(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 10 月 13 日(13.10.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/125231 A1

(51) 国際特許分類:
B60K 25/00 (2006.01) *H01L 35/30* (2006.01)
B60T 1/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/056633

(22) 国際出願日: 2010 年 4 月 7 日(07.04.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鶴見 泰昭 (TSURUMI Yasuaki); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人プロスペック特許事務所 (PROSPEC PATENT FIRM); 〒4530801 愛知県名古屋市中村区太閤三丁目１番１８号 名古屋ＫＳビル１２階 Aichi (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

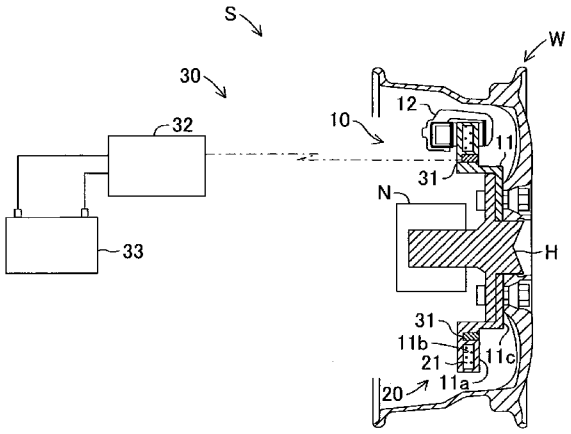
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: VEHICLE BRAKE DEVICE

(54) 発明の名称 : 車両用制動装置

図1



(57) **Abstract**: A vehicle brake device (S) is provided with a disc rotor (11) which is a rotation body, and a brake caliper (12) which is a frictional engagement means. Furthermore, the device (S) is provided with a piece of latent heat storage material (21) housed in a housing space (11b) which is formed in a frictional slide section (11a) of the disc rotor (11). The latent heat storage material (21) undergoes a phase change from a solid phase to a liquid phase due to the frictional heat (thermal energy) generated in the frictional slide section (11a), thereby storing the frictional heat as latent heat. At this time, the volume change accompanying the phase change in the latent heat storage material (21) is absorbed by a volume change absorbing mechanism (22). Moreover, the device (S) is provided with a thermoelectric conversion section (31) which is disposed between a hub section (11c) of the disc rotor (11) and the frictional slide section (11a), namely, the latent heat storage material (21), of the disc rotor (11). Furthermore, a heated surface (31a) is heated by the frictional heat stored in the latent heat storage material (21), and a cooled surface (31b) is maintained at the temperature of the hub section (11c), with the result that the thermoelectric conversion section (31) converts the frictional heat to regenerated electrical power (electrical energy).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/125231 A1

車両用制動装置Ｓは、回転体としてのディスクロータ１１と摩擦係合手段としてのブレーキキャリパ１２とを備えている。また、装置Ｓは、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに形成された収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１を備えている。そして、潜熱蓄熱材２１は、摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）によって固相から液相に相変化することにより、摩擦熱を潜熱として蓄熱する。このとき、体積吸収機構２２によって潜熱蓄熱材２１の相変化に伴う体積変化が吸収される。さらに、装置Ｓは、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａすなわち潜熱蓄熱材２１とハブ部１１ｃとの間に配置された熱電変換部３１を備えている。そして、熱電変換部３１は、加熱面３１ａが潜熱蓄熱材２１に蓄熱された摩擦熱によって加熱され、冷却面３１ｂがハブ部１１ｃの温度に維持されることによって、摩擦熱を回生電力（電気エネルギー）に変換する。

明　細　書

車両用制動装置

技　術　分　野

本発明は、自動車等の車両用制動装置に関し、特に、車両の車輪を制動することに加えてこの制動に伴って発生する熱エネルギーを回収する車両用制動装置に関する。

背　景　技　術

従来から、例えば、特開平５－２６２７０号公報に開示されているように、相対回転可能な２軸の一方に摩擦部材を結合するとともに他方に中空構造の摩擦相手部材を結合し、摩擦相手部材の中空部に１５０～２７０℃の金属を封入した湿式摩擦装置は知られている。この湿式摩擦装置においては、摩擦部材に設けた湿式摩擦材を摩擦相手部材に圧接させたときに、摩擦相手部材の中空部に封入した金属の融解潜熱によって摩擦相手部材の温度上昇を抑制するようになっている。

また、従来から、例えば、特開平５－１６７１０４号公報に開示されているように、高温側接合部と低温側接合部とを有する熱電素子と、熱電素子の高温側接合部を加熱する手段と、熱電素子の低温側接合部を高温側よりも低温に維持する手段とを備えて、熱電素子の高温側接合部と低温側接合部との間の温度差によりゼーベック効果を利用して熱電発電する熱電発電装置も知られている。この熱電発電装置においては、熱電素子が温度に関してピーク的変化を呈する熱起電力特性を有しており、加熱手段と熱電素子の高温側接合部との間に介在させた相変化蓄熱材が熱電素子の熱起電力特性のピークを中心とする所与の温度範囲のほぼ上限を限定する温度において相変化するように選ばれるようになっている。

発　明　の　開　示

ところで、熱電素子すなわち熱電変換手段を用いて、回収した熱エネルギーを、例えば、電気エネルギーに変換する場合には、一般的に、熱電変換手段における加熱面と冷却面との間の温度差が大きいほど熱電変換効率が向上すると言われ

ている。このため、熱電変換手段を車両に搭載して回収した熱エネルギーを電気エネルギーに変換する際には、車両の走行に伴って発熱して温度が上昇する装置を熱源とし、熱電変換手段の加熱面を加熱することが好適である。

このような熱源となり得る装置として、摩擦によって制動力を発生する車両用制動装置は、摩擦熱の発生により高温が得られる点で極めて有効である。しかしながら、車両用制動装置は、常に、適切な制動力を発生させるために、作動させる温度に限界が存在する。すなわち、車両用制動装置においては、摩擦摺動部の温度が上昇すると、摩擦係数が低下する特性を有している。このため、車両用制動装置は、高温で作動させると、制動力が低下する現象、所謂、フェード現象が発生する可能性がある。

このように、車両用制動装置を適切に作動させる観点からすれば、発生する摩擦熱を逃がして、言い換えれば、適切に冷却して、車両用制動装置自体の温度を低温に維持することが好ましい。一方で、熱電変換手段を用いて熱エネルギーを回収して電気エネルギーに変換する場合、熱電変換手段の熱電変換効率の観点からすれば、車両用制動装置の作動に伴って発生する摩擦熱を逃がすことなく、車両用制動装置自体を高温に維持することが好ましい。

したがって、熱電変換手段を用いて、車両用制動装置の作動に伴って発生する摩擦熱すなわち熱エネルギーを回収し、例えば、電気エネルギーなどに変換する場合、車両用制動装置の制動力を低下させることなく熱電変換手段による熱電変換効率を向上させるという背反する要求を両立させることが極めて重要である。

このことに関し、例えば、上記各公報に示されているように、相変化に伴って熱エネルギーを潜熱として回収できる蓄熱材すなわち潜熱蓄熱手段を用いることは、上記背反する要求を満たし得る点で有効であると言える。

ところが、車両用制動装置においては、潜熱蓄熱手段を効率よく相変化させて熱エネルギーを回収する必要があり、また、回収した熱エネルギーを用いて効率よく熱電変換手段の加熱面を加熱するとともに熱電変換手段の加熱面と冷却面との間に適切な温度差を生じさせる必要がある点で検討の余地がある。特に、車輪と一体的に回転する回転体に潜熱蓄熱手段を設けた場合、相変化に伴って質量のバランスが崩れる可能性があり、その結果、例えば、車両の走行挙動などに影響

を及ぼすことが懸念される。

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、車両を適切に制動するとともに、車両の熱エネルギーを効率よく回収する車両用制動装置を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、車両の車輪の回転に対して制動力を付与するとともに、この制動力の付与に伴って発生する熱エネルギーを回収する車両用制動装置において、車両の車輪と一体的に回転する回転体と、この回転体の摩擦摺動部に対して摩擦係合する摩擦係合手段とを有して前記車輪の回転に対して摩擦による制動力を付与する制動力付与手段と、前記回転体の摩擦摺動部の内部に収容されて、前記摩擦係合手段による摩擦係合に伴って発生する熱エネルギーにより固相から液相または液相から固相に相変化して前記熱エネルギーを潜熱として蓄熱する潜熱蓄熱手段を有する熱回収手段と、前記熱回収手段の潜熱蓄熱手段と前記回転体の前記車両に対する固定部との間に配置されて、前記潜熱蓄熱手段に蓄熱された熱エネルギーを電気エネルギーに変換して回収する電力回収手段とを備えたことにある。この場合、前記制動力付与手段は、例えば、前記回転体をディスクロータとし、前記摩擦係合手段をブレーキキャリパとしたディスクブレーキユニット、または、前記回転体をブレーキドラムとし、前記摩擦係合手段をブレーキシューとしたドラムブレーキユニットであるとよい。

また、この場合、前記熱回収手段は、さらに、前記回転体の摩擦摺動部の内部における前記潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化を吸収する体積変化吸収手段を備えているとよい。そして、この場合には、前記体積変化吸収手段を、例えば、前記回転体の周方向にて等間隔に設けるとよい。また、これらの場合には、前記体積変化吸収手段は、例えば、前記回転体の摩擦摺動部の内部における前記潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化に対して弾性変形して、前記体積変化を吸収するようにするとよい。

また、これらの場合、前記熱回収手段は、さらに、前記摩擦係合手段による摩擦係合に伴って発生する熱エネルギーを前記潜熱蓄熱手段に伝熱するフィンを備えるとよい。そして、この場合には、前記フィンは、例えば、前記回転体の周方向にて前記潜熱蓄熱手段と交互に配置されるとよい。また、これらの場合には、

前記フィンを、前記回転体の摩擦摺動部の内部にて、この摩擦摺動部を形成する内壁面に熱的に接続するようにするとよい。

また、これらの場合、前記電力回収手段は、例えば、一側が前記熱回収手段の前記潜熱蓄熱手段によって加熱されるとともに他側が前記一側に比して低温に維持されて、前記一側と前記他側との温度差に応じて前記熱エネルギーを前記電気エネルギーに変換する熱電変換手段であるとよい。この場合、前記熱電変換手段を前記回転体の周方向にて所定の間隔により設けるとよく、この場合には、前記熱電変換手段を前記回転体に対して、例えば、フローティング結合により固定するようにするとよい。そして、これらの場合には、前記電力回収手段は、さらに、前記熱電変換手段によって変換された電気エネルギーを電力として蓄電する蓄電手段を備えるとよい。

また、本発明の他の特徴は、上述した場合において、前記熱回収手段が、さらに、前記回転体の固定部の内部に収容されて、前記摩擦摺動部の内部に収容される高温側の潜熱蓄熱手段よりも低い温度により固相から液相または液相から固相に相変化する低温側の潜熱蓄熱手段を備えたことにもある。

この場合、前記熱回収手段は、さらに、前記回転体の固定部の内部における前記低温側の潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化を吸収する体積変化吸収手段を備えるとよい。そして、この場合には、前記体積変化吸収手段を前記回転体の周方向にて等間隔に設けるとよい。また、これらの場合には、前記体積変化吸収手段は、例えば、前記回転体の固定部の内部における前記低温側の潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化に対して弾性変形して、前記体積変化を吸収するようにするとよい。

これらによれば、回転体（例えば、ディスクロータやブレーキドラム）の摩擦摺動部に熱回収手段の潜熱蓄熱手段を設けるとともに、回転体の摩擦摺動部（具体的には、摩擦摺動部の内部に収容された潜熱蓄熱手段）と回転体の固定部（例えば、ハブ部）との間に電力回収手段（具体的には、熱電変換手段）を設けることができる。これにより、制動に伴って発生した熱エネルギー（例えば、摩擦熱）により、潜熱蓄熱手段に効率よく熱エネルギーを伝熱することができるとともに回転体の回転に伴う遠心力によって潜熱蓄熱手段を効率よく相変化させること

ができる。したがって、回転体の摩擦摺動部にて発生した熱エネルギーを潜熱として効率よく回収することができ、その結果、回転体の摩擦摺動部の温度上昇を効果的に抑制することができる。

また、電力回収手段（具体的には、熱電変換手段）を熱回収手段（具体的には、潜熱蓄熱手段）に隣接して配置することができるため、潜熱蓄熱手段に蓄熱された熱エネルギーによって熱電変換手段の一側（具体的には、加熱面）を加熱して、他側（具体的には、冷却面）との間の温度差を適切に維持することができる。これにより、熱電変換手段は、良好な熱電変換効率により、回収された熱エネルギーを電気エネルギーに変換して回収することができる。

また、熱回収手段に体積変化吸収手段を設けることができるため、摩擦摺動部の内部における潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化を確実に吸収することができる。これにより、特に、潜熱蓄熱手段が液相から固相に相変化する際に発生する可能性が高い摩擦摺動部内の空隙の発生を防止することができ、回転体の質量のバランスが崩れることを防止することができる。したがって、回転体の質量のバランスが崩れることに起因して、例えば、車両の走行挙動や乗り心地に対する悪影響の発生を防止することができる。

さらに、熱回収手段にフィンを回転体の周方向にて潜熱蓄熱手段と交互に設けることができる。これにより、摩擦摺動部にて発生した熱エネルギーを潜熱蓄熱手段に対して効率よく伝熱することができるとともに固相と液相とが共存する状態では回転体の回転に伴って効果的に攪拌することができる。したがって、潜熱蓄熱手段の温度を均一化することができ、例えば、熱電変換手段の一側（加熱面）を適切に加熱することができる。

この場合、フィンを摩擦摺動部の内部にて摩擦摺動部を形成する内壁面に熱的に接続することによって、より効率よく熱エネルギーを伝熱することができる。したがって、例えば、熱電変換手段の一側（加熱面）をより安定して加熱することができて、より効率よく電気エネルギーに変換して回収することができる。

また、熱電変換手段をフローティング結合によって回転体に固定することができる。これにより、例えば、加熱および冷却に伴って、あるいは、回転体の回転に伴う変位などを吸収することができるため、熱電変換手段に対して応力が作用

することを防止することができる。

さらに、熱回収手段に、回転体の固定部の内部に収容される低温側の潜熱蓄熱材手段を設けることができる。これにより、回転体の摩擦摺動部の内部に高温側の潜熱蓄熱手段を収容し、固定部の内部に低温側の潜熱蓄熱手段を収容することができる。したがって、例えば、熱電変換手段の一側（加熱面）を高温側の潜熱蓄熱手段により加熱し、他側（冷却面）を低温側の潜熱蓄熱手段により相対的に低温に維持することができるため、熱電変換手段の一側（加熱面）と他側（冷却面）との間の温度差を熱電変換効率が良好となる温度差に継続して維持することができる。これにより、より効率よく、熱エネルギーを電気エネルギーに変換して回収することができて、例えば、回収された電気エネルギーを車両に搭載された他の機器で利用することができる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明の第１実施形態に係る車両用制動装置の構成を示す概略的な断面図である。

図２は、図１の熱回収部および熱電変換部の配置を説明するための概略的な一部断面図である。

図３は、図２の体積変化吸収機構の構成を示す断面図である。

図４は、体積変化吸収機構の作動を説明するための断面図である。

図５は、熱電変換部の熱電変換効率を説明するためのグラフである。

図６は、本発明の第１実施形態に係り、制動による発熱量に対するディスクロータ温度の変化を説明するためのグラフである。

図７は、本発明の第１実施形態の第１変形例に係る熱回収部のフィンを説明するための概略的な一部断面図である。

図８は、本発明の第１実施形態の第２変形例に係る熱電変換部を説明するための概略的な一部断面図である。

図９は、図８のフローティング締結機構を説明するための断面図である。

図１０は、図８の熱電変換部の組み付け状態を説明するための断面図である。

図１１は、図８の熱電変換部の変更例を説明するための概略的な一部断面図である。

図１２は、図９のフローティング締結機構の変更例を説明するための断面図である。

図１３は、本発明の第１実施形態の第３変形例に係る車両用制動装置の構成を説明するための概略的な断面図である。

図１４は、図１３の熱回収部および熱電変換部の配置を説明するための概略的な一部断面図である。

図１５は、本発明の第１実施形態の第３変形例に係り、制動による発熱量に対するディスクローター温度の変化を説明するためのグラフである。

図１６は、本発明の第２実施形態に係る車両用制動装置の構成を説明するための概略的な断面図である。

図１７は、図１６の熱回収部および熱電変換部の配置を説明するための概略的な一部断面図である。

図１８は、図１７の体積変化吸収機構の構成を示す断面図である。

図１９は、図１８の体積変化吸収機構の変更例を説明するための断面図である。

図２０は、図１９の体積変化吸収機構の変更例を説明するための断面図である。

図２１は、図１６の熱回収部の変形例を説明するための概略的な一部断面図である。

発明を実施するための最良の形態

ａ．第１実施形態

以下、本発明の実施形態に係る車両用制動装置について、図面を用いて詳細に説明する。図１は、第１実施形態に係る車両用制動装置Ｓのシステム構成を概略的に示している。この車両用制動装置Ｓは、車両を制動することに加えて、制動に伴って発生する運動エネルギーを熱エネルギーとして回収し、さらに、この回収した熱エネルギーを電気エネルギーに変換して蓄電するものである。

このため、車両用制動装置Ｓは、図１に示すように、車輪Ｗに対して制動力を付与する制動力付与手段としての制動部１０と、この制動部１０による制動に伴

って発生する熱エネルギーを吸熱して回収する熱回収手段としての熱回収部２０と、熱回収部２０によって回収された熱エネルギーを電気エネルギーに変換して蓄電する電力回収手段としての電力回収部３０とを備えている。なお、以下の説明においては、車両の左右前輪側（図１には車両の右前輪を代表して図示）に車両用制動装置Ｓを設けた場合を説明するが、車両の全輪に車両用制動装置Ｓを設けたり、車両の後輪側のみに車両用制動装置Ｓを設けたりして実施することも可能である。

この第１実施形態における制動部１０は、回転体であるディスクロータ１１と摩擦係合手段としてのブレーキキャリパ１２とを備えたディスクブレーキユニットである。ディスクロータ１１は、図示しないサスペンション装置を構成するナックルＮに図示省略のハブベアリングを介して回転可能に支持されたハブＨの一面側に対してナットにより組み付けられていて、車輪Ｗと一体的に回転するものである。また、ディスクロータ１１は、その外周部にて、後述するブレーキキャリパ１２に組み付けられるブレーキパッドと摩擦摺動する摩擦摺動部１１ａを備えている。そして、この摩擦摺動部１１ａには、図１に示すように、後述する熱回収部２０を構成する潜熱蓄熱手段としての潜熱蓄熱材２１が充填されて収容される収容空間１１ｂが形成されている。また、ディスクロータ１１は、図１に示すように、ハブＨに対して接触して固定される固定部としてのハブ部１１ｃを備えている。

ブレーキキャリパ１２は、２枚一対のブレーキパッドを収容しており、ブレーキパッドを回転するディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに対して押し付けて（圧着させて）摩擦力を発生するものである。なお、ディスクブレーキユニットの詳細な構造および作動については、周知のディスクブレーキユニットと同様であり、また、本発明に直接関係しないため、その説明を省略する。

このように構成された制動部１０においては、運転者によって図示しないブレーキペダルが操作されると、ブレーキキャリパ１２にブレーキ液圧が供給される。これにより、ブレーキキャリパ１２は、供給されるブレーキ液圧の増加に伴ってブレーキパッドをディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに対して圧着させる。そして、車輪Ｗと一体的に回転するディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに

対してブレーキパッドを圧着させて摩擦係合させることによって摩擦力が発生し、この摩擦力が車輪Wの回転を制動する制動力として付与される。したがって、制動部１０は、車両の制動に伴って運動エネルギーを摩擦によって熱エネルギー（摩擦熱）に変換することにより、回転する車輪Wを制動する。

このように、制動によって発生する熱エネルギー（摩擦熱）は、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに設けられた熱回収部２０によって回収される。熱回収部２０は、図２に示すように、摩擦摺動部１１ａに形成された収容空間１１ｂ内に収容される潜熱蓄熱材２１を備えている。潜熱蓄熱材２１は、物質の状態変化、すなわち、固相から液相への相変化または液相から固相への相変化に伴って、自身の温度変化を生じることなく吸熱または放熱する物性を有するものである。なお、潜熱蓄熱材２１としては、例えば、２００℃前後の融点を有するペンタエリトリトール(Pentaerythritol)などの有機系固体やＬｉＯＨ－ＮａＯＨなどの溶融共晶塩を採用することができる。

このような物性を有する潜熱蓄熱材２１においては、収容空間１１ｂ内の温度が上昇するときに熱エネルギーを吸収して固相から液相に相変化し、収容空間１１ｂ内の温度が下降するときに吸収した熱エネルギーを放出して液相から固相に相変化する。ここで、潜熱蓄熱材２１は、相変化するときであって、固相と液相とが共存しているときには、自身の温度変化を伴わずに熱エネルギーを吸収（吸熱）または放出（放熱）する。

ところで、潜熱蓄熱材２１が固相から液相または液相から固相に相変化するときには、例えば、１～１０％程度の体積変化が生じる。具体的には、潜熱蓄熱材２１が固相から液相に相変化するときには体積が増加し、潜熱蓄熱材２１が液相から固相に相変化するときには体積が減少する。そして、このように収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１は体積変化が生じるため、特に、潜熱蓄熱材２１が固相に相変化した場合には収容空間１１ｂ内に空隙が生じて回転体であるディスクロータ１１における質量のバランスが崩れる可能性がある。

このため、熱回収部２０は、収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１の体積変化を吸収し、収容空間１１ｂ内に空隙が生じことを抑制するために、図２に示すように、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａにの周方向にて等間隔に

（左右対称に）設けられた複数の体積変化吸収手段としての体積変化吸収機構２２を備えている。体積変化吸収機構２２は、図３に詳細に示すように、スリーブ２２ａと、このスリーブ２２ａ内にて一端側が固定されて収容された金属ベローズ２２ｂと、金属ベローズ２２ｂの他端側に組み付けられた円盤状の底板２２ｃとを備えている。ここで、スリーブ２２ａには、後述するように、潜熱蓄熱材２１の流通を許容する切り欠き部２２ａ１が周方向にて複数形成されている。

このように構成される体積変化吸収機構２２は、図４に示すように、ディスクロータ１１の側面にて摩擦摺動部１１ａに対して面一となるように収容空間１１ｂに向けて圧入される。これにより、ディスクロータ１１が回転して体積変化吸収機構２２に遠心力が作用しても、体積変化吸収機構２２が脱落することを防止することができる。

そして、収容空間１１ｂ内まで圧入された体積変化吸収機構２２においては、潜熱蓄熱材２１が固相のときすなわち収容空間１１ｂ内における潜熱蓄熱材２１の体積が最も小さいときには、金属ベローズ２２ｂが底板２２ｃを介して弾撥的に潜熱蓄熱材２１を押し下げている。

この状態から収容空間１１ｂ内の温度が潜熱蓄熱材２１の融点以上に上昇して潜熱蓄熱材２１が固相から液相に相変化するときには、潜熱蓄熱材２１の体積が膨張する。このとき、体積変化吸収機構２２においては、体積膨張した液相の潜熱蓄熱材２１がスリーブ２２ａに形成された切り欠き部２２ａ１からスリーブ２２ａ内に流入し、底板２２ｃが押圧される。これにより、底板２２ｃに組み付けられた金属ベローズ２２ｂがその弾性力に抗してスリーブ２２ａの軸方向に縮小することによって、体積変化吸収機構２２は潜熱蓄熱材２１の体積変化（膨張変化）を吸収することができる。

一方、収容空間１１ｂ内の温度が降下して潜熱蓄熱材２１が液相から固相に相変化するときには、潜熱蓄熱材２１の体積が収縮する。このとき、体積変化吸収機構２２においては、体積収縮した潜熱蓄熱材２１がスリーブ２２ａに形成された切り欠き部２２ａ１からスリーブ２２ａ内に流入していた液相の潜熱蓄熱材２１が収容空間１１ｂ内に向けて流出する。このため、潜熱蓄熱材２１による底板２２ｃの押圧が解除され、金属ベローズ２２ｂがその弾性力によって底板２２ｃ

とともに液相の潜熱蓄熱材２１をスリーブ２２ａの軸方向に押し下げる。これにより、体積変化吸収機構２２は、潜熱蓄熱材２１の体積変化（収縮変化）を吸収し、収容空間１１ｂ内において体積収縮する潜熱蓄熱材２１が空隙を生じることなく充満した状態を維持することができる。したがって、収容空間１１ｂ内の温度が潜熱蓄熱材２１の融点未満までさらに降下し、さらに体積が収縮して潜熱蓄熱材２１が固相として存在する場合であっても、収容空間１１ｂ内に空隙が生じことを抑制することができる。

さらに、熱回収部２０は、図２に示すように、収容空間１１ｂの内部に形成されたフィン２３を備えている。フィン２３は、ディスクロータ１１、より詳しくは、摩擦摺動部１１ａの周方向にて、体積変化吸収機構２２と交互となるように配置されている。そして、フィン２３は、ブレーキキャリパ１２がブレーキパッドを圧着させるときすなわち制動時において、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａの変形を防止する一方で、固相から液相に相変化した潜熱蓄熱材２１の対流を促すとともに液相から固相に相変化した潜熱蓄熱材２１を固定するものである。

このように、熱回収部２０によって回収された（蓄熱された）熱エネルギー（摩擦熱）は、電力回収部３０により電気エネルギーに変換されて蓄電される。このため、電力回収部３０は、図１および図２に示すように、摩擦摺動部１１ａ（より詳しくは、収容空間１１ｂに収容された潜熱蓄熱材２１）とハブ部１１ｃとの間にて環状に配置されて、ディスクロータ１１に組み付けられた熱電変換部３１を備えている。熱電変換部３１は、物質（例えば、Ｂｉ－Ｔｅ系半導体など）が有する周知のゼーベック効果を利用して熱エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。そして、熱電変換部３１は、図２に示すように、一側すなわち加熱面３１ａが収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１によって蓄熱された熱エネルギー（摩擦熱）によって加熱され、他側すなわち冷却面３１ｂが外気と接触するハブ部１１ｃによって相対的に低温に維持（冷却）されるようになっている。

ここで、熱電変換部３１は、図５に概略的に示すように、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差に依存して、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電

変換効率が変化する。すなわち、熱電変換部３１においては、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差が物性上決定される所定の温度差Ｔ１となるまで増大するときには熱電変換効率が最大となるまで変化し、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差が所定の温度差Ｔ１よりも大きくなると熱電変換効率が減少する特性を有している。

そして、熱電変換部３１においては、加熱面３１ａが潜熱蓄熱材２１によって蓄熱された熱エネルギー（摩擦熱）によって加熱されるとともに冷却面３１ｂがハブ部１１ｃによって相対的に冷却されるため、周知のゼーベック効果によって加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差に応じた起電力（以下、この起電力を回生電力という）を発生する。すなわち、熱電変換部３１は、制動部１０による制動に伴って発生し、熱回収部２０によって回収された熱エネルギー（摩擦熱）を電気エネルギーに変換することができる。

このように、熱電変換部３１によって熱エネルギー（摩擦熱）から変換された電気エネルギー（回生電力）は、図１に示すように、変圧回路３２を介して蓄電手段としてのバッテリ３３に供給される。変圧回路３２は、例えば、ＤＣ－ＤＣコンバータやコンデンサを主要構成部品とする電気回路であり、熱電変換部３１から出力された回生電力を変圧してバッテリ３３に出力するものである。バッテリ３３は、変圧された出力された回生電力を蓄電するものである。なお、熱電変換部３１と変圧回路３２との接続に関しては、本発明に直接関係しないため、いかなる方法を採用してもよい。例えば、変圧回路３２が非接触により電磁的に熱電変換部３１から回生電力を集電したり、スリップリングなどを介して変圧回路３２が接触により熱電変換部３１から回生電力を集電したりするとよい。

次に、上記のように構成した第１実施形態に係る車両用制動装置Ｓの作動について説明する。運転者によって図示しないブレーキペダルが操作されると、制動部１０が車輪Ｗの回転に対して制動力を付与する。すなわち、制動部１０においては、上述したように、ブレーキペダルの操作に応じたブレーキ液圧がブレーキキャリパ１２に供給される。そして、ブレーキキャリパ１２は、供給されたブレーキ液圧により、車輪Ｗと一体的に回転するディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに対してブレーキパッドを圧着させて摩擦係合させる。これにより、ディス

クロータ１１の摩擦摺動部１１ａとブレーキパッドとの間に摩擦力が発生し、この摩擦力が制動力として回転する車輪Wに付与される。

一方、摩擦力による制動に伴ってディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに発生した摩擦熱（熱エネルギー）は、摩擦摺動部１１ａに設けられた熱回収部２０によって回収される。以下、熱回収部２０による摩擦熱（熱エネルギー）の回収について詳細に説明する。

一般的に、ディスクブレーキユニットにおいては、摩擦による制動に伴い、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）の一部がハブ部１１ｃに伝熱する。このため、ディスクロータ１１の温度は、図６に示すように、制動に伴って発生する摩擦熱（熱エネルギー）の発熱量に依存して変化する。すなわち、図６にて比較のため一点鎖線により示すように、熱回収部２０を設けない従来の摩擦摺動部１１ａの温度（以下、従来の摩擦摺動部温度という）は、制動による発熱量の増大に伴って速やかに上昇する。一方、図６にて実線により示すハブ部１１ｃの温度（以下、ハブ部温度という）は、制動による発熱量の増大に伴って上昇するものの、従来の摩擦摺動部温度に比して緩やかに上昇する。したがって、従来の摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差は、制動による発熱量が増大することに伴って増大する傾向を有する。

ところで、本発明に係るディスクロータ１１においては、摩擦摺動部１１ａに収容空間１１ｂを形成して熱回収部２０の潜熱蓄熱材２１を収容している。これにより、摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）は、その大部分が摩擦摺動部１１ａの内部、言い換えれば、収容空間１１ｂ内に向けて伝熱する。このため、熱回収部２０は、収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１が伝熱した摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）することにより、摩擦熱（熱エネルギー）を回収する。その結果、熱回収部２０を設けた摩擦摺動部１１ａの温度（以下、摩擦摺動部温度という）とハブ部温度との温度差の増大を抑制することができる。以下、このことを詳しく説明する。

まず、制動部１０が制動力を付与する場合から説明する。制動部１０が制動力の付与を開始すると、潜熱蓄熱材２１は、収容空間１１ｂ内に伝熱した摩擦熱（熱エネルギー）によって加熱される。そして、加熱された潜熱蓄熱材２１の温度

が融点以下であるときには、潜熱蓄熱材２１は固相状態で摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）する。この場合、潜熱蓄熱材２１の温度が上昇することに伴って、摩擦摺動部温度は、図６にて破線により示すように、従来の摩擦摺動部温度に比して緩やかに上昇する。そして、熱回収部２０（より具体的には、潜熱蓄熱材２１）は、このように蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を電力回収部３０の熱電変換部３１の加熱面３１ａに伝熱して摩擦摺動部温度まで加熱する。

このような固相状態において、加熱によって潜熱蓄熱材２１の温度が融点を超えると、より詳しくは、図６に示すように、潜熱蓄熱材２１の温度が融点＋ΔＴ２になると、潜熱蓄熱材２１の一部が固相から液相に相変化を開始し、潜熱蓄熱材２１は、固相と液相とが共存する状態で摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）する。なお、以下の説明においては、固相と液相とが共存する状態となる融点＋ΔＴ２を共存温度という。

このとき、潜熱蓄熱材２１は、摩擦熱（熱エネルギー）を融解熱すなわち潜熱として吸熱（蓄熱）して一部が固相から液相に相変化するため、共存温度を維持した状態となる。これにより、潜熱蓄熱材２１が固相と液相とが共存する状態にあるときには、図６にて破線により示すように、摩擦摺動部温度は共存温度で一定に保たれる。したがって、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差の増大を抑制することができる。そして、熱回収部２０（より具体的には、潜熱蓄熱材２１）は、このように蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を電力回収部３０の熱電変換部３１の加熱面３１ａに伝熱して摩擦摺動部温度（共存温度）まで加熱する。

ここで、潜熱蓄熱材２１においては、一般的に、熱伝導率が低いため、摩擦熱（熱エネルギー）による加熱のみでは、全体が固相から液相に相変化しにくい。その結果、相対的に低温の固相と相対的に高温の液相が存在することによって潜熱蓄熱材２１の全体の温度が不均一となる場合がある。

ところで、収容空間１１ｂはディスクロータ１１と一体的に回転するため、収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１に対して遠心力を作用させることができる。この場合、固相と液相とではそれぞれの密度が異なるため、固相と液相とが共存している状態では、密度の大きな固相が収容空間１１ｂの外周側に相対

的に移動するとともに、密度の小さな液相が収容空間１１ｂの内周側に相対的に移動する。また、収容空間１１ｂ内に形成されたフィン２３は、摩擦熱（熱エネルギー）を潜熱蓄熱材２１に伝熱することができるとともに、収容空間１１ｂの回転に伴って潜熱蓄熱材２１の固相と液相とを撹拌することができる。これにより、固相から液相への相変化が促され、潜熱蓄熱材２１全体の温度が均一化される。

このような固相と液相とが共存する状態において、さらに加熱されると、潜熱蓄熱材２１は、全体が液相に相変化し、液相状態で摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）する。このため、潜熱蓄熱材２１が液相状態にあるときには、図６にて破線により示すように、摩擦摺動部温度は共存温度から上昇する。そして、熱回収部２０（より具体的には、潜熱蓄熱材２１）は、このように蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を電力回収部３０の熱電変換部３１の加熱面３１ａに伝熱して摩擦摺動部温度まで加熱する。

次に、制動部１０が制動力の付与を中止した場合を説明する。制動部１０が制動力の付与を中止すると、摩擦熱（熱エネルギー）は発生しないため、摩擦摺動部１１ａすなわちディスクロータ１１が、例えば、走行風などによって冷却される。この場合、例えば、上述したように、収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１の全体が液相に相変化している状態においては、摩擦摺動部１１ａの冷却に伴い、潜熱蓄熱材２１は液相から固相と液相が共存する状態を経て固相に相変化する。

このとき、潜熱蓄熱材２１は、相変化に伴って、上述したように吸熱（蓄熱）した熱エネルギーを放出（放熱）する。この場合、特に、固相と液相とが共存する状態においては、潜熱蓄熱材２１の全部が固相に相変化するまで共存温度で一定に保たれる。このように、相変化に伴って蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を放熱（放出）することができるため、制動部１０が制動力の付与を中止した場合であっても、熱回収部２０は、電力回収部３０の熱電変換部３１の加熱面３１ａに継続して摩擦熱（熱エネルギー）を伝熱して摩擦摺動部温度まで加熱することができる。

なお、摩擦熱（熱エネルギー）の伝熱によって潜熱蓄熱材２１が相変化し、体

積膨張または体積収縮する場合には、上述したように、体積変化吸収機構２２によって収容空間１１ｂ内における潜熱蓄熱材２１の体積変化が吸収される。この場合、特に、潜熱蓄熱材２１が液相から固相に相変化して体積が収縮するときには、体積変化吸収機構２２の金属ベローズ２２ｂがその弾性力によって底板２２ｃとともに液相の潜熱蓄熱材２１をスリーブ２２ａの軸方向に押し下げる。これにより、体積変化吸収機構２２は、潜熱蓄熱材２１の体積変化（収縮変化）を吸収し、収容空間１１ｂ内において体積収縮する潜熱蓄熱材２１が空隙を生じることなく充満した状態を維持することができる。したがって、収容空間１１ｂ内の温度が潜熱蓄熱材２１の融点未満までさらに降下し、さらに体積が収縮して潜熱蓄熱材２１が固相として存在する場合であっても、収容空間１１ｂ内に空隙が生じことを抑制することができて、回転体であるディスクロータ１１における質量のバランスが崩れることを防止することができる。

このように熱回収部２０によって回収された摩擦熱（熱エネルギー）を利用して、電力回収部３０は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。具体的に説明すると、電力回収部３０においては、熱電変換部３１の加熱面３１ａが熱回収部２０によって蓄熱（回収）された摩擦熱（熱エネルギー）によって摩擦摺動部温度まで加熱される一方で、熱電変換部３１の冷却面３１ｂがハブ部１１ｃによってハブ部温度に維持される。すなわち、ディスクロータ１１においては、摩擦摺動部温度が高温側となり、ハブ部温度が低温側となる。

ここで、摩擦摺動部温度は、上述したように、熱回収部２０による摩擦熱（熱エネルギー）の蓄熱（回収）によって、一定の共存温度で維持される。このため、特に、制動部１０が制動力を付与している場合には、高温側である摩擦摺動部温度と低温側であるハブ部温度との間の温度差の増加が効果的に防止される。ところで、熱電変換部３１は、上述したように、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差、言い換えれば、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差が所定の温度差Ｔ１で維持されるとき、熱電変換効率が最も良好となる。

このことに関し、図６に示すように、摩擦摺動部温度が共存温度で一定に維持されているときには、摩擦摺動部温度と緩やかの上昇するハブ部温度との温度差をほぼ温度差Ｔ１で維持することができる。さらに、摩擦摺動部温度が共存温度

で維持されることによって、摩擦摺動部温度が共存温度から上昇する場合であっても、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差が増大しすぎることを防止することができて温度差Ｔ１に近づけることができる。したがって、熱電変換部３１は、良好な熱電変換効率によって摩擦熱（熱エネルギー）を回生電力（電気エネルギー）に変換して回収することができる。

また、制動部１０が制動力の付与を中止した場合には、熱回収部２０は蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を放熱（放出）することによって、継続して摩擦摺動部温度に熱電変換部３１の加熱面３１ａを加熱することができる。これにより、摩擦熱（熱エネルギー）が新たに発生しない状況であっても、高温側である摩擦摺動部温度と低温側であるハブ部温度との間に温度差を生じさせることができる。

したがって、熱電変換部３１は、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの間の温度差に応じて、周知のゼーベック効果により、効率よく熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、回生電力を発電することができる。そして、このように発電された回生電力は、変圧回路３２によって変圧され、バッテリ３３に蓄電される。このように、バッテリ３３に蓄電された回生電力は、車両に搭載された他の機器で利用することができるため、例えば、エンジンの負荷を低減して燃費を向上させることができる。

以上の説明からも理解できるように、この第１実施形態によれば、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに形成した収容空間１１ｂ内に熱回収部２０の潜熱蓄熱材２１を設けるとともに、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａ（すなわち、潜熱蓄熱材２１）とハブ部１１ｃとの間に熱電変換部３１を設けることができる。これにより、制動に伴って発生した摩擦熱（熱エネルギー）により、潜熱蓄熱材２１に効率よく摩擦熱（熱エネルギー）を伝熱することができるとともにディスクロータ１１の回転に伴う遠心力によって潜熱蓄熱材２１を効率よく相変化させることができる。したがって、摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を潜熱として効率よく回収することができ、その結果、摩擦摺動部１１ａの温度上昇を効果的に抑制することができる。

また、熱電変換部３１を潜熱蓄熱材２１に隣接して配置することができるため

、潜熱蓄熱材２１に蓄熱された摩擦熱（熱エネルギー）によって加熱面３１ａを加熱して、冷却面３１ｂとの間の温度差を適切に維持することができる。これにより、熱電変換部３１は、良好な熱電変換効率により、回収された摩擦熱（熱エネルギー）を回生電力（電気エネルギー）に変換することができる。

また、熱回収部２０に体積変化吸収機構２２を設けることができるため、収容空間１１ｂ内における潜熱蓄熱材２１の相変化に伴う体積変化を確実に吸収することができる。これにより、特に、潜熱蓄熱材２１が液相から固相に相変化する際に発生する可能性が高い収容空間１１ｂ内の空隙の発生を防止することができ、ディスクロータ１１の質量のバランスが崩れることを防止することができる。したがって、ディスクロータ１１の質量のバランスが崩れることに起因して、例えば、車両の走行挙動や乗り心地に対する悪影響の発生を防止することができる。

さらに、熱回収部２０にフィン２３をディスクロータ１１の周方向にて潜熱蓄熱材２１と交互に設けることができる。これにより、摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を潜熱蓄熱材２１に対して効率よく伝熱することができるとともに固相と液相とが共存する状態ではディスクロータ１１の回転に伴って効果的に攪拌することができる。したがって、潜熱蓄熱材２１の温度を均一化することができ、熱電変換部３１の加熱面３１ａを適切に加熱することができる。

ｂ．第１実施形態の第１変形例

上記第１実施形態においては、熱回収部２０の体積変化吸収機構２２およびフィン２３を収容空間１１ｂを形成する壁面に接触させることなく設けて実施した。この場合、摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を効率よく熱回収部２０の潜熱蓄熱材２１に伝熱させるために、フィン２３の形状を変更し、さらに別途フィンを設けて実施することも可能である。以下、この第１変形例を詳細に説明するが、上記第１実施形態と同一部分に同一の符号を付し、その説明を省略する。

この第１変形例においては、図７に示すように、熱回収部２０が上記第１実施形態におけるフィン２３に代えてフィン２３’を備えている。フィン２３’は、

収容空間１１ｂを形成する内壁面、より具体的には、摩擦摺動部１１ａの外周側に位置する内壁面と内周側に位置する内壁面とに熱的に接続するように形成されている。

また、この第１変形例においては、収容空間１１ｂを形成する内壁面と体積変化吸収機構２２のスリーブ２２ａの外周面とを熱的に接続するフィン２３’ａ，２３’ｂを必要に応じて形成されている。フィン２３’ａは、収容空間１１ｂを形成する内壁面のうち、摩擦摺動部１１ａの外周側に位置する内壁面と体積変化吸収機構２２のスリーブ２２ａの外周面とを熱的に接続する。フィン２３’ｂは、収容空間１１ｂを形成する内壁面のうち、摩擦摺動部１１ａの内周側に位置する内壁面と体積変化吸収機構２２のスリーブ２２ａの外周面とを熱的に接続する。なお、フィン２３’ａ，２３’ｂを設けるか否かについては、潜熱蓄熱材２１を相変化させるために必要な熱量を実験的に確認し、この確認に基づいて、フィン２３’ａおよびフィン２３’ｂの少なくとも一つを設けるまたはフィン２３’ａ，２３’ｂを設けないことを決定するようにするとよい。

また、フィン２３’ａ，２３’ｂを設ける場合には、これらフィン２３’ａ，２３’ｂを介して伝熱される摩擦熱（熱エネルギー）をより効果的に潜熱蓄熱材２１に伝熱するために、例えば、体積変化吸収機構２２のスリーブ２２ａをアルミ等の鉄に比して良好な熱伝導率を有する材料から形成することが望ましい。このようにスリーブ２２ａの形成材料を選択することにより、潜熱蓄熱材２１の内部に対して摩擦熱（熱エネルギー）を効率よく伝熱することができる。

このように構成される第１変形例においては、制動部１０によって制動力が付与されると、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）は、フィン２３’を介して、収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１の内部に伝熱される。さらに、フィン２３’ａ，２３’ｂを設けた場合には、これらフィン２３’ａ，２３’ｂおよび体積変化吸収機構２２のスリーブ２２ａを介して、摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）が潜熱蓄熱材２１の内部に伝熱される。

これにより、例えば、固相と液相とが共存する状態においては、上述した遠心力による固相と液相との相対的な移動によって撹拌されることに加えて、内部に

摩擦熱（熱エネルギー）が伝熱されることによって、固相から液相への相変化がより促され、潜熱蓄熱材２１全体の温度が均一化される。すなわち、この第１変形例においては、上記第１実施形態に比して、より効率よく摩擦熱（熱エネルギー）を伝熱することができる。したがって、熱電変換部３１の加熱面３１ａをより安定して加熱することができて、回生電力を発電することができる。

さらに、この第１変形例においては、隣接するフィン２３’によって潜熱蓄熱材２１が仕切られる構造となる。したがって、潜熱蓄熱材２１が相変化する場合には、体積変化吸収機構２２によって体積変化が吸収されるとともに収容空間１１ｂ内での周方向への移動が抑制されるため、回転体であるディスクロータ１１における質量のバランスが崩れることをより効果的に防止できるという効果も期待できる。

その他の効果については、上記第１実施形態と同様である。

ｃ．第１実施形態の第２変形例

上記第１実施形態および第１変形例においては、電力回収部３０の熱電変換部３１がディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａ（より具体的には、収容空間１１ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１）とハブ部１１ｃとの間に周状に配置されて、加熱面３１ａが摩擦摺動部温度に加熱され、冷却面３１ｂがハブ部温度に維持されるように実施した。ところで、ディスクロータ１１は、所謂、車両のバネ下に配置されるものであるため、車両の走行に伴って振動等が入力しやすい。また、熱電変換部３１には、加熱と冷却に伴うせん断力や応力が作用する可能性もある。このため、ディスクロータ１１に熱電変換部３１を組み付ける場合には、熱電変換部３１を上記した外力から良好に保護することが望ましい。以下、この第２変形例を詳細に説明するが、上記第１実施形態と同一部分に同一の符号を付し、その説明を省略する。

この第２変形例においては、図８に示すように、電力回収部３０を構成する熱電変換部３１が複数に分割されている。そして、この第２変形例においては、各熱電変換部３１は、フローティング締結機構３４によって連結されるとともに、ディスクロータ１１に対して固定されている。フローティング締結機構３４は、連結された熱電変換部３１をディスクロータ１１に固定する締結カラー３４ａと

、周状に隣接する熱電変換部３１を連結する連結部材３４ｂと、締結カラー３４ａによってディスクロータ１１に固定されて熱電変換部３１を覆う耐熱性断熱材３４ｃとを備えている。

ここで、締結カラー３４ａは、例えば、熱伝導率の小さいステンレスなどから中空円筒状に形成されており、図９に示すように、両端に段部が成形されることにより、連結部材３４ｂによって連結された熱電変換部３１および耐熱性断熱材３４ｃをディスクロータ１１に固定する。なお、連結部材３４ｂによって連結された熱電変換部３１をディスクロータ１１に固定する場合には、図９に示すように、締結カラー３４ａは成形された段部と耐熱性断熱材３４ｃとの間に若干のクリアランスが生じるように固定する。

また、連結部材３４ｂは、可撓性を有する材料から形成されている。そして、連結部材３４ｂは、熱電変換部３１に無用な応力が作用することを防止するために、各熱電変換部３１を締結カラー３４ａから離間させて連結するようになっている。

さらに、フローティング締結機構３４は、図１０に示すように、熱電変換部３１のディスクロータ１１における径方向への変位を許容するために、断面略Ｕ字状の変位規制部材３４ｄと、熱電変換部３１と変位規制部材３４ｄとの間に配置される変位吸収材３４ｅとを備えている。ここで、変位規制部材３４ｄは、例えば、熱伝導率の大きな、例えば、銅板などから形成されている。また、変位吸収材３４ｅも、熱伝導率の大きな、例えば、銅網や銅網線、銅メッシュなどから形成されている。

このように構成された第２変形例においては、複数に分割された熱電変換部３１がフローティング締結機構３４により、ディスクロータ１１に対して、所謂、フローティング結合されている。このため、加熱および冷却に伴って、熱電変換部３１に対して周方向にせん断力などが作用し得る状況においては、例えば、連結部材３４ｂが変形することにより、熱電変換部３１にせん断力などが作用することを防止することができる。また、熱電変換部３１がディスクロータ１１の径方向に変位する状況においては、例えば、変位吸収材３４ｅが変形することによって熱電変換部３１の変位を許容し、熱電変換部３１に応力が作用することを防

止することができる。

また、締結カラー３４ａを熱伝導率の小さな材料から形成するとともに、変位規制部材３４ｄおよび変位吸収部材３４ｅを熱伝導率の大きな材料から形成することにより、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を優先的に熱電変換部３１の加熱面３１ａに伝熱させることができる。また、耐熱性断熱材３４ｃが熱電変換部３１を覆うことによっても、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を優先的に熱電変換部３１の加熱面３１ａに伝熱させることができる。

すなわち、この第２変形例のように、フローティング締結機構３４を構成する部材の材料を熱伝導率に基づいて適宜選択することによって、摩擦摺動部１１ａからハブ部１１ｃに向けて伝熱する摩擦熱（熱エネルギー）の熱移動量を適切にコントロールすることができる。したがって、効率よく熱電変換部３１の加熱面３１ａを加熱することができるため、熱電変換部３１による回生電力の発電効率を向上させることができる。

その他の効果については、上記第１実施形態および第１変形例と同様である。

なお、上記第２変形例においては、種々の変更が可能である。例えば、上記第２変形例においては、円弧状に熱電変換部３１を成形しておき、連結部材３４ｂによって連結されるように実施した。この場合、例えば、図１１に示すように、直線状に成形した熱電変換部３１を連結部材３４ｂが連結するように実施することも可能である。この場合には、熱電変換部３１を極めて容易に成形できるものの、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａの半径方向における幅が小さくなる場合がある。したがって、このような直線状の熱電変換部３１を採用して実施する場合には、大径のディスクロータ１１に熱電変換部３１を組み付けて実施することが好ましい。

また、上記第２変形例においては、図９に示したように、締結カラー３４ａの両端に形成した段部が耐熱性断熱材３４ｃを介して、ディスクロータ１１に固定されるように実施した。この場合、耐熱性断熱材３４ｃの機械的強度が小さい場合には、図１２に示すように、締結カラー３４ａの両端に２段の段部を形成し、各段部がそれぞれ耐熱性断熱材３４ｃとディスクロータ１１とに接触するように

実施することも可能である。

さらに、上記第２変形例においては、耐熱性断熱材３４ｃを設けて実施した。しかしながら、必要に応じて、耐熱性断熱材３４ｃを省略して実施可能であることはいうまでもない。

ｄ．第１実施形態の第３変形例

上記第１実施形態および各変形例においては、電力回収部３０の熱電変換部３１における冷却面３１ｂがハブ部１１ｃによって相対的に冷却される、より詳しくは、ハブ部温度の維持されるように実施した。これらの場合、例えば、図６に示したように、ハブ部温度も制動による発熱量の増大に伴って緩やかに上昇するため、熱電変換部３１の熱電変換効率が最大となる温度差Ｔ１を継続して維持することが難しい場合がある。この場合、ディスクロータ１１のハブ部１１ｃに伝熱した摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱してハブ部温度の上昇を抑制するように実施することも可能である。以下、この第１実施形態の第３変形例を詳細に説明するが、上記第１実施形態と同一部分に同一の符号を付し、その説明を省略する。なお、以下の説明においては、理解を容易とするために、上記第１実施形態における収容空間１１ｂを高温側収容空間１１ｂといい、潜熱蓄熱材２１を高温潜熱蓄熱材２１といい、共存温度を高温側共存温度いう。

この第３変形例においては、図１３および図１４に示すように、ディスクロータ１１のハブ部１１ｃに低温側収容空間１１ｄが形成されている。そして、この第３変形例における熱回収部２０は、低温側収容空間１１ｄに収容される低温潜熱蓄熱材２４を備えている。低温潜熱蓄熱材２４は、高温潜熱蓄熱材２１と同様に、物質の状態変化、すなわち、固相から液相への相変化または液相から固相への相変化に伴って、自身の温度変化を生じることなく吸熱または放熱する物性を有するものである。なお、低温潜熱蓄熱材２４としては、例えば、５０～１００℃前後の融点を有する$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$などの水和塩を採用することができる。

したがって、低温潜熱蓄熱材２４においては、低温側収容空間１１ｄ内の温度が上昇するときに熱エネルギーを吸収して高温潜熱蓄熱材２１よりも低い温度で固相から液相に相変化し、低温側収容空間１１ｄ内の温度が下降するときに吸収

した熱エネルギーを放出して液相から固相に相変化する。そして、低温潜熱蓄熱材２４も、相変化するときであって、固相と液相とが共存しているときには、自身の温度変化を伴わずに熱エネルギーを吸収（吸熱）または放出（放熱）する。

また、低温潜熱蓄熱材２４も、高温潜熱蓄熱材２１と同様に、固相から液相または液相から固相に相変化するときには体積変化を生じる。このため、この第２実施形態における熱回収部２０は、低温側収容空間１１ｄ内に収容された低温潜熱蓄熱材２４の体積変化を吸収し、低温側収容空間１１ｄ内に空隙が生じことを抑制するために、図１４に示すように、ディスクロータ１１のハブ部１１ｃに周方向にて等間隔に複数の体積変化吸収機構２２を備えている。

次に、上記のように構成した第３変形例に係る車両用制動装置Ｓの作動について説明する。この第３変形例においても、上記第１実施形態と同様に、制動部１０が車輪Ｗの回転に対して制動力を付与する。すなわち、制動部１０においても、運転者による図示しないブレーキペダルの操作に応じたブレーキ液圧がブレーキキャリパ１２に供給されると、この供給されたブレーキ液圧により、ブレーキキャリパ１２は車輪Ｗと一体的に回転するディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに対してブレーキパッドを圧着させて摩擦係合させる。これにより、上記第１実施形態と同様に、ディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａとブレーキパッドとの間に摩擦力（制動力）が発生するとともに、摩擦熱（熱エネルギー）が発生する。

このように、摩擦力による制動に伴ってディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに発生した摩擦熱（熱エネルギー）は、熱回収部２０によって回収される。そして、この回収された摩擦熱（熱エネルギー）は、電力回収部３０によって回生電力（電気エネルギー）に変換されて蓄電される。まず、この第３変形例の熱回収部２０による摩擦熱（熱エネルギー）の回収について詳細に説明する。

この第３変形例においては、熱回収部２０が、摩擦摺動部１１ａに形成された高温側収容空間１１ｂ内に収容された高温潜熱蓄熱材２１と、ハブ部１１ｃに形成された低温側収容空間１１ｄ内に収容された低温潜熱蓄熱材２４とを備えている。これにより、高温潜熱蓄熱材２１は、摩擦摺動部１１ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）によって加熱されて、上記第１実施形態と同様に、固相と液相

とが共存する状態を経て固相から液相に相変化する。したがって、熱回収部２０の高温潜熱蓄熱材２１は、図１５に示すように、制動による発熱量変化に対して、高温側共存温度を有して変化し、熱電変換部３１の加熱面３１ａを加熱する。

一方、低温側収容空間１１ｄ内に収容された低温潜熱蓄熱材２４は、ハブ部１１ｃに伝熱した摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）する。これにより、第３変形例における熱回収部２０は、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差の増大を、上記第１実施形態に比して、より抑制することができる。以下、このことを詳しく説明する。

まず、制動部１０が制動力を付与する場合から説明する。制動部１０が制動力の付与を開始すると、低温潜熱蓄熱材２４は、低温側収容空間１１ｄ内に伝熱した摩擦熱（熱エネルギー）によって加熱される。そして、加熱された低温潜熱蓄熱材２４の温度が融点以下であるときには、低温潜熱蓄熱材２４は固相状態で摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）する。この場合、低温潜熱蓄熱材２４の温度が上昇することに伴って、ハブ部温度は、図１５にて実線により示すように、緩やかに上昇する。そして、熱回収部２０の低温潜熱蓄熱材２４は、このように蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を電力回収部３０の熱電変換部３１の冷却面３１ｂに伝熱してハブ部温度に維持する。

このような固相状態において、加熱によって低温潜熱蓄熱材２４の温度が融点を超えると、より詳しくは、図１５に示すように、低温潜熱蓄熱材２４の温度が融点＋ΔＴ３になると、低温潜熱蓄熱材２４の一部が固相から液相に相変化を開始し、低温潜熱蓄熱材２４は、固相と液相とが共存する状態で摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）する。なお、以下の説明では、低温潜熱蓄熱材２４において、固相と液相とが共存する状態となる融点＋ΔＴ３を低温側共存温度という。

このとき、低温潜熱蓄熱材２４は、摩擦熱（熱エネルギー）を融解熱すなわち潜熱として吸熱（蓄熱）して一部が固相から液相に相変化するため、低温側共存温度を維持した状態となる。これにより、低温潜熱蓄熱材２４が固相と液相とが共存する状態にあるときには、図１５にて実線により示すように、ハブ部温度は低温側共存温度で一定に保たれる。したがって、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差の増大をより抑制することができる。そして、熱回収部２０の低温潜熱

蓄熱材２４は、このように蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を電力回収部３０の熱電変換部３１の冷却面３１ｂに伝熱してハブ部温度（共存温度）に維持する。

ここで、低温潜熱蓄熱材２４においても、一般的に、熱伝導率が低いため、摩擦熱（熱エネルギー）による加熱のみでは、全体が固相から液相に相変化しにくい。その結果、高温潜熱蓄熱材２１と同様に、相対的に低温の固相と相対的に高温の液相が存在することによって低温潜熱蓄熱材２４の全体の温度が不均一となる場合がある。

ところで、低温側収容空間１１ｄもディスクロータ１１と一体的に回転するため、低温側収容空間１１ｄ内に収容された低温潜熱蓄熱材２４に対して遠心力を作用させることができる。これにより、密度の大きな固相が低温側収容空間１１ｄの外周側に相対的に移動するとともに、密度の小さな液相が低温側収容空間１１ｂの内周側に相対的に移動する。これにより、固相から液相への相変化が促され、低温潜熱蓄熱材２４全体の温度が均一化される。

このような固相と液相とが共存する状態において、さらに加熱されると、低温潜熱蓄熱材２４は、全体が液相に相変化し、液相状態で摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）する。このため、低温潜熱蓄熱材２４が液相状態にあるときには、図１５にて実線により示すように、ハブ部温度は共存温度から上昇する。そして、熱回収部２０の低温潜熱蓄熱材２４は、このように蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を電力回収部３０の熱電変換部３１の冷却面３１ｂに伝熱してハブ部温度に維持する。

次に、制動部１０が制動力の付与を中止した場合を説明する。制動部１０が制動力の付与を中止すると、摩擦熱（熱エネルギー）は発生しないため、摩擦摺動部１１ａおよびハブ部１１ｃすなわちディスクロータ１１が、例えば、走行風などによって冷却される。この場合、例えば、上述したように、低温側収容空間１１ｄ内に収容された低温潜熱蓄熱材２４の全体が液相に相変化している状態においては、ハブ部１１ｃの冷却に伴い、低温潜熱蓄熱材２４は、高温潜熱蓄熱材２１と同様に、液相から固相と液相が共存する状態を経て固相に相変化する。

このとき、高温潜熱蓄熱材２１および低温潜熱蓄熱材２４は、相変化に伴って

、上述したように吸熱（蓄熱）した熱エネルギーを放熱（放出）する。この場合、特に、固相と液相とが共存する状態においては、高温潜熱蓄熱材２１および低温潜熱蓄熱材２４の全部が固相に相変化するまで共存温度で一定に保たれる。このように、相変化に伴って蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を放熱（放出）することができるため、制動部１０が制動力の付与を中止した場合であっても、熱回収部２０の高温潜熱蓄熱材２１は、電力回収部３０の熱電変換部３１の加熱面３１ａに継続して摩擦熱（熱エネルギー）を伝熱して摩擦摺動部温度まで加熱することができるとともに、熱回収部２０低温潜熱蓄熱材２４は、電力回収部３０の熱電変換部３１の冷却面３１ｂに伝熱してハブ部温度に維持することができる。

なお、この第３変形例において、摩擦熱（熱エネルギー）の伝熱によって低温潜熱蓄熱材２４が相変化し、体積膨張または体積収縮する場合には、上述したように、体積変化吸収機構２２によって低温側収容空間１１ｄ内における低温潜熱蓄熱材２４の体積変化が吸収される。この場合、特に、低温潜熱蓄熱材２４が液相から固相に相変化して体積が収縮するときには、体積変化吸収機構２２の金属ベローズ２２ｂがその弾性力によって底板２２ｃとともに液相の低温潜熱蓄熱材２４をスリーブ２２ａの軸方向に押し下げる。

これにより、体積変化吸収機構２２は、低温潜熱蓄熱材２４の体積変化（収縮変化）を吸収し、低温側収容空間１１ｄ内において体積収縮する低温潜熱蓄熱材２４が空隙を生じることなく充満した状態を維持することができる。したがって、低温側収容空間１１ｄ内の温度が低温潜熱蓄熱材２４の融点未満までさらに降下し、さらに体積が収縮して低温潜熱蓄熱材２４が固相として存在する場合であっても、低温側収容空間１１ｄ内に空隙が生じことを抑制することができて、回転体であるディスクロータ１１における質量のバランスが崩れることを防止することができる。

このように熱回収部２０によって回収された摩擦熱（熱エネルギー）を利用して、電力回収部３０は、上記第１実施形態と同様に、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。具体的には、電力回収部３０においては、熱電変換部３１の加熱面３１ａが高温潜熱蓄熱材２１によって蓄熱（回収）された摩擦熱（熱エネル

ギー）によって摩擦摺動部温度まで加熱される一方で、熱電変換部３１の冷却面３１ｂが低温潜熱蓄熱材２４によってハブ部温度に維持される。

ここで、摩擦摺動部温度は、上述したように、熱回収部２０の高温潜熱蓄熱材２１によって、一定の高温側共存温度で維持される。また、ハブ部温度は、上述したように、熱回収部２０の低温潜熱蓄熱材２４によって、一定の低温側共存温度で維持される。これにより、この第３変形例においては、図１５に示すように、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差、言い換えれば、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差を所定の温度差Ｔ１で継続して維持することができるため、熱電変換効率をより良好に維持することができる。

このため、熱電変換部３１は、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの間の温度差に応じて、周知のゼーベック効果により、効率よく熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、回生電力を発電することができる。そして、このように発電された回生電力は、上記第１実施形態と同様に、変圧回路３２によって変圧され、バッテリ３３に蓄電される。このように、バッテリ３３に蓄電された回生電力は、車両に搭載された他の機器で利用することができるため、例えば、エンジンの負荷を低減して燃費を向上させることができる。

したがって、この第３変形例においては、回転体としてのディスクロータ１１の摩擦摺動部１１ａに高温側収容空間１１ｂを形成して高温潜熱蓄熱材２１を収容し、ハブ部１１ｃに低温側収容空間１１ｄを形成して低温潜熱蓄熱材２４を収容することができる。そして、高温潜熱蓄熱材２１と低温潜熱蓄熱材２４とがそれぞれ高温側共存温度および低温側共存温度で一定となることにより、熱電変換部３１の加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの間の温度差を熱電変換効率が良好となる温度差に継続して維持することができる。これにより、より効率よく、摩擦熱（熱エネルギー）を回生電力（電気エネルギー）に発電（変換）することができて、発電された回生電力を車両に搭載された他の機器で利用することができる。

その他の効果については、上記第１実施形態および各変形例と同様である。

ｅ．第２実施形態

次に、本発明の第２実施形態に係る車両用制動装置Ｓを説明する。上記第１実施形態および各変形例においては、制動部１０が回転体としてのディスクロータ

１１と摩擦係合手段としてのブレーキキャリパ１２とを備えたディスクブレーキユニットとして実施した。この第２実施形態においては、図１６に示すように、制動部１０が回転体としてのブレーキドラム１３と摩擦係合手段としてのブレーキシュー１４とを備えたドラムブレーキユニットを採用して実施する。なお、この第２実施形態の車両用制動装置Ｓにおいては、上記第１実施形態と同様の熱回収部２０および電力回収部３０を備えているため、これら熱回収部２０および電力回収部３０の詳細な説明を省略する。

この第２実施形態におけるブレーキドラム１３は、図示しないサスペンション装置を構成するナックルＮに回転可能に支持されたハブＨに対してナットにより組み付けられていて、車輪Ｗと一体的に回転するものである。また、ブレーキドラム１３は、その外周部にて、後述するブレーキシュー１２に組み付けられるライニングと摩擦摺動する摩擦摺動部１３ａを備えている。そして、この摩擦摺動部１３ａには、図１６に示すように、熱回収部２０を構成する潜熱蓄熱手段としての潜熱蓄熱材２１が充填されて収容される収容空間１３ｂが形成されている。また、ブレーキドラム１３には、図１６に示すように、ハブＨに対して接触して固定される固定部としてのハブ部１３ｃを備えている。

ブレーキシュー１４は、図１６に示すように、ブレーキドラム１３内に収容されており、車体側に回転不能に固定されたバッキングプレート１５に対して組み付けられている。そして、ブレーキシュー１４は、バッキングプレート１５に固着されたホイールシリンダＷＳの作動により、ライニングをブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａに対して摩擦係合するようになっている。なお、ドラムブレーキユニットの詳細な構造および作動については、周知のドラムブレーキユニットと同様であり、また、本発明に直接関係しないため、その説明を省略する。

このように構成された制動部１０においては、運転者によって図示しないブレーキペダルが操作されると、ホイールシリンダＷＳにブレーキ液圧が供給される。これにより、ブレーキシュー１４は、供給されるブレーキ液圧の増加に伴って、ライニングをブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａに対して圧着させて摩擦係合させる。そして、車輪Ｗと一体的に回転するブレーキドラム１３に対してライニングを摩擦係合させることによって摩擦力が発生し、この摩擦力が車輪Ｗの

回転を制動する制動力として付与される。したがって、この第２実施形態における制動部１０も、車両の制動に伴って運動エネルギーを摩擦によって熱エネルギー（摩擦熱）に変換することにより、回転する車輪Ｗを制動する。

このように、制動によって発生する熱エネルギー（摩擦熱）は、ブレーキディスク１３の摩擦摺動部１３ａに設けられた熱回収部２０によって回収される。そして、この第２実施形態においては、熱回収部２０は、図１６および図１７に示すように、摩擦摺動部１３ａに形成された収容空間１３ｂ内に収容される潜熱蓄熱材２１と、潜熱蓄熱材２１の体積変化を吸収して収容空間１３ｂ内に空隙が生じることを抑制する複数の体積変化吸収機構２２と、収容空間１３ｂ内に形成された図示省略のフィン２３とを備えている。ここで、この第２実施形態においては、上記第１実施形態に比して、体積変化吸収機構２２が若干異なる。

すなわち、この第２実施形態における体積変化吸収機構２２は、図１７および図１８に示すように、ブレーキドラム１３の回転軸に沿った方向、言い換えれば、ブレーキドラム１３の側面から収容空間１３ｂに向けて圧入される。すなわち、この第２実施形態においては、潜熱蓄熱材２１の体積変化方向とベローズ２２ｂの伸縮方向とを一致させることができるため、スリーブ２２ａに切り欠き部２２ａ１の形成が不要となる点で異なる。なお、体積変化吸収機構２２をブレーキドラム１３の側面に設けることにより、ブレーキドラム１３が回転して体積変化吸収機構２２に遠心力が作用しても、体積変化吸収機構２２が脱落することを防止することができる。

ここで、この体積変化吸収機構２２に関しては、図１９に示すように、ブレーキドラム１３の外周面側から収容空間１３ｂに向けて圧入して実施することも可能である。この場合には、遠心力の作用による脱落を防止するために、体積変化吸収機構２２を収容空間１３ｂ内に深く圧入する必要がある。このため、この場合には、スリーブ２２ａに、上記第１実施形態と同様に、収容空間１３ｂ内における潜熱蓄熱材２１の流通を許容する切り欠き部２２ａ１を周方向にて複数形成するとよい。なお、車両によって遠心力の作用による脱落の可能性が低い場合には、図２０に示すように、体積変化吸収機構２２の収容空間１３ｂ内への圧入量を減少させることも可能である。この場合には、スリーブ２２ａに切り欠き部２

２ａ１を形成しなくても、潜熱蓄熱材２１の流通が許容されるため、潜熱蓄熱材２１の体積変化を吸収することができる。

なお、この第２実施形態においても、図示を省略するが、収容空間１３ｂ内にフィン２３がブレーキドラム１３の周方向にて潜熱蓄熱材２１と交互に形成される。

また、この第２実施形態においても、熱回収部２０によって回収された（蓄熱された）熱エネルギー（摩擦熱）は、電力回収部３０により電気エネルギーに変換されて蓄電される。このため、この第２実施形態においても、電力回収部３０は、図１６に示すように、熱電変換部３１、変圧回路３２およびバッテリ３３を備えている。ここで、この第２実施形態における熱電変換部３１は、図１６および図１７に示すように、一側すなわち加熱面３１ａが収容空間１３ｂ内に収容された潜熱蓄熱材２１によって蓄熱された熱エネルギー（摩擦熱）によって加熱され、他側すなわち冷却面３１ｂが外気と接触するハブ部１３ｃによって冷却されるようになっている。

次に、上記のように構成した第２実施形態に係る車両用制動装置Ｓの作動について説明する。この第２実施形態においても、上記第１実施形態と同様に、制動部１０が車輪Ｗの回転に対して制動力を付与する。すなわち、制動部１０においても、運転者による図示しないブレーキペダルの操作に応じたブレーキ液圧がホイールシリンダＷＳに供給されると、この供給されたブレーキ液圧により、ブレーキシュー１４は車輪Ｗと一体的に回転するブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａに対してライニングを圧着させて摩擦係合させる。これにより、ブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａとライニングとの間に摩擦力（制動力）が発生するとともに、摩擦熱（熱エネルギー）が発生する。

このように、摩擦力による制動に伴ってブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａに発生した摩擦熱（熱エネルギー）は、上記第１実施形態と同様に、熱回収部２０によって回収される。そして、この回収された摩擦熱（熱エネルギー）は、電力回収部３０によって回生電力（電気エネルギー）に変換されて蓄電される。まず、この第２実施形態の熱回収部２０による摩擦熱（熱エネルギー）の回収について詳細に説明する。

この第２実施形態においては、ブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａに形成された収容空間１３ｂ内に潜熱蓄熱材２１が収容されている。これにより、潜熱蓄熱材２１は、摩擦摺動部１３ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）によって加熱されて、上記第１実施形態と同様に、固相と液相とが共存する状態を経て固相から液相に相変化する。したがって、熱回収部２０の潜熱蓄熱材２１は、例えば、図６に示したのと同様に、制動による発熱量変化に対して、共存温度を有して変化し、熱電変換部３１の加熱面３１ａを摩擦摺動部温度まで加熱する。

また、制動部１０が制動力の付与を中止すると、摩擦熱（熱エネルギー）は発生しないため、摩擦摺動部１３ａすなわちブレーキドラム１３が、例えば、走行風などによって冷却される。この場合、潜熱蓄熱材２１は、相変化に伴って、上述したように吸熱（蓄熱）した熱エネルギーを放熱（放出）する。特に、固相と液相とが共存する状態においては、潜熱蓄熱材２１の全部が固相に相変化するまで共存温度で一定に保たれる。このように、相変化に伴って蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を放熱（放出）することができるため、制動部１０が制動力の付与を中止した場合であっても、熱回収部２０は、電力回収部３０の熱電変換部３１の加熱面３１ａに継続して摩擦熱（熱エネルギー）を伝熱して摩擦摺動部温度まで加熱することができる。

そして、この第２実施形態においても、熱回収部２０によって回収された摩擦熱（熱エネルギー）を利用して、電力回収部３０は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。具体的に説明すると、電力回収部３０においては、熱電変換部３１の加熱面３１ａが熱回収部２０によって蓄熱（回収）された摩擦熱（熱エネルギー）によって摩擦摺動部温度まで加熱される一方で、熱電変換部３１の冷却面３１ｂがハブ部１３ｃによってハブ部温度に維持される。すなわち、ブレーキドラム１３においても、摩擦摺動部温度が高温側となり、ハブ部温度が低温側となる。

ここで、摩擦摺動部温度は、上述したように、熱回収部２０による摩擦熱（熱エネルギー）の蓄熱（回収）によって、一定の共存温度で維持される。このため、特に、制動部１０が制動力を付与している場合には、高温側である摩擦摺動部温度と低温側であるハブ部温度との間の温度差の増加が効果的に防止される。と

ころで、この第２実施形態における熱電変換部３１も、上述したように、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差、言い換えれば、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差を所定の温度差Ｔ１で維持することができるため、熱電変換効率が最も良好となる。

このことに関し、この第２実施形態においても、図６に示したのと同様に、摩擦摺動部温度が共存温度で一定に維持されているときには、摩擦摺動部温度と緩やかの上昇するハブ部温度との温度差をほぼ温度差Ｔ１で維持することができる。さらに、摩擦摺動部温度が共存温度で維持されることによって、摩擦摺動部温度が共存温度から上昇する場合であっても、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差が増大しすぎることを防止することができて温度差Ｔ１に近づけることができる。

また、制動部１０が制動力の付与を中止した場合には、熱回収部２０は蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を放出することによって、継続して摩擦摺動部温度に熱電変換部３１の加熱面３１ａを加熱することができる。これにより、摩擦熱（熱エネルギー）が新たに発生しない状況であっても、高温側である摩擦摺動部温度と低温側であるハブ部温度との間に温度差を生じさせることができる。

したがって、熱電変換部３１は、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの間の温度差に応じて、周知のゼーベック効果により、効率よく熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、回生電力を発電することができる。そして、このように発電された回生電力は、変圧回路３２によって変圧され、バッテリ３３に蓄電される。このように、バッテリ３３に蓄電された回生電力は、車両に搭載された他の機器で利用することができるため、例えば、エンジンの負荷を低減して燃費を向上させることができる。

以上の説明からも理解できるように、この第２実施形態によれば、ブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａに形成した収容空間１３ｂ内に熱回収部２０の潜熱蓄熱材２１を設けるとともに、ブレーキドラム１３の摩擦摺動部１３ａ（すなわち、潜熱蓄熱材２１）とハブ部１３ｃとの間に熱電変換部３１を設けることができる。これにより、制動に伴って発生した摩擦熱（熱エネルギー）により、潜熱

蓄熱材２１に効率よく摩擦熱（熱エネルギー）を伝熱することができるとともにブレーキドラム１３の回転に伴う遠心力によって潜熱蓄熱材２１を効率よく相変化させることができる。したがって、摩擦摺動部１３ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を潜熱として効率よく回収することができ、その結果、摩擦摺動部１３ａの温度上昇を効果的に抑制することができる。

また、この第２実施形態においても、熱電変換部３１を潜熱蓄熱材２１に隣接して配置することができるため、潜熱蓄熱材２１に蓄熱された摩擦熱（熱エネルギー）によって加熱面３１ａを加熱して、冷却面３１ｂとの間の温度差を適切に維持することができる。これにより、熱電変換部３１は、良好な熱電変換効率により、回収された摩擦熱（熱エネルギー）を回生電力（電気エネルギー）に変換することができる。

また、熱回収部２０に体積変化吸収機構２２を設けることができるため、収容空間１３ｂ内における潜熱蓄熱材２１の相変化に伴う体積変化を確実に吸収することができる。これにより、特に、潜熱蓄熱材２１が液相から固相に相変化する際に発生する可能性が高い収容空間１３ｂ内の空隙の発生を防止することができ、ブレーキドラム１３の質量のバランスが崩れることを防止することができる。したがって、ブレーキドラム１３の質量のバランスが崩れることに起因して、例えば、車両の走行挙動や乗り心地に対する悪影響の発生を防止することができる。

さらに、熱回収部２０にフィン２３をブレーキドラム１３の周方向にて潜熱蓄熱材２１と交互設けることができる。これにより、摩擦摺動部１３ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を潜熱蓄熱材２１に対して効率よく伝熱することができるとともに固相と液相とが共存する状態ではブレーキドラム１３の回転に伴って効果的に攪拌することができる。したがって、潜熱蓄熱材２１の温度を均一化することができ、熱電変換部３１の加熱面３１ａを適切に加熱することができる。

ここで、この第２実施形態を実施する際には、上記第１実施形態の第１変形例、第２変形例および第３変形例と同様に変形して実施することができる。すなわち、この第２実施形態における熱回収部２０のフィン２３に関しては、上記第１

実施形態の第１変形例と同様に、摩擦摺動部１３ａにて発生した摩擦熱（熱エネルギー）を効率よく熱回収部２０の潜熱蓄熱材２１に伝熱させるために、フィン２３の形状を変更し、さらに別途フィンを設けて実施することも可能である。具体的には、収容空間１３ｂを形成する内壁面に熱的に接続するように変形したり、収容空間１３ｂを形成する内壁面と体積変化吸収機構２２のスリーブ２２ａの外周面とを熱的に接続するように変形したりすることが可能である。

これにより、この第２実施形態においても、上記第１実施形態の第１変形例と同様の効果が得られる。

また、第２実施形態における電力回収部３０の熱電変換部３１に関しては、上記第１実施形態の第２変形例と同様に、上記した外力から良好に保護するために複数に分割してブレーキドラム１３に対してフローティング結合するように変形することが可能である。

これにより、この第２実施形態においても、上記第１実施形態の第２変形例と同様の効果が得られる。

さらに、第２実施形態における熱回収部２０に関しては、上記第１実施形態の第３変形例と同様に、ハブ部１３ｃのハブ部温度の上昇を抑制するために、低温潜熱蓄熱材２４を備えるように変形することが可能である。この場合においては、図２１に示すように、ブレーキドラム１３のハブ部１３ｃに低温側収容空間１３ｄが形成されている。そして、この低温側収容空間１３ｄには、上記第１実施形態の第３変形例と同様の低温潜熱蓄熱材２４が収容される。

このように、上記第２実施形態における熱回収部２０が低温潜熱蓄熱材２４を備えることにより、低温潜熱蓄熱材２４の温度が融点＋ΔＴ３になると、低温潜熱蓄熱材２４の一部が固相から液相に相変化を開始し、低温潜熱蓄熱材２４は、固相と液相とが共存する状態で摩擦熱（熱エネルギー）を吸熱（蓄熱）することができる。

これにより、低温潜熱蓄熱材２４は、摩擦熱（熱エネルギー）を融解熱すなわち潜熱として吸熱（蓄熱）して一部が固相から液相に相変化するため、低温側共存温度を維持した状態となり、ハブ部温度は低温側共存温度で一定に保たれる。したがって、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差の増大をより抑制すること

ができる。そして、熱回収部２０の低温潜熱蓄熱材２４は、このように蓄熱（回収）した摩擦熱（熱エネルギー）を電力回収部３０の熱電変換部３１の冷却面３１ｂに伝熱してハブ部温度（共存温度）に維持することができる。

そして、電力回収部３０は、このように熱回収部２０によって回収された摩擦熱（熱エネルギー）を利用して、上記第２実施形態と同様に、熱エネルギーを電気エネルギーに変換することができる。具体的には、電力回収部３０においては、熱電変換部３１の加熱面３１ａが高温潜熱蓄熱材２１によって蓄熱（回収）された摩擦熱（熱エネルギー）によって摩擦摺動部温度まで加熱される一方で、熱電変換部３１の冷却面３１ｂが低温潜熱蓄熱材２４によってハブ部温度に維持される。

ここで、摩擦摺動部温度は、上述したように、熱回収部２０の高温潜熱蓄熱材２１によって、一定の高温側共存温度で維持される。また、ハブ部温度は、上述したように、熱回収部２０の低温潜熱蓄熱材２４によって、一定の低温側共存温度で維持される。したがって、熱回収部２０が低温潜熱蓄熱材２４を備えた場合には、加熱面３１ａと冷却面３１ｂとの温度差、言い換えれば、摩擦摺動部温度とハブ部温度との温度差が所定の温度差Ｔ１で継続して維持することができるため、熱電変換効率をより良好に維持することができる。

本発明の実施にあたっては、上記各実施形態および各変形例に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて、種々の変更が可能である。

例えば、上記各実施形態および各変形例においては、摩擦による制動に伴って発生する摩擦熱（熱エネルギー）を熱回収部２０が回収するように実施した。しかし、熱回収部２０が回収する熱エネルギーに関しては、摩擦熱に限定されるものではなく、他の熱源からの熱エネルギーを回収するように実施することも可能である。

また、上記各実施形態および各変形例においては、体積変化吸収機構２２が弾性変形可能な金属ベローズ２２ｂを備えるように実施した。この場合、（高温）潜熱蓄熱材２１または低温潜熱蓄熱材２４の体積変化に対して弾性変形できるものであれば、金属ベローズ２２ｂに代えていかなるものを採用してもよい。この場合、例えば、弾性材料から形成された略球状の基体殻部に凹または凸の伸縮可

能な変形部を形成したシェルを用いてもよい。

請 求 の 範 囲

１．車両の車輪の回転に対して制動力を付与するとともに、この制動力の付与に伴って発生する熱エネルギーを回収する車両用制動装置において、

車両の車輪と一体的に回転する回転体と、この回転体の摩擦摺動部に対して摩擦係合する摩擦係合手段とを有して前記車輪の回転に対して摩擦による制動力を付与する制動力付与手段と、

前記回転体の摩擦摺動部の内部に収容されて、前記摩擦係合手段による摩擦係合に伴って発生する熱エネルギーにより固相から液相または液相から固相に相変化して前記熱エネルギーを潜熱として蓄熱する潜熱蓄熱手段を有する熱回収手段と、

前記熱回収手段の潜熱蓄熱手段と前記回転体の前記車両に対する固定部との間に配置されて、前記潜熱蓄熱手段に蓄熱された熱エネルギーを電気エネルギーに変換して回収する電力回収手段とを備えたことを特徴とする車両用制動装置。

２．請求項１に記載した車両用制動装置において、

前記熱回収手段は、さらに、

前記回転体の摩擦摺動部の内部における前記潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化を吸収する体積変化吸収手段を備えたことを特徴とする車両用制動装置。

３．請求項２に記載した車両用制動装置において、

前記体積変化吸収手段を前記回転体の周方向にて等間隔に設けたことを特徴とする車両用制動装置。

４．請求項２または請求項３に記載した車両用制動装置において、

前記体積変化吸収手段は、前記回転体の摩擦摺動部の内部における前記潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化に対して弾性変形して、前記体積変化を吸収することを特徴とする車両用制動装置。

５．請求項１ないし請求項４のうちのいずれか一つに記載した車両用制動装置に

おいて、

前記熱回収手段は、さらに、

前記摩擦係合手段による摩擦係合に伴って発生する熱エネルギーを前記潜熱蓄熱手段に伝熱するフィンを備えたことを特徴とする車両用制動装置。

６．請求項５に記載した車両用制動装置において、

前記フィンは、前記回転体の周方向にて前記潜熱蓄熱手段と交互に配置されたことを特徴とする車両用制動装置。

７．請求項５または請求項６に記載した車両用制動装置において、

前記フィンを、前記回転体の摩擦摺動部の内部にて、この摩擦摺動部を形成する内壁面に熱的に接続したことを特徴とする車両用制動装置。

８．請求項１ないし請求項７のうちのいずれか一つに記載した車両用制動装置において、

前記電力回収手段は、

一側が前記熱回収手段の前記潜熱蓄熱手段によって加熱されるとともに他側が前記一側に比して低温に維持されて、前記一側と前記他側との温度差に応じて前記熱エネルギーを前記電気エネルギーに変換する熱電変換手段であることを特徴とする車両用制動装置。

９．請求項８に記載した車両用制動装置において、

前記熱電変換手段を前記回転体の周方向にて所定の間隔により設けたことを特徴とする車両用制動装置。

１０．請求項９に記載した車両用制動装置において、

前記熱電変換手段を前記回転体に対してフローティング結合により固定したことを特徴とする車両用制動装置。

１１．請求項８ないし請求項１０のうちのいずれか一つに記載した車両用制動装置において、

前記電力回収手段は、さらに、

前記熱電変換手段によって変換された電気エネルギーを電力として蓄電する蓄電手段を備えたことを特徴とする車両用制動装置。

１２．請求項１ないし請求項１１のうちのいずれか一つに記載した車両用制動装置において、

前記熱回収手段は、さらに、

前記回転体の固定部の内部に収容されて、前記摩擦摺動部の内部に収容される高温側の潜熱蓄熱手段よりも低い温度により固相から液相または液相から固相に相変化する低温側の潜熱蓄熱手段を備えたことを特徴とする車両用制動装置。

１３．請求項１２に記載した車両用制動装置において、

前記熱回収手段は、さらに、

前記回転体の固定部の内部における前記低温側の潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化を吸収する体積変化吸収手段を備えたことを特徴とする車両用制動装置。

１４．請求項１３に記載した車両用制動装置において、

前記体積変化吸収手段を前記回転体の周方向にて等間隔に設けたことを特徴とする車両用制動装置。

１５．請求項１３または請求項１４に記載した車両用制動装置において、

前記体積変化吸収手段は、前記回転体の固定部の内部における前記低温側の潜熱蓄熱手段の相変化に伴う体積変化に対して弾性変形して、前記体積変化を吸収することを特徴とする車両用制動装置。

１６．請求項１ないし請求項１５のうちのいずれか一つに記載した車両用制動装

置において、

前記制動力付与手段は、

前記回転体をディスクロータとし、前記摩擦係合手段をブレーキキャリパとしたディスクブレーキユニットであることを特徴とする車両用制動装置。

１７．請求項１ないし請求項１５のうちのいずれか一つに記載した車両用制動装置において、

前記制動力付与手段は、

前記回転体をブレーキドラムとし、前記摩擦係合手段をブレーキシューとしたドラムブレーキユニットであることを特徴とする車両用制動装置。

図1

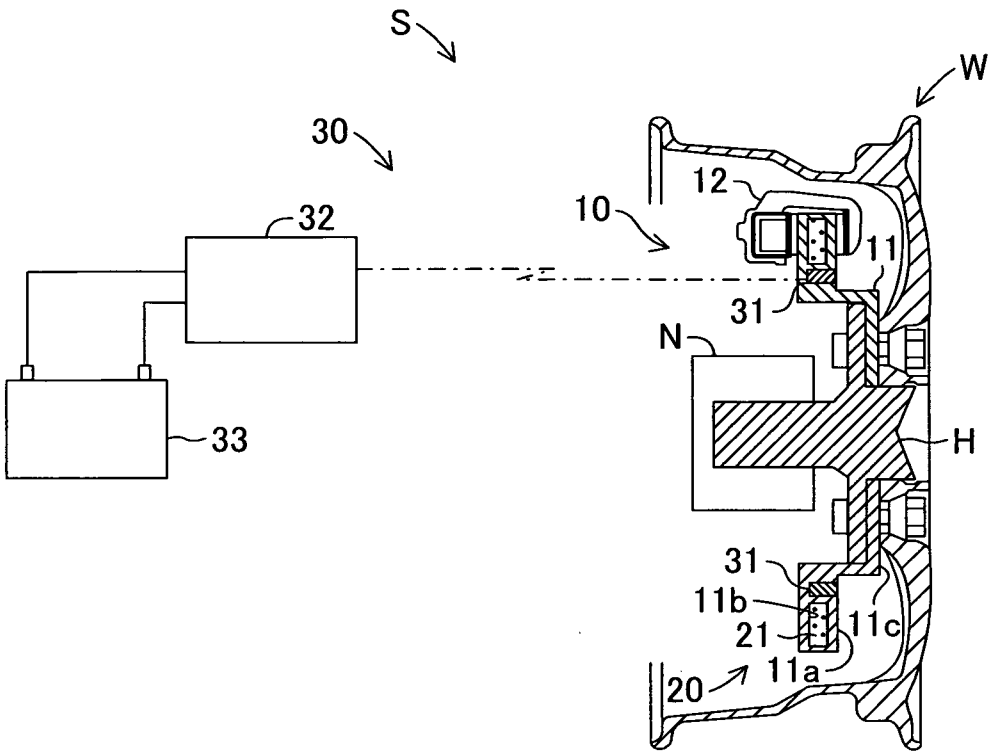


図2

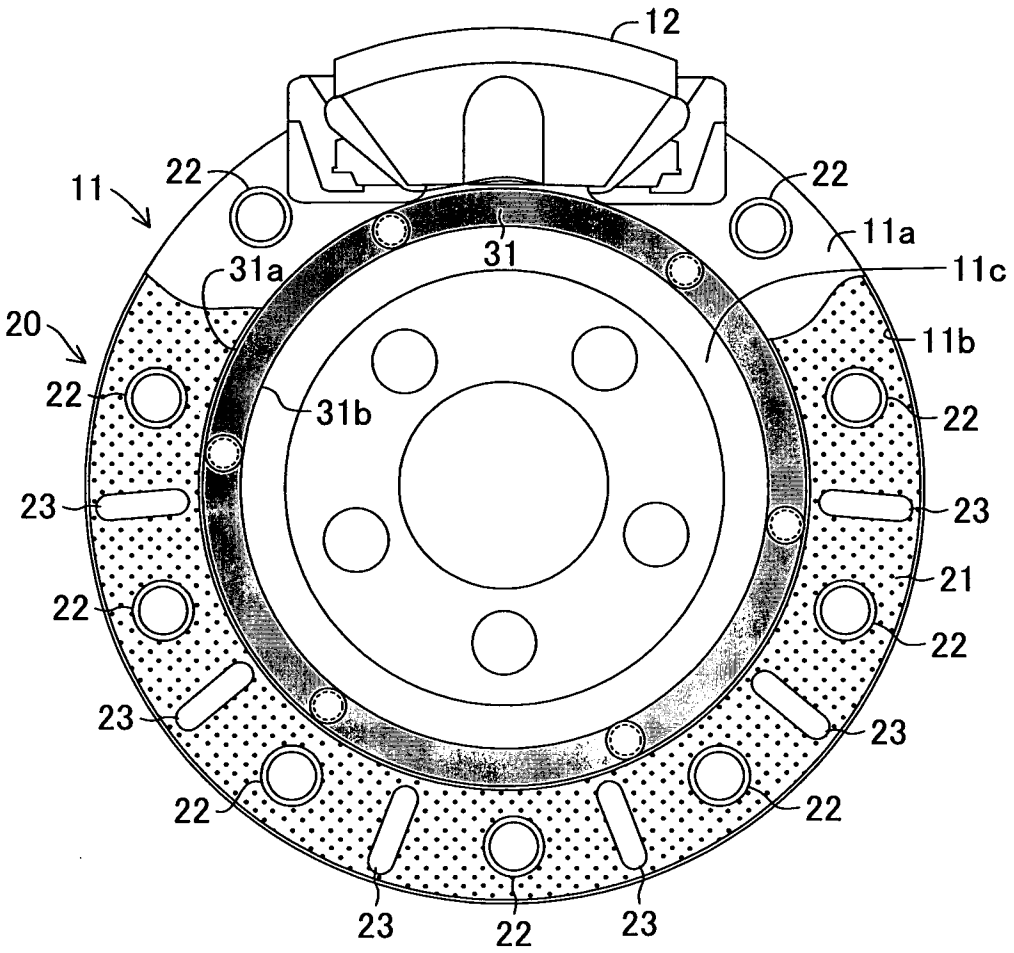

12
11
22
22
11a
31
31a
11c
20
11b
22
31b
22
23
23
21
22
22
23
23
22
22
23
22
23

図3

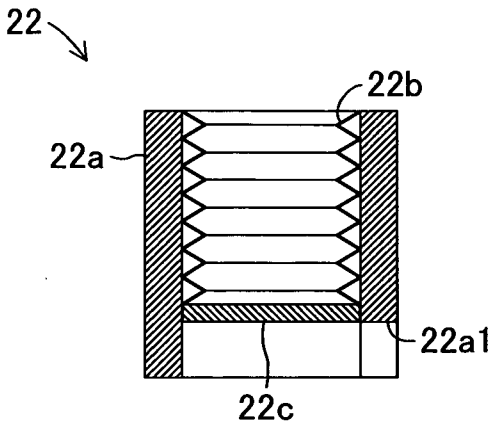


図4

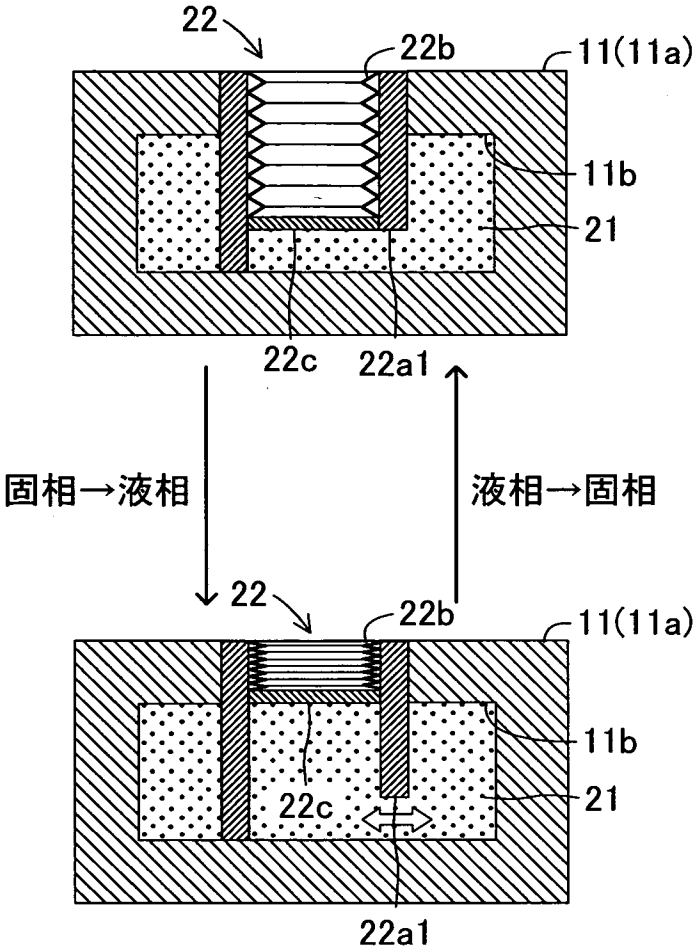

22
22b
11(11a)
11b
21
22c
22a1
固相→液相
液相→固相
22
22b
11(11a)
11b
21
22c
22a1

図5

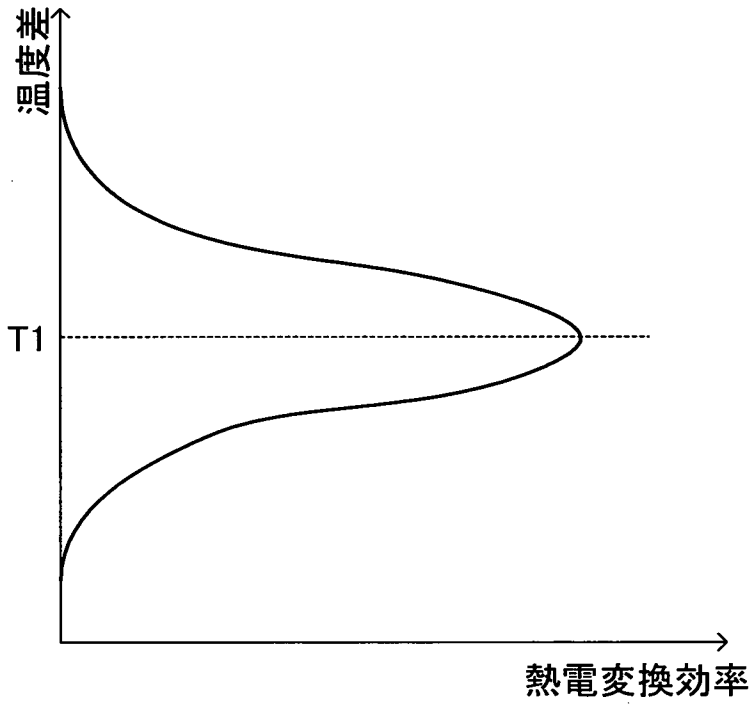


図6

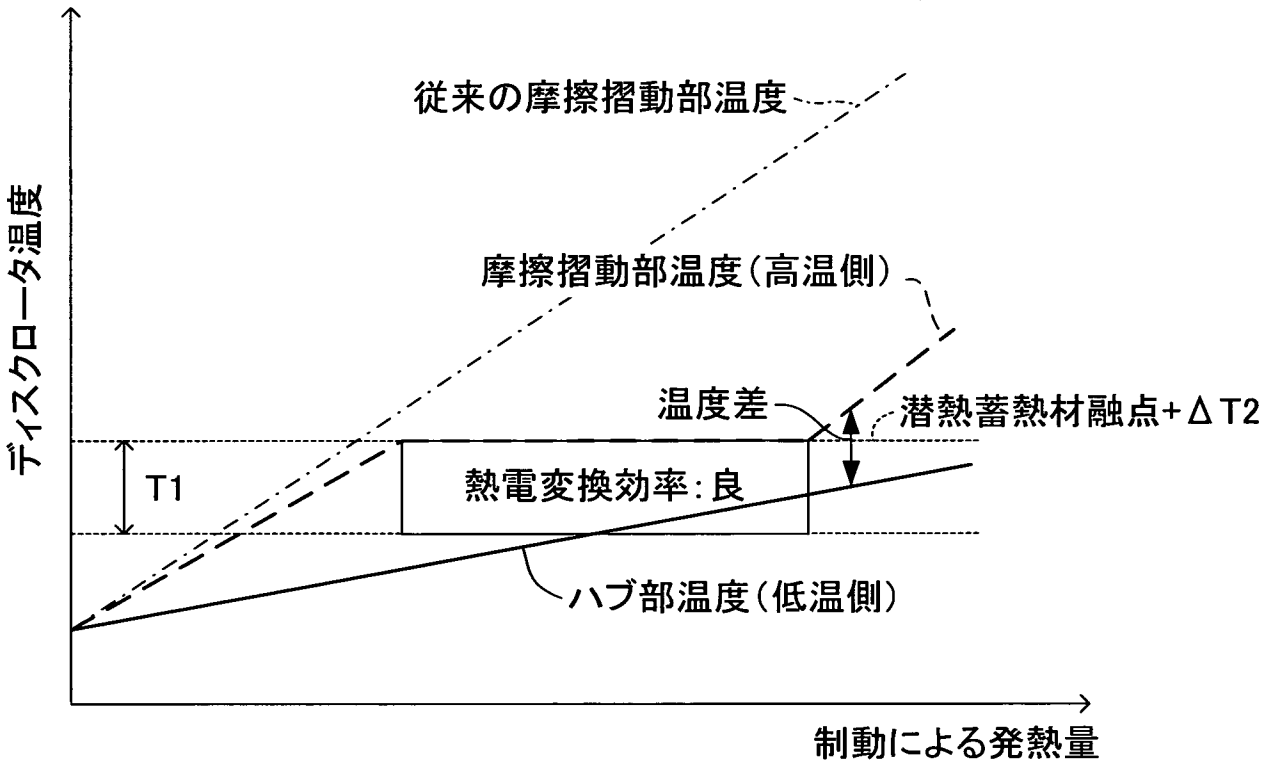

従来の摩擦摺動部温度
摩擦摺動部温度(高温側)
温度差
潜熱蓄熱材融点+ΔT2
T1
熱電変換効率:良
ハブ部温度(低温側)
ディスクローター温度
制動による発熱量

図7

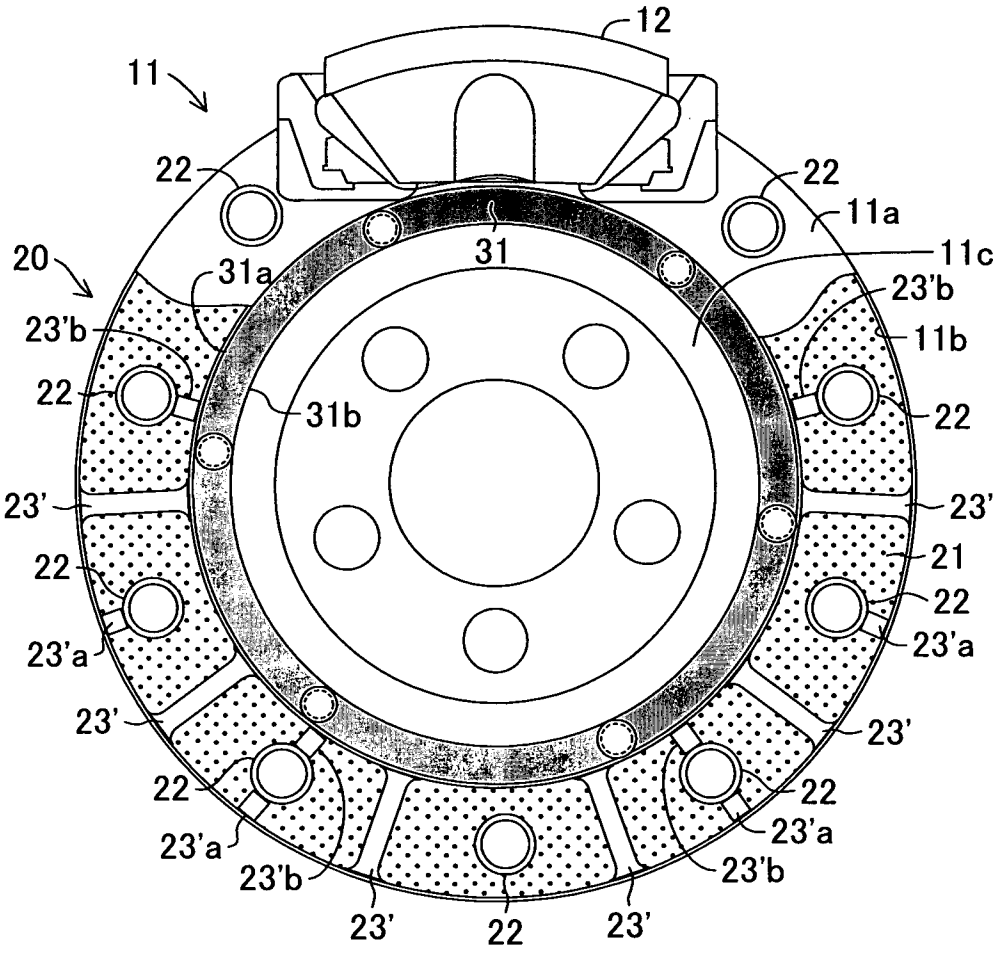

12
11
22
22
11a
31
11c
20
31a
23'b
23'b
11b
22
31b
22
23'
23'
22
21
22
23'a
23'a
23'
23'
22
22
23'a
23'a
23'b
23'b
23'
22
23'

図8

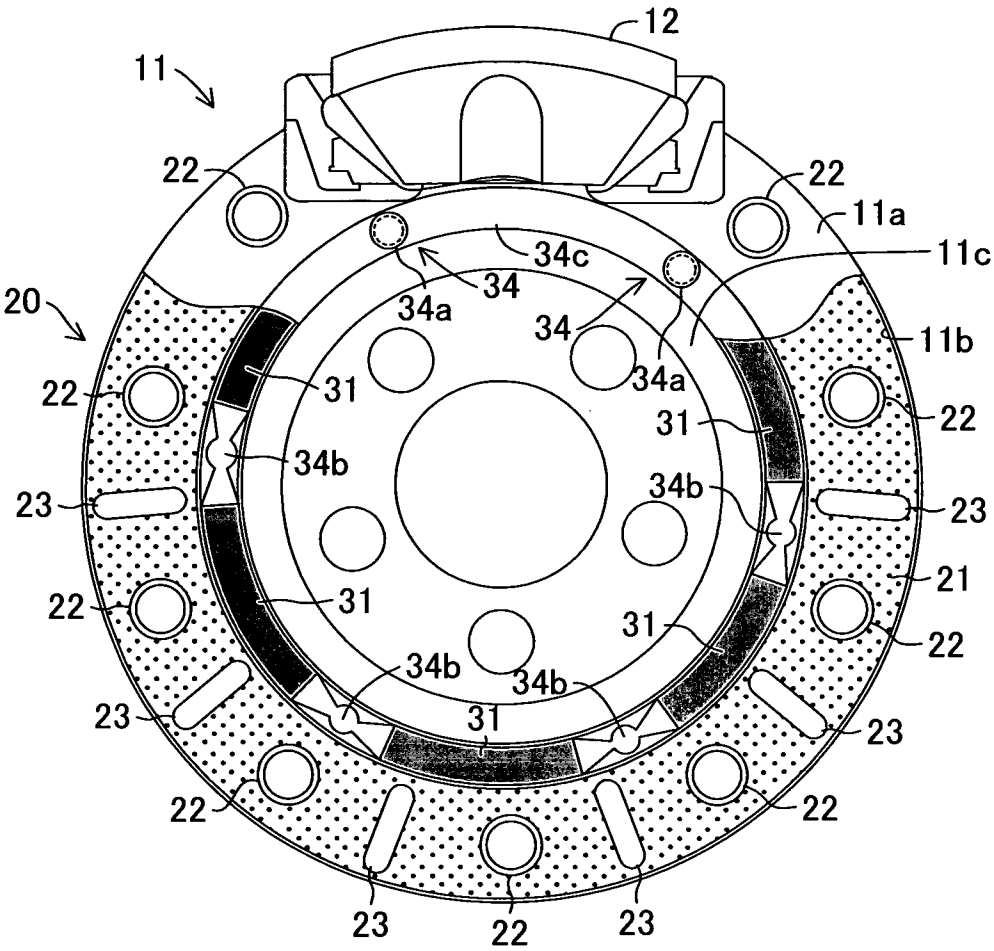

12
11
22
22
11a
11c
34c
34
34a
34
20
11b
22
31
34a
31
22
34b
34b
23
23
21
22
31
31
22
34b
34b
31
23
23
22
22
23
22
23

図9

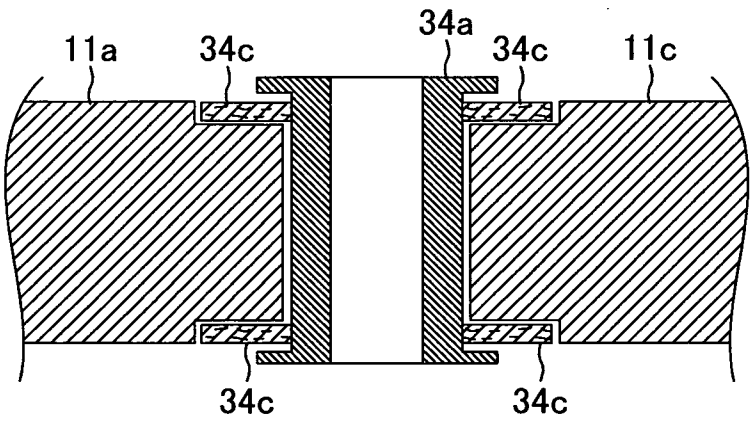


図10

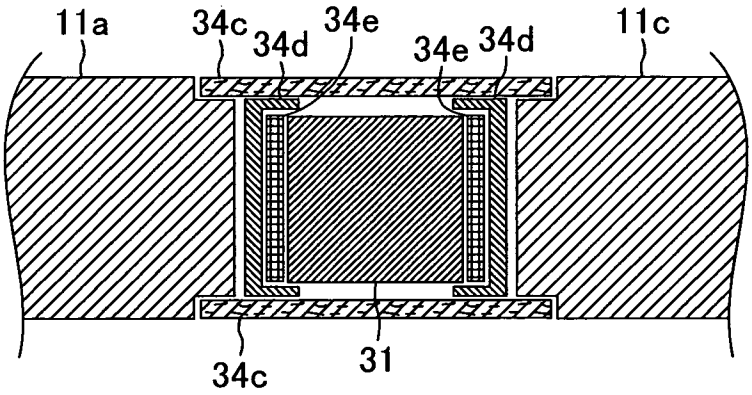


図11

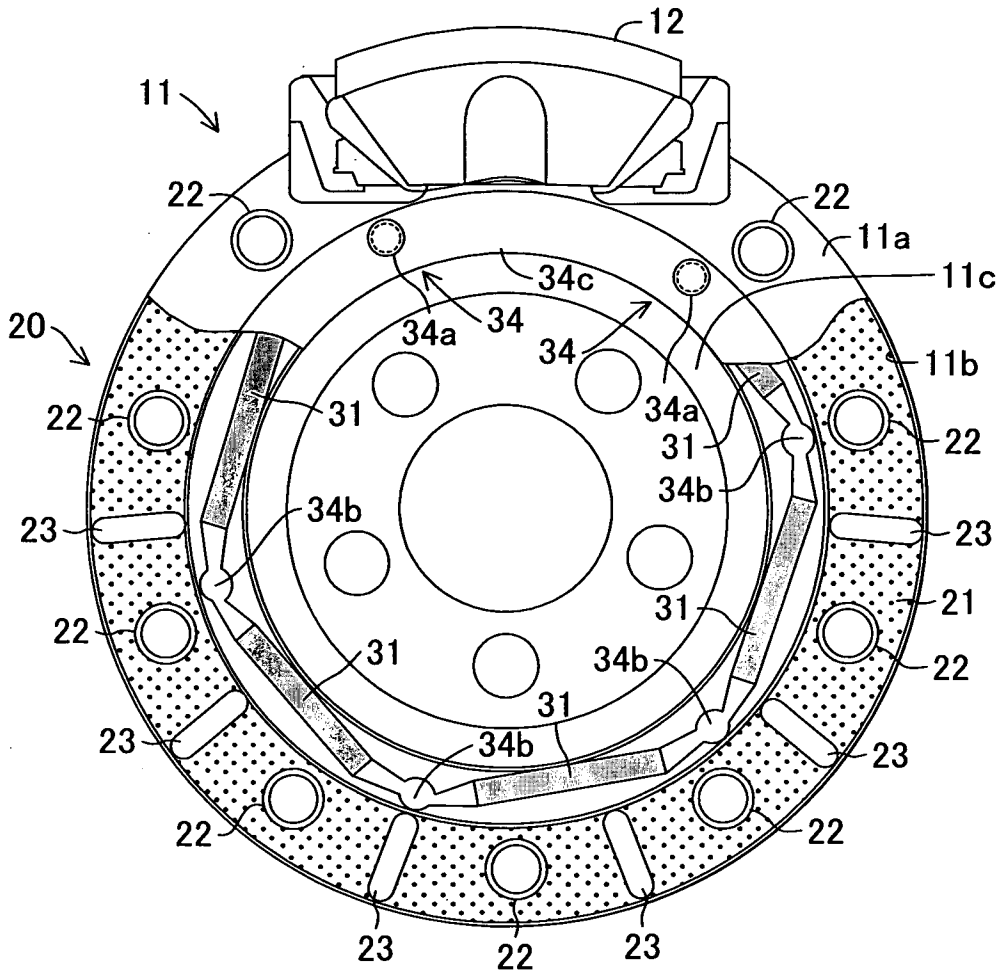

12
11
22
22
11a
34c
11c
20
34a
34
34
11b
22
31
34a
22
31
34b
34b
23
23
31
21
22
31
34b
22
31
23
34b
23
22
22
23
22
23

図12

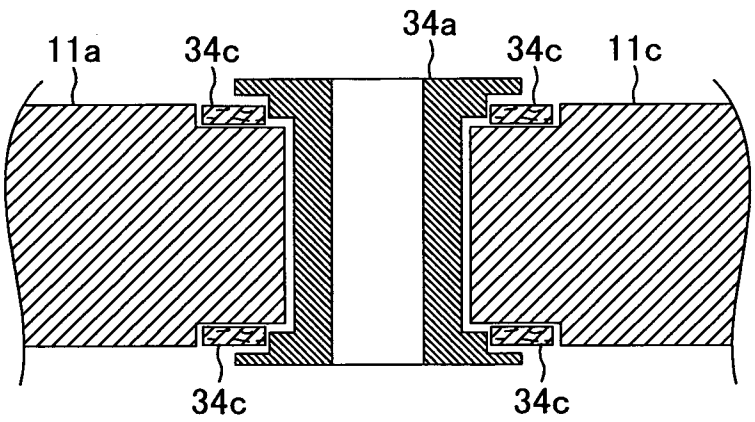


図13

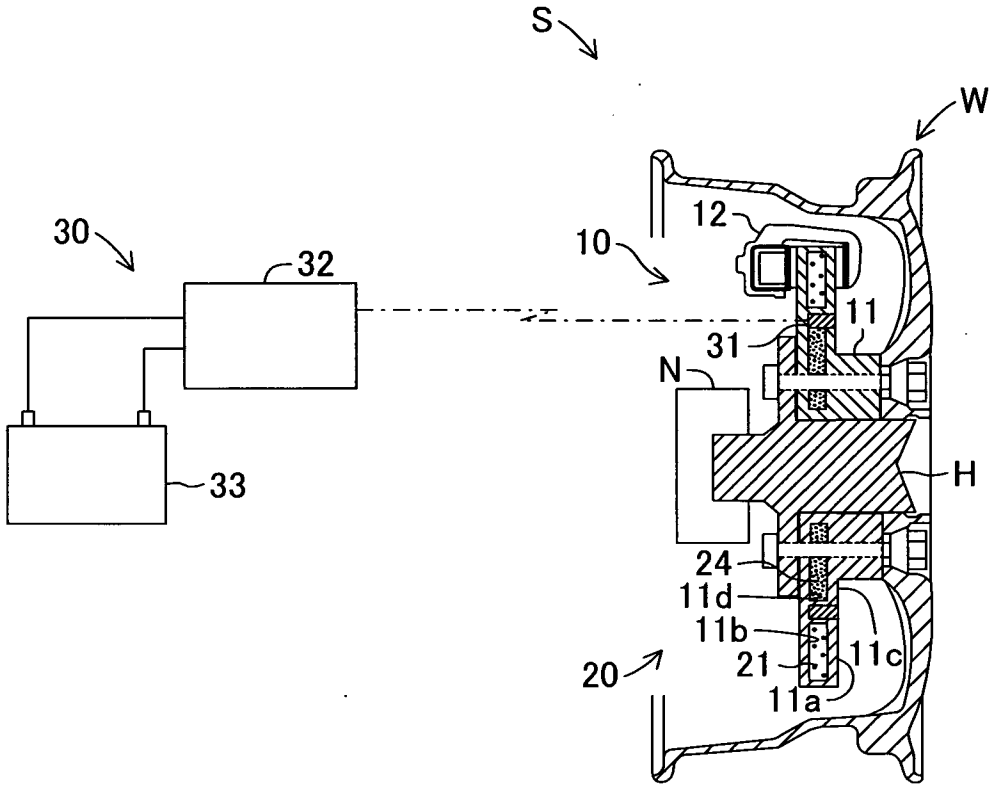


図14

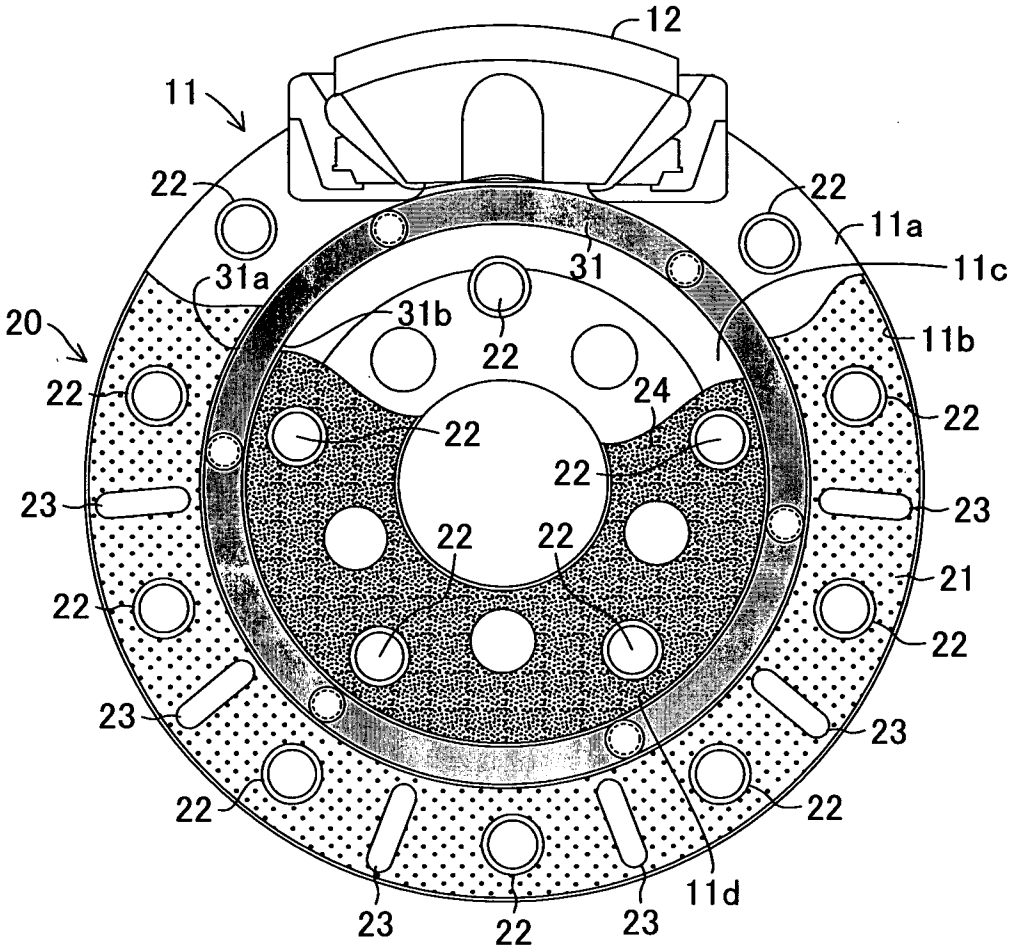

12
11
22
22
11a
31a
31
11c
20
31b
22
11b
22
24
22
22
23
22
23
22
22
21
22
23
23
22
22
11d
23
22
23

図15

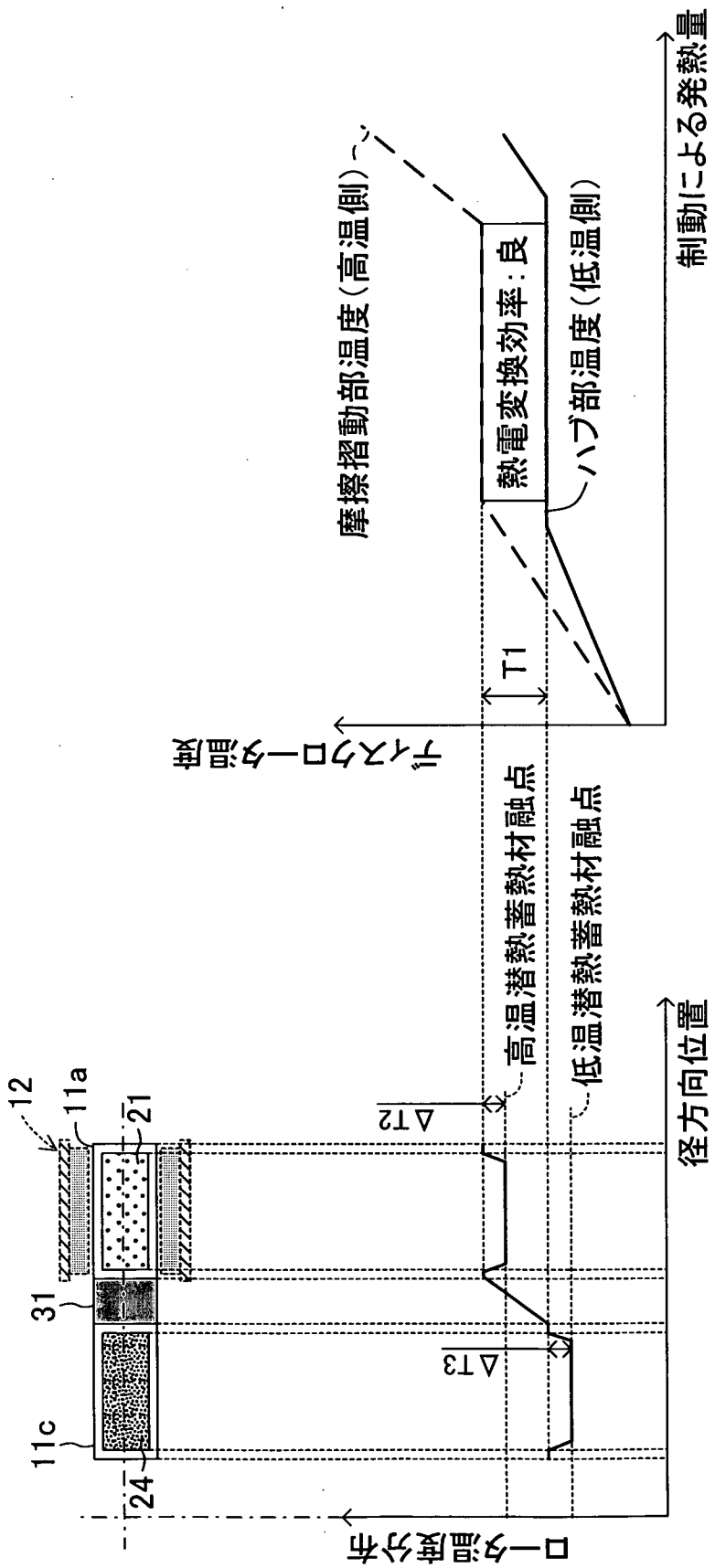

摩擦摺動部温度(高温側)
熱電変換効率:良
ハブ部温度(低温側)
制動による発熱量
T1
ディスクローター温度
高温潜熱蓄熱材融点
低温潜熱蓄熱材融点
径方向位置
ΔT2
ΔT3
12
11a
21
31
11c
24
ローター温度分布

図16

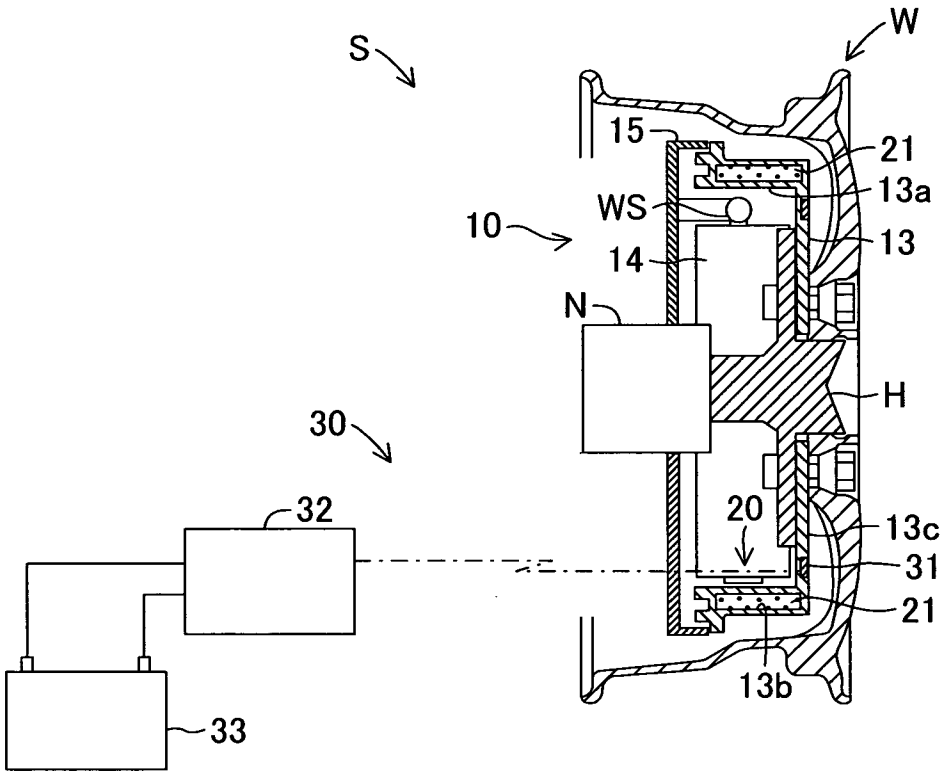


図17

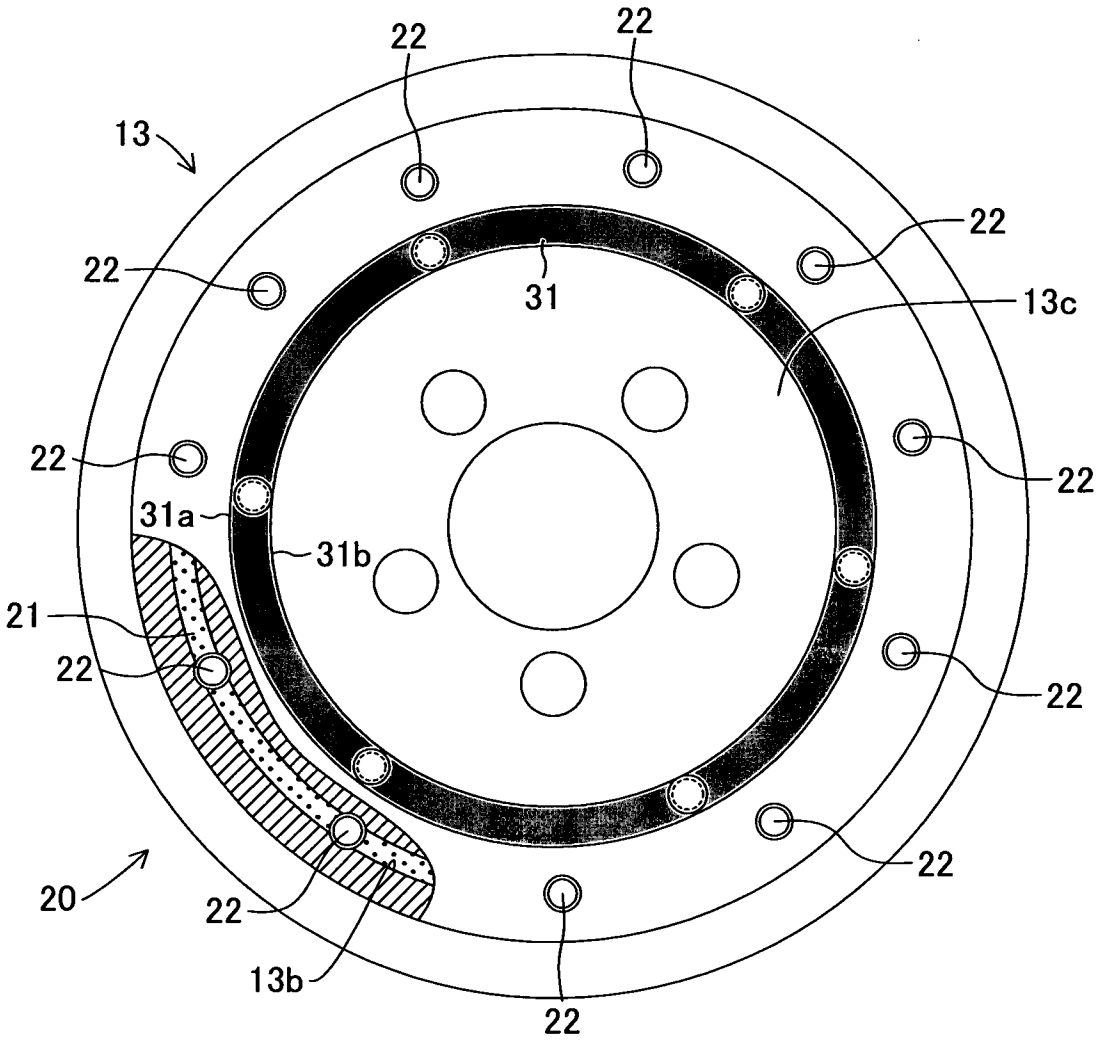


図18

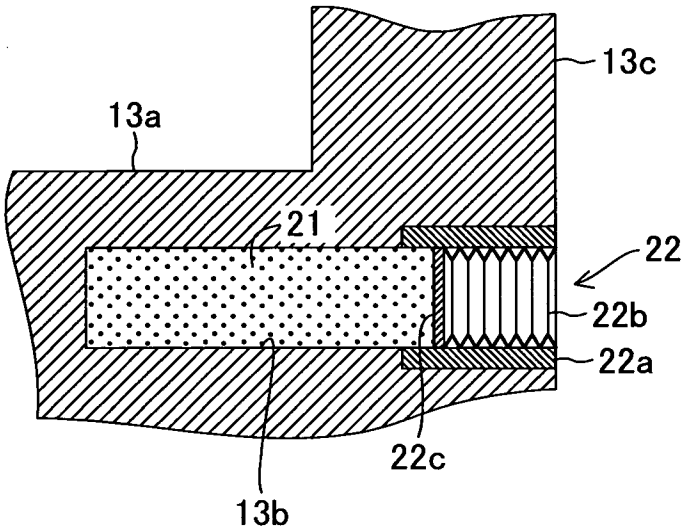


図19

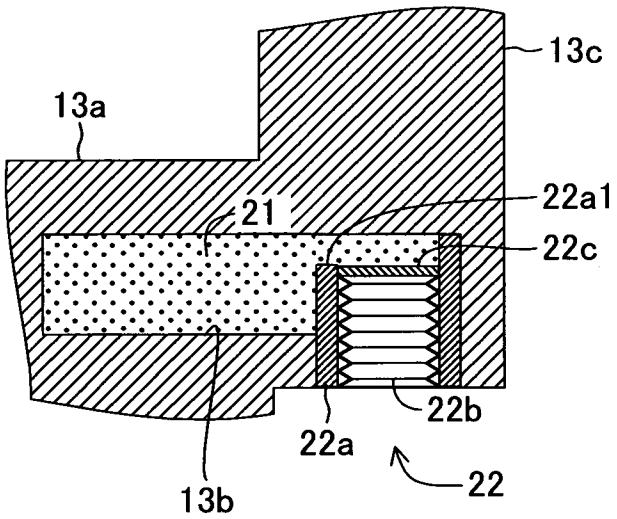


図20

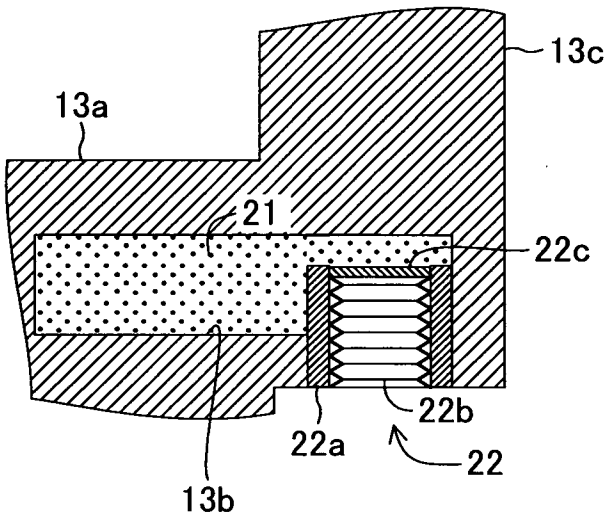
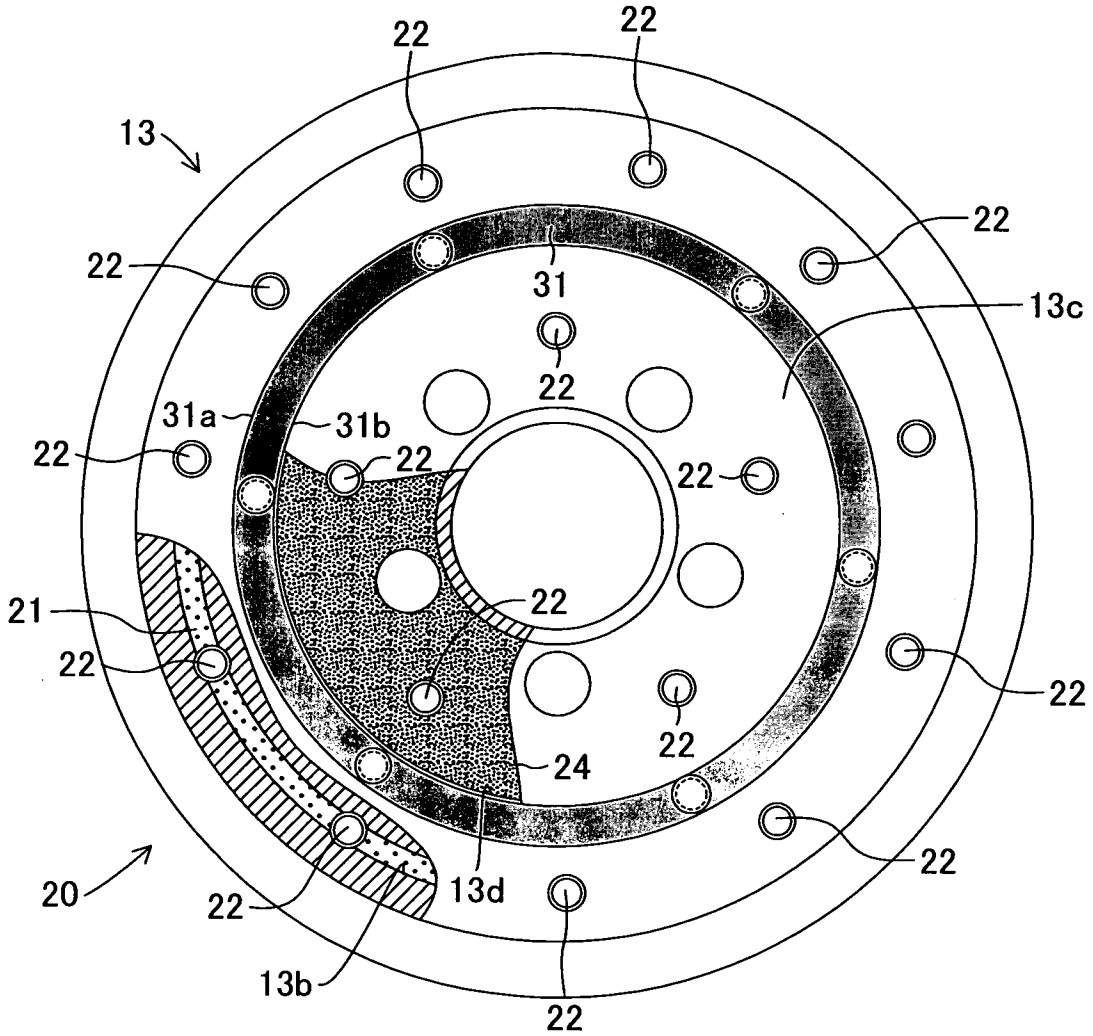


図21


22
22
13
22
22
31
13c
22
31a
31b
22
22
22
22
21
22
22
22
24
22
22
20
22
13d
13b
22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/056633

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60K25/00(2006.01)i, *B60T1/10*(2006.01)i, *H01L35/30*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60K25/00, B60T1/10, H01L35/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-269469 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 19 November 2009 (19.11.2009), claims 1, 6; paragraphs [0024] to [0028], [0033] to [0039]; fig. 3 (Family: none)	1-4,8-17
Y	JP 05-167104 A (Toto Ltd.), 02 July 1993 (02.07.1993), paragraphs [0023] to [0026]; fig. 2 (Family: none)	1-4,8-17
Y	JP 2010-19152 A (Chuo Spring Co., Ltd.), 28 January 2010 (28.01.2010), entire text (Family: none)	2-4,12-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 August, 2010 (09.08.10)	17 August, 2010 (17.08.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/056633

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-184461 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 20 August 2009 (20.08.2009), claim 6; paragraphs [0075] to [0076]; fig. 9 (Family: none)	1-17
A	JP 64-022657 A (Hitachi, Ltd.), 25 January 1989 (25.01.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 60-059982 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 April 1985 (06.04.1985), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 05-111101 A (Hino Motors, Ltd.), 30 April 1993 (30.04.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2001-028805 A (Toyota Motor Corp.), 30 January 2001 (30.01.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５６６３３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60K25/00(2006.01)i, B60T1/10(2006.01)i, H01L35/30(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60K25/00, B60T1/10, H01L35/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2009-269469 A（住友電気工業株式会社）2009.11.19,【請求項１】,【請求項６】,【００２４】－【００２８】,【００３３】－【００３９】, 図３（ファミリーなし）	１－４，８－１７
Y	JP 05-167104 A（東陶機器株式会社）1993.07.02,【００２３】－【００２６】, 図２（ファミリーなし）	１－４，８－１７
Y	JP 2010-19152 A（中央発條株式会社）2010.01.28, 全文（ファミリーなし）	２－４，１２－１５
A	JP 2009-184461 A（住友電気工業株式会社）2009.08.20,【請求項６】,【００７５】－【００７６】, 図９（ファミリーなし）	１－１７

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０９．０８．２０１０	国際調査報告の発送日 １７．０８．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｄ　９８２７ 三澤　哲也 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３４１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	JP 64-022657 A（株式会社日立製作所）1989.01.25，全文，全図（ファミリーなし）	１－１７
Ａ	JP 60-059982 A（松下電器産業株式会社）1985.04.06，全文，全図（ファミリーなし）	１－１７
Ａ	JP 05-111101 A（日野自動車工業株式会社）1993.04.30，全文，全図（ファミリーなし）	１－１７
Ａ	JP 2001-028805 A（トヨタ自動車株式会社）2001.01.30，全文、全図（ファミリーなし）	１－１７