

(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2009-274012

(P2009-274012A)

(43) 公開日 平成21年11月26日(2009.11.26)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
B01F 13/00 (2006.01)		B01F 13/00	A 4D063
B02C 4/32 (2006.01)		B02C 4/32	4G036
B02C 4/42 (2006.01)		B02C 4/42	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-127794 (P2008-127794)
 (22) 出願日 平成20年5月15日 (2008.5.15)

(71) 出願人 000139883
 株式会社井上製作所
 神奈川県伊勢原市白根58番地
 (74) 代理人 100081547
 弁理士 亀川 義示
 (72) 発明者 井上 芳隆
 神奈川県伊勢原市白根58番地 株式会社
 井上製作所内
 (72) 発明者 初谷 長治
 神奈川県伊勢原市白根58番地 株式会社
 井上製作所内
 Fターム(参考) 4D063 CC01 CC06 GA02 GA03 GA05
 GA07 GC22 GC29 GD02 GD12
 GD13
 4G036 AC43 AC45

(54) 【発明の名称】 ロールミル

(57) 【要約】

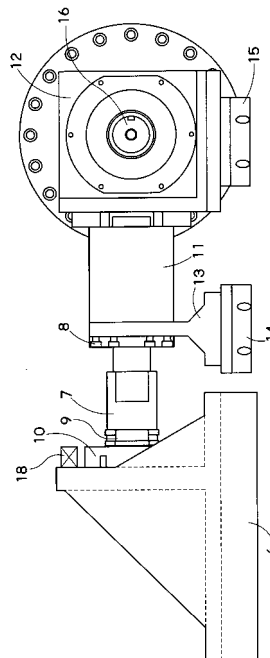
【課題】

インキ、塗料、セラミック、薬品、食品、電子材料その他の各種製品の製造工程において、処理材料中の微粉体・ナノ粒子等の物質を練肉・分散処理するロールミルにおいて、ロール間の距離を自動的に制御できるようにした全自動電子制御のロールミルを提供する。

【解決手段】

処理材料中の微粉体・ナノ粒子等の物質を練肉・分散処理するロールミルの架台上に、中ロール1に対しサーボモーターとボールスクリューにより該ロールの直角方向に微小移動可能に前ロール2と後ロール3を設ける。中ロールと前ロール間及び中ロールと後ロール間にロール間距離を測定するレーザーセンサー18を設けると共に上記ロール間押し圧を測定するロードセンサー10を設ける。各センサーからの検知信号をフィードバックして一定距離、一定押し圧力に管理する電子的自動制御機構を備え、上記サーボモーターを駆動して移動ロールの位置を調整する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理材料中の微粉体・ナノ粒子等の物質を練肉・分散処理するために用いられるロールミルにおいて、架台上に固定した固定ロールと、該固定ロールに接離可能に設けられた移動ロールを有し、該移動ロールをサーボモーターとボールスクリュースにより該ロールの直角方向に微小移動可能に設け、上記固定ロールと移動ロール間にロール間距離を測定するレーザーセンサーを設けると共に上記ロール間押し圧を測定するロードセンサーを設け、各センサーから経時的にもたらされる検知信号をフィードバックして固定ロールと移動ロールの間を一定距離並びに一定押し圧力に管理する電子的自動制御機構を備え、該電子的自動制御機構により上記サーボモーターを駆動して移動ロールの位置を逐次調整するようにしたことを特徴とするロールミル。

10

【請求項 2】

上記ロールミルは横方向に並列する 3 本のロールを有する 3 本ロールミルであって、架台の中央に固定した中ロールを固定ロールとし、該中ロールの前と後に設けた前ロールと後ロールを移動ロールとし、中ロールと前ロール、中ロールと後ロールの間に生ずる各ロール間の接触線押し圧力が接触線上のいずれの位置でも等しくすることができるようサーボモーターとボールスクリュースにより中ロールの直角方向に移動可能な移動ロールとした請求項 1 に記載のロールミル。

【請求項 3】

前ロール、中ロール、後ロールにはクラウンが設けられており、前ロールと中ロール、中ロールと後ロールの各ペアロールの間の差回転によって生じる摩擦力の違いに伴う押し圧力の変化も合算して電子的自動制御機構にフィードバックすることを特徴とする請求項 2 に記載のロールミル。

20

【請求項 4】

上記移動ロールの前ロールと後ロールの各ロール軸はそれぞれ駆動モーターに連結され、該駆動モーターと各ロールのロール軸の間にはロール軸と直角方向の移動を許容するシュミットカップリングが設けられていることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載のロールミル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は湿式分散に使用するロールミルに関し、より具体的には、インキ、塗料、セラミック、薬品、食品、電子材料その他の各種製品の製造工程において、処理材料中の微粉体・ナノ粒子等の物質を練肉・分散処理するために用いられるロールミルに関する。

【背景技術】

【0002】

処理材料中の微粉体・ナノ粒子等の物質を練肉・分散処理するために横方向に前ロール、中ロール、後ロールを 3 本並列させた 3 本ロールミルが広く用いられている。そして、このロールミルにはロール間に作用する荷重をロードセンサー（ロードセル）で検知し、手動ハンドルで前ロールと後ロールを移動させることによりロール間の距離を調整するようにしている（例えば、特許文献 1 参照）。こうした手動ハンドルに代えて単に、サーボモーター等で自動制御しようとする、下記するような種々の問題点が生じ、ロードセンサーによる制御だけでは正確に自動制御することがむずかしい。

40

【0003】

先ず、図 1 に示すように、架台（フレーム）上に移動可能に設けた後ロール、前ロールの両端部にはフランジがあり、フランジには図示を省略した軸受が装着され、その軸受を介して押し圧力が加えられ、もう一方の中ロールのフランジの軸受は架台に固定されている。従って両ロールの押し側ロール接触線上には「押し圧力 b 」があり、固定側ロール接触線上には「反力 a 」が生じている。この押し圧力（接触反力）が図 2 にあるように、接触線上で c や d の如き曲線ではなく一定値の分布（平坦な一本の線）となるようロールの

50

表面上にはクラウン R 1 , R 2 が設けられている。また押し側ロールと固定側ロールはお互いに異なった回転数で回転しており、両ロール間には摩擦力も発生するように駆動されていて、この摩擦力も分散効果の一端を担っている。

【 0 0 0 4 】

上記押し圧力（または反力）とロール表面上のクラウンとはある相関を持った微妙な関係にあり、この相関関係はきちんとした原因と結果の関係で理論的に関連付けられていなければならない。また、両ロール間に付与した摩擦力は、この押し圧力（または反力）に影響を与えており、その影響が押し圧力の変動分として無視できない存在であることが判っている。すなわち、

（外挿押し圧； P 1 , P 2 ） = （接触線上押し圧） + （摩擦力から来る変動分）

となっており、外挿押し圧力がそのまま接触線上の押し圧力になっていない。

【 0 0 0 5 】

そのような現象に対し、基本的にはこれらの接触するロール 2 本の組み合わせの有限要素解析モデルを作成し、接触線上で荷重を暫時増加して行きながら接触部分が拡大してゆく非線形解析を行い、その解析に基づいて後ロールからの押し圧 P 1、前ロールからの押し圧 P 2、後ロールのクラウン R 1、中ロールのクラウン R 2、前ロールのクラウン R 3 及び後ロールと中ロールの距離 1、中ロールと前ロールの距離 2 の関係が具体的に得られてくる。

【 0 0 0 6 】

また、ロール間の摩擦に関しては、上述したように摩擦があるとそれが変動分として関与し、必要としている「押し圧力」を正しくない方へ引きずっていることが知られている。したがって、上記各ロールの押し圧やロール間距離は摩擦がないときの P 1 , P 2 , 1、 2 の関係を維持すれば分る、このためには P 1 , P 2 を除いた残り、 1、 2 を制御の指標に使うればよいことが分る。そこで、変位制御、つまり加工始めに決めたロール間距離 1、 2 を維持するようにロールミルの制御運転をすればよいこととなる。

【 0 0 0 7 】

さらに詳述すると、ロールミルについては一定のロールサイズがあり、また加えて使用者が要求している分散加工上の押し圧力がある。これらを使って先ずロールの静解析を一回実施する。この結果から、これからロールに付加するクラウンの曲線形状と曲線ピーク値（通常は中央にある）がどんな値となるのかが分かる。次に、この解析結果を織り込んでクラウンを付加したロール解析モデルへ変更する。このモデルを 2 本使用して中央のクラウンピーク部分のみ最初から接触させた接触解析モデルとする。ロールの 1 本を固定ロールとし、ロール両端部を支持する、またもう一方のロールの両端部分から同一負荷を掛ける手続きで有限要素法非線形接触解析を荷重増分法に従って実施してゆく。従って荷重は各ステップに細かく分割され最終的に P 1 あるいは P 2 に達する。この結果が概略図 2 中「一定反力」にあるような形状である。この結果から接触線上で一定押し圧力（または反力）を持った分布が得られ、この時に相関数値として R 1 , R 2 , R 3 , P 1 , P 2 , 1、 2 を得る。この中の R 1 , R 2、 R 3 はロール設計時のクラウン量として用いられ、残りの P 1 , P 2 , 1、 2 が自動制御に用いられる数値となる。

【 0 0 0 8 】

上記のように変位制御で制御すればよいが、変位制御だけでは下記するような問題があるため変位制御に加えて部分的な補正をする必要がある。まず、ロール左右端における荷重のアンバランスにより次ぎのような不都合が生じる。図 3 に示すように、通常、ロールとロールの接触線圧はロールに付加したクラウン形状とバランスしたところでは、ほとんど平坦な分布荷重となっている。しかし実際には、図 3 中 A C = L 2、 C B = L 1 とすると、 A B / 2 = L 1 = L 2 の中央点 C が僅かに大きい分布荷重となっている。

【 0 0 0 9 】

またこの分布荷重を解析上 C での集中荷重に置き換えて考えた方が簡易なためここに集中荷重 P 2 (P 1) が働いていると考える。するとロールには C 点の両側でモーメント P

10

20

30

40

50

$2 \times L_1$ 、 $P_2 \times L_2$ が働いていることが分る。例えば何らかの外乱によって接触線圧分布が図の最下段のように傾くことがある。この時 P_2 は中央点 C からズレる、すなわち $L_1 > L_2$ (勿論、 $L_2 > L_1$ もある。) となる。この時荷重制御であればトータル P_2 は変わらないので結果、上記モーメントは $P_2 \times L_1 > P_2 \times L_2$ となり、左右のモーメント差が発生する。そうするとこのモーメント差のための L_1 側 (B 側) 即ちモーメントの大きい方へ P_2 は引っ張られる。また逆のときは A 側へ引っ張られる。これによって常に P_2 は中央点 C に留まろうとする力が働いている、言わばセルフアライメントフォースを具備していた。

【 0 0 1 0 】

ところが制御上、変位制御のみのフィードバック制御としてしまうと、上記したセルフアライメントフォースは働かない機構となる。具体的には変位制御によれば、ロール左右端に於ける負荷アンバランスも是正されるはずであるが、実際に運転して行くと変位制御だけではロールの両端部で微妙なアンバランスが生じたとき、変位上の数値誤差には現れなくても、荷重としては微妙なアンバランスが検出されることが度々ある現象がみられた。

10

【 0 0 1 1 】

さらに、実働運転時の「荷重と変位の関係」と、静的荷重時の「荷重と変位の関係」を検討すると、上記したようにロールに押し圧 P_2 (P_1) を掛けたとき、図 4 に示すように当然接触部分は断面で見るといくらか潰れた円となっている、すなわち、図 4 においてロールの半径を R とし、ロール軸間距離を D とすると、 $2R > D$ となっている。このとき

20

【 0 0 1 2 】

では材料を投入したときにロール軸間距離 D として実働変位制御運転を開始しているかと言えば、そうではなくて材料が挟まってくるクリアランス e を配慮した「 $D + e$ 」を変位制御の実際数値として運転している。したがって、稼働中の変位制御運転時に荷重が静的に求めた P_2 (P_1) に一致しているかどうかを調整する必要があり、この時ロードセルのモニター値を検出して P_2 (P_1) に一致する「 $D + e$ 」で運転することが必要である。

【 0 0 1 3 】

さらに、分散処理材料を 3 本ロールミルに投入したとき、材料本来の性質によっては分散が進むに連れて材料の粘度が下がってゆく傾向があることは周知の事実である。もしこの機械を多数パス回循環して使用したことを想定すると、粘度低下に伴い「変位制御」だけを維持しているとパス回を重ねる毎に材料に与える負荷は減少してくるおそれがある。現在、業界では多数回パスして 3 本ロールミルを使用している例が殆んどである。このような場合には、ロードセル (負荷) モニターが必要であり、ある幅で材料の粘度低下が顕著になって来たとき、外部から手を加えなくてもプログラム上でその補正を実行して行ける機構とすれば、意図通りの分散をユーザーは 1 工程の分散処理で果たせる。このように、運転制御は変位制御であるが、荷重をロードセル (ロードセンサー) でモニターし、その変動分をプログラムによって調整する機構が備わっていることが好ましい。

30

【 0 0 1 4 】

また、異常負荷が発生したときの問題もある。もし 3 本ロールミルを運転中にロール間に通常より大きな物体を間違えて混入させてしまったとき、「変位制御」だけであるとその変位を維持しようとして巨大な負荷を発生させてしまい、結果として機械の機能を損なう事態も想定される。これに対応するためには、押し圧計測用ロードセル (ロードセンサー) を制御系に挿入し、トリガー的な急激な変位が避けられない事態が発生した瞬間に巨大負荷を回避し、機械を保護して行くプログラムも可能となる。いわゆる「異常負荷よけ安全対策」をシステムに組み込む上でもロードセルは有効である。

40

【特許文献 1】実開平 1 - 8 3 4 3 8 号公報 (図面)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0015】

本発明の解決課題は、上記のような変位制御又は荷重制御による諸欠点を解決して全自動制御によりロール間距離を制御し分散品質を向上できるようにしたロールミルを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明によれば、上記課題が解決のために、処理材料中の微粉体・ナノ粒子等の物質を練肉・分散処理するために用いられるロールミルにおいて、架台上に固定した固定ロールと、該固定ロールに接離可能に設けた移動ロールを有し、該移動ロールをサーボモーターとボールスクリュウにより該ロールの直角方向に微小移動可能に設け、上記固定ロールと移動ロール間にロール間距離を測定するレーザーセンサーを設けると共に上記ロール間押し圧を測定するロードセンサーを設け、各センサーから経時的にもたらされる検知信号をフィードバックして固定ロールと移動ロールの間を一定距離並びに一定押し圧力に管理する電子的自動制御機構を備え、該電子的自動制御機構により上記サーボモーターを駆動して移動ロールの位置を逐次的に調整するようにしたことを特徴とするロールミルが提供される。そして、上記ロールミルは、横方向に並列する3本のロールを有する3本ロールミルであって、架台上の中央に固定した中ロールを固定ロールとし、該中ロールの前後に設けた前ロールと後ロールを各々自動制御できる移動ロールとするものが提供される。

10

【発明の効果】

【0017】

本発明は上記のように構成され、変位制御とロード制御を併用して経時的に所定のロール間距離を維持するようフィードバック制御により自動制御するようにしたので、クラウン付ロールを使った接触線上一定の押し圧力（反力）分布を得ることができ、しかもロールの差回転から生じる摩擦力からの分散効果を失うことなく、セルフアライメントやロールの潰れ代、処理材料の粘度変化、異常荷重の発生等に対応して常に予定した一定のロール接触力下で稼動することが可能な3本ロールミル等のロールミルが得られ、このロールミルを分散機とすることにより高い分散品質（精度）要求に答えることが可能となった。言い換えれば、分散後の粒度分布もより狭い幅で得られ、また自動制御とすることで人的なコントロール技術に頼っていた部分（熟練技術）を人から機械へ移すことを可能とした。

20

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明は、インキ、塗料、セラミック、薬品、食品、電子材料その他の各種製品の製造工程において、処理材料中の微粉体・ナノ粒子等の物質を練肉・分散処理するために用いられる各種のロールミルに適用することができるが、図5、図6には本発明のロールミルの一実施例として、中央の中ロール1を固定し、その横方向の前後に前ロール2と後ロール3を接離可能に並列して設けた3本ロールミルが示されている。図5において、中ロール1のロール軸4を支持する軸受5は架台（フレーム）（図示略）に固定されて、その両側に前ロール2と後ロール3が位置している。

【0019】

前ロール2と後ロール3は架台へほぼ同一の取付構造で取付けられ、図6は取付部分の一実施例を示し、図において左側には、架台に固定されたサーボモーターブラケット6があり、その上に変位駆動専用サーボモーター（図示略）が懸架、固定され、該サーボモーターの回転力はボールスクリュウカップリング7へ伝達される。回転力を伝達すると同時にボールスクリュウ8を介して伝わって来る反力も受けてこれをモーターブラケット6へ伝達している。このため両者間にはベアリング9が組み込まれており、一緒に反力計測のためのロードセル（ロードセンサー）10がブラケット6とベアリング9間に装着されている。

40

【0020】

ボールスクリュウ8とボールスクリュウカップリング7はキー結合でしっかり結合され

50

ており、回転力はボールスクリュウへ伝達される。ボールスクリュウ内で回転力は前進力（推進力）へ変換されてロールプッシュバー 11 を介してロールベアリングホルダー 12 へ前進力（推進力）を伝達している。

【0021】

ボールスクリュウ 8 とロールプッシュバー 11 は同一のスクリュウ固定プレート 13 に装着されており、このスクリュウ固定プレートには LM（直線運動）ガイド 14 が装着されている。またロールベアリングホルダー 12 にも同様の LM ガイド 15 が装着されており、これら二つの LM ガイドは共通のレール 2 本の上を移動するように作られており、両者の直進性が保持されている。

【0022】

ロールベアリングホルダー 12 内のベアリングには後ロール（前ロール）本体のロール軸 16 が組み付けられている。該ロール軸 16 にはシュミットカップリング 17 を介して駆動モーター（図示略）がそれぞれ連結されている。該シュミットカップリング 17 は軸心違いの動力伝達において回転中に軸の平行移動を可能にする機構であるから、この機構によりロール軸 16 に直角の方向の移動を許容しながら駆動モーターからの回転駆動力を等速で該ロール軸 16 に伝達することができる。

【0023】

サーボモーターブラケット 6 とロールベアリングホルダー 12 間の距離を正確に計測するためにサーボモーターブラケット 6 にはレーザー変位計（レーザーセンサー）18 が固定され、ロールベアリングホルダー 12 の対向面にレーザー光を当てて距離を計測している。

【0024】

上記サーボモーターブラケット 6 は架台に固定され、上記中ロール 1 のロール軸 4 の軸受 5 も架台に固定されているので、サーボモーターブラケット 6 とロールベアリングホルダー 12 間の距離を測定することにより中ロールのロール軸 4 と後ロール 3（前ロール 2）のロール軸 16 間の距離を測定することができる。このサーボモーターブラケット 6 とロールベアリングホルダー 12 間の距離はロール静止状態で初期押し圧（静的）によって決定し、以降ロール駆動中はこれを一定とするフィードバック制御をしている。この制御のためにサーボモーター回転力によるボールスクリュウ推進力が使われている。またフィードバック制御により上記サーボモーターを瞬時に駆動して一定距離、一定押し圧に管理するよう電子的自動制御機構が設けられている。

【0025】

図 5 に示すように、図 6 に示す制御系は前ロール 2 の左右両端、後ロール 3 の左右両端と計 4 ヶ所に装備され、それらが同一平面上の架台上に固定あるいは LM ガイドを介して固定され、中ロールの左右両端が架台上に固定されている。したがって、上記ロールミルを運転すると、上記レーザーセンサー 18 およびロードセンサー（ロードセル）10 によりロール間距離やロールに作用するロール間押圧が瞬間、瞬間にもたらされるから、このセンサーからの検知信号をフィードバックして上記サーボモーターを駆動し、ロール軸 16 をロールと直角方向に微小移動させることにより、一定距離、一定押し圧に全自動で最適運転でき、分散効果を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図 1】固定ロールと押し側ロール（移動ロール）の一定押し圧力下で接触しているときのクラウンカーブとロール接触線等を示す概略図。

【図 2】ロール接触状態における接触線上の分布押し圧力（反力）を示す図。

【図 3】接触線上の押し圧力分布とセルフアライメントフォースの説明図。

【図 4】押し圧が掛かったときのロールの潰れ代を伴ったロール間距離の図。

【図 5】本発明の一実施例を示すロールミルの平面図。

【図 6】移動ロールの架台への取付部分を示す正面図。

【符号の説明】

10

20

30

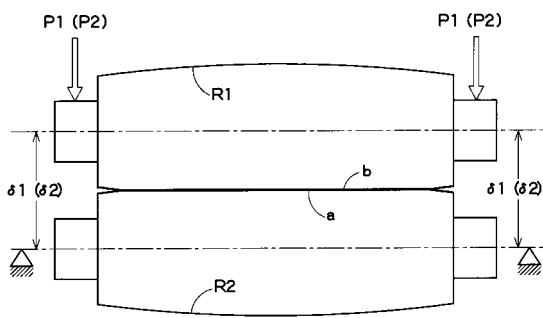
40

50

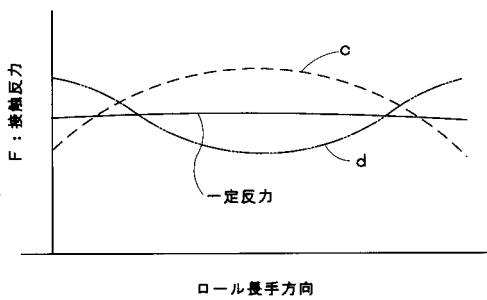
【 0 0 2 7 】

- 1 中ロール
- 2 前ロール
- 3 後ロール
- 1 0 ロードセル (ロードセンサー)
- 1 6 ロール軸
- 1 8 レーザー変位計 (レーザーセンサー)

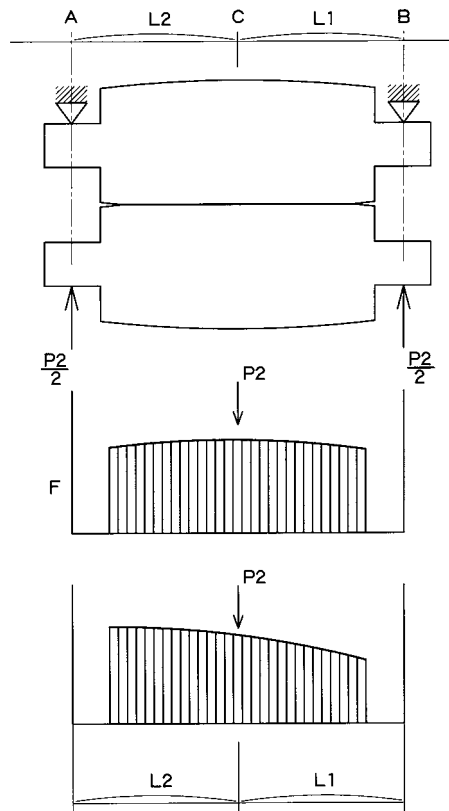
【 図 1 】



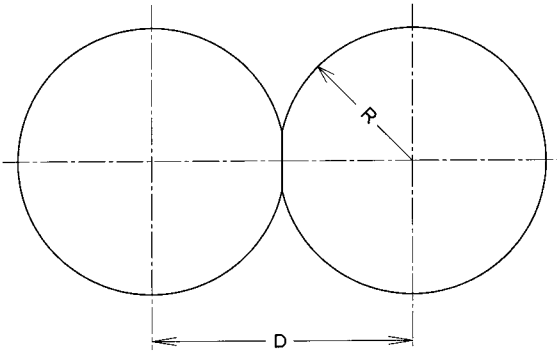
【 図 2 】



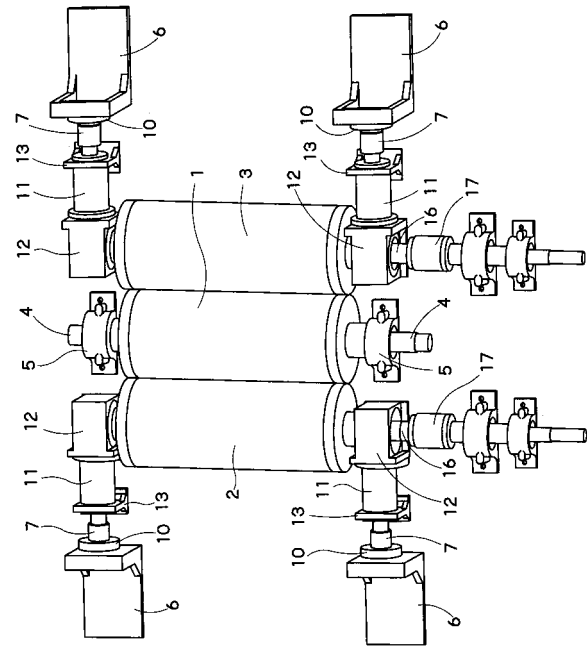
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

