

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5561954号
(P5561954)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014. 7. 30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014. 6. 20)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 5 H 7/02 (2006.01)

B 6 5 H 7/02

G O 1 G 17/02 (2006.01)

G O 1 G 17/02

Z

G O 1 N 29/00 (2006.01)

G O 1 N 29/00

請求項の数 18 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2009-109394 (P2009-109394)
 (22) 出願日 平成21年4月28日(2009. 4. 28)
 (65) 公開番号 特開2010-18432 (P2010-18432A)
 (43) 公開日 平成22年1月28日(2010. 1. 28)
 審査請求日 平成24年4月27日(2012. 4. 27)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-155361 (P2008-155361)
 (32) 優先日 平成20年6月13日(2008. 6. 13)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 石田 功
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
 ノン株式会社内
 審査官 富江 耕太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録媒体の坪量検知センサ、及び画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を用いて記録媒体の坪量を検知するための坪量検知センサであって、
 超音波を送信するために振動する第1の振動部材と、
 前記第1の振動部材から送信され、前記記録媒体を介して減衰した超音波を受信して振
 動する第2の振動部材と、
 前記記録媒体を介して減衰した超音波を前記第2の振動部材に導く第1のガイド部材を
 有し、
 前記第1の振動部材の超音波を送信する側の表面と前記第2の振動部材の超音波を受信
 する側の表面は対向しており、前記第2の振動部材の中心を通り、且つ前記第2の振動部
 材の超音波を受信する側の表面と垂直な線における、前記第2の振動部材の超音波を受信
 する側の表面から前記第1のガイド部材の先端面を含む平面までの長さは、前記第1の振
 動部材から送信される超音波の波長の略 $1/2$ の n 倍 (n は1以上の整数) の長さである
 ことを特徴とした坪量検知センサ。

【請求項 2】

前記第2の振動部材を支持する第1の支持手段を有し、
 前記第1の支持手段と前記第1のガイド部材が接触していることを特徴とする請求項1
 に記載の坪量検知センサ。

【請求項 3】

前記第1の振動部材から送信された超音波を前記記録媒体に導く第2のガイド部材を有

10

20

し、

前記第 1 の振動部材の中心を通り、且つ前記第 1 の振動部材の超音波を送信する側の表面と垂直な線における、前記第 1 の振動部材の超音波を送信する側の表面から前記第 2 のガイド部材の先端面を含む平面までの長さは、前記第 1 の振動部材から送信される超音波の波長の略 $1/2$ の m 倍 (m は 1 以上の整数) の長さであることを特徴とした請求項 1 又は 2 に記載の坪量検知センサ。

【請求項 4】

前記第 1 の振動部材を支持する第 2 の支持手段を有し、

前記第 2 の支持手段と前記第 2 のガイド部材が接触していることを特徴とする請求項 3 に記載の坪量検知センサ。

10

【請求項 5】

前記第 1 のガイド部材の先端面と前記第 2 のガイド部材の先端面は対向することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の坪量検知センサ。

【請求項 6】

前記第 1 のガイド部材の先端面から前記第 2 のガイド部材の先端面までの距離は、前記第 1 の振動部材から送信される超音波の波長の略 $1/4$ の 1 倍 (1 は 1 以上の奇数) の距離であることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の坪量検知センサ。

【請求項 7】

前記超音波の波長の略 $1/2$ の n 倍又は m 倍の長さとは、 105 g/m^2 の坪量をもつ記録媒体を介して減衰して前記第 2 の振動部材により受信された超音波の出力の範囲と 20 g/m^2 の坪量をもつ記録媒体を介して減衰して前記第 2 の振動部材により受信された超音波の出力の範囲とが重複しないように設定された長さであることを特徴とした請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の坪量検知センサ。

20

【請求項 8】

記録媒体に画像を形成するための画像形成装置であって、

画像を形成するための画像形成手段と、

超音波を送信するために振動する第 1 の振動部材と、

前記第 1 の振動部材から送信され、前記記録媒体を介して減衰した超音波を受信して振動する第 2 の振動部材と、

前記第 2 の振動部材により受信された超音波に応じて、前記画像形成手段の画像形成条件を制御する制御手段と、

30

前記記録媒体を介して減衰した超音波を前記第 2 の振動部材に導く第 1 のガイド部材を有し、

前記第 1 の振動部材の超音波を送信する側の表面と前記第 2 の振動部材の超音波を受信する側の表面は対向しており、前記第 2 の振動部材の中心を通り、且つ前記第 2 の振動部材の超音波を受信する側の表面と垂直な線における、前記第 2 の振動部材の超音波を受信する側の表面から前記第 1 のガイド部材の先端面を含む平面までの長さは、前記第 1 の振動部材から送信される超音波の波長の略 $1/2$ の n 倍 (n は 1 以上の整数) の長さであることを特徴とした画像形成装置。

【請求項 9】

40

前記第 2 の振動部材を支持する第 1 の支持手段を有し、

前記第 1 の支持手段と前記第 1 のガイド部材が接触していることを特徴とする請求項 8 に記載の画像形成装置。

【請求項 10】

前記第 1 の振動部材から送信された超音波を前記記録媒体に導く第 2 のガイド部材を有し、

前記第 1 の振動部材の中心を通り、且つ前記第 1 の振動部材の超音波を送信する側の表面と垂直な線における、前記第 1 の振動部材の超音波を送信する側の表面から前記第 2 のガイド部材の先端面を含む平面までの長さは、前記第 1 の振動部材から送信される超音波の波長の略 $1/2$ の m 倍 (m は 1 以上の整数) の長さであることを特徴とした請求項 8 又

50

は 9 に記載の画像形成装置。

【請求項 1 1】

前記第 1 の振動部材を支持する第 2 の支持手段を有し、

前記第 2 の支持手段と前記第 2 のガイド部材が接触していることを特徴とする請求項 1 0 に記載の画像形成装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 のガイド部材の先端面と前記第 2 のガイド部材の先端面は対向することを特徴とする請求項 1 0 又は 1 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 1 3】

記録媒体を搬送するための搬送ガイドを有し、

前記搬送ガイドには超音波を通過させるための開口部が設けられており、前記第 1 のガイド部材の先端と前記第 2 のガイド部材の先端は前記搬送ガイドの開口部に密着していることを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 2 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 1 4】

前記第 1 のガイド部材の先端面から前記第 2 のガイド部材の先端面までの距離は、前記第 1 の振動部材から送信される超音波の波長の略 $1/4$ の 1 倍（1 は 1 以上の奇数）の距離であることを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 1 5】

前記超音波の波長の略 $1/2$ の n 倍又は m 倍の長さとは、 105 g/m^2 の坪量をもつ記録媒体を介して減衰して前記第 2 の振動部材により受信された超音波の出力の範囲と 20 g/m^2 の坪量をもつ記録媒体を介して減衰して前記第 2 の振動部材により受信された超音波の出力の範囲とが重複しないように設定された長さであることを特徴とした請求項 8 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 1 6】

前記画像形成条件とは、前記画像形成手段に含まれる定着手段の温度であることを特徴とする請求項 8 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 1 7】

前記画像形成条件とは、前記画像形成手段に含まれる転写手段に供給する電圧であることを特徴とする請求項 8 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【請求項 1 8】

前記画像形成条件とは、記録材の搬送速度であることを特徴とする請求項 8 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像形成装置等で用いる記録媒体の坪量を精度良く検知するための技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の複写機やレーザープリンタ等の画像形成装置では、画像形成装置内部に記録媒体の種類を判別するためのセンサを備えているものがある。センサを用いて、記録媒体の種類を判別し、判別結果に応じて転写条件あるいは定着条件等が設定されるよう制御する手法が提案されている。

【0003】

記録媒体の種類を判別するための方法としては、記録媒体に対する光の透過量によって記録媒体の厚みを検知する方法が提案されている。また、超音波を照射して坪量を検知する方法など、様々な方法が提案されている（特許文献 1）。なかでも超音波を用いる方法では、超音波送信部（以下、送信部とも記す）から発信された超音波が記録媒体で跳ね返る反射波を考慮しなければならない。また、記録媒体を透過した超音波が超音波受信部（以下、受信部とも記す）で跳ね返る反射波の影響も考慮しなければならない。また、記録

10

20

30

40

50

媒体を搬送するための搬送ローラや搬送ガイド等の送信部及び受信部の周囲にある部材からの反射波の影響を考慮しなければならない。

【 0 0 0 4 】

これら反射波の影響を低減する方法として特許文献 2 には、超音波送信部及び超音波受信部の夫々にガイドを配置する構成が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開昭 5 7 - 1 3 2 0 5 5

【特許文献 2】特開 2 0 0 1 - 3 5 1 1 4 1

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 2 のように超音波送信部及び超音波受信部にガイドを配置する構成では、送信部から照射された超音波と、その超音波が記録媒体に到達する前にガイドによって反射される反射波とが干渉しあうことがある。このような干渉によって、送信部から出力される超音波が減衰あるいは不安定な状態で記録媒体に照射されてしまうことがある。また、記録媒体を透過した超音波と、その超音波が受信部に到達する前に受信部のガイドによって反射される反射波とが干渉しあうことによって、受信部で受信する超音波の出力が減衰あるいは不安定な状態で記録媒体に照射されてしまうことがある。このような干渉によって、超音波が減衰あるいは不安定になってしまうと、坪量検知精度が低下してしまうおそれがあった。

20

【 0 0 0 7 】

また、超音波を用いる検知方法では、安定した超音波を受信するために、たとえば、搬送させている記録媒体を一時的に停止させた状態で超音波を照射する場合がある。しかし、記録媒体はその種類や温度条件や湿度条件などの様々な要因により搬送状態にばらつきが出てしまう。その状態で記録媒体を一時的に停止させると、例えば記録媒体が撓んだり、傾いたりしてしまうため常に同じ停止姿勢となることは少ない。そのため、記録媒体を一時的に停止した際の停止姿勢が送信部方向に偏ったり、受信部方向に偏ったりと、送信部と記録媒体、受信部と記録媒体との距離が変わってしまう。記録媒体の停止姿勢が安定しないと、送信部と記録媒体との間での反射波、または記録媒体と受信部との間での反射波の影響が大きくなってしまうことがある。その結果、受信される超音波が減衰あるいは不安定になってしまい、坪量検知精度が低下してしまうおそれがあった。

30

【 0 0 0 8 】

本発明は以上のような状況を鑑みてなされたものであり、送信する超音波を安定した状態で記録媒体に照射できるようにし、記録媒体を透過した超音波の出力を安定して得るようにすることで、坪量検知精度を向上させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記の目的を達成するために、本発明の坪量検知センサは、超音波を用いて記録媒体の坪量を検知するための坪量検知センサであって、超音波を送信するために振動する第 1 の振動部材と、前記第 1 の振動部材から送信され、前記記録媒体を介して減衰した超音波を受信して振動する第 2 の振動部材と、前記記録媒体を介して減衰した超音波を前記第 2 の振動部材に導く第 1 のガイド部材を有し、前記第 1 の振動部材の超音波を送信する側の表面と前記第 2 の振動部材の超音波を受信する側の表面は対向しており、前記第 2 の振動部材の中心を通り、且つ前記第 2 の振動部材の超音波を受信する側の表面と垂直な線における、前記第 2 の振動部材の超音波を受信する側の表面から前記第 1 のガイド部材の先端面を含む平面までの長さは、前記第 1 の振動部材から送信される超音波の波長の略 $1/2$ の n 倍 (n は 1 以上の整数) の長さであることを特徴とする。

40

【発明の効果】

50

【 0 0 1 0 】

本発明の構成によれば、安定して超音波を記録媒体に照射できるようにすることで、安定して超音波の出力を得ることができるようになり、坪量検知精度を向上させることが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る画像形成装置の概略構成を示す図

【 図 2 】 坪量検知センサの具体的な構成を示す図

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施形態に係る記録媒体 P の坪量検知センサの構成を示す図

【 図 4 】 本発明の第 1 の実施形態に係る坪量検知センサの制御部の構成を示すブロック図

【 図 5 】 本発明の第 1 の実施形態に係る坪量検知センサで使用する波形の一例を示す図

【 図 6 】 記録媒体 P の坪量検知センサのガイド部材の有り無し及びガイド部材の長さによる記録媒体 P の坪量と演算出力の関係の変化を示す図

【 図 7 】 図 6 でプロットされたグラフを線グラフとして表示した図

【 図 8 】 記録媒体 P の坪量検知センサで用いるガイド部材の長さによる記録媒体 P の停止姿勢と演算出力の関係の変化を示す図

【 図 9 】 ある条件下において、どの範囲の演算出力であれば坪量を一意に特定できるかを示した図

【 図 1 0 】 ガイド長を 1 波長にしたときの、超音波とガイドからの反射波との関係を示した図

【 図 1 1 】 ガイド長を 3 / 4 波長にしたときの、超音波とガイドからの反射波との関係を示した図

【 図 1 2 】 記録媒体 P の坪量検知センサで用いるガイド間距離を固定し、記録媒体の位置を変化させたときの演算出力の変化を示す図

【 図 1 3 】 本発明の第 3 の実施形態に係る記録媒体 P の坪量検知センサの構成を示す図

【 図 1 4 】 記録媒体 P の坪量検知センサで用いるガイド部材と搬送ガイドを一体にしたときの、記録媒体 P の停止姿勢と演算出力の関係を示す図

【 図 1 5 】 超音波受信部 4 0 からガイドの先端面までの距離 4 2 を変更させたときの、記録媒体 P の停止姿勢と演算出力の関係を示す図

【 図 1 6 】 本発明の第 5 の実施形態に係る記録媒体 P の坪量検知センサの構成を示す図

【 図 1 7 】 ガイド長を 1 / 2 波長に固定し、ガイド間距離 4 4 を変更したときの、記録媒体 P の停止姿勢と演算出力の関係を示す図

【 図 1 8 】 ガイド長を 1 波長に固定し、ガイド間距離 4 4 を変更したとき、記録媒体 P の停止姿勢と演算出力の関係を示す図

【 図 1 9 】 ガイド間距離 4 4 を 3 / 4 波長にしたときの、送信部 3 0 から照射された超音波の経路と各部材に反射された反射波の経路を示した図

【 図 2 0 】 図 1 9 の各経路の波形を示した図

【 図 2 1 】 ガイド間距離 4 4 を 1 波長にしたときの、送信部 3 0 から照射された超音波の経路と各部材に反射された反射波の経路を示した図

【 図 2 2 】 図 2 1 の各経路の波形を示した図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態について説明する。尚、以下の実施の形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものでなく、また実施の形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須のものとは限らない。

【 0 0 1 3 】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る、中間転写体を採用し、複数の画像形成部を並列して構成した画像形成装置を示す構成図である。

【 0 0 1 4 】

図 1 における画像形成装置 1 は、記録媒体 P を収納する給紙カセット 2 及び給紙トレイ 3、給紙カセット 2 又は給紙トレイ 3 から記録媒体 P を搬送路にピックアップ及び給紙する給紙ローラ 4 及び給紙ローラ 4' を備えている。イエロー、マゼンタ、シアン、ブラックの各感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K を備えている。各感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K を一様に所定の電位に帯電するための各色用の一次帯電手段としての帯電ローラ 12 Y、12 M、12 C、12 K を備えている。一次帯電手段によって帯電された感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K 上に各色画像データに対応したレーザ光を照射し、静電潜像を形成するための各色用の光学ユニット 13 Y、13 M、13 C、13 K を備えている。感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K 上に形成された静電潜像を可視化するための現像器（カートリッジともいう）14 Y、14 M、14 C、14 K を備えている。現像器 14 Y、14 M、14 C、14 K 内の現像剤を感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K に送り出すための現像ローラ 15 Y、15 M、15 C、15 K を備えている。感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K 上に形成した画像を一次転写される中間転写ベルト 17、及び各色用の一次転写ローラ 16 Y、16 M、16 C、16 K を備えている。中間転写ベルト 17 を駆動する駆動ローラ 18、中間転写ベルト 17 上に形成された画像を記録媒体 P に転写するための二次転写ローラ 19、及び記録媒体 P を搬送させながら記録媒体 P に転写された現像剤像を融解定着させる定着ユニット 20 を備えている。

10

【0015】

次に画像形成装置 1 の動作を説明する。まず、印刷する画像信号が画像形成装置 1 に入力されると、記録媒体 P は給紙ローラ 4 又は給紙ローラ 4' によって、給紙カセット 2 又は給紙トレイ 3 からピックアップされ搬送路に送り出される。記録媒体 P は中間転写ベルト 17 上に形成する画像の形成動作と同期を取るため、搬送ローラ 5 及び搬送対向ローラ 6 に一時停止して待機する。このとき、先ほど課題で前述したように、記録媒体 P と送信部 30 との距離、または記録媒体 P と受信部 40 との距離が変動することがある。その後、画像形成動作に同期して、記録媒体 P が搬送され、中間転写ベルト 17 上に形成された現像剤像を記録媒体 P に転写する。記録媒体 P に転写された現像剤像は定着ローラ等の定着ユニット 20 によって定着され、現像剤像が定着された記録媒体 P は排出口ローラ 21 によって不図示の排紙トレイに排紙され、画像形成動作を終了する。

20

【0016】

次に中間転写ベルト 17 上に形成する画像形成方法についてもう少し詳しく説明する。印刷する画像信号が画像形成装置 1 に入力されると、感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K は帯電ローラ 12 Y、12 M、12 C、12 K によって、一定の電位に帯電される。受け取った画像信号にあわせて光学ユニット 13 Y、13 M、13 C、13 K は、帯電された感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K の表面をレーザビームによって露光走査して潜像を形成する。静電潜像を可視化するために現像器 14 Y、14 M、14 C、14 K 及び現像ローラ 15 Y、15 M、15 C、15 K によって現像を行う。感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K の表面に形成された静電潜像は、現像器 14 Y、14 M、14 C、14 K により単色現像剤像として現像される。これらの感光ドラム 11 Y、11 M、11 C、11 K は、中間転写ベルト 17 と接触しており、中間転写ベルト 17 の回転と同期して回転する。現像された単色現像剤像は、一次転写ローラ 16 Y、16 M、16 C、16 K により中間転写ベルト 17 上に順に転写され、多色現像剤像となる。この多色現像剤像を記録媒体 P 上に転写を行う。

30

40

【0017】

図 1 の画像形成装置 1 において、記録媒体 P の坪量検知センサは、搬送ローラ 5 及び搬送対向ローラ 6 の手前に記録媒体 P を搬送する搬送路を挟むように送信部 30 と受信部 40 が配置されている。記録媒体 P の坪量検知は、記録媒体 P が搬送ローラ 5 及び搬送対向ローラ 6 の手前に一時的に停止している状態で行われる。ここでいう坪量とは、記録媒体の単位面積当たりの質量であり、1 平方メートル当たりの質量を (g/m²) で表す。

【0018】

50

画像形成装置 1 は、坪量検知センサで得られた出力結果に応じて、画像形成における画像形成条件の制御を行っている。ここでいう画像形成条件とは、例えば記録媒体 P の紙種の違いによって、記録媒体 P の搬送スピードを変更したり、転写時における二次転写ローラ 19 にかかる電圧を変更したり、定着時の温度を変更したりすることである。ここでは、画像形成条件の一例として前記のような処理を列挙したが、これに限定されるものではなく、坪量検知センサの出力結果を用いて制御できるものであれば、如何なるものでもよい。

【0019】

図 2 に、坪量検知センサの送信部 30 又は受信部 40 の構成を示す。50 は超音波を発信又は受信する振動部材である。この振動部材 50 が振動することにより、超音波の送信又は受信を行うことができる。51 はガイドの開口寸法である。52 は振動部材 50 の表面からガイド先端面 55 までの距離を示すものである。53 はイコライザーで、振動部材 50 で発信又は受信される超音波を増幅するための部材である。なお、このイコライザー 53 がない構成であっても振動部材 50 があれば超音波を送信又は受信することは可能である。本実施形態では、一例として超音波を増幅させて送信及び受信するために、イコライザー 53 を設けた構成としている。54 はセンサの周りを囲む円筒状のガイドであり、55 はガイド先端面である。ここで、ガイド先端面 55 を含む平面、つまりガイド部材の開口部を仮想面と定義する。56 は振動部材 50 を支持する支持部材であり、57 はセンサの基盤部分となる部材である。この振動部材 50 は支持部材 56 で支持された状態で振動して超音波を発生する。振動部材 50 の中心を通り且つ、振動部材 50 と垂直な線 58 は実際に振動部材 50 に存在するものではない仮想的な線であり、振動部材 50 の表面からガイドの先端面 55 までの距離 52 を一義的に決めるための基準となる。

【0020】

本実施形態では、送信部 30 又は受信部 40 となる振動部材 50 は、ガイド先端面 55 と水平になるように設置される。振動部材 50 の表面からガイド先端面 55 までの距離 52 をガイド長と定義される。この距離 52 は、円形状の振動部材 50 の中心から垂直方向に仮想的に中心軸を設定し、この中心軸上の距離と同一の距離として定義する。なお、本実施形態では、中心軸とガイド部材は水平であり、この中心軸上の距離をガイド長と定義している。しかし、中心軸とガイドの関係は、後述するように演算出力から記録媒体 P の坪量を一義的に検知することが可能であれば、必ずしも水平でなくてもよい。また、演算出力から記録媒体 P の坪量を一意に検知することが可能であれば、ガイド 54 はすべて同じ長さでなくてもよい。

【0021】

図 2 のように、振動部材 50 をガイド 54 で囲むことによって、超音波に指向性をもたすことが可能となり、さらにガイド 54 によって周辺部材からの反射波の影響を低減することができる。このときガイド 54 は本実施例における好適な例としては、振動部材 50 の基盤部分 57 とガイド 54 の内面が接するように配置される。しかし、演算出力から記録媒体 P の坪量を一意に検知することが可能であれば、振動部材 50 の基板部分 57 とガイドの内面が接しないように配置しても良い。送信部 30 と受信部 40 はこの振動部材 50 を用いて同一の部材で構成することが可能である。例えば、送信部 30 は不図示の圧電素子によって振動部材 50 を振動させることで超音波を照射することができる。また、受信部 40 は照射された超音波が振動部材 50 に到達すると振動部材 50 が振動し超音波を受信することができる。

【0022】

ガイド 54 は、例えば本実施形態においては樹脂を用いて構成されるものであり、送信部 30 や受信部 40 の周辺の部材からの超音波反射波を防ぐことができるものである。本実施形態では樹脂を用いてガイドを構成しているが、本実施形態と同様の効果を得られるものであれば、金属など他の素材を用いてガイドを構成してもよい。

【0023】

次に図 3 に、本発明の第 1 の実施形態に係る坪量検知センサの構成について示す。記録

10

20

30

40

50

媒体 P の坪量を検知する坪量検知センサの構成は、記録媒体 P に対して超音波を照射する送信部 30 と送信部 30 から照射された超音波を受信する受信部 40 を備えている。ここで示した送信部 30 及び受信部 40 は図 2 で説明した超音波センサを用いて構成される。さらに、送信部 30 から照射される超音波を対向した受信部 40 の方向へ導くガイド部材 31 (以下、送信側ガイド部材 31 と定義する) を備えている。さらに、記録媒体 P を透過した超音波を受信部 40 の方向へ導くと共に、周辺部材等からの超音波の反射波の干渉を防ぐガイド部材 41 (以下、受信側ガイド部材 41 と定義する) を備えている。さらに、記録媒体 P を搬送する搬送ローラ 5 及び搬送対向ローラ 6 と、搬送路 60 と、搬送ガイド 61 を備えている。搬送路 60 は搬送ガイド 61 により構成されている。送信部 30 の振動部材 50 からガイド先端面までの距離を送信部のガイド長 32 とし、受信部 40 の振動部材 50 からガイド先端面までの距離を受信部のガイド長 42 とする。ガイド長 32 及びガイド長 42 は前述した図 2 における、振動部材 50 の表面からガイド先端面 55 までの距離 52 と同様の長さとなっている。

10

【0024】

次に、図 1 の画像形成装置 1 において、坪量を検知する制御方法について図 4 のブロック図を用いて説明する。また、図 5 に、(a) として圧電素子を振動させるための駆動信号を、(b) として超音波の代表的な受信波形を、(c) としてその受信波形を基に坪量検知を行うための演算出力の波形を、夫々一例として示す。

【0025】

坪量検知センサは、搬送路 60 を挟んで、夫々所定の位置に配置されており、搬送路 60 内を搬送される記録媒体 P の坪量を検知する。ここで示した超音波送信部 (送信部) 30 と超音波受信部 (受信部) 40 は、図 3 の示したものと同一であるので、同じ符号を付けている。

20

【0026】

坪量の検知方法について、具体的に説明する。まず、CPU 10 から超音波発信信号 73 を送信制御部 70 に送る。送信制御部 70 は駆動信号生成部 71 と増幅器 72 を有する。超音波発信信号 73 には、送信部 30 を駆動するタイミングや周波数の情報を含んでいる。送信制御部 70 内の駆動信号生成部 71 は、超音波発信信号 73 に基づいて、指定された周波数 (例えば、40 kHz) の駆動信号 74 を生成し、出力する。駆動信号 74 を図 5 (a) に示す。駆動信号 74 は 40 kHz であり、この駆動信号 74 により圧電素子を駆動させ、振動部材 50 を振動させることにより、超音波を発生させる。増幅器 72 は駆動信号 74 の信号レベルを増幅し、増幅した駆動信号 75 を送信部 30 に出力する。この駆動信号 75 によって、送信部 30 は 40 kHz の超音波を出力する。

30

【0027】

受信部 40 は、送信部 30 から記録媒体 P を透過した超音波を受信して、超音波の受信信号 83 を演算部 80 に出力する。受信信号 83 を図 5 (b) に示す。受信信号 83 は時間が経つにつれ超音波の出力が大きくなっていることがわかる。受信信号 83 は時間の経過と共に、その出力値が大きくなっていることがわかる。時間の経過と共に超音波の出力値は大きくなっているが、時間が経過するほど反射波等の影響を受ける可能性も高くなる。そこで、本実施形態では、できるだけ早く超音波を受信し、且つ坪量検知に十分な出力値を得るために、ある一定以上の出力値が得られたタイミングの値を用いて坪量の検知を行っている。そのタイミングを図 5 (b) では時刻 T0 としている。なお、時刻 T0 については後に詳しく述べる。なお、不図示ではあるが、さらに時間が経過してある所定時間以上が経過すると受信波形は安定し、一定の出力を示すようになる。

40

【0028】

演算部 80 は、増幅器 81 と平滑回路 82 と不図示の整流回路を有する。演算部 80 は受け取った受信信号 83 を増幅器 81 で増幅する。この増幅された信号 84 を整流回路によって整流した後、平滑回路 82 によって積分して演算出力 85 を生成する。演算出力 85 を図 5 (c) に示す。演算出力 85 は受信信号 83 の出力と比例して大きくなる。演算出力 85 の出力が十分に得られると、CPU 10 に得られた演算出力結果が出力され、こ

50

の演算出力結果を用いて記録媒体 P の坪量の判別を行う。

【 0 0 2 9 】

C P U 1 0 では、図 5 の c の波形において、駆動信号 7 5 が送信部 3 0 に出力されたタイミングから一定時間後に波形をサンプリングしはじめる。ある一定時間後とは、演算出力 8 5 が予め設定された演算出力 8 5 の閾値を超えたときの時刻 T 0 である。ここでいう演算出力 8 5 の閾値は任意に決定できるものであり、坪量の演算出力結果より低い値に設定すればよい。例えば、本実施形態においてガイド長を 1 波長、閾値を 0 . 5 V とすれば、0 . 5 V 以上の演算出力に対応する坪量を判別することが可能となる（図 6 参照）。本実施形態の上記の条件であれば、坪量 6 0 ~ 2 2 0 g / m 2 までの坪量を判別することが可能である。また、本実施形態では、時刻 T 0 を 1 5 0 μ s としている。この値は、先ほど説明した演算出力の閾値によって変動するものであるもので、1 5 0 μ s に限定されるものではない。

10

【 0 0 3 0 】

時刻 T 0 の後、入力周波数の半周期の間での最大値を求める（図 5 の c の波形の丸部分）。この演算出力の値をもって坪量を推定する。なお、図 4 及び図 5 は、坪量検知センサの構成及び制御を実現する際の一例であり、本発明はこの構成に制限されるものではない。

【 0 0 3 1 】

次に図 6 に、ガイドを用いた場合とガイドを用いない場合において、記録媒体 P の紙種（坪量）を変更したときの演算部 8 0 の演算出力を測定した実験結果を示す。用いたガイド長は送信される超音波の波長に対して 1 / 4 波長、1 / 2 波長、3 / 4 波長、1 波長である。図 6 のグラフの横軸は、記録媒体 P の坪量、縦軸は、演算部 8 0 の出力である。送信部 3 0 を駆動する周波数は、本実施形態では 4 0 k H z とした。なお、本実施形態では周波数を 4 0 k H z と設定しているが、周波数は 4 0 k H z に限定されるものでない。例えば、図 2 で説明したセンサの振動部材 5 0 やその他の部材の大きさ等を変更した場合は、変更した構成に応じた周波数に変更して設定すればよい。

20

【 0 0 3 2 】

図 7 は図 6 のグラフでプロットした点を繋ぎ、各ガイド長における演算出力と坪量の関係を示したものである。図 6 と図 7 は、表示方法が違っただけで同じ実験結果を表したものである。図 6 の実験結果より、ガイドを用いた場合（ガイド長 1 波長）とガイドを用いない場合（ガイド長 0 波長）とを比較してみる。例えば、坪量 1 0 5 g / m 2 のときの演算出力を比較してみると、ガイド長 1 波長のときは約 2 . 1 V に対し、ガイド長 0 波長のときは約 1 . 0 V となっている。この結果より演算出力が約 2 倍程度上昇していることがわかる。また、坪量間の出力値の差について比較してみる。例えば、坪量 1 0 5 g / m 2 と坪量 1 2 0 g / m 2 のときの演算出力の差を比較する。ガイド長 1 波長のときは、坪量 1 0 5 g / m 2 のときの演算出力が約 2 . 1 V、坪量 1 2 0 g / m 2 のときの演算出力が約 1 . 8 V と約 0 . 3 V ほどの出力差がある。一方、ガイド長 0 波長（ガイドを用いない）のときは、坪量 1 0 5 g / m 2 のときの演算出力が約 1 . 0 V、坪量 1 2 0 g / m 2 のときの演算出力が約 0 . 9 V と約 0 . 1 V ほどしか出力差がない。このように、ガイドを用いることで各坪量間の演算出力の出力差が大きくなっており、坪量の大きな紙を測定したときでも、ガイドを用いたときには、坪量ごとにおける出力値の変化量も大きくなり坪量を特定しやすくなる。一方、ガイドを用いない場合には、坪量が増えると出力値の変化量が小さくなってしまいうため、坪量を特定することが難しくなる。よって、ガイド部材を配置することで記録媒体の坪量検知精度を向上することができる。

30

40

【 0 0 3 3 】

このように、ガイドを設けることによって、出力を上げることは可能である。しかし、画像形成装置 1 において、記録媒体の坪量を検知する動作を行う場合、記録媒体 P の停止姿勢は、紙質や温度や湿度などの条件の変化により常に一定とはならず、多少のばらつきが生じてしまう。前述したように、記録媒体 P の停止姿勢がばらついてしまうと、送信部 3 0 と記録媒体 P 及び記録媒体 P と受信部 4 0 の間の距離が変化するので、出力が不安定

50

になってしまう。

【 0 0 3 4 】

この記録媒体 P とガイドとの関係を図 8 に示す。図 8 は、送信部 3 0 と受信部 4 0 のガイド先端面の位置を固定した条件で、送信側のガイド長 3 2 及び受信側のガイド長 4 2 を変化させ、さらに記録媒体 P の停止姿勢を変化させて実験を行った結果である。ガイド長 3 2、4 2 の規定は超音波の波長に基づいており、夫々ガイド長を送信される超音波の波長に対して 0 波長（ガイド無し）、 $1/4$ 波長、 $1/2$ 波長、 $3/4$ 波長、1 波長とした。記録媒体 P の紙種（坪量）は 75 g/m^2 を用いて、演算部 8 0 の演算出力を測定した。図 8 のグラフの横軸は記録媒体 P の送信部 3 0 又は受信部 4 0 に対する位置を示し、縦軸は演算部 8 0 の演算出力を示す。送信部 3 0 を駆動する周波数は、前記実験と同様に 4 0 k H z である。また、記録媒体 P と送信部 3 0 と受信部 4 0 との距離をずらすことによって記録媒体 P の停止姿勢が変化した状態を作って、夫々の状態において演算出力を測定した。具体的には、送信部 3 0 と受信部 4 0 の夫々のガイド先端面との中心を記録媒体の停止姿勢の基準位置（誤差 0 m m）とし、受信側に記録媒体 P の位置をずらしたときをプラスにしている。図 8 の実験結果からガイドを用いない場合、記録媒体 P のばらつきの影響は極めて小さく、受信部 4 0 の演算出力が安定して検知されていることが読み取れる。ただし、ガイドを用いないと得られる演算出力は小さくなってしまふ。

【 0 0 3 5 】

一方、ガイドを用いた場合には、ガイド長 3 2 及びガイド長 4 2 を長くするにしたがって演算出力値が大きくなっていることがわかる。演算出力値は大きくなるものの、例えばガイド長を $3/4$ 波長とすると、演算出力に大きな変動があり、最大で約 0.4 V も変動している。これを図 7 の実験結果に当てはめて坪量の判別を行おうとすると、坪量 75 g/m^2 から坪量 105 g/m^2 までの範囲が判別結果の候補となり、坪量 75 g/m^2 であるという判別が困難になってしまう。しかし、ガイド長が $1/2$ 波長及び 1 波長の時、演算出力の変動は 0.2 V 以内に収まって安定あり、坪量 75 g/m^2 と判別することができる。

【 0 0 3 6 】

この実験結果から、ガイドを用いる場合はガイドを用いない場合より演算出力を増加させることが可能であるが、ガイド長及び記録媒体 P の位置によって出力が不安定になってしまうことが確認できる。そのなかでもガイド長 3 2、4 2 が $1/2$ 波長または 1 波長の時は、記録媒体 P の位置がばらついても演算出力が安定していることがわかる。よって、ガイド長を $1/2$ 波長や 1 波長といった、超音波の波長の $1/2$ の n 倍（ n は 1 以上の整数、以下整数倍と表す）にすることで、超音波の出力が安定することになり、坪量検知精度を向上することができる。

【 0 0 3 7 】

なお、超音波を照射するための温度や湿度などの条件は、常に一定ではなく、ある程度変動するものである。本実施形態においては、温度 23、周波数 40 k H z という条件下において実験をしているが、実際に画像形成装置において坪量検知を行う状況下では、温度や湿度など様々な条件の変化により設定したガイド長が最適な長さでなくなることもある。つまり、理想的にはガイド長は超音波の波長の $1/2$ の整数倍であることが最適ではある。しかし、画像形成装置を使用する環境条件は常に一定ではないために、環境条件の変動によって超音波の速度が変化し、波長が変化する。例えばある条件下で超音波の波長の $1/2$ の整数倍の長さに設定しても、超音波の波長が変動すれば、設定したガイド長が超音波の波長の $1/2$ の整数倍の長さから外れることもある。そこで、温度 23、周波数 40 k H z において、ガイド長を波長の $1/2$ の整数倍から少しずつ長さを変えて、どこまでの範囲なら坪量検知が正しく行えるのかを実験した実験結果を図 9 に示す。図 9 は、坪量検知の一例として、受信側のガイド長 4 2 を 11 m m ~ 65.5 m m まで変動させたときの実験結果を示した図である。先の図 6 にプロットされている記録媒体のうち、坪量 105 g/m^2 の紙種を第 1 の坪量の記録媒体と、坪量 120 g/m^2 の紙種を第 2 の坪量の記録媒体として、夫々ガイド長を変動させて坪量検知を行った。

【 0 0 3 8 】

ここで、まず理論的に最適なガイド長を求める方法に関して説明する。超音波の波長は、超音波の音速と周波数から求められる。超音波の音速を v 、周波数を f 、波長を λ とすると、これらの間には、 $v = f \lambda$ の関係が成り立つ。また、超音波の音速は、媒質の温度に依存する。ここで用いられる媒質は空気であり、空気中の音速は、空気の温度 t との間に、 $v = 331.5 + 0.61 t$ の関係が成り立つ。

【 0 0 3 9 】

これを本実施形態の実験を行った条件に当てはめると、周波数 40 kHz 、温度 23 であるので、これから最適なガイド長を求めることが出来る。

$$v = 331.5 + (0.61 \times 23) = 345.53 \text{ (m/s)}$$

10

$$\lambda = v / f = 345.53 / 40 = 8.63825 \text{ (mm)}$$

という、関係が成り立つので、ガイド長は $1/2 \times 8.63825 \times n$ (n は 1 以上の整数)、で最適な長さを求めることができる。しかし、前述したように温度等の環境条件の変化によりこの関係式の v や λ が変化してしまうため、ある条件下で設定したガイド長が超音波の波長の $1/2$ の整数倍から外れてしまうことがある。本実施形態の条件下においては、近似値として 8.5 mm を最も超音波の波長の $1/2$ の整数倍に近いガイド長と設定している。この 8.5 mm を中心に 6.5 mm から 11 mm までガイド長を変化させて図 9 の実験結果を得ている。

【 0 0 4 0 】

図 9 において、ガイド長を 8.5 mm から 0.5 mm ずつ変化させたときに、坪量 105 g/m^2 と坪量 120 g/m^2 を判別できるかどうかの説明を行う。まず、ガイド長が 8.5 mm のときについて述べる。坪量 105 g/m^2 の記録媒体を検知したときには、 1.98 V から 2.03 V の間に演算出力が収まっており、坪量 120 g/m^2 の記録媒体を検知したときには、 1.79 V から 1.85 V の間に演算出力が収まっている。このことから、判別したい 2 つの坪量の演算出力の範囲は重複しておらず、演算出力に応じて一義的に坪量を判別することができることがわかる。このとき、例えば坪量の判別を行う閾値を坪量 105 g/m^2 のときにおける演算出力の最小値 1.98 V と坪量 120 g/m^2 のときにおける演算出力の最大値 1.85 V との平均値をとって、 1.915 V とする。同様にして、図示していない各坪量間の閾値を求め、演算出力がどの閾値の間に属するかによって坪量を判別することが可能となる。

20

30

【 0 0 4 1 】

上記のように、閾値を出すためには比較する 2 つの坪量の演算出力の範囲が重複していないことが条件となる。そのような条件を満たしているガイド長は図 9 から 7.5 mm から 9.5 mm までの間であるということがわかる。つまり、温度 23 、周波数 40 kHz という本実施形態の条件下においては、ガイド長は 8.5 mm から $\pm 1 \text{ mm}$ までの長さにおいて、坪量を一義的に検知することが可能であるということがわかる。よって、ガイド長を超音波の波長の略 $1/2$ の n 倍 (n は 1 以上の整数) とすることがよいことがわかる。しかし、これは本実施形態における一例にすぎず、例えば環境条件が変わったり、予め設定される坪量を求める精度の条件が変わったりすることで適切なガイド長の範囲は変化する。

40

【 0 0 4 2 】

次に、なぜガイドの長さを超音波の波長の $1/2$ の整数倍にすることで安定した出力結果が得られるかを図 10 及び図 11 を用いて説明する。得られる演算出力が安定している理由は、ガイド部材内を伝搬する超音波の振動と開口端形状をしたガイド部材内の空気の振動が共鳴していることである。送信部 30 から発生される超音波とガイド部材内の空気の振動が共鳴している場合、ガイド内の音波の干渉は極めて小さくなる。ガイド長が変わることによって、反射波の周波数に変化が起こり、ガイド長が超音波の波長の $1/2$ の整数倍の長さの時には、ちょうどガイド内の空気の振動と共鳴する反射波が発生する。

【 0 0 4 3 】

まず、ガイド長が周波数 40 kHz の 1 波長 (約 8.5 mm) の場合について説明する

50

。図10は、ガイド部材の振動によって起こる反射波の周波数が40kHzになるものを示している。図10(a)では、実線により送信部30から送信される超音波の波形を示し、点線によりガイド部材から反射する反射波の波形を示している。図10(b)では、先ほどの超音波と反射波の合成波の波形を示している。送信部30から照射された超音波とガイドからの反射波の位相が同じであるため、合成した音波は増幅され安定していることがわかる。

【0044】

次に、ガイド長が周波数40kHzの3/4波長(約6.3mm)の場合について説明する。図11は、ガイド部材の振動によって起こる反射波の周波数が53kHzになるものを示している。図11(a)では、実線により送信部30から照射される超音波の波形を示し、点線によりガイド部材から反射する反射波の波形を示している。図11(b)では、先ほどの超音波と反射波を合成した音波の波形を示している。送信部30から照射された超音波は40kHzであり、ガイドから反射する反射波は53kHzであるため、二つの波の位相はずれている。よって図11(b)の合成した音波の波形は、超音波と反射波の干渉が起こってしまっているため、出力が安定していないことがわかる。

【0045】

このように、ガイド長を超音波の波長の1/2の整数倍にすることで、超音波とガイドからの反射波の位相が一致し、安定した出力の超音波を得ることができる。

【0046】

以上の結果より、送信側のガイド長32、受信のガイド長42を送信部30から照射される超音波の波長の1/2の整数倍にすることで超音波の出力を安定させることができるので、坪量検知精度を向上させることができる。なお、ガイド長は、理想的な長さである超音波の波長の1/2の整数倍の長さから所定の範囲内の長さであれば坪量検知精度を向上させることができる。所定の範囲内の長さとは、例えば図9で示したように、坪量の異なる記録媒体の演算出力の結果が重複しないように所定の範囲内となるようにガイド長を設定すれば、正確に坪量を特定することが出来る。

【0047】

また、本実施形態では、記録媒体Pの坪量検知センサの検知動作は、記録媒体Pが停止している状態で行われるとしたが、停止状態に限られるものではなく、記録媒体Pが搬送中に検知を行うことも可能である。搬送中に検知を行う場合は記録媒体Pの搬送状態のばらつきが大きくなることが予想されるので、例えば複数回検知を行う、搬送速度を遅くするなどの方法で検知精度を維持することが可能である。

【0048】

また、本実施形態では、送信部30及び、受信部40にガイド部材を配置した構成を説明したが、送信部30にガイド部材を配置することなく、受信部40のみにガイド部材を配置しても良い。少なくとも受信部40にガイド部材が配置されていれば、記録媒体Pを透過した超音波を安定した状態で受信部40に導くことができる。

【0049】

(第2の実施形態)

第2の実施形態の構成は、第1の実施形態で説明した図2及び図3に示した構成で実施可能であるため、ここでの詳しい説明は省略する。本実施形態では、温度を23℃に設定して実験を行っており、送信側のガイド長32は、送信部30から照射される超音波の波長の1/2の整数倍となっている。同様に、受信側のガイド長42も、送信部30から照射される超音波の波長の1/2の整数倍となっている。

【0050】

上記のような条件下で、送信部30及び受信部40のガイド先端面の間の距離を5mmに固定し、記録媒体Pの停止姿勢を変化させたときの演算出力を検知した実験結果を図12に示す。検知条件は、第1の実施形態で説明した図8の構成と同様であるためここでの説明は省略する。図12の出力結果を見ると、記録媒体Pの位置が送信部30及び受信部40のガイド先端面の間の中心である基準位置から±2mmまでのとき、記録媒体Pの停

10

20

30

40

50

止姿勢による出力の変動が小さいことがわかる。つまり、記録媒体 P の停止姿勢を送信部 30 及び受信部 40 のガイド先端面の間の中心である基準位置から $\pm 80\%$ 以内に搬送することができれば、記録媒体 P の停止姿勢の影響が少なく安定した演算出力を得ることが可能となる。

【0051】

以上の結果より、送信側のガイド長 32 及び受信側のガイド長 42 を、送信部 30 から照射される超音波の波長の $1/2$ の整数倍とする。さらに記録媒体 P を送信部 30 及び受信部 40 のガイド先端面の間の中心から $\pm 80\%$ 以内に搬送されるようにする。すると、安定した演算出力を得ることができるので坪量検知精度を向上させることができる。

【0052】

例えば、図 1 に示されている画像形成装置 1 の搬送路の直線部分に送信部 30 及び受信部 40 を配置しているのは、搬送路のカーブ部分より直線部分の方が記録媒体の搬送時のばらつきと停止姿勢のばらつきの影響を受けにくいからである。つまり直線部分の方が、カーブ部分に比べ、停止姿勢のばらつきが送信部 30 及び受信部 40 のガイド先端面の間の中心から $\pm 80\%$ 以内におさまる可能性が高く、安定した演算出力を得ることができる。

【0053】

(第3の実施形態)

第3の実施形態の構成を図13に示す。第1の実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付けており、その説明は省略する。第3の実施形態は、記録媒体 P に対して超音波を送信部 30 と送信部 30 から照射された超音波を受信する受信部 40 を備えている。さらに、記録媒体 P を搬送する搬送路 60 と、搬送ガイド 61 を備えている。さらに、搬送ガイド 61 と密着した送信側ガイド部材 31 と、搬送ガイド 61 と密着した受信側ガイド部材 41 を備えている。さらに、記録媒体 P を搬送する搬送ローラ 5 及び搬送対向ローラ 6 とを備えている。

【0054】

本実施形態では、送信側ガイド部材 31 及び受信側ガイド部材 41 の開口部の幅である開口寸法 33、43 を、記録媒体 P を搬送する搬送ガイド 61 の超音波が通過する開口部の幅である開口寸法 62、63 と等しくしている。さらにガイド部材 31、41 の先端を搬送ガイド 61 に密着させている。これにより、送信側ガイド部材 31 及び受信側ガイド部材 41 と搬送ガイド 61 が連結した状態となっている。送信側のガイド長 32 及び受信側のガイド長 42 は、図2で説明したように、振動部材 50 からガイド先端面 55 までの長さであり、送信部 30 から照射される超音波の波長の $1/2$ の整数倍の長さである。

【0055】

図14に、送信側のガイド長 32 及び受信側のガイド長 42 を超音波の $1/2$ 波長に固定し、送信側ガイド部材 31 及び受信側ガイド部材 41 を搬送ガイド 61 に密着させ、記録媒体 P の停止姿勢を変化させたときの演算出力を検知した実験結果を示す。送信側ガイド部材 31 及び受信側ガイド部材 41 は、記録媒体 P を搬送する搬送ガイド 61 に密着しており、且つ開口部の幅である開口寸法 33、43 は搬送ガイド 61 の開口部の幅である開口寸法 62、63 と等しくなっている。そのため、送信部 30 から受信部 40 に送信された超音波に対して、周辺の部材からの反射波の影響を低減することができる。よって、周辺の部材からの反射波の影響が少ない、安定した演算出力を得ることができるので、坪量検知精度を向上することができる。

【0056】

(第4実施形態)

第4の実施形態の構成は、第1の実施形態で説明した図2及び図3に示した構成で実施可能であるため、同一の構成についてはここでの詳しい説明は省略する。第1の実施形態との違いは、送信側のガイド長 32 を可変とし、受信側のガイド長 42 を送信される超音波の 1 波長に固定していることである。

【0057】

このような条件下で演算出力の変化を検知した実験結果を図 15 に示す。検知条件は、図 8 の構成と同様であるため、ここでの説明は省略する。図 15 の実験結果から、送信側のガイド長 3 2 と受信側のガイド長 4 2 を同じ 1 波長にした場合、記録媒体 P の停止姿勢による反射波の影響が少なく、最も演算出力が安定していることがわかる。また、送信側のガイド長 3 2 を超音波の波長の $1/2$ の整数倍の長さにした場合にも、記録媒体 P の停止姿勢による反射波の影響が少なく、演算出力が安定していることがわかる。一方、送信側のガイド長 3 2 を超音波の波長の $1/2$ の整数倍以外にした場合には、記録媒体 P の停止姿勢による反射波の影響により、演算出力がばらついて安定していないことがわかる。

【 0 0 5 8 】

この結果より、送信側のガイド長 3 2 と受信側のガイド長 4 2 を超音波の波長の $1/2$ の整数倍にすれば、送信側のガイド長 3 2 と受信側のガイド長 4 2 の長さが異なっているにもかかわらず、安定した演算出力を得ることが可能となり坪量検知精度を向上することができる。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態では、送信側のガイド長 3 2 を様々な長さに変化させ、受信側のガイド長 4 2 を固定して演算出力を検知したが、送信側のガイド長 3 2 を固定して、受信側のガイド長 4 2 を様々な長さに変化させて演算出力の検知を行ってもよい。また送信側のガイド長 3 2 及び受信側のガイド長 4 2 の両方を変化させて演算出力の検知を行ってもよい。

【 0 0 6 0 】

なお、送信側のガイド長 3 2 及び受信側のガイド長 4 2 を共に超音波の波長の $1/2$ の整数倍にすることで、本実施形態における効果を得ることができる。また、本実施形態では、送信部 3 0、受信部 4 0 とともにガイドを持つ条件で実験を行ったが、送信部 3 0 には、必ずしもガイドを配置する必要はなく、受信部 4 0 のみガイドを配置した状態でも本実施形態の効果を得ることが可能である。

【 0 0 6 1 】

(第 5 実施形態)

第 5 の実施形態の構成を図 16 に示す。第 1 の実施形態と同様の構成に関しては、同一符号を付けており、その説明は省略する。本実施形態では、送信側のガイド長 3 2 と受信側のガイド長 4 2 を超音波の $1/2$ 波長又は 1 波長に固定している。そして、送信側のガイド先端面から受信側のガイド先端面までの距離をガイド間距離 4 4 とし、このガイド間距離 4 4 を変化させて演算出力を検知した実験結果を図 17 及び図 18 に示す。検知条件は、図 8 の構成と同様であるため、ここでの説明は省略する。

【 0 0 6 2 】

図 17 に、送信側のガイド長 3 2 と受信側のガイド長 4 2 を $1/2$ 波長に固定し、ガイド間距離 4 4 を複数の条件に変化させ、各条件のガイド間距離 4 4 において記録媒体 P の停止姿勢を変化させたときの演算出力を検知した実験結果を示す。ガイド間距離 4 4 の条件は、超音波の $1/4$ 波長、 $1/2$ 波長、 $3/4$ 波長、1 波長である。ガイド間距離 4 4 が $1/2$ 波長、1 波長のときは、演算出力の変化が大きく安定した結果とはなっていないが、ガイド間距離 4 4 が $1/4$ 波長と $3/4$ 波長のときは、記録媒体 P の停止姿勢による反射波の影響が小さく安定した演算出力を得られていることがわかる。

【 0 0 6 3 】

図 18 に、送信側のガイド長 3 2 と受信側のガイド長 4 2 を 1 波長に固定し、ガイド間距離 4 4 を複数の条件に変化させ、各条件のガイド間距離 4 4 において記録媒体 P の停止姿勢を変化させたときの演算出力を検知した実験結果を示す。ガイド間距離 4 4 の条件は、超音波の $1/4$ 波長、 $1/2$ 波長、 $3/4$ 波長、1 波長である。前述した送信側のガイド長 3 2 と受信側のガイド長 4 2 を $1/2$ 波長に固定したときと同様に、ガイド間距離 4 4 が $1/4$ 波長と $3/4$ 波長のときに、記録媒体 P の停止姿勢による反射波の影響が小さく演算出力が安定していることがわかる。つまり、ガイド間距離 $44 = \quad / 4 \times m$ (m は 1 以上の奇数) で求めることが可能である。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

次に、なぜガイド間距離 44 を $1/4$ 波長の m 倍（以下、奇数倍とする）とすることで安定した出力結果が得られるかを図 19、図 20、図 21、図 22 を用いて説明する。

【0065】

送信部 30 から発生される超音波と記録媒体 P で反射する超音波の反射波の伝搬経路を図 19 (a)、(b) に示す。経路 91、101 は送信部 30 から記録媒体 P に直接伝搬する超音波の経路であり、経路 92、102 は送信部 30 から送信された超音波が記録媒体 P で反射され、再び送信部 30 で反射された後に記録媒体 P に伝搬する超音波の経路である。経路 93、103 は送信部 30 から記録媒体 P に伝播した超音波が、記録媒体 P を透過し、受信部 40 で反射され、その後記録媒体 P に再び伝搬する超音波の経路である。ガイド長が夫々 $1/2$ 波長で、ガイド間距離 44 が $3/4$ 波長において、図 19 (a) は記録媒体 P が送信側のガイド先端面から受信側のガイド先端面までの中間点（以下、センサ間中央とする。）に停止している停止姿勢の場合であり、図 19 (b) は記録媒体 P がセンサ間中央より送信側にずれて停止している停止姿勢の場合である。

【0066】

まず、図 19 (a) の状態における超音波の干渉について説明する。経路 91 の超音波に対して、経路 92 との経路差は、ガイド先端面から記録媒体 P までの距離が $3/8$ 波長、ガイド長が $1/2$ 波長であることから、 $7/4$ 波長であることがわかる。同様に、経路 91 の超音波に対して、経路 93 との経路差は $7/4$ 波長となる。つまり、経路 92 及び経路 93 の超音波は、経路 91 の超音波に対して $7/4$ 波長遅れている。このときの記録媒体 P における夫々の経路の超音波は図 20 (a) に示したようになる。各超音波の合成波を考えると、経路 92 と経路 93 の超音波は同位相であるが、送信部 30 から発生される超音波とは、 $1/4$ 波長位相がずれていることがわかる。経路 91 の超音波に対して経路 92 と経路 93 の超音波は、夫々 $1/4$ 波長ずれているものの、経路 92 と経路 93 の超音波は送信部 30 から送信された超音波の反射波であるため、経路 91 の音波よりも減衰している。そのため、位相はずれているものの、そのずれ幅は安定な演算出力を得るための許容範囲内であるといえる。

【0067】

次に、図 19 (b) の状態における超音波の干渉について説明する。図 19 (b) は記録媒体 P がセンサ間中央より $1/8$ 波長だけ送信側にずれて停止している停止姿勢の場合である。経路 101 の超音波に対して、経路 102 との経路差は $3/2$ 波長であるので、経路 102 の超音波は経路 101 の超音波に対して $3/2$ 波長遅れていることになる。また、経路 101 の超音波に対して、経路 103 との経路差は 2 波長であり、同様に経路 103 の超音波は経路 101 の超音波に対して 2 波長遅れていることになる。このときの記録媒体 P における夫々の経路の超音波は図 20 (b) に示したようになる。各超音波の合成波を考えると、経路 101 と経路 103 の超音波は同位相であるが、経路 102 の超音波は逆位相であることがわかる。経路 102 の超音波は逆位相になるものの、経路 102 と経路 103 の超音波は送信部 30 から送信された超音波の反射波であるため、経路 101 の超音波よりも減衰している。そのため、経路 102 の超音波と経路 103 の超音波は実質的に打ち消しあい、合成波は安定することがわかる。また、図示していないが経路 101 と経路 102 の超音波が同位相となる場合は、経路 103 の超音波が逆位相となるため、やはり経路 102 の超音波と経路 103 の超音波が打ち消しあい、合成波は安定することがわかる。

【0068】

次に、ガイド間距離が 1 波長の状態における各経路の超音波の状態を図 21 (a) (b) を用いて説明する。まず、図 21 (a) の状態における超音波の干渉について説明する。図 21 (a) のように記録媒体 P がセンサ間中央に停止している停止姿勢の場合、経路 111 の超音波に対して経路 112 との経路差は、ガイド先端面から記録媒体 P までの距離が $1/2$ 波長、ガイド長が $1/2$ 波長であることから、2 波長であることがわかる。同様に、経路 111 の超音波に対して、経路 113 との経路差も 2 波長となる。よって、図 22 (a) に示すようにすべての経路の超音波が同位相で重なり合うため、合成波の出力

が最も大きくなる。

【 0 0 6 9 】

次に、図 2 1 (b) の状態における超音波の干渉について説明する。図 2 1 (b) は記録媒体 P がセンサ間中央より $1/4$ 波長だけ送信側に停止している停止姿勢の場合である。経路 1 2 1 の超音波に対して、経路 1 2 2 との経路差は、送信側のガイド先端面から記録媒体 P までの距離が $1/4$ 波長、ガイド長が $1/2$ 波長であることから、 $3/2$ 波長であるので、経路 1 2 2 の超音波は経路 1 2 1 の超音波に対して $3/2$ 波長遅れている。また、経路 1 2 1 の音波に対して、経路 1 2 3 との経路差は、受信側のガイド先端面から記録媒体 P までの距離が $3/4$ 波長、ガイド長が $1/2$ 波長であることから、 $5/2$ 波長であり、経路 1 2 3 の超音波は経路 1 2 1 の超音波に対して $5/2$ 波長遅れている。よって、図 2 2 (b) に示すように経路 1 2 1 の超音波に対して、経路 1 2 2 と経路 1 2 3 の超音波が逆位相で重なるため、合成波の出力が最も小さくなる。

10

【 0 0 7 0 】

このように、ガイド間距離を $1/4$ 波長の奇数倍としなかったときは、記録媒体 P の位置により合成波の出力が最大値となることもあれば最小値になることもあり、出力の変動が大きく安定しない演算出力を得ることになってしまう。しかし、ガイド間距離 $4/4$ を $1/4$ 波長の奇数倍としたときは、記録媒体 P の位置により経路ごとに位相の異なる超音波が照射される。しかし、送信部 3 0 から照射された超音波に対して、すべての反射波が同位相になる、又はすべての反射波が逆位相になるというような大きな変動は起こらない。よって、変動の少ない安定した演算出力を得ることができる。すなわち、ガイドの長さが $1/2$ 波長の整数倍であり、さらにガイド間距離が $1/4$ 波長の奇数倍のときに、記録媒体 P の停止姿勢による出力の変動が小さく安定した出力結果を得ることが可能となり、記録媒体 P の坪量検知精度を向上させることができる。なお、上記で説明した条件は一例でありガイド間距離 $4/4$ を超音波の波長の略 $1/4$ の m 倍 (m は 1 以上の奇数) にすれば、同様の結果を得ることができる。

20

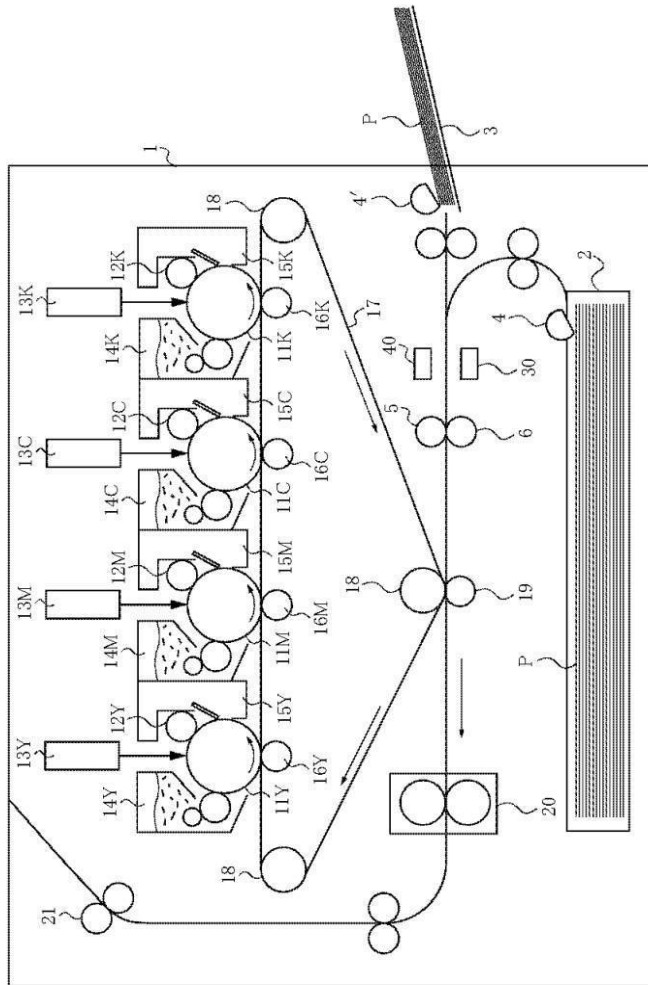
【符号の説明】

【 0 0 7 1 】

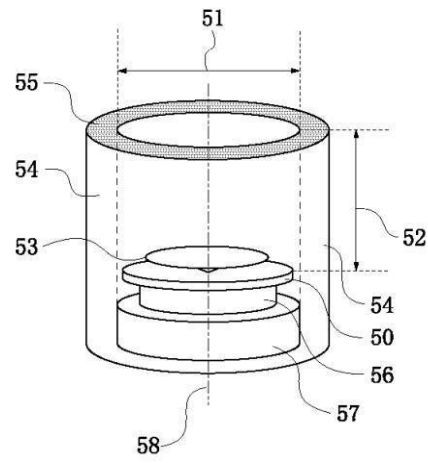
- 3 0 超音波送信部
- 3 1 送信部 3 0 から送信される超音波を受信部 4 0 の方向へ導くガイド部材
- 3 2 送信部のガイド長
- 4 0 超音波受信部
- 4 1 記録媒体 P を透過した超音波を受信部 4 0 の方向へ導くガイド部材
- 4 2 受信部のガイド長
- 6 0 搬送路
- 6 1 搬送ガイド
- P 記録媒体

30

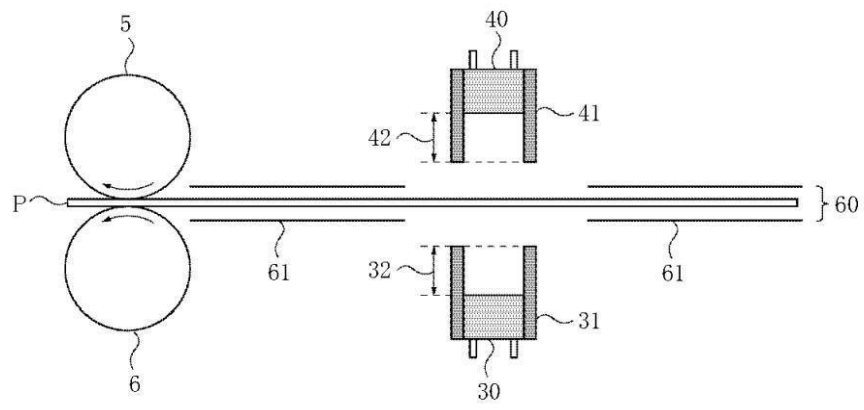
【図 1】



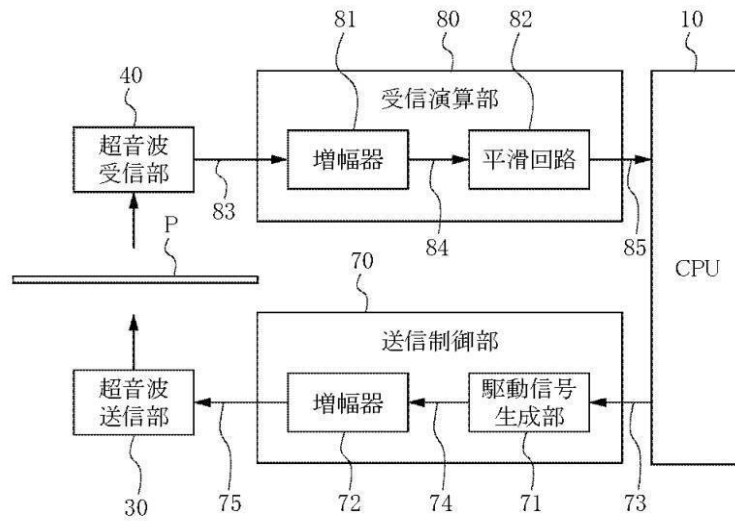
【図 2】



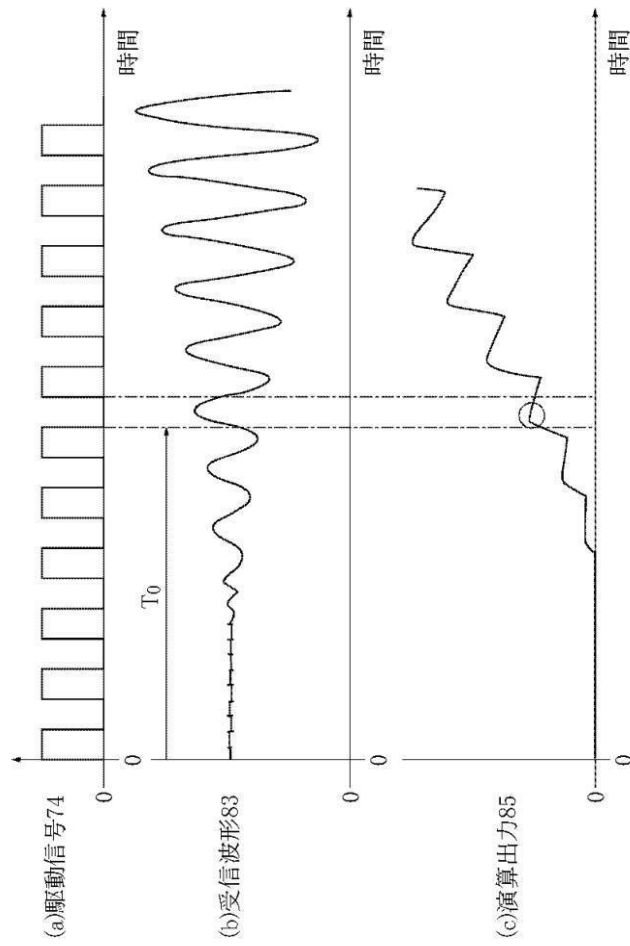
【図 3】



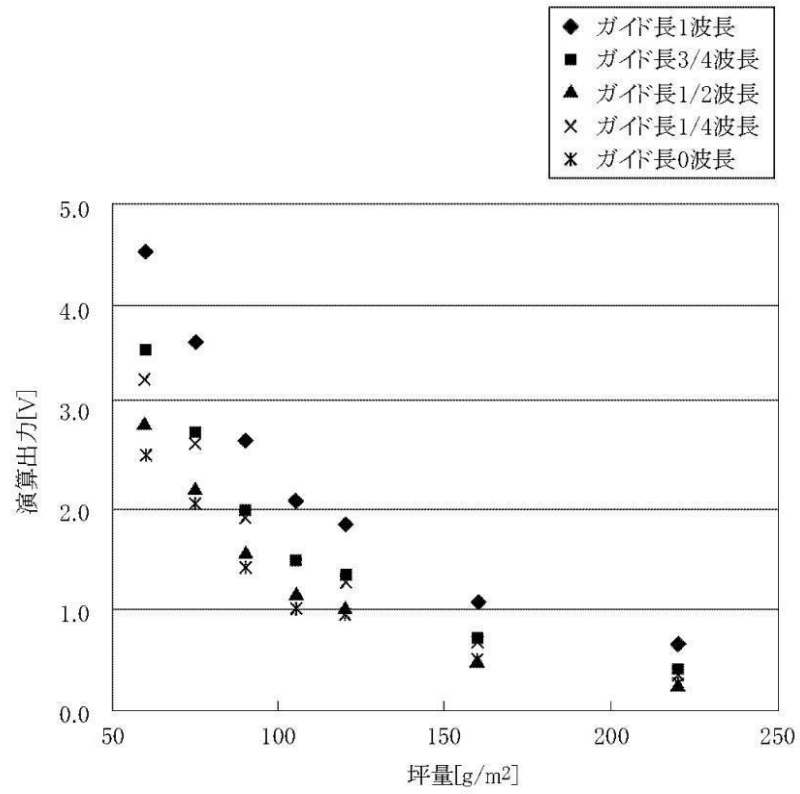
【図4】



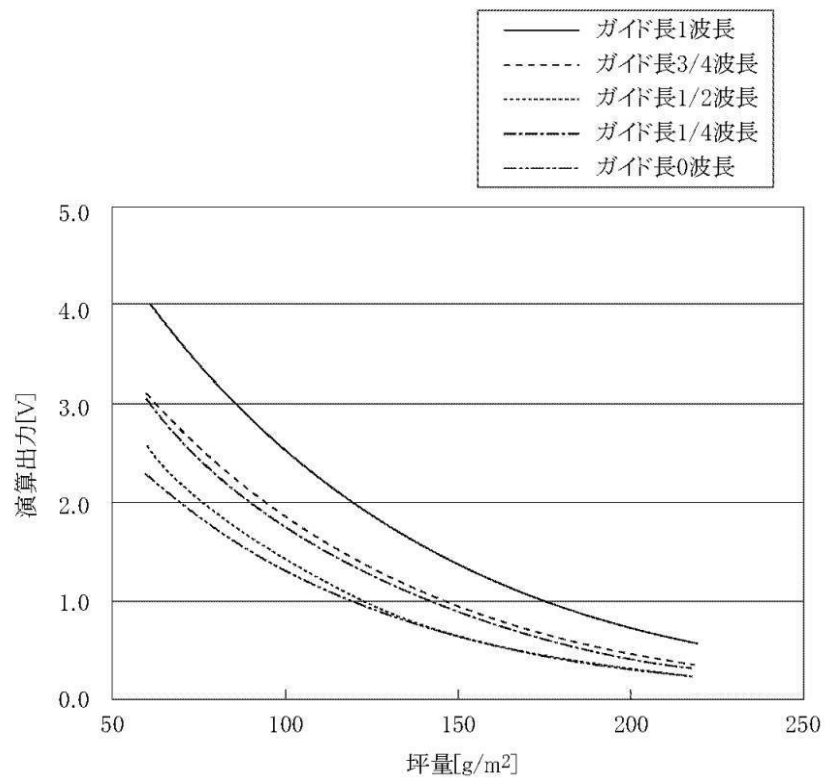
【図 5】



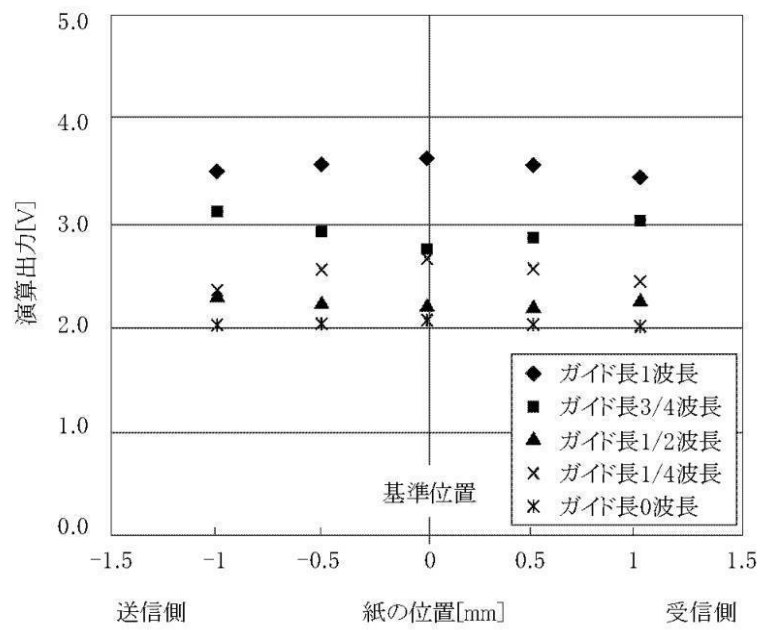
【図 6】



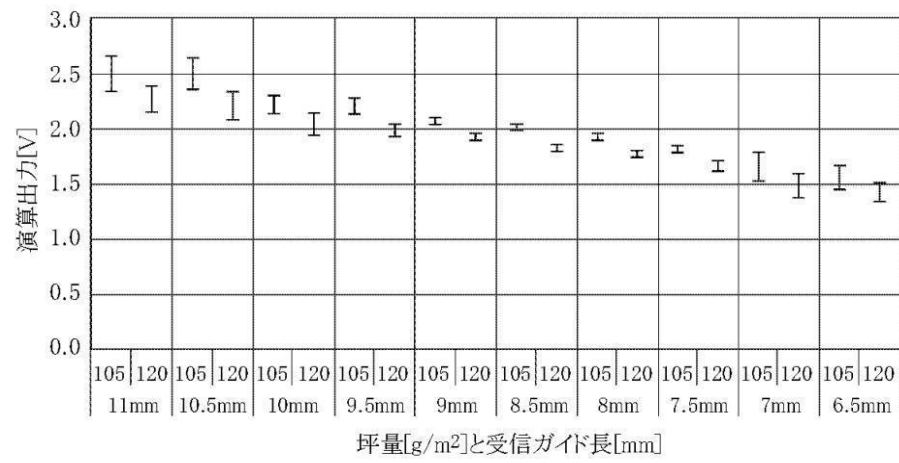
【図 7】



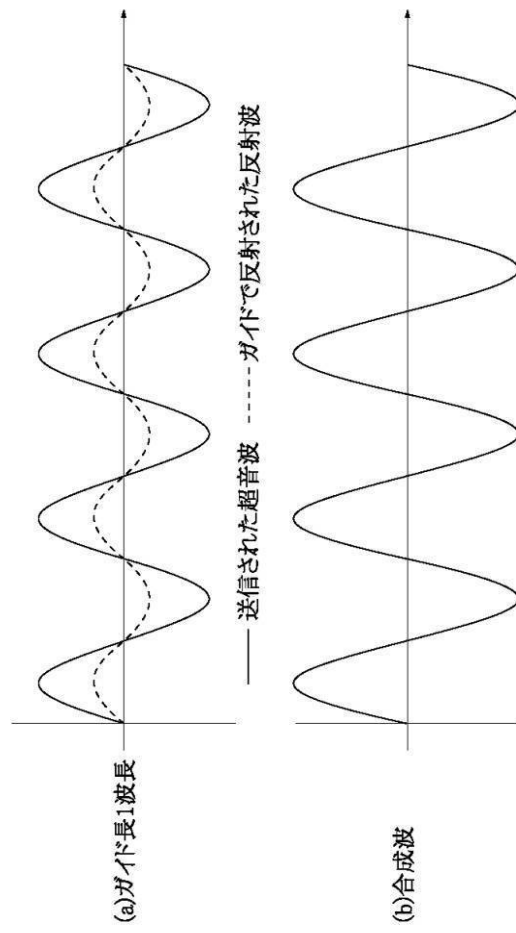
【図 8】



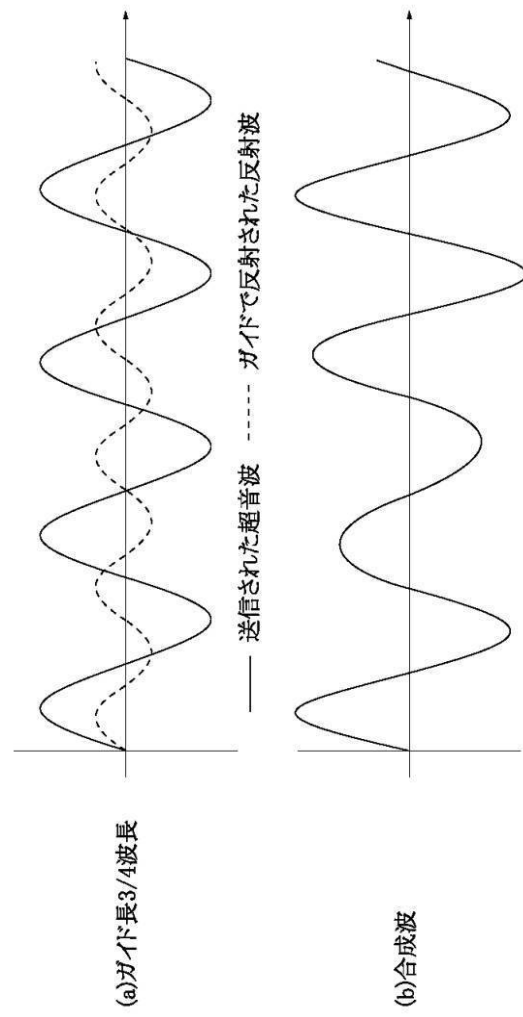
【図 9】



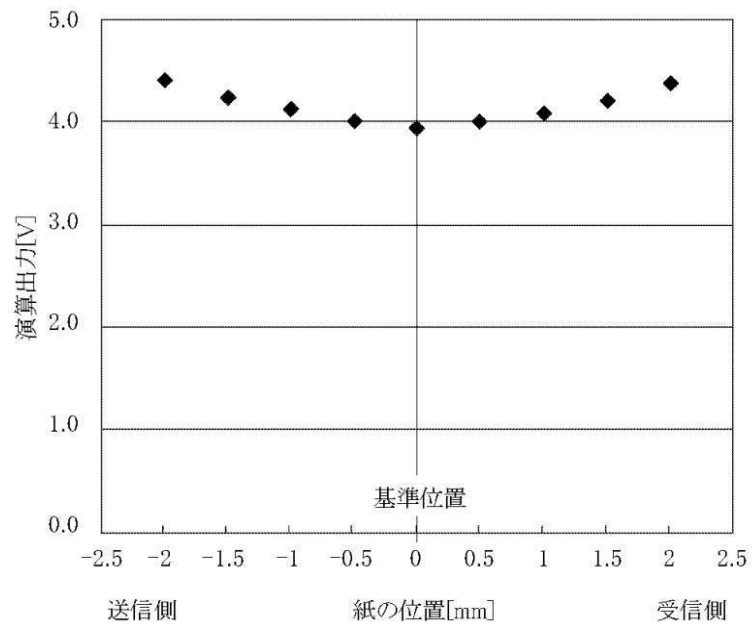
【図 10】



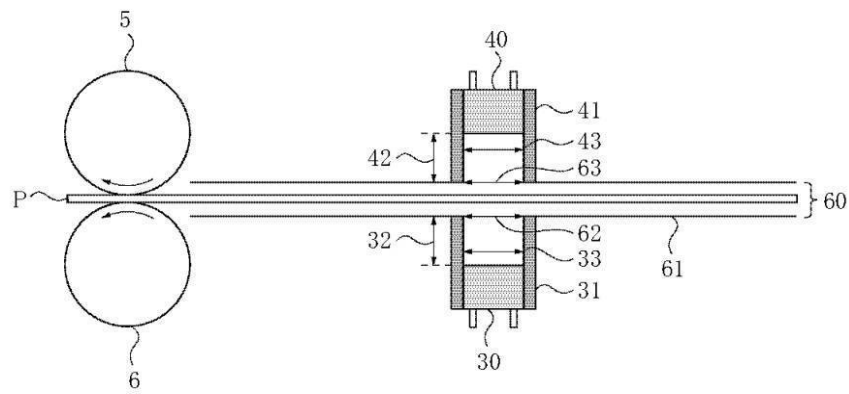
【図 11】



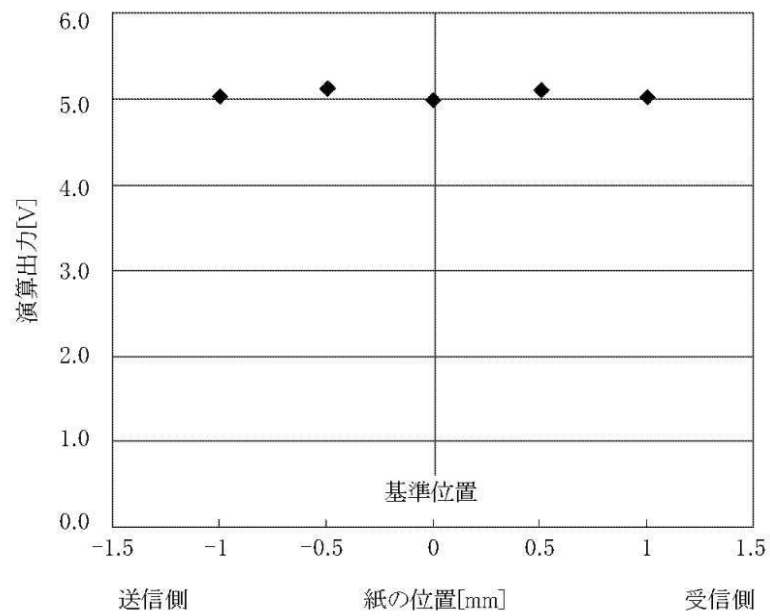
【図 12】



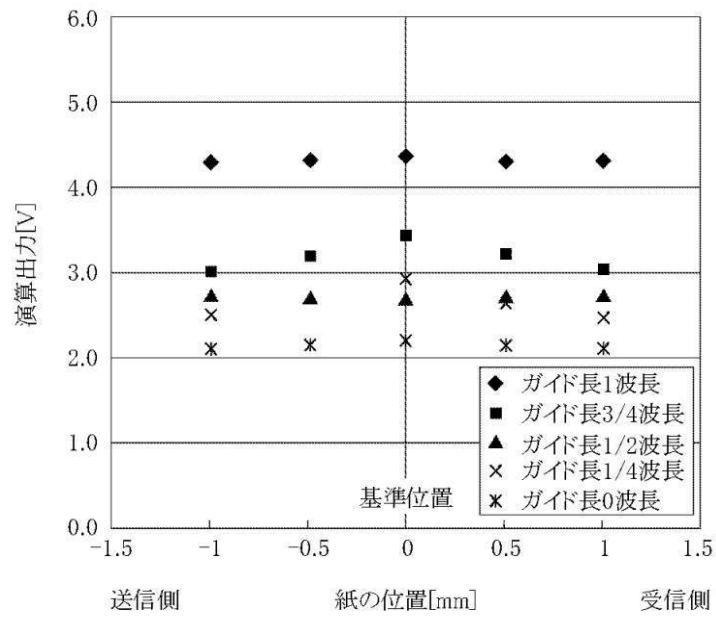
【図 13】



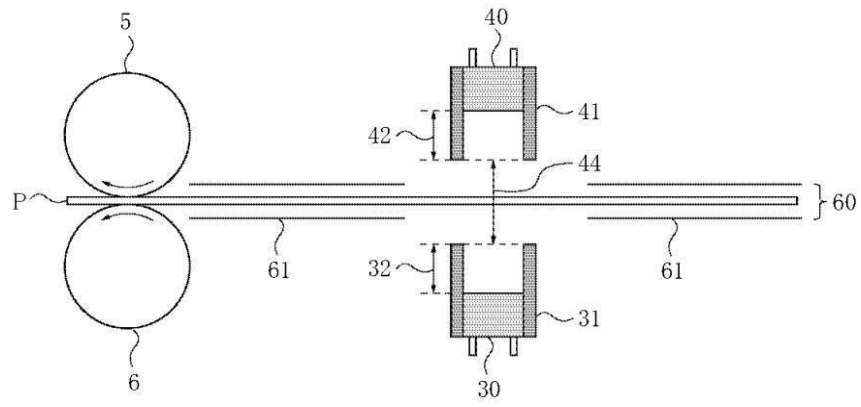
【図 14】



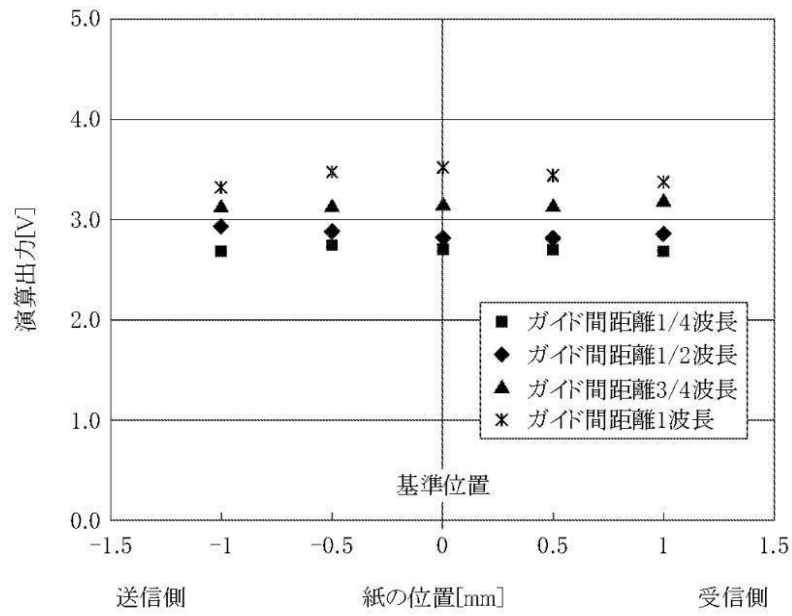
【図 15】



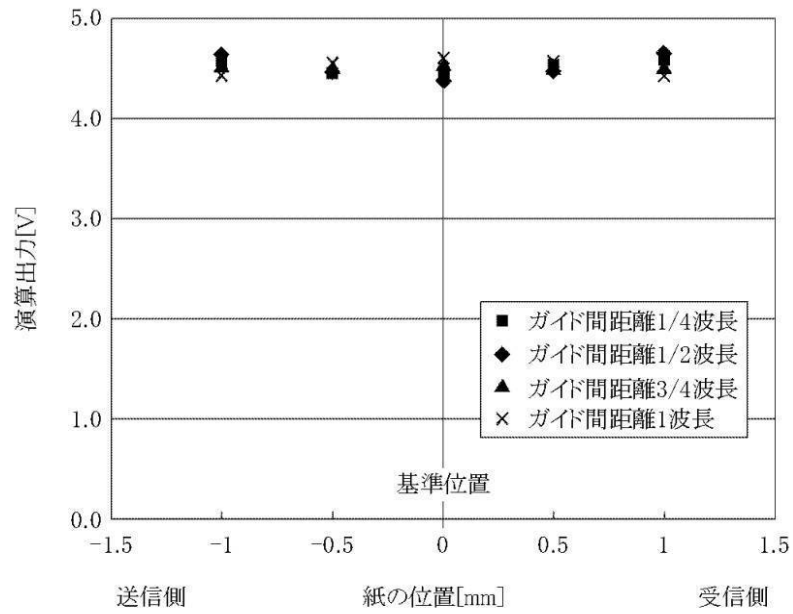
【図 16】



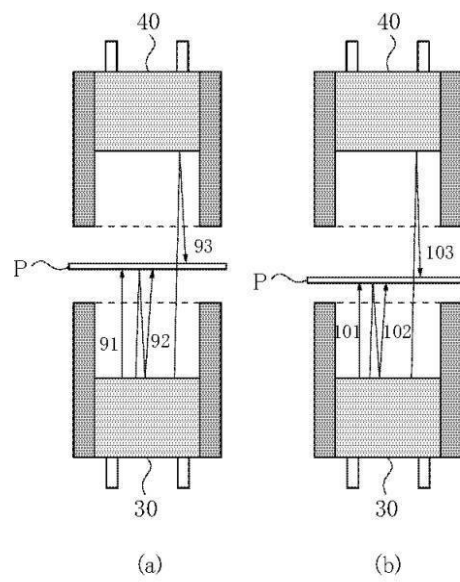
【図 17】



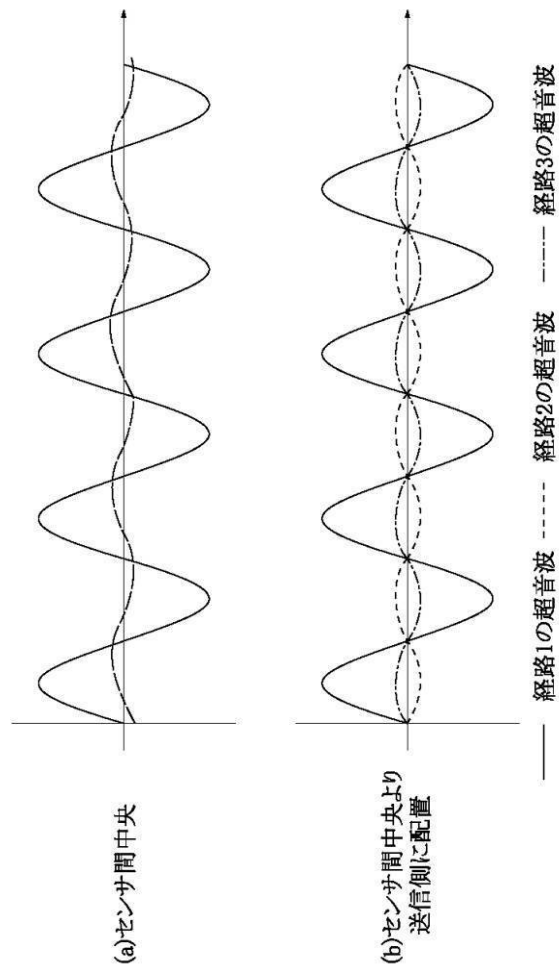
【図 18】



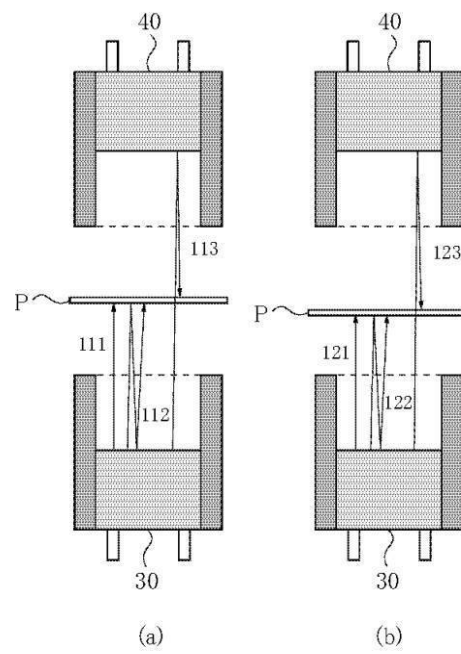
【図 19】



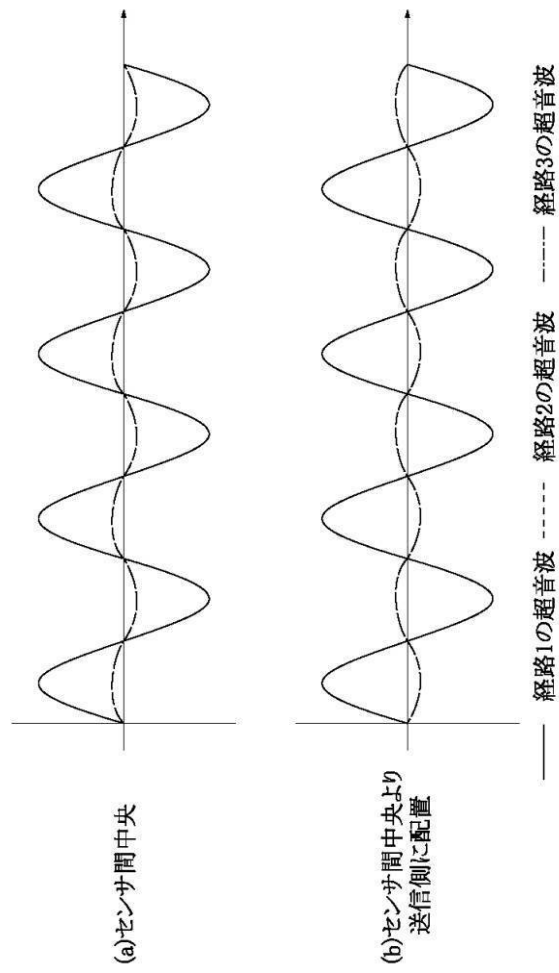
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-259589(JP,A)
特開2003-156381(JP,A)
特表2002-525627(JP,A)
特開2001-106391(JP,A)
特開2001-351141(JP,A)
特開昭57-132055(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B65H7/00-7/20
G01G17/02
G01N29/00
G03G15/00、21/00