

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3671586号
(P3671586)

(45) 発行日 平成17年7月13日(2005.7.13)

(24) 登録日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl.⁷

G 0 1 L 3/14

F I

G O 1 L 3/14

Z

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平9-78346	(73) 特許権者	000116655
(22) 出願日	平成9年3月28日(1997.3.28)		愛知製鋼株式会社
(65) 公開番号	特開平10-274575		愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地
(43) 公開日	平成10年10月13日(1998.10.13)	(74) 代理人	100081776
審査請求日	平成15年9月17日(2003.9.17)		弁理士 大川 宏
		(72) 発明者	山本 道治
			愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内
		(72) 発明者	西畑 克彦
			愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内
		(72) 発明者	本蔵 義信
			愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転トルクセンサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定軸と、

該固定軸まわりに回転自在に軸支されている被駆動ロータと、

該被駆動ロータに対し回転面内で所定の範囲を移動可能に保持され、外周部に接線方向の力を受けて回転駆動されることにより該被駆動ロータを回転駆動する駆動ロータと、

該固定軸に対して回転することなく該接線方向に所定区間の移動可能に該固定軸に保持されており、該駆動ロータを回転自在に軸支している非回転体と、

該非回転体と該固定軸との間に作用する押圧力および引っ張り力のうち一方を計測するセンサと、

を有することを特徴とする回転トルクセンサ。

【請求項2】

前記駆動ロータは、チェーン、ベルト、ラックを含む歯車、および摩擦面のうちいずれかにより前記接線方向に力を受けて回転駆動される請求項1記載の回転トルクセンサ。

【請求項3】

前記センサは、歪みゲージであって、前記非回転体および固定軸のうち一方に固定されており両者の間に作用する力により変形する板バネに接合されている請求項1記載の回転トルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チェーン等により回転駆動される車輪等の被駆動ロータに加わる回転トルクを検出するセンサの技術分野に属し、特に補助電動機付自転車に用いて好適な回転トルクセンサの技術分野に属する。

【0002】**【従来の技術】**

従来技術としての回転トルクセンサとしては、特開平8-85491号公報に、電動自転車用の回転トルクセンサが開示されている。この従来技術では、チェーンから後輪にトルクが加わると伸縮するバネが回転軸回りに配設されており、このバネの一端に固定されているフェライトの変位がその周囲に配設されているコイルによってインダクタンスの変化として検出される。

10

【0003】**【発明が解決しようとする課題】**

ところが前述の従来技術では、上記フェライトおよびバネがチェーンプロケットおよび後輪とともに回転する回転体であるので、バネの伸縮によるフェライトの変位を検出するために、コイルのインダクタンスの計測が必要である。それゆえ、インダクタンスの検出用の電子回路が必要とされる。また、バネを含んでトルクを伝達する機構が複雑であるので、部品点数が多くかさばるばかりではなく、精密な計測精度と機械的な強度とを確保するためには重量が重くならざるを得ない。その結果、上記従来技術による回転トルクセンサは、コスト的にも不利にならざるを得ないという不都合も生じる。

20

【0004】

そこで本発明は、構成が簡素で軽量小型かつ安価なトルクセンサを提供することを解決すべき課題とする。

【0005】**【課題を解決するための手段およびその作用・効果】**

上記課題を解決するために、発明者は以下の手段を発明した。

（第1手段）

本発明の第1手段は、固定軸と、該固定軸まわりに回転自在に軸支されている被駆動ロータと、該被駆動ロータに対し回転面内で所定の範囲を移動可能に保持され外周部に接線方向の力を受けて回転駆動されることにより該被駆動ロータを回転駆動する駆動ロータと、該固定軸に対して回転することなく該接線方向に所定区間の移動可能に該固定軸に保持されており該駆動ロータを回転自在に軸支している非回転体と、該非回転体と該固定軸との間に作用する押圧力および引っ張り力のうち一方を計測するセンサとを有することを特徴とする回転トルクセンサである。

30

【0006】

本手段では、駆動ロータが接線方向の力（以下、接線力と呼ぶ）を受けると、その方向に所定の範囲で移動し、上記接線方向の力が加わっている点の固定軸を挟んで反対側で被駆動ロータを駆動するとともに、被駆動ロータからの反力を受ける。すると、接線力と反力との合力が上記接線方向に生じ、この合力は非回転体を固定軸に押しつけるので、非回転体と該固定軸との間に押圧力ないし（反対側に）引っ張り力が生じてセンサにより計測される。同センサで計測されるこの力は上記接線力と比例しているため、この力の計測により上記接線力を算出することができ、ひいてはトルクを算出することができる。

40

【0007】

上記本手段では、回転トルクセンサの構成要素が、大きく分けて、固定軸、被駆動ロータ、駆動ロータ、非回転体、およびセンサの五点であるので、部品点数が少なく構成が極めて簡素である。また、特別にかさばる構成要素や高価な部品はないので、回転トルクセンサが軽量小型かつ安価に構成できる。

したがって本手段によれば、構成が簡素で軽量小型かつ安価なトルクセンサを提供することができるという効果がある。

【0008】

50

(第2手段)

本発明の第2手段は、上記第1手段において、前記駆動ロータは、チェーン、ベルト、ラックを含む歯車、および摩擦面のうちいずれかにより前記接線方向に力を受けて回転駆動されることを特徴とする。

本手段では、駆動ロータに接線力を生じるトルク伝達手段であれば、ほとんどのものが本発明に含まれることが明らかにされている。

【0009】

たとえば、駆動ロータがチェーン駆動のスプロケットであれば、引っ張り側のチェーンによって生じる接線力がセンサで計測されることにより、容易かつ精密にトルクの計測ができる。また、駆動ロータが歯車であり、ラックを含む歯車によって接線力が生じる場合にも、この接線力がセンサで計測されることにより、容易かつ精密にトルクの計測ができる。駆動ロータに接線力を及ぼす物が摩擦面である場合にも、上記ラックと歯車との組み合わせの場合と同様に、接線力がセンサで計測されることにより、容易かつ精密にトルクの計測ができる。駆動ロータがベルト駆動のプーリである場合には、トルクが加わっていない場合のセンサの出力をゼロ点と見なすことにより、チェーン駆動のスプロケットの場合と同様に、接線力がセンサで計測されることにより、容易にトルクの計測ができる。

10

【0010】

したがって本手段によれば、前述の第1手段の効果に加えて、駆動ロータに接線力を生じるトルク伝達手段であればほとんどのものに適用可能であるという効果がある。

(第3手段)

本発明の第3手段は、上記第1手段に於いて、前記センサは、歪みゲージであって、前記非回転体および固定軸のうち一方に固定されており両者の間に作用する力により変形する板バネに接合されていることを特徴とする。

20

【0011】

本手段では、センサが板バネに固定されている歪みゲージであるから、センサの構成が極めて簡素であり、軽量小型で安価なうえ精度も信頼性も高い。また、センサ出力を取り出す回路も、簡素なブリッジ回路で済み、同様に軽量小型で安価なうえ精度も信頼性も高い。

したがって本手段によれば、前述の第1手段の効果に加えて、本発明の回転トルクセンサをよりいっそう軽量小型で安価なうえ、高精度かつ高信頼性をもって構成できるという効果がある。

30

【0012】

【発明の実施の形態および実施例】

本発明の回転トルクセンサの実施の形態については、当業者に実施可能な理解が得られるよう、以下の実施例で明確かつ十分に説明する。

[実施例1]

(実施例1の構成)

本発明の実施例1としての回転トルクセンサは、図1に示すように、チェーン5に駆動されて固定軸1まわりに回転するスプロケット42を一部として、電動自転車の後輪(図略)に組み込まれている。すなわち、本実施例の回転トルクセンサは、固定軸1、被駆動ロータ4、駆動ロータ2、非回転体12、および押圧力センサ13、14などから構成され、チェーン5によって駆動ロータ4および被駆動ロータ2が回転駆動される。

40

【0013】

固定軸1は、自転車の後輪の車軸であって、その回りに後輪の中央部を形成している被駆動ロータ2を回転自在に軸支している。すなわち固定軸1は、中間部で玉軸受け61を介して被駆動ロータ2を回転自在に軸支しており、被駆動ロータ2の回転軸は固定軸1の中心線と常に一致している。

図2に示すように、固定軸1の先端部は角棒部11で形成されており、前後方向に所定の範囲で移動可能な非回転体12を保持している。非回転体12の外周には玉軸受け62が固定されており、玉軸受け62を介して駆動ロータ4が回転自在に軸支されている。した

50

がって、駆動ロータ 4 は、固定軸 1 に対して前後方向に所定範囲で移動可能であるととも
に、固定軸 1 まわりに回転自在に軸支されている。ただし、駆動ロータ 4 の回転軸と固定
軸 1 の中心軸とは平行ではあるが必ずしも一致せず、通常は前後方向にずれている。

【 0 0 1 4 】

駆動ロータ 4 は、再び図 1 に示すように、被駆動ロータ 2 に対しその回転面内で所定の範
囲を移動可能に保持されており、外周部に接線方向の力を受けて回転駆動されることによ
り、被駆動ロータ 2 を回転駆動する。すなわち駆動ロータ 4 は、玉軸受け 6 2 を介して非
回転体 1 2 まわりに軸支されているフランジ部材 4 1 と、フランジ部材 4 1 の外周に同軸
で固定されているスプロケット 4 2 とから構成されている。スプロケット 4 2 の外周部
にはチェーン 5 と噛み合う歯 4 3 が形成されており、スプロケット 4 2 は、チェーン 5 から
歯 4 3 を介して接線方向（この場合は前方）に引っ張り力（接線力）を受けて回転駆動さ
れる。

10

【 0 0 1 5 】

駆動ロータ 4 から被駆動ロータ 2 へのトルクの伝達は、駆動ロータ 4 の貫通孔 4 0 と被駆
動ロータ 2 の貫通孔 2 0 をそれぞれ貫通している八本のジョイントピン 3 を介して行われ
る。図 1 および図 3 に示すように、両貫通孔 2 0 , 4 0 の内径は、ジョイントピン 3 の外
径よりも 0 . 1 mm 程度大きく、被駆動ロータ 2 に対する駆動ロータ 4 の所定範囲での移
動を可能にしている。

【 0 0 1 6 】

非回転体 1 2 は、図 1 および図 2 に示すように、固定軸 1 の角棒部 1 1 に対して回転する
ことなく、上記接線方向（すなわち前後方向）に所定区間の移動可能に固定軸 1 の角棒部
1 1 に保持されている。そして非回転体 1 2 は、玉軸受け 6 2 を介して駆動ロータ 4 を回
転自在に軸支している。また、図 1 に示すように、非回転体 1 2 の貫通孔 4 2 0 からは適
当な隙間を持って固定軸 1 の角棒部 1 1 が突出しており、自転車が右側に倒れた場合にス
プロケット 4 2 等を保護するようになっている。

20

【 0 0 1 7 】

押圧力センサ 1 3 , 1 4 は、再び図 1 に示すように、固定軸 1 の角棒部 1 1 の後面に固定
されており、非回転体 1 2 と固定軸 1 との間に作用する押圧力を計測するセンサである。
このセンサは、図 4 (a) に示すように、コの字状の板バネ 1 3 および歪みゲージ 1 4 か
らなる。板バネ 1 3 は、中間部を形成している板バネ部 1 3 1 と、板バネ部 1 3 1 の左右
両側から前方に突出しており角棒部 1 1 (図略) に立脚して固定されている一対の脚部 1
2 と、板バネ部 1 3 1 の中央部から後方に突出している突条部 1 3 3 とからなる一体部材
である。突条部 1 3 3 と背向している板バネ部 1 3 1 の中央部の前面には、左右方向の伸
縮を検知する歪みゲージ 1 4 が固着している。

30

【 0 0 1 8 】

図 4 (b) に示すように、突条部 1 3 3 と対向している非回転体 1 2 (一部のみ図示) から
固定軸 1 の角棒部 1 1 (図略) に前方に向かう押圧力 F がかかると、板バネ 1 3 の突条
部 1 3 3 が押されて板バネ部 1 3 1 が曲がる。すると、歪みゲージ 1 4 は左右方向に引き
伸ばされ、押圧力 F にほぼ比例した抵抗値の変化を生じるので、この変化を別途設けられ
ている公知のブリッジ回路等 (図略) で検出すれば、押圧力 F の測定をすることができる
。

40

【 0 0 1 9 】

(実施例 1 の作用効果)

本実施例の回転トルクセンサは、以上のように構成されているので、次のような作用を生
じる。

すなわち図 5 (a) に示すように、スプロケット 4 2 の外周部にチェーン 5 により接線力
F 1 がかかると、スプロケット 4 2 を含む駆動ロータ 4 を軸支している非回転体 1 2 は、
板バネ 1 3 の変形に相当する距離を前方に移動する。フランジ部材 4 1 を含む駆動ロータ
4 には、図中時計回りにトルクがかかるので、駆動ロータ 4 は前方へ移動するだけでなく、
被駆動ロータ 2 に対してジョイントピン 3 の許容範囲で時計回りに相対的に回転する

50

。すると、最下部のジョイントピン3だけが前述の両貫通孔20, 40の内周面に挟持され、最下部のジョイントピン3を介して駆動ロータ4から被駆動ロータ2へとトルクが伝達される。その際、最下部のジョイントピン3を介して駆動ロータ4には被駆動ロータ2からの反力F2が生じる。

【0020】

その結果、図5(b)に示すように、チェーン5からの接線力F1とジョイントピン3からの反力F2とが駆動ロータ4にかかり、その合力 $F = F_1 + F_2$ が非回転体12(図略)を介して板バネ13にかかる。換言すると、梃子4の両端にかかる接線力F1および反力F2を、板バネ13が支点として支え、その合力 $F = F_1 + F_2$ の反力を生じて梃子4を支持している。なお、接線力F1に対する反力F2の比率は、両モーメントアーム r_1 , r_2 の比率で梃子の原理により定まっている。したがって、設計上明らかな両モーメントアーム r_1 , r_2 と、板バネ13にかかる押圧力Fの計測値をもって、駆動ロータ4にかかっているトルクは容易に算出される。

10

【0021】

なお、図5(a)に示す負荷Lは、上記トルクに見合う分が出力されるものと考えられる。

ここで、駆動ロータ4および被駆動ロータ2の回転に伴い、最下部のジョイントピン3から次のジョイントピン3へとトルク伝達を行うジョイントピン3が次々に交代するが、この際のトルクの伝達には不連続なジャンプはなく、連続的にトルク伝達が行われる。ただし、センサ14が付いた板バネ13からジョイントピン3までのモーメントアームは、位相を少しずつ(ジョイントピン3の角度間隔だけ)ずらして隣り合う正弦波関数の頂部が連続するので、わずかながらセンサ出力には脈動が伴う。その脈動の幅は、本実施例のようにジョイントピン3が八本、等間隔に配設されている場合には $\pm 3\%$ 程度であり、おおむねスムーズな出力が得られる。脈動の量をさらに減らす要求がある場合には、ジョイントピン3の数を増やしてその角度間隔を減らすことにより、容易に脈動を低減することができる。

20

【0022】

本実施例の回転トルクセンサは、以上のトルク計測機能を持ちながら、前述の構成で実施できるので、特殊な部品や重量や容積がかさばる部品を要せず、その構成は極めて簡素である。したがって本実施例によれば、構成が簡素で軽量小型であり、信頼性も計測精度も

30

【0023】

(実施例1の変形態様)

前述の実施例1のジョイントピン3の部分に関し、やや異なる構成の変形態様が可能である。

たとえば変形態様1として、図6(a)に示すように、ジョイントピン3が被駆動ロータ2'の貫通孔20'には締めりばめで挿入されており、駆動ロータ4の貫通孔20(バカ穴)には極端な緩みばめで挿入されている構成が可能である。本変形態様の回転トルクセンサの他の部分は、実施例1と同様である。

【0024】

本変形態様によっても、実施例1と同様の作用効果が得られるうえ、振動等が加わってもジョイントピン3が暴れることがなくしっかりと被駆動ロータ2'に保持されており、騒音の発生が抑えられるという効果がある。なお、貫通孔20'と貫通孔40との関係が逆の構成であっても、本変形態様と同様の作用効果が得られる。

40

【0025】

また変形態様2として、図6(b)に示すように、ジョイントピン3の代わりに先端部のみ雄ねじが形成されているボルト3'を用い、被駆動ロータ2"に貫通孔20の代わりに形成されている雌ねじ孔20"と螺合させる構成も可能である。本変形態様でも、駆動ロータ4の貫通孔40はバカ穴であるので前述の変形態様1と同様の作用効果が得られるうえ、ボルト3'の先端が被駆動ロータ2"を貫通して反対側に突出することがないので

50

、よりコンパクトに構成できるという効果もある。

【 0 0 2 6 】

[実施例 2]

本発明の実施例 2 としての回転トルクセンサは、図 7 (a) ~ (b) に示すように、実施例 1 のチェーン駆動に代えて歯車駆動とした実施例である。本実施例では、駆動ロータ 4 A は歯車であってこれと噛み合う他の歯車 5 ' によって回転駆動され、複数のジョイントピン 3 を介して被駆動ロータ 2 A を回転駆動する。被駆動ロータ 2 A はまた、固定軸 1 A によって回転自在に軸支されている。そして駆動ロータ 4 A の固定軸を兼ねる非回転体 1 2 A は、図 7 (b) に示すように、押圧力センサとして首部の両側にそれぞれ歪みゲージ 1 4 を備えている。

10

【 0 0 2 7 】

それゆえ、両歪みゲージ 1 4 の抵抗値の差分をとることにより、比較的精密に非回転体 1 2 A にかかる押圧力 F を計測することができる。図 7 (c) に示すように、押圧力 F が計測されれば、実施例 1 と同様の手法で駆動ロータ 4 A に作用しているトルクを算出することができる。

したがって、歯車駆動の本実施例によっても、実施例 1 と同様に、構成が簡素で軽量小型であり、信頼性も計測精度も高いトルクセンサを安価に提供することができるという効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 実施例 1 としての回転トルクセンサの構成を示す水平断面図

20

【 図 2 】 実施例 1 としての回転トルクセンサの構成を示す端面図

【 図 3 】 実施例 1 の摺動部の構成を示す端面図

【 図 4 】 実施例 1 の押圧力センサの構成および作用を示す組図

(a) 無負荷時の押圧力センサの形状を模式的に示す断面図

(b) 押圧力下の押圧力センサの作用を模式的に示す断面図

【 図 5 】 実施例 1 としての回転トルクセンサの作用を示す組図

(a) 側面図 (b) 押圧力センサの原理図

【 図 6 】 実施例 1 の変形態様の構成を示す組図

(a) 変形態様 1 のジョイントピン付近の構成を示す断面図

(b) 変形態様 2 のジョイントピン付近の構成を示す断面図

30

【 図 7 】 実施例 2 としての回転トルクセンサの構成および作用を示す組図

(a) 実施例 2 の駆動ロータの構成を示す側面図

(b) 実施例 2 としての回転トルクセンサの構成を示す水平断面図

(c) 実施例 2 としての回転トルクセンサの作用を示す模式図

【 符号の説明 】

1 , 1 A : 固定軸 1 1 : 角棒部

1 2 : 非回転体 1 2 A : 固定軸を兼ねる非回転体

1 3 : コの字状の板バネ 1 4 : 歪みゲージ

2 , 2 ' , 2 " , 2 A : 被駆動ロータ

2 0 , 2 0 ' : 貫通孔 2 0 " : ネジ孔

40

3 : ピン 3 ' : ボルト

4 : 駆動ロータ 4 0 : 貫通孔 4 2 0 : 貫通孔

4 1 : フランジ部材 4 2 : スプロケット 4 3 : 歯

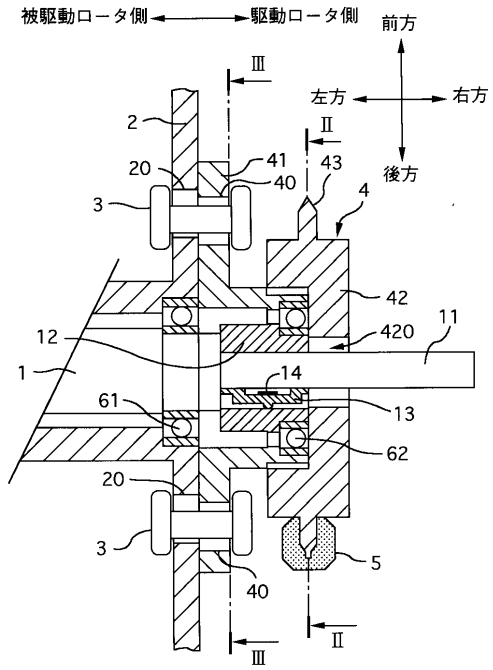
5 : チェーン 5 1 : 引っ張り側チェーン 5 2 : 弛み側チェーン

4 A : 駆動ロータとしての歯車 5 ' : 歯車

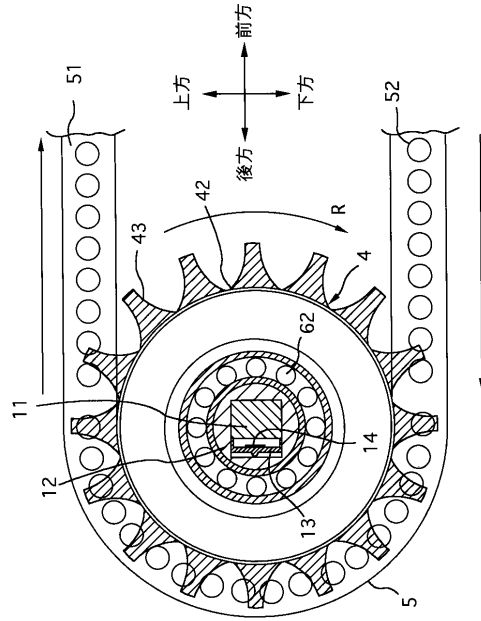
F : 押圧力 F 1 : 接線力 F 2 : 反力 L : 負荷

r 1 , r 2 : モーメントアーム

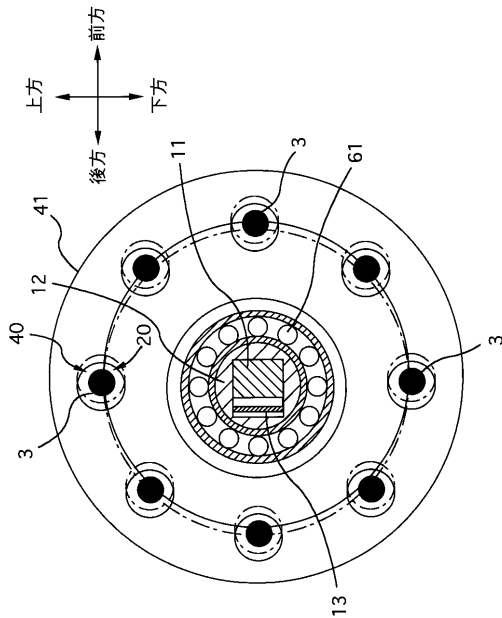
【 図 1 】



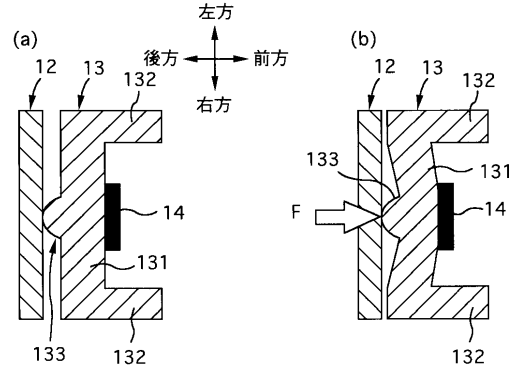
【 図 2 】



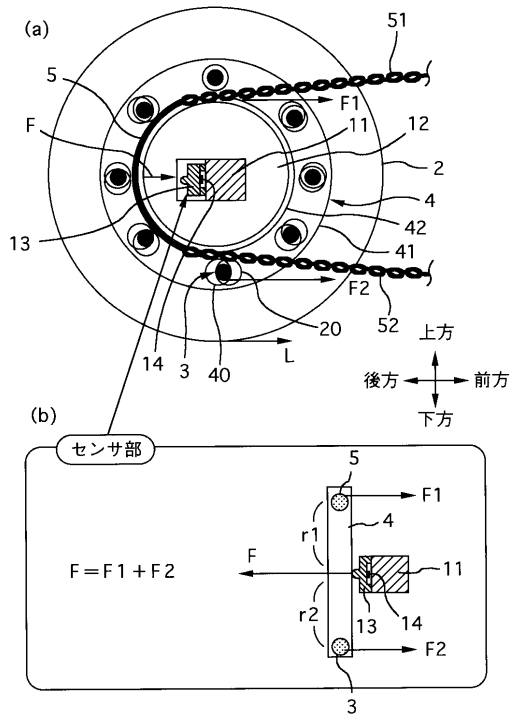
【 図 3 】



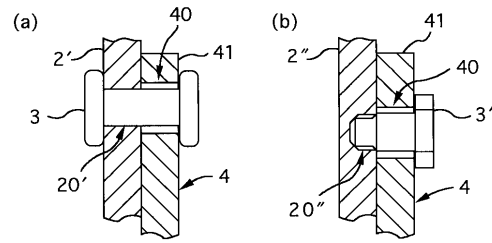
【 図 4 】



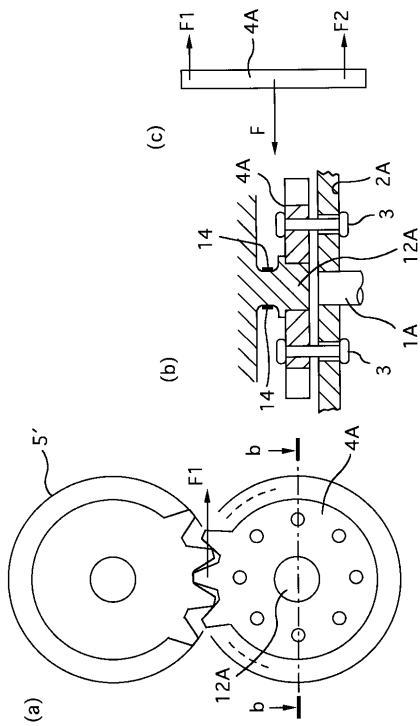
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 秀樹
愛知県東海市荒尾町ワノ割1番地 愛知製鋼株式会社内

審査官 松浦 久夫

(56)参考文献 実開昭62-059835(JP,U)
特開平08-085491(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01L 3/14
G01L 5/04 - 5/10