

(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2004-361271

(P2004-361271A)

(43) 公開日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int. Cl.⁷
G01F 1/692

F I
G O 1 F 1/68 1 O 4 A

テーマコード(参考)
2 F O 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-160704 (P2003-160704)
(22) 出願日 平成15年6月5日(2003.6.5)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(71) 出願人 000232999
株式会社日立カーエンジニアリング
茨城県ひたちなか市高場2-4-77番地
(74) 代理人 100074631
弁理士 高田 幸彦
(72) 発明者 松本 昌大
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社日立製作所日立研究
所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式空気流量計

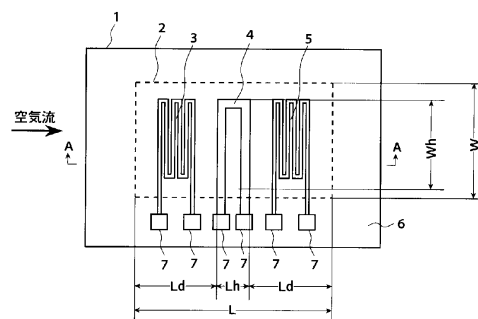
(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は空気流量測定之感度を向上させ、発熱体の消費電力を低減できると共に測定範囲を大きくすることができる熱式尾空気流量計を提供することにある。

【解決手段】平板状基板(シリコン基板)1に構成されている矩形空間の熱絶縁領域2の絶縁膜6に発熱抵抗体4を形成し、発熱抵抗体4の上流側および下流側に2つの测温抵抗体とを形成する。矩形空間の熱絶縁領域2は空気流の軸線方向と平行辺の長さが垂直辺より大きく構成されている。

【選択図】 図1

図 1



1…平板状基板 2…熱絶縁領域(熱絶縁部) 3、5…测温抵抗体
4…発熱抵抗体 6…絶縁膜 7…端子電極

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁膜を表面に配置され、矩形状空間の熱絶縁領域が構成されている平板状基板と、前記熱絶縁領域の絶縁膜に形成される発熱体と、前記熱絶縁領域の絶縁膜に空気の流れ方向に沿って前記発熱体の両側に形成される2つの測温体とを備え、前記矩形状空間の熱絶縁領域は空気流軸線方向と平行辺の長さが前記空気流軸線方向と垂直辺より大きく構成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 2】

矩形状空間の熱絶縁領域が構成されている半導体基板と、前記熱絶縁領域の絶縁膜に形成される発熱抵抗体と、前記熱絶縁領域の絶縁膜に前記発熱抵抗体の上流側と下流側に形成される2つの測温抵抗体とを備え、前記矩形状空間の熱絶縁領域は空気流軸線方向と平行方向の平行辺の長さが前記空気流軸線方向と垂直方向の垂直辺より大きく構成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

10

【請求項 3】

矩形状空間の熱絶縁領域が構成されているシリコン基板と、前記熱絶縁領域の絶縁膜に形成される発熱抵抗体と、前記熱絶縁領域の絶縁膜に前記発熱抵抗体の上流側と下流側に形成される2つの測温抵抗体とを備え、前記矩形状空間の熱絶縁領域は空気流軸線方向に沿って長方形に構成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項において、前記熱絶縁領域は空気流軸線方向と平行辺の長さが垂直辺より 1.5 倍以上大きく構成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

20

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項において、前記熱絶縁領域は前記発熱抵抗体の端部から空気流軸線方向と垂直辺までの平行方向長を前記垂直辺より大きく構成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項において、前記熱絶縁領域は前期発熱体あるいは前期発熱抵抗体が形成される領域が空気流軸線方向と垂直方向長を前期測温体あるいは前記測温抵抗体が形成される領域より大きく構成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は加熱制御される発熱体の上流側と下流側の温度差によって内燃機関の吸入空気などの空気流量を計測する熱式空気流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献 1】特開 2002 - 202168 号公報

【特許文献 2】特許第 3366818 号公報

一般に、自動車などの内燃機関の吸入空気量を計測する空気流量計としては、加熱制御される発熱体（発熱抵抗体）の放熱量によって流量を計測するものや、発熱体の上流側と下流側の温度差によって流量を計測する熱式空気流量計が知られている。温度差によって流量を計測する熱式空気流量計は温度差方式と称されている。

40

【0003】

温度差方式の熱式空気流量計は平板状基板（シリコン基板などの半導体基板）の表面（上面）に電気絶縁膜（支持膜）を設け、この絶縁膜に発熱体（発熱抵抗体）を形成し発熱体の両側（空気流の上流側と下流側）に測温体（測温抵抗体、熱電対など）を形成している。平板状基板は発熱体や測温体を覆うように保護膜で被覆されている。

【0004】

ところで、発熱体が形成される平板状基板には発熱体との熱絶縁を図るためにエッジングにより空洞を穿設して空間の熱絶縁領域を構成している。従来、空間熱絶縁領域は略正方

50

形に形成している。このことは、例えば、上記特許文献 1、2 に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術は平板状基板に形成する熱絶縁領域を略正方形にしている。熱絶縁領域を形成された平板状基板の熱絶縁部は厚さ数ミクロンの薄膜の電気絶縁膜（ダイヤフラム）で構成されるため、略正方形では強度の観点から熱絶縁部の面積の大きさが制限される。例えば、空気に埃などの粒子が混ざっていると、この埃が熱絶縁部に衝突して厚さ数ミクロンの薄膜を破壊する。熱絶縁領域の大きさが制限されると空気流量測定の感度を向上させることができず、その上、発熱体の消費電力を低減できないと共に測定範囲を大きくできないという問題点を有する。

10

【0006】

本発明の目的は空気流量測定の感度を向上させ、発熱体の消費電力を低減できると共に測定範囲を大きくすることができる熱式尾空気流量計を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の特徴とするところは、平板状基板に構成されている矩形空間の熱絶縁領域の絶縁膜に発熱体と発熱体の上流側および下流側に 2 つの測温体とを形成し、矩形空間の熱絶縁領域が空気流の軸線方向と平行辺の長さが軸線方向と垂直辺の長さより大きく構成されていることにある。

20

【0008】

換言すると、本発明は平板状基板に空気流の軸線方向に長方形の熱絶縁領域を構成し、この長方形熱絶縁領域の絶縁膜に発熱体と 2 つの測温体を形成したものである。

【0009】

本発明の望ましい熱絶縁領域は空気流の軸線方向と平行辺の長さが垂直辺の 1.5 倍以上にして構成される。

【0010】

本発明は熱絶縁領域における空気流の軸線方向と平行辺が垂直辺の長さより大きくしており、発熱体と熱絶縁領域における空気流の軸線方向と垂直辺までの間隔（距離）を大きくとれるので流量測定感度を向上させることができる。また、発熱体の空気流軸線方向と垂直方向の長さを短くできるので消費電力を低減でき、発熱体の空気流軸線方向と平行方向の幅を大きくとれるので測定範囲を大きくすることができる。

30

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0012】

図 1、2 に本発明の第 1 の実施例を示す。図 1 は第 1 の実施例の平面図で、図 2 は図 1 の A - A 断面図である。なお、図 1、2 において保護膜は図示を省略しており、また、図 2 は見易くするために断面を示すハッチングを省略している。図 1、2 において、シリコンを材料にした平板状基板 1 の表面（上面）には電気絶縁膜（支持膜）6 が形成配置されている。平板状基板 1 は裏面（下面）からエッチングした空間（空洞）の熱絶縁領域（熱絶縁部）2 が構成されている。空間熱絶縁領域 2 は平板状基板 1 の下面から電気絶縁膜 6 の境界まで形成され、熱絶縁領域 2 の絶縁膜 6 の下部が空間になる。

40

【0013】

熱絶縁領域 2 は図 1 に破線で示すように矩形で黒塗り矢印で示す空気流の軸線方向と平行辺の長さが軸線方向と垂直辺の長さより大きく構成されている。換言すると、平板状基板 1 は空気流の軸線方向に長方形の熱絶縁領域 2 が構成されている。

【0014】

長方形熱絶縁領域 2 の絶縁膜 6 には長手方向の略中央部にコ字型の発熱抵抗体 4 が形成されている。発熱抵抗体 4 は測定空気流の温度と一定温度差になるように加熱され、ポリシリコン薄膜や白金薄膜で作成される。発熱抵抗体 4 の両側（空気流の上流側と下流側）に

50

測温抵抗体 3, 5 が形成されている。測温抵抗体 3, 5 は矩形状に複数回折曲して構成され、ポリシリコン薄膜や白金薄膜で作成される。

【0015】

発熱抵抗体 4、測温抵抗体 3, 5 はその両端を外部回路と接続する電極端子 7 に接続されている。複数の電極端子 7 は平板状基板 1 の空気流軸線方向に対する垂直方向の一端に配設されている。

【0016】

この構成において、発熱抵抗体 4 を空気温度と一定温度差に成るように加熱しておき、空気が流れると発熱抵抗体 4 の上流側の温度が低下し下流側の温度が上昇することを利用して、この温度の変化を測温抵抗体 3, 5 により検出して空気流量を測定する。このような空気流量測定は良く知られているので詳細説明を省略する。

10

【0017】

さて、本発明においては熱絶縁領域 2 が空気流の軸線方向と平行辺の長さを軸線方向と垂直辺の長さより大きく構成されている。つまり、空気流の軸線方向に長方形に構成されている。発熱抵抗体 4 の空気流軸線方向と垂直方向の長さ（垂直方向長） W_h と発熱抵抗体 4 を所定温度まで発熱させるために必要な電力（発熱電力）は図 3 に示すように表される。

【0018】

図 3 から明らかなように、発熱抵抗体 4 の垂直方向長 W_h を短くするほど発熱抵抗体 4 に必要な電力を低減することができる。これは発熱抵抗体 4 によって暖める空気の量、つまり、発熱抵抗体 4 の上を通過する空気の量が垂直方向長 W_h に比例するためである。

20

【0019】

本発明は熱絶縁領域 2 の空気流軸線方向と平行辺（長辺）を垂直辺（短辺）より大きくしている。したがって、本発明は発熱抵抗体 4 の容量を確保した上で垂直方向長 W_h を小さくでき発熱抵抗体 4 に必要な電力を低減することができる。なお、切片の部分は発熱抵抗体 4 への配線の発熱や発熱抵抗体 4 から平板状基板 1 への放熱によって生じる。

【0020】

また、発熱抵抗体 4 の空気流軸線方向と平行方向の長さ（平行方向長） L_h と空気流量の測定範囲は図 4 に示すように表される。図 4 から明らかなように発熱抵抗体 4 の平行方向長 L_h を大きくすることによって測定範囲を拡大させることができる。

30

【0021】

空気流量の測定範囲の制限は測定空気流量が増加するに伴い測定する空気流の流速が増加することから測定する空気流の空気が発熱抵抗体 4 の上を通過する時間が減少し、測定する空気流の空気を所定の温度まで過熱できなくなることにより生じる。

【0022】

具体的に説明すると、発熱抵抗体 4 の上を通過する空気を発熱抵抗体 4 で暖めて下流側の測温抵抗体 5 の温度を上昇させている。発熱抵抗体 4 によって空気を所定温度まで過熱できないと、発熱抵抗体 4 を通過後の空気流の温度が低下する。下流側の測温抵抗体 5 の温度を上昇させる効果が小さくなるために空気流量に応じて変化していた測温抵抗体 3, 5 の温度差が小さくなる。このため、空気量が多くなると、出力は飽和したりあるいは減少することになり測定範囲が制限される。

40

【0023】

本発明は熱絶縁領域 2 の空気流軸線方向と平行辺（長辺）を垂直辺（短辺）より大きくしており、発熱抵抗体 4 の水平方向長 L_h を大きくできる。したがって、空気流量の増加に伴い流速が増加しても発熱抵抗体 4 の上を通過する空気の通過時間を確保でき、測定範囲を大きくできる。

【0024】

次に、流量測定感度は発熱抵抗体 4 と熱絶縁領域 2 の空気流軸線方向の垂直辺（短辺）までの間隔 L_d と図 5 に示すような関係になる。図 5 から明らかなように、間隔 L_d を長くすることによって空気量の対する流量測定出力（測温抵抗体 3, 5 の温度差）を大きくす

50

ることができる。これは、熱絶縁領域 2 の上を通過する空気の時間が長くなることによって、熱絶縁領域 2 と空気の間での熱のやり取りの総量が増加することで生じる。

【0025】

本発明は熱絶縁領域 2 の空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、発熱抵抗体 4 と熱絶縁領域 2 の垂直辺までの間隔 L_d を長くできる。したがって、空気量の対する流量測定出力を大きくすることができ流量測定感度を向上させることが可能になる。

【0026】

また、熱絶縁領域 2 における絶縁膜 6 の周囲を平板状基板 1 に固定した熱式空気流計では、熱絶縁領域（熱絶縁部）2 の破壊強度が図 6 に示すように熱絶縁部 2 の空気流軸線方向の垂直辺（短辺）の長さ W によって決まる。図 6 から明らかなように熱絶縁部 2 の短辺を短くすると熱絶縁部 2 の破壊強度が増加する。

10

【0027】

本発明は熱絶縁領域 2 を長方形にし、空気流軸線方向との垂直辺を短辺にして長さ W を小さくしており、熱絶縁部 2 の破壊強度を増加させることができる。

【0028】

このように本発明は熱絶縁領域における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、発熱抵抗体と熱絶縁領域における空気流の軸線方向と垂直辺までの間隔（距離）を大きくとれるので流量測定感度を向上させることができる。また、発熱抵抗体の空気流軸線方向と垂直方向の長さを短くできるので消費電力を低減でき、発熱体の空気流軸線方向と平行方向の幅を大きくとれるので測定範囲を大きくすることができる。

20

【0029】

その上、熱絶縁領域の空気流軸線方向との垂直辺を短辺にして長さを小さくしており、熱絶縁領域の破壊強度を増加させることができる。

【0030】

以上説明したことに基づいて発熱抵抗体を発熱させるための電力が小さく、測定範囲が広く、感度が高く、かつ熱絶縁領域の破壊強度が高い熱式空気流量計を検討する。

【0031】

このために、測定範囲と感度と破壊強度の積を発熱電力で割った値（指標値）と熱絶縁部 2 の空気流軸線方向と平行方向長（平行辺、長辺） L と垂直方向長（垂直辺、短辺） W の比（長方形の長短比） L/W の関係を求めてみる。なお、平行方向長 L と垂直方向長 W の積、つまり熱絶縁部 2 の面積を一定とし、発熱抵抗体 4 の平行方向長（幅） L_h と発熱抵抗体 4 から熱絶縁部 2 の垂直辺までの距離（間隔） L_d は熱絶縁部 2 の平行方向長 L に比例するものとしている。

30

【0032】

このような条件で求めた計算結果を図 7 に示す。図 7 に示すように長短比 L/W が 1 を超えると、測定範囲と感度と破壊強度の積を必要電力で割った値が急激に増加している。つまり、発熱抵抗体 4 を発熱させるための電力が小さく、空気流量の測定範囲が広く、空気流量に対する感度が高く、熱絶縁部 2 の破壊強度が高い熱式空気流量計を得るためには、熱絶縁部 2 の平行水平方向長 L と垂直方向長 W の長短比 L/W を 1 以上、望ましくは 1.5 以上にすることが非常に有効であることが判る。

40

【0033】

また、この関係は発熱抵抗体 4 から熱絶縁部 2 の垂直辺までの距離 L_d と熱絶縁部 2 の垂直方向長 W の関係でも書き表すこともでき、この場合には L_d/W を 1 以上にすると非常に有効となる。

【0034】

図 8 に本発明の第 2 の実施例を示す。図 8 は第 2 の実施例の熱式空気流量計の平面図である。

【0035】

図 8 において図 1 と同一符号は相当物を示し、発熱抵抗体 4 の両側にそれぞれ一對の測温抵抗体 3 a、3 b と測温抵抗体 5 a、5 b が形成されている。また、平板状基板（シリコ

50

ン基板) 1には発熱抵抗体4に直列接続された抵抗体10、空気の温度を測定する抵抗体11、抵抗体11に直列接続された抵抗体12が形成されている。抵抗体11、12は測定空気流の空気温度に応じて抵抗値が変化するように、測定空気流に露出して平板状基板1に形成されている。

【0036】

発熱抵抗体4と抵抗体10は線幅を同一に形成して比抵抗がパターンニングやエッチングによって変化しないようにしている。同様に、抵抗体11と抵抗体12も線幅を同一に形成してパターンニングやエッチングによって比抵抗が変化しないようにしている。発熱抵抗体4、測温抵抗体3a、3b、5a、5b、抵抗体10、11、12はそれぞれ外部回路と接続する電極端子7に接続されている。

10

【0037】

この構成において、測温抵抗体3a、3b、5a、5bは温度を測定するために電圧を印加されて発熱する。測温抵抗体3a、3b、5a、5bの発熱によって、特に低流量側の特性が悪化する。

【0038】

図8に示す実施例ではこれを防ぐために、測温抵抗体3a、3b、5a、5bは線幅(厚み)を発熱抵抗体4より薄く形成し比抵抗を高くして高抵抗にしている。

【0039】

なお、測温抵抗体3a、3b、5a、5bを高抵抗にするには測温抵抗体3a、3b、5a、5bと発熱抵抗体4をポリシリコン薄膜で構成し、測温抵抗体3a、3b、5a、5bのドーズ量を発熱抵抗体4のドーズ量よりも少なくしても行える。この場合、測温抵抗体3a、3b、5a、5bを構成するポリシリコン薄膜のドーズ量を減らすことによって、測温抵抗体3a、3b、5a、5bの温度係数を増加させることもできるので温度検出の感度を更によくすることが可能になる。

20

【0040】

図8に示す熱式空気流量計の駆動回路の一例を図9に示す。

【0041】

図9において熱式空気流量計14の電気回路は発熱抵抗体4、測温抵抗体3a、3b、5a、5b、抵抗体10、11、12によって構成される。発熱抵抗体4と抵抗体10、11、12でブリッジ回路15を構成し、また、測温抵抗体3a、3b、5a、5bでブリッジ回路16を構成する。

30

【0042】

直流電源17はでブリッジ回路15の発熱抵抗体4に電力を供給する。比較器18はブリッジ回路15の出力電圧を検出し演算器19に加える。演算器19は比較器18の出力信号を比例積分演算しPWM回路20に与える。PWM回路20は演算器19の出力に応じたPWM信号を発生しトランジスタ21をオンオフ制御する。トランジスタ21のオンオフによって発熱抵抗体4の電流が制御される。

【0043】

パルス発生回路22はパルス信号を発生して切替回路23をa側とb側にスイッチングする。切替回路23は抵抗体11、12の接続先を切替える。切替回路23のb側には抵抗体11、15と異なる温度係数を持つ抵抗体25が接続されている。抵抗体11、15と抵抗体25でハーフブリッジを構成する。

40

【0044】

抵抗体11、15と抵抗体25で構成されるハーフブリッジの電圧は増幅器24で増幅されサンプルホールド回路26に入力される。サンプルホールド回路26はパルス発生回路22のパルス信号によって増幅器24の出力をサンプリングする。

【0045】

測温抵抗体3a、3b、5a、5bで構成されるブリッジ回路16はパルス発生回路28から電力を供給される。ブリッジ回路16のブリッジ電圧は増幅器24で増幅されサンプルホールド回路30に取込まれる。サンプルホールド回路30はパルス発生回路28のパ

50

ルス信号によって増幅器 24 の出力をサンプリングする。

【0046】

図 9 の駆動回路は発熱抵抗体 4 の温度制御、測定空気流の温度検出および感温抵抗体 3 a、3 b、5 a、5 b の温度差で空気流量を行うようになっている。

発熱抵抗体 4 の温度制御は切替回路 23 を a 側に閉路し、発熱抵抗体 4 の温度をブリッジ回路 15 のブリッジ電圧により比較器 18 で検出する。比較器 18 で検出された発熱抵抗体 4 の温度信号を演算器 19 で比例積分補償して PWM 回路 20 から PWM 信号を得てトランジスタ 21 をオンオフ制御する。発熱抵抗体 4 はトランジスタ 21 のオンオフにより電流を制御され、温度制御される。

【0047】

なお、トランジスタ 21 をオンオフ制御しているのでトランジスタ 21 の自己発熱を低減させている。

【0048】

次に、測定空気流の空気温度検出は切替回路 23 を b 側に閉路し、測定空気流に露出して平板状基板 1 に形成された抵抗体 11、12 と基準抵抗である抵抗体 25 によって構成されるハーフブリッジの出力電圧を増幅器 24 で増幅してサンプルホールド回路 26 でサンプリングする。サンプルホールド回路 26 の出力として空気温度が検出される。

【0049】

このように、切替回路 23 を用いて空気温度を検出することによって、平板状基板 1 に空気流の空気の温度を検出するための特別な回路素子を必要とせずに空気流の空気温度を検出することができる。

【0050】

次に、感温抵抗体 3 a、3 b、5 a、5 b の温度差検出はブリッジ回路 16 にパルス発生回路 28 からパルス電圧を印加してブリッジ回路 16 のブリッジ電圧を増幅器 29 で増幅してサンプルホールド回路 30 でサンプリングする。サンプルホールド回路 30 の出力として温度差つまり空気流量が検出される。

【0051】

このように感温抵抗体 3 a、3 b、5 a、5 b で構成されるブリッジ回路 16 の電源をパルス駆動することにより感温抵抗体 3 a、3 b、5 a、5 b の自己発熱を低減することができる。感温抵抗体 3 a、3 b、5 a、5 b の自己発熱は直流的に電圧を印加すると、熱絶縁部 2 の温度を 20 以上増加させ流量測定特性に大きな影響を与えるのを防止できる。

【0052】

図 8、図 9 に示す第 2 の実施例も熱絶縁部における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図 1、図 2 に示す第 1 の実施例と同様な効果を奏しえる。

【0053】

図 10 に本発明の第 3 の実施例を示す。図 10 は第 3 の実施例の平面図である。

【0054】

図 10 において図 1 と同一符号は相当物を示し、図 1 の実施例と異なるところは、熱絶縁領域 2 の発熱抵抗体 4 が形成される領域 2 a を空気流軸線方向と垂直方向（図の上下方向）に大きくしたものである。換言すると、熱絶縁領域 2 を十字型に構成したものである。

【0055】

図 10 の実施例では発熱抵抗体 4 から空気流軸線方向と垂直方向に伝わり平板状基板 1 へ伝熱する熱量を低減することができる。また、熱絶縁部（熱絶縁領域）2 を十字型にすることによって垂直辺（短辺）を小さくでき熱絶縁部 2 の強度を損なうことなく発熱抵抗体 4 から平板状基板 1 への放熱を低減することができる。なお、熱絶縁部 2 の構成は十字型以外にも T 字型などでも同様の効果を得ることができる。

【0056】

図 10 に示す第 3 の実施例も熱絶縁部における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図 1、図 2 に示す第 1 の実施例と同様な効果を奏しえる。

10

20

30

40

50

【0057】

図11に本発明の第4の実施例を示す。図11は第4の実施例の平面図である。

【0058】

図11において図1と同一符号は相当物を示し、図1の実施例と異なるところは、空気流軸線方向と垂直方向の長さが異なる2つの発熱抵抗体4a、4bを設けたことである。測温抵抗体3、5にも空気流軸線方向と垂直方向の長さが異なる部分が形成されている。測温抵抗体3、5の長さの大きい部分の長さは発熱抵抗体4aに略等しく、長さの小さい部分の長さは発熱抵抗体4bに略等しく形成されている。

【0059】

図11に示す熱式空気流量計の駆動回路の一例を図12に示す。

10

【0060】

図12(a)は発熱抵抗体(短い発熱抵抗体)4bと抵抗32~34でブリッジ回路31を構成し、ブリッジ回路31のブリッジ電圧を増幅器35で増幅してブリッジ回路31に電源電圧として供給している。

【0061】

図12(b)は発熱抵抗体(長い発熱抵抗体)4aと抵抗37~39でブリッジ回路36を構成し、ブリッジ回路36のブリッジ電圧を増幅器40で増幅し制限回路41を介してブリッジ回路36に電源電圧として供給している。

【0062】

図12(c)は感温抵抗体3,5と抵抗43,44でブリッジ回路42を構成し、ブリッジ回路42に直流電源45から給電している。ブリッジ回路42のブリッジ電圧を増幅器46で増幅して空気流量として出力する。

20

【0063】

図11に示す第4の実施例の熱式空気流量計を図12の駆動回路で駆動した場合の動作特性を図13により説明する。

【0064】

図12(b)に示す空気流軸線方向の垂直方向の長さが大きい発熱抵抗体4aのみを動作させた場合には、図13の特性aのように低流量側で大きな感度を示し、高流量側では飽和する。これは、発熱抵抗体4aの空気流軸線方向に垂直な方向の長さが大きいため、両側に配置される感熱抵抗体3,5に与える影響が大きいためである。一方、高流量側では制限回路42があるために発熱抵抗体4aの温度が下がり出力電圧が飽和する。

30

【0065】

図12(a)に示す空気流軸線方向の垂直方向の長さが小さい発熱抵抗体4bのみを動作させた場合は、特性bのように低流量での感度は小さいが大きな測定範囲を出力電圧(流量測定電圧)を得ることができる。また、発熱抵抗体4a、4bを同時に動作させた場合には特性cのように低流量側での感度が大きく、高流量側で飽和しない出力電圧を得ることができる。

【0066】

このように低流量での感度が大きく、高流量側では感度は小さいが測定範囲を広い特性はエンジンの吸入空気量の計測などに使われる熱式空気流量計として最適な特性となる。

40

【0067】

また、消費電力については、図14に示すように発熱抵抗体4bのみを動作させた場合は特性bのようになり、発熱抵抗体4aのみを動作させた場合には特性aのようになる。発熱抵抗体4aのみを動作させた場合は制限回路41により制限され、高流量における発熱抵抗体4aの消費電力を低減させることができる。なお、図11に示す第4の実施例も熱絶縁部における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図1、図2に示す第1の実施例と同様な効果を奏しえる。

【0068】

図15に本発明の第5の実施例を示す。図15は第5の実施例の平面図である。

【0069】

50

図 15 において図 1 と同一符号は相当物を示し、図 1 の第 1 の実施例と異なるところは発熱抵抗体 4c を 3 個の抵抗体で形成し、この 3 個の抵抗体を並列接続していることである。

【0070】

第 1 の実施例のような図 1 に示す発熱抵抗体 4 では発熱抵抗体 4 に空気流軸線方向と垂直方向に温度斑（温度不揃い）が生じ、中央部分の温度が高く周辺部分の温度が低くなることがある。図 15 の実施例では発熱抵抗体 4c を並列構成にしているために周辺部の温度が低下すると、周辺部の抵抗値の低下によって周辺部に流れる電流が増加する。このため、周辺部の温度が上昇するので、発熱抵抗体 4c に空気流軸線方向と垂直方向に大きな温度斑が生じにくくなる。

10

【0071】

このように、発熱抵抗体 4c に空気流軸線方向と垂直方向の温度斑を低減することによって、発熱抵抗体 4c のピーク温度を下げるができる。発熱抵抗体 4c は白金抵抗やポリシリコンで構成されるが、ピーク温度が高くなると経時変化を生じやすくなり抵抗値が変化する。図 15 の実施例では発熱抵抗体 4c を並列構成にすることで温度斑を低減できピーク温度を低く抑えることが可能になる。

【0072】

また、図 15 に示す第 5 の実施例も熱絶縁部における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図 1、図 2 に示す第 1 の実施例と同様な効果を奏しえる。

【0073】

図 16 に本発明の第 6 の実施例を示す。図 16 は第 6 の実施例の熱式空気流量計の断面図である。なお、図 16 は見易くするために断面を示すハッチングを省略している。

20

【0074】

図 16 において図 1 と同一符号は相当物を示し、図 1 の第 1 の実施例と異なるところは発熱抵抗体 4 の下部に断面三角状のシリコン部材 48 を設けたことである。

【0075】

このようにシリコン部材 48 を設けると発熱抵抗体 4 の部分の熱伝導性を高め、空気流軸線方向と垂直方向の温度斑を低減することができる。

【0076】

なお、図 16 の第 6 の実施例も熱絶縁部 2 は空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きく形成しており、図 1、図 2 に示す第 1 の実施例と同様な効果を奏しえる。

30

【0077】

図 17、図 18 に本発明の第 7 の実施例を示す。図 17 は第 7 の実施例の平面図、図 18 は図 17 の B - B 断面図である。なお、図 17、18 において保護膜は図示を省略しており、また、図 18 は見易くするために断面を示すハッチングを省略している。

【0078】

図 17、18 において図 1、2 と同一符号は相当物を示し、図 1 の第 1 の実施例と異なるところはコ字型の発熱抵抗体 4 の上流側片 4A と下流側片 4B の上部にそれぞれアルミ板 50、51 を設けたことである。

【0079】

このように発熱抵抗体 4 の上部にアルミ板 50、51 を設けると発熱抵抗体 4 の空気流軸線方向に対して垂直方向の熱伝導性を高めて垂直方向の温度斑を低減することができる。また、コ字型の発熱抵抗体 4 の上流側片 4A と下流側片 4B にアルミ板 50、51 を別々に設けているので、発熱抵抗体 4 の上流側の温度と下流側の温度が空気流量の変化により大きく変化し易くなり測定範囲を拡大できる。

40

【0080】

また、図 17、18 に示す第 7 の実施例も熱絶縁部 2 における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図 1、図 2 に示す第 1 の実施例と同様な効果を奏しえる。

【0081】

図 19 に本発明の第 8 の実施例を示す。図 19 は第 8 の実施例の平面図である。

50

【0082】

図19において図1、図8と同一符号は相当物を示し、発熱抵抗体4の両側にそれぞれ一对の測温抵抗体3a、3bと測温抵抗体5a、5bが形成されている。また、発熱抵抗体4と測温抵抗体3a、3bの間にシールド板(シールドパターン)54が配置され、測温抵抗体5a、5bの周囲に間にシールド板(シールドパターン)55、56が形成配置されている。

【0083】

図19に本発明の第8の実施例は発熱抵抗体4と測温抵抗体3a、3bおよび測温抵抗体5a、5b間にそれぞれシールド板54、55を配置し、測温抵抗体5a、5bの下流側にシールド板56を配置している。

10

【0084】

このように構成すると、発熱抵抗体4をパルス駆動した時に発熱抵抗体4と測温抵抗体3a、3b、5a、5bの静電結合によって生じる測温抵抗体3a、3b、5a、5bの両端に現れるヒゲ状のノイズ電圧を低減することができる。

また、図19に示す第8の実施例も熱絶縁部2における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図1、図2に示す第1の実施例と同様な効果を奏しえる。

【0085】

図20に本発明の第9の実施例を示す。図20は第9の実施例における空気流量計の平面図である。

【0086】

図20において図1と同一符号は相当物を示し、図1の第1の実施例と異なるところは測温抵抗体3、5の抵抗パターンを空気流軸線方向と平行方向の距離が長くなるように空気流軸線方向に折曲したことである。

20

【0087】

測温抵抗体3、5はポリシリコン薄膜や白金薄膜によって構成されるが、その厚みは1 μ m程度である。この1 μ mの厚みは熱絶縁部2の表面を流れる空気の流れに微妙な影響を与え、空気流を層流から乱流に変化させることになる。

【0088】

図20に示す本発明の第9の実施例は測温抵抗体3、5の抵抗パターンを空気流軸線方向と平行方向の距離が長くなるように形成しているので測温抵抗体3、5の厚みによる影響を低減できる。

30

【0089】

また、図20に示す第9の実施例も熱絶縁部2における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図1、図2に示す第1の実施例と同様な効果を奏しえる。

【0090】

また、図20に示す第9の実施例も熱絶縁部2における空気流軸線方向と平行辺を垂直辺より大きくしており、図1、図2に示す第1の実施例と同様な効果を奏しえる。

【0091】

以上説明したように、本発明は熱絶縁領域における空気流の軸線方向と平行辺が垂直辺の長さより大きくし長方形にしており、発熱体と熱絶縁領域における空気流の軸線方向と垂直辺までの間隔(距離)を大きくとれるので流量測定感度を向上させることができる。また、発熱体の空気流軸線方向と垂直方向の長さを短くできるので消費電力を低減でき、発熱体の空気流軸線方向と平行方向の幅を大きくとれるので測定範囲を大きくすることができる。

40

【0092】

また、上述の実施例は熱絶縁領域の空気流軸線方向との垂直辺を短辺にして長さを小さくしており、熱絶縁領域の破壊強度を増加させることができる。

【0093】

なお、上述の各実施例から把握できる請求項に記載していない技術思想(発明)について下記すると次のようになる。

50

【 0 0 9 4 】

【 発 明 1 】

発熱抵抗体は2種類有り、第1の発熱抵抗体は空気流軸線方向に対して垂直方向の長さが長い発熱抵抗体で、第2の発熱抵抗体は空気流に対して垂直方向の長さが第1の発熱抵抗体より短い発熱抵抗体であることを特徴とする熱式空気流量計。

【 発 明 2 】

発熱抵抗体が並列構成されていることを特徴とする熱式空気流量計。

【 発 明 3 】

熱絶縁部に熱伝導性材を発熱抵抗体に対抗するように配置したことを特徴とする熱式空気流量計。

10

【 発 明 4 】

熱伝導性の物体を空気流の方向に対して分割したことを特徴とする熱式空気流量計。

【 発 明 5 】

測温抵抗体あるいは測温抵抗体の引き出し配線の周囲に一定電位に保持された配線パターンを配置したことを特徴とする熱式空気流量計。

【 発 明 6 】

測温抵抗体が温度依存性を持つ抵抗体で、空気流軸線方向に平行に配置したことを特徴とする熱式空気流量計。

【 発 明 7 】

測温抵抗体に印加する電圧をパルス状にしたことを特徴とする熱式空気流量計。

20

【 発 明 8 】

発熱抵抗体と測温抵抗体はポリシリコン膜で形成され、発熱抵抗体のポリシリコン膜の抵抗率が測温抵抗体のポリシリコン膜の抵抗率より低いことを特徴とする熱式空気流量計。

【 発 明 9 】

発熱抵抗体と測温抵抗体はがポリシリコン膜で形成され、発熱抵抗体のポリシリコン膜の厚みが測温抵抗体のポリシリコン膜より厚いことを特徴とする熱式空気流量計。

【 0 0 9 5 】

【 発 明 の 効 果 】

本発明は熱絶縁領域における空気流の軸線方向と平行辺が垂直辺の長さより大きくしており、発熱体と熱絶縁領域における空気流の軸線方向と垂直辺までの間隔（距離）を大きくとれるので流量測定感度を向上させることができる。また、発熱体の空気流軸線方向と垂直方向の長さを短くできるので消費電力を低減でき、発熱体の空気流軸線方向と平行方向の幅を大きくとれるので測定範囲を大きくすることができる。

30

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 1 】 本発明の第1の実施例を示す平面図である。

【 図 2 】 図1のA - A断面図である。

【 図 3 】 本発明を説明するための特性図である。

【 図 4 】 本発明を説明するための特性図である。

【 図 5 】 本発明を説明するための特性図である。

【 図 6 】 本発明を説明するための特性図である。

40

【 図 7 】 本発明を説明するための特性図である。

【 図 8 】 本発明の第2の実施例を示す平面図である。

【 図 9 】 第2の実施例を動作させる駆動回路の一例構成図である。

【 図 1 0 】 本発明の第3の実施例を示す平面図である。

【 図 1 1 】 本発明の第4の実施例を示す平面図である。

【 図 1 2 】 第4の実施例を動作させる駆動回路の一例構成図である。

【 図 1 3 】 第4の実施例を説明するための特性図である。

【 図 1 4 】 第4の実施例を説明するための特性図である。

【 図 1 5 】 本発明の第5の実施例を示す平面図である。

【 図 1 6 】 本発明の第6の実施例を示す断面図である。

50

【図17】本発明の第7の実施例を示す平面図である。

【図18】図17のB-B断面図である。

【図19】本発明の第8の実施例を示す平面図である。

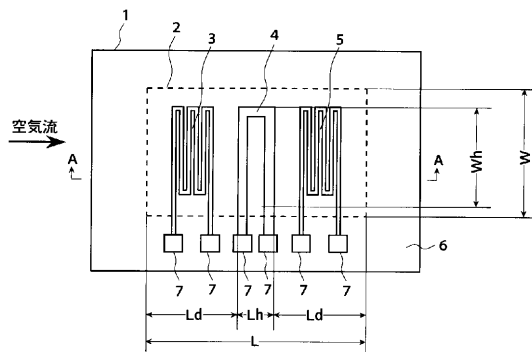
【図20】本発明の第9の実施例を示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 ... 平板状基板、2 ... 熱絶縁領域（熱絶縁部）、3、5 ... 測温抵抗体、4 ... 発熱抵抗体、
- 6 ... 絶縁膜、7 ... 端子電極、48 ... シリコン部材、50、51 ... アルミ板、54、55、
- 56 ... シールド板。

【図1】

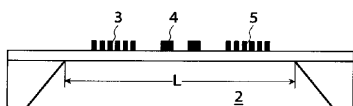
図1



- 1...平板状基盤 2...熱絶縁領域（熱絶縁部） 3、5...測温抵抗体
- 4...発熱抵抗体 6...絶縁膜 7...端子電極

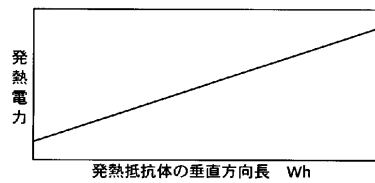
【図2】

図2



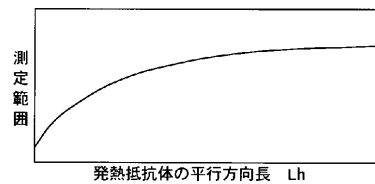
【図3】

図3



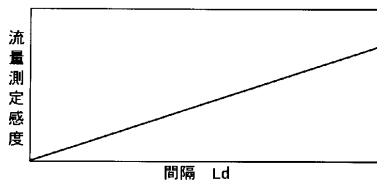
【図4】

図4



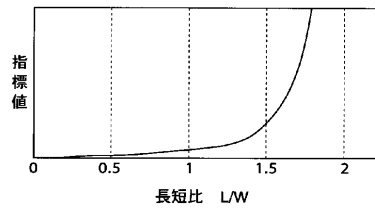
【図5】

図5



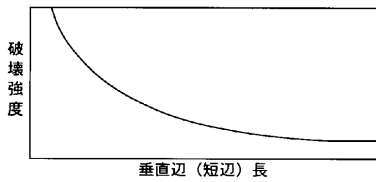
【図7】

図7



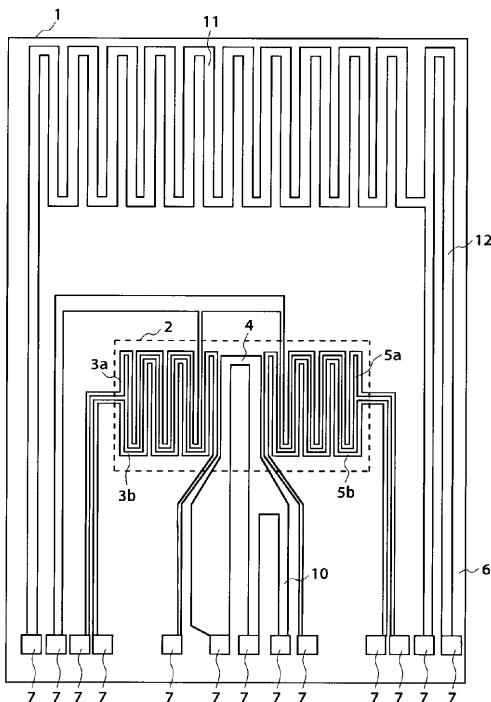
【図6】

図6



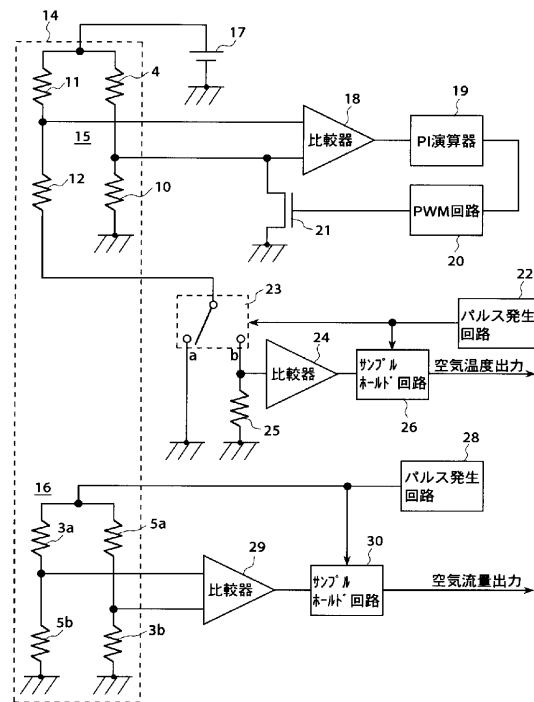
【図8】

図8



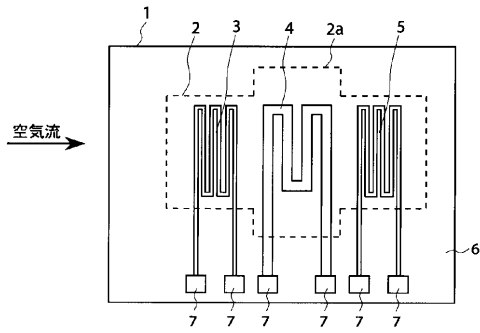
【図9】

図9



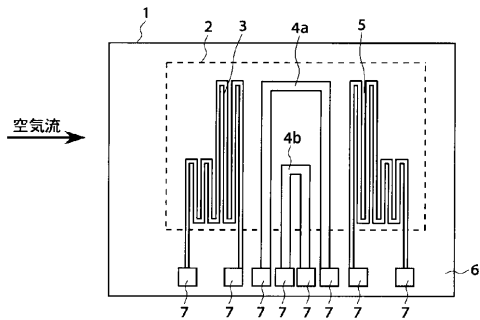
【 图 1 0 】

图 10



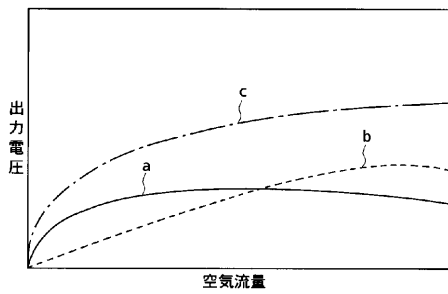
【 图 1 1 】

图 11



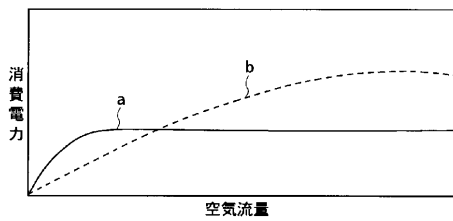
【 图 1 3 】

图 13



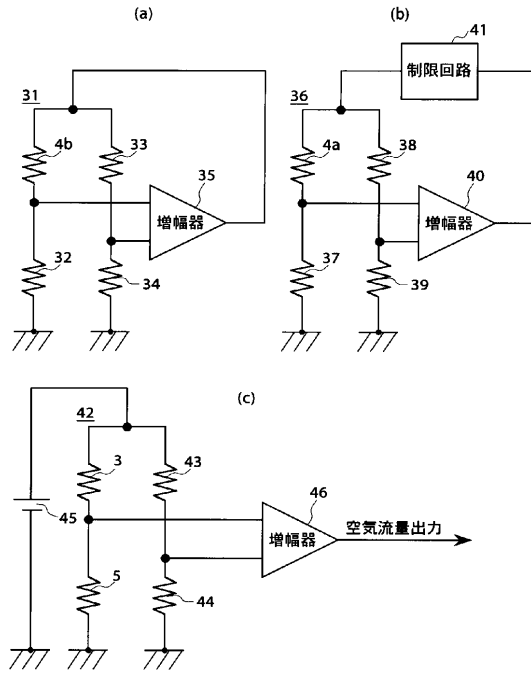
【 图 1 4 】

图 14



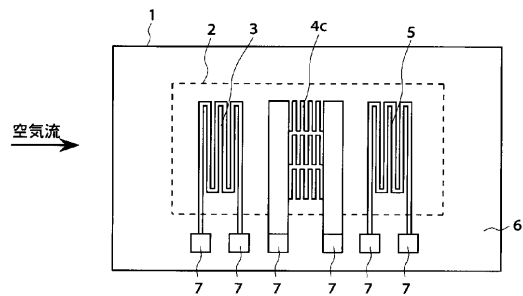
【 图 1 2 】

图 12



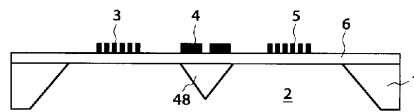
【 图 1 5 】

图 15



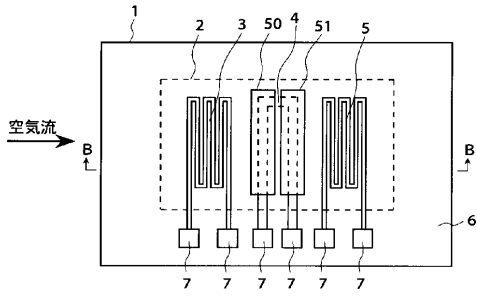
【 图 1 6 】

图 16



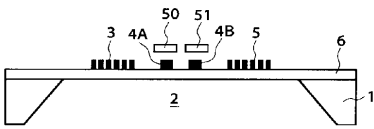
【 图 1 7 】

图 17



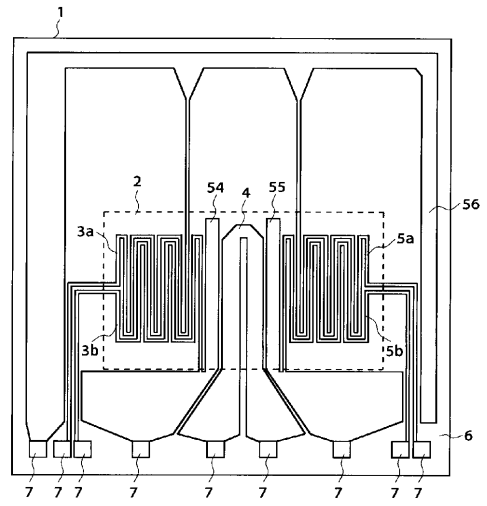
【 图 1 8 】

图 18



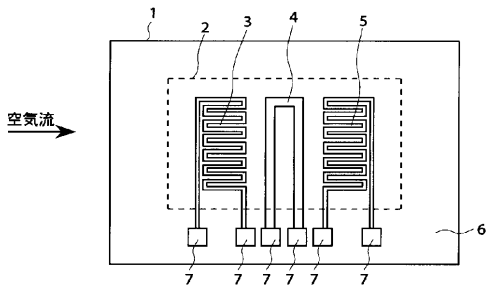
【 图 1 9 】

图 19



【 图 2 0 】

图 20



フロントページの続き

- (72)発明者 山田 雅通
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 渡辺 泉
茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会社日立カーエンジニアリング内
- (72)発明者 半沢 恵二
茨城県ひたちなか市高場2477番地 株式会社日立カーエンジニアリング内
- (72)発明者 中田 圭一
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
ムグループ内 株式会社日立製作所オートモティブシステ
- Fターム(参考) 2F035 EA05 EA08