

(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
2019年1月3日(03.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/003893 A1

(51) 国際特許分類:

B60G 17/015 (2006.01) *F16F 9/53* (2006.01)
B60G 17/0185 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/022393

(22) 国際出願日: 2018年6月12日(12.06.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2017-126105 2017年6月28日(28.06.2017) JP

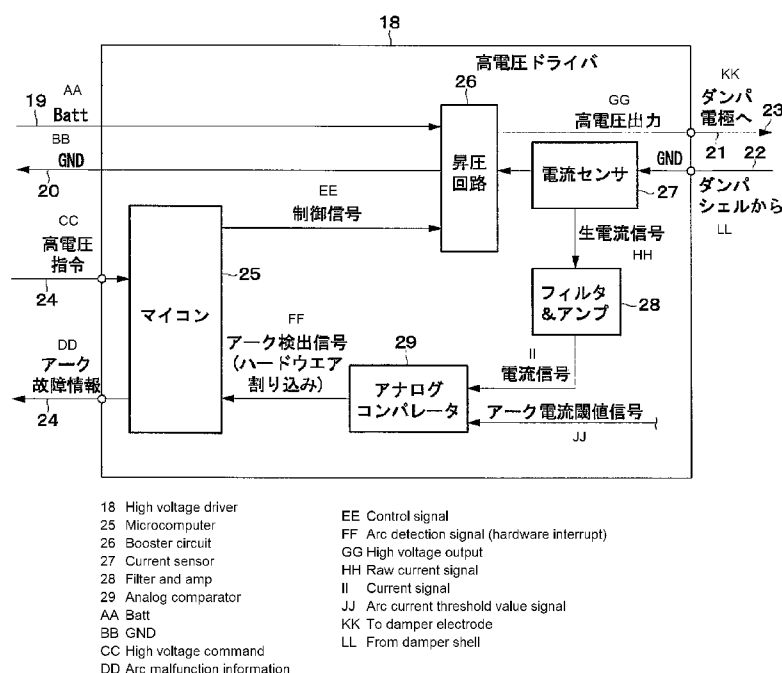
(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ
株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS,

LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか
市高場2520番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: オボエー セバスチャン(AUBOUET,
Sebastien); 85445 テクノパークⅠⅤ、ロウス
トラッセ 28、シュバイカーオーバーディン
グ、ヒタチオートモティブシステムズヨー
ロッパゲーエムベーハー内 Schwaig-Oberding
(DE). クレーマー マンフレッド(KRAEMER,
Manfred); 85445 テクノパークⅠⅤ、ロウス
トラッセ 28、シュバイカーオーバーディン
グ、ヒタチオートモティブシステムズヨー
ロッパゲーエムベーハー内 Schwaig-Oberding
(DE). アーノルド ティモ(ARNOLD, Timo);
85445 テクノパークⅠⅤ、ロウストラッセ 2
8、シュバイカーオーバーディン、ヒタチオ

(54) Title: SUSPENSION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: サスペンション制御装置



(57) Abstract: A suspension control device comprising: an ElectroRheological damper 6; a microcomputer 25 that controls the voltage applied to the ElectroRheological damper 6; a current sensor 27 that detects the current value when voltage is applied to the ElectroRheological damper 6; and an analog comparator 29 having a signal input thereto that corresponds to the current value detected by the current sensor 27. The analog comparator 29 compares a signal corresponding to a preset arc threshold value and a signal corresponding to the current value detected by the current sensor



ートモティブシステムズヨーロッパ ゲーエ
ムペーハー内 Schwaig-Oberding (DE).

(74) 代理人: 小野 新次郎, 外 (ONO, Shinjiro et al.);
〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 2
番 1 号 新大手町ビル 206 区 ユアサハ
ラ法律特許事務所 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

27. The analog comparator 29 outputs an arc detection signal to the microcomputer 25 when the current value exceeds the arc threshold value.

(57) 要約: サスペンション制御装置は、電気粘性ダンパ6と、電気粘性ダンパ6に印加する電圧を制御するマイコン25と、電気粘性ダンパ6に電圧が印加されているときの電流値を検出する電流センサ27と、電流センサ27により検出された電流値に対応する信号が入力されるアナログコンパレータ29とを備える。アナログコンパレータ29は、予め設定したアーク閾値に対応する信号と、電流センサ27により検出された電流値に対応する信号とを比較する。アナログコンパレータ29は、電流値がアーク閾値を超えたときに、マイコン25に対してアーク検出信号を出力する。

明 細 書

発明の名称：サスペンション制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば自動車等の車両に搭載されるサスペンション制御装置に関する。

背景技術

[0002] 自動車等の車両には、車体（ばね上）側と各車輪（ばね下）側との間に緩衝器（ダンパ）が設けられている。例えば、特許文献１には、作動流体として電気粘性流体を用いた減衰力調整式緩衝器（電気粘性ダンパ）が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平１０－２３６８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 電気粘性流体は、電界に応じて、その粘性が変化する。このため、電気粘性ダンパは、高電圧が供給されなければならない。例えば、何らかの理由でダンパに気泡が含まれている場合、または、コネクタが損傷している場合は、この高電圧によって、コネクタの内部またはダンパの内部にアーク放電が発生するリスクが高くなる。このアーク放電の現象は、主にシステムを劣化させるものであり、避けるべきである。この理由から、電気粘性ダンパ内のアーク放電は、ダンパの劣化をユーザに通知するために、ダンパに設けられた電子機器によって検出されなければならない。しかしながら、アーク放電は数十マイクロ秒しか持続しない。このため、例えば数ミリ秒の制御周期で動作する電子機器は、アークから生じる電流ピークを測定するのに必要なサンプリング時間でダンパ電流を測定することができない。また、アーク放電は、ＥＭＣ（electromagnetic compatibility）の問題を引き起こす可能性が

ある。このため、できるだけ速やかにアーク放電を停止させる必要がある。

[0005] 本発明の目的は、安価で簡易な構成によってアーク放電を検出することができるサスペンション制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一実施形態に係るサスペンション制御装置は、電界により性状が変化する電気粘性流体が封入され、電気粘性流体に電圧を印加することにより電気粘性流体の性状を変化させることで、減衰力を調整する電気粘性ダンパと、前記電気粘性ダンパに印加する電圧を制御するコントローラと、前記電気粘性ダンパに電圧が印加されているときの電流値を検出する電流検出部と、前記電流検出部により検出された電流値に対応する信号が入力されるアナログ比較器と、を備え、前記アナログ比較器は、予め設定したアーク閾値に対応する信号と前記電流値に対応する信号とを比較し、前記電流値が前記アーク閾値を超えたときに、前記コントローラに対してアーク検出信号を出力することを特徴としている。

[0007] 本発明の一実施形態に係るサスペンション制御装置は、安価で簡易な構成によってアーク放電を検出することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態によるサスペンション制御装置を示す模式図。

[図2]図1中の電気粘性ダンパを示す縦断面図。

[図3]図1中のメインコントローラを示すブロック図。

[図4]図1中の高電圧ドライバを示すブロック図。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、実施形態によるサスペンション制御装置について、当該サスペンション制御装置を4輪自動車に搭載した場合を例に挙げ、添付図面に従って説明する。

[0010] 図1において、車体1は、車両のボディを構成している。車体1の下側には、車体1と共に車両を構成する車輪、例えば左、右の前輪と左、右の後輪（以下、総称して車輪2という）が設けられている。車輪2は、タイヤ3を

含んで構成され、タイヤ3は、路面の細かい凹凸を吸収するばねとして作用する。

[0011] サスペンション装置4は、車両の相対移動する2部材間となる車体1と車輪2との間に設けられている。サスペンション装置4は、懸架ばね5（以下、ばね5という）と、該ばね5と並列になって2部材間である車体1と車輪2との間に設けられた緩衝器6とにより構成されている。なお、図1中では、1組のサスペンション装置4を車体1と車輪2との間に設けた場合を例示している。しかし、サスペンション装置4は、例えば4輪の車輪2と車体1との間に個別に独立して合計4組設けられる（車体1の四隅に設けられる）もので、このうちの1組のみを図1では模式的に示している。

[0012] サスペンション装置4の緩衝器6は、車輪2の上下動を減衰させるものである。緩衝器6は、内部に封入する作動油（作動流体）として電気粘性流体（ERF : Electro Rheological Fluid）を用いた減衰力調整式緩衝器（セミアクティブダンパ）、即ち、電気粘性流体ダンパ（ERF Damper）として構成されている。この場合、緩衝器6（以下、電気粘性ダンパ6という）は、後述のバッテリー17からの電力（電圧）の供給（印加）により減衰力を調整する。

[0013] 図2に示すように、電気粘性ダンパ6は、電気粘性流体7（以下、ERF7という）が封入されたシリンダとしての内筒8および外筒9と、内筒8内に摺動可能に挿入されたピストン10と、ピストン10に連結されて内筒8および外筒9の外部に延出するピストンロッド11と、内筒8内のピストン10の摺動によってERF7の流れが生じる部分に設けられERF7に電界をかける電極としての電極筒12とを含んで構成されている。電極筒12には、後述の電極ピン23を介して制御電圧（高電圧）が印加される。なお、図2では、封入されているERF7を無色透明で表している。

[0014] ERF7は、電界（電圧がかかっている空間）強度により性状が変化する機能性流体である。ERF7は、例えば、シリコンオイル等からなる基油（ベースオイル）と、基油に混ぜ込まれ（分散され）電界の変化に応じて粘性

を可変にする粒子（微粒子）とにより構成されている。これにより、E R F 7は、印加される電圧に応じて粘度が変化し、流通抵抗（減衰力）が変化する。即ち、電気粘性ダンパ6は、E R F 7の流れが生じる部分に設けられた電極筒12に印加する電圧に応じて、発生減衰力の特性（減衰力特性）をハード（Hard）な特性（硬特性）からソフト（Soft）な特性（軟特性）に連続的に調整することができる。なお、電気粘性ダンパ6は、減衰力特性を連続的でなくとも、2段階または複数段階に調整可能なものであってもよい。

[0015] ここで、図2に示す電気粘性ダンパ6は、ユニフロー構造となっている。このため、内筒8内のE R F 7は、ピストンロッド11の縮み行程と伸び行程との両行程で、内筒8の油穴8Aから電極通路13に向けて常に一方向（即ち、図2中に二点鎖線で示す矢印Fの方向）に流通する。即ち、中間筒としての電極筒12は、内筒8の外周側を全周にわたって取囲むことにより、電極筒12の内周側と内筒8の外周側との間に環状の電極通路13を形成している。電極通路13は、E R F 7が流通する通路であり、ピストン10の摺動によってE R F 7の流れが生じる。

[0016] 電極通路13内のE R F 7は、ピストンロッド11が内筒8内を進退動するとき（即ち、縮み行程と伸び行程を繰返す間）に、この進退動により電極通路13の軸方向の上端側から下端側に向けて流動する。このとき、電極通路13内には、電極筒12に印加される電圧に応じた電位差が発生し、E R F 7の粘度が変化する。即ち、電気粘性ダンパ6は、内筒8と電極筒12との間の電極通路13内に電位差を発生させ、電極通路13を通過するE R F 7の粘度を制御することで、発生減衰力を制御（調整）することができる。

[0017] 図1に示すように、車両の車体1側には、ばね上加速度センサ14が設けられている。ばね上加速度センサ14は、例えば電気粘性ダンパ6の近傍となる位置で車体1に取付けられる。ばね上加速度センサ14は、所謂ばね上側となる車体1側で上下方向の振動加速度を検出し、その検出信号（即ち、ばね上加速度）をメインコントローラ16に出力する。

[0018] 一方、車両の車輪2側には、ばね下加速度センサ15が設けられている。

ばね下加速度センサ 15 は、所謂ばね下側となる車輪 2 側で上下方向の振動加速度を検出し、その検出信号（即ち、ばね下加速度）をメインコントローラ 16 に出力する。このとき、ばね上加速度センサ 14 およびばね下加速度センサ 15 は、車両の挙動（より具体的には、車両の上下方向の運動に関する状態量）を検出する車両挙動検出手段（より具体的には、上下運動検出手段）を構成している。

[0019] なお、車両挙動検出手段は、電気粘性ダンパ 6 の近傍に設けたばね上加速度センサ 14 およびばね下加速度センサ 15 に限らず、例えば、ばね上加速度センサ 14 のみでもよく、また、車高センサ（図示せず）でもよい。さらには、車輪 2 の回転速度を検出する車輪速センサ（図示せず）等、加速度センサ 14、15、車高センサ以外の車両の挙動（状態量）を検出する車両挙動検出センサでもよい。この場合に、例えば、1 個のばね上加速度センサ 14 の情報（加速度）と車輪速センサの情報（車輪速）から各車輪 2 毎の上下運動を推定することで、車両の上下運動を検出する構成としてもよい。

[0020] メインコントローラ 16 は、車体 1 に設けられている。メインコントローラ 16 は、減衰力可変ダンパである電気粘性ダンパ 6 を制御するためのメインのコントローラ、即ち、サスペンション装置用の ECU（Electronic Control Unit）である。メインコントローラ 16 は、メイン ECU（Main ECU）とも呼ばれ、例えば、マイクロコンピュータを含んで構成されている。この場合、メインコントローラ 16 は、フラッシュメモリ、ROM、RAM、EEPROM 等からなるメモリおよび演算回路（CPU）を有している。メモリには、電気粘性ダンパ 6 の制御処理に用いるプログラム（例えば、電気粘性ダンパ 6 に印加する高電圧の算出に用いる処理プログラム等）が格納されている。

[0021] メインコントローラ 16 は、加速度センサ 14、15 および高電圧ドライバ 18（のマイコン 25）と接続されている。メインコントローラ 16 には、加速度センサ 14、15 から出力される信号、即ち、加速度センサ 14、15 の検出値に対応する加速度信号が入力される。また、メインコントローラ

ラ 16 には、高電圧ドライバ 18（のマイコン 25）から出力されるアーク故障情報の信号が入力される。

[0022] メインコントローラ 16 は、ばね上加速度センサ 14 およびばね下加速度センサ 15 の検出値に基づいて、必要な減衰力を演算して制御信号を出力する。即ち、メインコントローラ 16 は、加速度センサ 14, 15 より得られた情報から、高電圧ドライバ 18（のマイコン 25）に出力する指令となる高電圧指令を演算（算出）する。より具体的には、メインコントローラ 16 は、車両の挙動情報（車両挙動信号）となる加速度信号（加速度）に基づき、電気粘性ダンパ 6 で出力すべき力（減衰力）に対応する高電圧指令を演算する。このとき、メインコントローラ 16 は、予め決められた制御周期（例えば 2 ms）毎に減衰力の演算を行い、制御信号を更新する。

[0023] メインコントローラ 16 は、演算した高電圧指令に対応する制御信号（高電圧指令信号）を、高電圧ドライバ 18（のマイコン 25）に出力する。高電圧ドライバ 18 は、メインコントローラ 16 からの制御信号（高電圧指令）に基づき、その信号（指令）に応じた高電圧を電気粘性ダンパ 6 の電極筒 12 に出力する。高電圧が入力された電気粘性ダンパ 6 は、その電圧値（電極筒 12 と内筒 8 との間の電位差）の変化に応じて ERF 7 の粘性が変化し、電気粘性ダンパ 6 の減衰力特性を切替える（調整する）ことができる。また、メインコントローラ 16 は、高電圧ドライバ 18 からアーク故障情報の信号が入力されたときには、高電圧ドライバ 18 に対する制御信号（高電圧指令信号）の出力を停止する。

[0024] バッテリ 17 は、電気粘性ダンパ 6 の電極筒 12 に印加するための電源となるものである。また、バッテリ 17 は、メインコントローラ 16 および高電圧ドライバ 18 のマイコン 25 の電源となるものである。バッテリ 17（即ち、電源）は、例えば、車両の補機用バッテリーとなる 12 V の車載バッテリー（および、必要に応じて車載バッテリーの充電を行うオルタネータ）により構成されている。

[0025] バッテリ 17 は、高電圧ボックス（HV-Box）とも呼ばれる高電圧ドライバ

18を介して電気粘性ダンパ6（電極筒12およびダンパシェルとなる外筒9）に接続されている。なお、電気粘性ダンパ6の電源（バッテリー17）は、例えば、走行用の電動モータ（駆動モータ）が搭載されたハイブリッド自動車や電気自動車の場合、車両駆動用の大容量バッテリー（図示せず）を用いることもできる。

[0026] 高電圧ドライバ18は、電気粘性ダンパ6と同数（例えば、電気粘性ダンパ6が4個であれば4個）設けられている。即ち、高電圧ドライバ18は、車体1に設けられた電気粘性ダンパ6毎に設けられている。この場合、高電圧ドライバ18は、例えば、電気粘性ダンパ6（の外筒9）に装着されている。高電圧ドライバ18は、電気粘性ダンパ6のERF7に印加する高電圧を発生する。

[0027] このために、高電圧ドライバ18は、（低電圧）直流電力線を構成するバッテリー線（batt線）19およびグランド線（GND線）20を介して電源となるバッテリー17に接続されている。これと共に、高電圧ドライバ18は、（高電圧）直流電力線を構成する高電圧出力線21およびグランド線（GND線）22を介して電気粘性ダンパ6（電極筒12およびダンパシェルとなる外筒9）に接続されている。この場合、図2に示すように、高電圧ドライバ18は、電極ピン23を介して電気粘性ダンパ6の電極筒12に接続されている。電極ピン23は、電気粘性ダンパ6の減衰力を切換えるアクチュエータとなるものである。即ち、電気粘性ダンパ6は、高電圧ドライバ18の電極ピン23に供給される制御電圧に基づいて減衰力が切換えられる（調整される）。

[0028] 高電圧ドライバ18は、マイコン25、昇圧回路26等を含んで構成されている。高電圧ドライバ18のマイコン25は、メインコントローラ16から出力される制御信号（高電圧指令）に基づいて、バッテリー17から出力される直流電圧を昇圧回路26で昇圧する。高電圧ドライバ18は、その昇圧した高電圧を、電極ピン23を介して電気粘性ダンパ6に供給（出力）する。

- [0029] マイコン25は、高電圧ドライバ18のECU (Electronic Control Unit) であり、例えばマイクロコンピュータを含んで構成されている。この場合、マイコン25は、フラッシュメモリ、ROM、RAM、EEPROM等からなるメモリおよび演算回路 (CPU) を有しており、メモリには、電気粘性ダンパ6に印加する電圧を制御するための処理プログラム等が格納されている。
- [0030] マイコン25は、車両データバス24を介してメインコントローラ16と接続されている。車両データバス24は、例えば、L-CAN (Local CAN) と呼ばれる通信が可能な車載の通信線である。即ち、車両データバス24は、データ通信に必要な回線網であるシリアル通信部としてのCAN (Controller Area Network) を構成している。この場合、車両データバス24は、メインコントローラ16とマイコン25との間を接続している。
- [0031] 車両データバス24は、メインコントローラ16からマイコン25に、制御信号 (即ち、電気粘性ダンパ6で出力すべき減衰力に対応する高電圧指令) を伝送 (送信) する。マイコン25は、メインコントローラ16からの制御信号 (高電圧指令) に応答して電極ピン23に制御電圧を供給して電気粘性ダンパ6の減衰力を制御する。
- [0032] なお、図1では、加速度センサ14, 15からの信号 (加速度信号) をメインコントローラ16に直接入力する構成としている。しかし、これに限らず、メインコントローラ16は、車両データバス24とは別の車両データバス (図示せず)、例えば、車両に搭載された操舵系ECU、制動系ECU等の各種のECUと通信が可能なV-CAN (Vehicle CAN) と呼ばれる車載の通信線 (別の車両データバス) を介して車両の挙動情報 (加速度信号) を取得する構成としてもよい。また、図1では、高電圧指令の入出力とアーク故障情報の入出力とをそれぞれ別々の線で表している。これは、入力側と出力側とを分かり易くするためであり、それぞれのデータ (信号) を別々の通信線で伝送することを意味するものではない。これらのデータ (信号) は、いずれも車両データバス24 (1組の通信線) で伝送 (送受信) することがで

きる。

[0033] 次に、電気粘性ダンパ6の制御処理を行うメインコントローラ16について、図1および図2に加え、図3も参照しつつ説明する。

[0034] メインコントローラ16は、電気粘性ダンパ6に印加する電圧を制御するコントローラである。即ち、メインコントローラ16は、電気粘性ダンパ6に印加する電圧を制御する高電圧指令を高電圧ドライバ18のマイコン25に出力するコントローラである。図3に示すように、メインコントローラ16は、乗り心地・操縦安定性制御部16Aを含んで構成されている。メインコントローラ16は、例えば、演算装置（CPU）に加え、フラッシュメモリ、ROM、RAM、EEPROM等からなるメモリ（いずれも図示せず）を有している。メモリには、例えば、電気粘性ダンパ6で出力すべき減衰力（電気粘性ダンパ6に印加すべき目標電圧値）を演算するための処理プログラム等が格納されている。

[0035] 乗り心地・操縦安定性制御部16Aの入力側は、ばね上加速度センサ14およびばね下加速度センサ15と接続されている。一方、乗り心地・操縦安定性制御部16Aの出力側は、高電圧ドライバ18のマイコン25と接続されている。乗り心地・操縦安定性制御部16Aには、ばね上加速度センサ14からのばね上加速度と、ばね下加速度センサ15からのばね下加速度とが入力される。乗り心地・操縦安定性制御部16Aは、ばね上加速度およびばね下加速度を用いて車両挙動を算出する。乗り心地・操縦安定性制御部16Aは、乗り心地と操縦安定性能の向上を図るべく、例えば、スカイフック制御則を用いて目標減衰力を演算し、目標減衰力が発生するように目標電圧値を算出する。

[0036] なお、目標減衰力を算出する制御則としては、スカイフック制御に限らず、例えば、最適制御、 H_{∞} 制御等のフィードバック制御を用いることができる。また、制御指令として目標減衰力を用いているが、目標減衰係数を用いる構成としてもよい。

[0037] 次に、高電圧を発生させる高電圧ドライバ18について、図1ないし図3

に加え、図4も参照しつつ説明する。

[0038] 高電圧ドライバ18は、マイコン25の制御指令に応じて、昇圧回路26で電圧を昇圧し、昇圧した電圧を電気粘性ダンパ6（の電極筒12）に出力する。即ち、高電圧ドライバ18は、マイコン25の制御指令に応じて、電気粘性ダンパ6（の電極筒12）に印加する高電圧を生成する。図4に示すように、高電圧ドライバ18は、マイコン25と、昇圧回路26と、電流検出手段としての電流センサ27と、フィルタ&アンプ28と、アナログコンパレータ29とを含んで構成されている。

[0039] 昇圧回路26は、バッテリー17の直流電圧を昇圧して電気粘性ダンパ6に出力する。昇圧回路26は、バッテリー線19およびグランド線20を介してバッテリー17に接続されており、高電圧出力線21およびグランド線22を介して電気粘性ダンパ6（電極筒12およびダンパシエルとなる外筒9）に接続されている。昇圧回路26には、マイコン25から出力された制御指令が入力される。即ち、昇圧回路26には、電気粘性ダンパ6の電極筒12に印加すべき高電圧に対応する制御指令が、マイコン25を介して入力される。昇圧回路26は、バッテリー17の直流電圧を制御指令に応じた高電圧に昇圧し、電極ピン23を介して電極筒12に印加する。

[0040] 電流センサ27は、電気粘性ダンパ6に電圧が印加されているときの電流値を検出する電流検出手段である。電流センサ27は、昇圧回路26と電気粘性ダンパ6との間（グランド線22側）に設けられている。電流センサ27は、電気粘性ダンパ6に電圧が印加されているときの電流（電流値）を検出する。検出された電流（生電流）は、フィルタ&アンプ28を介してアナログコンパレータ29に高電圧電流モニタ値として入力される。フィルタ&アンプ28は、電流センサ27で検出された電流を増幅し、かつ、必要な周波数帯域の電流を通過させる。

なお、電流センサ27の代わりに、制御指令から電流値を検出する電流検出部を設けてもよい。この場合、電流センサ27を省略することができる。

[0041] アナログコンパレータ29には、電流センサ27により検出された電流値

に対応する信号が入力される。アナログコンパレータ 29 は、電流センサ 27 により検出された電流値に対応する信号（高電圧電流モニタ値）と予め設定したアーク閾値に対応する信号（アーク電流閾値）とを比較する。即ち、アナログコンパレータ 29 は、高電圧電流モニタ値とアーク電流閾値と比較する。アーク放電が生じない通常の状態では、電流センサ 27 は、高電圧電流モニタ値として、例えば 20～30 mA 程度の電流値（通常の電流値）を検出する。一方、アーク放電が生じた状態では、電流センサ 27 が検出する電流は、例えば 100 mA 以上のように、通常の電流値に比べて著しく大きくなる。このため、アーク電流閾値は、通常の電流値（20～30 mA）よりも大きな値（例えば 100 mA）に対応して設定されている。高電圧電流モニタ値がアーク電流閾値を超えたときには、アナログコンパレータ 29 は、ハードウェア割り込みを行うためのアーク検出信号を出力する。

[0042] マイコン 25 は、電気粘性ダンパ 6 に印加する電圧を制御するコントローラである。即ち、マイコン 25 も、メインコントローラ 16 と同様に、電気粘性ダンパ 6 を制御する。この場合、マイコン 25 は、メインコントローラ 16 からの高電圧指令に基づいて、電気粘性ダンパ 6 に印加する電圧を制御する。マイコン 25 は、前述したように、マイクロコンピュータを含んで構成されている。

[0043] マイコン 25 の入力側には、アナログコンパレータ 29 が接続されている。アナログコンパレータ 29 からアーク検出信号が出力されると、マイコン 25 は、割り込み処理が実行され、電気粘性ダンパ 6 に印加する電圧の制御処理を中断する。これに加えて、マイコン 25 は、1 回の制御周期（例えば 2 ms）の間に発生した割り込み処理の回数をカウントする。マイコン 25 は、割り込み処理の回数が予め決められた閾値を超えると、アーク放電による異常が生じたもの判定し、高電圧の発生を停止するための制御指令を昇圧回路 26 に出力すると共に、メインコントローラ 16 にアーク故障情報の信号を出力する。なお、割り込み回数の閾値は、各種の原因に基づくアーク放電電流の誤検出を考慮した値（例えば 2 回以上で 10 回以下の値）に決めら

れている。

- [0044] 実施形態によるサスペンション制御装置は、上述のような構成を有するもので、次に、メインコントローラ 16 および高電圧ドライバ 18 を用いて電気粘性ダンパ 6 の減衰力特性を可変に制御する処理について説明する。
- [0045] メインコントローラ 16 には、車両の走行時にばね上加速度センサ 14 からばね上加速度に対応する検出信号が入力されると共に、ばね下加速度センサ 15 からばね下加速度に対応する検出信号が入力される。このとき、メインコントローラ 16 の乗り心地・操縦安定性制御部 16A では、ばね上加速度とばね下加速度とからスカイフック制御則等を用いて目標減衰力を演算し、目標減衰力を発生させるために必要な目標電圧を算出する。
- [0046] 高電圧ドライバ 18 のマイコン 25（サブコントローラ）は、メインコントローラ 16 からの高電圧指令に基づいて、バッテリー 17 から出力される直流電圧を昇圧回路 26 で昇圧する。これにより、高電圧指令に応じた電圧（高電圧）が ERF 7 に印加（電気粘性ダンパ 6 の電極筒 12 に出力）され、ERF 7 の粘性を制御することができる。このとき、電気粘性ダンパ 6 の減衰力特性は、ハードな特性（硬特性）とソフトな特性（軟特性）との間で可変となって連続的に制御される。
- [0047] ここで、実施形態では、アナログコンパレータ 29（アナログ比較器）は、予め設定したアーク閾値に対応する信号と電気粘性ダンパの電流値に対応する信号とを比較し、電流値がアーク閾値を超えたときに、コントローラとしてのマイコン 25 に対してアーク検出信号を出力する。このため、マイコン 25 は、アーク検出信号に基づいて、電気粘性ダンパ 6 にアーク放電が生じたか否かを判定することができる。従って、マイコン 25 は、アーク放電が生じたときに、電気粘性ダンパ 6 に対する電圧（高電圧）の供給を停止することができる、アーク放電を速やかに停止させることができる。これにより、アーク放電による電気粘性ダンパの劣化や電気粘性流体の劣化を抑制することができる。また、電気粘性ダンパ 6 の不具合を早期の段階で検出することができる。これに加えて、アーク放電を停止させて、電磁波の放射を抑制

できるから、E M Cの問題を防ぐことができる。

[0048] なお、実施形態では、高電圧ドライバ18が昇圧する電圧を直流電圧とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、高電圧ドライバ18が昇圧する電圧を交流電圧としてもよい。

[0049] 実施形態では、サスペンション装置4の電気粘性ダンパ6を縦置き状態で自動車等の車両に取付ける構成とした場合を例に挙げて説明した。しかし、これに限らず、例えば、緩衝器を横置き状態で鉄道車両等の車両に取付ける構成としてもよい。電気粘性ダンパ6は、例えば、エアレーションを起こさない範囲で傾けて配置する等、取付対象に応じて所望の方向に配置することができる。

[0050] 以上説明した実施形態に基づくサスペンション制御装置として、例えば、下記に述べる態様のものが考えられる。

[0051] 第1の態様としては、電界により性状が変化する電気粘性流体が封入され、電気粘性流体に電圧を印加することにより電気粘性流体の性状を変化させることで、減衰力を調整する電気粘性ダンパと、前記電気粘性ダンパに印加する電圧を制御するコントローラと、前記電気粘性ダンパに電圧が印加されているときの電流値を検出する電流検出部と、前記電流検出部により検出された電流値に対応する信号が入力されるアナログ比較器と、を備え、前記アナログ比較器は、予め設定したアーク閾値に対応する信号と前記電流値に対応する信号とを比較し、前記電流値が前記アーク閾値を超えたときに、前記コントローラに対してアーク検出信号を出力することを特徴としている。

[0052] この第1の態様によれば、アナログ比較器は、予め設定したアーク閾値に対応する信号と電気粘性ダンパの電流値に対応する信号とを比較し、電流値がアーク閾値を超えたときに、コントローラに対してアーク検出信号を出力する。このため、コントローラは、アーク検出信号に基づいて、電気粘性ダンパにアーク放電が生じたか否かを判定することができる。従って、コントローラは、アーク放電が生じたときに、電気粘性ダンパに対する電圧（高電圧）の供給を停止することができ、アーク放電を速やかに停止させることが

できる。これにより、アーク放電による電気粘性ダンパの劣化や電気粘性流体の劣化を抑制することができる。また、電気粘性ダンパの不具合を早期の段階で検出することができる。これに加えて、アーク放電を停止させて、電磁波の放射を抑制できるから、E M Cの問題を防ぐことができる。

[0053] 第2の態様としては、前記コントローラは、前記アナログ比較器から出力された前記アーク検出信号に基づいて、前記電気粘性ダンパのアーク故障を判定することを特徴としている。

[0054] この第2の態様によれば、コントローラは、電気粘性ダンパのアーク故障を早期に検出することができる。このため、電気粘性ダンパや電気粘性流体がさらに劣化するのを抑制することができる。

[0055] 尚、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0056] 本願は、2017年6月28日付願の日本国特許出願第2017-126105号に基づく優先権を主張する。2017年6月28日付願の日本国特許出願第2017-126105号の明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約書を含む全開示内容は、参照により本願に全体として組み込まれる。

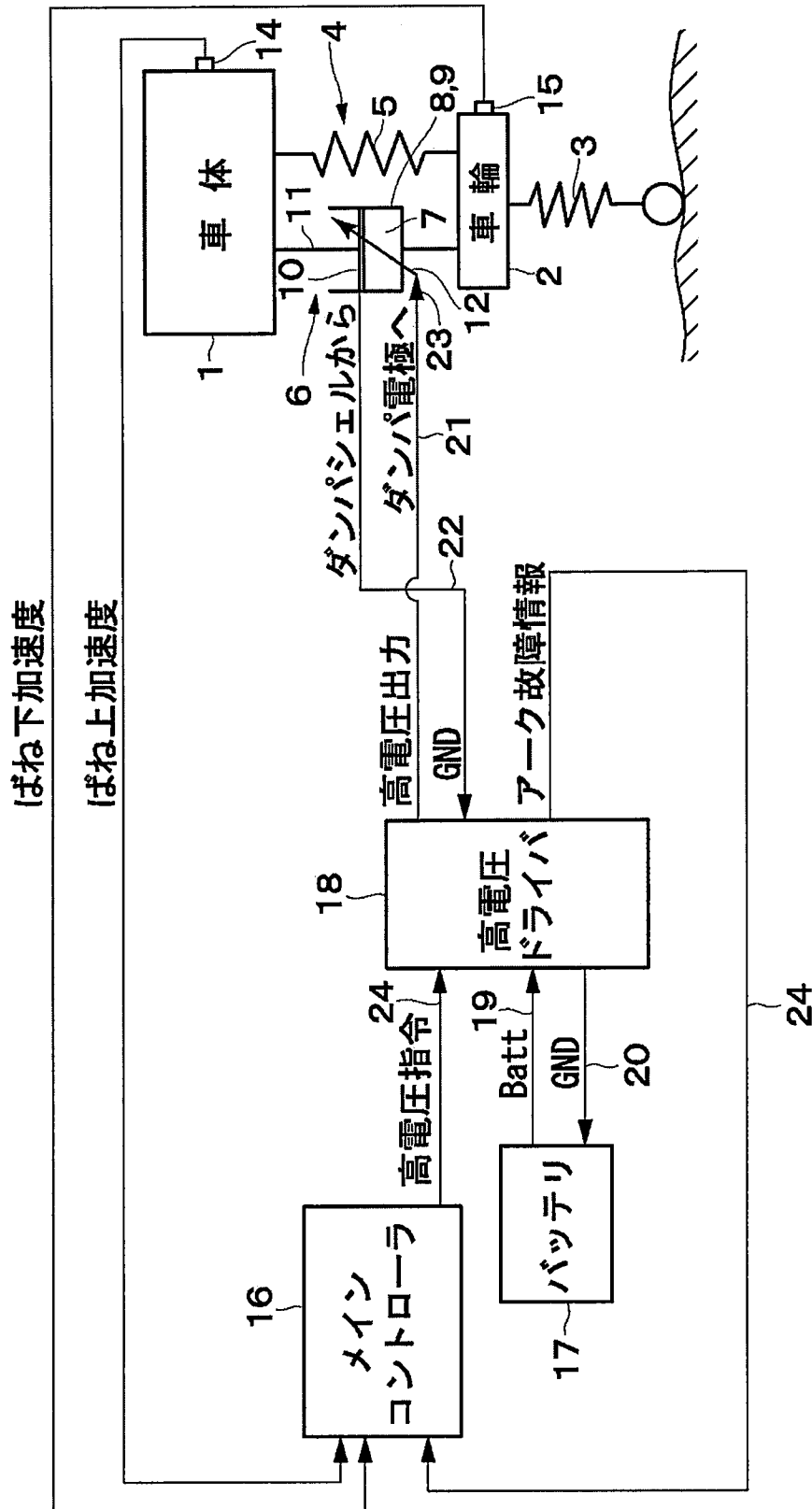
符号の説明

[0057] 6 電気粘性ダンパ 7 E R F（電気粘性流体） 25 マイコン（コントローラ） 27 電流センサ（電流検出手段） 29 アナログコンパレータ（アナログ比較器）

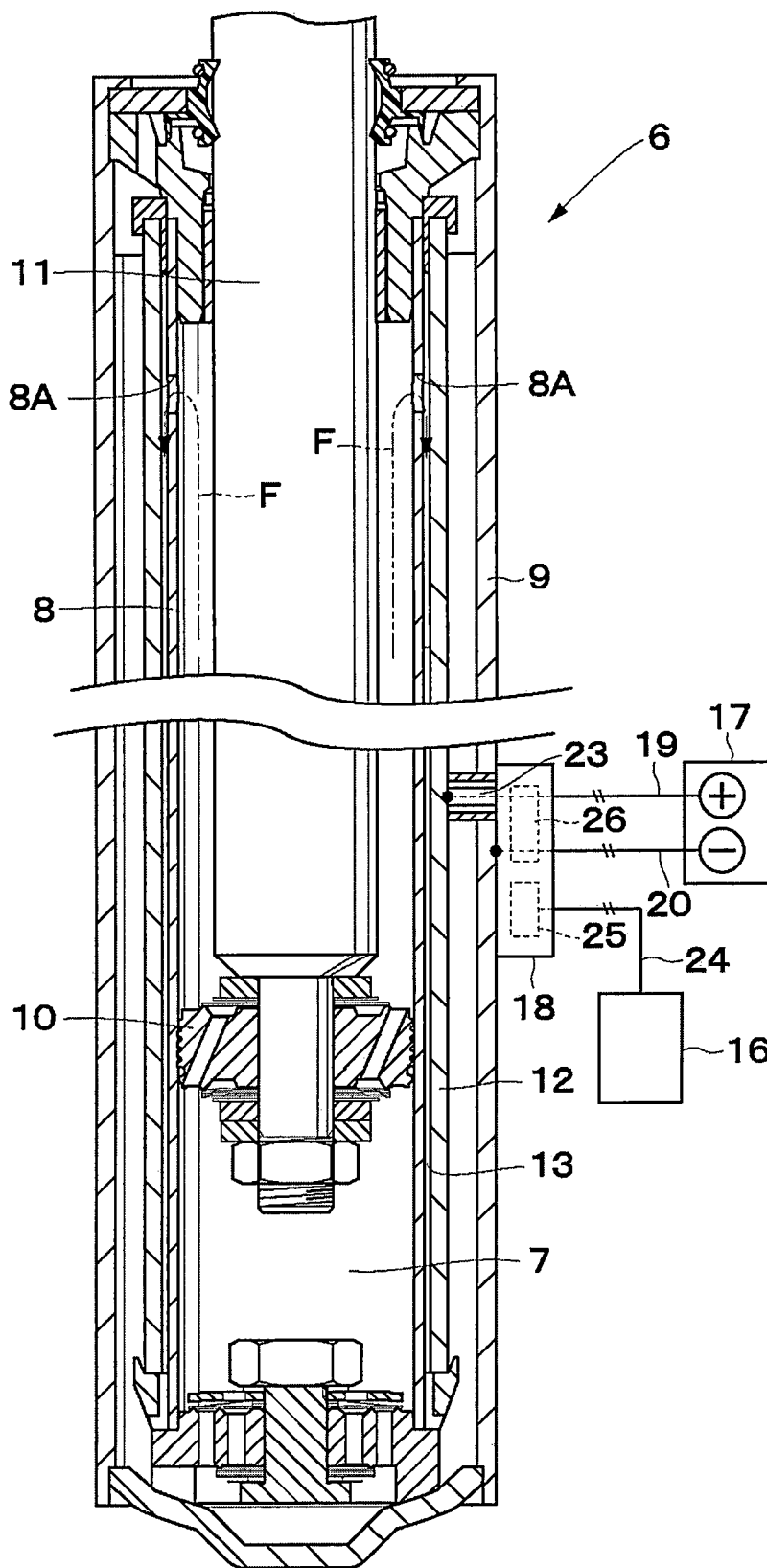
請求の範囲

- [請求項1] サスペンション制御装置であって、前記サスペンション制御装置は、
- 電界により性状が変化する電気粘性流体が封入され、前記電気粘性流体に電圧を印加することにより前記電気粘性流体の性状を変化させることで、減衰力を調整する電気粘性ダンパと、
- 前記電気粘性ダンパに印加する電圧を制御するコントローラと、
- 前記電気粘性ダンパに電圧が印加されているときの電流値を検出する電流検出部と、
- 前記電流検出部により検出された電流値に対応する信号が入力されるアナログ比較器と、を備え、
- 前記アナログ比較器は、予め設定したアーク閾値に対応する信号と前記電流値に対応する信号とを比較し、前記電流値が前記アーク閾値を超えたときに、前記コントローラに対してアーク検出信号を出力することを特徴とするサスペンション制御装置。
- [請求項2] 前記コントローラは、前記アーク検出信号に基づいて、前記電気粘性ダンパのアーク故障を判定することを特徴とする請求項1に記載のサスペンション制御装置。

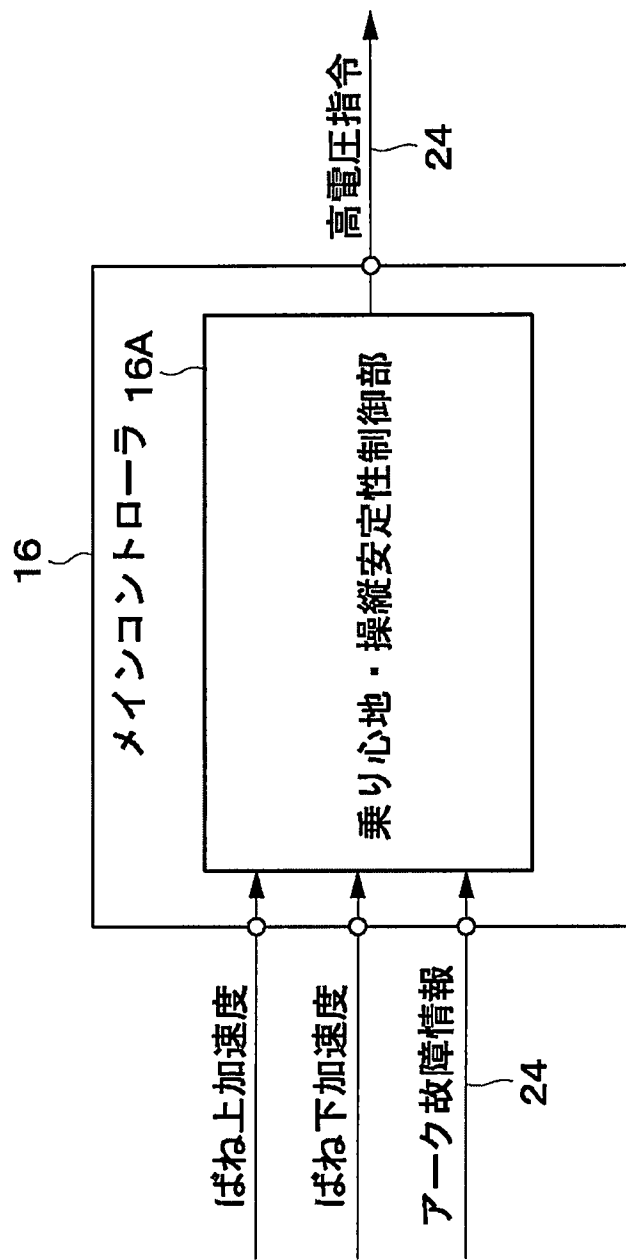
[図1]



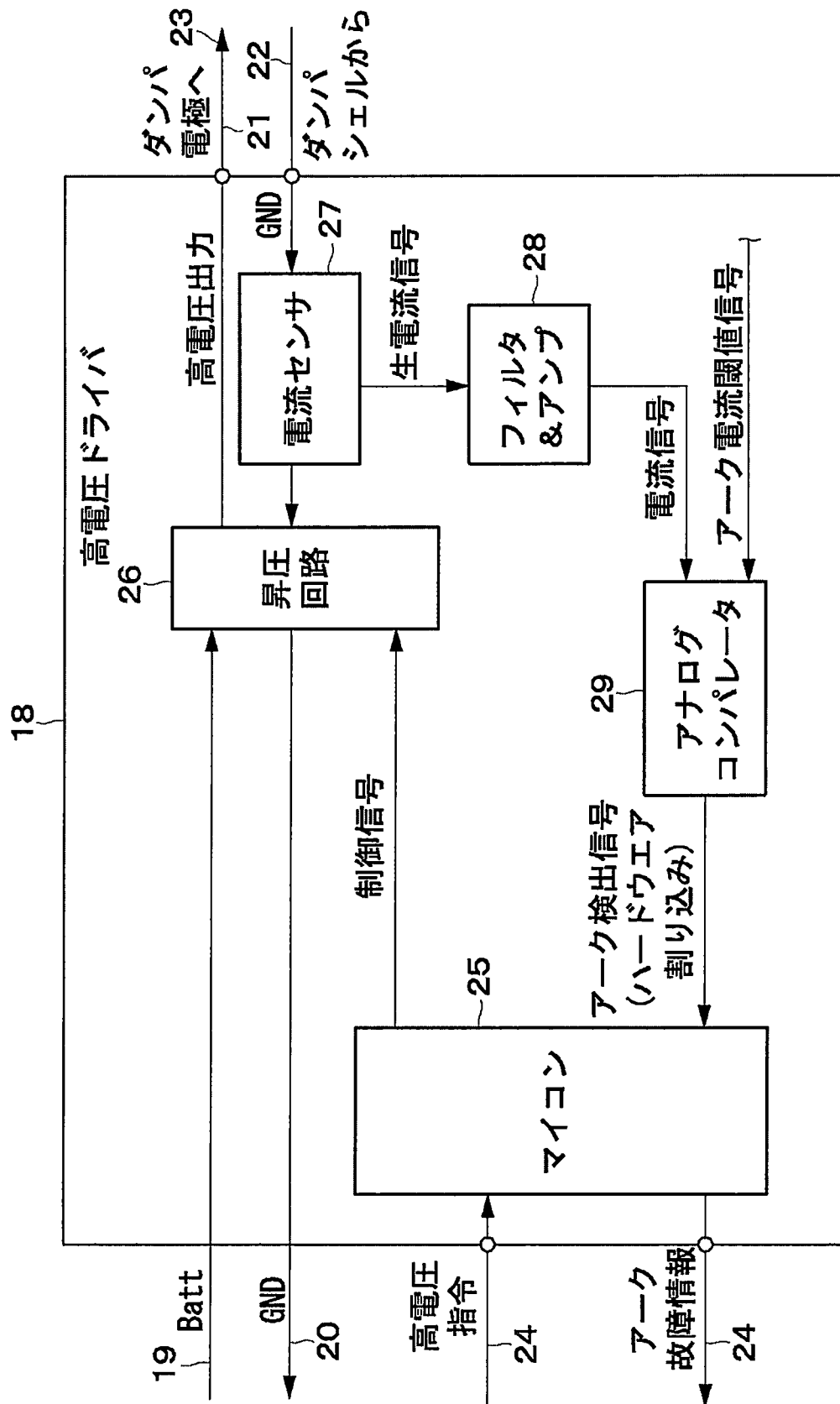
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/022393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B60G17/015 (2006.01) i, B60G17/0185 (2006.01) i, F16F9/53 (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)

Int.Cl. B60G17/015, B60G17/0185, F16F9/53

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 8-226486 A (BRIDGESTONE CORPORATION) 03 September 1996, paragraphs [0001], [0016]-[0027], [0032], fig. 1-4 & US 5522481 A, column 1, lines 4-13, column 3, line 1 to column 5, line 31, column 6, lines 24-40, fig. 1-4 & EP 718523 A1 & DE 69512009 T2	1-2
Y	JP 2016-225439 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 28 December 2016, paragraphs [0042]-[0048], fig. 3-4 & CN 106206234 A & KR 10-2016-0140420 A	1-2



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

"I" 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

01 August 2018 (01.08.2018)

Date of mailing of the international search report

14 August 2018 (14.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/022393

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-233472 A (JAPAN ELECTRONICS INDUSTRY CO., LTD.) 05 September 1995, paragraph [0018], fig. 2 (Family: none)	1-2
A	JP 6-185565 A (IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES PLC) 05 July 1994, paragraphs [0061]-[0065] & US 5417314 A, column 6, lines 12-32 & EP 460808 A2	1-2
A	JP 6-174002 A (THE LUBRIZOL CORPORATION) 21 June 1994, paragraphs [0031]-[0044], fig. 1-11 & US 5259487 A, column 4, line 39 to column 7, line 34, fig. 1-8 & EP 581476 A1	1-2
A	JP 2016-141205 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 08 August 2016, paragraphs [0044]-[0045] (Family: none)	1-2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B60G17/015(2006.01)i, B60G17/0185(2006.01)i, F16F9/53(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. B60G17/015, B60G17/0185, F16F9/53

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 8-226486 A（株式会社ブリヂストン）1996.09.03, 段落0001, 0016-0027, 0032, 図1-4 & US 5522481 A, 第1欄第4-13行, 第3欄第1行-第5欄第31行, 第6欄第24-40行, 図1-4 & EP 718523 A1 & DE 69512009 T2	1-2
Y	JP 2016-225439 A（東京エレクトロン株式会社）2016.12.28, 段落0042-0048, 図3-4 & CN 106206234 A & KR 10-2016-0140420 A	1-2

☒ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

01.08.2018

国際調査報告の発送日

14.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

菅 和幸

3 Q

7 8 6 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3381

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
Y	JP 7-233472 A (日本電子工業株式会社) 1995. 09. 05, 段落 0 0 1 8, 図 2 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 6-185565 A (インペリアル・ケミカル・インダストリーズ・ピーエルシー) 1994. 07. 05, 段落 0 0 6 1 - 0 0 6 5 & US 5417314 A, 第 6 欄第 1 2 - 3 2 行 & EP 460808 A2	1-2
A	JP 6-174002 A (ザ ルブリゾル コーポレイション) 1994. 06. 21, 段落 0 0 3 1 - 0 0 4 4, 図 1 - 1 1 & US 5259487 A, 第 4 欄第 3 9 行 - 第 7 欄第 3 4 行, 図 1 - 8 & EP 581476 A1	1-2
A	JP 2016-141205 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2016. 08. 08, 段落 0 0 4 4 - 0 0 4 5 (ファミリーなし)	1-2