

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3993857号  
(P3993857)

(45) 発行日 平成19年10月17日(2007.10.17)

(24) 登録日 平成19年8月3日(2007.8.3)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 L 19/04 (2006.01)** GO 1 L 19/04  
**GO 1 L 23/10 (2006.01)** GO 1 L 23/10

請求項の数 4 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-32996 (P2004-32996)                  (22) 出願日 平成16年2月10日 (2004.2.10)                  (65) 公開番号 特開2005-227001 (P2005-227001A)                  (43) 公開日 平成17年8月25日 (2005.8.25)                  審査請求日 平成19年1月26日 (2007.1.26)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 591037580                  シチズンファインテック株式会社                  長野県北佐久郡御代田町大字御代田410                  7番地5                  (74) 代理人 100077621                  弁理士 綿貫 隆夫                  (74) 代理人 100092819                  弁理士 堀米 和春                  (72) 発明者 高橋 和生                  長野県北佐久郡御代田町大字御代田410                  7-5 シメオ精密株式会社内                  (72) 発明者 林 貴之                  長野県北佐久郡御代田町大字御代田410                  7-5 シメオ精密株式会社内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 圧力センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

圧電センサを内蔵した外部筐体と、該外部筐体内に配置され、圧電センサに被測定体からの圧力を伝達する、前記圧電センサを含む内部構造体とを備えた圧力センサにおいて、前記内部構造体が、圧電センサを挟んで配置された前部電極と後部電極とを備え、前記圧電センサの熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係数よりも小さく、前記後部電極の熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係よりも大きく設定され、前記外部筐体と前記内部構造体との熱膨張量がマッチングされて、前記圧電センサに作用する予圧力の変動を防止したことを特徴とする圧力センサ。

【請求項2】

圧電センサを内蔵した外部筐体と、該外部筐体内に配置され、圧電センサに被測定体からの圧力を伝達する、前記圧電センサを含む内部構造体とを備えた圧力センサにおいて、前記内部構造体が圧電センサを挟んで配置された前部電極および後部電極と、該後部電極の後部に配置され、絶縁リングを介して前記圧電センサに予圧を加えた状態で前記外部筐体に固定された第1のインナーボディとを備え、

前記圧電センサと前記絶縁リングの熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係数よりも小さく、前記後部電極と前記第1のインナーボディの熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係数よりも大きく設定されて、前記外部筐体と前記内部構造体との熱膨張量がマッチングされて、前記圧電センサに作用する予圧力の変動を防止したことを特徴とする圧力センサ。

【請求項3】

前記外部筐体の前端部に、ダイヤフラムが前記前部電極と一体に形成されて封着され、前記圧電センサが前記ダイヤフラムの後部に設けられた前部電極と前記後部電極とに挟まれて配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の圧力センサ。

【請求項 4】

前記圧電センサは横軸効果を利用したランガサイト結晶からなる圧電素子を複数枚積層して形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は圧力センサに関し、より詳細には内燃機関のシリンダ内のような高温、高圧環境下において好適に使用することができる圧力センサに関する。 10

【背景技術】

【0002】

内燃機関のシリンダ内のような高温、高圧環境下における圧力を検知するセンサとして、圧電素子を圧力検知部に使用した圧力センサが知られている。圧電素子は、高温で連続使用が可能であり、高速応答特性を備えていることから、高温、高圧環境下での圧力検知に好適に使用することが可能である。圧力検知用として使用する圧電素子としては、従来、水晶、リン酸ガリウム、ニオブ酸リチウム、ランガサイト等が知られている（特許文献 1、特許文献 2 参照）。

【0003】

20

図 2 に示す圧力センサは、円筒体状に形成した本体 10 の前端部にダイヤフラム 20 を封着し、本体 10 の前端部側に形成されているヘッド部 15 の内部に圧電センサ 22 を配置したものであり、ダイヤフラム 20 に作用した圧力によって圧電センサ 22 に生じた電荷信号をリードピン 40 およびレセプタクル 42 を介して検知器により検知するように構成されている。例示した圧力センサは横軸効果を利用する圧電素子を使用したもので、この圧電素子を複数枚積層して圧電センサ 22 としている。

【0004】

圧力の検知部に圧電素子を使用する圧力センサでは圧電素子を一定の圧力で加圧した状態で使用する。図 2 に示す圧力センサでは、圧電センサ 22 を挟んで前部電極 24 と後部電極 26 とを配置し、第 1 のインナーボディ 32 と第 2 のインナーボディ 34 とによって絶縁リング 28 を介して後部電極 26 を押圧することにより圧電センサ 22 に所定の圧力が作用するようにしている。前部電極 24 はダイヤフラム 20 と一体に形成されており、ダイヤフラム 20 は本体 10 の前端部に溶接して取り付けられている。 30

【特許文献 1】特開平 5 - 172680 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 54773 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

圧力検知部に圧電素子を使用した圧力センサでは、上述したように、圧力センサを組み立てる際に圧電センサ 22 に所定の圧力が作用するように調節して組み立てる。圧電センサ 22 に予圧を作用させた状態に組み立てることにより、圧電センサ 22 から確実に出力信号を取り出すことが可能となる。 40

しかしながら、実際に圧力センサをエンジン等に取り付けて被測定体の圧力を測定すると、圧力センサが加熱されて高温になった場合に、圧力センサからの出力信号の 0 点位置が基準位置から変動してしまうという問題が生じた。

【0006】

このように、圧力センサの出力信号の 0 点位置が変動すると、圧力センサからの出力信号が被測定体の正確な圧力値を反映したものとならなくなり、圧力センサによる測定データの信頼性が損なわれる結果となる。

そこで、本発明はこれらの課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところ 50

るは、エンジン内の圧力を検知する場合のように、使用時に圧力センサが高温に加熱されるような条件となる場合であっても、圧力センサからの出力信号の0点位置が変動することを抑え、これによって安定した信頼性の高い圧力検知を可能にする圧力センサを提供するにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明は次の構成を備える。

すなわち、圧電センサを内蔵した外部筐体と、該外部筐体内に配置され、圧電センサに被測定体からの圧力を伝達する、前記圧電センサを含む内部構造体とを備えた圧力センサにおいて、前記内部構造体が、圧電センサを挟んで配置された前部電極と後部電極とを備え、前記圧電センサの熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係数よりも小さく、前記後部電極の熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係よりも大きく設定され、前記外部筐体と前記内部構造体との熱膨張量がマッチングされて、前記圧電センサに作用する予圧力の変動を防止したことを特徴とする。

10

【0008】

また、圧電センサを内蔵した外部筐体と、該外部筐体内に配置され、圧電センサに被測定体からの圧力を伝達する、前記圧電センサを含む内部構造体とを備えた圧力センサにおいて、前記内部構造体が圧電センサを挟んで配置された前部電極および後部電極と、該後部電極の後部に配置され、絶縁リングを介して前記圧電センサに予圧を加えた状態で前記外部筐体に固定された第1のインナーボディとを備え、前記圧電センサと前記絶縁リングの熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係数よりも小さく、前記後部電極と前記第1のインナーボディの熱膨張係数が前記外部筐体の熱膨張係数よりも大きく設定されて、前記外部筐体と前記内部構造体との熱膨張量がマッチングされていることを特徴とする。

20

また、前記外部筐体の前端部に、ダイヤフラムが前記前部電極と一体に形成されて封着され、前記圧電センサが前記ダイヤフラムの後部に設けられた前部電極と前記後部電極とに挟まれて配置されていることを特徴とする。

また、前記圧電センサは横軸効果を利用したランガサイト結晶からなる圧電素子を複数枚積層して形成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る圧力センサは、外部筐体と内部構造体の熱膨張量をマッチングさせた構成としたことにより、被測定体の温度が上昇して圧力センサ自体の温度が室温から上昇したような場合でも、圧電センサに作用する圧力が組み立て時に設定した予圧力から変動することを防止することができ、被測定体の圧力を正確に検知することを可能として、安定した信頼性の高い圧力センサとして提供することが可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。

図1は、本発明に係る圧力センサの一実施形態の構成を示す断面図である。図は、圧電素子が内蔵されている圧力センサのヘッド部15の構成を拡大して示す。ヘッド部15の構成は前述した図2に示す圧力センサにおける構成と同様であり、圧電センサ22を挟んで前部電極24と後部電極26とが配置され、絶縁リング28、後部電極26を介して第1のインナーボディ32によって圧電センサ22に所定の予圧が加えられている。

40

【0011】

図2に示すように、第1のインナーボディ32は絶縁リング28の後面に当接し、第2のインナーボディ34は第1のインナーボディ32の後面に当接する。第2のインナーボディ34の外周面にはねじが設けられ、第2のインナーボディ34は本体10の内周面に設けたねじと螺合する。圧電センサ22に作用させる予圧は、組み立て時に第2のインナーボディ34の軸線方向の位置を調節することによって適宜設定することができる。予圧を調節した後、第1のインナーボディ32と本体10との間をレーザ溶接し、第1のイン

50

ナーボディ 32 を本体 10 に固設することによって圧電センサ 22 に所定の圧力が作用した状態で保持される。36 がレーザ溶接部である。

【0012】

図 2 に示した形態の従来の圧力センサにおいては、本体 10、ダイアフラム 20、後部電極 26 および第 1 のインナーボディ 32 には、いずれも同一材質のステンレス材が使用されている。また、圧電センサ 22 にはランガサイト結晶からなる圧電素子が使用され、絶縁リング 28 にはアルミナセラミックが使用されている。

【0013】

圧力センサをたとえばエンジンに取り付けてエンジン内の圧力を検知するといった際には、ダイアフラム 20 をエンジンルーム内に向け、圧力センサをエンジン本体に固定して使用する。図 1 で、11 は本体 10 のヘッド部 15 の外周面に設けたねじ部であり、本実施形態の圧力センサは、被検知体にこのヘッド部 15 をねじ込んで固定するように形成されている。

10

したがって、実際にエンジン内の圧力を検知するといった場合は、ダイアフラム 20 およびヘッド部 15 はもちろんのこと、ヘッド部 15 に内蔵されている圧電センサ 22、後部電極 26、絶縁リング 28、第 1 のインナーボディ 32 等は加熱されて高温になる。

【0014】

図 6 は従来の圧力センサを用いて自動車用エンジンの燃焼圧力を測定したデータを示すものである。図のように、圧力センサからの出力信号は、エンジンルーム内で繰り返して燃焼が生じていることに対応してスパイク状の出力信号が繰り返しあらわれることを示す。また、同時に図 6 は、エンジンの燃焼開始から時間が経過するとともに、0 点位置が徐々に下方にドリフト移動することを示す。

20

【0015】

本発明者らは、圧力センサの出力信号の 0 点位置がこのように変動する原因を調査したところ、この 0 点位置が変動する原因が、圧力センサの外部筐体である本体 10 と、ヘッド部 15 に内蔵されている圧電センサ 22、前部電極 24、後部電極 26 等の内部構造体の熱膨張係数が相違していることにあることを見いだした。

すなわち、圧力センサを組み立てた室温時と、圧力センサが高温に加熱された時とでは、外部筐体と内部構造体の熱膨張量が異なり、この熱膨張量の差によって圧電センサ 22 に作用する圧力（予圧力）が変動し、圧力センサの出力信号の 0 点位置が変動する結果になることがわかった。

30

【0016】

なお、内部構造体とは、筒状に形成された外部筐体の内部に配置された部材で、外部筐体との関係で熱膨張量を考慮する対象となる部材あるいは部材の一部分をいう。図 1 に示す本実施形態で外部筐体との関係で熱膨張量を比較検討する対象となる内部構造体は、本体 10 と第 1 のインナーボディとをレーザ溶接したレーザ溶接部 36 から本体 10 の前方部分に配されている部材（図の L の範囲）、すなわち、ダイアフラム 20 と一体に形成された前部電極 24、圧電センサ 22、後部電極 26、絶縁リング 28、第 1 のインナーボディ 32 の一部ということになる。

【0017】

従来の圧力センサにおいて、本体 10、ダイアフラム 20、後部電極 26、第 1 のインナーボディ 32 を形成しているステンレス材（SUS # 630）の熱膨張係数は  $11 \times 10^{-6}$ （/）であり、ランガサイト結晶からなる圧電センサ 22 の熱膨張係数は  $5 \sim 6 \times 10^{-6}$ （/）である。また、絶縁リング 28 を構成するアルミナセラミックの熱膨張係数は  $7 \sim 8 \times 10^{-6}$ （/）である。これらの熱膨張係数を比較してみると、圧電センサ 22 の熱膨張係数が他のステンレス材からなる部材の熱膨張係数よりもかなり小さいことがわかる。

40

【0018】

図 1 に示す圧力センサの場合は、その構造上、本体 10 からなる外部筐体と、ヘッド部 15 に内蔵されている内部構造体の熱膨張量は別個に計算して求めることができる。

50

すなわち、図 1 に示す範囲 L について、本体 10 の熱膨張量と、ヘッド部 15 に内蔵されている内部構造体の熱膨張量とを比較することによって、温度とともに外部筐体と内部構造体の熱膨張量がどのように変化するかを計算して求めることができる。

#### 【 0 0 1 9 】

図 4 は、外部筐体の膨張量と内部構造体の膨張量を計算によって求めた結果を示す。なお、この計算では、本体 10、ダイアフラム 20、後部電極 26、第 1 のインナーボディ 32 が同一のステンレス材 ( S U S # 6 3 0 ) からなるとし、圧電センサ 22 の熱膨張係数を  $6 \times 10^{-6}$  ( / )、絶縁リング 28 の熱膨張係数を  $7 \times 10^{-6}$  ( / ) として求めた。熱膨張量はヘッド部 15 の長さ、圧電センサ 22 の厚さ (長さ)、後部電極 26 の厚さ (長さ) 等によって変動する。図示例は図 1 に示す設計値に基づく。

10

図 4 は、外部筐体の熱膨張係数と内部構造体の熱膨張係数が相違していると、温度とともに熱膨張量の差が徐々に大きくあられるようになることを示している。

#### 【 0 0 2 0 】

このように、外部筐体の熱膨張係数と内部構造体の熱膨張係数が相違していると、温度とともに熱膨張量の差が大きくなり、結果として圧電センサ 22 に作用する圧力 (予圧力) が変動する (本実施形態では圧電センサ 22 に作用する圧力が小さくなるように作用する)。その結果として図 6 に示すように、圧力センサの温度が上昇していくと徐々に圧力センサの出力信号の 0 点位置がドリフト移動するものと考えられる。

#### 【 0 0 2 1 】

本実施形態の圧力センサは、圧力センサが高温になった場合でもこのような外部筐体と内部構造体との熱膨張量の差が生じないように、内部構造体の材質を選択したことを特徴とする。すなわち、内部構造体を構成する圧電センサ 22 はステンレス材からなる外部筐体とくらべて熱膨張係数が小さく、温度上昇した際における熱膨張量が外部筐体にくらべて小さいから、この圧電センサの熱膨張量を内部構造体を構成している他の部材の熱膨張量によって補い、これによって内部構造体全体としての熱膨張量と外部筐体の熱膨張量をマッチングさせるようにする。

20

#### 【 0 0 2 2 】

本実施形態では、実際にはダイアフラム 20 については本体 10 と同一のステンレス材を使用して、後部電極 26 と第 1 のインナーボディ 32 とに別の材質のステンレス材を使用した。具体的には、外部筐体を構成するステンレス材 (熱膨張係数  $11 \times 10^{-6}$  ( / ) ) に対して、これよりも熱膨張係数の大きなステンレス材 ( S U S # 3 0 3 または # 3 0 4 ) 熱膨張係数  $17 \times 10^{-6}$  ( / ) を後部電極 26 と第 1 のインナーボディ 32 とに使用した。

30

#### 【 0 0 2 3 】

図 3 は、後部電極 26 と第 1 のインナーボディ 32 にこの別の材質のステンレス材を使用した場合に、外部筐体と内部構造体の熱膨張量が温度とともにどのように変化するかを計算して求めた結果を示す。圧電センサ 22 および後部電極 26 等の内部構造体の形状および配置は図 1 に示したものと同一である。

図 3 に示したグラフは、後部電極 26 と第 1 のインナーボディ 32 として上記の材料を使用した場合には、外部筐体と内部構造体との熱膨張量がマッチングし、温度が上昇しても熱膨張量の差が生じないことを示している。

40

#### 【 0 0 2 4 】

図 5 は外部筐体と内部構造体との熱膨張量をマッチングさせた圧力センサを自動車用エンジンに取り付けて、図 6 に示す従来の圧力センサを使用した場合と同一の条件で燃焼圧を測定した結果を示す。図 5 においても、従来の圧力センサを用いた場合と同様に、エンジンの燃焼とともにスパイク状の出力信号が繰り返しあらわれている。この図 5 に示す測定データにおいて特徴的な点は、測定データの 0 点位置の変動がほとんどないことである。0 点位置の変動については、図 6 に示す従来の圧力センサを用いた測定データと比較すると明りょうである。

#### 【 0 0 2 5 】

50

図6では、燃焼開始時から徐々に0点位置が下がっていく傾向がみられる。これはエンジンが燃焼開始するとともに圧力センサ自体の温度が徐々に上がっていき、外部筐体と内部構造体との熱膨張量の差が徐々に大きくなっていくことに対応している。一方、図5に示す本実施形態の圧力センサの測定データでは燃焼開始時からの時間経過とともに0点位置が変動する量はわずかである。これは外部筐体と内部構造体との熱膨張量がマッチングされていることによる。

図5、6を比較してわかるように、本実施形態の圧力センサによれば、0点位置の変動量を小さく抑えることによって、被測定体の圧力値を正確に測定することが可能になり、安定した信頼性の高い圧力センサとして使用することが可能となる。

【0026】

なお、上記実施形態においては、内部構造体のうち後部電極26と第1のインナーボデイ32の材質を外部筐体である本体10の材質と異なる材質としたが、外部筐体と内部構造体との熱膨張量をマッチングさせる方法は、上記の方法に限られるものではない。たとえば、内部構造体を構成する他の部材の材質を変えるようにすることもできる。また、熱膨張量は各部材の物理的寸法にも関連するから、部材の大きさ(厚さ、長さ)を設計変更することによって調節することもできる。

【0027】

また、内部構造体の材質を変えるかわりに、外部筐体である本体10の材質を変えることによってマッチングを図ることも可能である。外部筐体と内部構造体との熱膨張量差は相対的なものであるから、外部筐体と内部構造体の一方あるいは双方についてその熱膨張量を比較検討して設計することができるからである。また、上述した実施形態のようにステンレス材であっても熱膨張係数が異なる材料を使用するといったように、同一材からなる材料であっても熱膨張係数が異なる材料を組み合わせることで外部筐体と内部構造体との熱膨張量をマッチングさせるように調節することも可能である。

【0028】

本発明は上記実施形態において説明した構成に係る圧力センサに限ることなく、外部筐体内に圧電センサを備えた内部構造体を備え、圧電センサから信号を取り出すように構成されている圧力センサについては共通に適用することができる。この場合、圧力センサは圧電センサに対して常に一定の圧力を作用させる構造となっている製品に限るものではない。導電性接合剤等を使用して圧電センサに予圧を作用させることなく確実に電荷信号を取り出すことができる構造を備えた圧力センサについても同様に適用することができる。また、上記実施形態においてはランガサイト結晶からなる横軸効果を利用した圧電素子を用いて圧電センサ22としているが、他の圧電素子を使用した圧力センサについても同様に適用することができる。また、他の圧電素子を使用して上記実施形態とは異なる形態に構成した圧力センサについても同様に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明に係る圧力センサのヘッド部の構成を拡大して示す断面図である。

【図2】圧力センサの全体構成を示す断面図である。

【図3】外部筐体と内部構造体の熱膨張量をマッチングさせた状態での熱膨張量の温度変化を示すグラフである。

【図4】外部筐体と内部構造体の熱膨張量が温度とともに変化する様子を示すグラフである。

【図5】本発明に係る圧力センサを用いて圧力を測定した結果を示すグラフである。

【図6】従来の圧力センサを用いて圧力を測定した結果を示すグラフである。

【符号の説明】

【0030】

- 10 本体
- 15 ヘッド部
- 20 ダイアフラム

10

20

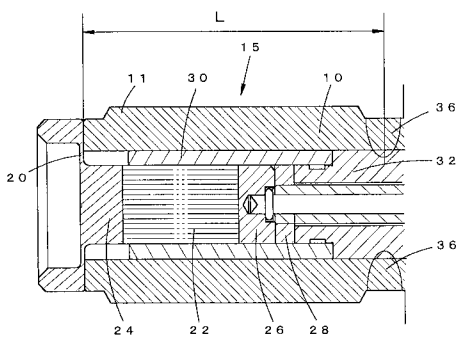
30

40

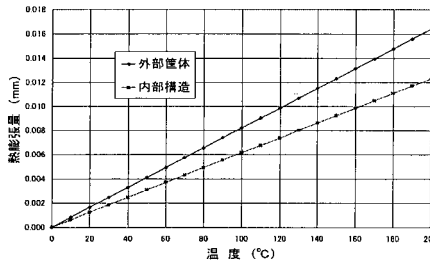
50

- 2 2 圧電センサ
- 2 4 前部電極
- 2 6 後部電極
- 2 8 絶縁リング
- 3 0 絶縁スリーブ
- 3 2 第1のインナーボディ
- 3 4 第2のインナーボディ
- 3 6 レーザ溶接部
- 4 0 リードピン

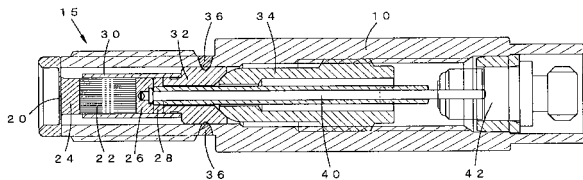
【 図 1 】



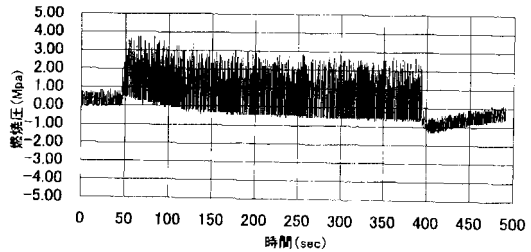
【 図 4 】



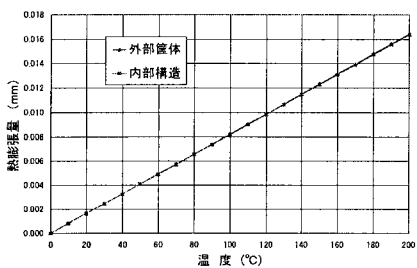
【 図 2 】



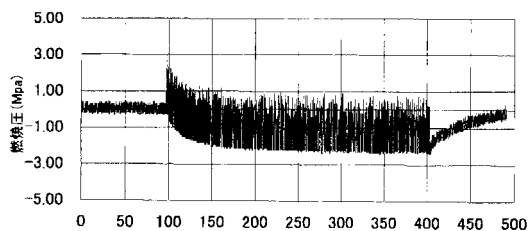
【 図 5 】



【 図 3 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 曾我 嘉彦

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107-5 シメオ精密株式会社内

(72)発明者 美斉津 剛

長野県北佐久郡御代田町大字御代田4107-5 シメオ精密株式会社内

審査官 森 雅之

(56)参考文献 特表平8-511099(JP,A)

特許第3609829(JP,B2)

特開平8-184520(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

特許審査官が調査した分野

G01L 19/04、23/10