

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4509548号
(P4509548)

(45) 発行日 平成22年7月21日(2010.7.21)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51) Int.Cl.		F I	
G O 1 P	5/00	(2006.01)	G O 1 P 5/00 C
G O 1 P	3/36	(2006.01)	G O 1 P 3/36 E
G O 3 G	21/00	(2006.01)	G O 3 G 21/00 3 7 0

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-427412 (P2003-427412)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成15年12月24日 (2003.12.24)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2005-188966 (P2005-188966A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成17年7月14日 (2005.7.14)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成18年12月11日 (2006.12.11)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100100952
			弁理士 風間 鉄也
		(72) 発明者	鈴木 稔明
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ リンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 搬送速度検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、

前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第1送信部と、

前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第2送信部と、

前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第1送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第2送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、

前記第1送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第1方位角 $\phi 1$ とし、前記第2送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第2方位角 $\phi 2$ とすると、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第1方位角 $\phi 1$ の絶対値と前記第2方位角 $\phi 2$ の絶対値とが $\phi 1 \neq \phi 2$ の関係で配置されるとともに、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送面の法線を含む面内で互いに対向して配置されていることを特徴とする搬送速度検出装置。

【請求項 2】

所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、

前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第1送信部と、

10

20

前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第 2 送信部と、

前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第 1 送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第 2 送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、

前記第 1 送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第 1 方位角 $\phi 1$ とし、前記第 2 送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第 2 方位角 $\phi 2$ とすると、前記第 1 送信部と前記第 2 送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第 1 方位角 $\phi 1$ の絶対値と前記第 2 方位角 $\phi 2$ の絶対値とが $\phi 1 \neq \phi 2$ の関係で配置されるときに、前記第 1 送信部は、前記搬送面の法線と前記搬送方向とを含む面内に配置され、前記第 2 送信部は、前記搬送面の法線と前記搬送方向と直交する方向とを含む面内に配置されていることを特徴とする搬送速度検出装置。

10

【請求項 3】

前記第 1 送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第 2 送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射し、前記第 2 送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第 1 送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の搬送速度検出装置。

【請求項 4】

所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、

20

前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第 1 送信部と、

前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第 2 送信部と、

前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第 1 送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第 2 送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、

前記第 1 送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第 1 方位角 $\phi 1$ とし、前記第 2 送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第 2 方位角 $\phi 2$ とすると、前記第 1 送信部と前記第 2 送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第 1 方位角 $\phi 1$ の絶対値と前記第 2 方位角 $\phi 2$ の絶対値とが $\phi 1 \neq \phi 2$ の関係で配置されるときに、前記第 1 送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第 2 送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射し、前記第 2 送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第 1 送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射することを特徴とする搬送速度検出装置。

30

【請求項 5】

所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、

前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第 1 送信部と、

40

前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第 2 送信部と、

前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第 1 送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第 2 送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、

前記第 1 送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第 1 方位角 $\phi 1$ とし、前記第 2 送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第 2 方位角 $\phi 2$ とすると、前記第 1 送信部と前記第 2 送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第 1 方位角 $\phi 1$ の絶対値と前記第 2 方位角 $\phi 2$ の絶対値とが $\phi 1 \neq \phi 2$ の関係で配置されるときに、前記第 1 送信部と前記第 2 送信部とは、前記搬送方向

50

を含む面内で互いに対向して配置されており、前記第1送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第2送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射し、前記第2送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第1送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射することを特徴とする搬送速度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、搬送速度検出装置及びそれを備えた画像形成装置に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

例えば画像形成装置の紙送り機構や相対的に搬送速度ムラに関連する感光ドラム等の速度ムラを検出する搬送速度検出装置が従来より知られている。

【0003】

例えば、以下の特許文献1に記載の露光装置において、感光ドラムの表面に向かって、1つの送信機から超音波を照射し、当該感光ドラムからの反射波を1つの受信機により受信することにより、ドップラー効果の原理に基づいて、感光ドラム表面の速度ムラを検出する装置が提案されている。

【0004】

感光ドラムが回転していると、ドップラー効果の原理に基づいて検出される超音波の周波数は、照射された周波数 f_0 から Δf だけずれる。 Δf は感光ドラムの表面速度ベクトル v に比例するので以下の関係が成り立つ。

20

【数1】

$$\therefore \Delta f \propto \frac{v}{V} f_0$$

【0005】

ここで Δf は検出される超音波の周波数変化、 f_0 は照射する超音波の周波数、 v は感光ドラムの表面速度、 V は音速である。

【0006】

30

この式により、周波数変化 Δf を検出すればそれを感光ドラムの表面速度 v に換算して感光ドラム表面の送り速度を検出することができる。また、このような画像形成装置において、紙送りなどの記録媒体の搬送機構に関して感光ドラム等と挟む形で搬送するローラーを用いた方式の他、ベルト式の搬送機構が知られている。また、他の速度検出装置としてレーザーを用いたレーザードップラー速度検出方法も知られている。

【特許文献1】特開2002-350769号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来の搬送速度検出装置においては、搬送方向（感光ドラム接線方向）に対して、斜め上から超音波を照射するため、ドラムの回転中心に偏心がある場合、搬送方向（感光ドラム接線方向）の速度成分に加えて、それと垂直（鉛直方向）な方向（感光ドラム法線方向）の速度成分が含まれた形で速度が検出されてしまう。また、ベルト式の記録媒体の搬送機構においては、搬送面の法線方向にベルトがうねりを生じるので、搬送方向の速度検出に誤差が生じやすいものとなる。

40

【0008】

例えば図8に示すように、ベルト搬送機構99の搬送面の垂線上に受信機101が配置され、搬送方向に対向して配置された送信機100により当該搬送面に対して斜め上方から周波数 f_0 の超音波を照射する搬送速度検出装置を想定する。この場合、当該搬送面で反射される超音波の周波数は、ドップラー効果によって Δf だけ高周波になり、受信機1

50

01では周波数 $f_0 + \Delta f$ の超音波が検出される。検出された周波数変化 Δf は、搬送方向の速度 v のみのドップラー効果で生じたのではなく、ベルト搬送機構99のうねりによる搬送面法線方向の速度 v' の影響も含んでいる。それぞれの速度成分の、超音波照射方向への射影が周波数変化 Δf に寄与するので、 Δf は次式のように表すことができる。

【数2】

$$\Delta f = \Delta f_m + \Delta f_n$$

$$\Delta f_m = \frac{v \cos \theta}{v} f_0, \quad \Delta f_n = \frac{v' \sin \theta}{v} f_0$$

【0009】

ここで、 Δf は検出される周波数変化、 Δf_m は搬送方向の周波数成分、 Δf_n は搬送面法線方向の周波数成分、 f_0 は搬送面に照射する超音波の周波数、 v は搬送方向の速度、 v' は搬送面法線方向の速度、 θ は超音波の搬送面に対する入射角度、 V は音速である。この式は、搬送速度 Δf_m の検出に当たって、必然的に、搬送面法線方向の成分 Δf_n が誤差として含まれてしまうことを示している。このような誤差の存在のために搬送速度のみを検出することができない。例えばコピー機、プリンター等の画像形成装置の用途において、記録媒体の搬送速度にあわせて順次描画していく場合、この検出誤差により搬送速度が正しく検出されないと、画像に濃度ムラが生じてしまうことになる。

【0010】

また、前途のレーザードップラーによる速度検出では、測定面の反射率が一定以上必要であり、測定面の反射率が低い場合、測定精度が低下してしまうという問題がある。

【0011】

本発明はこのような課題に着目してなされたものであり、搬送方向の速度成分のみを検出することによって、検出精度の向上を可能にした搬送速度検出装置及びそれを用いた画像形成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の目的を達成するために、本発明の第1の態様に係る搬送速度検出装置は、所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第1送信部と、前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第2送信部と、前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第1送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第2送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、前記第1送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第1方位角 ϕ_1 とし、前記第2送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第2方位角 ϕ_2 とすると、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第1方位角 ϕ_1 の絶対値と前記第2方位角 ϕ_2 の絶対値とが $\phi_1 \neq \phi_2$ の関係で配置されるとともに、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送面の法線を含む面内で互いに対向して配置されている。

また、本発明の第2の態様に係る搬送速度検出装置は、所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第1送信部と、前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第2送信部と、前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第1送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第2送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、前記第1送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第1方位角 ϕ_1 とし、前記第2送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第2方位角 ϕ_2 とすると、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第1方位角 ϕ_1 の絶対値と前記第2方位角 ϕ_2 の絶対値とが $\phi_1 \neq \phi_2$ の

関係で配置されるとともに、前記第1送信部は、前記搬送面の法線と前記搬送方向とを含む面内に配置され、前記第2送信部は、前記搬送面の法線と前記搬送方向と直交する方向とを含む面内に配置されている。

また、本発明の第3の態様に係る搬送速度検出装置は、第1または第2の態様に係る搬送速度検出装置において、前記第1送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第2送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射し、前記第2送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第1送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射する。

また、本発明の第4の態様に係る搬送速度検出装置は、所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第1送信部と、前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第2送信部と、前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第1送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第2送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、前記第1送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第1方位角 $\phi 1$ とし、前記第2送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第2方位角 $\phi 2$ とすると、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第1方位角 $\phi 1$ の絶対値と前記第2方位角 $\phi 2$ の絶対値とが $\phi 1 \neq \phi 2$ の関係で配置されるとともに、前記第1送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第2送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射し、前記第2送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第1送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射する。

また、本発明の第5の態様に係る搬送速度検出装置は、所定の搬送方向に搬送する搬送面を含む移動部の搬送速度を検出する搬送速度検出装置であって、前記搬送面の所定の測定位置に主軸入射角 θ で超音波を照射する第1送信部と、前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する第2送信部と、前記測定位置の法線上に配置され、前記測定位置で反射された前記第1送信部からの超音波と、前記測定位置で反射された前記第2送信部からの超音波とに基づいて、前記搬送速度を検出する受信部と、を少なくとも具備し、前記第1送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第1方位角 $\phi 1$ とし、前記第2送信部が前記搬送方向に対して前記測定位置の法線を軸に前記搬送面内を回転してなされる角度を第2方位角 $\phi 2$ とすると、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送方向に一致して前記入射角 θ で配置されている場合を除き、前記第1方位角 $\phi 1$ の絶対値と前記第2方位角 $\phi 2$ の絶対値とが $\phi 1 \neq \phi 2$ の関係で配置されるとともに、前記第1送信部と前記第2送信部とは、前記搬送方向を含む面内で互いに対向して配置されており、前記第1送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第2送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射し、前記第2送信部が前記測定位置に前記主軸入射角 θ で超音波を照射する場合、前記第1送信部は前記主軸入射角 $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内で超音波を照射する。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、搬送方向の速度成分のみを検出できるので、搬送速度の検出精度が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

(本発明の概略)

以下に図面を参照して本発明の基本的な概念について説明する。図1は本発明の搬送速度検出装置の概略を説明するための図である。送信部としての送信機1, 2は搬送面の同じ測定位置5に超音波を照射するべくベルト搬送機構4の搬送面の上方に配置され、受信機3は、測定位置5からの反射波を受けるべく、測定位置5の法線上に配置されている。

受信機 3 は後述するビート周波数測定装置とともに搬送速度を検出する検出部を構成する。

【0021】

送信機 1、送信機 2 のそれぞれからのドップラーシフトを含んだ超音波はベルト搬送機構 4 の搬送面上の測定位置 5 で反射される。この反射波を同時に受信機 3 にて受信して検出を行う。送信機 1、2 は矢印で示される搬送方向に対して非対称に超音波を照射しているので、2 つの反射波は、異なるドップラーシフト量をもつ。そのため検出された波形はうなりをもち、このビート（うなり）の周波数を算出することによりベルト搬送機構 4 の搬送方向の速度成分のみを算出する。

【0022】

次にどのようにして搬送方向の速度成分のみがどのようにして算出されるかについて説明する。送信機 1 の超音波照射方向の単位ベクトルを i 、送信機 2 の超音波照射方向の単位ベクトルを j とし、搬送方向の速度ベクトルを u 、それと搬送面法線方向の速度ベクトル v 、超音波の周波数を f_0 、音速を V とする。

【0023】

送信機 1 に対してドップラー効果による周波数変化 Δf_1 は、それぞれの速度ベクトルの照射方向への射影が作用するので、以下の (1) 式ようになる。

【0024】

送信機 2 に対するドップラー効果による周波数変化 Δf_2 についても同様にして、以下の (2) 式ようになる。

【数 3】

$$-\Delta f_1 = \frac{i \cdot ou}{V} f_0 + \frac{i \cdot ov}{V} f_0 \quad \dots (1)$$

$$-\Delta f_2 = \frac{j \cdot ou}{V} f_0 + \frac{j \cdot ov}{V} f_0 \quad \dots (2)$$

【0025】

ここで、ベクトル演算記号 “ $\circ$ ” は内積を意味する。又、左辺のマイナス符号は、音の進む方向と搬送方向が同じ場合、周波数が低くなることを意味している。送信機 1、2 からは、同じ周波数 f_0 の超音波が搬送面に照射されているが、ドップラー効果により送信機 1 からの超音波は、 $f_0 + \Delta f_1$ の周波数で受信され、送信機 2 からは、 $f_0 + \Delta f_2$ として受信されることになる。

【0026】

従って、受信されるそれぞれの振幅の時間変化は、

送信機 1 からの超音波； $\sin 2\pi (f_0 + \Delta f_1) t$

送信機 2 からの超音波； $\sin 2\pi (f_0 + \Delta f_2) t$

と表すことができる。

【0027】

受信される超音波は、これらの合成波であるから、

【数 4】

$$\begin{aligned} & \sin 2\pi(f_0 + \Delta f_1)t + \sin 2\pi(f_0 + \Delta f_2)t \\ &= 2 \cos 2\pi \left\{ \frac{\Delta f_1 - \Delta f_2}{2} \right\} t \cdot \sin 2\pi \left\{ f_0 + \frac{\Delta f_1 + \Delta f_2}{2} \right\} t \\ &\approx 2 \cos 2\pi \left\{ \frac{\Delta f_1 - \Delta f_2}{2} \right\} t \cdot \sin 2\pi f_0 t \quad (\ominus \Delta f_1, \Delta f_2 \ll f_0) \end{aligned}$$

【0028】

と表すことができる。この式は、2 つの超音波の合成によってビートが起こり、受信される超音波の振幅が $(\Delta f_1 - \Delta f_2) / 2$ の周波数で変調されることを意味している。従

10

20

30

40

50

って、この変調の周波数を測定することにより、ドップラー効果による周波数変化 Δf_1 、 Δf_2 の情報を得ることが出来る。

【0029】

(1)、(2) 式より、検出されるビート周波数は次式となる。

【数5】

$$\text{受信音波のビート周波数} \quad \frac{\Delta f_1 - \Delta f_2}{2} = \underbrace{-\frac{(i-j)_{ou}}{2V}}_{\text{搬送方向の成分}} f_0 - \underbrace{-\frac{(i-j)_{ov}}{2V}}_{\text{搬送面の法線成分}} f_0 \cdots (3)$$

10

【0030】

(3) 式の右辺第1項は、ベルト搬送機構4の搬送方向の成分を表し、第2項はベルト搬送機構4の搬送面に対して法線方向の成分を示す。

【0031】

ここで、搬送方向の速度のみを検出したいのだから、(第2項) = 0。即ち、

$$(i-j)_{ov} = 0 \quad \cdots (4)$$

この条件式は、照射方向の引き算ベクトル $i-j$ と、搬送面法線方向の速度ベクトル v が垂直であることを意味している。つまり、ベクトル $i-j$ が搬送面内 (XY面内) にあることを意味している。

【0032】

20

これが成り立つためには、送信機1の照射方向ベクトル i と送信機2の照射方向ベクトル j のZ成分が等しければ良い。この時、これらの引き算ベクトル $i-j$ は、X、Y成分しか残らないから、搬送面内のベクトルとなる。即ち、送信機1、2の搬送面に対する照射の入射角を等しくすれば良い。

【0033】

この時、(4) 式が成り立ち、(3) 式は、以下のように簡略化される。

【数6】

$$\text{受信音波のビート周波数} \quad \frac{\Delta f_1 - \Delta f_2}{2} = \underbrace{-\frac{(i-j)_{ou}}{2V}}_{\text{搬送方向の成分}} f_0 \quad \cdots (5)$$

30

【0034】

従って、受信されるビート周波数にはベルト搬送機構4の搬送方向の成分しか含まれていないので、この周波数を測定することにより、搬送方向の速度ベクトル u のみを検出できることがわかる。ただし、ビートが発生するためには、上式より

$$(i-j)_{ou} \neq 0 \quad \cdots (6)$$

であることが必要である。これは、2つの照射方向のベクトル i 、 j の搬送方向の成分 (X成分) が同じでないことを意味する。このためには、2つの送信機1、2からの超音波照射の搬送面内方位が、搬送方向に対して非対称であれば良いことがわかる。

40

【0035】

ここで、送信機1、2の搬送面の法線に対する入射角を等しくするとは、超音波は回折による広がり角を有するので、広がり角の範囲内で一致していれば良いことになる。例えば市販の圧電素子を使った一般的な超音波発振子の場合、 $\pm 30^\circ$ 程度の広がり角を有するので、送信機1から放射される超音波の最大強度を有する方向を送信機1の超音波の照射方向であるとすると、ベルト搬送機構4の搬送面とのなす角を入射角 θ としたとき、送信機2の超音波の照射方向が $\theta \pm 30^\circ$ の範囲内であれば、送信機1、2の入射角が等しいものとして速度検出が可能となる。

【0036】

(第1実施形態)

50

以下に、図面を参照して本発明の第1実施形態を詳細に説明する。図2は、本発明の第1実施形態の構成を示す図である。図2に示すように、第1実施形態では、ベルト搬送機構4の搬送面上に速度測定対象である測定位置5が設定されている。送信機1は、ベルト搬送機構4の上方で、搬送面の法線と搬送方向を含む面内で搬送面上の測定位置5に超音波を照射可能に配置されている。送信機2は、ベルト搬送機構4の搬送面の法線を含む搬送方向に垂直な面内で搬送面に対して送信機1と等しい入射角で同じ位置である測定位置5に超音波を照射するように配置されている。受信機3は測定位置5の法線上に配置されている。

【0037】

以下に、上記した構成の作用を説明する。送信機1及び送信機2から搬送面の測定位置5に向かい同時に超音波を照射する。搬送面の測定位置5で散乱した2つの重ね合わされた合成波である超音波を、受信機3で受信して検出し、その検出した波形からうなりの周波数を算出し測定位置5の速度を検出する。ここで図1と同じ記号、同じ座標系を用いて、本実施形態の作用を具体的に説明する。

【0038】

ここでの送信機1、2の、超音波照射方向を表す単位ベクトル i 、 j は、次のようになる。

【0039】

$$i = (-\cos \theta, 0, \sin \theta)$$

$$j = (0, -\cos \theta, \sin \theta)$$

搬送方向の速度ベクトル u は、

$$u = (u, 0, 0)$$

で表されるので、上記(5)式より、受信機3により受信されて検出されるビート周波数 f_b は、

【数7】

$$f_b = \frac{u \cos \theta}{2V} f_0 \quad \dots (7)$$

【0040】

従って、ビート周波数 f_b を測定することにより、ベルト搬送機構4の搬送方向の速度ベクトル u を求めることができる。このビート周波数の一例としては、送信機1、2に、 $f_0 = 400 \text{ kHz}$ の超音波振動子を使用し、記録媒体の搬送機構の速度検出への適用を想定すると、 $u = 0.5 \text{ m/sec}$ 、であるから、 $f_b = 147 \text{ Hz}$ ($\because \theta = 60^\circ$ 、 $V = 340 \text{ m/sec}$)程度である。従って、速度検出は容易に行なうことができる。

【0041】

図3は上記した速度検出を行う検出部の一構成例を示す図であり、受信機3に加えて、ローパスフィルタ回路11と、コンパレータ12と、基準クロック発生器13と、ANDゲート14と、パルスカウンタ15とからなるビート周波数測定装置が追加されている。3-1は受信機3からの出力波形であり、11-1はローパスフィルタ回路11の出力波形であり、12-1はコンパレータ12の出力波形であり、13-1は基準クロック発生器13の出力波形であり、14-1はANDゲート14の出力波形である。

【0042】

受信機3で受信した超音波に基づく電気信号は、ローパスフィルタ11を通過させることによって、ビート波形の振幅変化のみからなる信号波形11-1が抽出される。これをコンパレータ12に入力して12-1で示すような矩形波に変換して出力する。この矩形波12-1のパルス時間幅 T は、ビートの節から節までの時間幅に相当し、

$$T \propto 2/f_b$$

である。従って、パルス時間幅 T を測定すれば、ビート周波数 f_b を求めることができる。このパルス時間幅 T は、基準クロック発生器13とパルスカウンタ15とにより測定することができる。すなわち、基準クロック発生器13からは、クロックパルス13-1が

出力されている。このクロックパルス 13-1 と、受信されたパルス時間幅 T の矩形波 12-1 とを AND ゲート 14 に入力すると、時間幅 T の間だけ持続するクロックパルス群 14-1 となる。このクロックパルス群 14-1 に含まれるパルス数をパルスカウンタ 15 でカウントすることにより、矩形波信号の時間幅 T が計測される。

【0043】

パルスカウンタ 15 でのパルス数カウントのタイミング制御は、矩形波信号自身で行なう。パルスカウンタ 15 に入力された矩形波信号が、"High" のタイミングで、クロックパルス数のカウントが始まり、"Low" のタイミングで終了する。

【0044】

上記構成を用いて、pHz のクロックパルスを n パルスだけカウントしたとすれば、矩形波信号の周波数は p/nHz で求められ、この値に適当な補正係数を掛ければ、ビート周波数 fb を得ることができる。

【0045】

上記した第 1 実施形態によれば、ドップラー効果を使って、搬送方向の速度成分のみを検出できるので、搬送速度の検出精度が向上する。

【0046】

なお、図 2 では送信機 1、2 からの超音波の反射波を検出するために受信機 3 を送信機 1、2 と同じ側に配置しているが、ベルトを用いた搬送機構においては、図 4 に示すように、受信機 3 と送信機 1、2 とをベルトを挟んで互いに反対側に（対向するように）配置することも可能である。この場合も、送信機 1、2 から照射される超音波によってベルトが振動し、それが 2 次音源となって、受信機 3 により受信されて検出される。ベルトが受ける超音波の周波数がドップラー効果によって、もとの周波数から変化し、その周波数変化を検出するという原理は同様である。また、送信機 1、2 の向きが直角に曲げられているので、長さを短くできコンパクトな速度検出装置とすることができる。

【0047】

（第 2 実施形態）

以下に、図面を参照して本発明の第 2 実施形態を詳細に説明する。図 5 は、本発明の第 2 実施形態の構成を示す図である。本発明の搬送速度検出装置の第 2 実施形態では、送信機 1、送信機 2、および受信機 3 を、ベルト搬送機構 4 の搬送面の法線を含む同じ面内に配置したことを特徴とする。送信機 1、2 から搬送面に対する入射角 θ は等しく、同じ面内で測定位置 5 を挟んでそれぞれ対向する方位に超音波を照射するように設置されている。

【0048】

上記した構成において、第 1 実施形態と同様に、送信機 1 及び送信機 2 からベルト搬送機構 4 の搬送面上の測定位置 5 に向かい同時に超音波を照射する。搬送面の測定位置 5 で散乱した 2 つの重ね合わされた合成波である超音波を受信機 3 で受信する。その受信した波形からビート周波数を算出し測定位置の速度を検出する。

【0049】

以下に図 5 を用いて第 2 実施形態を具体的に説明する。送信機 1、2 の、超音波照射方向を表す単位ベクトル i 、 j は、次のように書くことができる。

【数 8】

$$\begin{aligned} i &= (-\cos \phi \cos \theta, \sin \phi \cos \theta, \sin \theta) \\ j &= (+\cos \phi \cos \theta, -\sin \phi \cos \theta, \sin \theta) \end{aligned}$$

【0050】

ここで、 θ は、搬送面に対する入射角で、 ϕ は、搬送面内（XY 面）で搬送方向（X 軸）に対する方位角である。

【0051】

第 1 実施形態と同様に、（5）式に基づいて、ビート周波数 fb を求めると、

10

20

30

40

【数 9】

$$f_b = \frac{u \cos \phi \cos \theta}{v} f_0$$

【0052】

となる。従って、ビート周波数 f_b の検出により、搬送方向の速度ベクトル u のみを検出することができる。

【0053】

図 6 は、第 2 実施形態の変形例を説明するための図である。この変形例では、図 5 で説明した構成において、超音波照射方向が搬送方向と平行になるように送信機 1, 2 及び受信機 3 を配置したことを特徴とする。この場合、超音波照射の方位角 $\phi = 0$ となるので、ビート周波数 f_b は以下の (8) 式となる。

10

【数 10】

$$f_b = \frac{u \cos \theta}{v} f_0 \quad \dots (8)$$

【0054】

このビート周波数 f_b を第 1 実施形態で求めた (7) 式と比較すると、2 倍となっていることが判る。第 2 実施形態では、超音波照射の方向をできるだけ搬送方向に平行になるように配置することによって、同じ搬送方向の速度ベクトル u の変化に対してビート周波数 f_b の変化が大きくなるので、高い検出感度で、搬送速度の検出が可能となる。

20

【0055】

超音波照射の方位角 ϕ を $\phi < 60^\circ$ とすれば、第 1 実施形態より高い検出感度が得られ、最大 2 倍の検出感度が得られることがわかる。

【0056】

なお、ビート周波数 f_b の測定に当たっては、第 1 実施形態と同様に、図 3 に示す構成を用いて測定することができる。

【0057】

上記した第 2 実施形態によれば、ドップラー効果を用いて、搬送方向の速度成分のみを、より高感度に検出できる。また、同一平面上に 2 つの送信機、受信機を配置しているので、厚さがコンパクトな構成とすることができる。

30

【0058】

(本発明の応用例)

図 7 は、本発明の搬送速度検出装置を画像形成装置に適用したときの構成を示す模式図である。記録媒体である印刷用紙 206 はベルト搬送機構 4 上を右方向に搬送される。ベルト搬送機構 4 の上方には超音波を出力する 2 つの送信機 1, 2 が配置され、発振器 200 により駆動される。送信機 1, 2 は超音波を測定位置 5 に向けて照射する。発振器 200 は描画制御部 201 からの指示信号で駆動される。2 つの送信機 1, 2 からの超音波が照射される測定位置 5 の上方には受信機 3 が配置されている。

【0059】

40

測定位置 5 で反射された反射波を受信した受信機 3 は検出器 202 に反射波信号を送る。検出器 202 ではビート周波数を算出してタイミング制御部 203 に送る。受信機 3 と検出器 202 は、ベルト搬送速度を検出する検出部を構成する。タイミング制御部 203 は描画制御部 201 からの描画指示の信号と検出器 202 からのビート周波数信号に基づいて最適な描画タイミングを表す信号をインクヘッド制御部 204 に送る。当該信号を受けたインクヘッド制御部 204 はインクヘッド 205 にインク射出の指示信号を送り、それに従い印刷用紙 206 に印刷を行なう。これにより画像に濃度ムラが生じない印刷を実現することができる。

【0060】

なお、本発明は、画像形成装置の紙送り機構としてのベルト式の記録媒体の搬送機構を

50

例に説明を行なったが、この分野に限るものではなく、また、ベルトコンベア等のベルト状の場合や板状、筒状、U字状であってもよく、超音波を照射できる面を有するもので搬送を行なう場合については好適に使用できるものである。

【0061】

本発明の説明では送信機から放射される超音波の最大強度を有する方向を送信機の超音波の照射方向として説明を行なっている。

【0062】

受信機の位置について、厳密に測定位置の搬送面の法線上にある必要はなく、反射波の受信できる範囲であればある程度の位置ズレは許容できるものである。

【0063】

また、測定時に各送信機の照射する前方には必要な方向のみ通過させ指向性を持たせるため管状部材や開口部材等を設置し、不要な角度からの反射波を低減することが望ましい。さらに、搬送面上の超音波反射面は超音波の入射波長よりも大きな凹凸を有することが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】本発明の搬送速度検出装置の概略を説明するための図である。

【図2】本発明の第1実施形態の構成を示す図である。

【図3】速度検出を行う検出部の一構成例を示す図である。

【図4】受信機と送信機の配置の他の例を示す図である。

【図5】本発明の第2実施形態の構成を示す図である。

【図6】第2実施形態の変形例を説明するための図である。

【図7】本発明の搬送速度検出装置を画像形成装置に適用したときの構成を示す模式図である。

【図8】従来の搬送速度検出装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

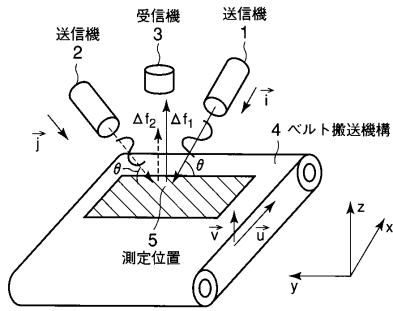
【0065】

1、2…送信機、3…受信機、4…ベルト搬送機構、5…測定位置。

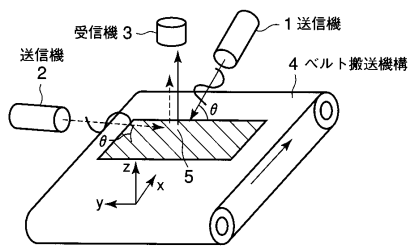
10

20

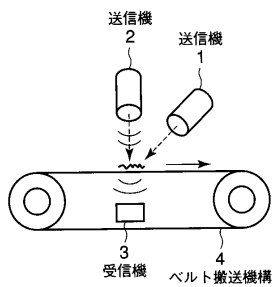
【図 1】



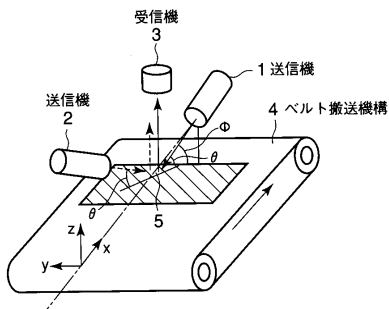
【図 2】



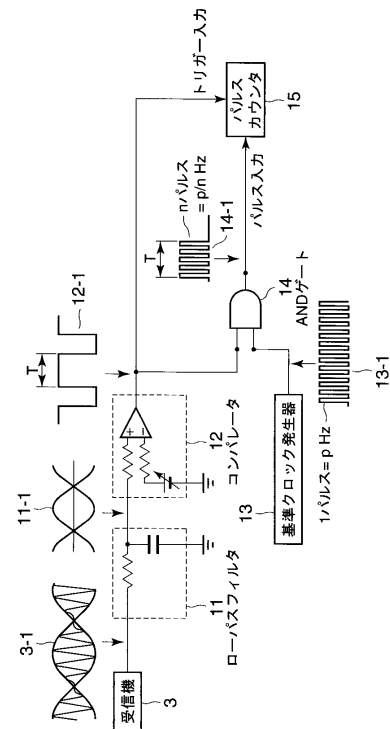
【図 4】



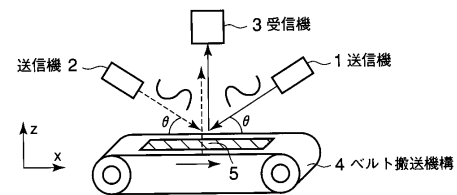
【図 5】



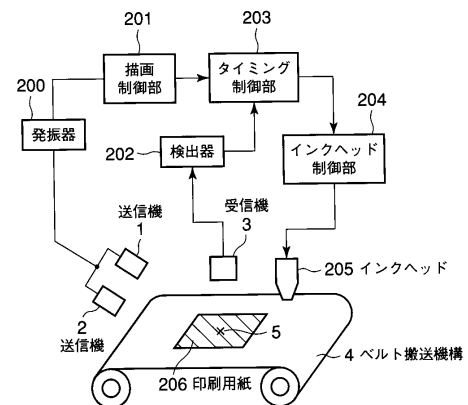
【図 3】



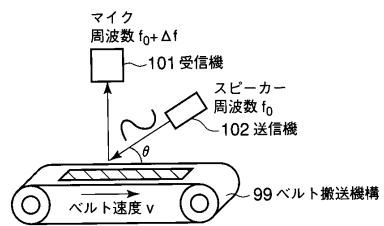
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 田邊 英治

- (56)参考文献 特開平09-021870 (JP, A)
特開平03-194470 (JP, A)
特開2002-108031 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01P 1/00- 5/26
G01S 15/00-15/96
G03G 21/00