(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
2006 年3 月2 日 (02.03.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/022322 A1

(51) 国際特許分類:
B29C 45/62 (2006.01) *B29C 45/76* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/015413

(22) 国際出願日: 2005 年8 月25 日 (25.08.2005)

(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2004-244528 2004 年8 月25 日 (25.08.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友重機械工業株式会社 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1418686 東京都品川区北品川五丁目９番１１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡田 徳高 (OKADA, Noritaka) [JP/JP]; 〒2630001 千葉県千葉市稲毛区長沼原町７３１番地の１ 住友重機械工業株式会社千葉製造所内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 川合 誠 (KAWAI, Makoto); 〒1010053 東京都千代田区神田美土代町７番地１０ 大園ビル 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

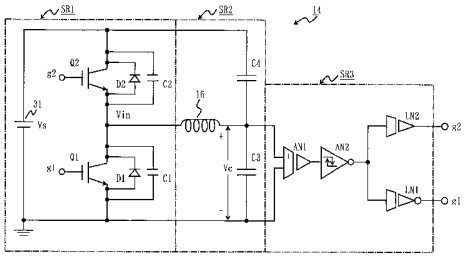
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) **Title:** DEVICE FOR CALCULATING ENERGY TO BE SUPPLIED TO MOLDING MACHINE, MOLDING MACHINE CONTROL DEVICE, AND MOLDING MACHINE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 成形機供給エネルギー算出装置、成形機制御装置及び成形機制御方法



(57) **Abstract:** [PROBLEMS] To enable accurate calculation of energy to be supplied to a cylinder member and appropriately modify the energy in accordance with the molding material. [MEANS FOR SOLVING PROBLEMS] A device for calculating energy to be supplied to a molding machine includes: a coil (16) arranged on a cylinder member, a DC voltage generation circuit (31), switching elements (Q1, Q2), and capacitors (C1 to C4). The device further includes: a high-frequency current generation circuit for generating a high-frequency current according to the switching of the switching elements and supplying it to the coil; an electric change amount detection unit for detecting an electric change amount indicating the state of a resonator circuit (SR2); drive signal generation means for generating drive signals (g1, g2) for driving the switching elements according to the electric change amount; and supply energy calculation means for calculating energy to be supplied to the cylinder according to the voltage (VS) of the DC voltage generation circuit, the electrostatic amount of the capacitors (C3, C4), and the electric change amount.

[続葉有]

WO 2006/022322 A1

(57) 要約:

【課題】シリンダ部材への供給エネルギーを、正確に算出することができ、さらに成形材料に対応させて適正に変更することができるようにする。

【解決手段】シリンダ部材に配設されたコイル（１６）、直流電圧発生回路（３１）、スイッチング素子（Ｑ１、Ｑ２）及びコンデンサ（Ｃ１～Ｃ４）を備え、スイッチング素子のスイッチングに従って高周波電流を発生させてコイルに供給する高周波電流発生回路と、共振回路（ＳＲ２）の状態を表す電気的変量を検出する電気的変量検出部と、電気的変量に基づいてスイッチング素子を駆動するための駆動信号（ｇ１、ｇ２）を発生させる駆動信号発生処理手段と、直流電圧発生回路の電圧（ＶＳ）、コンデンサ（Ｃ３、Ｃ４）の静電容量及び電気的変量に基づいてシリンダ部材への供給エネルギーを算出する供給エネルギー算出処理手段とを有する。

明 細 書

成形機供給エネルギー算出装置、成形機制御装置及び成形機制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、成形機供給エネルギー算出装置、成形機制御装置及び成形機制御方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、成形機、例えば、射出成形機においては、射出装置において溶融させられた成形材料としての樹脂を金型装置内のキャビティ空間に充填し、成形を行うようにしている。そのために、射出装置にシリンダ部材としての加熱シリンダが配設され、該加熱シリンダの周囲に配設されたヒータを通電することによって、加熱シリンダ内の樹脂を溶融させるようにしている。そして、加熱シリンダの温度を検出し、検出結果に基づいて前記ヒータをオン・オフすることによってフィードバック制御が行われる(例えば、特許文献1参照。)。

特許文献1:特開平6－328510号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、前記従来の射出装置においては、ヒータを通電することによって加熱シリンダを加熱し、樹脂を間接的に加熱するようになっているので、ヒータからの放熱量が多く、熱効率を高くすることができない。

[0004] そこで、加熱シリンダの周囲に、ヒータに代えてコイルを配設し、該コイルに電流を供給し、誘導加熱によって加熱シリンダを加熱するようにした誘導加熱装置が考えられる。この場合、加熱シリンダの温度を検出し、検出結果に基づいて誘導加熱の動作及び停止の各時間比で表されるデューティ比を変更することによってフィードバック制御が行われる。

[0005] ところが、前記誘導加熱装置においては、誘導加熱の動作中における加熱能力を表す加熱シリンダへの供給エネルギー(ワット密度)が一定であるので、例えば、樹脂

が変更されたときに、樹脂の種類に対応させて供給エネルギーを変更する必要がある。その場合、例えば、誘導加熱装置の直流電圧発生回路の電圧及び時間平均電流を測定し、測定結果に基づいて供給エネルギーが算出される。なお、該供給エネルギーは、加熱シリンダに供給される熱量に対応させられる。

[0006] ところが、この場合、誘導加熱装置におけるスイッチング素子のスイッチングによる損失を考慮することができないだけでなく、誘導加熱装置で発生させられた高周波電流が直流電圧発生回路に流れてしまうので、時間平均電流を正確に測定することができない。したがって、供給エネルギーを正確に算出することができず、その結果、例えば、樹脂の種類に対応させて供給エネルギーを適正に変更することができない。

[0007] 本発明は、前記従来の誘導加熱装置の問題点を解決して、シリンダ部材への供給エネルギーを、正確に算出することができ、成形材料の種類に対応させて適正に変更することができる成形機供給エネルギー算出装置、成形機制御装置及び成形機制御方法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

[0008] そのために、本発明の成形機供給エネルギー算出装置においては、シリンダ部材に配設されたコイル、直流電圧発生回路、スイッチング素子及びコンデンサを備え、前記スイッチング素子のスイッチングに従って高周波電流を発生させて前記コイルに供給する高周波電流発生回路と、前記コイル及びコンデンサから成る共振回路の状態を表す電気的変量を検出する電気的変量検出部と、前記電気的変量に基づいて前記スイッチング素子を駆動するための駆動信号を発生させる駆動信号発生処理手段と、前記直流電圧発生回路の電圧、コンデンサの静電容量及び電気的変量に基づいて、前記シリンダ部材への供給エネルギーを算出する供給エネルギー算出処理手段とを有する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、成形機供給エネルギー算出装置においては、シリンダ部材に配設されたコイル、直流電圧発生回路、スイッチング素子及びコンデンサを備え、前記スイッチング素子のスイッチングに従って高周波電流を発生させて前記コイルに供給

する高周波電流発生回路と、前記コイル及びコンデンサから成る共振回路の状態を表す電気的変量を検出する電気的変量検出部と、前記電気的変量に基づいて前記スイッチング素子を駆動するための駆動信号を発生させる駆動信号発生処理手段と、前記直流電圧発生回路の電圧、コンデンサの静電容量及び電気的変量に基づいて、前記シリンダ部材への供給エネルギーを算出する供給エネルギー算出処理手段とを有する。

[0010] この場合、直流電圧発生回路の電圧、コンデンサの静電容量及び電気的変量に基づいて

、シリンダ部材への供給エネルギーが算出されるので、スイッチング素子のスイッチングによる損失を考慮する必要がなくなるだけでなく、高周波電流が直流電圧発生回路に流れても、供給エネルギーを正確に算出することができる。したがって、例えば、成形材料が変更された場合に、成形材料の種類に対応させて供給エネルギーを適正に変更することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の第1の実施の形態における誘導加熱装置の概念図である。

[図2]本発明の第1の実施の形態における射出成形機制御装置の要部を示すブロック図である。

[図3]本発明の第1の実施の形態における反転器の動作を示す図である。

[図4]本発明の第1の実施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と検出電圧との関係を表すタイムチャートである。

[図5]本発明の第2の実施の形態における誘導加熱装置の概念図である。

[図6]本発明の第2の実施の形態における反転器の動作を示す図である。

[図7]本発明の第2の実施の形態における積算エネルギーの推移を示すタイムチャートである。

[図8]本発明の第2の実施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と検出電圧との関係を表すタイムチャートである。

[図9]本発明の第3の実施の形態における射出成形機制御装置の要部を示すブロック図である。

[図10]本発明の第4の実施の形態における誘導加熱装置の概念図である。

[図11]本発明の第4の実施の形態における反転器の動作を示す図である。

[図12]本発明の第4の実施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と電圧変化率との関係を表すタイムチャートである。

[図13]本発明の第5の実施の形態における誘導加熱装置の概念図である。

[図14]本発明の第5の実施の形態における反転器の動作を示す図である。

[図15]本発明の第5の実施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と電流との関係を表すタイムチャートである。

符号の説明

[0012] 12　加熱シリンダ

14　誘導加熱装置

16　コイル

21　温度センサ

25　PID補償器

28　供給エネルギー算出部

31　直流電圧発生回路

36　電流センサ

AN1　電圧検出部

AN2、AN3　反転器

AN5　バッファ

C1～C4　コンデンサ

OP1　比較器

Q1、Q2　IGBT

SR1　操作出力部

SR2　共振回路

発明を実施するための最良の形態

[0013] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。この場合、成

形機としての射出成形機に適用される成形機制御装置としての射出成形機制御装置について説明する。

[0014] 図1は本発明の第1の実施の形態における誘導加熱装置の概念図、図2は本発明の第1の実施の形態における射出成形機制御装置の要部を示すブロック図、図3は本発明の第1の実施の形態における反転器の動作を示す図、図4は本発明の第1の実施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と検出電圧との関係を表すタイムチャートである。なお、図3において、横軸に検出電圧Vcを、縦軸に出力を採ってある。

[0015] 図2において、11は射出装置であり、該射出装置11は、図示されない型締装置、金型装置等と射出成形機を構成し、図示されないホッパから供給された成形材料としての樹脂を加熱して溶融させるシリンダ部材としての加熱シリンダ12、溶融させられた樹脂を射出するための射出ノズル13等を備え、前記加熱シリンダ12内に図示されないスクリューが進退自在に、かつ、回転自在に配設される。そして、該スクリューを、図示されない射出用モータを駆動することによって前進させることにより射出ノズル13から樹脂が射出され、図示されない計量用モータを駆動することによって回転させ、それに伴って後退させることにより樹脂の計量が行われる。

[0016] 射出された樹脂は、金型装置のキャビティ空間に充填され、該キャビティ空間において冷却されて成形品になる。

[0017] この場合、樹脂を加熱し溶融させるために、誘導加熱装置14が配設される。該誘導加熱装置14は、加熱シリンダ12に配設されたコイル16、誘導加熱用の電流である高周波電流を発生させて前記コイル16に供給するヒータドライバ17、加熱シリンダ12の所定の箇所に配設され、加熱シリンダ12の温度を検出する温度検出部としての温度センサ21、表示部としての、かつ、設定部としての表示設定器22、前記温度センサ21によって検出された温度である検出温度Tpv、及び表示設定器22によって設定された、加熱シリンダ12の目標となる温度である設定温度Tsvを読み込み、ヒータドライバ17を駆動してフィードバック制御を行う制御部23を備える。

[0018] そして、該制御部23は、前記検出温度Tpvと設定温度Tsvとの偏差ΔT

$$\Delta T = Tsv - Tpv$$

に基づいて、比例成分、積分成分及び微分成分を算出し、算出結果に基づいて誘

導加熱のデューティ比ηを算出するPID補償器25、前記デューティ比ηに基づいて、ヒータドライバ17を駆動する時間をローレベルとし、停止させる時間をハイレベルとしたPWM信号SG1を発生させ、ヒータドライバ17に送るPWM信号発生器26等を備える。

[0019] なお、前記表示設定器22は、表示部としてディスプレイ、液晶パネル、LED、ランプ、警報器等を備え、設定部として操作パネル、キー、スイッチ等を備え、設定部を操作することによって前記設定温度Tsvを設定したり、表示部に検出温度Tpv及び設定温度Tsvを表示したりすることができる。

[0020] ところで、本実施の形態においては、加熱シリンダ12への供給エネルギーを算出し、算出された供給エネルギーを目標となる供給エネルギーである設定供給エネルギーWsvにすることができるようになっていて、そのために、供給エネルギー算出処理手段(処理部)としての供給エネルギー算出部28、及び供給エネルギー調整処理手段(処理部)としての供給エネルギー調整器29が配設される。また、前記表示設定器22において、設定供給エネルギーWsvを設定することができるようになっている。

[0021] そして、前記供給エネルギー算出部28は、供給エネルギー算出処理を行い、実際の加

熱シリンダ12への供給エネルギーWpvを算出する。前記供給エネルギー調整器29は、供給エネルギー調整処理を行い、前記設定供給エネルギーWsvに対応させて供給エネルギーWpvを調整するために、例えば、ヒータドライバ17において使用される発振周波数等の発振制御パラメータを変更する。また、ヒータドライバ17の電源回路を構成し、直流の電圧を発生させる回路、すなわち、直流電圧発生回路の電圧Vsを供給エネルギー調整器29によって変更することもできる。なお、前記誘導加熱装置14及び供給エネルギー算出部28によって成形機供給エネルギー算出装置が構成される。

[0022] 次に、前記誘導加熱装置14の詳細について説明する。

[0023] 図1において、SR1は操作出力部、SR2は共振回路、SR3は駆動信号発生部であり、前記操作出力部SR1は、直流電圧発生回路31、該直流電圧発生回路31と直列に接続された二つのスイッチング素子としてのIGBTQ1、Q2、各IGBTQ1、Q2のエ

ミッタ・コレクタ間に、互いに並列に接続されたダイオードD1、D2、コンデンサC1、C2等を有する。なお、前記IGBTQ1、Q2に代えて他のトランジスタを使用することができる。前記直流電圧発生回路31は電圧Vsを変更することができる構造を有し、負極端子が接地される。また、前記IGBTQ1、Q2のベースに駆動信号g1、g2が入力される。

[0024] また、前記共振回路SR2は、前記IGBTQ1、Q2間に一端が接続されたコイル16、並びに該コイル16の他端と直流電圧発生回路31の負極端子及び正極端子との間に接続された二つのコンデンサC3、C4を備える。該コンデンサC3、C4のうちの一方、本実施の形態において、コンデンサC3の端子間電圧は、図示されない電圧検出要素としての電圧センサによって検出電圧Vcとして検出され、供給エネルギー算出部28に送られる。なお、前記検出電圧Vcによって、共振回路SR2の状態を表す電気的変量が、前記電圧センサによって電気的変量検出部が構成される。また、前記操作出力部SR1及び共振回路SR2によって高周波電流発生回路が構成される。

[0025] この場合、高周波電流としては、商用電源から供給される商用電流の周波数(50〔Hz〕又は60〔Hz〕)より高い周波数を有する電流を使用することができるが、100〔Hz〕程度の周波数の電流を使用すると、コイル16における加熱効率が低下してしまう。そこで、500〔Hz〕以上の周波数の電流を使用するのが好ましいが、200〔kHz〕以上の周波数の電流を使用すると、IGBTQ1、Q2におけるスイッチングが間に合わなくなってしまう。したがって、5〔kHz〕以上、100〔kHz〕以下の範囲の周波数の電流を使用するのが好ましい。

[0026] 前記コイル16には高周波電流が供給され、それに伴って加熱シリンダ12に誘導電流が発生させられ、該誘導電流によるうず電流損によってジュール熱が発生し、加熱シリンダ12を加熱する。なお、本実施の形態において、加熱シリンダ12は、常磁性体によって形成されるようになっているが、誘導電流を表面に集中させることができ、加熱シリンダ12における発熱量を多くすることができる金属材料、例えば、強磁性体である鋼によって形成されることが好ましい。

[0027] そして、前記駆動信号発生部SR3は、前記駆動信号g1、g2を発生させるためのものであり、前記電圧センサとは別に、前記コンデンサC3の両端に接続され、端子間

電圧を検出電圧Vcとして検出する電圧検出部AN1、該電圧検出部AN1の出力端子に接続された駆動信号発生処理手段(処理部)としての反転器AN2、該反転器AN2の出力端子に接続され、反転器AN2の出力Vggを送る第1、第2のバッファLN1、LN2等を備える。なお、前記電圧検出部AN1によって電気的変量検出部が構成される。また、本実施の形態においては、電気的変量検出部として電圧センサ及び電圧検出部AN1が配

設されるようになっているが、電圧検出部AN1だけを配設することができる。そして、第1のバッファLN1は、反転機能を備え、駆動信号g1は駆動信号g2に対して反転させられ、ハイレベルとローレベルとが逆にされる。また、前記電圧検出部AN1及び第1、第2のバッファLN1、LN2は、アイソレーション構造を有し、強電系の操作出力部SR1及び共振回路SR2と弱電系の反転器AN2とを電気的に分離させる。ここで、強電系とは電力をエネルギーとして使用する回路を意味し、弱電系とは電力を信号として使用する回路を意味する。

[0028] ところで、前記高周波電流を発生させるために、前記IGBTQ1、Q2に常に駆動信号g1、g2を入力する必要がある。本実施の形態においては、初期状態において、所定のタイミングで、駆動信号g2がローレベルからハイレベルに立ち上げられ、駆動信号g1はローレベルのままを維持すると、IGBTQ2がオンにされ、IGBTQ1がオフのままにされる。これに伴って、入力電圧Vinはハイレベルになり、直流電圧発生回路31からIGBTQ2を介してコイル16に電流が流れ、コンデンサC3が充電され、コンデンサC3の端子間電圧及び検出電圧Vcが徐々に高くなる。

[0029] ところで、前記反転器AN2は、駆動信号発生処理を行い、検出電圧Vcが入力されて、図3に示されるような特性で作動させられる。すなわち、出力がハイレベル(H)である場合において、検出電圧Vcが高くなるときには、第1の閾値電圧としての電圧Vdになるまで、出力はハイレベルを維持し、電圧Vdになると、出力がハイレベルからローレベル(L)になり、その後、ローレベルを維持する。そして、出力がローレベルである場合において、検出電圧Vcが低くなるときには、前記電圧Vdより低く設定された第2の閾値電圧としての電圧Vrになるまで、出力はローレベルを維持し、電圧Vrになると、出力がローレベルからハイレベルになり、その後、ハイレベルを維持する。な

お、供給エネルギー調整器29が設定供給エネルギーWsvに基づいて算出する前記電圧Vd、Vrによって、供給エネルギーWpvを算出するための供給エネルギー算出用変量が構成される。

[0030] したがって、図4に示されるように、検出電圧Vcが上のピーク値に達した後、徐々に低くなり、タイミングt1、t3で電圧Vrになると、反転器AN2の出力Vggがハイレベルになり、第1のバッファLN1の出力である駆動信号g1がローレベルに、第2のバッファLN2の出力である駆動信号g2がハイレベルになる。

[0031] その結果、IGBTQ1がオフに、IGBTQ2がオンにされ、入力電圧Vinはローレベルからハイレベルになり、コンデンサC4が放電され、コンデンサC3が充電されるのに伴って、IGBTQ2を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧及び検出電圧Vcは、下のピーク値になった後、徐々に高くなる。

[0032] 一方、検出電圧Vcが、徐々に高くなり、タイミングt2、t4で電圧Vdになると、反転器AN2の出力Vggがローレベルになり、前記駆動信号g1がハイレベルに、前記駆動信号g2がローレベルになる。

[0033] その結果、IGBTQ1がオンに、IGBTQ2がオフにされ、入力電圧Vinはハイレベルからローレベルになり、コンデンサC3が放電され、コンデンサC4が充電されるのに伴って、IGBTQ1を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧及び検出電圧Vcは、上のピーク値になった後、徐々に低くなる。

[0034] このように、図4に示されるように、入力電圧Vinは矩形波状の形状を、検出電圧Vcは正弦波に類似した形状を有するようになり、また、駆動信号g2は入力電圧Vinと同様の矩形波状の形状を、前記駆動信号g1は駆動信号g2を反転させた矩形波状の形状

を有するようになり、入力電圧Vinがコイル16に印加され、各駆動信号g1、g2がそれぞれIGBTQ1、Q2に入力される。

[0035] なお、入力電圧Vinのハイレベルとローレベルとの振幅は直流電圧発生回路31の電圧Vsとほぼ等しい。

[0036] そして、検出電圧Vcの波形が安定している場合、コイル16のインダクタンスをLとし、コンデンサC3、C4の各静電容量の合計の静電容量をCとすると、高周波電流発生

回路の周波数fは、

$$f=1/2\pi\sqrt{(L\cdot C)}$$

になる。

[0037] ところで、前記コンデンサC3、C4のうちの一方、本実施の形態においては、コンデンサC3に印加されている電圧である前記検出電圧Vcが分かると、検出電圧Vcの変化率は、コンデンサC4に印加されている電圧の変化率と等しいので、コイル16を流れる電流I_Lは、

$$I_L=C\cdot dVc/dt$$

になる。そして、前記加熱シリンダ12への供給エネルギーWpvは、コイル16において消費されるエネルギーと等しく、

$$Wpv=\int Vin\cdot I_L\cdot dt$$

になる。ここで、入力電圧Vinは、図4に示されるように、ハイレベルとローレベルとから成り、入力電圧Vinがハイレベルの場合に、コイル16において消費されるエネルギーをPHとすると、エネルギーPHは、

$$PH=\Sigma\int_{Vin=Vs} Vs\cdot I_L\cdot dt$$

になり、入力電圧Vinがローレベルの場合に、コイル16において消費されるエネルギーをPLとすると、エネルギーPLは、

$$PL=\Sigma\int_{Vin=0} 0\cdot I_L\cdot dt$$
$$=0$$

になる。なお、値$\int_{Vin=Vs} Vs\cdot I_L\cdot dt$は、一つのサイクルでコイル16において消費されるエネルギーである。

[0038] そこで、前記供給エネルギー算出部28は供給エネルギーWpvを、電圧Vs、静電容量C及び検出電圧Vcに基づいて、次のとおり算出する。

[0039]
$$Wpv=PH$$
$$=\Sigma\int_{Vin=Vs} Vs\cdot I_L\cdot dt$$
$$=\Sigma\int_{Vin=Vs} Vs\cdot C\cdot dVc/dt\cdot dt$$
$$=\Sigma Vs\cdot C\cdot\int_{Vin=Vs} dVc$$

になる。ここで、値$\int_{Vin=Vs} dVc$は、入力電圧Vinがハイレベルである間の検出電圧V

cの変化量であり、

$$\int_{Vin=Vs} dVc = (Vd - Vr)$$

であるので、供給エネルギーWpvは、

$$Wpv = \Sigma Vs \cdot C \cdot (Vd - Vr) \quad \cdots\cdots(1)$$

になる。

[0040] また、検出電圧Vcの波形が安定している場合、スイッチングの基本の周波数fがほぼ一定の値を採るので、供給エネルギー算出部28において、加熱シリンダ12に供給される単位時間当たりの供給エネルギーPを次の式で算出することができる。

[0041] $$P = f \cdot Vs \cdot C \cdot (Vd - Vr) \quad \cdots\cdots(2)$$

したがって、単位時間当たりの供給エネルギーPに基づいて設定供給エネルギーWsvを設定することができる。

[0042] ところで、検出電圧Vcについて、所定の値を基準電圧Vbとして設定すると、前記供給エネルギー算出部28において、供給エネルギーWpvを次のように算出することができる。なお、本実施の形態においては、コンデンサC3、C4の各静電容量Cが等しい場合、

$$Vd - Vb = Vb - Vr$$

にするのが好ましい。

[0043] この場合、検出電圧Vcが電圧Vrになり、入力電圧Vinがローレベルからハイレベルに立ち上がる際に、毎回、エネルギーPr

$$Pr = Vs \cdot C \cdot (Vb - Vr)$$

を加算して、加算値ΣPrを算出し、検出電圧Vcが電圧Vdになり、入力電圧Vinがハイレベルからローレベルに立ち下がる際に、毎回、エネルギーPd

$$Pd = Vs \cdot C \cdot (Vd - Vb)$$

を加算して、加算値ΣPdを算出すると、供給エネルギーWpvは、

$$Wpv = \Sigma Pr + \Sigma Pd$$
$$= \Sigma Vs \cdot C \cdot (Vb - Vr) + \Sigma Vs \cdot C \cdot (Vd - Vb)$$
$$= \Sigma Vs \cdot C \cdot (Vd - Vr) \quad \cdots\cdots(3)$$

になり、式(1)の供給エネルギーWpvと等しくなる。このようにして、前記供給エネル

ギー算出部28によって供給エネルギーWpvが算出される。

[0044] このように、直流電圧発生回路31を流れる電流の平均値を表す時間平均電流を使用することなく、検出電圧Vc、静電容量C、基準電圧Vb、電圧Vd、Vr等に基づいて供給エネルギーWpvが算出されるので、IGBTQ1、Q2のスイッチングによる損失を考慮する必要がなくなるだけでなく、誘導加熱装置14で発生させられた高周波電流が直流電圧発生回路31に流れても、供給エネルギーWpvを正確に算出することができる。したがって、例えば、樹脂の種類が変更された場合に、電圧Vd、Vrを変更することによって、供給エネルギーWpvを適正に変更することができる。また、樹脂の種類に対応させて電圧Vsを変更することによって、供給エネルギーWpvを適正に変更することもできる。

[0045] ところで、本実施の形態においては、初期状態において、所定のタイミングt0で、駆動信号g2がローレベルからハイレベルに立ち上げられ、駆動信号g1はローレベルのままにされ、続いて、駆動信号g1、g2に、図4で示される入力電圧Vinの波形と同様の矩形波が発生させられるようになっているが、初期状態において、駆動信号g1、g2に矩形波を発生させることができる。

[0046] その場合、基本となる周波数faで、しかも、一定のパルス幅で駆動信号g1、g2が発生させられ、ハイレベルとローレベルとを繰り返すので、コイル16への入力電圧Vinも前記周波数faで、しかも、一定のパルス幅で発生させられ、ハイレベルとローレベルとを繰り返す。

[0047] そこで、供給エネルギー算出部28は、入力電圧Vinがローレベルからハイレベルに立ち上がるタイミングで検出電圧Vcを読み込んで電圧Vrとし、入力電圧Vinがハイレベルからローレベルに立ち下がるタイミングで検出電圧Vcを読み込んで電圧Vdとし、前記式(1)、(3)に基づいて供給エネルギーWpvを、式(2)に基づいて供給エネルギーPを算出する。

[0048] この場合、前記供給エネルギー調整器29は、電圧Vsを変更することによって、供給エネルギーWpvを変更することができるだけでなく、周波数faを変更することによって供給エネルギーPを変更することができる。

[0049] 次に、加熱シリンダ12への供給エネルギーWpvを評価し、評価結果に基づいて、

前記供給エネルギーWpvを変更することができるようにした本発明の第2の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略し、同じ構造を有することによる発明の効果については同実施の形態の効果を援用する。

[0050] 図5は本発明の第2の実施の形態における誘導加熱装置の概念図、図6は本発明の第2の実施の形態における反転器の動作を示す図、図7は本発明の第2の実施の形態における積算エネルギーの推移を示すタイムチャート、図8は本発明の第2の実施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と検出電圧との関係を表すタイムチャートである。なお、図6において、横軸に検出電圧Vcを、縦軸に出力を採ってある。

[0051] この場合、電圧検出部AN1の出力端子に接続された駆動信号発生処理手段(処理部)としての反転器AN3はスキップ機能を有し、前記反転器AN3に、供給エネルギー積算値判定処理手段(処理部)としての比較器OP1の出力端子が接続される。なお、前記電圧検出部AN1によって電気的変量検出部が構成される。

[0052] ところで、本実施の形態においては、制御部23(図2)からヒータドライバ17に送られるPWM信号SG1が最初にローレベルからハイレベルに立ち上がるか、又はシリンダ部材としての加熱シリンダ12の温度制御が開始されると、供給エネルギー積算処理手段(処理部)としての、かつ、供給エネルギー算出処理手段(処理部)としての供給エネルギー算出部28は、供給エネルギー積算処理及び供給エネルギー算出処理を行い、加熱シリンダ12への供給エネルギーWpvを算出するとともに、スイッチング素子としてのIGBTQ1、Q2のスイッチングが行われるたびに積算し、供給エネルギー積算値Ipvを算出する。また、前記供給エネルギー積算処理が開始されると、設定供給エネルギーWsvが積算され、目標となる供給エネルギー積算値Ipvである設定供給エネルギー積算値Isvが算出される。そして、前記供給エネルギー積算値Ipv及び設定供給エネルギー積算値Isvは、前記比較器OP1に入力される。

[0053] 該比較器OP1は、供給エネルギー積算値判定処理を行い、制御タイミングごとに供給エネルギー積算値Ipvと設定供給エネルギー積算値Isvとを比較し、比較結果を判定信号SG11として反転器AN3に送る。前記判定信号SG11は、供給エネルギー積算値Ipvが設定供給エネルギー積算値Isvより大きい場合、ハイレベルにされ、供

給エネルギー積算値Ipvが設定供給エネルギー積算値Isv以下である場合、ローレベルにされる。

[0054] 例えば、図7に示されるように、タイミングt11、t13～t15において供給エネルギー積算値Ipvが設定供給エネルギー積算値Isv以下であり、判定信号SG11はローレベルにされ、タイミングt12、t16において供給エネルギー積算値Ipvが設定供給エネルギー積算値Isvより大きく、判定信号SG11はハイレベルにされる。

[0055] 本実施の形態においては、供給エネルギー積算値Ipvと設定供給エネルギー積算値Isvとが比較されるようになっているが、実際には、供給エネルギー積算値Ipvと設定供給エネルギー積算値Isvとの差を記録装置としての図示されないメモリに判定値として記録し、該判定値に基づいて判定信号SG11を発生させることができる。その場合、制御タイミングごとに、設定供給エネルギーWsvと制御周期との積を前記判定値に加算

し、IGBTQ1、Q2のスイッチングが行われるたびに、供給エネルギーWpvを前記判定値から減算し、メモリ上で判定値を推移させ、判定値が正の値を採る場合に、前記判定信号SG11をローレベルにし、判定値が負の値を採る場合に、前記判定信号SG11をハイレベルにすることができる。

[0056] そして、前記反転器AN3は、駆動信号発生処理を行い、コンデンサC3の端子間電圧である電気的変量としての検出電圧Vc及び判定信号SG11が入力されて、図6に示されるような特性で作動させられる。

[0057] まず、出力がハイレベル(H)である場合において、検出電圧Vcが高くなるときには、第1の閾値電圧としての電圧Vdになるまで、出力はハイレベルを維持し、電圧Vdになると、前記判定信号SG11がハイレベルであるかどうかによってターン動作(Tu)又はスキップ動作(Sk)をする。すなわち、判定信号SG11がローレベルである場合、ターン動作をし、出力がハイレベルからローレベル(L)になり、その後、ローレベルを維持する。一方、判定信号SG11がハイレベルである場合、スキップ動作をし、出力はハイレベルを維持する。また、出力がハイレベルである場合において、検出電圧Vcが低くなるときには、スキップ動作をし、前記電圧Vd、及び電圧Vdより低く設定された第2の閾値電圧としての電圧Vrに関係なく、出力はハイレベルを維持する。なお、

前記電圧Vd、Vrによって供給エネルギー算出用変量が構成される。

[0058] 次に、出力がローレベルである場合において、検出電圧Vcが低くなるときには、電圧Vrになるまで、出力はローレベルを維持し、電圧Vrになると、前記判定信号SG11がハイレベルであるかどうかによってターン動作又はスキップ動作をする。すなわち、判定信号SG11がローレベルである場合、ターン動作をし、出力がローレベルからハイレベルになり、その後、ハイレベルを維持する。一方、判定信号SG11がハイレベルである場合、スキップ動作をし、出力はローレベルを維持する。また、出力がローレベルである場合において、検出電圧Vcが高くなるときには、スキップ動作をし、前記電圧Vd、Vrに関係なく、出力はローレベルを維持する。

[0059] したがって、判定信号SG11がローレベルである場合、反転器AN3はターン動作をするので、図8に示されるように、検出電圧Vcが徐々に低くなり、タイミングt21、t24、t27で電圧Vrになると、反転器AN3の出力がハイレベルになり、第1のバッファLN1の出力である駆動信号g1がローレベルに、第2のバッファLN2の出力である駆動信号g2がハイレベルになる。

[0060] その結果、IGBTQ1がオフに、IGBTQ2がオンにされ、入力電圧Vinはローレベルからハイレベルになり、コンデンサC4が放電され、コンデンサC3が充電されるのに伴って、IGBTQ2を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧及び検出電圧Vcは、下のピーク値になった後、徐々に高くなる。

[0061] また、判定信号SG11がローレベルである場合、検出電圧Vcが、徐々に高くなり、タイミングt23、t25、t28で電圧Vdになると、反転器AN3の出力がローレベルになり、前記駆動信号g1がハイレベルに、前記駆動信号g2がローレベルになる。

[0062] その結果、IGBTQ1がオンに、IGBTQ2がオフにされ、入力電圧Vinはハイレベルからローレベルになり、コンデンサC3が放電され、コンデンサC4が充電されるのに伴って、IGBTQ1を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧及び検出電圧Vcは、上のピーク値になった後、徐々に低くなる。

[0063] これに対して、判定信号SG11がハイレベルである場合、反転器AN3はスキップ動作をするので、検出電圧Vcが徐々に低くなり、タイミングt26で電圧Vrになっても、反転器AN3の出力はハイレベルにならず、ローレベルを維持する。そして、前記駆

動信号g1がハイレベルを、前記駆動信号g2がローレベルを維持する。

[0064] その結果、IGBTQ1がオンのままに、IGBTQ2がオフのままにされ、入力電圧Vinはローレベルを維持する。

[0065] また、判定信号SG11がハイレベルである場合、検出電圧Vcが、徐々に高くなり、タイミングt22で電圧Vdになっても、反転器AN3の出力はハイレベルを維持する。そして、前記駆動信号g1がローレベルを、前記駆動信号g2がハイレベルを維持する。

[0066] その結果、IGBTQ1がオフのままに、IGBTQ2がオンのままにされ、入力電圧Vinはハイレベルを維持する。

[0067] このように、加熱シリンダ12への供給エネルギーWpvのフィードバック制御が行われ、供給エネルギー積算値Ipvが設定供給エネルギー積算値Isvより大きい場合には、反転器AN3はスキップ動作をし、駆動信号g1、g2の立上り又は立下りが間引きされる。すなわち、コイル16に供給される高周波電流の二つ以上の周期内で駆動信号g1、g2の立上り又は立下りが1回ずつ行われる。

[0068] したがって、その間IGBTQ1、Q2のスイッチングが行われず、入力電圧Vinの立上り又は立下りが同様に間引きされる。また、この間、コンデンサC3の端子間電圧が減衰するので、コイル16に供給される高周波電流が小さくなる。その結果、加熱シリンダ12への供給エネルギーWpvを少なくすることができる。

[0069] 次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略し、同じ構造を有することによる発明の効果については同実施の形態の効果を援用する。

[0070] 図9は本発明の第3の実施の形態における射出成形機制御装置の要部を示すブロック図である。

[0071] この場合、誘導加熱装置14は、シリンダ部材としての加熱シリンダ12の周囲に配設されたコイル16、誘導加熱用の電流である高周波電流を発生させて前記コイル16に供給するヒータドライバ17、加熱シリンダ12の所定の箇所に配設され、加熱シリンダ12の温度を検出する温度検出部としての温度センサ21、表示部としての、かつ、設定部としての表示設定器22、前記温度センサ21によって検出された温度である検

出温度Tpv、及び表示設定器22によって設定された、加熱シリンダ12の目標となる温度である設定温度Tsvを読み込み、ヒータドライバ17を駆動してフィードバック制御を行う制御部23を備える。

[0072] そして、該制御部23は、前記検出温度Tpvと設定温度Tsvとの偏差ΔT

ΔT＝Tsv－Tpv

に基づいて、比例成分、積分成分及び微分成分を算出し、算出結果に基づいて設定供給エネルギーWsvを設定し、該設定供給エネルギーWsvを供給エネルギー調整処理手段（処理部）としての供給エネルギー調整器29に送るPID補償器25を備える。該PID補償器25によって設定供給エネルギー算出処理手段（処理部）が構成され、該設定供給エネルギー算出処理が行われる。なお、前記設定供給エネルギーWsvを供給エネルギー調整器29に送るときの信号は、ディジタル信号でも良いが、設定供給エネルギーWsvに比例した頻度でパルスが発生させられるパルス列でも良い。

[0073] ところで、前記各実施の形態においては、検出電圧Vc（図1）が共振回路SR2の状態を表す電気的変量として使用され、駆動信号g1、g2が発生させられるようになっているので、スイッチング素子としてのIGBTQ1、Q2のスイッチングの間引きを十分に行わなくても供給エネルギーWpv、Pを安定させることができる。ところが、その反面、IGBTQ1、Q2のスイッチングの間引きが十分に行われないので、IGBTQ1、Q2のスイッチングによる損失が大きくなってしまう。その結果、ヒータドライバ17が発熱したり、ヒータドライバ17の信頼性が低くなったりするとともに、誘導加熱装置14において消費される電力が大きくなってしまう。

[0074] そこで、検出電圧Vcの微分値dVc／dtを電圧変化率δVcとして算出し、該電圧変化率δVcを電気的変量として使用し、駆動信号g1、g2を発生させるようにした本発明の第4の実施の形態について説明する。なお、第1の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略し、同じ構造を有することによる発明の効果については同実施の形態の効果を援用する。

[0075] 図10は本発明の第4の実施の形態における誘導加熱装置の概念図、図11は本発明の第4の実施の形態における反転器の動作を示す図、図12は本発明の第4の実

施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と電圧変化率との関係を表すタイムチャートである。なお、図11において、横軸に電圧変化率δVcを、縦軸に出力を採ってある。

[0076] この場合、電気的変量検出部としての電圧検出部AN1の出力端子に電圧変化率算出処理手段(処理部)としての微分回路35が接続され、該微分回路35は、電圧変化率算出処理を行い、電圧検出部AN1から送られた電気的変量としての検出電圧Vcを受けて微分し、微分値dVc／dtを電圧変化率δVcとして算出し、該電圧変化率δVcを駆動信号発生処理手段(処理部)としてのバッファAN5に送る。

[0077] 該バッファAN5はスキップ機能を有し、前記バッファAN5に、供給エネルギー積算値判定処理手段(処理部)としての比較器OP1の出力端子が接続される。

[0078] そして、前記バッファAN5は、駆動信号発生処理を行い、検出電圧Vc及び判定信号SG11が入力されて、図11に示されるような特性で作動させられる。

[0079] まず、出力がハイレベル(H)である場合において、電圧変化率δVcが小さくなるときには、第1の閾値としての電圧変化率Vd′ になるまで、出力はハイレベルを維持し、電圧変化率Vd′ になると、前記判定信号SG11がハイレベルであるかどうかによってターン動作(Tu)又はスキップ動作(Sk)をする。すなわち、判定信号SG11がローレベルである場合、ターン動作をし、出力がハイレベルからローレベル(L)になり、その後、ローレベルを維持する。一方、判定信号SG11がハイレベルである場合、スキップ動作をし、出力はハイレベルを維持する。また、出力がハイレベルである場合において、電圧変化率δVcが大きくなるときには、スキップ動作をし、前記電圧変化率Vd′ 、及び電圧変化率Vd′ より小さく設定された第2の閾値としての電圧変化率Vr′ に関係なく、出力はハイレベルを維持する。

[0080] 次に、出力がローレベルである場合において、電圧変化率δVcが大きくなるときには、電圧変化率Vr′ になるまで、出力はローレベルを維持し、電圧変化率Vr′ になると、前記判定信号SG11がハイレベルであるかどうかによってターン動作又はスキップ動作をする。すなわち、判定信号SG11がローレベルである場合、ターン動作をし、出力がローレベルからハイレベルになり、その後、ハイレベルを維持する。一方、判定信号SG11がハイレベルである場合、スキップ動作をし、出力はローレベルを維持

する。また

、出力がローレベルである場合において、電圧変化率δVcが小さくなるときには、スキップ動作をし、前記電圧変化率Vd′、Vr′に関係なく、出力はローレベルを維持する。

[0081] したがって、判定信号SG11がローレベルである場合、バッファAN5はターン動作をするので、図12に示されるように、電圧変化率δVcが徐々に大きくなり、タイミングt31、t34、t37で電圧変化率Vr′になると、バッファAN5の出力がハイレベルになり、第1のバッファLN1の出力である駆動信号g1がローレベルに、第2のバッファLN2の出力である駆動信号g2がハイレベルになる。

[0082] その結果、スイッチング素子としてのIGBTQ1がオフに、スイッチング素子としてのIGBTQ2がオンにされ、入力電圧Vinはローレベルからハイレベルになり、コンデンサC4が放電され、コンデンサC3が充電されるのに伴って、IGBTQ2を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧及び検出電圧Vcは、下のピーク値になった後、徐々に高くなり、電圧変化率δVcは、上のピーク値になった後、徐々に小さくなる。

[0083] また、判定信号SG11がローレベルである場合、電圧変化率δVcが、徐々に小さくなり、タイミングt33、t35、t38で電圧変化率Vd′になると、バッファAN5の出力がローレベルになり、前記駆動信号g1がハイレベルに、前記駆動信号g2がローレベルになる。

[0084] その結果、IGBTQ1がオンに、IGBTQ2がオフにされ、入力電圧Vinはハイレベルからローレベルになり、コンデンサC3が放電され、コンデンサC4が充電されるのに伴って、IGBTQ1を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧及び検出電圧Vcは、上のピーク値になった後、徐々に低くなり、電圧変化率δVcは、下のピーク値になった後、徐々に大きくなる。

[0085] これに対して、判定信号SG11がハイレベルである場合、バッファAN5はスキップ動作をするので、電圧変化率δVcが徐々に大きくなり、タイミングt36で電圧変化率Vr′になっても、バッファAN5の出力はハイレベルにならず、ローレベルを維持する。そして、前記駆動信号g1がハイレベルを、前記駆動信号g2がローレベルを維持す

る。

[0086] その結果、IGBTQ1がオンのままに、IGBTQ2がオフのままにされ、入力電圧Vinはローレベルを維持する。

[0087] また、判定信号SG11がハイレベルである場合、電圧変化率δVcが、徐々に小さくなり、タイミングt32で電圧変化率Vd′になっても、バッファAN5の出力はハイレベルを維持する。そして、前記駆動信号g1がローレベルを、前記駆動信号g2がハイレベルを維持する。

[0088] その結果、IGBTQ1がオフのままに、IGBTQ2がオンのままにされ、入力電圧Vinはハイレベルを維持する。

[0089] このように、加熱シリンダ12への供給エネルギーWpvのフィードバック制御が行われ、供給エネルギー積算値Ipvが設定供給エネルギー積算値Isvより大きい場合には、バッファAN5はスキップ動作をし、駆動信号g1、g2の立上り又は立下りが間引きされる。すなわち、コイル16に供給される高周波電流の二つ以上の周期内で駆動信号g1、g2の立上り又は立下りが1回ずつ行われる。

[0090] したがって、この間IGBTQ1、Q2のスイッチングが行われず、入力電圧Vinの立上り又は立下りが同様に間引きされる。また、この間、コンデンサC3の端子間電圧が減衰するので、コイル16に供給される高周波電流が小さくなる。その結果、加熱シリンダ12への供給エネルギーWpvを少なくすることができる。

[0091] 本実施の形態においては、電圧変化率δVcが共振回路SR2の状態を表す電気的変量として使用され、駆動信号g1、g2が発生させられるようになっているので、IGBTQ1、Q2のスイッチングの間引きが十分に行われる。

[0092] したがって、IGBTQ1、Q2のスイッチングによる損失が小さくなるので、ヒータドライバ17が発熱したり、ヒータドライバ17の信頼性が低くなったりするのを防止することができる。また、誘導加熱装置14において消費される電力を小さくすることができる。

[0093] ところで、本実施の形態においては、電圧変化率δVcが電気的変量として使用されるようになっているが、コイル16を流れる電流をILとしたとき、該電流ILは、

$$IL = C \cdot dVc / dt$$

C:定数

で表すことができる。すなわち、電圧変化率δVcと電流ILとは比例する。

[0094] そこで、前記コイル16を流れる電流ILを検出し、該電流ILに基づいて駆動信号g1、g2を発生させるようにした本発明の第5の実施の形態について説明する。なお、第4の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略し、同じ構造を有することによる発明の効果については同実施の形態の効果を援用する。

[0095] 図13は本発明の第5の実施の形態における誘導加熱装置の概念図、図14は本発明の第5の実施の形態における反転器の動作を示す図、図15は本発明の第5の実施の形態における誘導加熱装置の入力電圧と電流との関係を表すタイムチャートである。なお、図14において、横軸に電流ILを、縦軸に出力を採ってある。

[0096] 図13において、36は電気的変量検出部としての電流センサであり、該電流センサ36によって、コイル16を流れる電気的変量としての電流ILが検出され、駆動信号発生処理手段(処理部)としてのバッファAN5に送られる。

[0097] そして、該バッファAN5は、駆動信号発生処理を行い、電流IL及び判定信号SG11が入力されて、図14に示されるような特性で作動させられる。

[0098] まず、出力がハイレベル(H)である場合において、電流ILが小さくなるときには、第1の閾値としての電流Idになるまで、出力はハイレベルを維持し、電流Idになると、前記判定信号SG11がハイレベルであるかどうかによってターン動作(Tu)又はスキップ動作(Sk)をする。すなわち、判定信号SG11がローレベルである場合、ターン動作をし、出力がハイレベルからローレベル(L)になり、その後、ローレベルを維持する。一方、判定信号SG11がハイレベルである場合、スキップ動作をし、出力はハイレベルを維持する。また、出力がハイレベルである場合において、電流ILが大きくなるときには、スキップ動作をし、前記電流Id、及び電流Idより小さく設定された第2の閾値としての電流Irに関係なく、出力はハイレベルを維持する。

[0099] 次に、出力がローレベルである場合において、電流ILが大きくなるときには、電流Irになるまで、出力はローレベルを維持し、電流Irになると、前記判定信号SG11がハイレベルであるかどうかによってターン動作又はスキップ動作をする。すなわち、判定信号SG11がローレベルである場合、ターン動作をし、出力がローレベルからハイレ

ベルになり、その後、ハイレベルを維持する。一方、判定信号SG11がハイレベルである場合、スキップ動作をし、出力はローレベルを維持する。また、出力がローレベルである場合において、電流ILが小さくなるときには、スキップ動作をし、前記電流Id、Irに関係なく、出力はローレベルを維持する。

[0100] したがって、判定信号SG11がローレベルである場合、バッファAN5はターン動作をするので、図15に示されるように、電流ILが徐々に大きくなり、タイミングt41、t44、t47で電流Irになると、バッファAN5の出力がハイレベルになり、第1のバッファLN1の出力である駆動信号g1がローレベルに、第2のバッファLN2の出力である駆動信号g2がハイレベルになる。

[0101] その結果、スイッチング素子としてのIGBTQ1がオフに、スイッチング素子としてのIGBTQ2がオンにされ、入力電圧Vinはローレベルからハイレベルになり、コンデンサC4が放電され、コンデンサC3が充電されるのに伴って、IGBTQ2を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧は、下のピーク値になった後、徐々に高くなり、電流ILは、上のピーク値になった後、徐々に小さくなる。

[0102] また、判定信号SG11がローレベルである場合、電流ILが、徐々に小さくなり、タイミングt43、t45、t48で電流Idになると、バッファAN5の出力がローレベルになり、前記駆動信号g1がハイレベルに、前記駆動信号g2がローレベルになる。

[0103] その結果、IGBTQ1がオンに、IGBTQ2がオフにされ、入力電圧Vinはハイレベルからローレベルになり、コンデンサC3が放電され、コンデンサC4が充電されるのに伴って、IGBTQ1を介してコイル16に電流が流れる。そして、コンデンサC3の端子間電圧は、上のピーク値になった後、徐々に低くなり、電流ILは、下のピーク値になった後、徐々に大きくなる。

[0104] これに対して、判定信号SG11がハイレベルである場合、バッファAN5はスキップ動作をするので、電流ILが徐々に大きくなり、タイミングt46で電流Irになっても、バッファAN5の出力はハイレベルにならず、ローレベルを維持する。そして、前記駆動信号g1がハイレベルを、前記駆動信号g2がローレベルを維持する。

[0105] その結果、IGBTQ1がオンのままに、IGBTQ2がオフのままにされ、入力電圧Vinはローレベルを維持する。

[0106] また、判定信号SG11がハイレベルである場合、電流ILが、徐々に小さくなり、タイミングt42で電流Idになっても、バッファAN5の出力はハイレベルを維持する。そして、前記駆動信号g1がローレベルを、前記駆動信号g2がハイレベルを維持する。

[0107] その結果、IGBTQ1がオフのままに、IGBTQ2がオンのままにされ、入力電圧Vinはハイレベルを維持する。

[0108] 本実施の形態においては、制御部23を、射出成形機の制御部と独立に配設するようになっているが、射出成形機の制御部内に組み込むことができる。

[0109] なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

産業上の利用可能性

[0110] 本発明を射出成形機の制御装置に適用することができる。

請求の範囲

[1] (a)シリンダ部材に配設されたコイル、直流電圧発生回路、スイッチング素子及びコンデンサを備え、前記スイッチング素子のスイッチングに従って高周波電流を発生させて前記コイルに供給する高周波電流発生回路と、

(b)前記コイル及びコンデンサから成る共振回路の状態を表す電気的変量を検出する電気的変量検出部と、

(c)前記電気的変量に基づいて前記スイッチング素子を駆動するための駆動信号を発生させる駆動信号発生処理手段と、

(d)前記直流電圧発生回路の電圧、コンデンサの静電容量及び電気的変量に基づいて、前記シリンダ部材への供給エネルギーを算出する供給エネルギー算出処理手段とを有することを特徴とする成形機供給エネルギー算出装置。

[2] 前記供給エネルギー算出処理手段は、電気的変量に基づいて設定された供給エネルギー算出用変量に基づいて供給エネルギーを算出する請求項1に記載の成形機供給エネルギー算出装置。

[3] 前記供給エネルギーをWpvとし、直流電圧発生回路の電圧をVsとし、コンデンサの静電容量をCとし、供給エネルギー算出用変量をVd、Vrとしたとき、前記供給エネルギーWpvは、

$$Wpv = \Sigma Vs \cdot C \cdot (Vd - Vr)$$

にされる請求項2に記載の成形機供給エネルギー算出装置。

[4] 単位時間当たりの供給エネルギーをPとし、スイッチングの基本の周波数をfとし、直流電圧発生回路の電圧をVsとし、コンデンサの静電容量をCとし、供給エネルギー算出用変量をVd、Vrとしたとき、前記供給エネルギーPは、

$$P = f \cdot Vs \cdot C \cdot (Vd - Vr)$$

にされる請求項2に記載の成形機供給エネルギー算出装置。

[5] 前記供給エネルギーをWpvとし、直流電圧発生回路の電圧をVsとし、コンデンサの静電容量をCとし、供給エネルギー算出用変量をVd、Vrとし、基準電圧をVbとしたとき、前記供給エネルギーWpvは、

$$Wpv = \Sigma Vs \cdot C \cdot (Vb - Vr) + \Sigma Vs \cdot C \cdot (Vd - Vb)$$

にされる請求項2に記載の成形機供給エネルギー算出装置。

[6] 前記電気的変量はコンデンサの端子間電圧である請求項1～5のいずれか1項に記載の成形機供給エネルギー算出装置。

[7] 前記電気的変量はコイルを流れる電流である請求項1～5のいずれか1項に記載の成形機供給エネルギー算出装置。

[8] (a)シリンダ部材と、

(b)該シリンダ部材に配設されたコイル、直流電圧発生回路、スイッチング素子及びコンデンサを備え、前記スイッチング素子のスイッチングに従って高周波電流を発生させて前記コイルに供給する高周波電流発生回路と、

(c)前記コイル及びコンデンサから成る共振回路の状態を表す電気的変量を検出する電気的変量検出部と、

(d)前記電気的変量に基づいて前記スイッチング素子を駆動するための駆動信号を発生させる駆動信号発生処理手段と、

(e)前記直流電圧発生回路の電圧、コンデンサの静電容量及び電気的変量に基づいて、

前記シリンダ部材への供給エネルギーを算出する供給エネルギー算出処理手段と、

(f)供給エネルギー積算値と設定供給エネルギー積算値とを比較する供給エネルギー積算値判定処理手段とを有するとともに、

(g)前記駆動信号発生処理手段は、前記供給エネルギー積算値判定処理手段による比較結果に基づいて前記駆動信号を発生させることを特徴とする成形機制御装置。

[9] (a)シリンダ部材と、

(b)該シリンダ部材に配設されたコイル、直流電圧発生回路、スイッチング素子及びコンデンサを備え、前記スイッチング素子のスイッチングに従って高周波電流を発生させて前記コイルに供給する高周波電流発生回路と、

(c)前記コイル及びコンデンサから成る共振回路の状態を表す電気的変量を検出する電気的変量検出部と、

(d)前記電気的変量に基づいて前記スイッチング素子を駆動するための駆動信号を

発生させる駆動信号発生処理手段と、

(e)前記直流電圧発生回路の電圧、コンデンサの静電容量及び電気的変量に基づいて前記シリンダ部材への供給エネルギーを算出する供給エネルギー算出処理手段と、

(f)前記シリンダ部材の温度を検出する温度検出部と、

(g)該温度検出部によって検出された前記温度に基づいて設定供給エネルギーを算出する設定供給エネルギー算出処理手段とを有することを特徴とする成形機制御装置。

[10] (a)シリンダ部材に配設されたコイル、直流電圧発生回路、スイッチング素子及びコンデンサを備えた高周波電流発生回路において、前記スイッチング素子のスイッチングに従って高周波電流を発生させ、

(b)前記コイル及びコンデンサから成る共振回路の状態を表す電気的変量を検出し、

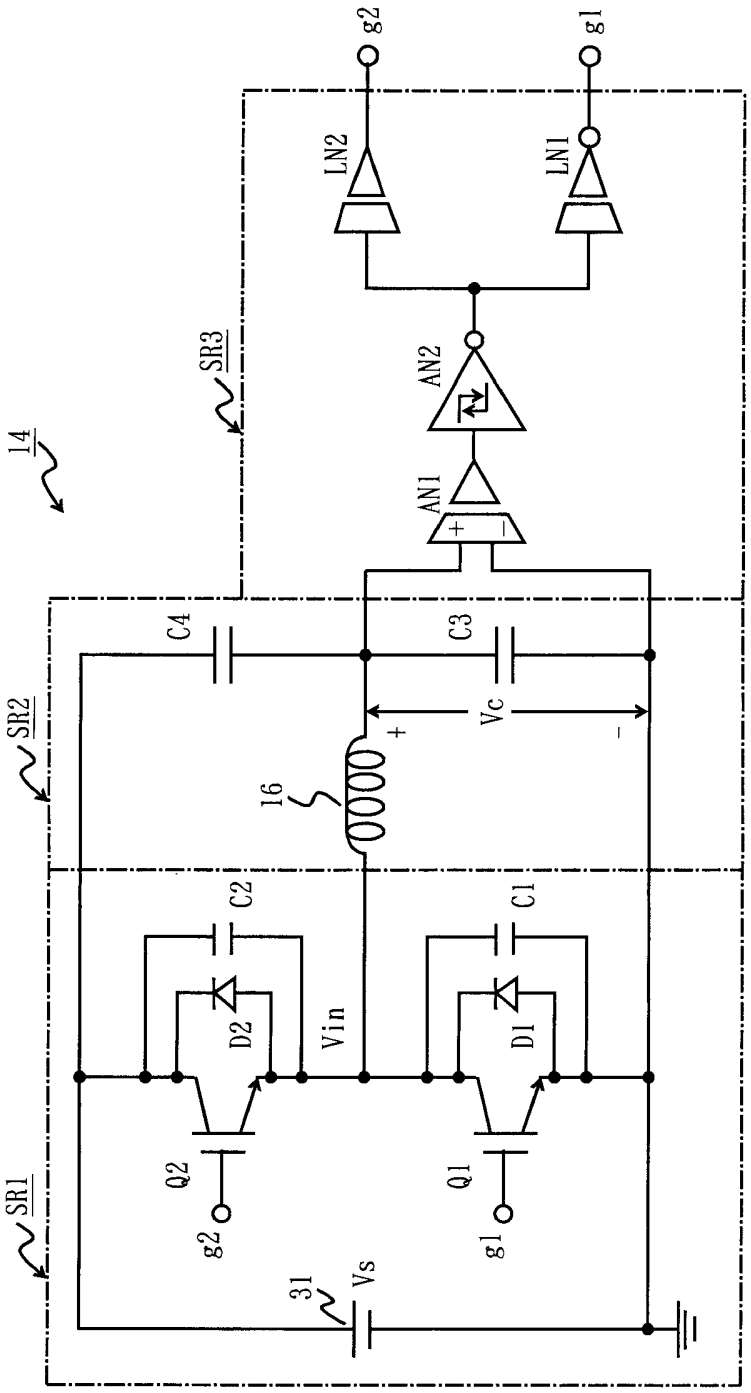
(c)該電気的変量に基づいて前記スイッチング素子を駆動するための駆動信号を発生させ、

(d)前記直流電圧発生回路の電圧、コンデンサの静電容量及び電気的変量に基づいて、前記シリンダ部材への供給エネルギーを算出し、

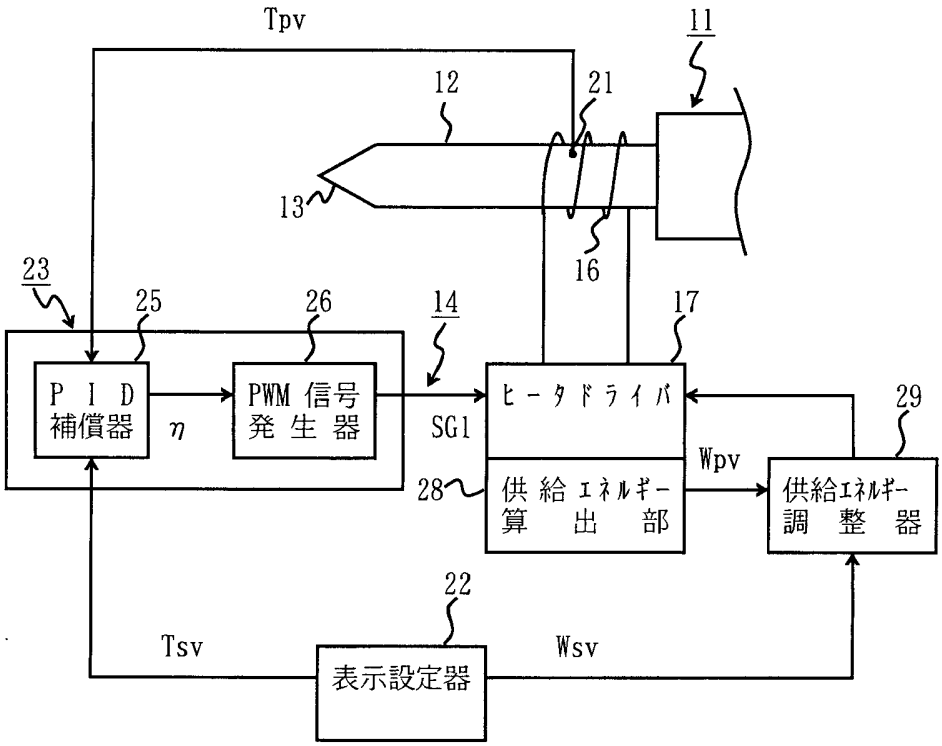
(e)供給エネルギー積算値と設定供給エネルギー積算値とを比較するとともに、

(f)前記駆動信号は、供給エネルギー積算値と設定供給エネルギー積算値との比較結果に基づいて発生させられることを特徴とする成形機制御方法。

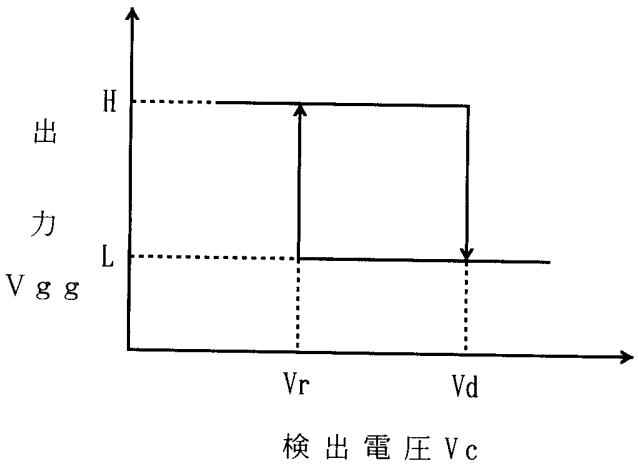
[図1]


g2
g1
LN2
LN1
AN2
AN1
SR3
14
C4
C3
Vc
SR2
16
C2
C1
D2
D1
Vin
Q2
Q1
g2
g1
SR1
31
Vs

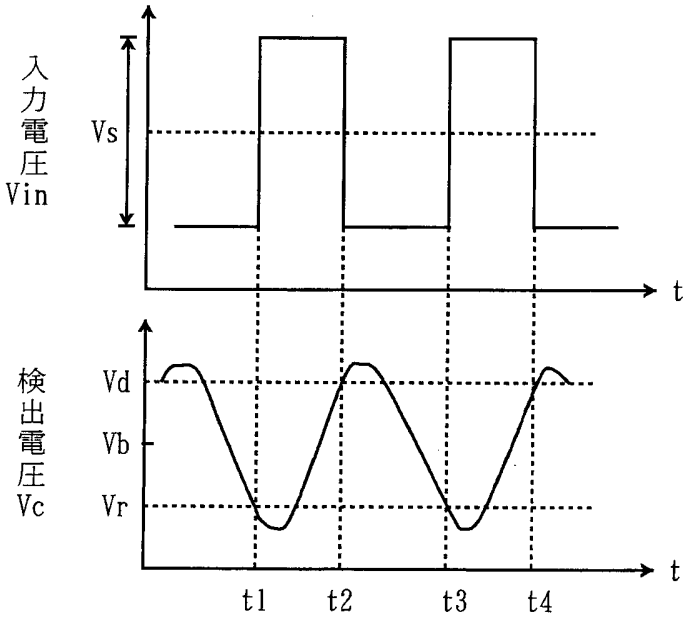
[図2]


Tpv
11
12
21
13
16
23
25
26
14
17
P I D
補償器
η
PWM 信号
発 生 器
SG1
ヒ ー タ ド ラ イ バ
29
Wpv
28
供 給 エ ネ ル ギ ー
算 出 部
供給ｴﾈﾙｷﾞｰ
調 整 器
22
Tsv
Wsv
表示設定器

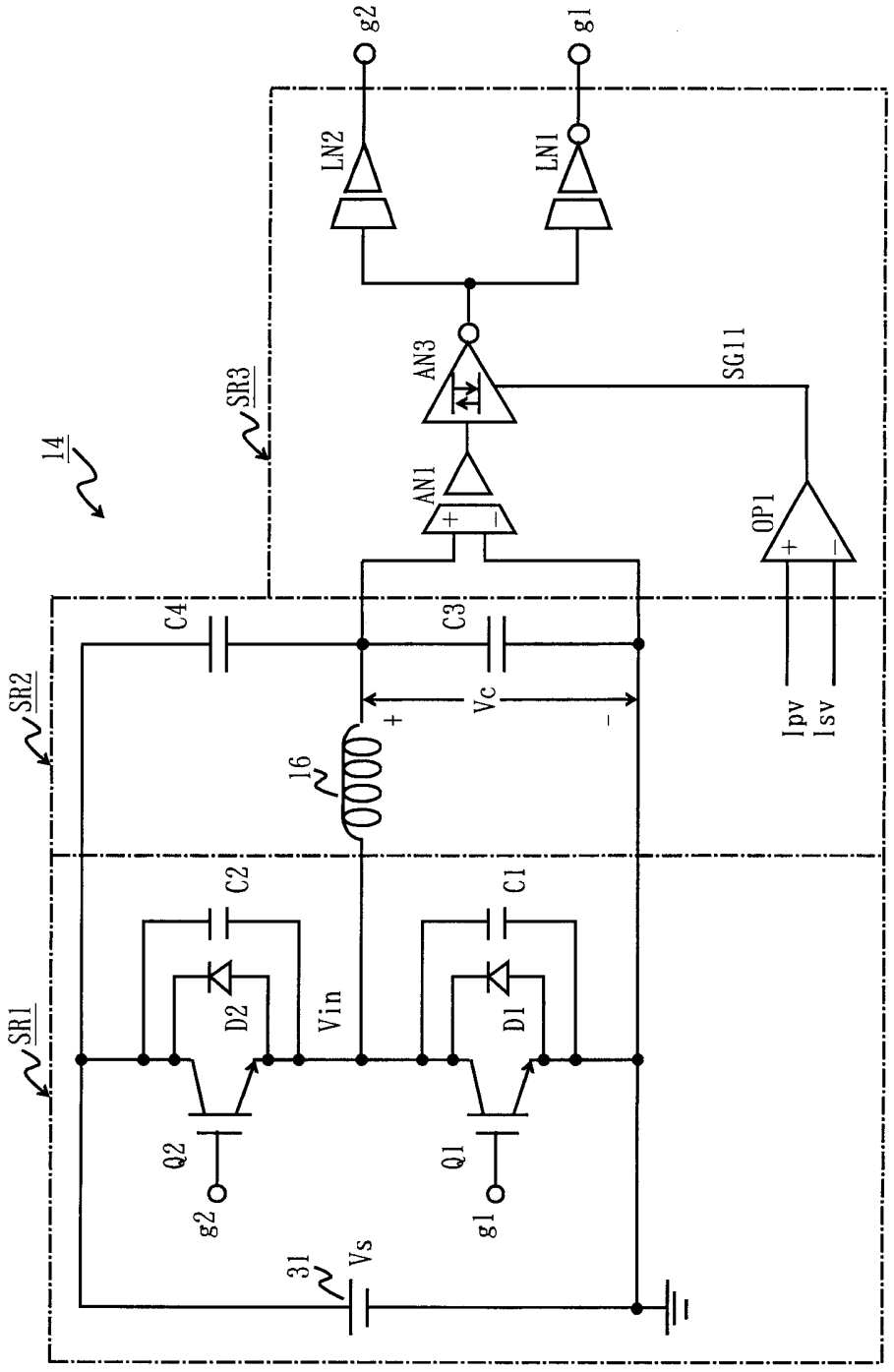
[図3]


H
出
力
L
V g g
Vr
Vd
検 出 電 圧 Vc

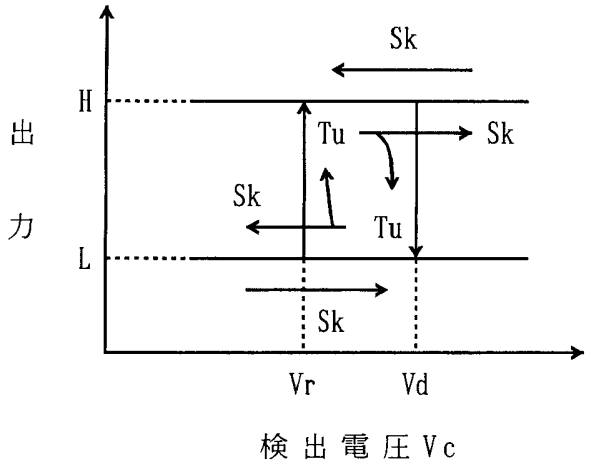
[図4]



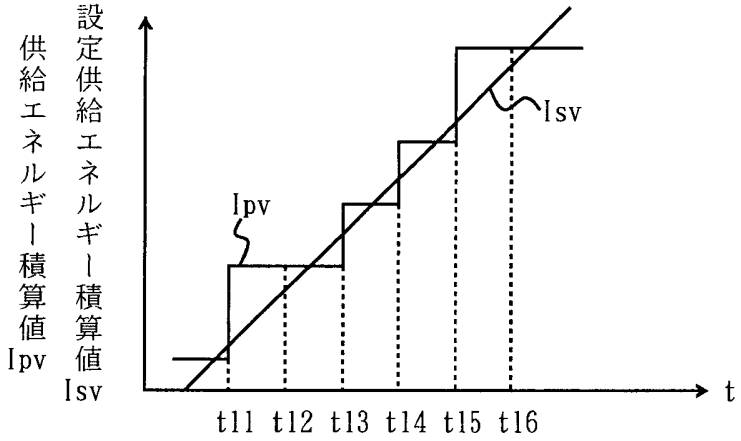
[図5]


g2
g1
LN2
LN1
AN3
SG11
SR3
14
AN1
OP1
C4
C3
SR2
Vc
Ipv
Isv
16
C2
C1
SR1
D2
Vin
D1
Q2
Q1
g2
g1
31
Vs

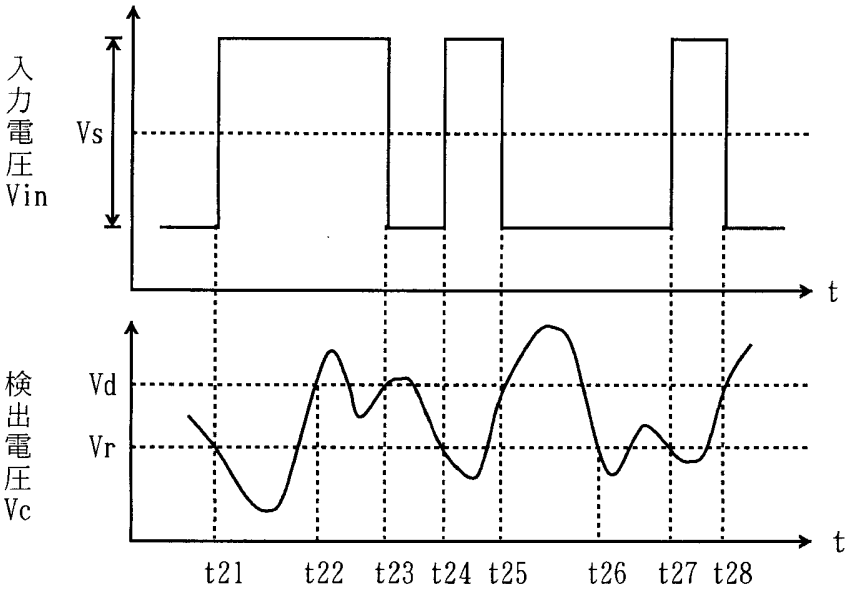
[図6]


Sk
H
出
力
L
Tu
Sk
Sk
Tu
Sk
Vr
Vd
検出電圧Vc

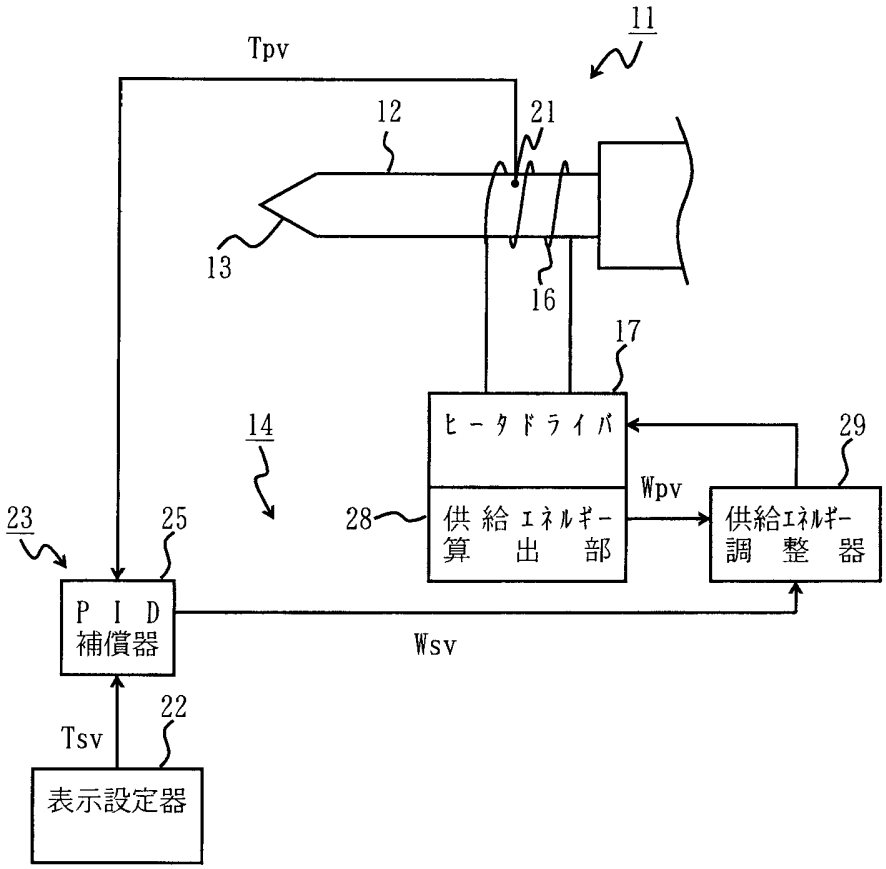
[図7]


供給エネルギー積算値 Ipv
設定供給エネルギー積算値 Isv
Isv
Ipv
t
t11 t12 t13 t14 t15 t16

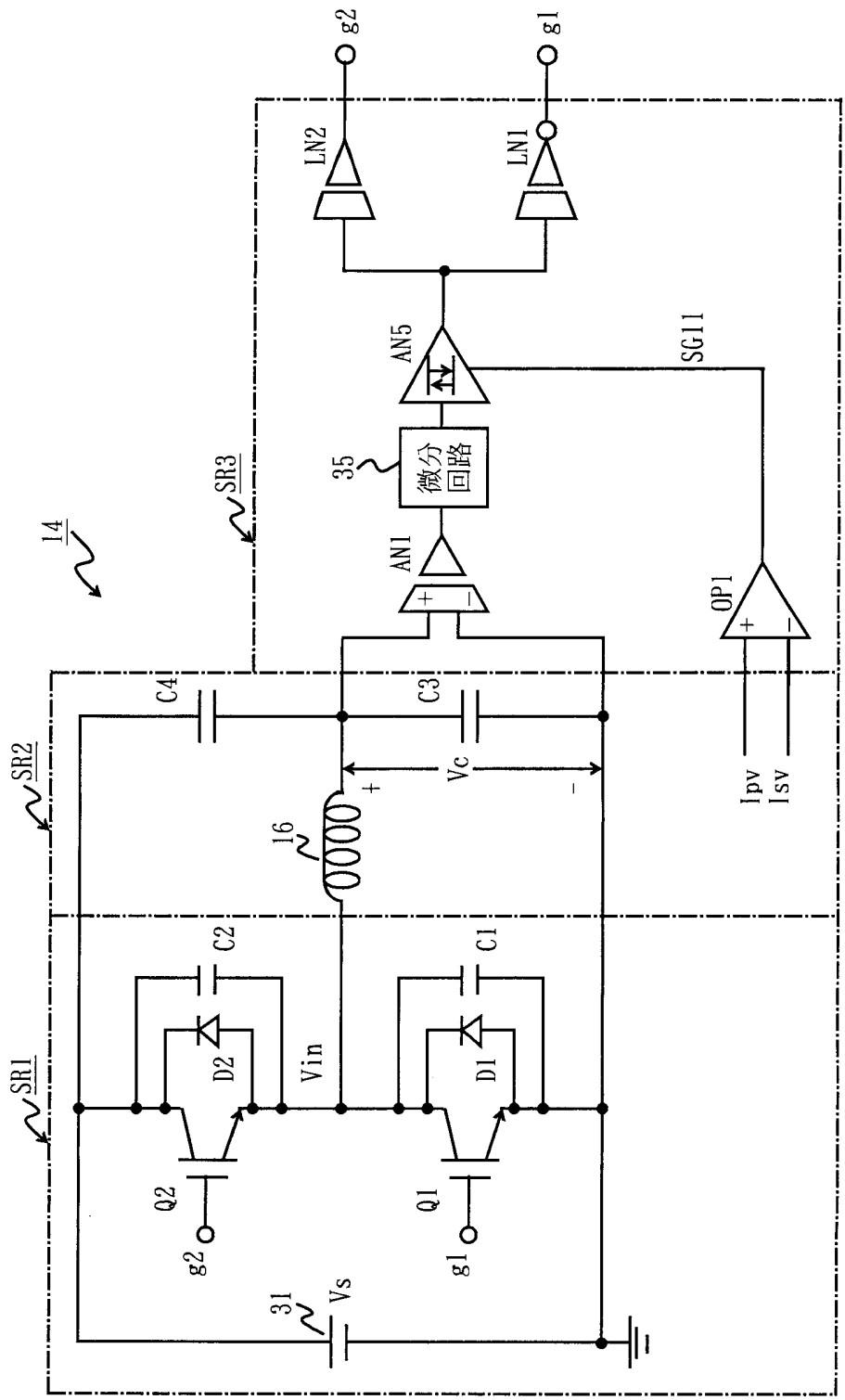
[図8]


入力電圧Vin
Vs
t
検出電圧Vc
Vd
Vr
t
t21
t22
t23
t24
t25
t26
t27
t28

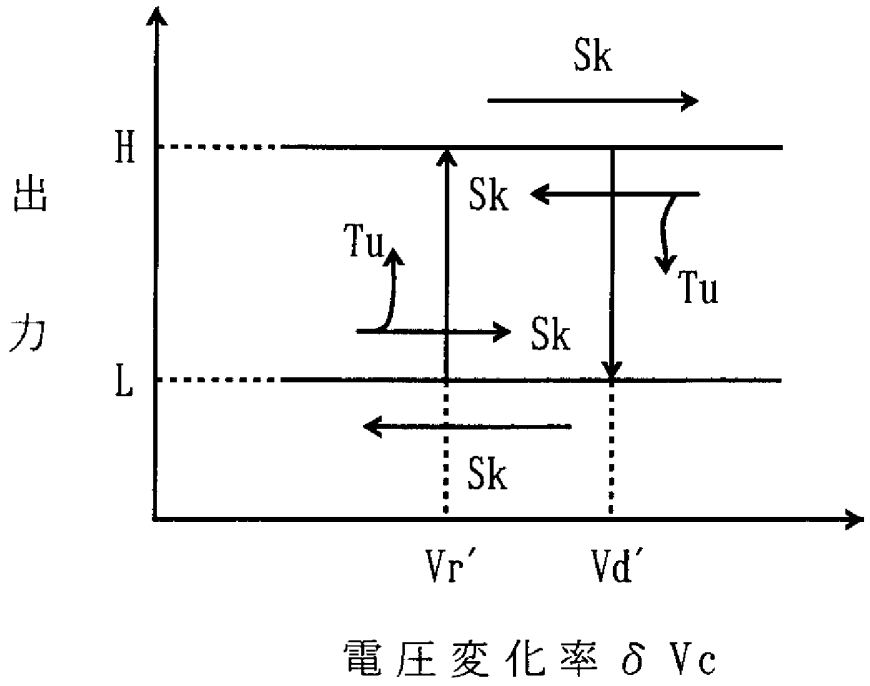
[図9]


11
Tpv
12
21
13
16
17
14
ヒータドライバ
29
Wpv
23
25
28
供給エネルギー算出部
供給エネルギー調整器
PID補償器
Wsv
22
Tsv
表示設定器

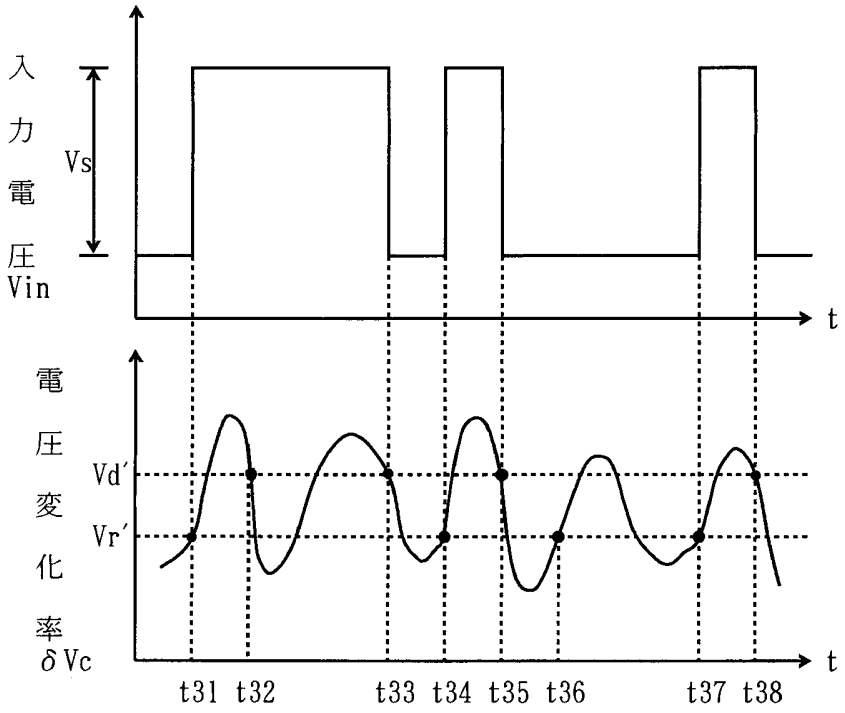
[図10]


g2
g1
LN2
LN1
AN5
SG11
35
微分回路
SR3
14
AN1
OP1
C4
C3
SR2
Vc
Ipv
Isv
16
C2
C1
SR1
D2
Vin
D1
Q2
Q1
g2
g1
31
Vs

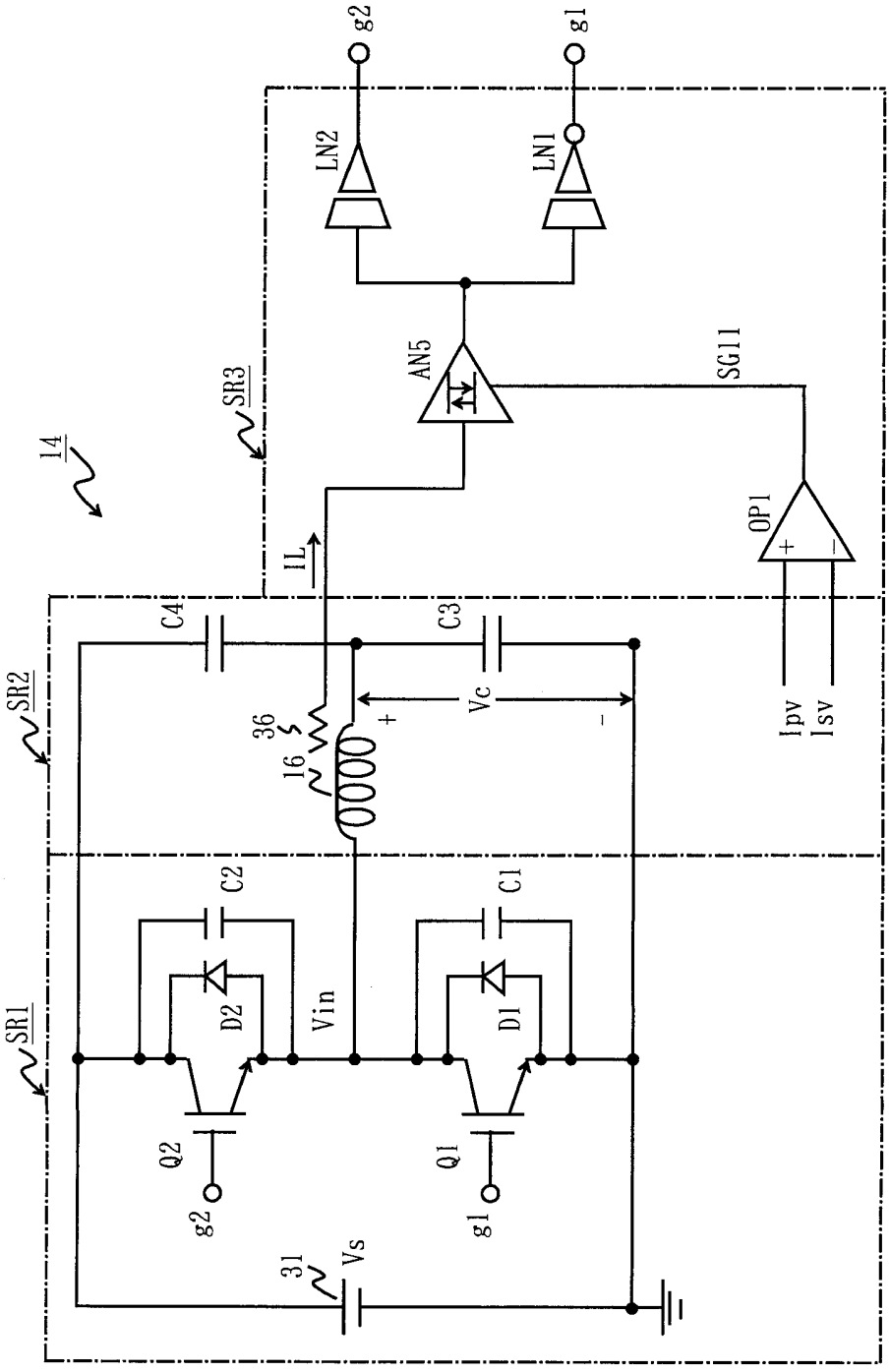
[図11]


Sk
H
出
力
Sk
Tu
Tu
Sk
L
Sk
Vr′
Vd′
電圧変化率 δ Vc

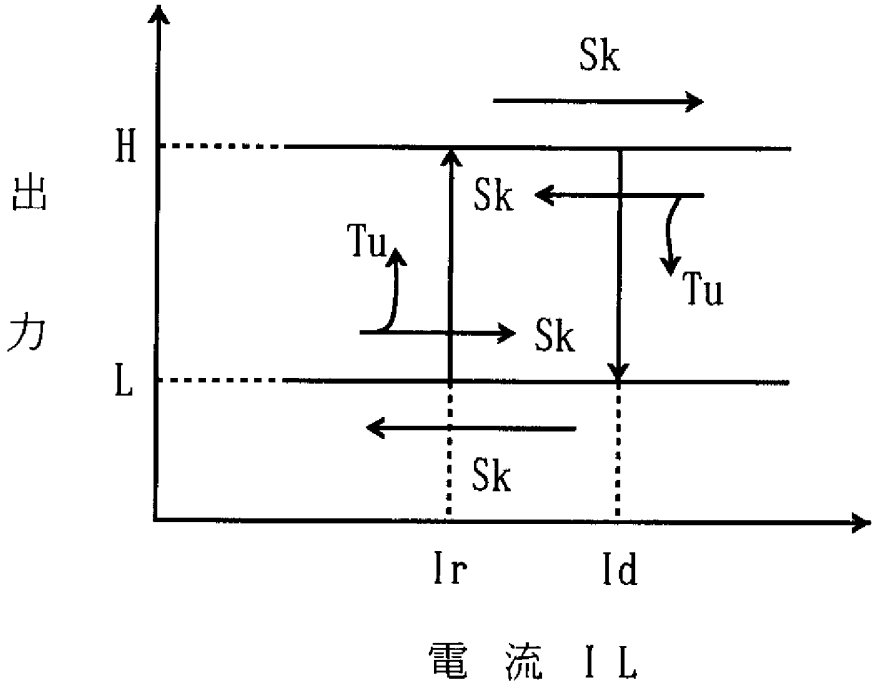
[図12]


入
力
電
圧
Vin
Vs
t
電
圧
変
化
率
δVc
Vd′
Vr′
t
t31 t32
t33 t34 t35 t36
t37 t38

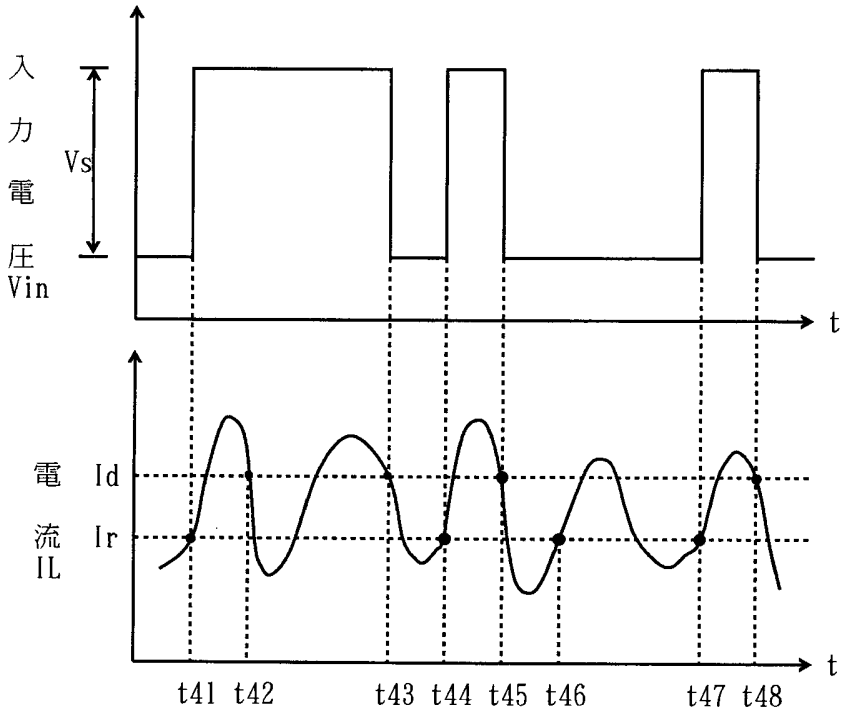
[図13]


g2
g1
LN2
LN1
AN5
SG11
SR3
14
OP1
IL
C4
C3
SR2
36
16
Vc
Ipv
Isv
C2
C1
SR1
D2
Vin
D1
Q2
Q1
g2
g1
31
Vs

[図14]


Sk
H
出
力
L
Sk
Tu
Tu
Sk
Sk
Ir
Id
電 流 I L

[図15]


入
力
電
圧
Vin
Vs
t
電 Id
流 Ir
IL
t
t41 t42 t43 t44 t45 t46 t47 t48

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/015413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B29C45/62(2006.01), ***B29C45/76***(2006.01)

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)
B29C45/62(2006.01), ***B29C45/76***(2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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.
P,A	JP 2004-276288 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 07 October, 2004 (07.10.04), Full text (Family: none)	1-10
P,A	JP 2004-284215 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 14 October, 2004 (14.10.04), Full text (Family: none)	1-10
A	JP 6-328510 A (Toyo Machinery & Metal Co., Ltd.), 29 November, 1994 (29.11.94), Full text (Family: none)	1-10

☐ 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
08 November, 2005 (08.11.05)	15 November, 2005 (15.11.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／０１５４１３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　***B29C45/62*** (2006.01), ***B29C45/76*** (2006.01)

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.　***B29C45/62*** (2006.01), ***B29C45/76*** (2006.01)

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	１９７１－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５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	関連する請求の範囲の番号
P, A	JP 2004-276288 A (住友重機械工業株式会社) 2004.10.07, 全文 (ファミリーなし)	1-10
P, A	JP 2004-284215 A (住友重機械工業株式会社) 2004.10.14, 全文 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 6-328510 A (東洋機械金属株式会社) 1994.11.29, 全文 (ファミリーなし)	1-10

☐　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 ０８．１１．２００５	国際調査報告の発送日 １５．１１．２００５
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）　４Ｆ　８８０７ 須藤　康洋 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３０