

(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
2014 年 10 月 30 日(30.10.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/174908 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 4/04 (2006.01) B05C 11/10 (2006.01)
B05C 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/055617
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 5 日(05.03.2014)
- (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 2013-094668 2013 年 4 月 26 日(26.04.2013) JP
- (71) 出願人: 横河電機株式会社(YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1808750 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 Tokyo (JP). 東レエンジニアリング株式会社(TORAY ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目 3 番 1 6 号 (日本橋室町ビル) Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 宮本 浩幸(MIYAMOTO Hiroyuki); 〒1808750 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号

横河電機株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 尚史(SASAKI Takashi); 〒1808750 東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社内 Tokyo (JP). 渡邊 敦(WATANABE Atsushi); 〒4100001 静岡県沼津市足高 4 0 5 番地 1 東レエンジニアリング株式会社内 Shizuoka (JP). 中島 一茂(NAKASHIMA Kazushige); 〒4100001 静岡県沼津市足高 4 0 5 番地 1 東レエンジニアリング株式会社内 Shizuoka (JP). 西松 洋平(NISHIMATSU Yohei); 〒5200842 滋賀県大津市園山 1 丁目 1 番 1 号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (JP). 北島 賢司(KITAJIMA Kenji); 〒5200842 滋賀県大津市園山 1 丁目 1 番 1 号 東レエンジニアリング株式会社内 Shiga (JP).

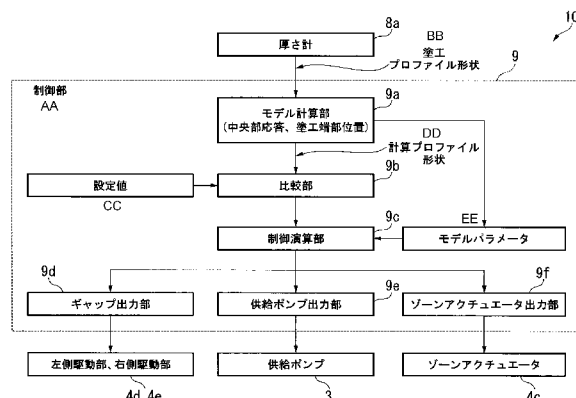
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,

[続葉有]

(54) Title: CONTROL SYSTEM AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 制御システム及び制御方法

[図8]



3... SUPPLY PUMP
4c... ZONE ACTUATOR
4d, 4e... LEFT SIDE DRIVE UNIT, RIGHT SIDE DRIVE UNIT
8a... THICKNESS GAUGE
9a... MODEL CALCULATION UNIT (MIDDLE PART RESPONSE, COATING END PART POSITION)
9b... COMPARISON UNIT
9c... CONTROL CALCULATION UNIT
9d... GAP OUTPUT UNIT
9e... SUPPLY PUMP OUTPUT UNIT
9f... ZONE ACTUATOR OUTPUT UNIT
AA... CONTROL UNIT
BB... COATING PROFILE SHAPE
CC... SETTING VALUE
DD... CALCULATED PROFILE SHAPE
EE... MODEL PARAMETERS

(57) Abstract: In the present invention, when coating a coating material such as an electrode active material on a base material, the surface profile of the coating material is optimized in the direction of base material width. A control system is provided with: a gap adjustment unit that adjusts a gap between a nozzle that sprays the coating material and the base material being coated by the coating material; a rotational speed adjustment unit that adjusts the rotational speed of a pump that sends the coating material under pressure to the nozzle; a model calculation unit that finds the surface profile for the coating material by calculations on the basis of an end part model that simulates the shape of rise regions in the surface profile of the coating material in the direction of width of the base material and a middle part model that simulates the shape of a middle region in the surface profile sandwiched by the rise regions; a comparison unit that compares the surface profile of the coating material calculated by the model calculation unit and a setting profile set in advance; and a control calculation unit that finds a control value for at least one of the gap adjustment unit and the rotational speed adjustment unit on the basis of the comparison results of the comparison unit.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/174908 A1



FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, 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, 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))

電極活物質等の塗工物を基材に対して塗工するにあたり、基材幅方向における塗工物の表面形状を最適化する。塗工物を吐出するノズルと塗工物が塗工される基材とのギャップを調整するギャップ調整部と、ノズルに塗工物を圧送するポンプの回転数を調整する回転数調整部と、塗工物の基材幅方向の表面形状における立上り領域の形状を模擬した端部モデル、及び、表面形状における立上り領域に挟まれた中央領域の形状を模擬した中央部モデルに基づいて、塗工物の表面形状を計算により求めるモデル計算部と、モデル計算部により計算された塗工物の表面形状と予め設定された設定形状とを比較する比較部と、比較部の比較結果に基づいてギャップ調整部及び回転数調整部の少なくともいずれか一方の制御量を求める制御演算部とを備える。

明 細 書

発明の名称： 制御システム及び制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、電極活物質等の塗工物を基材に対して塗工するための制御システム及び制御方法に関するものである。

本願は、２０１３年４月２６日に、日本に出願された特願２０１３－０９４６６８号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 帯状等の基材に対してこの基材を送りながらペースト状の塗布物を連続的に塗工するときに、基材に対して付着する塗布物の単位面積当たりの重量（すなわち塗工量）を精度高く調整できる必要がある場合がある。例えば、電池用シート電極製造装置において、基材である集電体シートに塗工される電極活物質の単位面積当たりの重量は、二次電池の性能を左右することから、精度高く調整できることが要求される。さらに、基材の表裏両面に塗工される電極活物質の塗工端部位置を一致させることが二次電池の品質上重要である。このため、塗工端部位置を精度高く調整することが要求される。生産性の観点からすると、塗工開始から可能な限り短時間で塗工端部位置を設定値に合わせることが要求される。

[0003] 例えば、特許文献１～３には、基材を支持するバックアップロールと、このバックアップロールに対向配置されると共に電極活物質を吐出するダイコータとを備える塗工装置において、ダイコータに電極活物質を圧送するポンプの回転数やダイコータと基材とのギャップを調整することによって電極活物質の吐出量を調整し、これによって電極活物質の単位面積当たりの重量（すなわち塗工量）を調整して設定値に合わせることが記載されている。

[0004] 特許文献１～３には、塗工重量について調整することは記載されているものの、例えば基材幅方向における電極活物質の端部の立上りの形状や、これらの端部に挟まれた中央部の形状を調整することについては記載されてい

い。つまり、これまでは、電極活物質等の塗工物の基材幅方向における表面形状に着目して、この表面形状を調整して最適化する技術については提案がなされていない。

[0005] 二次電池のさらなる性能向上を実現するためには、今まで以上に精度高く電極活物質の塗工量と端部位置とを含む塗工状態を調整する必要があると考えられる。このため、今後、上述の表面形状を含めて塗布物の塗工状態の調整を可能とする必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特公平7－85788号公報
特許文献2：日本国特許第3680985号公報
特許文献3：日本国特許第4989909号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の一態様は、電極活物質等の塗工物を基材に対して塗工するにあたり、基材幅方向における塗工物の表面形状を最適化する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様は、以下の構成を採用してよい。

[0009] 第1の発明は、制御システムであって、塗工物を吐出するノズルと上記塗工物が塗工される基材とのギャップを調整するギャップ調整部と、上記ノズルに上記塗工物を圧送するポンプの回転数を調整する回転数調整部と、上記塗工物の上記基材幅方向の表面形状における立上り領域の形状を模擬した端部モデル、及び、上記表面形状における上記立上り領域に挟まれた中央領域の形状を模擬した中央部モデルに基づいて、上記塗工物の上記表面形状を計算により求めるモデル計算部と、上記モデル計算部により計算された上記塗工物の上記表面形状と予め設定された設定形状とを比較する比較部と、上記比較部の比較結果に基づいて上記ギャップ調整部及び上記回転数調整部の制

御量を求める制御演算部とを備えるという構成を採用してよい。

[0010] このような構成を採用する本発明の一態様によれば、塗工物の基材幅方向の表面形状が端部モデルと中央部モデルとによって表現されており、これらの端部モデルと中央部モデルとを用いて計算を行うことによって表面形状が計算により求められる。この計算によって求められた表面形状は実際に塗工された塗工物の表面形状を示すことから、計算によって求められた表面形状を設定形状と比較することによって、実際に塗工された塗工物の表面形状と設定値との差分（すなわち比較結果）を得ることができる。さらに、本発明の一態様ではこの差分に基づいて、基材と塗工物を吐出するノズルとのギャップ及びノズルに塗工物を圧送するポンプの回転数が調整される。

[0011] 第2の発明は、上記第1の発明において、上記モデル計算部が、上記端部モデルに基づいて上記塗工物の端部位置を求め、上記比較部が、上記モデル計算部によって計算された上記端部位置と上記設定形状の端部位置とを比較するという構成を採用してよい。

[0012] 第3の発明は、上記第1または第2の発明において、上記ギャップ調整部が、上記基材幅方向の一方側と他方側とにおいて個別に上記ギャップを調整でき、上記モデル計算部が、上記端部モデル及び上記中央部モデルに基づいて、上記端部位置、上記中央領域の傾き及び上記中央領域の平均塗工量を、上記表面形状を示す値として求めるという構成を採用してよい。

[0013] 第4の発明は、上記第3の発明において、上記中央部モデルが一次関数により表現されているという構成を採用してよい。

[0014] 第5の発明は、上記第2の発明において、上記モデル計算部が、実測により得られた上記塗工物の端部位置に基づいて、上記計算により求められた上記塗工物の端部位置を補正するという構成を採用してよい。

[0015] 第6の発明は、上記第5の発明において、上記モデル計算部が、上記塗工物の端部位置を線形補正するという構成を採用してよい。

[0016] 第7の発明は、上記第1～第6いずれかの発明において、上記ノズルに対して上記基材幅方向に複数配列されて設けられると共に各々が上記ノズルか

らの上記塗工物の吐出量を調整するゾーンアクチュエータを制御するゾーンアクチュエータ調整部をさらに備え、上記制御演算部が、上記比較部の比較結果に基づいて上記ギャップ調整部、上記回転数調整部及びゾーンアクチュエータ調整部の制御量を求めるという構成を採用してよい。

[0017] 第8の発明は、上記第1～第7いずれかの発明において、上記制御演算部が、制御偏差の二乗和に関する最急降下法により上記制御量を求めるという構成を採用してよい。

[0018] 第9の発明は、上記第1～第8いずれかの発明において、上記端部モデルが、ゴンペルツ曲線を示す関数によって表現されているという構成を採用してよい。

[0019] 第10の発明は、上記第9の発明において、上記モデル計算部が、上記端部モデルにより求めた上記立上り領域の形状と実測による上記立上り領域の形状との二乗偏差に関する最急降下法を用いて上記ゴンペルツ曲線を示す関数が含むパラメータを求め、上記パラメータを用いた上記ゴンペルツ曲線を示す関数に基づいて上記立上り領域の形状を求めるという構成を採用してよい。

[0020] 第11の発明は、上記第9または第10の発明において、上記モデル計算部が、上記ゴンペルツ曲線の変曲点を上記端部位置として求め、上記比較部が、上記モデル計算部によって計算された上記端部位置と上記設定形状の端部位置とを比較するという構成を採用してよい。

[0021] 第12の発明は、上記第2の発明において、実際の上記塗工物の端部位置を測定する端部位置測定部を備え、上記端部位置測定部の測定結果を上記モデル計算部により求められる上記塗工物の端部位置と置き換えるという構成を採用してよい。

[0022] 第13の発明は、制御方法であって、塗工物を吐出するノズルと上記塗工物が塗工される基材とのギャップを調整することと、上記ノズルに上記塗工物を圧送するポンプの回転数を調整することと、上記塗工物の上記基材幅方向の表面形状における立上り領域の形状を模擬した端部モデル、及び、上記

表面形状における上記立上り領域に挟まれた中央領域の形状を模擬した中央部モデルに基づいて、上記塗工物の上記表面形状を計算により求めることと、計算された上記塗工物の上記表面形状と予め設定された設定形状とを比較することと、比較結果に基づいて上記ギャップ及び回転数を制御することと、を含むという構成を採用してよい。

発明の効果

[0023] 本発明の一態様によれば、端部モデルと中央部モデルとを用いて計算を行うことによって表面形状が計算により求められ、計算によって求められた表面形状を設定形状と比較することによって、設定形状との差分（すなわち比較結果）を取得し、この差分に基づいて、基材と塗工物の吐出するノズルとのギャップ及びノズルに塗工物を圧送するポンプの回転数が調整される。このため、電極活物質等の塗工物を基材に対して塗工するにあたり、基材幅方向における塗工物の表面形状を最適化することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の一実施形態における制御システムを採用する電池用シート電極製造装置の概略構成を示す模式図である。

[図2A]電池用シート電極製造装置が備えるダイコータを含む概略構成を拡大した模式図であり、1条塗工の様子を示す。

[図2B]電池用シート電極製造装置が備えるダイコータを含む概略構成を拡大した模式図であり、2条塗工の様子を示す。

[図3]電極活物質が厚さ計で測定された結果を示すグラフである。

[図4A]左ギャップのみを独立して操作したときの応答モデルを示す。

[図4B]右ギャップのみを独立して操作したときの応答モデルを示す。

[図4C]図4A及び図4Bに示された応答モデルを重ね合わせた応答モデルを示す。

[図5A]集電体に電極活物質を3条塗工し、左ギャップと右ギャップとを同時に操作したときの一番左端に位置する立上り領域における実際の塗工プロフィール形状と計算結果とを示す説明図である。

[図5B]図5 Aと同様の条件における一番右端に位置する立上り領域における実際の塗工プロファイル形状と計算結果とを示す説明図である。

[図6A]右ギャップのみを広げたときの表面形状の変化を示す模式図である。

[図6B]右ギャップのみを狭めたときの表面形状の変化を示す模式図である。

[図7]計算により得られた変曲点位置と実施の幅測定によって得られた結果との関係を示す関係図である。

[図8]本発明の一実施形態における制御システムの機能ブロック図である。

[図9]パターンⅠのときの制御フローである。

[図10]パターンⅠⅠのときの制御フローである。

[図11]パターンⅠⅠの変形例のときの制御フローである。

[図12A]左ギャップを独立して操作した場合の第1実施形態の制御システムの計算結果と実測における応答を示すグラフである。

[図12B]右ギャップを独立して操作した場合の第1実施形態の制御システムの計算結果と実測における応答を示すグラフである。

[図12C]左ギャップと右ギャップとを各々操作した場合と同時に操作した場合との実験結果について示すグラフである。

[図13]端部モデルのパラメータに対して適当な初期値を与え、その後、最急降下法によって500回計算させた結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、図面を参照して、本発明に係る制御システム及び制御方法の一実施形態について説明する。以下の図面において、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜変更している。

[0026] 図1は、本第1実施形態の制御システム及び制御方法を採用する電池用シート電極製造装置1の概略構成を示す模式図である。図1に示すように、電池用シート電極製造装置1は、原料タンク2、供給ポンプ3（ポンプ）と、ダイコータ4と、バックアップロール5と、乾燥炉6と、巻取り機7と、測定部8と、制御部9とを備えている。参照符号Gは、ダイコータ4に設けられた電極活物質Xを吐出するノズルと、バックアップロール5で支持される

集電体 Y（基材）との間のギャップを示す。参照符号 Z は、集電体 Y の搬送方向（流れ方向）を示す。

[0027] 原料タンク 2 は、電極活物質 X を貯蔵する容器である。供給ポンプ 3 は、原料タンク 2 と接続されており、原料タンク 2 に貯蔵された電極活物質 X をダイコータ 4 に向けて圧送する。この供給ポンプ 3 は、制御部 9 によって回転数が調整可能とされており、回転数に応じた量の電極活物質 X を圧送する。電極活物質 X には、活物質の他、バインダー等も含まれる。

[0028] 図 2 A は、ダイコータ 4 を含む概略構成を拡大した模式図である。図 2 A に示すように、台座 4 a と、ダイ 4 b と、ゾーンアクチュエータ 4 c と、左側駆動部 4 d と、右側駆動部 4 e とを備えている。台座 4 a は、ダイ 4 b を支持している。ダイ 4 b は、バックアップロール 5 に対向配置されており、バックアップロール 5 で支持される集電体 Y（基材）の幅方向に延在するスリット 4 b 1 を有している。このダイ 4 b は、スリット 4 b 1 を介して供給ポンプ 3 から圧送される電極活物質 X を集電体 Y に向けて吐出する。第 1 実施形態において、電極活物質 X が吐出されるスリット 4 b 1 を有するダイ 4 b は、塗工物を吐出するノズルとして機能する。このようなダイコータ 4 では、通常の状態だと、図 2 A に示すように、流れ方向に単一の塗工部を有する 1 条塗工であるが、スリット 4 b 1 の適当な位置にシム（スペーサ）を埋め込むことで、図 2 B に示すような 2 条以上の塗工部を有する複数条塗工も実施できる。本発明の一態様に係る制御システム及び制御方法は、上記 1 条塗工及び上記複数条塗工のどちらにも適用可能である。

[0029] ゾーンアクチュエータ 4 c は、図 2 A に示すように、ダイ 4 b のスリット 4 b 1 に沿って複数配列されている。ゾーンアクチュエータ 4 c は、隙間なく隣接して配置されており、制御部 9 の制御の下、各々が配置される領域（ゾーン）におけるスリット 4 b 1 からの電極活物質 X の吐出量を調整する。

[0030] 左側駆動部 4 d は、ダイ 4 b を支持する台座 4 a をバックアップロール 5 に支持される集電体 Y の表面の法線方向に移動させるものであり、図 2 A に示すように、ダイコータ 4 側からバックアップロール 5 を見たときに、ダイ

コータ 4 の左端部近傍に配置されている。この左側駆動部 4 d は、例えば、制御部 9 によって回転が制御されるモータと、モータの動力を台座 4 a に伝達するラックアンドピニオン等によって構成される。右側駆動部 4 e は、左側駆動部 4 d と同一の構成を有しており、図 2 A に示すように、ダイコータ 4 の右端部近傍に配置されている。

[0031] これらの左側駆動部 4 d 及び右側駆動部 4 e は、制御部 9 の制御により、台座 4 a を集電体 Y に対して近づけるあるいは遠ざけることにより、台座 4 a に支持されたダイ 4 b を集電体 Y に対して近づけるあるいは遠ざける。これらの左側駆動部 4 d 及び右側駆動部 4 e は、制御部 9 によって個別に駆動可能とされており、左側駆動部 4 d が図 2 A に示す左ギャップ G 1 を調整し、右側駆動部 4 e が図 2 A に示す右ギャップ G 2 を調整する。

[0032] バックアップロール 5 は、不図示の送出し機と巻取り機 7 との間で送られる帯状の集電体 Y を、途中の位置で支持するものであり、軸を水平状態としてダイコータ 4 のダイ 4 b に対向配置されている。乾燥炉 6 は、図 1 に示すように、バックアップロール 5 の後段側に設置されており、集電体 Y に塗工された電極活物質 X を乾燥することによって、電極活物質 X に含まれる水分を蒸発させ、電極活物質 X を集電体 Y に対して固着させる。巻取り機 7 は、乾燥炉 6 にて乾燥された集電体 Y を巻き取って回収する。

[0033] 測定部 8 は、厚さ計 8 a と、端部位置測定装置 8 b（端部位置測定部）とによって構成されている。厚さ計 8 a は、図 1 に示すように、バックアップロール 5 と乾燥炉 6 との間に配置されており、集電体 Y に塗工された電極活物質 X の単位面積当たりの重量を測定する。この厚さ計 8 a としては、例えば、常に集電体 Y の幅方向に往復移動しながら、電極活物質 X の幅方向における重量分布を測定する X 線式厚さ計や β 線式厚さ計を用いることができる。電極活物質 X の単位面積当たりの重量は、電極活物質 X の塗工量に相当する。したがって、厚さ計 8 a は、集電体 Y の幅方向における塗工量分布を測定しているとも言える。端部位置測定装置 8 b は、乾燥炉 6 と巻取り機 7 との間に配置されており、集電体 Y に塗工された電極活物質 X の端部位置を測

定する。この端部位置測定装置 8 b は、例えば、基材 Y 上の電極活物質 X を撮像し、この撮像結果を画像処理することによって電極活物質 X の端部位置を求める。これらの厚さ計 8 a 及び端部位置測定装置 8 b は、制御部 9 と接続されており、測定結果を制御部 9 に入力する。端部位置測定装置 8 b に関しては、補助的なものであり、設置しない構成を採用することもできる。

[0034] 制御部 9 は、供給ポンプ 3、ダイコータ 4 の左側駆動部 4 d 及び右側駆動部 4 e と接続されている。制御部 9 は、ダイコータ 4 の各ゾーンアクチュエータ 4 c に接続されている。この制御部 9 の詳細については、後に説明するが、測定部 8 の測定結果に基づいて、集電体 Y に塗工される電極活物質 X の表面形状が予め設定された設定値を満足するように、供給ポンプ 3 の回転数、及び、ダイ 4 b と集電体 Y とのギャップを調整する。

[0035] 第 1 実施形態の制御システム 10 は、測定部 8 と、制御部 9 とによって形成されており、電池用シート電極製造装置 1 の内部に組み込まれて電極活物質 X の集電体 Y に対する塗工状態を制御する。

[0036] このように構成された電池用シート電極製造装置 1 においては、供給ポンプ 3 によって原料タンク 1 に貯蔵された電極活物質 X がダイコータ 4 に供給され、この電極活物質 X が、各ゾーンアクチュエータ 4 c にて吐出量を調整されつつダイ 4 b に形成されたスリット 4 b 1 から集電体 Y の表面に向けて吐出される。集電体 Y は、不図示の送出し機と巻取り機 7 との間で搬送され、ダイ 4 b のスリット 4 b 1 と対向する箇所において、電極活物質 X が塗工される。電極活物質 X が塗工された集電体 Y は、乾燥炉 6 で乾燥された後、電池用シート電極として巻取り機 7 で巻き取られて回収される。

[0037] 続いて、第 1 実施形態の制御システム 10 について、図 3 ～ 図 13 を参照してより詳細に説明する。以下の説明において、塗工プロファイル形状とは、電極活物質 X の表面形状であって、実際に計測によって得られるものを意味し、計算プロファイル形状とは、電極活物質 X の表面形状であって、モデル（中央部モデル及び端部モデル）を使った計算によって求められるものを意味する。

[0038] 図3は、実際に集電体Yに対して電極活物質Xを塗布し、厚さ計8aで測定された結果を示すグラフであり、横軸が集電体Yの幅方向における測定点を示し、縦軸が重量（すなわち塗工量）を示している。厚さ計8aで測定された結果は、各測定点での塗工量であることから、図3に示すグラフは、電極活物質Xの集電体Yの幅方向における表面形状を示しているとも言える。

[0039] 第1実施形態の制御システム10の特徴は、電極活物質Xの表面形状をモデル化することにある。このモデル化を行うにあたり、表面形状を、図3に示すように、重量分布が平坦と見なせる中央領域R1と、重量が急激に増加する立上り領域R2と、中央領域R1と立上り領域R2と繋ぐ中間領域R3とに分離して考える。中間領域R3については、中央領域R1の端部位置と立上り領域R2の端部位置とを線形補間する関数によってモデル化するものとし、必ずしも必要な領域ではない。このように、第1実施形態の制御システム10においては、電極活物質Xの表面形状を、両端部の立上り領域R2と、これらの立上り領域R2に挟まれた中央領域R1とに分けて考える。

[0040] 図2に示す左ギャップG1のみを独立で操作したときの中央領域R1の応答を $y_l(i)$ 、図2に示す右ギャップG2のみを独立で操作したときの中央領域R1の応答を $y_r(i)$ 、左ギャップG1及び右ギャップG2を同時に操作したときの中央領域R1の応答を $y_o(i)$ とし、 $i=1, 2, \dots, N$ を総数Nのデータサンプル点とすると、 $y_l(i)$ 、 $y_r(i)$ 、及び $y_o(i)$ は、下式(1)～(3)でモデル化することができる。

[0041] [数1]

$$y_l(i) = \frac{-K_l}{(1-\alpha)N} \cdot \{i - ((1-\alpha)N + 1)\} \cdot dG_l \quad \dots (1)$$

[0042] [数2]

$$y_r(i) = \frac{K_r}{(1-\alpha)N} \cdot (i - \alpha N) \cdot dG_r \quad \dots (2)$$

[0043]

[数3]

$$y_c(i) = y_r(i) + y_l(i) \quad \dots (3)$$

[0044] 式(1)～(3)において、 dG_r が右ギャップ操作変更量 $[\mu m]$ 、 dG_l が左ギャップ操作変更量 $[\mu m]$ 、 K_r が右ギャップ操作変更に対する中央領域R1の応答のプロセスゲイン $[(mg/cm^2)/\mu m]$ 、 K_l が左ギャップ操作変更に対する中央領域R1の応答のプロセスゲイン $[(mg/cm^2)/\mu m]$ 、 N が中央領域応答幅 $[pt]$ 、 α が応答比を示している。

[0045] 式(1)～(3)で示すように、左ギャップG1と右ギャップG2とを同時に操作した時の応答は、左ギャップG1と右ギャップG2とを独立に操作した時の応答の重ね合わせで表現することができ、線形性が成り立つ。つまり、図4Aに示す左ギャップG1のみを独立して操作したときの応答モデルと、図4Bに示す右ギャップG2のみを独立して操作した時の応答モデルとを重ね合わせると、図4Cに示すような線形性を示すモデルが得られ、この図4Cで示される応答モデルが左ギャップG1と右ギャップG2とを同時に操作した時の応答モデルとなる。

[0046] 次に、実験によって、左ギャップG1と右ギャップG2とを同時に操作した場合におけるギャップ操作変更量と中央領域R1の塗工重量平均値との間には比例関係が成り立つことが分かった。このため、塗工重量平均値の変化割合は、ギャップ操作変更量の単位変化割合に実際のギャップ操作変更量を乗じた値となる。

[0047] 実験によって、ポンプ回転数操作変更量と中央領域R1の塗工重量平均値との間には比例関係が成り立つことが分かった。このため、塗工重量平均値の変化割合は、ポンプ回転数操作変更量の単位変化割合に実際のポンプ回転数操作変更量を乗じた値となる。

[0048] したがって、中央領域R1の塗工重量平均値の変化を dA とすると、 dA は下式(4)でモデル化することができる。

[0049]

[数4]

$$dA = K_g \cdot dG + K_p \cdot dP \quad \dots (4)$$

[0050] 式(4)において、 dG がギャップ同時操作変更量 $[\mu m]$ を示し、 dP がポンプ回転数操作変更量 $[\%]$ を示し、 K_g がギャップ同時操作変更量に対する中央領域R1の塗工重量平均値変化のプロセスゲイン $[\%/\mu m]$ 、 K_p がポンプ回転数操作変更量に対する中央領域R1の塗工重量平均値変化のプロセスゲイン $[\%/\%]$ を示している。

[0051] 式(1)～(3)と式(4)との関係について、 K_g を式(1)～(3)から求める。

$K_r = K_l = K$ 、 $dG_r = dG_l = dG$ とすると、下式(5)及び下式(6)が得られる。

[0052] [数5]

$$\begin{aligned} y_c(i) &= y_r(i) + y_l(i) \\ &= \frac{K}{(1-\alpha)N} \cdot (i - \alpha N) \cdot dG + \frac{-K}{(1-\alpha)N} \cdot \{i - ((1-\alpha)N + 1)\} \cdot dG \\ &= \frac{K}{(1-\alpha)N} \{(1-2\alpha)N + 1\} \cdot dG \end{aligned} \quad \dots (5)$$

[0053] [数6]

$$K_g = \frac{K}{(1-\alpha)N} \{(1-2\alpha)N + 1\} \quad \dots (6)$$

[0054] 次に、左ギャップG1及び右ギャップG2を独立あるいは同時に操作したり、供給ポンプ3を操作したりしたときの立上り領域R2の応答を $y_b(k)$ とし、 $k = -n, -n+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, n-1, n$ を総数 $2n+1$ のデータサンプル点とすると、 $y_b(k)$ は下式(7)のゴンペルツ曲線を示す関数でモデル化することができる。

[0055]

[数7]

$$y_b(k) = a \cdot b^{\exp(-c \cdot k)} \quad \dots (7)$$

[0056] $a > 0$, $0 < b < 1$, $c \neq 0$ は、塗工プロファイル形状を特徴づけるパラメータであり、 a が塗工プロファイル形状における上限を決定し、 b が塗工プロファイル形状における横軸に対する位置を決定し、 c が塗工プロファイル形状の傾斜を決定する。これらの a , b , c を調整することで、式 (7) が描く曲線を変化させることができる。このため、 a , b , c を適切に調整することにより、式 (7) が描く曲線を実際の電極活物質 X の立上り領域 R 2 の形状に近づけることができる。

[0057] 集電体 Y に電極活物質 X を 3 条塗工し、左ギャップ G 1 と右ギャップ G 2 とを同時に操作したときの一番左端に位置する立上り領域 R 2 における実際の塗工プロファイル形状と式 (7) による計算結果とを図 5 A に示し、同様の条件における一番右端に位置する立上り領域 R 2 における実際の塗工プロファイル形状と式 (7) による計算結果とを図 5 B に示す。図 5 A の場合は、 $c > 0$ であり、図 5 B の場合は、 $c < 0$ である。図 5 A 及び 5 B に示すように、実際の塗工プロファイル形状とゴンペルツ曲線を用いたモデルが示す結果とはほぼ一致することが分かる。

[0058] ゴンペルツ曲線においては、曲線中に 1 つの変曲点が存在する。この変曲点の位置の変化について、初期状態から左ギャップ G 1 と右ギャップ G 2 とを独立あるいは同時に操作することによって調べた。この結果、左ギャップ G 1 を独立して操作したときの変曲点の位置の変化と、右ギャップ G 2 を独立して操作したときの変曲点の位置の変化とを重ね合わせた結果が、左ギャップ G 1 と右ギャップ G 2 とを同時に操作したときの変曲点の位置の変化とほぼ一致することが分かった。

[0059] これらの結果から、例えば右ギャップ G 2 のみを広げたときの塗工プロファイル形状は、図 6 A に示すように、両側の立上り領域 R 2 が近づき、中央領域 R 1 が、右側が高くなり左側が低くなるように傾斜する。右ギャップ G

2のみを狭めたときの塗工プロファイル形状は、図6Bに示すように、両側の立上り領域R2が遠のき、中央領域R1が左側が高くなり右側が低くなるように傾斜する。左ギャップG1のみを操作したときには、中央領域R1の傾き方向が逆となるのみで塗工プロファイル形状は同様に変化する。

[0060] ゴンペルツ曲線の変曲点を電極活物質Xの端部位置（塗工端部位置）とする。左ギャップG1及び右ギャップG2を操作したときの右端の塗工端部位置の変化を dW_r 、左端の塗工端部位置の変化を dW_l とする。このとき、 dW_r と dW_l は、下式（8）及び下式（9）で示される。

[0061] [数8]

$$dW_r = KW_{rr} \cdot dG_r + KW_{rl} \cdot dG_l \quad \dots (8)$$

[0062] [数9]

$$dW_l = KW_{lr} \cdot dG_r + KW_{ll} \cdot dG_l \quad \dots (9)$$

[0063] 式（8）及び式（9）において、 dG_r が右ギャップ操作変更量 $[\mu m]$ 、 dG_l が左ギャップ操作変更量 $[\mu m]$ 、 KW_{rr} が右ギャップ操作変更に対する右端塗工端部位置変化のプロセスゲイン $[mm/\mu m]$ 、 KW_{rl} が左ギャップ操作変更に対する右端塗工端部位置変化のプロセスゲイン $[mm/\mu m]$ 、 KW_{lr} が右ギャップ操作変更に対する左端塗工端部位置変化のプロセスゲイン $[mm/\mu m]$ 、 KW_{ll} が左ギャップ操作変更に対する左端塗工端部位置変化のプロセスゲイン $[mm/\mu m]$ を示す。

[0064] 式（8）及び式（9）は、左ギャップG1及び右ギャップG2を同時に操作したときの左右の塗工端部位置の変化は、左ギャップG1及び右ギャップG2をそれぞれ独立して操作した時の左右それぞれの塗工端部位置の変化の重ね合わせで表現することができ、線形性が成り立つことを示している。

[0065] 次に、実験によって、ポンプ回転数と塗工端部位置の変化量との間には比例関係が成り立つことが分かった。このため、左端塗工端部位置の変化量は、ポンプ回転数の単位変化量あたりの左端塗工端部位置の変化量に実際のポンプ回転数操作変更量を乗じた値となる。右端塗工端部位置の変化量は、ポ

ンプ回転数の単位変化量あたりの右端塗工端部位置の変化量に実際のポンプ回転数操作変更量を乗じた値となる。

[0066] したがって、ポンプ回転数を操作したときの右端の塗工端部位置の変化を dW_r 、左端の塗工端部位置の変化を dW_l とすると、 dW_r は下式 (10) でモデル化することができ、 dW_l は下式 (11) でモデル化することができる。

[0067] [数10]

$$dW_r = KW_{rp} \cdot dP \quad \dots (10)$$

[0068] [数11]

$$dW_l = KW_{lp} \cdot dP \quad \dots (11)$$

[0069] 式 (10) 及び式 (11) において、 dP がポンプ回転数操作変更量 [%]、 KW_{rp} がポンプ回転数操作変更に対する右端塗工端部位置変化のプロセスゲイン [mm/%]、 KW_{lp} がポンプ回転数操作変更に対する左端塗工端部位置変化のプロセスゲイン [mm/%] を示す。

[0070] 上述の説明をまとめると、左ギャップ G1 及び右ギャップ G2 の同時操作と、中央領域 R1 の塗工重量平均値及び塗工幅との関係は表 1 に示される。つまり、左ギャップ G1 及び右ギャップ G2 を同時に広げる (+) と、塗工重量平均値は増加し、塗工幅は減少する。一方、左ギャップ G1 及び右ギャップ G2 を同時に狭める (-) と、塗工重量平均値は減少し、塗工幅は増加する。塗工幅とは、左右の塗工端部位置同士の間の距離を意味する。

[0071] [表1]

	重量	塗工幅
操作量+	+	-
操作量-	-	+

[0072] ポンプ回転数と、中央領域 R1 の塗工重量平均値及び塗工幅との関係は表

2に示される。つまり、ポンプ回転数を増大させる（＋）と、塗工重量平均値と塗工幅との両方が増加し、ポンプ回転数を減少させる（－）と、塗工重量平均値と塗工幅の両方が減少する。

[0073] [表2]

	重量	塗工幅
操作量＋	＋	＋
操作量－	－	－

[0074] ゴンペルツ曲線の変曲点の位置は、電極活物質 X の厳密な端部位置とは一般的には異なる。そこで、予め電極活物質 X の厳密な端部位置を端部位置測定装置 8 b によって測定し、変曲点の位置と実際の端部位置との差分を求めこの差分を用いることによって、端部位置を補正しても良い。

[0075] 例えば、式（7）を用いて計算した変曲点位置の結果と実際に測定した塗工端部位置との関係が図 7 に示すように分布したとき、線形補間等により線形グラフを導き、この線形グラフを示す一次関数（下式（12））を予め求めておく。この一次関数を用いて、式（7）で求めた値を補正することで、計算によって、より実際に近い値が得られる。

[0076] [数12]

$$(\text{塗工端部位置測定結果}) = A \times (\text{変曲点計算結果}) + B[\text{mm}] \quad \cdots (12)$$

[0077] 第 1 実施形態の制御システム 10 は、上述のような考え方の下、電極活物質 X の表面形状を、中央領域 R 1 と立上り領域 R 2 とに分離し、中央領域 R 1 を直線状の一次関数によって表される中央部モデルで模擬し、立上り領域 R 2 をゴンペルツ曲線を描く関数によって表される端部モデルで模擬している。第 1 実施形態の制御システム 10 は、これらの中央部モデル及び端部モデルを用いて計算プロファイル形状を求めて設定値（設定形状）と比較すると共に、その比較結果に基づいて、実際の塗工プロファイル形状が設定値となるように、左ギャップ G 1、右ギャップ G 2 及びポンプ回転数を調整する

。

[0078] 図8は、第1実施形態の制御システム10のブロック図である。上述のように、端部位置測定装置8bについては、補正値を取得するため等の補助的な使用に用いられることから、図8においては図示していない。第1実施形態の制御システム10の制御部9は、メモリやCPUを有するコンピュータによって形成されており、電極活物質Xの塗工状態を制御するための制御プログラム等を記憶している。この制御プログラムの一部として、中央部モデル及び端部モデルが制御部9に記憶されている。制御部9は、中央部モデルとして、上述の式(1)～(6)を記憶しており、端部モデルとして、上述の式(7)～(10)を記憶している。このような制御部9は、図8に示すように、モデル計算部9a(モデル計算部)、比較部9b(比較部)、制御演算部9c(制御演算部)、ギャップ出力部9d(ギャップ調整部)、供給ポンプ出力部9e(回転数調整部)及びゾーンアクチュエータ出力部9f(ゾーンアクチュエータ調整部)として機能する。

[0079] 厚さ計8aにて測定された電極活物質Xの塗工プロファイル形状が入力されると、制御部9は、まずモデル計算部9aで、端部モデル及び中央部モデルに基づいて、電極活物質Xの計算プロファイル形状を求める。ここでは、中央領域R1の傾きと平均値、右側及び左側の立上り領域R2の端部位置(ゴンペルツ曲線の変曲点位置)、ゾーンアクチュエータ4cに対応したゾーンごとの塗工プロファイル形状が、計算プロファイル形状を示す値として求められる。制御部9に、式(12)に示すような補正のための演算式が記憶されている場合には、モデル計算部9aで立上り領域R2の端部位置を補正する。

[0080] 続いて、制御部9は、比較部9bにて、モデル計算部9aで計算によって得られた計算プロファイル形状を示す値と予め設定された設定値とを比較し、その差分を求める。さらに制御部9は、制御演算部9cにて、比較部9bでの比較結果である差分に基づいて左ギャップG1、右ギャップG2及びポンプ回転数の操作量(制御量)を演算する。各操作量は、ギャップ出力部9

d、供給ポンプ出力部 9 e 及びゾーンアクチュエータ出力部 9 f で電気信号に変換される。ギャップ出力部 9 d は、電気信号に変換した操作量をダイコータ 4 の左側駆動部 4 d 及び右側駆動部 4 e に入力し、左側駆動部 4 d 及び右側駆動部 4 e を駆動することによって、左ギャップ G 1 及び右ギャップ G 2 を調整する。供給ポンプ出力部 9 e は、電気信号に変換した操作量を供給ポンプ 3 に入力し、供給ポンプ 3 の回転数を調整する。ゾーンアクチュエータ出力部 9 f は、電気信号に変換した操作量を各ゾーンアクチュエータ 4 c に入力し、各ゾーンアクチュエータ 4 c を介しての電極活物質 X の吐出量を調整する。

[0081] 制御システム 10 は、このような動作（制御方法）を繰り返し行うことにより、中央領域 R 1 の傾きと平均値、右側及び左側の立上り領域 R 2 の端部位置（ゴンペルツ曲線の変曲点位置）、ゾーンアクチュエータ 4 c に対応したゾーンごとの塗工プロファイル形状が、設定値と一致するように、供給ポンプ 3 と、各ゾーンアクチュエータ 4 c と、左側駆動部 4 d 及び右側駆動部 4 e とをフィードバック制御する。

[0082] 上述のような構成の電池用シート電極製造装置 1 において、制御システム 10 による具体的な制御方式として、表 3 に示すような 3 つのパターンがある。

[0083] [表3]

パターン	測定	制御対象	操作端
I	厚さ計	塗工量平均値 塗工幅	ギャップ（同時） ポンプ回転数
II	〃	計算プロファイル形状の中央領域の傾き、切片 塗工端部位置	ギャップ（独立） ポンプ回転数
III	〃	計算プロファイル形状の中央領域の傾き、切片 塗工端部位置 塗工プロファイル形状	ギャップ（独立） ポンプ回転数 ゾーンアクチュエータ

[0084] （パターン I）

図 9 にパターン 1 の制御フローを示す。制御部 9 は、まず厚さ計 8 a から塗工プロファイル形状（塗工量分布）を取得し（ステップ S 1 1）、続いて、端部モデルが含むパラメータ（式（7）に含まれるパラメータ a , b , c ）を推定する（ステップ S 1 2）。

[0085] 立上り領域 R_2 における塗工プロファイル形状（塗工量分布）を $p(k)$ とし、端部モデル $y_b(k)$ （ゴンペルツ曲線）との偏差 $e(k)$ 及び二乗偏差関数 J を下式（13）及び下式（14）のように定義する。ここで、 $k = -n, -n+1, \dots, -1, 0, 1, \dots, n-1$, n は総数 $2n+1$ のデータサンプル点を表す。

[0086] [数13]

$$e(k) := p(k) - y_b(k) \quad \dots (13)$$

[0087] [数14]

$$J = \sum_{k=1}^N e(k)^2 \quad \dots (14)$$

[0088] この J を最小化する（すなわち塗工プロファイル形状（塗工量分布）と端部モデルの偏差を最小化する）ように、 $y_b(k)$ に含まれる a , b , c を、最急降下法を用いて推定する。パラメータをベクトル表現し、下式（15）とする。

[0089] [数15]

$$\mathbf{x} = [a, b, c]^T \quad \dots (15)$$

[0090] この場合、 J の勾配ベクトルが下式（16）のように求まる。

[0091]

[数16]

$$\nabla J = \frac{\partial J}{\partial \mathbf{x}} = \begin{bmatrix} -2a^{-1} \sum_{k=1}^N y(k)e(k) \\ -2b^{-1} \sum_{k=1}^N \exp(-c \cdot k) y(k)e(k) \\ -\ln b \sum_{k=1}^N (-2 \cdot k) \exp(-c \cdot k) y(k)e(k) \end{bmatrix} \quad \dots (16)$$

[0092] 式(16)を用いると、最急降下法によってJを最小化する式(15)の更新則が下式(17)及び下式(18)のように求まる。 $\mathbf{x}_s$ はs回目の繰り返し計算で得られたパラメータの推定値を表す。

[0093] [数17]

$$\mathbf{x}_{s+1} = \mathbf{x}_s - \frac{1}{2} \gamma \cdot \nabla J \quad \dots (17)$$

[0094] [数18]

$$\gamma = \text{diag}(\gamma_a, \gamma_b, \gamma_c) \quad \dots (18)$$

[0095] γ_a , γ_b , γ_c は、ステップ幅で、1回の繰り返しでどの程度パラメータを更新するのかを決める小さな正の定数である。最急降下法を用いるうえでのチューニングパラメータとなる。

[0096] 続いて、制御部9は、図9に示すように、変曲点を算出する(ステップS13)。端部モデル $y_b(k)$ から変曲点を算出するには、 $y_b(k)$ をkについて2階微分することで下式(19)を得る。

[0097] [数19]

$$\frac{d^2 y_b(k)}{dk^2} = a \cdot (-c)^2 \cdot \ln b \cdot \left\{ b^{\exp(-c \cdot k)} \cdot \exp(-c \cdot k) \cdot (\ln b \cdot \exp(-c \cdot k) + 1) \right\} \quad \dots (19)$$

[0098] 式(19)の右辺が0となるkが変曲点のx座標になる。指数関数の特性から、 $b \exp(-c \cdot k) > 0$, $\exp(-c \cdot k) > 0$ となるため、下式(20)を満たすkが変曲点のx座標になる。

[0099] [数20]

$$\ln b \cdot \exp(-c \cdot k) + 1 = 0 \quad \dots (20)$$

[0100] 式(20)から、最終的に変曲点(k_v , y_{b_v})が下式(21)のように算出できる。

[0101] [数21]

$$(k_v, y_{b_v}) = \left(\frac{1}{c} \ln(-\ln b), \frac{a}{\exp(1)} \right) \quad \dots (21)$$

[0102] 続いて、制御部9は、図9に示すように、塗工端部位置を求めてフィードバックし(ステップS14)、定常ゲイン行列の関係に基づく制御を行う(ステップS15)。

[0103] パターンIにおいて、操作量は、ギャップ同時操作量dGとポンプ回転数操作量dPとなり、制御量は塗工重量平均値の変化dAと塗工幅の変化dWとなる。塗工幅は、左右の塗工端部位置の距離であり、 $dW = dW_l - dW_r$ と計算される。これら操作量と制御量との間には、下式(22)の関係がある。 $l_{1,1} \sim l_{2,2}$ は各操作量から制御量への定常ゲイン(プロセスゲイン)を表す。この $l_{1,1} \sim l_{2,2}$ で構成される式(22)の行列を定常ゲイン行列と呼ぶ。

[0104] [数22]

$$\begin{bmatrix} dW \\ dA \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{1,1} & l_{1,2} \\ l_{2,1} & l_{2,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dG \\ dP \end{bmatrix} \quad \dots (22)$$

[0105] 上述の式(4)、式(8)、式(9)、式(10)及び式(11)において左右ギャップ同時操作の場合は $dG_r = dG_l = dG$ であることと $dW = dW_l - dW_r$ であることを考慮すると、定常ゲイン行列は下式(23)のよう

に表される。

[0106] [数23]

$$\begin{bmatrix} dW \\ dA \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (KW_{lr} + KW_{ll}) - (KW_{rr} + KW_{rl}) & KW_{lp} - KW_{rp} \\ K_g & K_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dG \\ dP \end{bmatrix}$$

・・・(23)

[0107] 制御アルゴリズムを決める指標となる条件数は、定常ゲイン行列の最大特異値と最小特異値の比で定義される。条件数が50を超える場合、最小二乗則のように逆行列を使う制御則は適さないとされる。このような場合は、制御偏差の二乗和に関する最急降下法を適用した制御アルゴリズムが有効となる。

[0108] ギャップGとポンプ回転数P、重量Aと塗工幅Wをそれぞれベクトル表現し、下式(24)とする。

[0109] [数24]

$$\mathbf{z} = [G \quad P]^T, C_{PV} = [W \quad A]^T \quad \dots (24)$$

[0110] このとき、式(22)を積分して下式(25)を得る。

[0111] [数25]

$$C_{PV} = L_1 \cdot \mathbf{z} + C_{ini} \quad \dots (25)$$

[0112] L_1 は式(22)の定常ゲイン行列を、式(26)は重量と塗工幅の初期値をそれぞれ表す。

[0113] [数26]

$$C_{ini} = [W_{ini} \quad A_{ini}]^T \quad \dots (26)$$

[0114] 重量と塗工幅の設定値を式(27)とし、 C_{PV} との偏差 C_{DV} を下式(28)のように定義する。

[0115]

[数27]

$$C_{SV} = [W_{SV} \quad A_{SV}]^T \quad \dots (27)$$

[0116] [数28]

$$C_{DV} := C_{PV} - C_{SV} = [W - W_{SV} \quad A - A_{SV}]^T \quad \dots (28)$$

[0117] 評価関数 J_c を二乗偏差関数とすると、 J_c は式 (25) の関係を用いて下式 (29) のように計算できる。

[0118] [数29]

$$\begin{aligned} J_c &= \sum_{i=1}^2 C_{DV}(i)^2 = C_{DV}^T \cdot C_{DV} \\ &= (L_1 \cdot z)^T \cdot (L_1 \cdot z) + 2 \cdot (L_1 \cdot z)^T \cdot (C_{ini} - C_{SV}) + (C_{ini} - C_{SV})^T \cdot (C_{ini} - C_{SV}) \end{aligned} \quad \dots (29)$$

[0119] よって、 J_c の勾配ベクトルは下式 (30) のように求まる。

[0120] [数30]

$$\begin{aligned} \nabla J_c &= \frac{\partial J_c}{\partial z} = 2 \cdot L_1^T \cdot (L_1 \cdot z) + 2 \cdot L_1^T \cdot (C_{ini} - C_{SV}) \\ &= 2 \cdot L_1^T \cdot (C_{PV} - C_{ini}) + 2 \cdot L_1^T \cdot (C_{ini} - C_{SV}) \quad \dots (30) \\ &= 2 \cdot L_1^T \cdot (C_{PV} - C_{SV}) = 2 \cdot L_1^T \cdot C_{DV} \end{aligned}$$

[0121] したがって、最急降下法によって J_c を最小化する z の更新則は、式 (30) を用いて下式 (31) 及び下式 (32) のように表される。

[0122] [数31]

$$z_{s+1} = z_s - \frac{1}{2} \varepsilon \cdot \nabla J_c \quad \dots (31)$$

[0123] [数32]

$$\varepsilon = \text{diag}(\varepsilon_G, \varepsilon_P) \quad \dots (32)$$

[0124] ε_G , ε_P はステップ幅を表す。最終的に求まった式 (31) 及び式 (32)

）が、最急降下法を適用した制御則となる。

[0125] (パターンⅠⅠ)

図10にパターンⅠⅠの制御フローを示す。制御部9は、まず厚さ計8aから塗工プロファイル(重量分布)を取得し(ステップS21)、続いて、中央部モデルの傾き、切片を最小二乗法により推定する(ステップS22)。続いて、パターンⅠと同様に、制御部9は、端部モデルが含むパラメータを推定し(ステップS23)、変曲点を算出し(ステップS24)、塗工端部位置を求めてフィードバック(ステップS25)する。

[0126] 続いて、制御部9は、定常ゲイン行列の関係に基づく制御を行う(ステップS26)。パターンⅠⅠにおいて、操作量は左右ギャップ操作量 dG_r 、 dG_l とポンプ回転数操作量 dP であり、制御量が中央領域R1の傾き dS 、中央領域R1の切片 dB 、 m 条塗工の各塗工部の左右塗工端部位置である下式(33)となる。

[0127] [数33]

$$dW_{jr}, dW_{jl} \quad (j=1, \dots, m) \quad \dots (33)$$

[0128] 上述の式(1)～(3)から下式(34)を得る。

[0129] [数34]

$$y_c(i) = y_r(i) + y_l(i) = \frac{i}{(1-\alpha)N} (K_r \cdot dG_r - K_l \cdot dG_l) + \frac{-\alpha N}{(1-\alpha)N} K_r \cdot dG_r + \frac{(1-\alpha)N+1}{(1-\alpha)N} K_l \cdot dG_l \quad \dots (34)$$

[0130] 式(34)と、式(4)及び式(8)～(11)の関係から定常ゲイン行列は下式(35)のように求まる。

[0131]

[数35]

$$\begin{bmatrix} dS \\ dB \\ dW_{1r} \\ dW_{1l} \\ \vdots \\ dW_{mr} \\ dW_{ml} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{K_r}{(1-\alpha)N} & \frac{-K_l}{(1-\alpha)N} & 0 \\ -\frac{\alpha N \cdot K_r}{(1-\alpha)N} & \frac{((1-\alpha)N+1) \cdot K_l}{(1-\alpha)N} & K_p \\ \hline KW_{1rr} & KW_{1rl} & KW_{1rp} \\ KW_{1lr} & KW_{1ll} & KW_{1lp} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ KW_{mrr} & KW_{mrl} & KW_{mrp} \\ KW_{mlr} & KW_{mll} & KW_{mlp} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dG_r \\ dG_l \\ dP \end{bmatrix}$$

・・・(35)

[0132] 条件数が大きくなるため、制御アルゴリズムとしては最急降下法の適用が有効である。

[0133] 端部位置測定装置 8 b を用いた場合には、図 11 の制御フローに示すように、ステップ S 21 で塗工端部位置も取得することにより、ステップ S 23 ～ステップ S 25 を省略することも可能である。

[0134] (パターン 111)

ゾーンアクチュエータ 4 c の制御も行うことでゾーンごとに電極活物質 X の吐出量を調節することにより電極活物質 X の表面形状のより細かな調整を行う場合には、パターン 11 に対して、ゾーンアクチュエータ操作量 $\Delta z_1 \sim \Delta z_v$ (v はゾーン数) が新たな操作量として、ゾーンごとの塗工プロファイル形状の変化 $\Delta ZP_1 \sim \Delta ZP_v$ が新たな制御量として加わる。よって、定常ゲイン行列は下式 (36) となる。

[0135] [数36]

$$\begin{bmatrix} dS \\ dB \\ dW_{1r} \\ \vdots \\ dW_{ml} \\ \vdots \\ dZ_1 \\ \vdots \\ dZ_v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{K_r}{(1-\alpha)N} & \frac{-K_l}{(1-\alpha)N} & 0 & l_{1,4} & \cdots & \cdots & \cdots & l_{1,v+3} \\ -\frac{\alpha N \cdot K_r}{(1-\alpha)N} & \frac{((1-\alpha)N+1) \cdot K_l}{(1-\alpha)N} & K_p & l_{2,4} & \cdots & \cdots & \cdots & l_{2,v+3} \\ KW_{1rr} & KW_{1rl} & KW_{1rp} & l_{3,4} & \cdots & \cdots & \cdots & l_{3,v+3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ KW_{mlr} & KW_{mll} & KW_{mlp} & l_{2m+2,4} & \cdots & \cdots & \cdots & l_{2m+2,v+3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ l_{2m+3,1} & l_{2m+3,2} & l_{2m+3,3} & l_{2m+3,4} & \cdots & \cdots & \cdots & l_{2m+3,v+3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \ddots & \vdots \\ l_{2m+2+v,1} & l_{2m+2+v,2} & l_{2m+2+v,3} & l_{2m+2+v,4} & \cdots & \cdots & \cdots & l_{2m+2+v,v+3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dG_r \\ dG_l \\ dP \\ \vdots \\ dz_1 \\ \vdots \\ dz_v \end{bmatrix}$$

・・・(36)

[0136] 式(36)において、 $l_{1,4} \sim l_{2m+2,v+3}$ は、ゾーンアクチュエータ4cの操作に対する中央領域R1の応答と塗工端部位置変化を解析して得る。 $l_{2m+3,1} \sim l_{2m+2+v,3}$ は、左ギャップG1及び右ギャップG2の独立操作、または、ポンプ回転数操作に対するゾーン毎の塗工プロファイル形状の変化を解析して得る。さらに、 $l_{2m+3,4} \sim l_{2m+2+v,v+3}$ は、ゾーンアクチュエータ操作に対するゾーン毎の塗工プロファイル形状の変化を解析して得る。

[0137] パターン111においても、条件数が大きくなるため、制御アルゴリズムとしては最急降下法の適用が有効である。

[0138] 続いて、第1実施形態の制御システム10において得られた計算プロファイル形状と、実際に測定した塗工プロファイル形状とを比較した結果について、図12A及び図12Bに示す。図12Aが左ギャップG1を独立して操作した場合の応答を示し、図12Bが右ギャップG2を独立して操作した場合の応答を示している。図12A及び12Bに示すように、計算によって得られた計算プロファイル形状と実測によって得られた塗工プロファイル形状

とはほぼ一致することが確認された。

[0139] 図 1 2 C に示すように、左ギャップ G 1 と右ギャップ G 2 とを各々操作した場合（右＋左）と同時に操作した場合（同時操作）とについて実験を行った結果、塗工プロファイル形状はほぼ一致する結果が得られた。

[0140] 図 1 3 に示すように、式（7）のパラメータ a 、 b 、 c に対して適当な初期値を与え、その後、最急降下法によって 500 回計算させた結果は、実際に測定した立上り領域 R 2 の塗工プロファイル形状とほぼ一致するものとなった。

[0141] 以上のような第 1 実施形態の制御システム 10（制御方法）によれば、端部モデルと中央部モデルとを用いて計算を行うことによって計算プロファイル形状が求められ、計算によって求められた計算プロファイル形状を設定形状（設定値）と比較することによって、設定値との差分（すなわち比較結果）を取得し、この差分に基づいて、ダイコータ 4 と集電体 Y とのギャップ及び供給ポンプ 3 の回転数が調整される。このため、電極活物質 X を集電体 Y に対して塗工するにあたり、集電体 Y の幅方向における電極活物質 X の表面形状を最適化する（設定形状に合わせる）ことが可能となる。

[0142] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、制御部 9 は、モデル計算部 9 a にて、端部モデルに基づいて電極活物質 X の端部位置を求め、比較部 9 b にて、モデル計算部 9 a によって計算された端部位置と設定形状の端部位置とを比較する。このため、電極活物質 X の端部位置について、確実に最適化を図ることができ、電極活物質 X の塗工端部位置を最適制御することが可能となる。さらに、このような場合には、端部位置測定装置 8 b を用いなくとも、電極活物質 X の塗工端部位置を最適制御することが可能となる。ただし、端部位置測定装置 8 b を用いた場合には、さらに精度の良い制御の実現が期待できる。

[0143] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、集電体 Y の幅方向の左側と右側とにおいて個別にギャップを調整できるという構成を採用している。このような構成を採用する第 1 実施形態の制御システム 10 によれば、上述の

ように、端部位置に加えて、中央領域 R 1 の傾斜を調整することが可能となり、塗工重量平均値（平均塗工量）の調整を行うことも可能となる。よって、モデル計算部 9 a にて、これらの端部位置、中央領域 R 1 の傾斜、及び塗工重量平均値を、計算プロファイル形状を示す値として求めることにより、これらの値を最適化することが可能となる。

[0144] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、中央部モデルは、一次関数により表現されている。このため、中央部モデルの計算を容易に短時間で行うことができる。

[0145] 上述のように、実測により得られた電極活物質 X の端部位置に基づいて、計算によって求められた端部位置を補正する場合には、計算結果として、実際に塗工された電極活物質 X の端部位置により近い値を得ることが可能となる。この補正は、線形補正であることから、容易な計算によって、実際に塗工された電極活物質 X の端部位置を得ることが可能となる。

[0146] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、複数配列されるゾーンアクチュエータ 4 c を制御することによって、集電体 Y の幅方向において電極活物質 X の吐出量を調整可能とされている。このため、上述のパターン 111 の制御を行うことにより、中央領域 R 1 の形状をより細かく調整することが可能となる。

[0147] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、幅方向に制御偏差の二乗和に関する最急降下法により制御量を求める。このため、条件数が大きい場合であっても制御量を適切に導き出すことが可能となる。

[0148] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、端部モデルがゴンペルツ曲線を示す関数によって表現されている。このため、計算によって得られた立上り領域 R 2 の形状と、実際の立上り領域 R 2 の形状とをほぼ一致させることができ、電極活物質 X の表面形状をより正確に制御することが可能となる。

[0149] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、端部モデルにより求めた立上り領域 R 2 の形状と実測による立上り領域 R 2 の形状との二乗偏差に関する

る最急降下法を用いて、ゴンペルツ曲線を示す関数が含むパラメータ a , b , c を求め、これらのパラメータ a , b , c を用いたゴンペルツ曲線を示す関数に基づいて立上り領域 R_2 の形状を求めている。このため、例えば、図 13 に示すように、計算によって求める立上り領域 R_2 の形状を、より実測に近い立上り領域 R_2 の形状とすることができ、電極活物質 X の表面形状をより正確に制御することが可能となる。

[0150] 第 1 実施形態の制御システム 10 においては、ゴンペルツ曲線の変曲点を端部位置として求めている。ゴンペルツ曲線においては、変曲点が必ず 1 つのみ存在することから、容易かつ確実に端部位置を決定することが可能となる。

[0151] 以上、添付図面を参照しながら本発明の一態様の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記第 1 実施形態に限定されないことは言うまでもない。上述した第 1 実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の趣旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

[0152] 例えば、第 1 実施形態においては、本発明の一態様の制御システム及び制御方法を、集電体 Y に対して電極活物質 X を塗工するときの制御に適用する例について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、基材に対してペースト状の塗工物を塗工するときの制御全般に適用することができる。例えば、基材に対してペースト状の樹脂を塗工することによりフィルムを製造するときの制御に適用することも可能である。

[0153] 第 1 実施形態においては、端部モデルがゴンペルツ曲線を示す関数で表現されている構成を採用した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、端部モデルが、ゴンペルツ曲線ではない変曲点を有する曲線を示す関数で表現された構成を採用することも可能である。変曲点を有さない屈曲した線を示す関数で表現された構成を採用することも可能である。

[0154] 第 1 実施形態において、端部位置測定装置 8b の測定結果をモデル計算部 9a により求められる電極活物質 X の端部位置と置き換えることも可能であ

る。例えば、端部位置測定装置 8 b の測定精度がモデル計測部 9 a の計算結果の精度よりも高い場合には、本構成を採用することによって、より正確に電極活物質 X の端部位置を得ることが可能となる。

[0155] 第 1 実施形態においては、制御システム 10 が厚さ計 8 a を備える構成について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、制御システム 10 の外部で取得された塗工プロファイル形状から、中央部モデルと端部モデルとを用いて計算プロファイル形状を求めるようにしても良い。この場合には、厚さ計 8 a を備えない構成を採用することができる。

[0156] 第 1 実施形態においては、モデル計算部 9 a によって求められた計算プロファイル形状に基づいて、ダイ 4 b と集電体 Y とのギャップと、供給ポンプ 3 の回転数との両方を制御する構成について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、モデル計算部 9 a によって求められた計算プロファイル形状に基づいて、ダイ 4 b と集電体 Y とのギャップと、供給ポンプ 3 の回転数との一方を制御する構成を採用することもできる。上述のように、ダイ 4 b と集電体 Y とのギャップと、供給ポンプ 3 の回転数との一方のみを調整したときであっても、塗工プロファイル形状を調整することができる。

符号の説明

[0157] 1 ……電池用シート電極製造装置、2 ……原料タンク、3 ……供給ポンプ（ポンプ）、4 ……ダイコータ、4 a ……台座、4 b ……ダイ（ノズル）、4 b 1 ……スリット、4 c ……ゾーンアクチュエータ、4 d ……左側駆動部、4 e ……右側駆動部、5 ……バックアップロール、6 ……乾燥炉、7 ……巻取り機、8 ……測定部、8 a ……厚さ計、8 b ……端部位置測定装置（端部位置測定部）、9 ……制御部、9 a ……モデル計算部（モデル計算部）、9 b ……比較部（比較部）、9 c ……制御演算部（制御演算部）、9 d ……ギャップ出力部（ギャップ調整部）、9 e ……供給ポンプ出力部（回転数調整部）、9 f ……ゾーンアクチュエータ出力部（ゾーンアクチュエータ調整部）、10 ……制御システム、G 1 ……左ギャップ、G 2 ……右ギャップ、

R 1 ……中央領域、R 2 ……立上り領域、R 3 ……中間領域、X ……電極活
物質（塗工物）、Y ……集電体（基材）

請求の範囲

- [請求項1] 塗工物を吐出するノズルと前記塗工物が塗工される基材とのギャップを調整するギャップ調整部と、
前記ノズルに前記塗工物を圧送するポンプの回転数を調整する回転数調整部と、
前記塗工物の前記基材幅方向の表面形状における立上り領域の形状を模擬した端部モデル、及び、前記表面形状における前記立上り領域に挟まれた中央領域の形状を模擬した中央部モデルに基づいて、前記塗工物の前記表面形状を計算により求めるモデル計算部と、
前記モデル計算部により計算された前記塗工物の前記表面形状と予め設定された設定形状とを比較する比較部と、
前記比較部の比較結果に基づいて前記ギャップ調整部及び前記回転数調整部の少なくともいずれか一方の制御量を求める制御演算部とを備える、制御システム。
- [請求項2] 前記モデル計算部は、前記端部モデルに基づいて前記塗工物の端部位置を求め、
前記比較部は、前記モデル計算部によって計算された前記端部位置と前記設定形状の端部位置とを比較する、
請求項1記載の制御システム。
- [請求項3] 前記ギャップ調整部は、前記基材幅方向の一方側と他方側とにおいて個別に前記ギャップを調整でき、
前記モデル計算部は、前記端部モデル及び前記中央部モデルに基づいて、前記端部位置、前記中央領域の傾き及び前記中央領域の平均塗工量を、前記表面形状を示す値として求める、請求項1記載の制御システム。
- [請求項4] 前記中央部モデルは一次関数により表現されている、請求項3記載の制御システム。
- [請求項5] 前記モデル計算部は、実測により得られた前記塗工物の端部位置に

基づいて、前記計算により求められた前記塗工物の端部位置を補正する、請求項 2 記載の制御システム。

[請求項6] 前記モデル計算部は、前記塗工物の端部位置を線形補正する、請求項 5 記載の制御システム。

[請求項7] 前記ノズルに対して前記基材幅方向に複数配列されて設けられると共に各々が前記ノズルからの前記塗工物の吐出量を調整するゾーンアクチュエータを制御するゾーンアクチュエータ調整部をさらに備え、
前記制御演算部は、前記比較部の比較結果に基づいて前記ギャップ調整部、前記回転数調整部及びゾーンアクチュエータ調整部の制御量を求める、請求項 1 記載の制御システム。

[請求項8] 前記制御演算部は、制御偏差の二乗和に関する最急降下法により前記制御量を求める、請求項 1 記載の制御システム。

[請求項9] 前記端部モデルは、ゴンペルツ曲線を示す関数によって表現されている、請求項 1 記載の制御システム。

[請求項10] 前記モデル計算部は、前記端部モデルにより求めた前記立上り領域の形状と実測による前記立上り領域の形状との二乗偏差に関する最急降下法を用いて前記ゴンペルツ曲線を示す関数が含むパラメータを求め、前記パラメータを用いた前記ゴンペルツ曲線を示す関数に基づいて前記立上り領域の形状を求める、請求項 9 記載の制御システム。

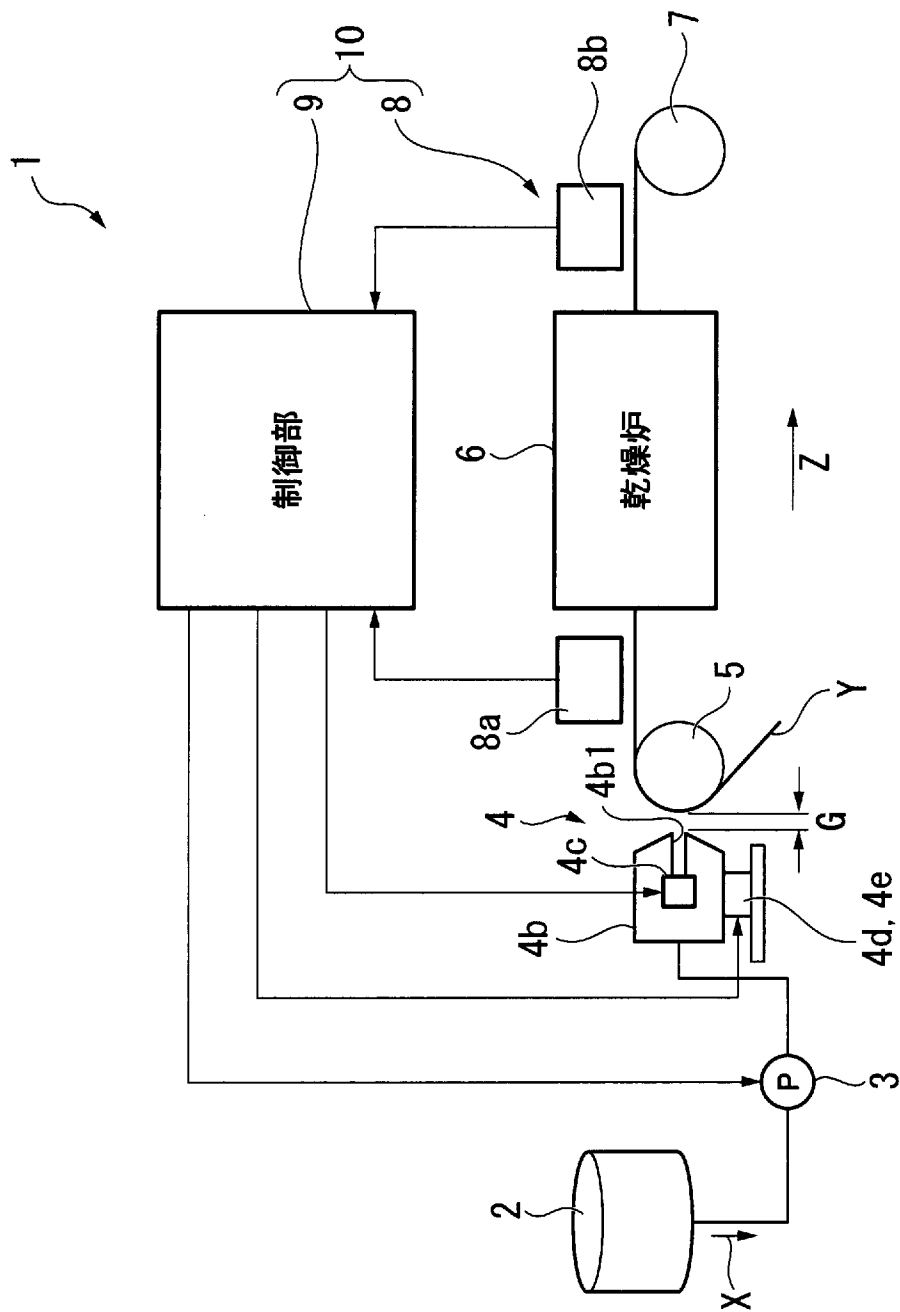
[請求項11] 前記モデル計算部は、前記ゴンペルツ曲線の変曲点を前記端部位置として求め、

前記比較部は、前記モデル計算部によって計算された前記端部位置と前記設定形状の端部位置とを比較する、請求項 9 記載の制御システム。

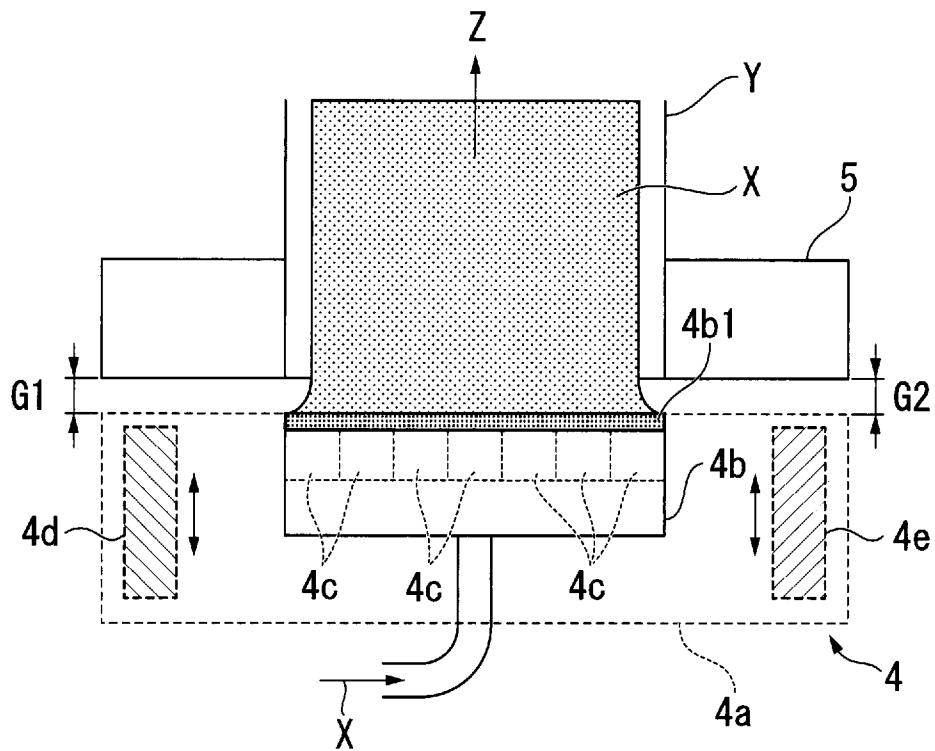
[請求項12] 実際の前記塗工物の端部位置を測定する端部位置測定部を備え、
前記端部位置測定部の測定結果を前記モデル計算部により求められる前記塗工物の端部位置と置き換える
ことを特徴とする請求項 2 記載の制御システム。

- [請求項13] 塗工物を吐出するノズルと前記塗工物が塗工される基材とのギャップを調整することと、
- 前記ノズルに前記塗工物を圧送するポンプの回転数を調整することと、
- 前記塗工物の前記基材幅方向の表面形状における立上り領域の形状を模擬した端部モデル、及び、前記表面形状における前記立上り領域に挟まれた中央領域の形状を模擬した中央部モデルに基づいて、前記塗工物の前記表面形状を計算により求めることと、
- 計算された前記塗工物の前記表面形状と予め設定された設定形状とを比較することと、
- 比較結果に基づいて前記ギャップ及び回転数の少なくともいずれか一方を制御することと、
- を含む、制御方法。

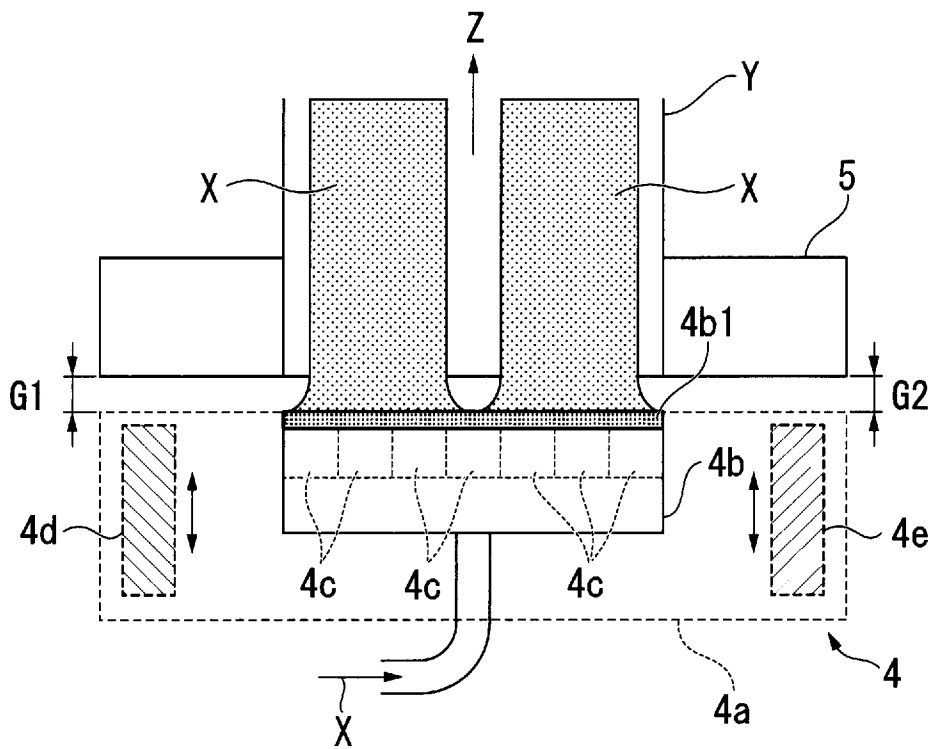
[図1]



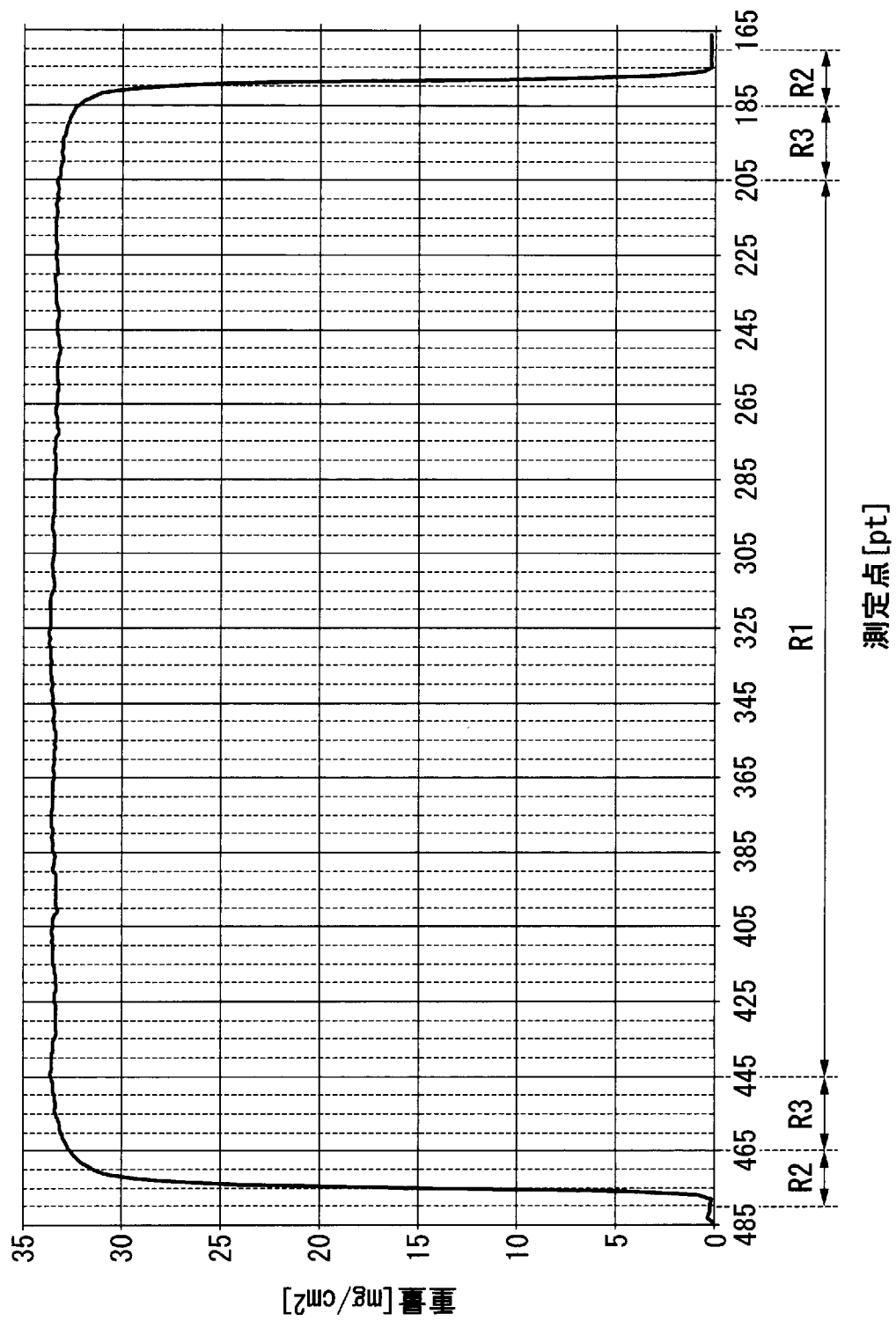
[図2A]



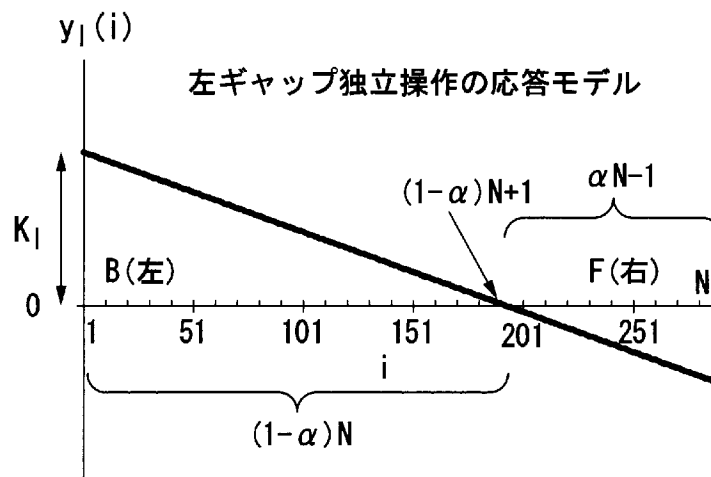
[図2B]



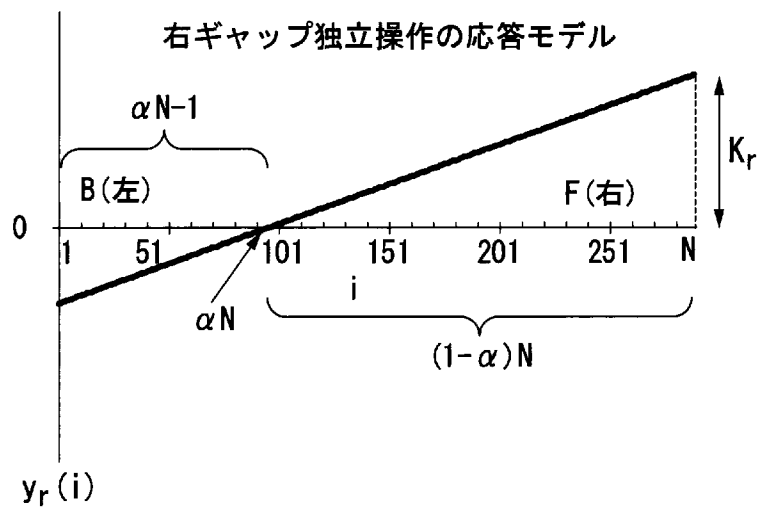
[図3]



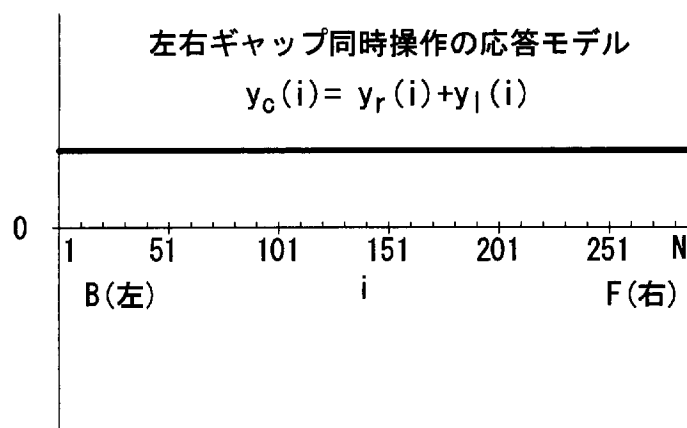
[図4A]



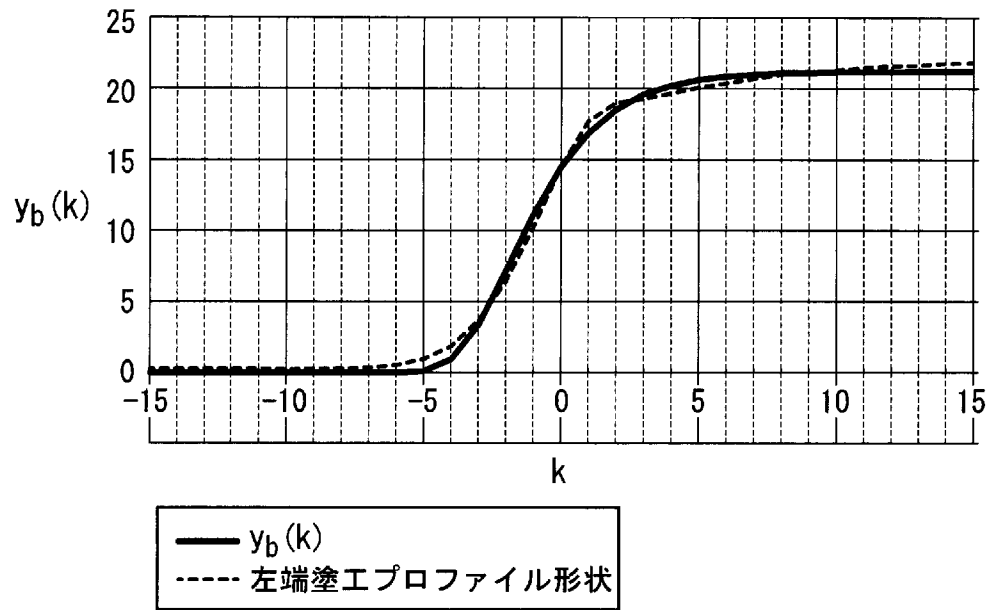
[図4B]



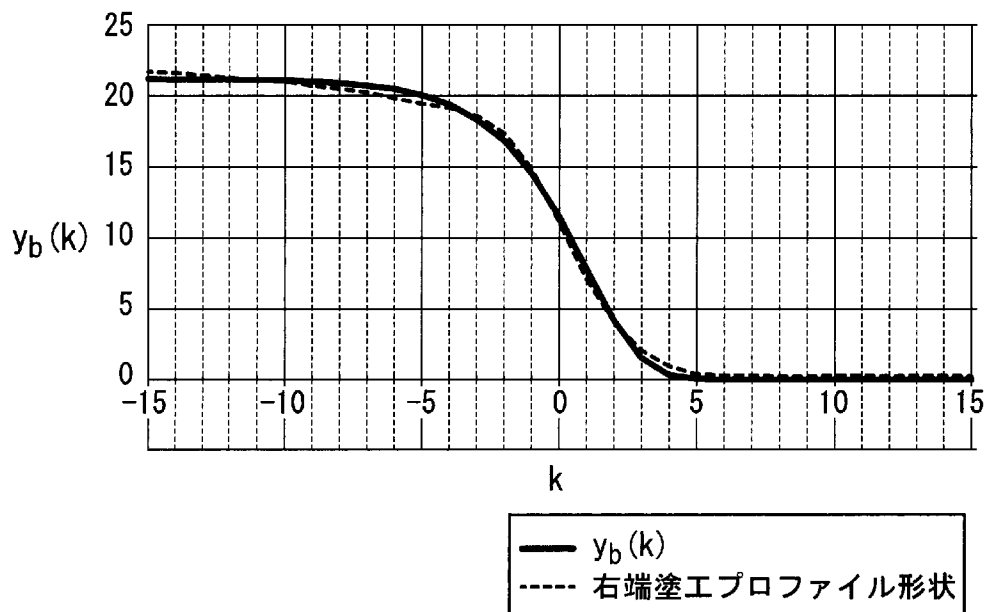
[図4C]



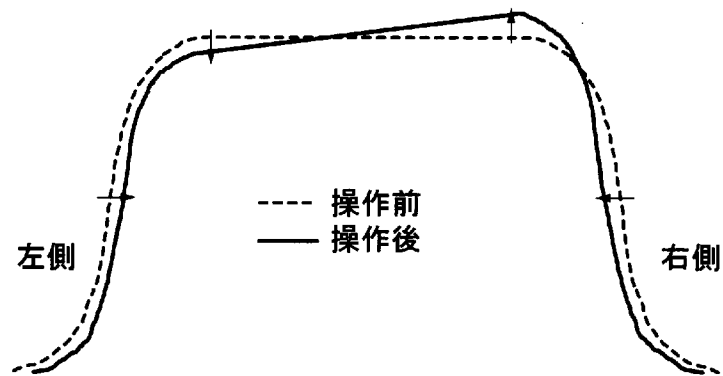
[図5A]



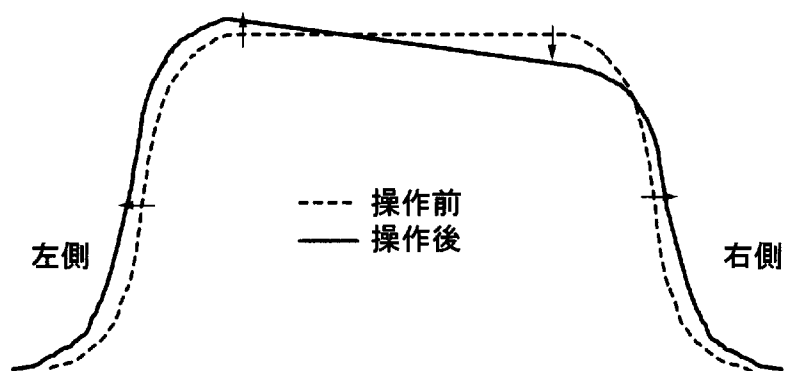
[図5B]



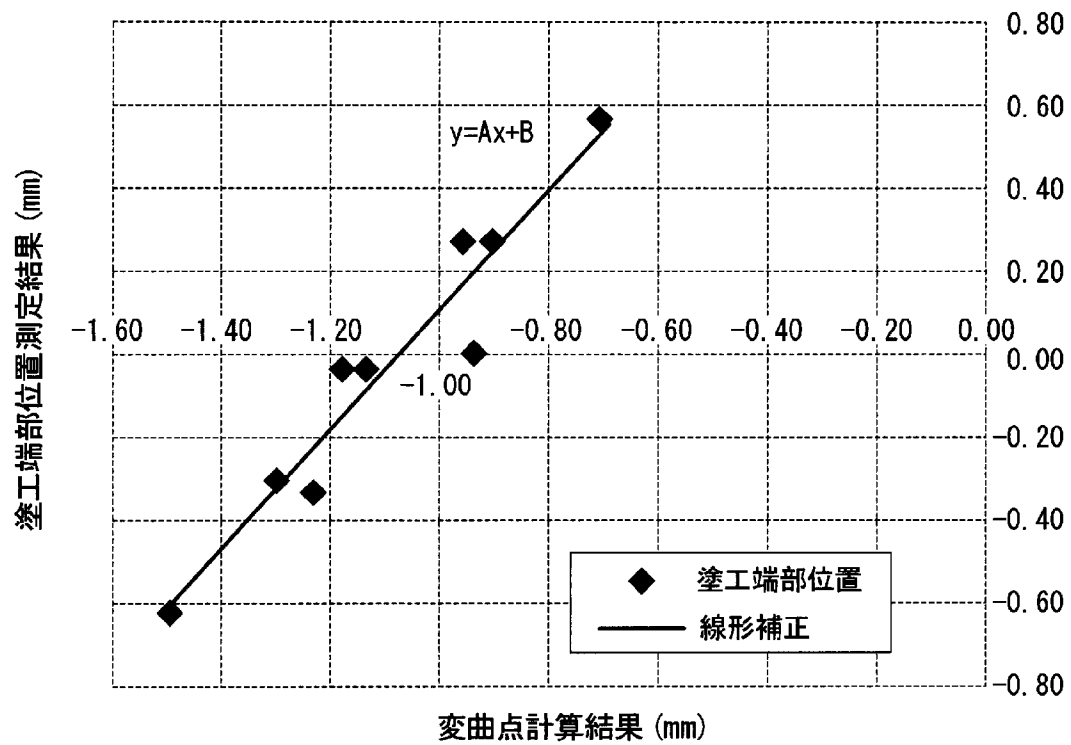
[図6A]



[図6B]



[図7]



```

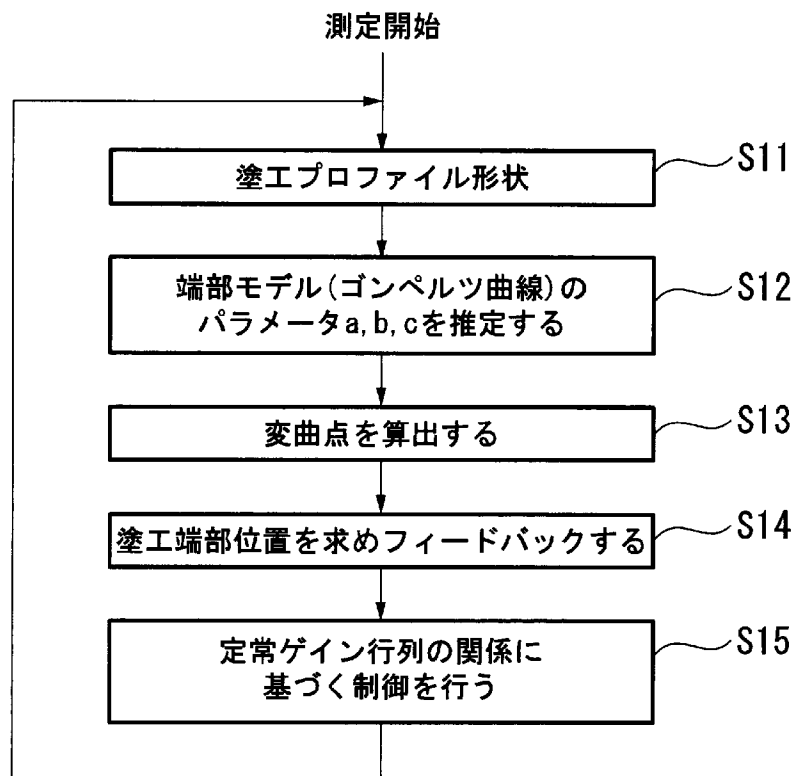
graph TD
    subgraph 10 [ ]
        direction TB
        8a[8a 厚さ計] --> 9a[9a モデル計算部  
(中央部応答、塗工端部位置)]
        9a -- "塗工  
プロファイル形状" --> 8a
        9a -- "計算プロファイル  
形状" --> 9b[9b 比較部]
        9b <--> 9c[9c 制御演算部]
        9c --> 9d[9d ギャップ出力部]
        9c --> 9e[9e 供給ポンプ出力部]
        9c --> 9f[9f ゾーンアクチュエータ出力部]
    end

    9d --> 4d_4e[4d, 4e 左側駆動部、右側駆動部]
    9e --> 3[3 供給ポンプ]
    9f --> 4c[4c ゾーンアクチュエータ]

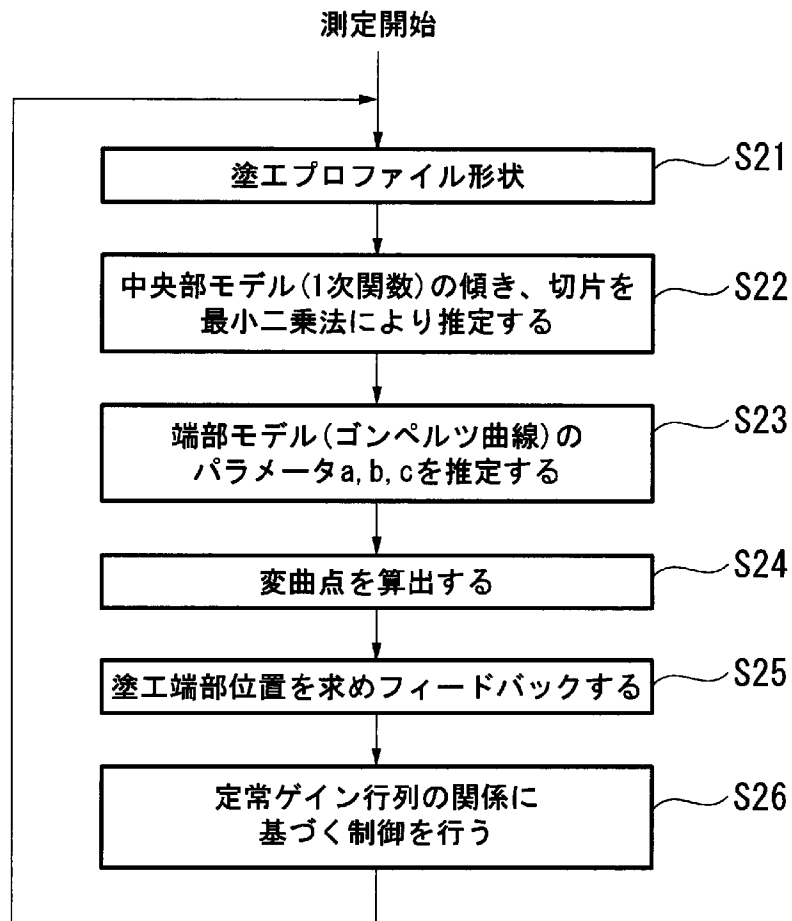
    4d_4e --> 4d_4e_label[4d, 4e]
    3 --> 3_label[3]
    4c --> 4c_label[4c]

```

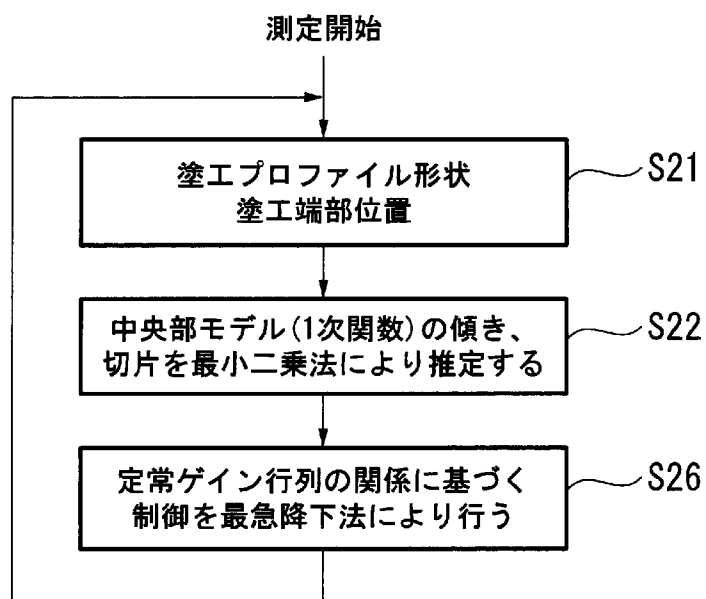
[図9]



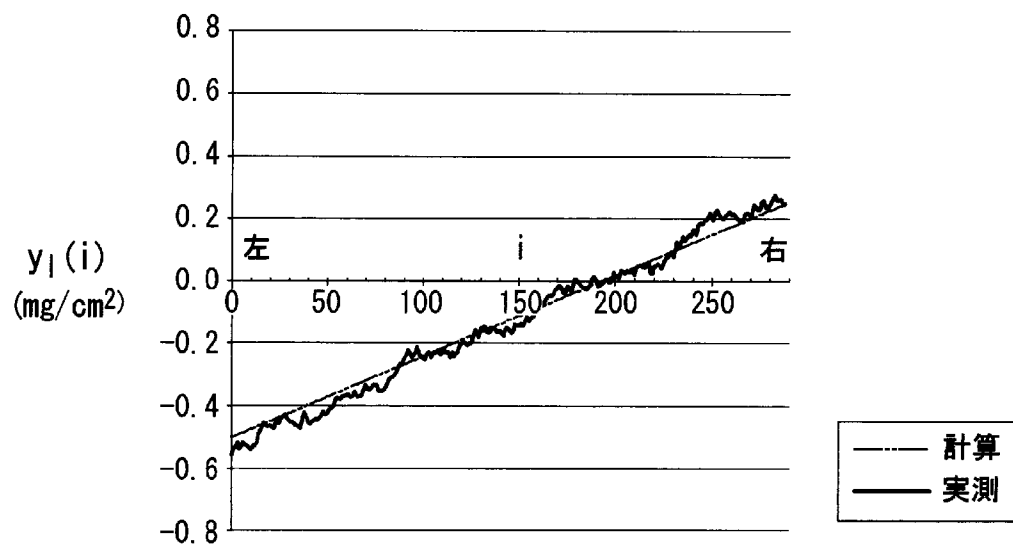
[図10]



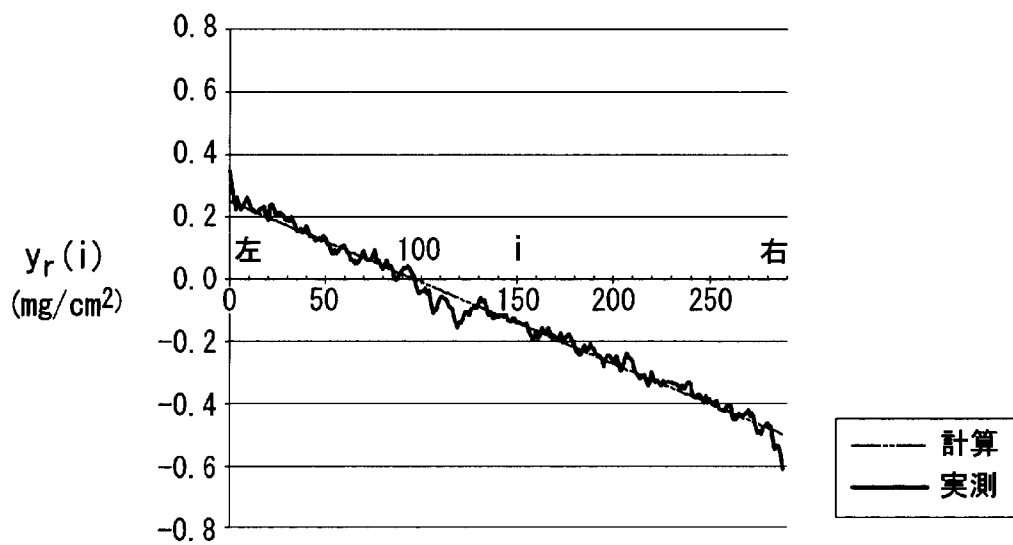
[図11]



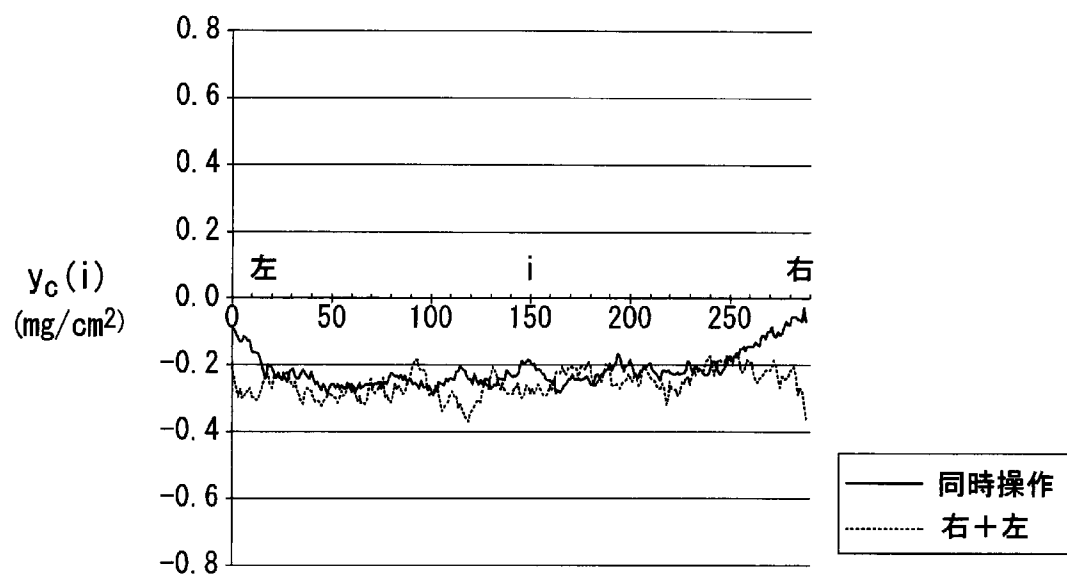
[図12A]



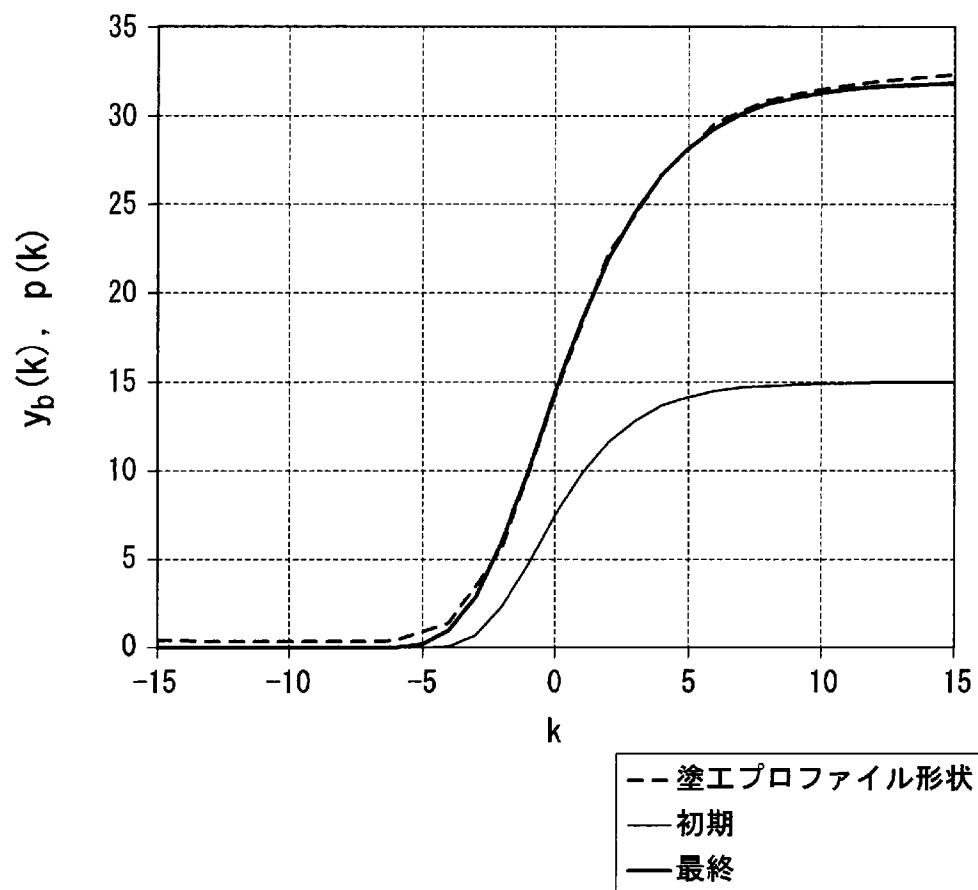
[図12B]



[図12C]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M4/04(2006.01)i, B05C5/02(2006.01)i, B05C11/10(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)

H01M4/04, B05C5/02, B05C11/10

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
E, A	JP 2014-96302 A (Toyota Motor Corp.), 22 May 2014 (22.05.2014), entire text (Family: none)	1-13
E, A	JP 2014-65000 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 17 April 2014 (17.04.2014), entire text (Family: none)	1-13
A	JP 2007-66744 A (Sony Corp.), 15 March 2007 (15.03.2007), entire text (Family: none)	1-13

☒ 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
03 June, 2014 (03.06.14)

Date of mailing of the international search report
17 June, 2014 (17.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/055617

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 2012-195206 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 11 October 2012 (11.10.2012), entire text (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M4/04(2006.01)i, B05C5/02(2006.01)i, B05C11/10(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（I P C））

Int.Cl. H01M4/04, B05C5/02, B05C11/10

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
E, A	JP 2014-96302 A（トヨタ自動車株式会社）2014.05.22, 全文 （ファミリーなし）	1 - 1 3
E, A	JP 2014-65000 A（大日本スクリーン製造株式会社）2014.04.17, 全文 （ファミリーなし）	1 - 1 3
A	JP 2007-66744 A（ソニー株式会社）2007.03.15, 全文 （ファミリーなし）	1 - 1 3

☒ 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

0 3 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

青木 千歌子

4 X

9 3 5 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

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 2012-195206 A (凸版印刷株式会社) 2012. 10. 11, 全文 (ファミリーなし)	1 - 1 3