

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-206824

(P2012-206824A)

(43) 公開日 平成24年10月25日(2012.10.25)

(51) Int.Cl.
B65H 29/70 (2006.01)

F I
B65H 29/70

テーマコード (参考)
3F053

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2011-73411 (P2011-73411)
(22) 出願日 平成23年3月29日 (2011. 3. 29)

(71) 出願人 000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂九丁目7番3号
(74) 代理人 100122275
弁理士 竹居 信利
(74) 代理人 100102716
弁理士 在原 元司
(74) 代理人 100115129
弁理士 清水 昇
(72) 発明者 高橋 良輔
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリー
ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72) 発明者 伊藤 朋之
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリー
ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
最終頁に続く

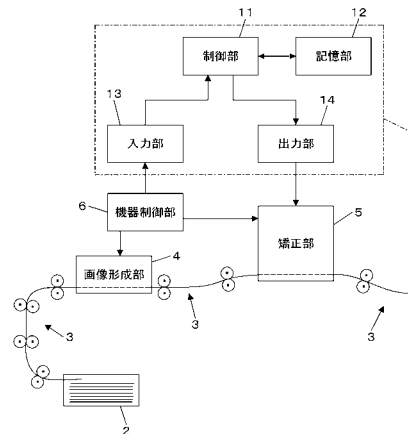
(54) 【発明の名称】 内部残留応力算出装置、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】媒体が矯正装置を通過した後に残留する変形に配慮し、媒体の内部残留応力の予測値を算出すること。

【解決手段】画像の形成を受ける媒体が、変形を矯正する矯正装置において受ける変形量の時間変化を推定し、弾性項と塑性変形に関する項と、を含んだ関係式、及び推定手段で推定された変形量の時間変化を用いて、矯正装置を通過した後の媒体の内部残留応力を算出する内部残留応力算出装置である。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像の形成を受ける媒体が、変形を矯正する矯正装置において受ける変形量の時間変化を推定する推定手段と、

弾性項と、塑性変形に関する項と、を含んだ関係式、及び前記推定手段で推定された変形量の時間変化を用いて、前記矯正装置を通過した後の前記媒体の内部残留応力を算出する算出手段と、

を含む内部残留応力算出装置。

【請求項 2】

前記算出手段が用いる関係式は、弾性係数を K 、粘性係数を μ 、降伏応力を σ_Y 、点 i での時刻 n における応力を σ_i^n として、

【数 1】

$$-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \dot{\epsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{K}$$

$$\text{それ以外の場合、} \quad \dot{\epsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{K} + \frac{\sigma - \sigma_Y(\epsilon)}{\mu}$$
(1)

10

20

【数 2】

$$-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \sigma_i^{n+1} = \sigma_i^n + K\Delta\epsilon$$

$$\text{それ以外の場合、} \quad \sigma_i^{n+1} = K\Delta\epsilon + \sigma_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})$$
(2)

【数 3】

$$-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \sigma_i^{n+1} = \sigma_i^n + K\Delta\epsilon$$

$$\text{それ以外の場合、} \quad \sigma_i^{n+1} = \sigma_i^n + \left(K - \frac{\sigma_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})}{\epsilon_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})} \right) \Delta\epsilon$$

$$= \sigma_i^n + K'(\epsilon, \dot{\epsilon}) \Delta\epsilon$$
(3)

30

のうちから、媒体の種類に応じて選択されることを特徴とする請求項 1 記載の内部残留応力算出装置。

【請求項 3】

前記媒体が、矯正装置において受ける変形量の時間変化を表す情報を予め保持する保持手段をさらに含み、

前記推定手段は、前記保持手段が保持する情報に基づいて、前記媒体が矯正装置において受ける変形量の時間変化を推定する請求項 1 または 2 記載の内部残留応力算出装置。

【請求項 4】

コンピュータを、

画像の形成を受ける媒体が、変形を矯正する矯正装置において受ける変形量の時間変化を推定する推定手段と、

弾性項と、塑性変形に関する項と、を含んだ関係式、及び前記推定手段で推定された変形量の時間変化を用いて、前記矯正装置を通過した後の前記媒体の内部残留応力を算出する算出手段と、

40

50

として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内部残留応力算出装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

記録媒体についての曲率履歴情報を得る曲率履歴取得手段と、記録媒体についての粘弾性履歴情報を得る粘弾性履歴取得手段と、曲率履歴情報と粘弾性履歴情報とに基づき、記録媒体の曲率変化に応じて増減する当該記録媒体の内部応力を積算して、当該曲率変化を経た後における当該記録媒体の内部応力分布を得る内部応力分布算出手段と、内部応力分布算出手段が得た内部応力分布と釣り合う記録媒体の変形曲率を、曲率変化を経た後の記録媒体における変形曲率として算出する変形曲率算出手段とを備えた変形曲率予測装置が特許文献1に開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-046230号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

媒体が矯正装置を通過した後に残留する変形に配慮した、媒体の内部残留応力の予測値を算出すること。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項1記載の発明は、内部残留応力算出装置であって、画像の形成を受ける媒体が、変形を矯正する矯正装置において受ける変形量の時間変化を推定する推定手段と、弾性項と、塑性変形に関する項と、を含んだ関係式、及び前記推定手段で推定された変形量の時間変化を用いて、前記矯正装置を通過した後の前記媒体の内部残留応力を算出する算出手段と、を含むこととしたものである。

30

【0006】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の内部残留応力算出装置であって、前記算出手段が用いる関係式は、弾性係数を K 、粘性係数を μ 、降伏応力を σ_Y 、点 i での時刻 n における応力を σ_i^n として、

【数1】

$$-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \dot{\epsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{K}$$

$$\text{それ以外の場合、} \quad \dot{\epsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{K} + \frac{\sigma - \sigma_Y(\epsilon)}{\mu}$$

40

(1)

【数2】

$$-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \sigma_i^{n+1} = \sigma_i^n + K\Delta\epsilon$$

$$\text{それ以外の場合、} \quad \sigma_i^{n+1} = K\Delta\epsilon + \sigma_{Yi}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})$$

(2)

50

【数 3】

 $-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y$ のとき、

$$\sigma_i^{n+1} = \sigma_i^n + K \Delta \epsilon$$

それ以外のとき、

$$\sigma_i^{n+1} = \sigma_i^n + \left(K - \frac{\sigma_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})}{\epsilon_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})} \right) \Delta \epsilon$$

$$= \sigma_i^n + K'(\epsilon, \dot{\epsilon}) \Delta \epsilon$$

(3)

のうちから、媒体の種類に応じて選択されることとしたものである。

10

【0007】

請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の内部残留応力算出装置であって、前記媒体が、矯正装置において受ける変形量の時間変化を表す情報を予め保持する保持手段をさらに含み、前記推定手段は、前記保持手段が保持する情報に基づいて、前記媒体が矯正装置において受ける変形量の時間変化を推定することとしたものである。

【0008】

請求項4記載の発明は、プログラムであって、コンピュータを、画像の形成を受ける媒体が、変形を矯正する矯正装置において受ける変形量の時間変化を推定する推定手段と、弾性項と、塑性変形に関する項と、を含んだ関係式、及び前記推定手段で推定された変形量の時間変化を用いて、前記矯正装置を通過した後の前記媒体の内部残留応力を算出する算出手段と、として機能させることとしたものである。

20

【発明の効果】

【0009】

請求項1, 4記載の発明によると、媒体が矯正装置を通過した後に残留する塑性変形に配慮した、媒体の内部残留応力の予測値を算出できる。

【0010】

請求項2記載の発明によると、媒体の種類に応じた塑性変形に配慮した予測値が算出できる。

【0011】

請求項3記載の発明によると、予め保持している算出に必要な変形量の時間変化を利用して演算できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施の形態に係る内部残留応力算出装置を含んだ画像形成装置の例を表す構成ブロック図である。

【図2】矯正装置の例を表す説明図である。

【図3】矯正装置における変形履歴の一例を表す説明図である。

【図4】矯正装置における変形履歴の別の例を表す説明図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る内部残留応力算出装置の例を表す機能ブロック図である。

40

【図6】本発明の実施の形態に係る内部残留応力算出装置が利用するルック・アップ・テーブルの例を表す説明図である。

【図7】本発明の実施の形態に係る内部残留応力算出装置により演算される媒体内部の点の設定例を表す説明図である。

【図8】本発明の実施の形態に係る内部残留応力算出装置により演算される残留応力の例を表す説明図である。

【図9】本発明の実施の形態に係る内部残留応力算出装置の動作例を表すフローチャート図である。

【図10】本発明の実施の形態に係る内部残留応力算出装置の動作例を表す説明図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。本実施の形態の内部残留応力算出装置1は、例えば、いわゆるデカーラ（媒体の変形を矯正する矯正装置）を備えた画像形成装置において利用される。本実施の形態の内部残留応力算出装置1を含んだ画像形成装置は、図1に例示するように、この内部残留応力算出装置1のほか、画像形成を受ける媒体（例えば用紙等、シート状のものであるとする）を保持する媒体保持部2、この媒体保持部2から媒体を搬送する搬送部3、外部から入力される画像情報に基づいて、搬送部3により搬送された媒体上に画像を形成する画像形成部4、及び、搬送部3上に設けられ、当該搬送部3により搬送される画像形成後の媒体の変形を矯正する矯正部5、これら全体を制御する機器制御部6を含む。

10

【0014】

ここで機器制御部6は、画像形成装置の外部から画像形成の指示を受けて、搬送部3を制御して、媒体保持部2に保持された媒体を画像形成部4まで搬送させる。そして機器制御部6は、画像形成部4にて、指示に係る画像をこの媒体上に形成させる。そして矯正部5が画像が形成された媒体の変形を矯正する。また機器制御部6は、媒体保持部2に保持され、画像形成先となる媒体の剛性を特定する情報を出力する。この情報は、予め利用者等から与えられたものとしてもよい。

【0015】

本実施の形態の内部残留応力算出装置1は、制御部11と、記憶部12と、入力部13と、出力部14とを含んで構成される。

20

ここで制御部11は、CPU（Central Processing Unit）等のプログラム制御デバイスを含んで構成される。この制御部11は、記憶部12に格納されたプログラムに従って動作する。具体的にこの制御部11は、画像の形成を受ける媒体が、変形を矯正する矯正装置としての矯正部5において受ける変形量の時間変化を推定する。制御部11は、さらに、弾性項と、塑性変形に関する項と、を含んだ関係式、及び推定された変形量の時間変化を用いて、矯正部5を通過した後の媒体の内部残留応力の予測値を算出する処理を実行する。この制御部11が実行する処理の内容については、後に詳しく述べる。

【0016】

記憶部12は、メモリデバイス等であり、制御部11が実行するプログラムを保持する。このプログラムは、DVD-ROM（Digital Versatile Disc Read Only Memory）等のコンピュータ可読な記録媒体に格納されて提供され、この記憶部12に複製等されたものであってもよい。また、この記憶部12は、制御部11のワークメモリとしても動作する。

30

【0017】

入力部13は、画像形成に使用される媒体の種類を表す情報の入力を、機器制御部6から受けて制御部11に出力する。出力部14は、制御部11から入力される情報や指示を、矯正部5に出力する。

【0018】

矯正部5は、具体的には図2に例示するように、互いに押圧力を加え合う一対のローラ21a, bを少なくとも一対、含んで構成される。矯正部5では、このローラ21a, bの間に媒体に圧力を加えることで、媒体に強制的に変形を加える。この矯正部5においては、例えばローラ21a, bの軸間距離を変化させることで押圧力を変化させることができるようになっている。こうしたデカーラとしての矯正部5は、広く知られているのでここでの詳しい説明を省略する。

40

【0019】

この矯正部5は、以上の構成を備えるので、この矯正部5を通過する媒体には、媒体の厚さ方向に、時間的に図3に例示するような変形が加えられる。図3において横軸は経過時間、縦軸は用紙の変形量（当初の状態から媒体が受ける厚さ方向の変位量）を表す。図3では媒体の剛性に応じて複数のグラフが描かれており、時刻t1を経過した時点でロー

50

ラ 2 1 a , b によって大きく変形を受け (X)、ローラ 2 1 a , b から排出された直後 (時刻 t 2) は媒体面の一方側に変形させられた状態となるが、時間が経過するにつれて、他方側へ変形量が増加する状態が示されている。また、別の矯正部 5 では、3 対のローラを備え、それぞれのローラ対によって図 4 に例示するように、3 度の変形 (X , Y , Z) が逐次的に行われる。

【 0 0 2 0 】

次に、内部残留応力算出装置 1 の制御部 1 1 における、媒体に生じる変形を予測する処理について述べる。制御部 1 1 は機能的には、図 5 に例示するように、推定部 3 1 と、算出部 3 2 と、矯正量算出部 3 3 とを含んで構成される。

【 0 0 2 1 】

推定部 3 1 は、媒体の剛性に応じて、媒体が矯正部 5 において受ける変形量の時間変化 (曲率履歴) を推定する。この推定は、図 3 , 4 に例示したグラフに対応する数式、または複数の時刻におけるグラフ上の点の座標 (時刻 , 変形量) をリスト (一覧) にしたデータを求めることで行われる。本実施の形態の一例では、矯正部 5 により矯正が行われる前のある時点 $t = 0$ から、矯正が行われた後の時点 $t = T$ までを予め定めた間隔 $d t$ で分割して得た各時刻 $t_0, t_1, t_2 \dots, t_n$ (ただし $t_0 = 0, t_{i-1} < t_i, t_{i+1} - t_i = d t, t_n = T$) における変形量の値 d_0, d_1, \dots, d_n を、図 6 に例示するように表 (ルック・アップ・テーブル、以下、LUT (Look-Up Table) と呼ぶ) として記憶部 1 2 に保持しておく。この LUT は、媒体の剛性ごとに作成され、記憶部 1 2 に格納されていてもよい。この場合、機器制御部 6 が出力する情報で特定される媒体の剛性に対応した表が読み出される。

【 0 0 2 2 】

また、本実施形態の別の例では、図 3 , 4 に例示したグラフに対応する近似式ないし理論式が予め定められ、この近似式や理論式に基づいて、推定部 3 1 が、矯正部 5 により矯正が行われる前のある時点 $t = 0$ から、矯正が行われた後の時点 $t = T$ までを予め定めた間隔 $d t$ で分割して得た各時刻 $t_0, t_1, t_2 \dots, t_n$ (ただし $t_0 = 0, t_{i-1} < t_i, t_{i+1} - t_i = d t, t_n = T$) における変形量の値 d_0, d_1, \dots, d_n を演算する。

【 0 0 2 3 】

この場合も、近似式等には媒体の剛性に対応するパラメータが含まれ、機器制御部 6 が出力する情報で特定される媒体の剛性に対応した値が演算されてもよいし、媒体の剛性ごとに異なる近似式等がそれぞれ定められ、機器制御部 6 が出力する情報で特定される剛性に対応した近似式等が用いられ、各値が演算されてもよい。ここで近似式や理論式は、例えば構造解析の技術を用いて作成すればよい。

【 0 0 2 4 】

さらに、また別の例では、推定部 3 1 は、機器制御部 6 が出力する情報で特定される媒体の剛性に対応した LUT が記憶部 1 2 に格納されているか否かを調べ、格納されていれば、当該 LUT を参照して矯正部 5 により矯正が行われる前のある時点 $t = 0$ から、矯正が行われた後の時点 $t = T$ までを予め定めた間隔 $d t$ で分割して得た各時刻 $t_0, t_1, t_2 \dots, t_n$ (ただし $t_0 = 0, t_{i-1} < t_i, t_{i+1} - t_i = d t, t_n = T$) における変形量の値 d_0, d_1, \dots, d_n を取得し、格納されていなければ、構造解析の知識によって作成された近似式等を用いて、各時刻 $t_0, t_1, t_2 \dots, t_n$ (ただし $t_0 = 0, t_{i-1} < t_i, t_{i+1} - t_i = d t, t_n = T$) における変形量の値 d_0, d_1, \dots, d_n を演算することとしてもよい。

【 0 0 2 5 】

算出部 3 2 は、推定部 3 1 が演算した結果を利用して、矯正部 5 を通過した後の媒体の内部残留応力を算出する。具体的にこの算出部 3 2 は、まず、推定部 3 1 が求めた曲率履歴の情報から、媒体の内部の各点における歪み の時間変化を算出する。

【 0 0 2 6 】

具体的に算出部 3 2 は、図 7 に示すように、媒体の搬送方向に予め定めた位置 X (媒体の搬送方向中央など) での仮想の切断面において、厚さ方向に N 個の点 p_1, p_2, \dots, p_N

10

20

30

40

50

をとり、これら各点における歪み の時間変化 ($\dot{\epsilon}_i(t)$)、ただし $i = 1, 2, \dots, N$) を得る。ここでは、予め定めた時間間隔 Δt を用い、この Δt ごとの各点の歪み の時間変化を、予め定めた時間範囲 (例えば $t = T_s$ から T_e) で得ておくものとする。ここで時間範囲の末尾は、媒体上で演算に係る位置 X に対応する部分が、矯正部 5 を通過した後の時刻とする。

【 0 0 2 7 】

またここで変形履歴の時間範囲 ($t = 0$ から T) や時間間隔 Δt が、ここで算出される応力の時間変化の算出範囲や時間差分 Δt と異なっている場合は、変形履歴の情報を内挿または外挿して Δt を得ることとすればよい。なお、本来であれば、図 7 に例示した媒体内部の点は、厚さ方向のみならず、媒体の搬送方向に垂直な方向にも複数設定し、二次元的に考えるべきものであるが、ここでは矯正部 5 が媒体の搬送方向に垂直な方向には均一に変形を与えるものと考えて一次元的にしている。二次元的に演算を行う場合も、一次元的に行った演算を媒体搬送方向に垂直な方向に設定した点の数だけ繰り返して行えばよい (さらに媒体の搬送方向にも複数の点を設定し、媒体を三次元的にモデル化して演算を行う場合も同様に、各点の数だけ繰り返してここで説明する演算を行えばよい) ので、ここでは一次元的に算出を行う場合を例として述べるものとする。

【 0 0 2 8 】

そして算出部 3 2 は、応力とひずみの関係を表す

【 数 1 】

$$-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、 } \dot{\epsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{K}$$

$$\text{それ以外するとき、 } \dot{\epsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{K} + \frac{\sigma - \sigma_Y(\epsilon)}{\mu}$$

(1)

の式を用いて内部残留応力の予測値を算出する。ここで K は弾性係数、 μ は粘性係数、 Y は降伏応力を表す。粘性係数 μ は、初期粘性係数 μ_0 と、歪み依存係数 A と、粘性要素ひずみ ϵ_{vis} とを用いて、

【 数 4 】

$$\mu = \mu_0 + A \cdot \epsilon_{vis} \quad (4)$$

と表すことができる。また、弾性係数 K と降伏応力 Y とは、いずれも対象となる媒体に固有な情報として予め定めておく。

【 0 0 2 9 】

またこの (1) 式において、

【 数 5 】

$$\dot{\epsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{K} \quad (5)$$

が弾性を表す弾性項、

【 数 6 】

$$\frac{\sigma - \sigma_Y(\epsilon)}{\mu} \quad (6)$$

が塑性変形に関する項となる。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

算出部 3 2 は、図 7 に示すように、媒体の搬送方向に予め定めた位置（媒体の搬送方向中央など）での仮想の切断面において、厚さ方向に N 個の点 p_1, p_2, \dots, p_N をとり、これら各点での時刻 n における応力を

【数 7】

$$\sigma_i^n \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad (7)$$

とする。図 7 において媒体が延びている図中上側の面での歪みを延び歪み（ > 0 ）とし、媒体が縮んでいる図中下側の面での歪みを縮み歪み（ < 0 ）とする。歪みがない状態が $= 0$ の状態である。（1）式を応力に関する時間差分（間隔 Δt ）の形に変形して、これら各点での応力の前進差分を表す式、

【数 8】

$$-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \sigma_i^{n+1} = \sigma_i^n + K \Delta \epsilon$$

それ以外の場合、

$$\begin{aligned} \sigma_i^{n+1} = & \sigma_i^n \cdot \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau_i}\right) \\ & + \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau_i}\right)\right) \cdot \left(\mu_i \frac{\Delta \epsilon}{\Delta t} + \sigma_{Y_i}^n\right) \end{aligned}$$

(8)

が得られる。本実施の形態の算出部 3 2 は、（1）式に基づく（8）式を利用して矯正部 5 を通過した後の媒体の内部残留応力の予測値を算出する。（8）式においては、

【数 9】

$$\sigma_i^n \cdot \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau_i}\right) \quad (9)$$

が弾性を表す弾性項、

【数 10】

$$\left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau_i}\right)\right) \cdot \left(\mu_i \frac{\Delta \epsilon}{\Delta t} + \sigma_{Y_i}^n\right) \quad (10)$$

が塑性変形に関する項となる。

【0031】

なお、 τ は時定数であり、

【数 11】

$$\tau = \frac{\mu}{K} \quad (11)$$

であり、また σ_Y は、降伏限界ひずみを表し、

【数 12】

$$\epsilon_Y = \frac{\sigma_Y}{K} \quad (12)$$

である。

【0032】

10

20

30

40

50

算出部 3 2 は、先に演算した歪み の時間変化、すなわち ϵ / t を、この (8) 式に代入して、応力を逐次的に演算し、図 7 に示した各点での時刻 $t = T e$ での応力 (この時点では矯正部 5 を通過しているため、内部に残留している応力) の値を得る。つまり、この演算により算出部 3 2 は、媒体の搬送方向の一点 X において、厚さ方向に N 個の点 p_1, p_2, \dots, p_N をとったときの、これら各点での時刻 $t = T e$ における各内部残留応力の値を得て、これらの値を内部残留応力の予測値を表す情報として出力する。

【 0 0 3 3 】

矯正量算出部 3 3 は、算出部 3 2 が算出した内部残留応力の予測値の情報を用いて、矯正部 5 を通過した媒体の内部残留応力が少なくなるような矯正量の情報を算出する。具体的には、厚さ方向の各点での内部残留応力の予測値に対し、釣り合いモーメントが「 0 」となるような応力を算出する (図 8 (a))。そして矯正量算出部 3 3 は、当該算出した内部残留応力の予測値の分布に応じて矯正部 5 のローラの軸間距離等、矯正量を制御する情報を生成して出力する。このような応力の分布情報に応じた矯正量を制御する情報の生成については広く知られた方法を採用できるので、ここでの詳しい説明を省略する。

10

【 0 0 3 4 】

また本実施の形態において、媒体には予め変形が生じていることがある (初期変形と呼ぶ)。この場合、制御部 1 1 の算出部 3 2 は、当該初期変形に応じて、図 7 の各点での内部応力 (初期内部応力) を算出しておき、 (8) 式で算出した対応する点での内部残留応力の予測値に加算して、内部残留応力の予測値を補正し、新たな内部残留応力の予測値として出力することとしてもよい。この場合、矯正量算出部 3 3 は、補正された厚さ方向の各点での内部残留応力の予測値に対し、釣り合いモーメントが「 0 」となるような応力を算出する (図 8 (b))。なお、初期変形は、予め搬送部 3 上に設けられた、変形量を検出する装置 (不図示) によって検出する。制御部 1 1 は、当該装置が検出した変形量の情報を受け、当該情報を用いて初期内部応力を算出する。

20

【 0 0 3 5 】

本実施の形態の内部残留応力算出装置 1 は以上の構成を備えており、次に例示するように動作する。すなわち、内部残留応力算出装置 1 は、図 9 に例示するように、機器制御部 6 が出力する媒体の剛性を特定する情報を受け入れておく。そしてまず初期変形があるか否かを判断する (S 1)。この判断は、例えば初期変形の変形量を検出する装置から変形量の情報が入力され、かつ、入力された変形量が「 0 」でないときに初期変形があると判断し、そうでない場合は初期変形がないものと判断することで行う。

30

【 0 0 3 6 】

処理 S 1 にて初期変形があると判断されると (Yes であると)、内部残留応力算出装置 1 は初期変形に応じた初期内部応力の値を演算する (S 2)。そして内部残留応力算出装置 1 は、機器制御部 6 が出力する情報で特定される媒体の剛性に対応する L U T が記録されているか否かを調べる (S 3)。なお、処理 S 1 において初期変形がないと判断された場合 (No である場合)、内部残留応力算出装置 1 は、この処理 S 3 に移行して処理を続ける。

【 0 0 3 7 】

この処理 S 3 にて L U T が記録されていれば (Yes ならば)、当該記録されている L U T を参照して、矯正部 5 により矯正が行われる前のある時点 $t = 0$ から、矯正が行われた後の時点 $t = T$ までを予め定めた間隔 $d t$ で分割して得た各時刻 $t_0, t_1, t_2 \dots, t_n$ (ただし $t_0 = 0, t_{i-1} < t_i, t_{i+1} - t_i = d t, t_n = T$) における変形量の値 d_0, d_1, \dots, d_n (変形履歴) を読み出す (S 4)。

40

【 0 0 3 8 】

また処理 S 3 にて L U T が記録されていなければ (No ならば)、内部残留応力算出装置 1 は、構造解析などの方法を勘案して予め定めた近似式等を利用し、矯正部 5 により矯正が行われる前のある時点 $t = 0$ から、矯正が行われた後の時点 $t = T$ までを予め定めた間隔 $d t$ で分割して得た各時刻 $t_0, t_1, t_2 \dots, t_n$ (ただし $t_0 = 0, t_{i-1} < t_i, t_{i+1} - t_i = d t, t_n = T$) における変形量の値 d_0, d_1, \dots, d_n (変形履歴) を演

50

算する (S 5)。

【 0 0 3 9 】

こうして、変形量の時間変化の値 d_0, d_1, \dots, d_n が求められると、内部残留応力算出装置 1 は、この時間変化の値に基づいて、図 7 に例示したように媒体の内部、厚み方向に複数設定した各点における歪み の時間変化を算出する (S 6)。

【 0 0 4 0 】

そして内部残留応力算出装置 1 は、応力とひずみの関係を表す

【 数 1 】

$$\begin{aligned}
 -\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \dot{\epsilon} &= \frac{\dot{\sigma}}{K} & 10 \\
 \text{それ以外するとき、} \quad \dot{\epsilon} &= \frac{\dot{\sigma}}{K} + \frac{\sigma - \sigma_Y(\epsilon)}{\mu} & \\
 & & (1)
 \end{aligned}$$

の式を用いて内部残留応力の予測値を算出する。具体的には、(1) 式を応力に関する時間差分 (間隔 t) の形に変形して、これらを上記各点での応力の前進差分を表す式、

【 数 8 】

$$\begin{aligned}
 -\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} \quad \sigma_i^{n+1} &= \sigma_i^n + K \Delta \epsilon & 20 \\
 \text{それ以外するとき、} \quad \sigma_i^{n+1} &= \sigma_i^n \cdot \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau_i}\right) & \\
 &+ \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{\tau_i}\right)\right) \cdot \left(\mu_i \frac{\Delta \epsilon}{\Delta t} + \sigma_{Y_i}^n\right) & \\
 & & (8)
 \end{aligned}$$

に変形し、先に演算した歪み の時間変化、すなわち d_i / t を、この (8) 式に代入して、応力を逐次的に演算し、図 7 に示した各点での、時刻 $t = T_e$ での応力 (この時点では矯正部 5 を通過しているの、内部に残留している応力) の予測値を得る (S 7)。

【 0 0 4 1 】

内部残留応力算出装置 1 は、そして、初期変形があったか否かを判断する (S 8)。この判断は、処理 S 1 と同様に行えばよい。

また処理 S 8 にて初期変形があると判断されると (Yes であると)、内部残留応力算出装置 1 は処理 S 2 にて演算した初期変形に応じた各点での初期内部応力の値を、処理 S 7 で得た、対応する各点での内部残留応力の予測値に加算し、新たな予測値とする (S 9)。そしてさらに、この処理 S 9 にて演算した内部残留応力の予測値の情報を用いて、矯正部 5 を通過した媒体の内部残留応力が少なくなるような矯正量の情報を算出する (S 1 0)。

【 0 0 4 2 】

なお、処理 S 8 において初期変形がなかったと判断された場合 (No である場合)、内部残留応力算出装置 1 は、処理 S 1 0 に移行し、処理 S 7 にて演算した内部残留応力の情報を用いて、矯正部 5 を通過した媒体の内部残留応力が少なくなるような矯正量の情報を算出する。

【 0 0 4 3 】

内部残留応力算出装置 1 は、この矯正量の情報を、矯正部 5 に出力する。そして矯正部 5 が当該指示された矯正量の情報に従って矯正量を調整し、搬送された媒体の矯正を行う。

。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施の形態において算出部 3 2 が用いる内部残留応力の算出式は (1) 式を差分の形に変形した (8) 式に限られるものではなく、塑性変形に関する項と弾性項とを含む、例えば

【 数 2 】

$$\begin{aligned}
 &-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} & \sigma_i^{n+1} &= \sigma_i^n + K\Delta\epsilon \\
 &\text{それ以外の場合、} & \sigma_i^{n+1} &= K\Delta\epsilon + \sigma_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

や

【 数 3 】

$$\begin{aligned}
 &-\sigma_Y \leq \sigma \leq \sigma_Y \text{ のとき、} & \sigma_i^{n+1} &= \sigma_i^n + K\Delta\epsilon \\
 &\text{それ以外の場合、} & \sigma_i^{n+1} &= \sigma_i^n + \left(K - \frac{\sigma_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})}{\epsilon_{Y_i}^n(\epsilon, \dot{\epsilon})} \right) \Delta\epsilon \\
 & & &= \sigma_i^n + K'(\epsilon, \dot{\epsilon})\Delta\epsilon
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

のようなものであってもよい。

【 0 0 4 5 】

ここで、

【 数 1 3 】

$$\sigma_{Y_i}^n \tag{13}$$

は時刻 n における降伏応力であり (歪みと歪みの時間変化に基づく関数である)、K は、塑性変形状態における相当弾性係数を表す。

【 0 0 4 6 】

さらに、本実施の形態において算出部 3 2 は、これらの式 (8)、式 (2)、式 (3) 等のうち、例えば機器制御部 6 から入力される媒体の種類に応じて予め設定された式を使用することとしてもよい。

【 0 0 4 7 】

具体的に (2) 式はコート紙など、塑性変形が生じやすい媒体に適した式であり、(3) 式は含水量が多い媒体における内部残留応力を考慮した式である。そこで算出部 3 2 は、機器制御部 6 から媒体の種類を特定する情報の入力を受け、矯正の対象となる媒体が、コート紙など、塑性変形が生じやすい媒体である場合には (2) 式を用いた演算を行い、含水量が多い媒体である場合は (3) 式を用いた演算を行い、それ以外であれば (8) 式 ((1) 式) を用いた演算を行うこととしてもよい。

【 0 0 4 8 】

本実施の形態によると、弾性のみを考慮した場合に比べ、図 1 0 に例示するように、より実測値に近い変形量 (に対応する応力) が推定される。図 1 0 は、本実施の形態の算出部 3 2 が算出した応力に対応する変形量を表す。これによると曲率履歴が異なる場合であっても、弾性のみを考慮した場合に比べ、本実施の形態の算出部 3 2 が実測値に近い値に対応する応力を算出していることが読み取られる。

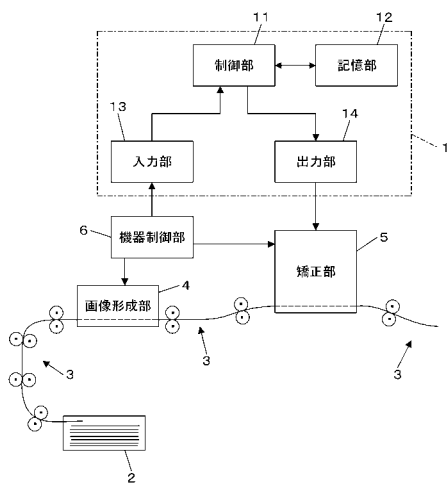
【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

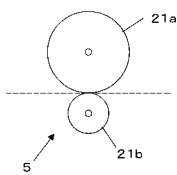
1 内部残留応力算出装置、 2 媒体保持部、 3 搬送部、 4 画像形成部、 5 矯正

部、6 機器制御部、11 制御部、12 記憶部、13 入力部、14 出力部、21
ローラ、31 推定部、32 算出部、33 矯正量算出部。

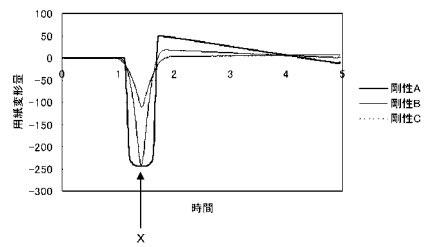
【 図 1 】



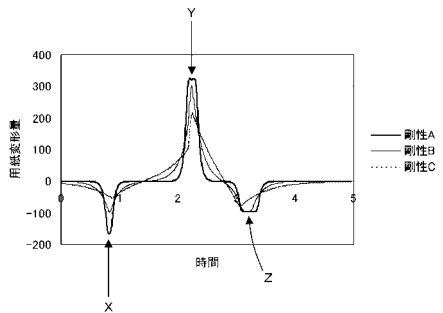
【 図 2 】



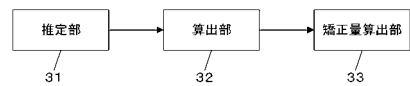
【 図 3 】



【 図 4 】



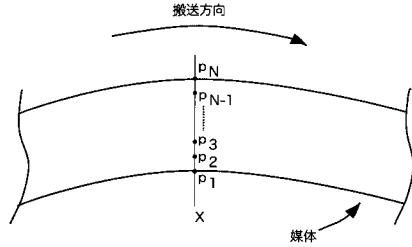
【 図 5 】



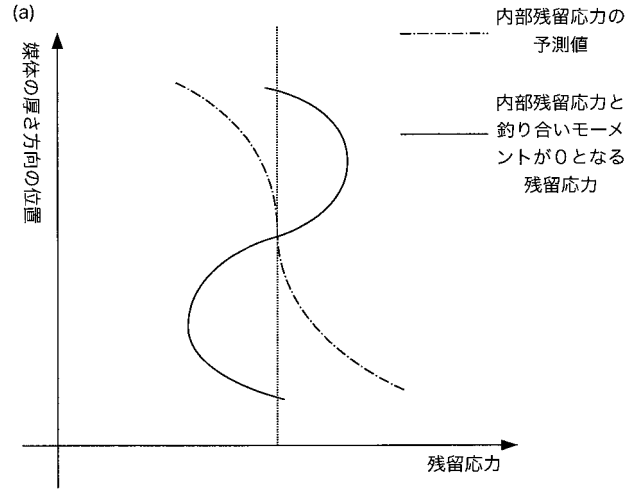
【 図 6 】

時刻	変形量
t_0	d_0
t_1	d_1
t_2	d_2
\vdots	\vdots
t_u	d_u

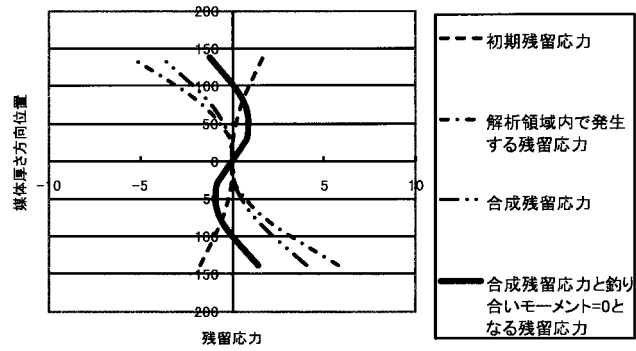
【 図 7 】



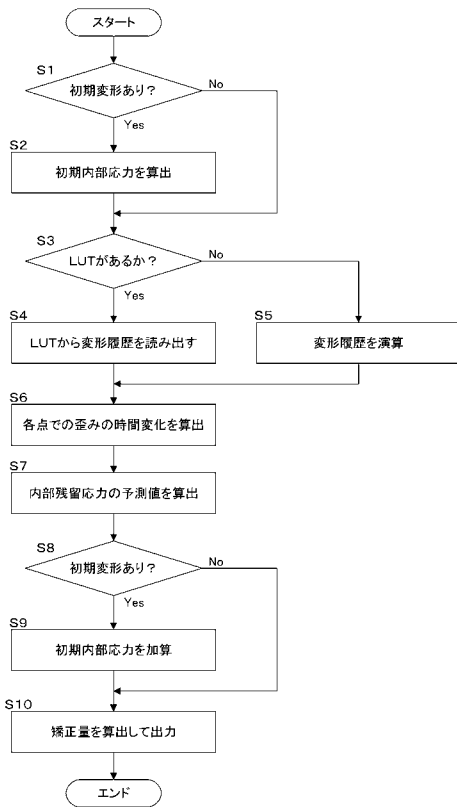
【 図 8 】



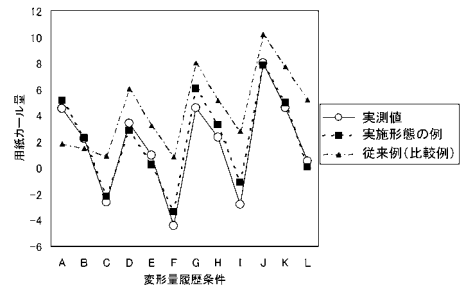
(b)



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 細井 清

神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 荻野 孝

神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社内

Fターム(参考) 3F053 HA03 HB01 HB22 LA01 LB03