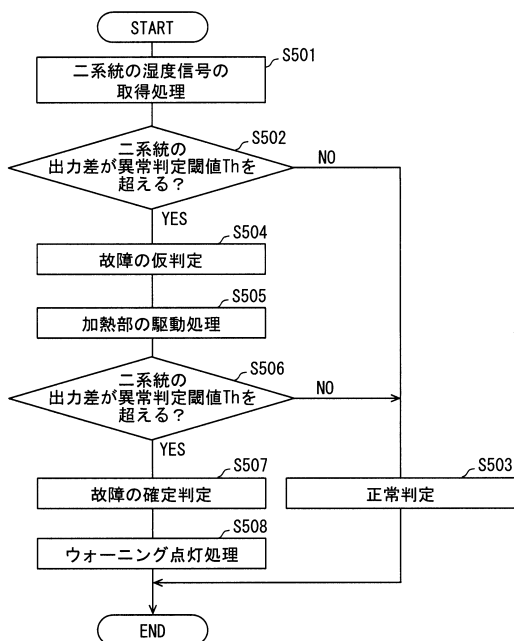
【 図 1 9 】



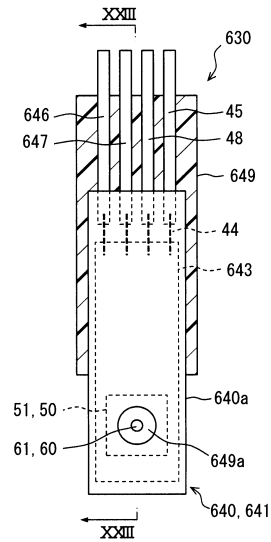
【 図 2 0 】



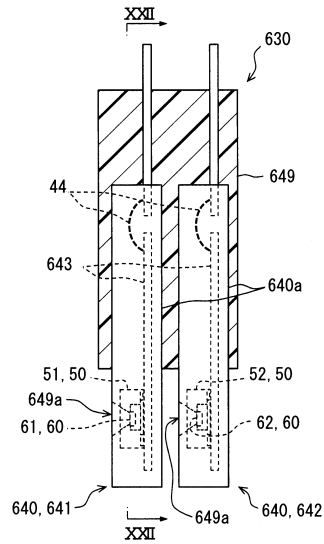
【 図 2 1 】



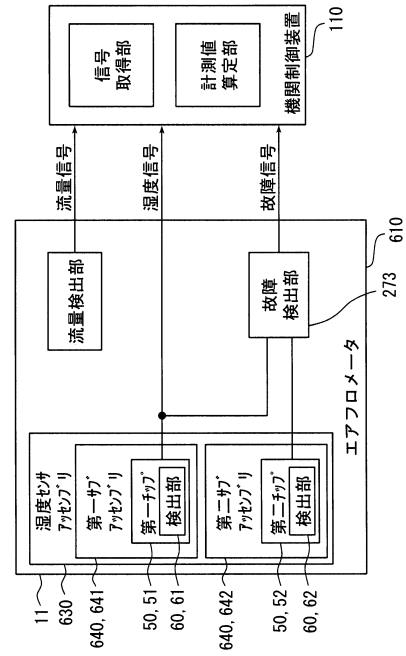
【 図 2 2 】



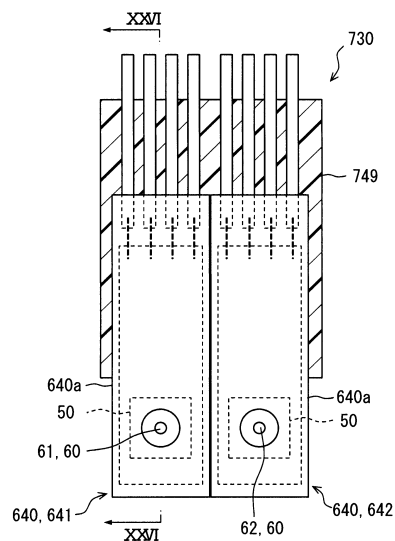
【図 23】



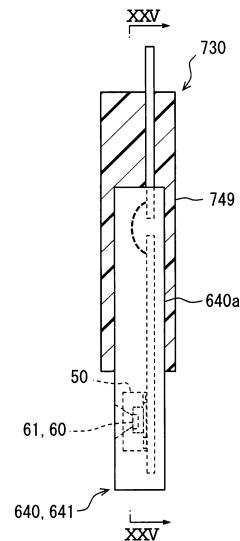
【図 24】



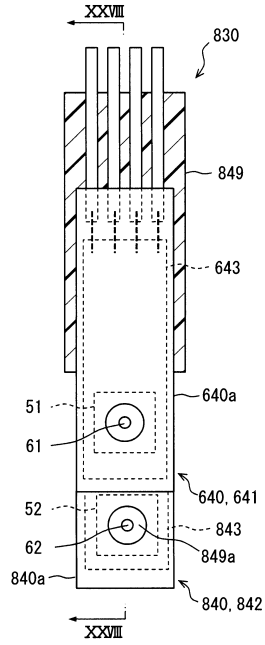
【図 25】



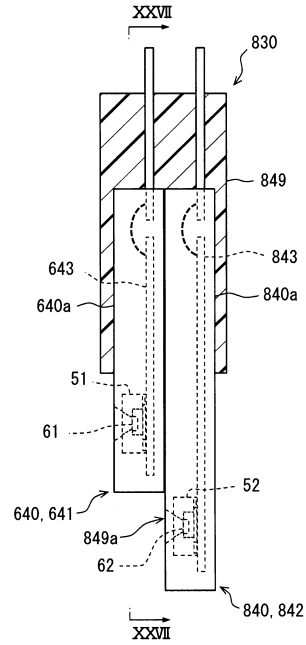
【図 26】



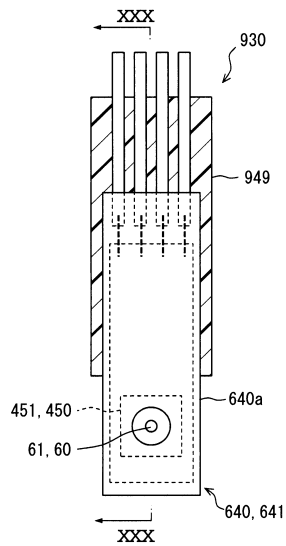
【図 27】



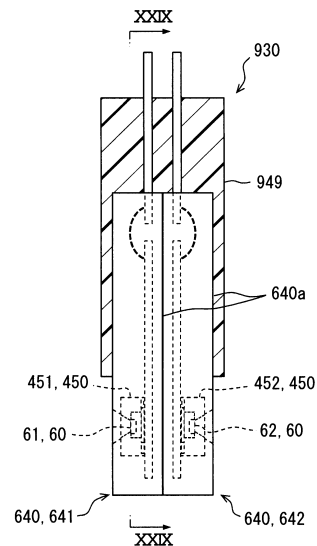
【図 28】



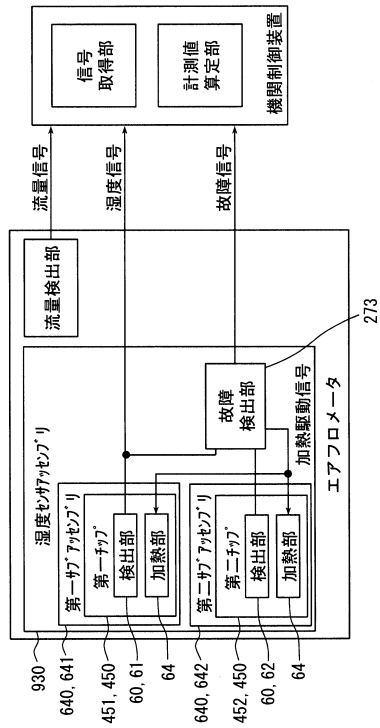
【図 29】



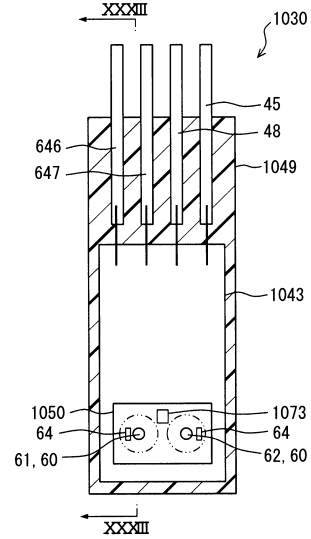
【図 30】



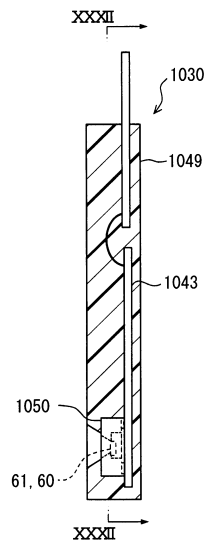
【図 3 1】



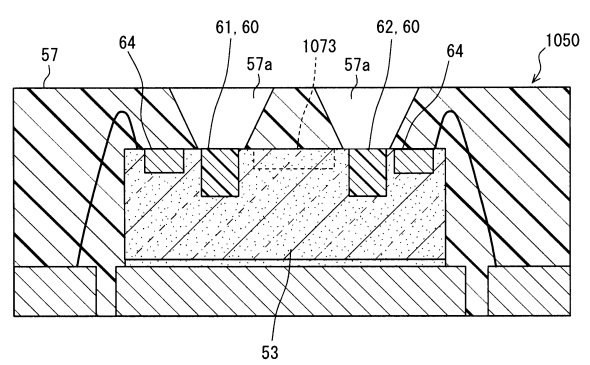
【図 3 2】



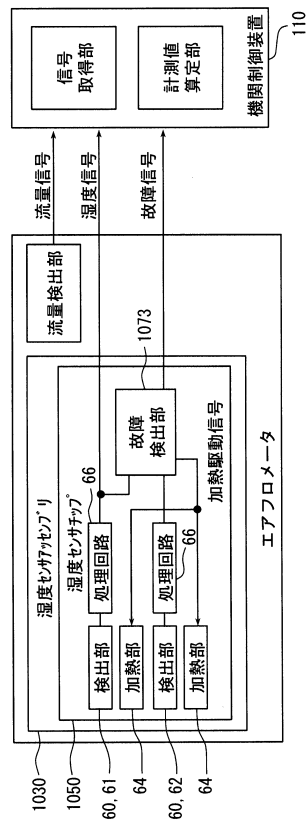
【図 3 3】



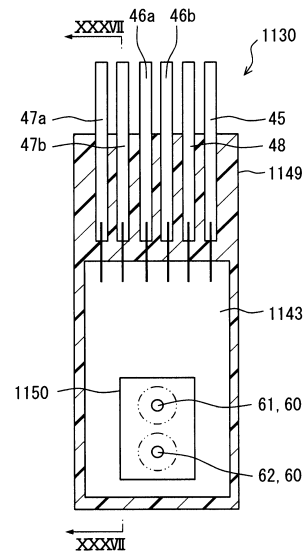
【図 3 4】



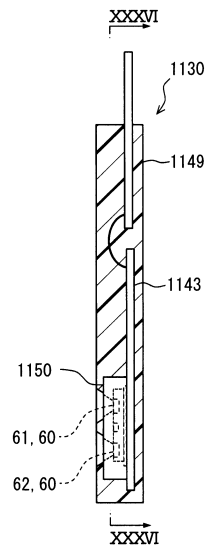
【図 3 5】



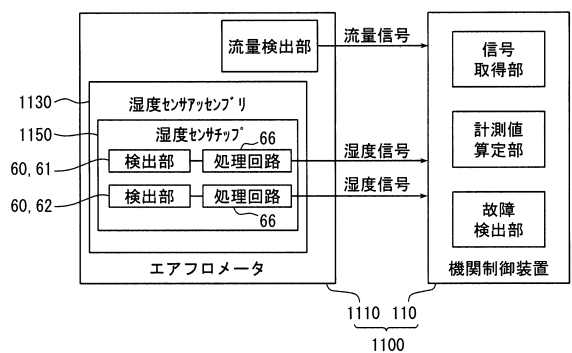
【図 3 6】



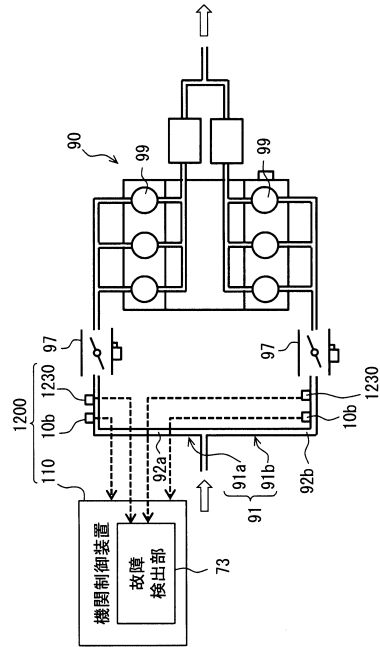
【図 3 7】



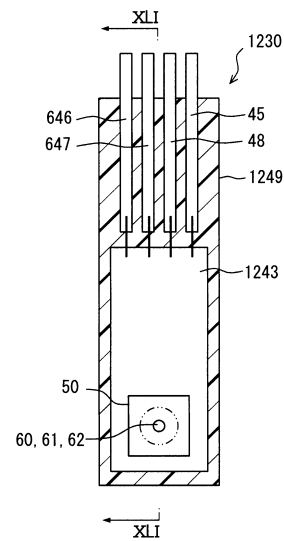
【図 3 8】



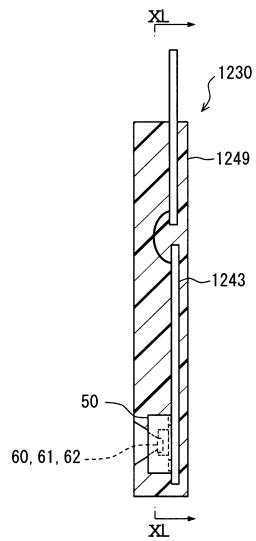
【図 39】



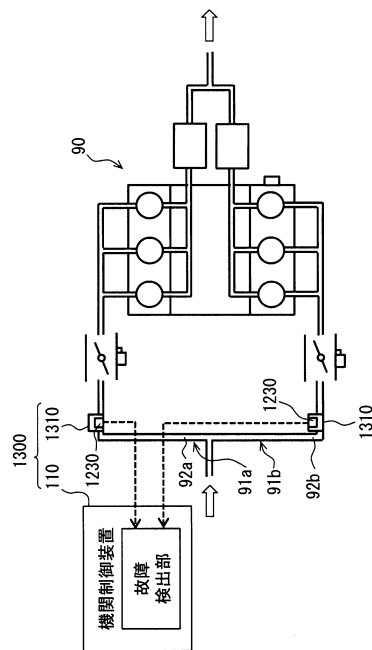
【図 40】



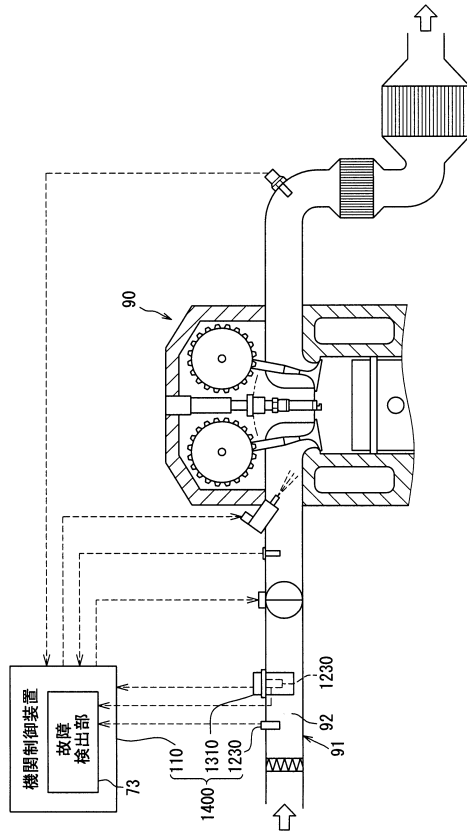
【図 41】



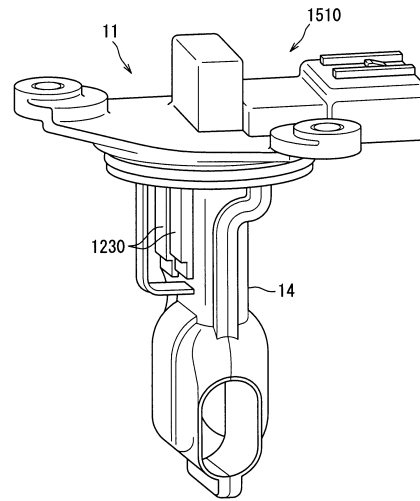
【図 42】



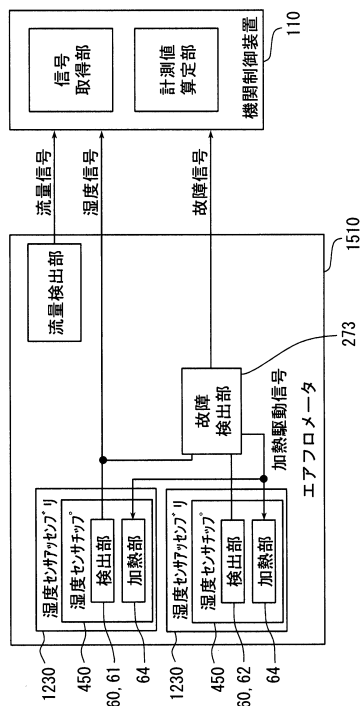
【図 4 3】



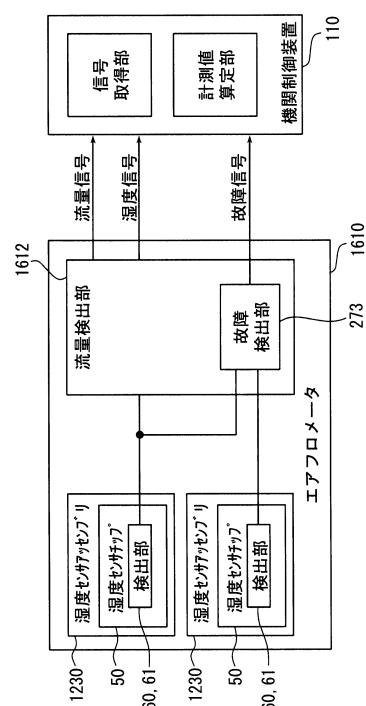
【図 4 4】



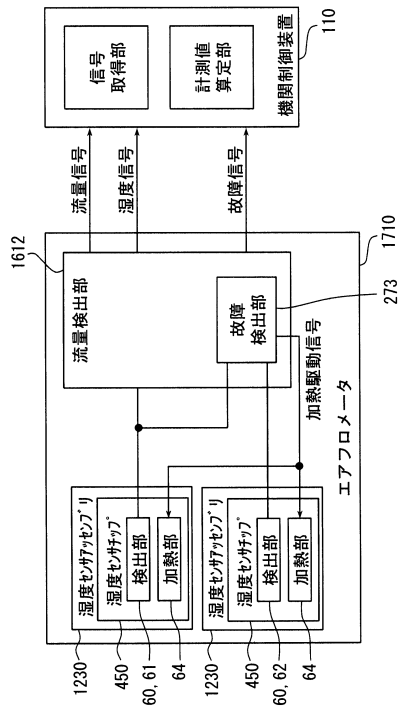
【図 4 5】



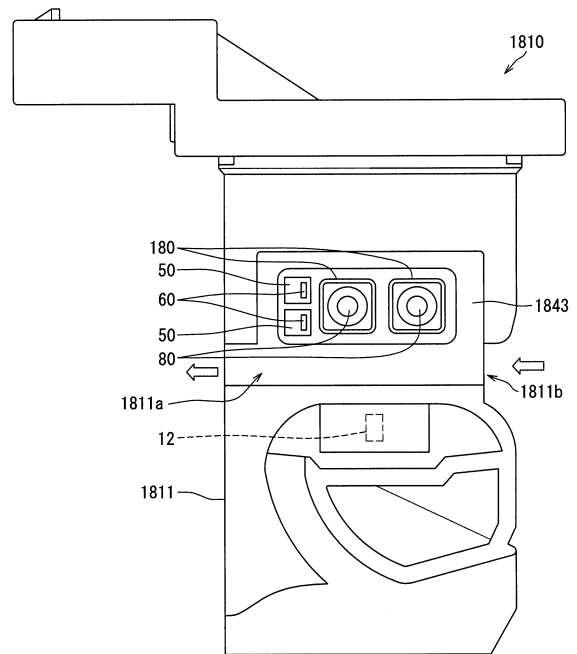
【図 4 6】



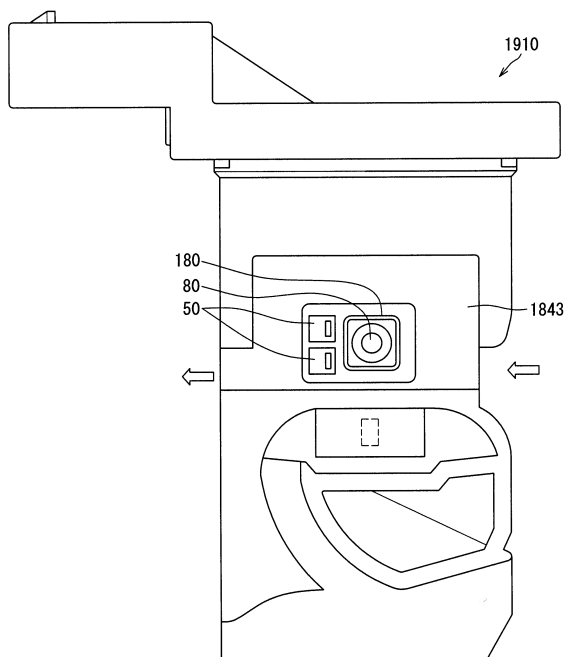
【図 47】



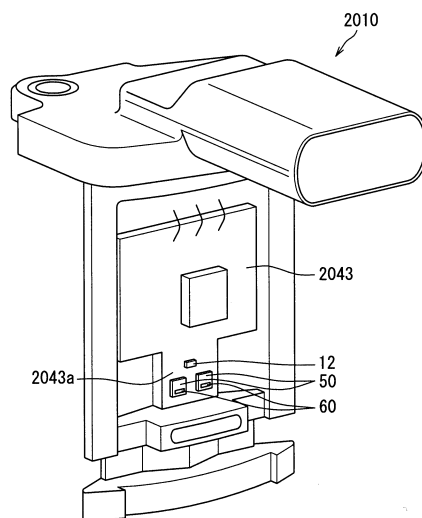
【図 48】



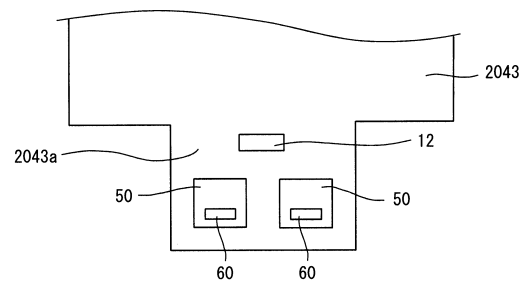
【図 49】



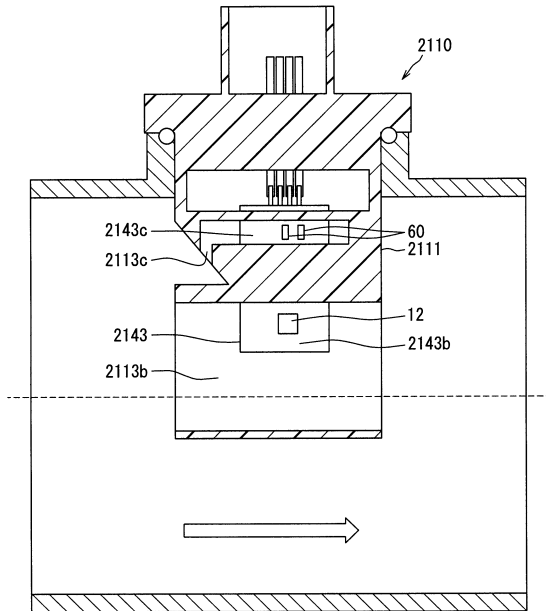
【図 50】



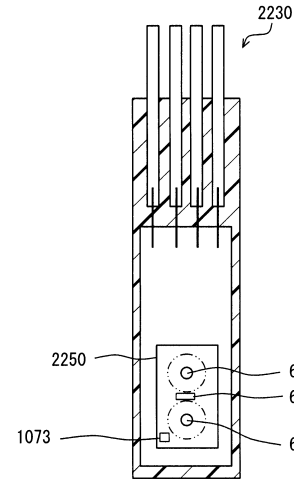
【図 51】



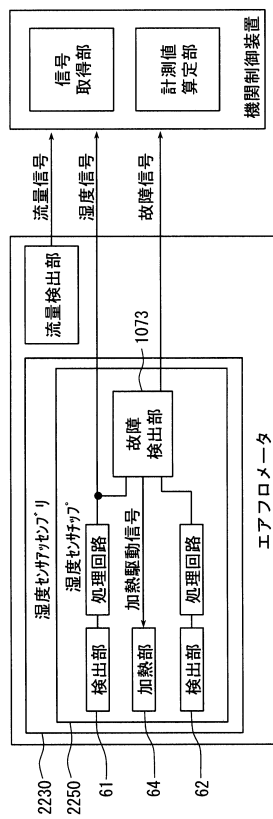
【図 5 2】



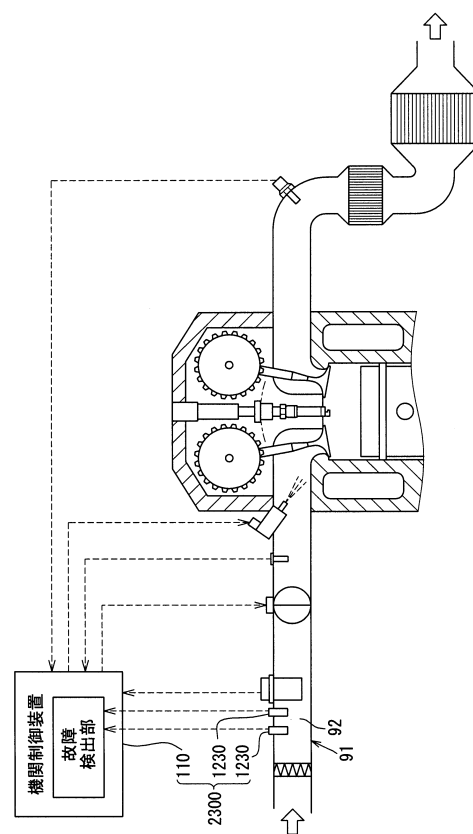
【図 5 3】



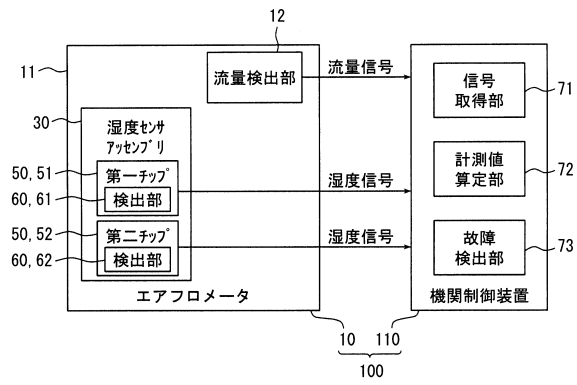
【図 5 4】



【図 5 5】



【図 56】



フロントページの続き

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 7 8 6 3 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 3 / 1 3 2 5 6 4 (W O , A 1)
特開 2 0 0 6 - 1 0 5 4 1 2 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 1 3 9 1 3 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 5 1 7 9 5 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 2 9 8 8 8 0 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 F 1 / 0 0 - 9 / 0 2
G 0 1 N 2 7 / 0 0 - 2 7 / 9 2
F 0 2 D 4 5 / 0 0