(19)日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11)国際公開番号
WO2020/100561

発行日　令和3年9月30日(2021.9.30)

(43)国際公開日　令和2年5月22日(2020.5.22)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01M 4/04	(2006.01)	H01M	4/04	A	4E124
B21B 37/38	(2006.01)	B21B	37/38	110	5H050
B21B 38/04	(2006.01)	B21B	38/04	B	
B21C 51/00	(2006.01)	B21C	51/00	K	
B21B 29/00	(2006.01)	B21B	29/00	B	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 29 頁）

出願番号　特願2020-555966 (P2020-555966)
(21)国際出願番号　PCT/JP2019/042039
(22)国際出願日　令和1年10月25日(2019.10.25)
(31)優先権主張番号　特願2018-213017 (P2018-213017)
(32)優先日　平成30年11月13日(2018.11.13)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

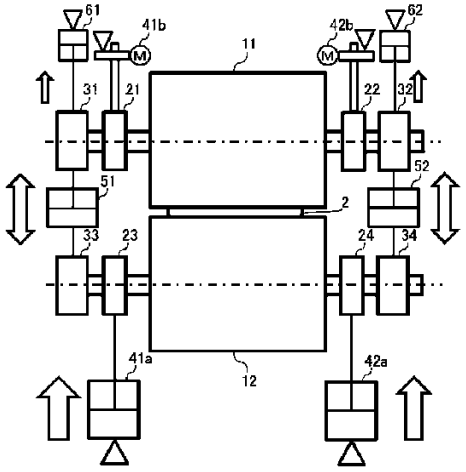
(71)出願人　314012076
パナソニックＩＰマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号
(74)代理人　100123102
弁理士　宗田　悟志
(72)発明者　寺澤　史紘
大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　三好　芳洋
大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内
(72)発明者　小出　直幸
大阪府門真市大字門真１００６番地　パナソニック株式会社内

Ｆターム(参考)　4E124 AA03　CC02　DD02　EE16　FF01

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ロールプレス装置、及び制御装置

(57)【要約】
ロールプレス装置において、厚み計は、第１加圧ローラ及び第２加圧ローラの出側に設けられ、二次電池の電極板の厚みを、当該電極板の幅方向に３点以上でそれぞれ検出する。算出部は、３点以上の厚み測定値、及び厚み目標値から、３点以上の点の中央の点の厚み測定値と厚み目標値との偏差、電極板の厚みプロフィールの２次成分、及び電極板の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出し、３つの特徴量をもとに第１プレス機構、第２プレス機構、第１ベンド機構、及び第２ベンド機構の圧力設定値を適応的に変更する。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
連続的に搬送される二次電池の電極板を挟み込むことにより圧延する第１加圧ローラ及び第２加圧ローラと、
前記第１加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１主軸受部及び第２主軸受部と、
前記第２加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３主軸受部及び第４主軸受部と、
前記第１加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１ベンド軸受部及び第２ベンド軸受部と、
前記第２加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３ベンド軸受部及び第４ベンド軸受部と、
前記第１主軸受部及び前記第３主軸受部の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが近接する方向への荷重を加えることが可能な第１プレス機構と、
前記第２主軸受部及び前記第４主軸受部の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが近接する方向への荷重を加えることが可能な第２プレス機構と、
前記第１ベンド軸受部及び前記第３ベンド軸受部に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが離接する方向への荷重を加えることが可能な第１ベンド機構と、
前記第２ベンド軸受部及び前記第４ベンド軸受部に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが離接する方向への荷重を加えることが可能な第２ベンド機構と、
前記第１加圧ローラ及び第２加圧ローラの出側に設けられ、前記二次電池の電極板の厚みを、当該電極板の幅方向に３点以上でそれぞれ検出する厚み計と、
前記厚み計の検出値にもとづく３点以上の厚み測定値と、厚み目標値をもとに、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値を算出する算出部と、
前記算出部により算出された圧力設定値をもとに、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の荷重をそれぞれ制御する圧力制御部と、を備え、
前記算出部は、前記３点以上の点の中央の点の厚み測定値と厚み目標値との偏差、前記電極板の厚みプロフィールの２次成分、及び前記電極板の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出し、３つの特徴量をもとに前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値を適応的に変更する、
ロールプレス装置。
【請求項２】
前記厚み計は、前記第１加圧ローラ及び第２加圧ローラの出側に設けられ、前記二次電池の電極板の厚みを、当該電極板の幅方向に並んだ第１地点、第２地点、及び第３地点でそれぞれ検出し、
前記算出部は、前記厚み計の検出値にもとづく第１地点厚み測定値、第２地点厚み測定値、及び第３地点厚み測定値と、厚み目標値をもとに、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値を算出し、
前記第１地点は、前記二次電池の電極板の、前記第１プレス機構が設けられる側の端部に設定され、
前記第２地点は、前記二次電池の電極板の中央部に設定され、
前記第３地点は、前記二次電池の電極板の、前記第２プレス機構が設けられる側の端部に設定され、
前記算出部は、前記第１地点厚み測定値、前記第２地点厚み測定値、前記第３地点厚み測定値、及び前記厚み目標値から、前記第２地点厚み測定値と厚み目標値との偏差、前記電極板の厚みプロフィールの２次成分、及び前記電極板の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出する、
請求項１に記載のロールプレス装置。

【請求項３】
第１特徴量は、前記厚み目標値と前記第２地点厚み測定値との差分で規定され、
第２特徴量は、前記第２地点厚み測定値と前記第１地点厚み測定値との差分と、前記第２地点厚み測定値と前記第３地点厚み測定値との差分の和で規定され、
第３特徴量は、前記１地点厚み測定値と前記第３地点厚み測定値との差分で規定される、
請求項２に記載のロールプレス装置。
【請求項４】
前記算出部は、前記厚み計の検出値にもとづく複数の地点の厚み測定値をもとに、最小二乗法により２次以上の関数を近似し、当該近似した関数の２次係数と１次係数を算出し、当該２次係数を前記電極板の厚みプロフィールの２次成分として使用し、当該１次係数を前記電極板の厚みプロフィールの１次成分として使用する、
請求項１に記載のロールプレス装置。
【請求項５】
前記算出部は、前記３つの特徴量が全てゼロになるように、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構のそれぞれの圧力設定値を算出する、
請求項１から４のいずれか１項に記載のロールプレス装置。
【請求項６】
前記厚み計は、１つの厚み検出センサを前記電極板の幅方向に走査して、連続的に前記電極板の厚みを検出するものであり、前記３点以上の厚み検出値を抽出する、
請求項１から５のいずれか１項に記載のロールプレス装置。
【請求項７】
前記厚み計は、３つ以上の厚み検出センサで前記３点以上の厚みをそれぞれ検出する、
請求項１から５のいずれか１項に記載のロールプレス装置。
【請求項８】
前記厚み計で検出された３つ以上の厚み検出値を、前記電極板の長手方向にそれぞれフィルタリングして、前記３点以上の厚み測定値を算出する厚み測定値算出部をさらに備える、
請求項６または７に記載のロールプレス装置。
【請求項９】
前記算出部は、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値の変更を行った後、プレス位置から前記厚み計までのパスライン長、及び前記圧力設定値の変更が実際の出力に反映されるまでの時間に関する所定の条件を満たすまで、次の前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値の変更を保留する、
請求項１から８のいずれか１項に記載のロールプレス装置。
【請求項１０】
連続的に搬送される二次電池の電極板を挟み込むことにより圧延する第１加圧ローラ及び第２加圧ローラと、
前記第１加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１主軸受部及び第２主軸受部と、
前記第２加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３主軸受部及び第４主軸受部と、
前記第１加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１ベンド軸受部及び第２ベンド軸受部と、
前記第２加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３ベンド軸受部及び第４ベンド軸受部と、
前記第１主軸受部及び前記第３主軸受部の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが近接する方向への荷重を加えることが可能な第１プレス機構と、

前記第２主軸受部及び前記第４主軸受部の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが近接する方向への荷重を加えることが可能な第２プレス機構と、
前記第１ベンド軸受部及び前記第３ベンド軸受部に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが離接する方向への荷重を加えることが可能な第１ベンド機構と、
前記第２ベンド軸受部及び前記第４ベンド軸受部に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが離接する方向への荷重を加えることが可能な第２ベンド機構と、
前記第１加圧ローラ及び第２加圧ローラの出側に設けられ、前記二次電池の電極板の厚みを、当該電極板の幅方向に３点以上でそれぞれ検出する厚み計と、
を備えるロールプレス装置に使用される制御装置であって、
前記厚み計の検出値にもとづく３点以上の厚み測定値と、厚み目標値をもとに、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値を算出する算出部と、
前記算出部により算出された圧力設定値をもとに、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の荷重をそれぞれ制御する圧力制御部と、を備え、
前記算出部は、前記３点以上の点の中央の点の厚み測定値と厚み目標値との偏差、前記電極板の厚みプロフィールの２次成分、及び前記電極板の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出し、３つの特徴量をもとに前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値を適応的に変更する、
制御装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、二次電池の電極板を圧延するロールプレス装置、及び制御装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、電気自動車（ＥＶ）、ハイブリッド車（ＨＶ）、プラグインハイブリッド車（ＰＨＶ）の普及に伴い二次電池の出荷が増えている。特にリチウムイオン二次電池の出荷が増えている。一般的な二次電池は、正極、負極、セパレータ、電解液を主な構成要素とする。二次電池の正極板、負極板を製造する工程の１つである圧縮加工工程では、ロールプレス装置が使用される（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１３－１１１６４７号公報
【発明の概要】
【０００４】
ロールプレス装置における電極板の圧縮加工工程では、一般に、２μｍ以下程度の厚み精度が要求される。前工程の電極材の塗膜厚さの変化や、圧縮加工等により発生する熱によるロールバイトの外径変化によって、圧縮加工中に長さ方向や幅方向に厚み変化が生じる。厚みが管理すべき範囲を超えた場合、ラインを停止し、手動にてプレス条件を再設定して管理範囲内に調整する必要があり、製品に適用できない厚み部分は除去する必要があるため、設備稼働率の低下や歩留低下が発生する。
【０００５】
近年ますます、小型・軽量で高容量化、あるいは同じ製造コストで高容量化することが求められている。電池設計においては、円筒形、角形ともに電池ケースに収まるように電極の長さが決定されている。同じ電極の長さでも、厚みが厚ければ電極を巻いたときの巻き径が大きくなる。したがって、製造上発生する厚み変動の範囲を考慮して、電極の長さが決定される。すなわち、厚み精度を高くできれば、電極の長さを長くできるため、より高容量の電池設計が可能となる。

【０００６】
本発明はこうした状況に鑑みなされたものであり、その目的は、ロールプレス装置の厚み制御を高精度化する技術を提供することにある。

【０００７】
上記課題を解決するために、本発明のある態様のロールプレス装置は、連続的に搬送される二次電池の電極板を挟み込むことにより圧延する第１加圧ローラ及び第２加圧ローラと、前記第１加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１主軸受部及び第２主軸受部と、前記第２加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３主軸受部及び第４主軸受部と、前記第１加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１ベンド軸受部及び第２ベンド軸受部と、前記第２加圧ローラの回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３ベンド軸受部及び第４ベンド軸受部と、前記第１主軸受部及び前記第３主軸受部の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが近接する方向への荷重を加えることが可能な第１プレス機構と、前記第２主軸受部及び前記第４主軸受部の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが近接する方向への荷重を加えることが可能な第２プレス機構と、前記第１ベンド軸受部及び前記第３ベンド軸受部に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが離接する方向への荷重を加えることが可能な第１ベンド機構と、前記第２ベンド軸受部及び前記第４ベンド軸受部に、前記第１加圧ローラと前記第２加圧ローラが離接する方向への荷重を加えることが可能な第２ベンド機構と、前記第１加圧ローラ及び第２加圧ローラの出側に設けられ、前記二次電池の電極板の厚みを、当該電極板の幅方向に３点以上でそれぞれ検出する厚み計と、前記厚み計の検出値にもとづく３点以上の厚み測定値と、厚み目標値をもとに、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値を算出する算出部と、前記算出部により算出された圧力設定値をもとに、前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の荷重をそれぞれ制御する圧力制御部と、を備える。前記算出部は、前記３点以上の点の中央の点の厚み測定値と厚み目標値との偏差、前記電極板の厚みプロフィールの２次成分、及び前記電極板の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出し、３つの特徴量をもとに前記第１プレス機構、前記第２プレス機構、前記第１ベンド機構、及び前記第２ベンド機構の圧力設定値を適応的に変更する。

【０００８】
本発明によれば、ロールプレス装置の厚み制御を高精度化することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】
【図１】本発明の実施の形態に係るロールプレス装置の概略正面図である。
【図２】本発明の実施の形態に係るロールプレス装置の概略側面図である。
【図３】図２の第１制御盤及び第２制御盤の構成例を示す図である。
【図４】図４（ａ）－（ｃ）は、第１特徴量T_{t_c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m_s}の妥当性を検証した図である。
【図５】図５（ａ）－（ｂ）は、電極板の厚みプロフィールに作用する荷重モーメント成分を模式的に示した図である。
【図６】図６（ａ）、（ｂ）は、変形例に係る第２特徴量および第３特徴量の導出方法の一例を説明するための図である。
【図７】図７（ａ）、（ｂ）は、変形例に係る第２特徴量および第３特徴量の導出方法の別の例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】
図１は、本発明の実施の形態に係るロールプレス装置の概略正面図である。第１加圧ローラ１１及び第２加圧ローラ１２は上下一対のロールバイトであり、接離自在に対向して

設置される。一対の第１加圧ローラ１１及び第２加圧ローラ１２は、連続的に搬送される二次電池の電極板２を挟み込むことにより電極板２を圧延する。ロールプレス装置に通される二次電池の電極板２は、金属箔に、活物質を含むスラリーを塗工して乾燥させたシート状の電極素材である。例えば、リチウムイオン二次電池の正極板は、アルミ箔上に、コバルト酸リチウムやリン酸鉄リチウム等の正極活物質を含むスラリーが塗布されて作製される。また、リチウムイオン二次電池の負極板は、銅箔上に、黒鉛等の負極活物質を含むスラリーが塗布されて作製される。ロールプレス装置に通される電極板２の厚みは、塗布された活物質の厚みが大部分を占める。

【００１１】

第１主軸受部２１及び第２主軸受部２２は、第１加圧ローラ１１の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する。第３主軸受部２３及び第４主軸受部２４は、第２加圧ローラ１２の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する。

【００１２】

第１ベンド軸受部３１及び第２ベンド軸受部３２は、第１加圧ローラ１１の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する。第３ベンド軸受部３３及び第４ベンド軸受部３４は、第２加圧ローラ１２の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する。

【００１３】

図１に示す例では、第１主軸受部２１～第４主軸受部２４及び第１ベンド軸受部３１～第４ベンド軸受部３４はそれぞれ、ローラの回転軸を回転自在に支持する軸受を内蔵する軸受箱で構成されている。

【００１４】

図１に示す例では第１ベンド軸受部３１～第４ベンド軸受部３４が、第１主軸受部２１～第４主軸受部２４のそれぞれ外側に配置されているが、第１ベンド軸受部３１～第４ベンド軸受部３４が、第１主軸受部２１～第４主軸受部２４のそれぞれ内側に配置されていてもよい。

【００１５】

第１プレス機構４１は、第１主軸受部２１及び第３主軸受部２３の少なくとも一方に、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２が近接する方向への荷重を加えることが可能な機構である。第２プレス機構４２は、第２主軸受部２２及び第４主軸受部２４の少なくとも一方に、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２が近接する方向への荷重を加えることが可能な機構である。

【００１６】

図１に示す例では、第１プレス機構４１として、第３主軸受部２３に荷重を加えることができる第１プレスシリンダ４１ａ、及び第１主軸受部２１に荷重を加えることができる第１電動圧下装置４１ｂが設けられている。第２プレス機構４２として、第４主軸受部２４に荷重を加えることができる第２プレスシリンダ４２ａ、及び第２主軸受部２２に荷重を加えることができる第２電動圧下装置４２ｂが設けられている。

【００１７】

第１ベンド機構５１（図１に示す例では、第１ベンドシリンダ）は、第１ベンド軸受部３１と第３ベンド軸受部３３の間に設けられ、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２が離接する方向への荷重を加えることが可能な機構である。第２ベンド機構５２（図１に示す例では第２ベンドシリンダ）は、第２ベンド軸受部３２と第４ベンド軸受部３４の間に設けられ、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２が離接する方向への荷重を加えることが可能な機構である。

【００１８】

後述する圧力制御部８１９（図３参照）による、第１プレス機構４１及び／又は第２ベンド機構５２の圧力変更によって、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２間のロールギャップが制御される。ロールギャップの変更に伴いロール撓みも変化する。圧力制御部

８１９による、第１ベンド機構５１及び／又は第２ベンド機構５２の圧力変更によって、ロール撓み量を補正することができる。その際、ロールギャップも変化し、第１プレス機構４１及び／又は第２ベンド機構５２による圧力変化と逆の作用をする。

【００１９】

第１プレロード機構６１（図１に示す例では、第１プレロードシリンダ）は、第１ベンド軸受部３１に、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２が離接する方向へ一定の荷重を加えている機構である。第２プレロード機構６２（図１に示す例では、第２プレロードシリンダ）は、第２ベンド軸受部３２に、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２が離接する方向へ一定の荷重を加えている機構である。第１プレロードシリンダ及び第２プレロードシリンダの圧力は固定であり、常に同じ圧力に設定されている。

【００２０】

図１に示す例では、第１プレロード機構６１及び第２プレロード機構６２が第１ベンド軸受部３１及び第２ベンド軸受部３２に第１加圧ローラ１１の自重以上のプレロード荷重を加えている。これにより、第１加圧ローラ１１を上方に適度に押し付け（引っ張り）、ロールプレス装置のガタツキの影響を少なくしている。なお第１プレロード機構６１及び第２プレロード機構６２は省略可能である。

【００２１】

図２は、本発明の実施の形態に係るロールプレス装置１の概略側面図である。一対の第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２の入側には巻出機１３が設置され、出側には巻取機１４が設置されている。巻出機１３は、コイル状に巻回されているシート状の電極板２を、一対の第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２に向けて巻き出す。巻取機１４は、一対の第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２により圧縮加工された電極板２を巻き取る。

【００２２】

モータ１５は、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２を駆動するモータである。パルスジェネレータ１６は、駆動用のモータ１５に取り付けられ、モータ１５の回転数を検出する。

【００２３】

厚み計７０は、一対の第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２の出側に設けられ、電極板２の厚みを、電極板２の幅方向に並んだ第１地点、第２地点、第３地点の３点でそれぞれ検出する。第１地点は、電極板２の第１プレス機構４１が設けられる側の端部に設定される。第２地点は、電極板２の中央部に設定される。第３地点は、電極板２の第２プレス機構４２が設けられる側の端部に設定される。

【００２４】

一般的なロールプレス装置１では、モータ１５が設置されている側（本実施の形態では第１プレス機構４１側）と反対側（本実施の形態では第２プレス機構４２側）にオペレータが操作する画面が設置される。そこで以下、本実施の形態では、第１地点を駆動側、第２地点を中央部、第３地点を操作側とそれぞれ表記する。すなわち、厚み計７０は、圧縮加工後の電極板２の駆動側、中央部、操作側の厚みをそれぞれ検出する。

【００２５】

厚み計７０は、１つの厚み検出センサを電極板２の幅方向に走査して、連続的に電極板２の厚みを検出することにより、駆動側、中央部、操作側の厚みをそれぞれ抽出するものであってもよい。

【００２６】

また厚み計７０は、３つの厚み検出センサを駆動側、中央部、操作側にそれぞれ固定して設置し、３つの厚み検出センサで駆動側、中央部、操作側の厚みをそれぞれ検出してもよい。

【００２７】

厚み計７０の検出方式として、レーザセンサもしくは光学センサを用いて電極板２の両面までの距離をそれぞれ検出し、それらの位置関係から厚みを検出する方式を用いてもよ

い。また、磁気センサで渦電流の変化を検出して電極板２の外径面までの距離を検出し、レーザセンサもしくは光学センサでガイドロール上の電極板２の表面までの距離を検出し、ガイドロールと電極板２の表面の位置関係から厚みを検出する方式を用いてもよい。

【００２８】

制御装置８０は、ロールプレス装置１全体を制御するための装置であり、図２に示す例では第１制御盤８１及び第２制御盤８２を備える。第１制御盤８１はプレス系の制御盤であり、第２制御盤８２は厚み系の制御盤である。パルスジェネレータ１６により生成される回転パルスは、第１制御盤８１に入力される。厚み計７０により検出される厚み検出値は、第２制御盤８２に入力される。

【００２９】

図３は、図２の第１制御盤８１及び第２制御盤８２の構成例を示す図である。第１制御盤８１は、ＰＬＣ（Programmable Logic Controller）、ＰＣ(Personal Computer)、ＨＭＩ（Human Machine Interface）、アクチュエータコントローラ等を含んで構成される。第２制御盤は、ＰＬＣ、ＰＣ、センサコントローラ等を含んで構成される。

【００３０】

ＰＬＣ内で動作するプログラムは、ＰＣ内の専用のアプリケーションで生成され、ＰＬＣにダウンロードされる。またＰＬＣには、ＭＥＳ（Manufacturing Execution System）から電極板２の製品情報が入力される。またＰＬＣには、ＨＭＩを介してオペレータに入力された各種の設定値が入力される。当該設定値には、電極板２の厚み目標値、プレス機構の圧力設定値、ベンド機構の圧力設定値が含まれる。ＨＭＩは、オペレータの入力を受け付けるとともに、運転状況や警報などを表示したり、音声出力したりする。

【００３１】

図３は、第１制御盤８１及び第２制御盤８２で実現される機能ブロックを描いている。第１制御盤８１は、長さ測定部８１１、取得タイミング生成部８１２、厚み測定値取得部８１３、特徴量算出部８１４、補正値算出部８１５、圧力設定値補正部８１６、圧力偏差算出部８１７、ＰＩＤ制御部８１８、及び圧力制御部８１９を含む。第２制御盤８２は、厚み測定値算出部８２１を含む。

【００３２】

長さ測定部８１１には、パルスジェネレータ１６から回転パルスが入力される。長さ測定部８１１は、入力された回転パルスをもとに、第１加圧ローラ１１及び第２加圧ローラ１２の回転速度を推定し、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２間を通過する電極板２の速度を推定する。長さ測定部８１１は、推定した電極板２の速度をもとに、電極板２の単位時間当たりに進む長さ（距離）を測定する。長さ測定部８１１は、測定した電極板２の長さを取得タイミング生成部８１２と厚み測定値算出部８２１に供給する。

【００３３】

厚み測定値算出部８２１には、厚み計７０から駆動側、中央部、操作側のそれぞれの厚み検出値が入力される。また長さ測定部８１１から電極板２の長さが入力される。

【００３４】

厚み計７０において３つの厚み検出センサを固定して厚みを検出する場合、制御する必要の無い高周期の厚み変動を除去するため、厚み測定値算出部８２１は、３つの厚み検出値をそれぞれ電極板２の長さ方向（走行方向）に平均化してフィルタリングする。塗布工程における塗布ポンプ脈動などによる、走行方向の急峻な変化を除去するため、走行方向に５ｍｍ以上の平均値を算出するのが望ましい。

【００３５】

例えば、１ｍｍピッチ毎に厚み検出値が入力される場合、厚み測定値算出部８２１は、走行方向に５点の移動平均値を算出して測定値とする。また、走行方向に検出した５点の内、最も外れている２点を排除した３点の平均値を算出して測定値としてもよい。厚み測定値算出部８２１は、移動平均値を算出する際、長さ測定部８１１から入力される電極板２の長さを同期信号として使用する。なお、電極板２の幅方向のスリットに相当する無塗工部や片面しか塗工されてない部分に相当する検出値は、除去する。

【００３６】
厚み計７０において１つの厚み検出センサを電極板２の幅方向に走査して厚みを検出する場合、厚み測定値算出部８２１は、予め設定された駆動側、中央部、操作側のそれぞれの幅範囲の検出値の平均値を算出して測定値としてもよい。さらに当該測定値を上述したように走行方向に平均化して最終的な測定値としてもよい。
【００３７】
厚み測定値算出部８２１は、算出した駆動側厚み測定値T_m、中央厚み測定値T_c、操作側厚み測定値T_sを厚み測定値取得部８１３に供給する。
【００３８】
取得タイミング生成部８１２は厚み測定値取得部８１３が、厚み測定値算出部８２１から供給される駆動側厚み測定値T_m、中央厚み測定値T_c、操作側厚み測定値T_sを取得するタイミングを生成して、生成したタイミングを厚み測定値取得部８１３に供給する。
【００３９】
第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２によるプレス位置と、厚み計７０との間には距離L_t（パスライン長L_t）がある。したがって、第１加圧ローラ１１と第２加圧ローラ１２による圧力変更により発生する厚み変化が、厚み計７０により検出されるまでにタイムラグが発生する。また、プレス機構および／またはベンド機構の圧力設定値を変更してから、プレス機構および／またはベンド機構の実際の圧力変更が完了するまでにもタイムラグt_dが発生する。第１プレスシリンダ４１ａ、第２プレスシリンダ４２ａ、第１ベンドシリンダ、第２ベンドシリンダに油圧シリンダが使用される場合、第１電動圧下装置４１ｂおよび第１電動圧下装置４１ｂより、実際の圧力が変更されるまでのタイムラグt_dが小さくなる。
【００４０】
パスライン長L_tと制御系タイムラグt_dは予め実測され、実測された値が、取得タイミング生成部８１２に固定値として設定される。取得タイミング生成部８１２は、パスライン長L_tと比較する長さパラメータＬと、制御系タイムラグt_dと比較する時間パラメータｔを使用する。取得タイミング生成部８１２は、長さパラメータＬを長さ測定部８１１から供給される電極板２の長さをもとにインクリメントし、制御系タイムラグt_dを時計（不図示）から供給されるクロックをもとにインクリメントする。
【００４１】
取得タイミング生成部８１２は、第１プレス機構４１、第２プレス機構４２、第１ベンド機構５１、及び第２ベンド機構５２の少なくとも１つの圧力設定値が圧力設定値補正部８１６により変更されると、長さパラメータＬと時間パラメータｔをゼロにリセットする。取得タイミング生成部８１２は、長さパラメータＬがパスライン長L_tを超え、かつ時間パラメータｔが制御系タイムラグt_dを超えると、厚み測定値取得部８１３に取得タイミングを供給する。
【００４２】
長さパラメータＬがパスライン長L_tを超え、かつ時間パラメータｔが制御系タイムラグt_dを超えた状態は、プレス機構および／またはベンド機構の圧力設定値の変更による電極板２の厚み変化が、厚み計７０の検出値に反映されている状態である。一方、長さパラメータＬがパスライン長L_tを超えていない状態、または時間パラメータｔが制御系タイムラグt_dを超えていない状態は、プレス機構および／またはベンド機構の圧力設定値の変更による電極板２の厚み変化が、厚み計７０の検出値にまだ反映されていない状態である。
【００４３】
この状態は、上記圧力設定値の変更が電極板２の厚みに与える影響を確認できていない状態である。したがって、長さパラメータＬがパスライン長L_tを超え、かつ時間パラメータｔが制御系タイムラグt_dを超えた状態まで待つ必要があり、その状態になるまで次の圧力設定値の変更は保留される。これにより、無駄または過度なプレス機構および／またはベンド機構の圧力設定値の変更が回避され、効率的な圧力設定値の調整が可能となる

。

【００４４】

厚み測定値取得部８１３は、厚み測定値算出部８２１から供給される駆動側厚み測定値T_m、中央厚み測定値T_c、及び操作側厚み測定値T_sを、取得タイミング生成部８１２から供給されるタイミングで取得し、特徴量算出部８１４に供給する。

【００４５】

特徴量算出部８１４には、厚み測定値取得部８１３から駆動側厚み測定値T_m、中央厚み測定値T_c、及び操作側厚み測定値T_sが入力される。また特徴量算出部８１４には、オペレータにより設定された厚み目標値T_tが入力される。

【００４６】

特徴量算出部８１４は、駆動側厚み測定値T_m、中央厚み測定値T_c、操作側厚み測定値T_s、及び厚み目標値T_tをもとに、制御すべき厚み特徴量として、下記（式１）～（式３）で定義される３つの偏差特徴量を算出する。第１特徴量T_{t-c}は、厚み目標値T_tと中央厚み測定値T_cの差分で規定される。第２特徴量T_{drop}は、中央厚み測定値T_cと、駆動側厚み測定値T_mと操作側厚み測定値T_sとの平均値との差分で規定される。すなわち、中央厚み測定値T_cから駆動側厚み測定値T_mを引いた値と、中央厚み測定値T_cから操作側厚み測定値T_sを引いた値の和で規定される。第３特徴量T_{m-s}は、駆動側厚み測定値T_mと操作側厚み測定値T_sとの差分で規定される。

【００４７】

$T_{t-c}=T_t-T_c$　・・・（式１）

$T_{drop}=(T_c-T_m)+(T_c-T_s)$　・・・（式２）

$T_{m-s}=T_m-T_s$　・・・（式３）

第１特徴量$T_{t-c}=0$、第２特徴量$T_{drop}=0$、第３特徴量$T_{m-s}=0$の時、駆動側厚み測定値T_m＝厚み目標値T_t、中央厚み測定値T_c＝厚み目標値T_t、操作側厚み測定値T_s＝厚み目標値T_tとなる。第２特徴量T_{drop}は、厚みプロフィールの２次成分（数値が大の時、上に凸の放物線形状）を表している。第３特徴量T_{m-s}は、厚みプロフィールの１次成分（直線的な傾き）を表している。第２特徴量$T_{drop}=0$、第３特徴量$T_{m-s}=0$の時、電極板２の厚みが幅方向にフラットであることを意味する。

【００４８】

特徴量算出部８１４は、算出した第１特徴量T_{t-c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m-s}を補正値算出部８１５に供給する。

【００４９】

本発明者らの実験によると、第１特徴量T_{t-c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m-s}と荷重との間に、下記（式４）～（式６）に定義される関係があることが分かった。

【００５０】

$T_{t-c}\propto$（トータル荷重）＝（トータルプレス荷重）－（トータルベンド荷重）－（トータルプレロード荷重）　・・・（式４）

$T_{drop}\propto A\times$（トータルプレス荷重）$-B\times$（トータルベンド荷重）$-C\times$（トータルプレロード荷重）　・・・（式５）

$T_{m-s}\propto D\times\{$（操作側プレス荷重）－（駆動側プレス荷重）$\}-E\times\{$（操作側ベンド荷重）－（駆動側ベンド荷重）$\}-F\times\{$（操作側プレロード荷重）－（駆動側プレロード荷重）$\}$　・・・（式６）

ここで、トータルプレス荷重は駆動側プレス荷重と操作側プレス荷重の合算であり、トータルベンド荷重は駆動側ベンド荷重と操作側ベンド荷重の合算であり、トータルプレロード荷重は駆動側プレロード荷重と操作側プレロード荷重の合算である。駆動側荷重は、駆動側プレスシリンダと駆動側ベンドシリンダと駆動側プレロードシリンダによって発生する駆動側荷重である。操作側荷重は、操作側プレスシリンダと操作側ベンドシリンダと操作側プレロードシリンダによって発生する操作側荷重である。

【００５１】
プレスシリンダ荷重は被圧延材に圧力を加える方向に働き、ベンド荷重とプレロード荷重は被圧延材への圧力を下げる方向に働く。プレロードシリンダ荷重は、ロール撓みを過度に発生させない程度の圧力で、かつ設備のガタツキや振動を小さくできる押し付け圧力が確保された固定値に設定される。すなわち、厚み制御においてプレロード荷重は変化させない。なお、プレロードシリンダ荷重が過度に大きい場合、プレス圧力とベンド圧力の制御範囲内でロール撓みを制御することが困難になる。

【００５２】
上記（式５）のＡ、Ｂ、Ｃは正の定数であり、トータルプレス荷重、トータルベンド荷重、及びトータルプレロード荷重の第２特徴量T_{drop}に対する影響が、それぞれ異なることを意味している。上記（式６）のＤ、Ｅ、Ｆは正の定数であり、駆動側と操作側のプレス荷重差（以下、単にプレス荷重差という）、駆動側と操作側とのベンド荷重差（以下、単にベンド荷重差という）、及び駆動側と操作側とのプレロード荷重差（以下、単にプレロード荷重差という）が、第３特徴量T_{m-s}に対して与える影響がそれぞれ異なることを意味している。

【００５３】
予め上記（式４）～（式６）のそれぞれの左辺と右辺の比例定数を測定しておくことで、トータルプレロード荷重が一定値の時、上記（式４）、（式５）より、第１特徴量T_{t-c}と第２特徴量T_{drop}を同時にゼロにするトータルプレス荷重とトータルベンド荷重を一義的に求めることができる。

【００５４】
上記（式６）より、第３特徴量T_{m-s}がゼロになるプレス荷重差およびベンド荷重差を算出できる。プレス荷重差＝０、ベンド荷重差＝０、もしくはプレス荷重差とベンド荷重差との比率を一定にすることで、プレス荷重差とベンド荷重差を一義的に求めることができる。

【００５５】
以上により求めたトータルプレス荷重、トータルベンド荷重、プレス荷重差、ベンド荷重差より、第１特徴量T_{t-c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m-s}が全てゼロになる駆動側プレス荷重、操作側プレス荷重、駆動側ベンド荷重、操作側ベンド荷重を一義的に求めることができる。求めた駆動側プレス荷重および操作側プレス荷重になるように、第１プレス機構４１及び／又は第２プレス機構４２を制御し、求めた駆動側ベンド荷重、操作側ベンド荷重になるように第１ベンド機構５１及び／又は第２ベンド機構５２を制御することで、第１特徴量T_{t-c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m-s}を同時にゼロに制御でき、電極板２の全幅に渡る厚みを目標値T_tに制御できる。

【００５６】
本実施の形態では、各シリンダの圧力を制御することで各荷重を制御した。荷重はシリンダ径（定数）×シリンダ圧力で計算される。上記（式４）～（式６）より、平均プレス圧力P_{ave}、平均ベンド圧力B_{ave}、平均ペイロード圧力R_{ave}、プレス圧力差P_{s-m}、ベンド圧力差B_{s-m}、及びペイロード圧力差R_{s-m}と、第１特徴量T_{t-c}、第２特徴量T_{drop}、及び第３特徴量T_{m-s}との間に、下記（式７）～（式１５）の関係が成り立つ。具体的には、上記（式４）から下記（式７）～（式９）が導かれ、上記（式５）から（式１０）～（式１２）が導かれ、上記（式６）から下記（式１３）～（式１５）が導かれる。

【００５７】
$T_{t-c} \propto P_{ave}$ ・・・（式７）
$T_{t-c} \propto -B_{ave}$ ・・・（式８）
$T_{t-c} \propto -R_{ave}$ ・・・（式９）
$T_{drop} \propto P_{ave}$ ・・・（式１０）
$T_{drop} \propto -B_{ave}$ ・・・（式１１）
$T_{drop} \propto -R_{ave}$ ・・・（式１２）

$T_{m-s} \propto P_{s-m}$ ・・・（式１３）
$T_{m-s} \propto -B_{s-m}$ ・・・（式１４）
$T_{m-s} \propto -R_{s-m}$ ・・・（式１５）

平均プレス圧力P_{ave}、平均ベンド圧力B_{ave}、平均ペイロード圧力R_{ave}、プレス圧力差P_{s-m}、ベンド圧力差B_{s-m}、及びペイロード圧力差R_{s-m}は、駆動側プレス圧力P_m、操作側プレス圧力Ｐｓ、駆動側ベンド圧力B_m、操作側ベンド圧力B_s、駆動側ペイロード圧力R_m、及び操作側ペイロード圧力R_sをもとに、下記（式１６）～（式２１）で定義される。

【００５８】

$P_{ave} = (P_m + P_s) / 2$ ・・・（式１６）
$B_{ave} = (B_m + B_s) / 2$ ・・・（式１７）
$R_{ave} = (R_m + R_s) / 2$ ・・・（式１８）
$P_{s-m} = P_s - P_m$ ・・・（式１９）
$B_{s-m} = B_s - B_m$ ・・・（式２０）
$R_{s-m} = R_s - R_m$ ・・・（式２１）

予め上記（式７）～（式８）、上記（式１０）～（式１１）、上記（式１３）～（式１４）の比例定数を測定しておく。ペイロード圧力が一定の時、上記（式７）～（式８）と上記（式１０）～（式１１）に示す相関関係より、第１特徴量T_{t-c}と第２特徴量T_{drop}が同時にゼロになる平均プレス圧力P_{ave}と平均ベンド圧力B_{ave}が一義的に求まる。上記（式１３）～（式１４）の相関関係より、第３特徴量T_{m-s}がゼロになるプレス圧力差P_{s-m}とベンド圧力差B_{s-m}が求まる。ただし、プレス圧力差P_{s-m}とベンド圧力差B_{s-m}を一義的に求めるには、プレス圧力差P_{s-m}かベンド圧力差B_{s-m}のどちらかを固定値とするか、プレス圧力差P_{s-m}とベンド圧力差B_{s-m}との比率を固定値とする必要がある。

【００５９】

以上により求めた平均プレス圧力P_{ave}、平均ベンド圧力B_{ave}、プレス圧力差P_{s-m}、及びベンド圧力差B_{s-m}と、オペレータにより設定された駆動側プレス圧力設定値P_m、操作側プレス圧力設定値P_s、駆動側ベンド圧力設定値B_m、及び操作側ベンド圧力設定値B_sから算出される平均プレス圧力P_{ave}、平均ベンド圧力B_{ave}、プレス圧力差P_{s-m}、及びベンド圧力差B_{s-m}とを一致させるために必要な駆動側プレス圧力補正値ΔP_m、操作側プレス圧力補正値ΔP_s、駆動側ベンド圧力補正値ΔB_m、及び操作側ベンド圧力補正値ΔB_sも一義的に求まる。

【００６０】

第１プレス機構４１の圧力を補正後の駆動側プレス圧力設定値$P_m + \Delta P_m$に設定し、第２プレス機構４２の圧力を補正後の操作側プレス圧力設定値$P_s + \Delta P_s$に設定し、第１ベンド機構５１の圧力を補正後の駆動側ベンド圧力設定値$B_m + \Delta B_m$に設定し、及び第２ベンド機構５２の圧力を補正後の操作側ベンド圧力設定値$B_s + \Delta B_s$に設定して、各機構の圧力を制御することで、電極板２の全幅に渡る厚みを目標値T_tに制御できる。

【００６１】

補正値算出部８１５には、特徴量算出部８１４から第１特徴量T_{t-c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m-s}が供給される。また、ＨＭＩを介してオペレータにより入力された駆動側プレス圧力設定値P_m、操作側プレス圧力設定値P_s、駆動側ベンド圧力設定値B_m、及び操作側ベンド圧力設定値B_sが供給される。

【００６２】

補正値算出部８１５は、第１特徴量T_{t-c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m-s}、平均プレス圧力P_{ave}、平均ベンド圧力B_{ave}、プレス圧力差P_{s-m}、ベンド圧力差B_{s-m}、及び上記（式７）、（式８）、（式１０）、（式１１）、（式１３）、（式１４）の比例定数をもとに、駆動側プレス圧力補正値ΔP_m、操作側プレス圧力補正値ΔP_s、駆動側ベンド圧力補正値ΔB_m、及び操作側ベンド圧力補正値ΔB_sを算出する。補正値算出部８１５は、算出した駆動側プレス圧力補正値ΔP_m、操作側プレス圧

力補正値ΔＰ$_s$、駆動側ベンド圧力補正値ΔＢ$_m$、及び操作側ベンド圧力補正値ΔＢ$_s$を圧力設定値補正部８１６に供給する。

【００６３】

圧力設定値補正部８１６には、補正値算出部８１５から駆動側プレス圧力補正値ΔＰ$_m$、操作側プレス圧力補正値ΔＰ$_s$、駆動側ベンド圧力補正値ΔＢ$_m$、及び操作側ベンド圧力補正値ΔＢ$_s$が供給される。また、ＨＭＩを介してオペレータにより入力された駆動側プレス圧力設定値Ｐ$_m$、操作側プレス圧力設定値Ｐ$_s$、駆動側ベンド圧力設定値Ｂ$_m$、及び操作側ベンド圧力設定値Ｂ$_s$が供給される。

【００６４】

圧力設定値補正部８１６は、駆動側プレス圧力設定値Ｐ$_m$、操作側プレス圧力設定値Ｐ$_s$、駆動側ベンド圧力設定値Ｂ$_m$、及び操作側ベンド圧力設定値Ｂ$_s$に、駆動側プレス圧力補正値ΔＰ$_m$、操作側プレス圧力補正値ΔＰ$_s$、駆動側ベンド圧力補正値ΔＢ$_m$、及び操作側ベンド圧力補正値ΔＢ$_s$をそれぞれ加算して、補正後の駆動側プレス圧力設定値Ｐ$_m$＋ΔＰ$_m$、補正後の操作側プレス圧力設定値Ｐ$_s$＋ΔＰ$_s$、補正後の駆動側ベンド圧力設定値Ｂ$_m$＋ΔＢ$_m$、及び補正後の操作側ベンド圧力設定値Ｂ$_s$＋ΔＢ$_s$を算出する。

【００６５】

圧力設定値補正部８１６は、算出した補正後の駆動側プレス圧力設定値Ｐ$_m$＋ΔＰ$_m$、補正後の操作側プレス圧力設定値Ｐ$_s$＋ΔＰ$_s$、補正後の駆動側ベンド圧力設定値Ｂ$_m$＋ΔＢ$_m$、及び補正後の操作側ベンド圧力設定値Ｂ$_s$＋ΔＢ$_s$を圧力偏差算出部８１７に供給する。

【００６６】

圧力偏差算出部８１７は、圧力設定値補正部８１６から供給された補正後の駆動側プレス圧力設定値Ｐ$_m$＋ΔＰ$_m$、補正後の操作側プレス圧力設定値Ｐ$_s$＋ΔＰ$_s$、補正後の駆動側ベンド圧力設定値Ｂ$_m$＋ΔＢ$_m$、及び補正後の操作側ベンド圧力設定値Ｂ$_s$＋ΔＢ$_s$と、圧力制御部８１９から供給される第１プレス機構４１の圧力実測値、第２プレス機構４２の圧力実測値、第１ベンド機構５１の圧力実測値、及び第２ベンド機構５２の圧力実測値との偏差をそれぞれ算出する。

【００６７】

圧力制御部８１９はアクチュエータコントローラで構成され、各シリンダの圧力および各電動圧下装置の圧力を制御するとともに、各シリンダが実際に各軸受部に加えている圧力および各電動圧下装置が各軸受部に加えている圧力を取得する。例えば、油圧シリンダの場合、弁開度計で測定された弁開度をもとに当該油圧シリンダが実際に加えている圧力を測定する。

【００６８】

圧力偏差算出部８１７は、算出した第１プレス機構４１の圧力偏差、第２プレス機構４２の圧力偏差、第１ベンド機構５１の圧力偏差、及び第２ベンド機構５２の圧力偏差をＰＩＤ制御部８１８に供給する。ＰＩＤ制御部８１８は、第１プレス機構４１の圧力偏差、第２プレス機構４２の圧力偏差、第１ベンド機構５１の圧力偏差、及び第２ベンド機構５２の圧力偏差をもとに、第１プレス機構４１の操作量、第２プレス機構４２の操作量、第１ベンド機構５１の操作量、及び第２ベンド機構５２の操作量を生成する。

【００６９】

なお、ＰＩＤ補償の代わりに、Ｐ補償、ＰＩ補償、またはＰＤ補償を用いてもよい。Ｐ補償では積分項を制御でき、Ｉ補償では比例項（定常偏差）を制御でき、Ｄ補償では微分項を制御できる。

【００７０】

ＰＩＤ制御部８１８は、生成した第１プレス機構４１の操作量、第２プレス機構４２の操作量、第１ベンド機構５１の操作量、及び第２ベンド機構５２の操作量を圧力制御部８１９に供給する。圧力制御部８１９は、第１プレス機構４１の操作量、第２プレス機構４２の操作量、第１ベンド機構５１の操作量、及び第２ベンド機構５２の操作量をもとに、第１プレス機構４１、第２プレス機構４２、第１ベンド機構５１、及び第２ベンド機構５

２をそれぞれ駆動する。

【００７１】

図４（ａ）－（ｃ）は、第１特徴量T_{t_c}、第２特徴量T_{drop}、第３特徴量T_{m_s}の妥当性を検証した図である。図４（ａ）は、ある電極板２の幅方向の５点の極板厚み実測値を最小２乗法でフィッティングした２次曲線を示す図である。

【００７２】

図４（ｂ）は、図４（ａ）に示した電極板２の幅方向の５点の極板厚み実測値を最小２乗法でフィッティングした２次関数の１次成分と、駆動側Ｍの極板厚み実測値T_mと操作側Ｓの極板厚み実測値T_sにもとづく第３特徴量T_{m_s}を比較した図である。決定係数Ｒ　１であり、両者が略比例関係にあることが分かる。

【００７３】

図４（ｃ）は、図４（ａ）に示した電極板２の幅方向の５点の極板厚み実測値を最小２乗法でフィッティングした２次関数の２次成分と、駆動側Ｍ、中央Ｃ、操作側Ｓの３点の極板厚み実測値T_m、T_c、T_sにもとづく第２特徴量T_{drop}を比較した図である。決定係数Ｒ　１であり、両者が略比例関係にあることが分かる。

【００７４】

このように、駆動側Ｍ、中央Ｃ、操作側Ｓの３点の極板厚み実測値T_m、T_c、T_sにもとづく特徴量により、５点の極板厚み実測値をもとにフィッティングした２次関数と同等の極板厚みの推定精度が得られることが分かる。

【００７５】

図５（ａ）－（ｂ）は、電極板２の厚みプロフィールに作用する荷重モーメント成分を模式的に示した図である。なお図５（ａ）－（ｂ）では、プレロード荷重は無視して考えている。図５（ａ）は、第３特徴量T_{m_s}（１次成分（傾き））に作用する荷重モーメント成分を模式的に示した図である。当該荷重モーメント成分は、上記（式６）に示したように、$D\times(P_s-P_m)-E\times(B_s-B_m)$で規定される。

【００７６】

図５（ｂ）は、第２特徴量T_{drop}（２次成分（撓み））に作用する荷重モーメント成分を模式的に示した図である。当該荷重モーメント成分は、上記（式５）に示したように、$A\times(P_s+P_m)-B\times(B_s-B_m)$で規定される。

【００７７】

以上説明したように本実施の形態によれば、駆動側厚み測定値T_m、中央厚み測定値T_c、操作側厚み測定値T_s、及び厚み目標値T_tをもとに、第１特徴量T_{t_c}、第２特徴量T_{drop}、及び第３特徴量T_{m_s}を算出し、第１特徴量T_{t_c}、第２特徴量T_{drop}、及び第３特徴量T_{m_s}が全てゼロになるようにプレス機構および／またはベンド機構を制御する。これにより、圧縮加工後の電極板２の厚みを全幅に渡って目標値T_tに収束させることができる。

【００７８】

上記特許文献１（特開２０１３－１１１６４７号公報）には、操作側、中央部、駆動側の３か所で圧縮後の厚みを測定し、それら厚み測定値と目標厚みの差が、予め設定されたしきい値を外れた場合に、しきい値に入るように、プレス機構とベンド機構を制御する手法が開示されている。当該手法では、しきい値を超えるまで膜厚制御が発動されないため、しきい値以上の厚み精度を得ることができず、目標とする厚み付近に収束するまでに時間がかかるか、目標とする厚み付近に収束できない場合がある。

【００７９】

また上記手法では、駆動側厚みと操作側厚みと目標厚みを比較し、しきい値を超えた場合、これを補正するようにプレスシリンダの位置を再設定し、プレスシリンダの位置変更によって変化する撓み補正量を維持するために、ベンドシリンダの圧力を計算し、設定する。しきい値を超えない場合、中央部厚みとしきい値を比較し、しきい値を超えた場合、中央部のロール変形が大きくなっているとして、ベンドシリンダの圧力のみを変更し、プレスシリンダの位置は変更しない。これらの制御フローが繰り返し、実行される。

【００８０】
一般にベンドシリンダの圧力変化は、ロールギャップを開く方向に作用し、被圧延材への圧延荷重を変化させるため、厚み変化を伴う。従って、上記制御フローにおけるいずれの手順においても、ベンドシリンダの圧力を変化させたことによって膜厚が変化し、再びしきい値を外れることになり、目標とする厚み付近に到達するまで時間がかかるか、しきい値に制御できない場合が発生する。特に、しきい値を狭めた時ほど、またはプレスシリンダの位置やベンドシリンダの圧力を大きく変更する必要がある場合ほど、再びしきい値を外れる可能性が高まるため、制御できる厚み範囲や制御速度に限界がある。
【００８１】
これに対して本実施の形態によれば、圧縮加工後の電極板２の厚みが常に目標値T_tに収束されるようにフィードバック制御されることにより、電極板２の厚みが常に良好な状態に維持される。また、自動で電極板２の厚みが目標値T_tに制御されるため、オペレータが定期的にラインを止めて、電極板２の厚みをマイクロメータで測定し、測定値にもとづきプレス機構および／またはベンド機構の圧力値を調整する必要がない。従って、熟練したオペレータを配置する必要がなく、人件費を抑制することができる。また、オペレータによる品質のバラツキを抑えることができる。
【００８２】
また本実施の形態では、圧力補正が反映される前の厚み測定値を基準に新たな圧力補正が実行されることを防止するため、圧力補正の実行後、プレス位置から厚み計７０までのパスライン長L_tに電極板２の長さが到達し、かつ圧力設定値の変更が圧力実績に反映されるまでの時間t_dを経過してから、厚み測定値を取得する。取得した厚み測定値をもとに３つの特徴量を計算し、３つの特徴量をもとに圧力補正値を計算し、次回の圧力変更を実行する。
【００８３】
プレス前工程の塗工工程や乾燥工程において、被圧延材の塗膜厚みの変化や塗膜硬さの変化、あるいはプレス機の加圧ロールや主軸箱の熱影響によって、プレス後の被圧延材の厚みに変化が発生する場合がある。その場合であっても、上記制御を反復して連続的に行うことで、厚み計７０が厚み変化を検出した直後に、プレス後の被圧延材の厚みを全幅において目標値T_tに制御できるので、全長に渡って良好な厚みを得ることができる。
【００８４】
上述した比例定数は被圧延材の品種によって異なるので、品種毎に比例定数を測定しておくことが望ましい。
【００８５】
以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。
【００８６】
図３では、制御装置８０を、第１制御盤８１と第２制御盤８２の２つの制御盤で構成する例を説明したが、第１制御盤８１と第２制御盤８２を統合した１つの制御盤で構成してもよい。
【００８７】
また上述の実施の形態では、第１特徴量T_{t_c}、第２特徴量T_{drop}、及び第３特徴量T_{m_s}が全てゼロになるようにプレス機構および／またはベンド機構を制御する例を説明した。第２特徴量T_{drop}及び第３特徴量T_{m_s}が両方ともゼロの状態は、電極板２が幅方向に平坦な状態である。この点、両エッジが中央より厚い電極板２を製造する場合、第２特徴量T_{drop}が、エッジと中央との厚み差に応じた負の値になるようにプレス機構および／またはベンド機構を制御する。また、両エッジが中央より薄い電極板を製造する場合、第２特徴量T_{drop}が、エッジと中央との厚み差に応じた正の値になるようにプレス機構および／またはベンド機構を制御する。
【００８８】

即ち、下記（式２２）－（式２４）のα、β、γを任意に設定することにより、任意の厚みプロフィールの電極板２を製造できる。

【００８９】

$T_{t-c}+\alpha=0$ ・・・（式２２）

$T_{drop}+\beta=0$ ・・・（式２３）

$T_{m-s}+\gamma=0$ ・・・（式２４）

α、β、γは任意の実数［μｍ］

上述の実施の形態では、電極板の厚みプロフィールの２次成分を示す第２特徴量は、中央厚み測定値T_cと、駆動側厚み測定値T_mと操作側厚み測定値T_sとの平均値との差分で規定した。電極板の厚みプロフィールの１次成分を示す第３特徴量は、駆動側厚み測定値T_mと操作側厚み測定値T_sとの差分で規定した。この点、第２特徴量および第３特徴量を、最小二乗法を用いて導出した２次または４次の近似曲線から規定することもできる。

【００９０】

図６（ａ）、（ｂ）は、変形例に係る第２特徴量および第３特徴量の導出方法の一例を説明するための図である。図６（ａ）は、パスライン上に流れる電極板を上から見た図である。黒い太線は銅箔部を示している。電極板はパスラインを下から上の方向に移動する。図６（ａ）では、複数の厚み計７０が電極板２の幅方向に並べて固定して設置されている。より具体的には、５つの厚み計７０が幅方向に並べて設置されている。厚み測定値算出部８２１は、５つの厚み計７０によりそれぞれ検出された５つの厚み検出値を、電極板の長さ方向（走行方向）に平均化して５つの厚み測定値を算出する。上述したように、走行方向に５ｍｍ以上の平均値を算出するのが望ましい。

【００９１】

図６（ｂ）は、５点の厚み測定値と、５点の厚み測定値をもとに最小二乗法により導出した近似曲線を示す図である。特徴量算出部８１４は、５点の厚み測定値をサンプルデータとして、最小二乗法により２次曲線または４次曲線を近似する。近似される２次曲線は下記（式２５）で定義され、近似される４次曲線は下記（式２６）で定義される。

【００９２】

$y=a\cdot x^2+b\cdot x+c$ ・・・（式２５）

$y=d\cdot x^4+e\cdot x^3+f\cdot x^2+g\cdot x+h$ ・・・（式２６）

２次曲線で近似した場合、特徴量算出部８１４は、近似した２次曲線の２次係数ａを第２特徴量に設定し、１次係数ｂを第３特徴量に設定する。４次曲線で近似した場合、特徴量算出部８１４は、近似した４次曲線の２次係数ｆを第２特徴量に設定し、１次係数ｇを第３特徴量に設定する。なお第１特徴量には、上記と同様に、厚み目標値T_tと中央厚み測定値T_cの差分を設定する。

【００９３】

本発明者らの実験によると、変形例における第２特徴量および第３特徴量と荷重との間に、下記（式２７）、（式２８）に定義される関係があることが分かった。

【００９４】

ａ∝Ａ×（トータルプレス荷重）－Ｂ×（トータルベンド荷重）－Ｃ×（トータルプレロード荷重） ・・・（式２７）

ｂ∝Ｄ×｛（操作側プレス荷重）－（駆動側プレス荷重）｝－Ｅ×｛（操作側ベンド荷重）－（駆動側ベンド荷重）｝－Ｆ×｛（操作側プレロード荷重）－（駆動側プレロード荷重）｝ ・・・（式２８）

なお４次曲線の場合は、ａがｆ、ｂがｇとなる。

【００９５】

図７（ａ）、（ｂ）は、変形例に係る第２特徴量および第３特徴量の導出方法の別の例を説明するための図である。図７（ａ）に示す例は、１つの厚み計７０で電極板の幅方向に走査して、連続的に電極板の厚みを検出する例である。図７（ｂ）に示すように本例では、電極板の幅方向に５点の計測位置（幅位置１～５）を設けている。図７（ｂ）におい

て、ぎざぎざの実線は厚み検出値を示しており、例えば、厚み計７０により２ｍｍ間隔で検出される。

【００９６】

厚み測定値算出部８２１は、各幅方向位置において、例えば幅方向に±１０ｍｍの範囲で検出された厚み検出値を平均化して５つの厚み測定値を算出する。なお、銅箔部の検出値は平均値の算出から除外される。特徴量算出部８１４は、図６（ａ）、（ｂ）に示した例と同様に、５点の厚み測定値をサンプルデータとして、最小二乗法により２次曲線または４次曲線を近似する。特徴量算出部８１４は、近似した２次曲線または４次曲線の２次係数を第２特徴量に設定し、１次係数を第３特徴量に設定する。

【００９７】

図６（ａ）、（ｂ）、図７（ａ）、（ｃ）に示す例では、５点の厚み測定値をもとに２次曲線または４次曲線を近似し、２次曲線または４次曲線の２次係数を第２特徴量に設定し、１次係数を第１特徴量に設定した。この点、サンプル点は３点以上であればよい。なお一般に、サンプル点の数が多くなるほど近似精度が向上する。また、２次以上の関数であれば、２次係数と１次係数を導出することができる。

【００９８】

以上説明したように変形例によれば、上記実施の形態に示した３点方式で３つの特徴量を算出する例と同様の効果を奏する。なお、変形例ではサンプル点を多くすることにより、電極板の厚みの推定精度をさらに向上させることができる。

【００９９】

なお、実施の形態は、以下の項目によって特定されてもよい。

【０１００】

［項目１］

連続的に搬送される二次電池の電極板（２）を挟み込むことにより圧延する第１加圧ローラ（１１）及び第２加圧ローラ（１２）と、

前記第１加圧ローラ（１１）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１主軸受部（２１）及び第２主軸受部（２２）と、

前記第２加圧ローラ（１２）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３主軸受部（２３）及び第４主軸受部（２４）と、

前記第１加圧ローラ（１１）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１ベンド軸受部（３１）及び第２ベンド軸受部（３２）と、

前記第２加圧ローラ（１２）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３ベンド軸受部（３３）及び第４ベンド軸受部（３４）と、

前記第１主軸受部（２１）及び前記第３主軸受部（２３）の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が近接する方向への荷重を加えることが可能な第１プレス機構（４１）と、

前記第２主軸受部（２２）及び前記第４主軸受部（２４）の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が近接する方向への荷重を加えることが可能な第２プレス機構（４２）と、

前記第１ベンド軸受部（３１）及び前記第３ベンド軸受部（３３）に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が離接する方向への荷重を加えることが可能な第１ベンド機構（５１）と、

前記第２ベンド軸受部（３２）及び前記第４ベンド軸受部（３４）に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が離接する方向への荷重を加えることが可能な第２ベンド機構（５２）と、

前記第１加圧ローラ（１１）及び第２加圧ローラ（１２）の出側に設けられ、前記二次電池の電極板（２）の厚みを、当該電極板（２）の幅方向に３点以上でそれぞれ検出する厚み計（７０）と、

前記厚み計（７０）の検出値にもとづく３点以上の厚み測定値と、厚み目標値をもとに、前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の圧力設定値を算出する算出部（８１４～８１６）と、

前記算出部（８１４～８１６）により算出された圧力設定値をもとに、前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の荷重をそれぞれ制御する圧力制御部（８１９）と、を備え、

前記算出部（８１４～８１６）は、前記３点以上の点の中央の点の厚み測定値と厚み目標値との偏差、前記電極板（２）の厚みプロフィールの２次成分、及び前記電極板（２）の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出し、３つの特徴量をもとに前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の圧力設定値を適応的に変更する、

ロールプレス装置（１）。

【０１０１】

これによれば、ロールプレス装置（１）による電極板（２）の厚み制御を高精度化することができる。

【０１０２】

［項目２］

前記厚み計（７０）は、前記第１加圧ローラ（１１）及び第２加圧ローラ（１２）の出側に設けられ、前記二次電池の電極板（２）の厚みを、当該電極板（２）の幅方向に並んだ第１地点、第２地点、及び第３地点でそれぞれ検出し、

前記算出部（８１４～８１６）は、前記厚み計（７０）の検出値にもとづく第１地点厚み測定値、第２地点厚み測定値、及び第３地点厚み測定値と、厚み目標値をもとに、前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の圧力設定値を算出し、

前記第１地点は、前記二次電池の電極板（２）の、前記第１プレス機構（４１）が設けられる側の端部に設定され、

前記第２地点は、前記二次電池の電極板（２）の中央部に設定され、

前記第３地点は、前記二次電池の電極板（２）の、前記第２プレス機構（４２）が設けられる側の端部に設定され、

前記算出部（８１４～８１６）は、前記第１地点厚み測定値、前記第２地点厚み測定値、前記第３地点厚み測定値、及び前記厚み目標値から、前記第２地点厚み測定値と厚み目標値との偏差、前記電極板（２）の厚みプロフィールの２次成分、及び前記電極板（２）の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出する、

項目１に記載のロールプレス装置（１）。

【０１０３】

これによれば、３つの地点の厚み測定値から、電極板（２）の厚み制御を高精度化することができる。

【０１０４】

［項目３］

第１特徴量は、前記厚み目標値と前記第２地点厚み測定値との差分で規定され、

第２特徴量は、前記第２地点厚み測定値と前記第１地点厚み測定値との差分と、前記第２地点厚み測定値と前記第３地点厚み測定値との差分の和で規定され、

第３特徴量は、前記１地点厚み測定値と前記第３地点厚み測定値との差分で規定される、

項目２に記載のロールプレス装置（１）。

【０１０５】

これによれば、上記３つの特徴量により、電極板（２）の幅方向の厚みを高精度にプロファイリングすることができる。

【０１０６】

［項目４］
前記算出部（８１４～８１６）は、前記厚み計（７０）の検出値にもとづく複数の地点の厚み測定値をもとに、最小二乗法により２次以上の関数を近似し、当該近似した関数の２次係数と１次係数を算出し、当該２次係数を前記電極板（２）の厚みプロフィールの２次成分として使用し、当該１次係数を前記電極板（２）の厚みプロフィールの１次成分として使用する、
項目１に記載のロールプレス装置（１）。
【０１０７】
これによれば、３点以上の厚み測定値から最小二乗法を用いて、電極板（２）の厚み制御を高精度化することができる。
【０１０８】
［項目５］
前記算出部（８１４～８１６）は、前記３つの特徴量が全てゼロになるように、前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）のそれぞれの圧力設定値を算出する、
項目１から４のいずれか１項に記載のロールプレス装置（１）。
【０１０９】
これによれば、電極板（２）の厚みを、幅方向全体に渡って平坦な状態で厚み目標値に収束させることができる。
【０１１０】
［項目６］
前記厚み計（７０）は、１つの厚み検出センサを前記電極板（２）の幅方向に走査して、連続的に前記電極板（２）の厚みを検出するものであり、前記３点以上の厚み検出値を抽出する、
項目１から５のいずれか１項に記載のロールプレス装置（１）。
【０１１１】
これによれば、厚み検出センサの数を減らすことができる。
【０１１２】
［項目７］
前記厚み計（７０）は、３つ以上の厚み検出センサで前記３点以上の厚みをそれぞれ検出する、
項目１から５のいずれか１項に記載のロールプレス装置（１）。
【０１１３】
これによれば、それぞれの厚み検出センサの制御を単純化することができる。
【０１１４】
［項目８］
前記厚み計（７０）で検出された３つ以上の厚み検出値を、前記電極板（２）の長手方向にそれぞれフィルタリングして、前記３点以上の厚み測定値を算出する厚み測定値算出部（８２１）をさらに備える、
項目６または７に記載のロールプレス装置（１）。
【０１１５】
これによれば、検出値のノイズを除去することができる。
【０１１６】
［項目９］
前記算出部（８１４～８１６）は、前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の圧力設定値の変更を行った後、プレス位置から前記厚み計（７０）までのパスライン長、及び前記圧力設定値の変更が実際の出力に反映されるまでの時間に関する所定の条件を満たすまで、次の前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の圧力設定値の変更を保留する、

項目１から８のいずれか１項に記載のロールプレス装置（１）。

【０１１７】

これによれば、無駄または過度なプレス機構および／またはベンド機構の圧力設定値の変更を回避することができる。

【０１１８】

［項目１０］

連続的に搬送される二次電池の電極板（２）を挟み込むことにより圧延する第１加圧ローラ（１１）及び第２加圧ローラ（１２）と、

前記第１加圧ローラ（１１）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１主軸受部（２１）及び第２主軸受部（２２）と、

前記第２加圧ローラ（１２）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３主軸受部（２３）及び第４主軸受部（２４）と、

前記第１加圧ローラ（１１）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第１ベンド軸受部（３１）及び第２ベンド軸受部（３２）と、

前記第２加圧ローラ（１２）の回転軸の一方の側と他方の側にそれぞれ設けられ、当該回転軸を回転自在に支持する第３ベンド軸受部（３３）及び第４ベンド軸受部（３４）と、

前記第１主軸受部（２１）及び前記第３主軸受部（２３）の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が近接する方向への荷重を加えることが可能な第１プレス機構（４１）と、

前記第２主軸受部（２２）及び前記第４主軸受部（２４）の少なくとも一方に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が近接する方向への荷重を加えることが可能な第２プレス機構（４２）と、

前記第１ベンド軸受部（３１）及び前記第３ベンド軸受部（３３）に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が離接する方向への荷重を加えることが可能な第１ベンド機構（５１）と、

前記第２ベンド軸受部（３２）及び前記第４ベンド軸受部（３４）に、前記第１加圧ローラ（１１）と前記第２加圧ローラ（１２）が離接する方向への荷重を加えることが可能な第２ベンド機構（５２）と、

前記第１加圧ローラ（１１）及び第２加圧ローラ（１２）の出側に設けられ、前記二次電池の電極板（２）の厚みを、当該電極板（２）の幅方向に３点以上でそれぞれ検出する厚み計（７０）と、

を備えるロールプレス装置に使用される制御装置（８０）であって、

前記厚み計（７０）の検出値にもとづく３点以上の厚み測定値と、厚み目標値をもとに、前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の圧力設定値を算出する算出部（８１４～８１６）と、

前記算出部（８１４～８１６）により算出された圧力設定値をもとに、前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の荷重をそれぞれ制御する圧力制御部（８１９）と、を備え、

前記算出部（８１４～８１６）は、前記３点以上の点の中央の点の厚み測定値と厚み目標値との偏差、前記電極板（２）の厚みプロフィールの２次成分、及び前記電極板（２）の厚みプロフィールの１次成分の３つの特徴量を算出し、３つの特徴量をもとに前記第１プレス機構（４１）、前記第２プレス機構（４２）、前記第１ベンド機構（５１）、及び前記第２ベンド機構（５２）の圧力設定値を適応的に変更する、

制御装置（８０）。

【０１１９】

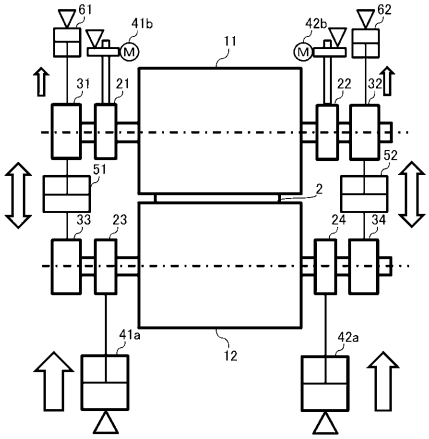
これによれば、ロールプレス装置（１）による電極板（２）の厚み制御を高精度化することができる。

【符号の説明】

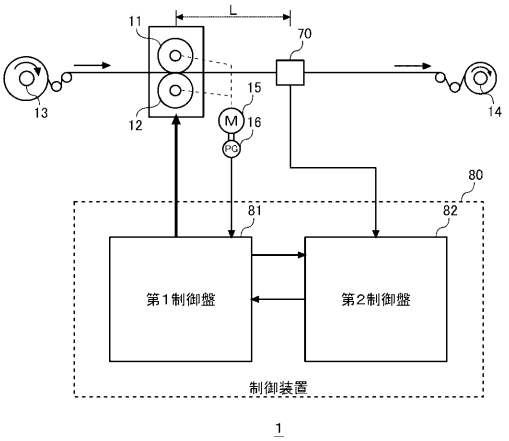
【０１２０】

１　ロールプレス装置
２　電極板
１１　第１加圧ローラ
１２　第２加圧ローラ
１３　巻出機
１４　巻取機
１５　モータ
１６　パルスジェネレータ
２１　第１主軸受部
２２　第２主軸受部
２３　第３主軸受部
２４　第４主軸受部
３１　第１ベンド軸受部
３２　第２ベンド軸受部
３３　第３ベンド軸受部
３４　第４ベンド軸受部
４１　第１プレス機構
４２　第２プレス機構
４１ａ　第１プレスシリンダ
４１ｂ　第１電動圧下装置
４２ａ　第２プレスシリンダ
４２ｂ　第２電動圧下装置
５１　第１ベンド機構
５２　第２ベンド機構
６１　第１プレロード機構
６２　第２プレロード機構
７０　厚み計
８０　制御装置
８１　第１制御盤
８１１　長さ測定部
８１２　取得タイミング生成部
８１３　厚み測定値取得部
８１４　特徴量算出部
８１５　補正値算出部
８１６　圧力設定値補正部
８１７　圧力偏差算出部
８１８　ＰＩＤ制御部
８１９　圧力制御部
８２　第２制御盤
８２１　厚み測定値算出部

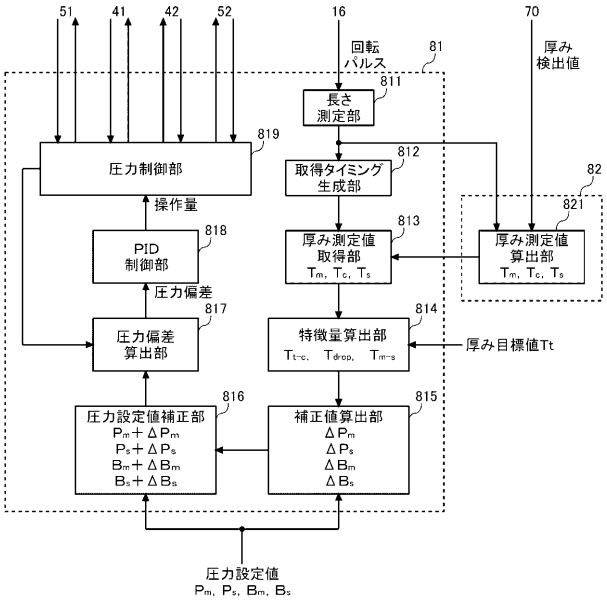
【図１】


61
41b
42b
62
11
31
21
22
32
52
51
2
33
23
24
34
41a
12
42a

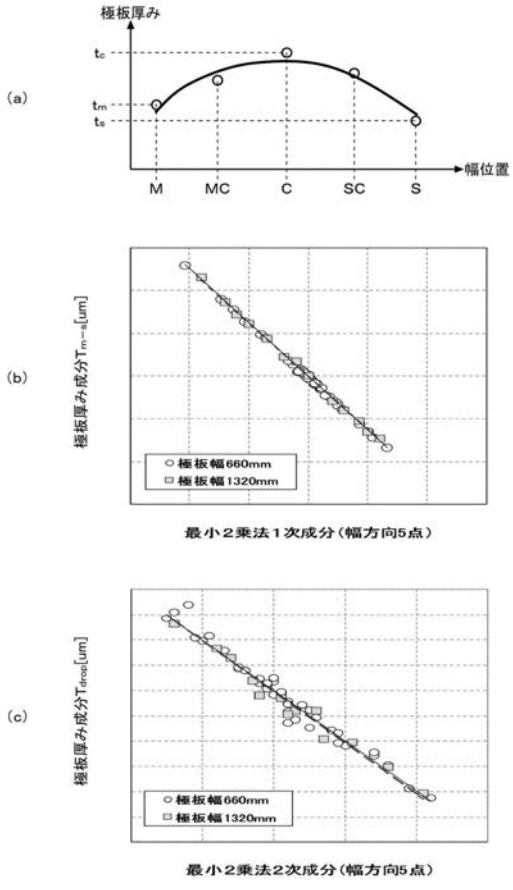
【図２】


L
11
70
13
12
15
16
14
80
81
82
第１制御盤
第２制御盤
制御装置
1

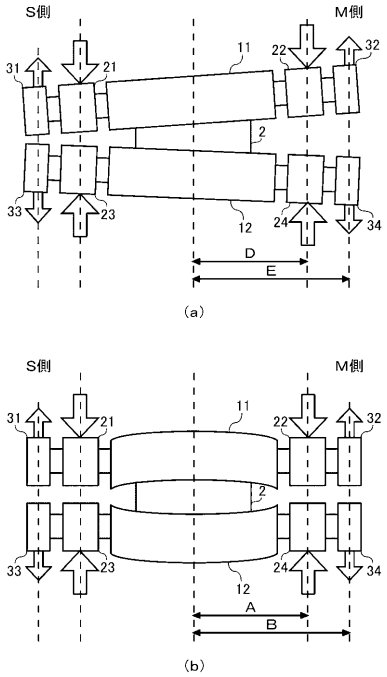
【図３】


51
41
42
52
16
70
回転パルス
81
厚み検出値
811
長さ測定部
819
圧力制御部
812
取得タイミング生成部
82
821
操作量
818
PID制御部
813
厚み測定値取得部
Tm, Tc, Ts
厚み測定値算出部
Tm, Tc, Ts
圧力偏差
817
圧力偏差算出部
814
特徴量算出部
Tt-c, Tdrop, Tm-s
厚み目標値Tt
816
圧力設定値補正部
Pm＋ΔPm
Ps＋ΔPs
Bm＋ΔBm
Bs＋ΔBs
815
補正値算出部
ΔPm
ΔPs
ΔBm
ΔBs
圧力設定値
Pm, Ps, Bm, Bs

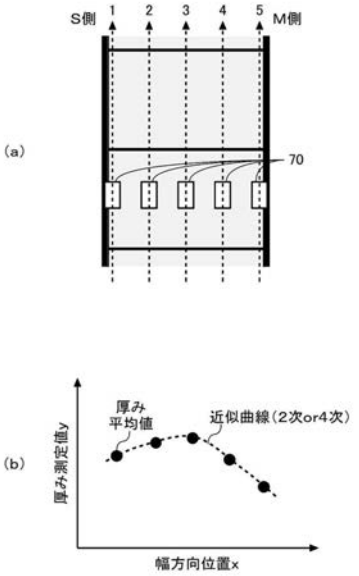
【図４】


(a)
極板厚み
tc
tm
ts
幅位置
M
MC
C
SC
S
(b)
極板厚み成分Tm-s[um]
極板幅660mm
極板幅1320mm
最小２乗法１次成分（幅方向5点）
(c)
極板厚み成分Tdrop[um]
極板幅660mm
極板幅1320mm
最小２乗法２次成分（幅方向5点）

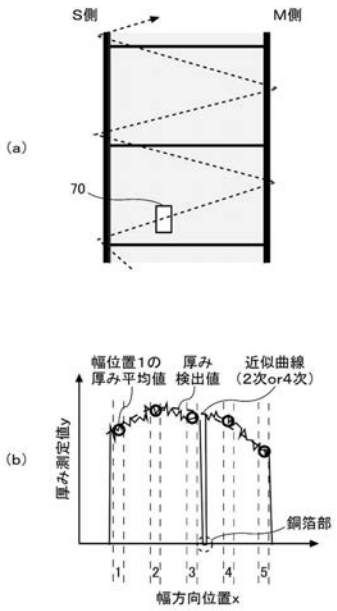
【図５】


S側
M側
31
21
11
22
32
2
33
23
12
24
34
D
E
(a)
S側
M側
31
21
11
22
32
2
33
23
24
34
12
A
B
(b)

【図６】


S側
1
2
3
4
5
M側
(a)
70
(b)
厚み
平均値
近似曲線（2次or4次）
厚み測定値y
幅方向位置x

【図７】


S側
M側
(a)
70
(b)
幅位置1の
厚み平均値
厚み
検出値
近似曲線
（2次or4次）
厚み測定値y
鋼箔部
1
2
3
4
5
幅方向位置x

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/042039

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B21B 29/00(2006.01)i; B21C 51/00(2006.01)i; B30B 3/00(2006.01)i; H01M 4/04(2006.01)i; H01M 4/139(2010.01)n; B21B 37/38(2006.01)i; B21B 38/04(2006.01)i
FI: H01M4/04 A; B21B37/38 110; B21B38/04 B; B21C51/00 K; B21B29/00 B; B30B3/00 B; H01M4/139

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)
B21B29/00; B21C51/00; B30B3/00; H01M4/04; H01M4/139; B21B37/38; B21B38/04

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	1971–2020
Registered utility model specifications of Japan	1996–2020
Published registered utility model applications of Japan	1994–2020

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 2016-115406 A (HITACHI POWER SOLUTIONS CO., LTD.) 23.06.2016 (2016-06-23), claim 1, paragraphs [0043]-[0044]	1-10
Y	JP 2016-064441 A (NEC CORP.) 28.04.2016 (2016-04-28), claim 1, paragraphs [0015], [0054]-[0060]	1-10
Y	JP 2014-042923 A (HITACHI POWER SOLUTIONS CO., LTD.) 13.03.2014 (2014-03-13), claim 1, paragraph [0033]	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
06 January 2020 (06.01.2020)	21 January 2020 (21.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/042039

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/082335 A1 (TOYOTA MOTOR CORP.) 22.07.2010 (2010-07-22), claim 1, paragraphs [0027]-[0028]	1-10
Y	JP 11-260356 A (SONY CORP.) 24.09.1999 (1999-09-24), claim 1	1-10
Y	JP 2013-099775 A (HITACHI ENGINEERING & SERVICES CO., LTD.) 23.05.2013 (2013-05-23), claim 1	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/042039

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2016-115406 A	23 Jun. 2016	(Family: none)	
JP 2016-064441 A	28 Apr. 2016	(Family: none)	
JP 2014-042923 A	13 Mar. 2014	CN 103633287 A claim 1, paragraph [0041]	
WO 2010/082335 A1	22 Jul. 2010	US 2011/0249276 A1 claim 1, paragraphs [0029]-[0032] KR 10-2011-0098956 A claim 1, paragraphs [0026]-[0030] CN 102271825 A claim 1, paragraphs [0030]-[0032]	
JP 11-260356 A	24 Sep. 1999	(Family: none)	
JP 2013-099775 A	23 May. 2013	JP 5097863 B2 claim 1 CN 103050659 A claim 1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2019/042039

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B21B 29/00(2006.01)i; B21C 51/00(2006.01)i; B30B 3/00(2006.01)i; H01M 4/04(2006.01)i; H01M 4/139(2010.01)n; B21B 37/38(2006.01)i; B21B 38/04(2006.01)i
FI: H01M4/04 A; B21B37/38 110; B21B38/04 B; B21C51/00 K; B21B29/00 B; B30B3/00 B; H01M4/139

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））

B21B29/00; B21C51/00; B30B3/00; H01M4/04; H01M4/139; B21B37/38; B21B38/04

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	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０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 2016-115406 A (株式会社日立パワーソリューションズ) 23.06.2016 (2016-06-23) 請求項1,[0043]-[0044]	1-10
Y	JP 2016-064441 A (日本電気株式会社) 28.04.2016 (2016-04-28) 請求項１,[0015],[0054]-[0060]	1-10
Y	JP 2014-042923 A (株式会社日立パワーソリューションズ) 13.03.2014 (2014-03-13) 請求項1,[0033]	1-10
Y	WO 2010/082335 A1 (トヨタ自動車株式会社) 22.07.2010 (2010-07-22) 請求項1,[0027]-[0028]	1-10
A	JP 11-260356 A (ソニー株式会社) 24.09.1999 (1999-09-24) 請求項１	1-10
A	JP 2013-099775 A (株式会社日立エンジニアリング・アンド・サービス) 23.05.2013 (2013-05-23) 請求項１	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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
06.01.2020	21.01.2020

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
冨士　美香 4X 9271
電話番号 03-3581-1101 内線 3435

様式 PCT/ISA/210（第２ページ）（２０１５年１月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2019/042039

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-115406 A	23.06.2016	（ファミリーなし）	
JP 2016-064441 A	28.04.2016	（ファミリーなし）	
JP 2014-042923 A	13.03.2014	CN 103633287 A 請求項1,[0041]	
WO 2010/082335 A1	22.07.2010	US 2011/0249276 A1 請求項1,[0029]-[0032] KR 10-2011-0098956 A 請求項1,[0026]-[0030] CN 102271825 A 請求項1,[0030]-[0032]	
JP 11-260356 A	24.09.1999	（ファミリーなし）	
JP 2013-099775 A	23.05.2013	JP 5097863 B2 請求項1 CN 103050659 A 請求項1	

様式 PCT/ISA/210（パテントファミリー用別紙）（２０１５年１月）

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(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),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),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

Ｆターム(参考) 5H050 AA19 BA08 GA03 GA28 GA29 HA12

（注）この公表は、国際事務局（ＷＩＰＯ）により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願（日本語実用新案登録出願）の国際公開の効果は、特許法第１８４条の１０第１項(実用新案法第４８条の１３第２項）により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。