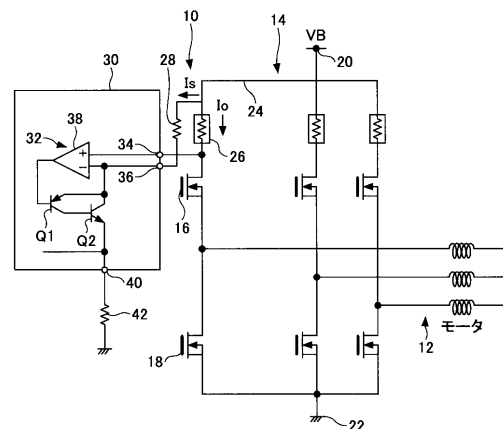




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電流経路上に設けられるシャント抵抗と該シャント抵抗に並列に接続されるセンス抵抗とが複数組、流れる電流量が相関を有する複数の電流経路に対応して基板上に配設され、各電流経路に流れる電流それぞれを前記シャント抵抗と前記センス抵抗との分流比を利用して検出する電流検出回路であって、

各組それぞれの前記シャント抵抗と前記センス抵抗とを、該電流経路の電流検出時に該シャント抵抗と該センス抵抗との間に生じる温度差が各組間で等しくなるように前記基板上に配置したことを特徴とする電流検出回路。

【請求項 2】

各組それぞれの前記シャント抵抗と前記センス抵抗とを、該電流経路の電流検出時に該シャント抵抗に発生する熱の該センス抵抗への伝導状態が各組間で等しくなるように前記基板上に配置したことを特徴とする請求項 1 記載の電流検出回路。

【請求項 3】

各組それぞれの前記シャント抵抗と前記センス抵抗との前記基板上での離間距離は、各組間で同じであることを特徴とする請求項 2 記載の電流検出回路。

【請求項 4】

前記センス抵抗の温度係数は、前記シャント抵抗の温度係数よりも大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項記載の電流検出回路。

【請求項 5】

前記複数の電流経路は、モータの有する各通電相に対応する電流経路であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項記載の電流検出回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電流検出回路に係り、特に、電流経路上に設けられるシャント抵抗とそのシャント抵抗に並列に接続されるセンス抵抗とが複数組、流れる電流量が相関を有する複数の電流経路に対応して基板上に配設され、各電流経路に流れる電流それぞれをシャント抵抗とセンス抵抗との分流比を利用して検出するうえで好適な電流検出回路に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電流経路上に設けられるシャント抵抗を備え、そのシャント抵抗を用いてその電流経路に流れる電流を検出する電流検出回路が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。かかる電流検出回路において、電流経路にシャント抵抗を通じて電流が流れると、そのシャント抵抗の両端間にその電流量に応じた電圧が発生する。従って、シャント抵抗の両端間に生じる電圧の大きさを検出することで、その電圧とシャント抵抗の抵抗値とに基づいて電流経路に流れる電流を検出することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007-181349 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一般に、例えばモータの各通電相の如く流れる電流量が相関を有する複数の電流経路に流れる電流それぞれを検出する場合、モータ制御を適切に行ううえでは、各電流経路に流れる電流のすべてを精度よく検出することが望ましい。ここで、抵抗特性は温度に応じて変動するので、各電流経路に流れる電流のすべてを精度よく検出するうえでは、各通電相に流れる電流の検出時にシャント抵抗側に作用する温度が各相間でほぼ等しいことが望

10

20

30

40

50

ましい。各通電相に流れる電流の検出時にシャント抵抗側に作用する温度が各相間で異なるものであると、各電流経路に流れる電流を精度よく検出することが難しくなり、その結果として、モータ制御を適切に行うことが困難となる。

【0005】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、各組間での電流検出精度の差を吸収することが可能な電流検出回路を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的は、電流経路上に設けられるシャント抵抗と該シャント抵抗に並列に接続されるセンス抵抗とが複数組、流れる電流量が相関を有する複数の電流経路に対応して基板上に配設され、各電流経路に流れる電流それぞれを前記シャント抵抗と前記センス抵抗との分流比を利用して検出する電流検出回路であって、各組それぞれの前記シャント抵抗と前記センス抵抗とを、該電流経路の電流検出時に該シャント抵抗と該センス抵抗との間に生じる温度差が各組間で等しくなるように前記基板上に配置した電流検出回路により達成される。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、各組間での電流検出精度の差を吸収することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施例である電流検出回路の構成図である。

【図2】本実施例におけるシャント抵抗及びセンス抵抗の温度係数 X 、 Y を表した図である。

【図3】本実施例におけるシャント抵抗とセンス抵抗との基板上での配置位置を表した斜視図である。

【図4】本実施例におけるシャント抵抗の発熱による温度分布下でのシャント抵抗とセンス抵抗との配置位置を表した上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を用いて、本発明に係る電流検出回路の具体的な実施の形態について説明する。

【0010】

図1は、本発明の一実施例である電流検出回路10の構成図を示す。本実施例の電流検出回路10は、例えば車両に搭載される可変吸気システムなどが備えるモータ12の制御回路に適用される。

【0011】

モータ12は、U相、V相、W相を有する三相交流モータである。モータ12には、そのモータ12を駆動する駆動回路14が接続されている。駆動回路14は、モータ12の各通電相U、V、Wごとに一組ずつ対応して設けられた三組の半導体素子16、18を有している。半導体素子16、18は、例えばMOS型の電界効果トランジスタである。各通電相U、V、Wの半導体素子16、18はそれぞれ、所定のバッテリー電圧VBが印加される電源端子20と車体が接続される接地端子22との間で直列接続されている。以下、適宜、半導体素子16を正側半導体素子16と、半導体素子18を負側半導体素子18と、それぞれ称す。モータ12の制御回路は、各通電相U、V、Wごとに一組の半導体素子16、18を適当なタイミングで交互にスイッチング駆動すると共に、U相、V相、W相に対して所定の順序でスイッチング駆動を行う。

【0012】

各組の半導体素子16、18のうち正側半導体素子16がオンされると、電源端子20から正側半導体素子16を介してモータ12の当該通電相へ電流が流通する。また、各組の半導体素子16、18のうち負側半導体素子18がオンされると、モータ12の当該通

10

20

30

40

50

電相から負側半導体素子 18 を介して接地端子 22 へ電流が流通する。かかる電流流通が各通電相 U, V, W において適当に行われると、モータ 12 が適切に作動する。

【0013】

上記の電流が流通する電流経路 24 上には、シャント抵抗 26 が設けられている。シャント抵抗 26 は、電源端子 20 と正側半導体素子 16 との間に介在しており、モータ 12 の通電相 U, V, W ごとに一つずつ設けられている。シャント抵抗 26 は、所定の温度係数（例えば、 $100 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ） X を有する抵抗であって、素子温度に応じて変化する抵抗値（例えば、 $3 \text{ m}\Omega$ 程度） R_o を有している。

【0014】

電流経路 24 には、センス抵抗 28 の一端が接続されている。具体的には、センス抵抗 28 の一端は、電源端子 20 にすなわちシャント抵抗 26 の電源端子 20 側端子に接続されている。センス抵抗 28 は、シャント抵抗 26 ごとに、対となる抵抗として設けられている。センス抵抗 28 は、所定の温度係数（例えば、 $150 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ） Y を有する抵抗であって、素子温度に応じて変化する抵抗値（例えば、 12Ω 程度） R_s を有している。尚、センス抵抗 28 の抵抗値 R_s は、シャント抵抗 26 の抵抗値 R_o の n 倍（“1”を超える倍数であって、例えば、4000 倍）に設定されている。また、センス抵抗 28 の温度係数 Y は、シャント抵抗 26 の温度係数 X よりも大きい値に設定されている。

【0015】

シャント抵抗 26 の半導体素子 16 側端子、及び、センス抵抗 28 の他端には、電流検出回路 10 の有する制御 ASIC 30 が接続されている。シャント抵抗 26 及びセンス抵抗 28 は、電流経路 24 上の同一点（具体的には、電源端子 20）と制御 ASIC 30 との間で互いに並列に接続されている。制御 ASIC 30 は、各通電相の電流経路 24 に流れる電流 I_o を、センス抵抗 28 に流れる電流（以下、センス電流と称す） I_s に基づいて検出する機能を有している。

【0016】

制御 ASIC 30 は、センス抵抗 28 の他端に生じる電位（以下、センス出力電位 V_s と称す）をシャント抵抗 26 の半導体素子 16 側端子に生じる電位（以下、シャント出力電位 V_o と称す）に等しい電位に調整するための電圧調整部 32 を有している。制御 ASIC 30 は、シャント抵抗 26 の半導体素子 16 側端子が接続する第 1 入力端子 34 と、センス抵抗 28 の他端が接続する第 2 入力端子 36 と、を有している。

【0017】

電圧調整部 32 は、非反転入力端子が第 1 入力端子 34 に接続されかつ反転入力端子が第 2 入力端子 36 に接続されるオペアンプ 38 を有している。オペアンプ 38 の出力は、 pnp トランジスタ Q_1 のベースに接続されている。 pnp トランジスタ Q_1 のエミッタはオペアンプ 38 の反転入力端子に接続されており、そのコレクタは npn トランジスタ Q_2 のベースに接続されている。 npn トランジスタ Q_2 のコレクタはオペアンプ 38 の反転入力端子に接続されており、そのエミッタは端子 40 を介して抵抗 42 の一端に接続されている。抵抗 42 の他端は接地されている。

【0018】

上記した制御 ASIC 30 において、電圧調整部 32 は、センス出力電位 V_s とシャント出力電位 V_o とが同電位となるように帰還動作を行う。オペアンプ 38 の非反転入力端子にはシャント出力電位 V_o が入力されると共に、オペアンプ 38 の反転入力端子にはセンス出力電位 V_s が入力される。

【0019】

$V_s < V_o$ が成立するときは、 $(V_o - V_s)$ が正であるため、オペアンプ 38 の出力端子からハイ信号が出力される。この場合、 pnp トランジスタ Q_1 のベース電位が高電位となってそのベースに電流が流れないので、 pnp トランジスタ Q_1 はオフに維持される。このため、かかる場合は、 npn トランジスタ Q_2 のベース電位が低電位となってそのベースに電流が流れないので、 npn トランジスタ Q_2 はオフに維持され、その結果として、 npn トランジスタ Q_2 のコレクタ電位すなわちセンス出力電位 V_s が一気に上昇

10

20

30

40

50

する。

【0020】

一方、 $V_s > V_0$ が成立するときは、 $(V_o - V_s)$ が負であるため、オペアンプ38の出力端子からロー信号が出力される。この場合、pnpトランジスタQ1のベース電位が低電位となってそのベースに電流が流れるので、pnpトランジスタQ1はオンする。pnpトランジスタQ1がオンすると、npnトランジスタQ2のベース電位が高電位となってそのベースに電流が流れるので、npnトランジスタQ2はオンする。このため、かかる場合は、センス電流 I_s がnpnトランジスタQ2を介して抵抗42に流れると共に、npnトランジスタQ2のコレクタ電位すなわちセンス出力電位 V_s が一気に下降する。

10

【0021】

このように電圧調整部32における動作が繰り返されると、センス出力電位 V_s は、シャント出力電位 V_o と略同電位となるように調整される。シャント出力電位 V_o とセンス出力電位 V_s とが略同電位に調整されると、シャント抵抗26の両端間電圧とセンス抵抗28の両端間電圧とが略等しくされる。上記の如く、センス抵抗28の抵抗値 R_s は、シャント抵抗26の抵抗値 R_o の n 倍に設定される。従って、シャント抵抗26に流れる電流すなわち電流経路24に流れる電流 I_o は、センス電流 I_s の n 倍となる。以下、 n をセンス比（分流比） n とする。

【0022】

制御ASIC30は、抵抗42の両端間電圧（具体的には、抵抗42のnpnトランジスタQ2側端子に生じる電位（＝端子40へ向けて出力される電位））と、予め規定された抵抗42の抵抗値と、に基づいて、次式（1）を参照して、センス電流 I_s を検出する。そして、その検出したセンス電流 I_s を予め規定されたセンス比 n 倍で乗算することにより、電流経路24に流れる電流 I_o を検出する（ $I_o = n \times I_s$ ）。制御ASIC30は、各通電相ごとに上記の電流検出処理を行うことで、検出したセンス電流 I_s とセンス比 n とに基づいて、各通電相の電流経路24に流れる電流 I_o をそれぞれ検出する。

20

【0023】

図2は、本実施例におけるシャント抵抗26及びセンス抵抗28の温度係数 X 、 Y を表した図を示す。図3は、本実施例におけるシャント抵抗26とセンス抵抗28との基板上的配置位置を表した斜視図を示す。また、図4は、本実施例におけるシャント抵抗26の発熱による温度分布下でのシャント抵抗26とセンス抵抗28との配置位置を表した上面図を示す。

30

【0024】

一般に、素子の特性は温度変化に伴って変化する。例えば、温度が高くなるほど、抵抗の抵抗値が大きくなる。抵抗の抵抗値が変動すると、流れる電流量が変化する。この際、温度変化に伴った抵抗値変化率がシャント抵抗26とセンス抵抗28とで異なるものとする、シャント抵抗26に流れる電流とセンス抵抗28に流れる電流との実際の分流比が、予め規定したセンス比 n に一致しなくなり、その結果として、電流経路24に流れる電流 I_o を精度よく検出することができなくなる。従って、電流経路24に流れる電流 I_o を精度よく検出するためには、温度変化に伴う抵抗値変化率がシャント抵抗26とセンス抵抗28とで等しくなることが必要である。

40

【0025】

また、シャント抵抗26は、モータ12を駆動するための比較的大きな電流が流通するので、センス抵抗28に比べて大きな発熱量を有する。この点、シャント抵抗26の温度係数とセンス抵抗28の温度係数とが等しいものとする、シャント抵抗26の抵抗値変化率が常にセンス抵抗28の抵抗値変化率に比べて大きくなり、その結果として、電流経路24に流れる電流 I_o を精度よく検出することができなくなる。従って、電流経路24に流れる電流 I_o を精度よく検出するためには、シャント抵抗26の抵抗値変化率とセンス抵抗28の抵抗値変化率とが等しくなるようにシャント抵抗26の温度変化とセンス抵抗28の温度変化とがそれぞれ生じること、すなわち、かかる特性が実現されるように各

50

抵抗 26, 28 の温度係数が互いに異なることが必要である。

【0026】

更に、本実施例の如く、各通電相 U, V, W に流れる電流量が相関を有する複数の電流経路 24 に流れる電流 I_o をそれぞれ検出し、その検出電流 I_o に基づくモータ 12 の制御を適切に行ううえでは、各通電相 U, V, W の電流経路 24 に流れる電流 I_o のすべてを精度よく検出できることが望ましい。各通電相 U, V, W 間でシャント抵抗 26 とセンス抵抗 28 との相対的な温度環境（例えば、シャント抵抗 26 とセンス抵抗 28 との基板上での離間距離）が異なると、各通電相 U, V, W のシャント抵抗 26 が同じ発熱量で発熱しているときすなわち各通電相 U, V, W のシャント抵抗 26 の発熱による上昇温度が同じであるときにも、センス抵抗 28 に作用する温度が各通電相 U, V, W 間で異なるものとなり、各通電相 U, V, W 間での電流検出精度に差が発生して、モータ制御を適切に行うことができなくなってしまう。従って、各通電相 U, V, W 間での電流検出精度に差を生じさせないためには、シャント抵抗 26 とセンス抵抗 28 との温度環境が各通電相 U, V, W 間で同じであることが必要である。

10

【0027】

そこで、本実施例においては、比較的広い温度領域に亘って電流経路 24 に流れる電流 I_o を精度よく検出しつつ、各通電相 U, V, W 間での電流検出精度の差を吸収することとしている。

【0028】

本実施例においては、上記の如く、センス抵抗 28 の温度係数 Y が、シャント抵抗 26 の温度係数 X よりも大きい値に設定されている。このため、センス抵抗 28 は、シャント抵抗 26 に比べて同じ温度変化に対して大きな抵抗値変化率を示し、逆に、少ない温度変化でシャント抵抗 26 と同等の抵抗値変化率を示すので、シャント抵抗 26 の温度が発熱により大きく上昇する一方でセンス抵抗 28 の温度があまり上昇しなくても、センス抵抗 28 の抵抗値変化率をシャント抵抗 26 の抵抗値変化率と一致させることが可能である。尚、「抵抗値変化率」とは、例えば常温での基準抵抗値を基準とした抵抗値の増加率又は減少率のことである。

20

【0029】

本実施例において、電流検出回路 10 や駆動回路 14 を構成する各素子は、基板 44 上に配設されている。基板 44 は、例えばセラミック基板やガラエポ基板などの熱伝導効率の良い基板である。電流検出回路 10 を構成するセンス抵抗 28 とシャント抵抗 26 とは、基板 44 上で所定の離間距離 L だけ離れており、センス抵抗 28 は、基板 44 上で、モータ 12 への駆動電流で発熱するシャント抵抗 26 からの熱伝導を受ける位置に配置されている。このため、センス抵抗 28 は、シャント抵抗 26 の発熱により温度上昇し、そのセンス抵抗 28 の温度上昇は、シャント抵抗 26 の温度上昇に応じたもの（具体的には、シャント抵抗 26 の上昇温度よりも少ない上昇温度だけ上げたもの）となる。

30

【0030】

また、上記した基板 44 上でのセンス抵抗 28 の配置位置は、電流経路 24 に流れる電流 I_o の検出時におけるシャント抵抗 26 の温度上昇に対する抵抗値変化率と、そのシャント抵抗 26 の温度上昇に伴うセンス抵抗 28 の温度上昇に対する抵抗値変化率と、が等しくなるような位置である。また逆に、シャント抵抗 26 の温度係数 X とセンス抵抗 28 の温度係数 Y とは、基板 44 上でのセンス抵抗 28 の配置位置で電流経路 24 に流れる電流 I_o の検出時におけるシャント抵抗 26 の温度上昇に対する抵抗値変化率と、そのシャント抵抗 26 の温度上昇に伴うセンス抵抗 28 の温度上昇に対する抵抗値変化率と、が等しくなる関係が実現されるように設定されている。

40

【0031】

かかる電流検出回路 10 の構成においては、電流経路 24 に流れる電流 I_o の検出時にシャント抵抗 26 の発熱に伴う温度上昇に応じてセンス抵抗 28 が温度上昇して、シャント抵抗 26 の抵抗値変化率とセンス抵抗 28 の抵抗値変化率とが略等しくなる。このため、電流経路 24 に流れる電流 I_o の検出時にシャント抵抗 26 に流れる電流とセンス抵抗

50

28に流れる電流との分流比を一定に保つことすなわち予め規定したセンス比 n に一致させることができ、その分流比の変化を小さく抑えることができる。

【0032】

尚、上記した電流検出回路10の構成においては、電流経路24の電流検出時にシャント抵抗26に流れる電流量に応じてそのシャント抵抗26の発熱量が変動するが、かかる発熱量の変動が生じて、センス抵抗28の温度上昇がそのシャント抵抗26の温度上昇に応じたものとなり、シャント抵抗26の抵抗値及びセンス抵抗28の抵抗値は共に温度変化に対して一定の変化を示すので、両抵抗26、28の抵抗値変化率を略等しくすることが可能である。従って、本実施例の電流検出回路10によれば、比較的広い温度領域に亘って電流経路24に流れる電流 I_o を精度よく検出することができる。

10

【0033】

また、本実施例において、センス抵抗28は、上記の如く、基板44上で、モータ12への駆動電流で発熱するシャント抵抗26からの熱伝導を受ける位置に配置されているが、各通電相U、V、Wそれぞれのシャント抵抗26とセンス抵抗28とは、両抵抗26、28の基板44上での離間距離 L が各通電相U、V、W間でほぼ等しくなるように配置されている。各通電相U、V、Wそれぞれのシャント抵抗26は、各通電相U、V、W間で同じ温度係数 X を有していると共に、各通電相U、V、Wそれぞれのセンス抵抗28は、各通電相U、V、W間で同じ温度係数 Y を有している。

【0034】

このため、上記した電流検出回路10の構成においては、各通電相それぞれの電流経路24の電流検出時にシャント抵抗26に発生する熱のセンス抵抗28への伝導状態が各通電相U、V、W間でほぼ等しくなり、シャント抵抗26とセンス抵抗28との間の温度差が各通電相U、V、W間でほぼ等しくなる。シャント抵抗26とセンス抵抗28との間の温度差が各通電相U、V、W間で等しければ、シャント抵抗26の発熱による上昇温度が各通電相U、V、W間で同じであるときは、センス抵抗28の温度が各通電相U、V、W間で同じとなるので、各通電相U、V、Wのセンス抵抗28の実際の抵抗値は各通電相U、V、W間でほぼ一致する。従って、本実施例の電流検出回路10によれば、各通電相U、V、Wそれぞれのシャント抵抗26とセンス抵抗28との離間距離をほぼ等しくすることで、各通電相U、V、W間での電流検出精度の差を吸収することができ、その結果として、モータ12の制御を適切に行うことが可能である。

20

30

【0035】

このように、本実施例の電流検出回路10によれば、モータ12の各通電相U、V、Wの電流経路24に流れる電流 I_o を比較的広い温度領域に亘って精度よく検出することができると共に、モータ12の各通電相U、V、W間での電流経路24に流れる電流 I_o の検出精度の差を吸収することができるので、シャント抵抗26の発熱状態に関係なくモータ12の回転駆動を常にスムーズに行うことが可能である。

【0036】

尚、上記の実施例においては、電流経路24上に設けられるシャント抵抗26を、一対の半導体素子16、18のうち正側半導体素子16と電源端子20との間に介在させることとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、一対の半導体素子16、18のうち負側半導体素子18と接地端子22との間に介在させることなどとしてもよい。

40

【0037】

また、上記の実施例においては、電流 I_o を検出する対象を、モータ12の各通電相U、V、Wにおける電流量が相関を有する複数の電流経路24としたが、本発明はこれに限定されるものではなく、モータ12の通電相U、V、W以外において少なくとも電流量が相関を有する複数の電流経路に適用すればよい。

【符号の説明】

【0038】

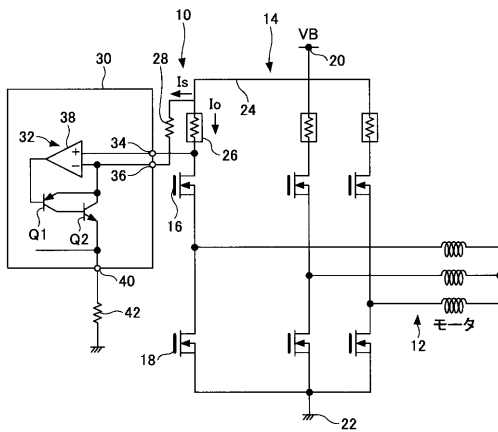
10 電流検出回路

50

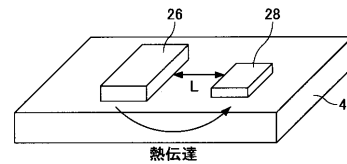
- 12 モータ
- 14 駆動回路
- 16, 18 半導体素子
- 24 電流経路
- 26 シャント抵抗
- 28 センス抵抗
- 30 制御ASIC
- 32 電圧調整部
- 44 半導体基板
- R_o シャント抵抗の抵抗値
- R_s センス抵抗の抵抗値
- I_o 電流経路に流れる電流
- I_s センス電流
- X シャント抵抗の温度係数
- Y センス抵抗の温度係数

10

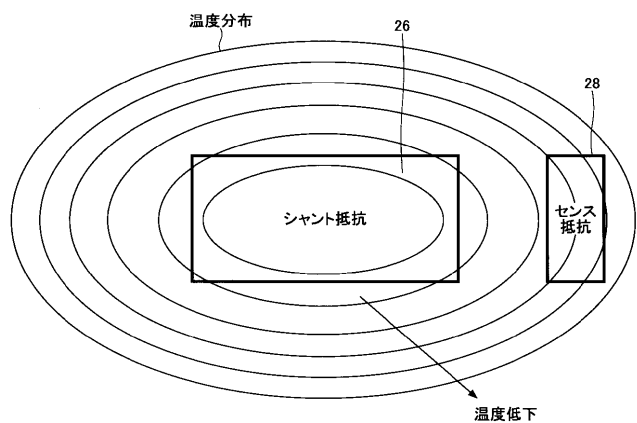
【図1】



【図3】



【図4】



【図2】

