

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7675797号
(P7675797)

(45)発行日 令和7年5月13日(2025.5.13)

(24)登録日 令和7年5月1日(2025.5.1)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 L 3/10 (2006.01) G 0 1 L 3/10 3 1 1

請求項の数 15 (全19頁)

(21)出願番号	特願2023-502940(P2023-502940)	(73)特許権者	513010572 センソドライブ・ゲーエムベーハー ドイツ連邦共和国、8 2 2 3 4 ヴェス リング、アルゲルスリーダー フェルト 2 0 テーエー 0 4
(86)(22)出願日	令和3年7月13日(2021.7.13)	(74)代理人	100147599 弁理士 丹羽 匡孝
(65)公表番号	特表2023-534478(P2023-534478 A)	(74)代理人	100098589 弁理士 西山 善章
(43)公表日	令和5年8月9日(2023.8.9)	(72)発明者	グランドル、ミカエル ドイツ連邦共和国、8 1 2 4 5 ミュン ヘン、パッサーマンシュトラッセ 2 1 ルスト、クリスチャン ドイツ連邦共和国、8 2 1 1 0 ゲルメ リング、アオビンゲル - ヴェク 2 最終頁に続く
(86)国際出願番号	PCT/EP2021/069453		
(87)国際公開番号	WO2022/013214		
(87)国際公開日	令和4年1月20日(2022.1.20)		
審査請求日	令和6年4月23日(2024.4.23)		
(31)優先権主張番号	102020004286.4		
(32)優先日	令和2年7月16日(2020.7.16)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		

(54)【発明の名称】 半径方向弾性材部を有するトルクセンサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軸線方向及び周方向に延びる本体(12)を有し、第1の力導入点(16)を有した環状の内側フランジ(18)から、出力信号を生成するための測定用トランスデューサを備えた機械的に弱いセンサ部(20)を介して、第2の力導入点(34)を有した環状の外側フランジ(32)まで、前記本体の半径方向に延びており、前記第2の力導入点(34)が半径方向弾性材部(28)を介して前記センサ部(20)に接続されているトルクセンサ(10)であって、

- 前記半径方向弾性材部(28)が前記本体(12)の全周にわたって分散して配置された複数の半径方向弾性曲げストリップ部(31)によって形成されており、
 - 前記半径方向弾性材部(28)が半径方向に剛性を有した環状のデカップリング領域(27)を介して前記機械的に弱いセンサ部(20)に接続されている、
- ことを特徴とするトルクセンサ。

【請求項 2】

前記曲げストリップ部(31)が軸線方向又は半径方向に前記半径方向弾性材部(28)を貫通する一連のスロット(30a, 30b; 30c, 30d; 30e)によって形成されている、請求項1に記載のトルクセンサ。

【請求項 3】

前記スロット(30a, 30b; 30c, 30d; 30e)が少なくとも実質的に周方向に延びている、請求項2に記載のトルクセンサ。

【請求項 4】

少なくとも三つの曲げストリップ部(31)が前記本体(12)の全周にわたって分散して配置されている、請求項1から請求項3の何れか一項に記載のトルクセンサ。

【請求項 5】

少なくとも実質的に周方向に延びているスロット(30a, 30b)が、各々、円形リング片形状を有している、請求項3に記載のトルクセンサ。

【請求項 6】

円形リング片形状の前記スロット(30a, 30b)が少なくとも二つのグループに分けて配置されており、各グループが前記本体(12)の中心から異なる半径方向距離に位置している、請求項5に記載のトルクセンサ。

10

【請求項 7】

一方のグループの円形リング片形状の前記スロット(30a)は、他方のグループの円形リング片形状の前記スロット(30b)に対して周方向にオフセットされて配置されている、請求項6に記載のトルクセンサ。

【請求項 8】

全てのグループの円形リング片形状の前記スロット(30a, 30b)が互いに周方向にオフセットされて配置されている、請求項6に記載のトルクセンサ。

【請求項 9】

少なくとも実質的に周方向に延びる前記スロット(30c, 30d; 30e)は周方向部分(36a; 36b)を有しており、該周方向部分(36a; 36b)についての前記本体(12)の中心(M)からの半径距離が少なくとも実質的に周方向に延びる前記スロット(30c, 30d; 30e)の他の周方向部分(38a; 38b)についての前記本体(12)の前記中心(M)からの半径方向距離と異なるようになっている、請求項3に記載のトルクセンサ。

20

【請求項 10】

少なくとも実質的に周方向に延びる前記スロットについての前記本体(12)の前記中心(M)からの半径方向距離がスロットの輪郭に沿って連続的に変化している、請求項3に記載のトルクセンサ。

【請求項 11】

前記スロット(30a, 30b; 30c, 30d; 30e)のうちの少なくとも幾つかが周方向に重なりあっている、請求項2、請求項3及び請求項5から請求項10の何れか一項に記載のトルクセンサ。

30

【請求項 12】

前記本体(12)が円形ディスク形状である、請求項1から請求項11の何れか一項に記載のトルクセンサ。

【請求項 13】

前記本体(12)が単一体である、請求項1から請求項12の何れか一項に記載のトルクセンサ。

【請求項 14】

前記測定用トランスデューサが歪みゲージ(26)である、請求項1から請求項13の何れか一項に記載のトルクセンサ。

40

【請求項 15】

前記第2の力導入点(34)、前記半径方向弾性材部(28)、前記環状のデカップリング領域(27)、前記センサ部(20)及び前記第1の力導入点(16)が共通の半径方向横断面を有している、請求項1から請求項14の何れか一項に記載のトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軸線方向及び周方向に延びる本体を有し、第1の力導入点を有する環状の内側フランジから、出力信号を生成するための測定用トランスデューサを備えた機械的に弱

50

いセンサ部を介して、第2の力導入点を有する環状の外側フランジまで、本体の半径方向に延びており、第2の力導入点が半径方向弾性材部を介してセンサ部に接続されているトルクセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

このようなトルクセンサは、国際公開第2018/041948号から公知となっている。この公知のトルクセンサによれば、半径方向に大きなデカップリング（非干渉化）が実現され得る。すなわち、トルクセンサに作用する半径方向を向いた力が測定誤差につながることを防止することが可能である。このような半径方向を向いた力は、例えば、製造公差によって生じる第2の力導入点での真円度のずれから生じ得る。このような真円度のずれにより、結果として、測定用トランスデューサのクロストーク（混信）が生じ得る。半径方向に作用する力によって引き起こされ得る測定誤差を回避するために、公知のトルクセンサでは、半径方向弾性材部が本体の軸線方向に延びる肉盗み部（薄肉材料部）として形成されている。この半径方向弾性材部は、薄肉形態のため、半径方向の変形に対しては低い剛性を有するが、ねじり力に対しては実質的に剛性を有する、すなわち、ねじり力に対しては高い剛性を有している。しかしながら、公知のトルクセンサにおいて軸線方向に延びる肉盗み部は、トルクセンサ全体の軸線方向の寸法を増大させる結果となっている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第2018/041948号

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、機械的干渉に対する公知のトルクセンサの不感性、特に半径方向に作用する力に対する不感性を維持し、さらに、よりコンパクトな構造形態を実現することを可能にさせるトルクセンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的は、前述の包括的なタイプのトルクセンサであって、半径方向弾性材部が本体の周囲に分散して配置されている複数の半径方向弾性曲げストリップ部（細片部）によって形成され、半径方向弾性材部が環状の半径方向剛性デカップリング領域（非干渉化領域）を介して機械的に弱いセンサ部に接続されているトルクセンサによって達成される。

30

【0006】

半径方向弾性曲げストリップ部は、軸線方向において本体の残余の領域又は部分よりも小さい又は少なくとも大きくはない設置スペースしか必要としないように容易に設計され得る。例えば、曲げストリップ部は、軸線方向又は半径方向に半径方向弾性材部を貫通する一連のスロットによって形成され得る。スロットは、好ましくは、少なくとも実質的に周方向に延びているが、スロットが直線的な又は直線的に屈曲した外形を有している実施形態も可能である。本開示の範囲内では、用語「スロット」は、特に、スロットによって形成される開口の幅が開口の長手方向の範囲よりも非常に小さくなっていることを意味する。

40

【0007】

半径方向弾性曲げストリップ部の数は、比較的自由に選択することができる。半径方向に作用する力に対する優れたデカップリング性（非干渉性）を実現するために、全周にわたって見たときに、少なくとも三つの曲げストリップ部が本体の全周に整然と分散して配置されていることが好ましい。しかしながら、三つより多くの半径方向弾性曲げストリップ部、例えば、四個、五個、六個、七個又は八個の半径方向曲げストリップ部が設けられていることが特に好ましい。著しく多い数の半径方向曲げストリップ部、例えば十六個の半径方向弾性曲げストリップ部を設けることさえも容易に可能である。実際に使用される

50

半径方向弾性曲げストリップ部の数は、本体の構造形態及び大きさ、特に本体において利用可能なスペース、に依存し得る。原則として、半径方向曲げストリップ部の数がより多くなることで、半径方向に作用する力に対するデカップリング性を均一にさせることが可能となるが、三つ又は四つの半径方向弾性曲げストリップ部でさえも半径方向に作用する力に対して優れたデカップリング性を示すには十分である。

【 0 0 0 8 】

弱いセンサ領域と半径方向弾性材部との間に環状の半径方向剛性デカップリング領域を設けることで、半径方向弾性材部によって吸収される力が弱いセンサ領域に影響を及ぼすことを防止させる。すなわち、環状の半径方向剛性デカップリング領域は、弱いセンサ領域が半径方向弾性材領域で起こることによって影響を受けなくなる又は実質的に受けなくなる。

10

【 0 0 0 9 】

全体として、半径方向弾性材部の構成における半径方向弾性曲げストリップ部の使用は、環状の半径方向剛性デカップリング領域と組み合わせさせて、第2の力導入点、半径方向弾性材部、環状デカップリング領域、弱いセンサ部及び第1の力導入点が共通の半径方向横断面を有することを可能にさせる。このような構成では、半径方向内側から見たときに、第1の力導入点、センサ部、環状デカップリング領域、半径方向弾性材部及び第2の力導入点が半径方向に互いの後に続いている。このような半径方向の広がりに加えて、センサ部及び半径方向弾性材部の両方、環状デカップリング領域並びに第1及び第2の力導入点は、軸線方向に広がりをもっており、これは、あらゆる場合において安定性の理由で必要である。第1及び第2の力導入点、環状デカップリング領域、半径方向弾性材部及びセンサ部は、同じ半径方向横断面（ここで、この横断面の厚さは第1及び第2の力導入点の軸線方向の広がり（範囲）、環状デカップリング領域の軸線方向の広がり、半径方向弾性材部の軸線方向の広がり、及びセンサ部の軸線方向の広がりに対応する）内に全体を配置することができるが、個々の領域又は部分の間には程度（高さ）の差があってもよい。例えば、安定性の理由で、第2の力導入点の軸線方向の広がり、半径方向弾性材部及び/又はセンサ部の軸線方向の広がりよりも大きくすることもできる。このような共通の半径方向横断面は、トルクセンサの軸線方向の寸法が小さくなる利点を与える。

20

【 0 0 1 0 】

本発明によるトルクセンサの好ましい実施形態では、半径方向弾性材部は、少なくとも実質的に周方向に延び且つ軸線方向に半径方向弾性材部を貫通した、すなわち半径方向弾性材部を軸線方向に貫通して延びた、一連の連続したスロットを有している。少なくとも実質的に周方向に延びるこれらスロットは、半径方向弾性材部の周方向の範囲の一部にわたってのみ延びており、半径方向に見たときに、材料つなぎ部が残り、トルクセンサの機械的一貫性を確保させるようになっている。実質的に周方向に延びる個々のスロットは、トルクセンサの本体の中心から異なる半径方向距離に位置してもよい。

30

【 0 0 1 1 】

各スロットの周方向の範囲は、例えば、25°から70°までの範囲とすることができ、好ましい例示の実施形態では、約35°から約55°の間である。各スロットの周方向の範囲は等しい大きさとするのができるが、同様に、半径方向弾性材部において、異なる大きさの周方向範囲のスロットを組み合わせることも可能である。例えば、所望されれば、異なる大きさの周方向範囲のスロットを適切に配置することによって、半径方向弾性材部の半径方向の追従性を特定の半径方向に増加又は減少させることができる。基本原理は、スロットの周方向範囲が大きくなるほど、そのようなスロットが配置されている領域における半径方向の追従性をより高くするということである。

40

【 0 0 1 2 】

一つの実施形態では、少なくとも実質的に周方向に延びるスロットが、各々、部分的な円形リング形状となっている。円形リング片形状（円形リングの一部のような形状）のスロットは、周方向の範囲の大きさにかかわらず、複数のグループに分けて配置されることができる。本発明によるトルクセンサの一つの実施形態では、円形リング片形状のスロッ

50

トが少なくとも二つのグループに分けて配置されており、各グループが本体の中心から異なる距離に位置すると共に、円形リング片形状のスロットの周方向の範囲が同じとすることもでき、異なるようにすることもできる。

【0013】

上述した実施形態のさらなる発展形によれば、一つのグループの円形リング片形状のスロットが、他のグループの円形リング片形状のスロットに対して周方向にオフセットさせて（すなわち、偏移させて）配置される。このような実施形態のさらなる発展形によれば、全てのグループの円形リング片形状のスロットが互いに対して周方向にオフセットさせて配置される。半径方向弾性材部に存在している円形リング片形状のスロットが他の円形リング片形状のスロットに対して周方向にオフセットして配置されていることは、周方向に見たときに、半径方向弾性材部が少なくとも実質的に同一の半径方向追従性を全体にわたって有するようになったトルクセンサの形成を容易にする。

10

【0014】

本発明によるトルクセンサの他の好ましい実施形態では、少なくとも実質的に周方向に延びるスロットは周方向部分を有しており、周方向部分についての本体の中心からの半径方向距離が少なくとも実質的に周方向に延びるスロットの他の周方向部分についての本体の中心からの半径方向距離と異なるようになっている。特に、一つのスロットが、それによって、本体の中心からの半径方向距離がそれぞれ異なっている周方向部分を有することができる。個々の周方向部分の周方向の範囲を適宜に選択すると共に本体の中心からの半径方向距離を適宜に選択することによって、半径方向弾性材部の半径方向の追従性（可撓性）を要望に応じて適合させることができ、特に、均一に作成することもできる。

20

【0015】

本発明によるトルクセンサのさらに他の好ましい実施形態によれば、少なくとも実質的に周方向に延びるスロットについての本体の中心からの半径方向距離が、スロットの外形（プロファイル）に沿って連続的に変化するようになっている。このような実施形態では、スロットの外形は、例えばタービン羽根車のタービン羽根の配置に似せたものとすることができる。

【0016】

本発明によるトルクセンサの好ましい実施形態では、スロットの細かい形態にかかわらず、スロットのうちの少なくとも幾つかが周方向に重なり合っている。このような周方向のスロットの重なり合いは、半径方向弾性曲げストリップ部を構造的に簡単に製造できるようにさせる。

30

【0017】

上述した実施形態の多くを互いに組み合わせることができることは言うまでもない。よって、例えば、スロットを複数のグループに分けた配置は、スロットの円形リング片形状に依存するものではない。また、スロットは、形状や、グループに分けて配置されているか否かにかかわらず、周方向に重なり合うことができる。さらに、上述した実施形態は、それらが明らかに矛盾していない限り組み合わせることが可能である。

【0018】

上述した実施形態に関係なく、本発明によるトルクセンサの本体は、円形ディスク形状であることが好ましい。円形ディスク形状からの逸脱が特殊な導入状況によって必要とされることがある。

40

【0019】

本発明によるトルクセンサの本体は、本体が円形ディスク形状であるか否かにかかわらず、単一体、すなわち一部品であることがさらに好ましい。半径方向弾性材部のスロットは、例えばウォータージェット切断又はレーザ切断によって製造され得る。

【0020】

本発明によるトルクセンサの好ましい実施形態では、測定用トランスデューサとして、歪みゲージが使用されている。これに代えて又はこれに加えて、例えば、ファイバ・ブラ

50

ッグ・グレーティング又は圧電素子を備えた測定用トランスデューサを使用することができる。

【 0 0 2 1 】

以下、本発明によるトルクセンサの複数の例示の実施形態が、添付の略図を参照して、より詳細に説明される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 本発明によるトルクセンサの第 1 の実施形態の平面図である。

【 図 2 】 図 1 の断面 I I - I I を示す断面図である。

【 図 3 】 第 1 の実施形態を斜め上方から空間表示（立体表示）して示す図である。

10

【 図 4 】 図 3 を破断して表した図である。

【 図 5 】 本発明によるトルクセンサの第 2 の実施形態の平面図である。

【 図 6 】 図 5 の断面 V I - V I を示す断面図である。

【 図 7 】 第 2 の実施形態を斜め上方から空間表示して示す図である。

【 図 8 】 図 7 を破断して表した図である。

【 図 9 】 本発明によるトルクセンサの第 3 の実施形態の平面図である。

【 図 1 0 】 図 9 の断面 X - X を示す断面図である。

【 図 1 1 】 第 3 の実施形態を斜め上方から空間表示して示す図である。

【 図 1 2 】 図 1 1 を破断して表した図である。

【 図 1 3 】 本発明によるトルクセンサの第 4 の実施形態の平面図である。

20

【 図 1 4 】 図 1 3 の断面 X I V - X I V を示す断面図である。

【 図 1 5 】 第 4 の実施形態を斜め上方から空間表示して示す図である。

【 図 1 6 】 図 1 5 を破断して表した図である。

【 図 1 7 】 本発明によるトルクセンサの第 5 の実施形態の平面図である。

【 図 1 8 】 図 1 7 の断面 X V I I I - X V I I I を示す断面図である。

【 図 1 9 】 第 5 の実施形態を斜め上方から空間表示して示す図である。

【 図 2 0 】 図 1 9 を破断して表した図である。

【 図 2 1 】 本発明によるトルクセンサの第 6 の実施形態の平面図である。

【 図 2 2 】 図 2 1 の断面 X X I I - X X I I を示す断面図である。

【 図 2 3 】 第 6 の実施形態を斜め上方から空間表示して示す図である。

30

【 図 2 4 】 図 2 3 を破断して表した図である。

【 図 2 5 】 本発明によるトルクセンサの第 7 の実施形態の平面図である。

【 図 2 6 】 図 2 5 の断面 X X V I - X X V I を示す断面図である。

【 図 2 7 】 第 7 の実施形態を斜め上方から空間表示して示す図である。

【 図 2 8 】 図 2 7 を破断して表した図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 3 】

図 1 から図 4 は、本発明によるトルクセンサ 1 0 の第 1 の実施形態を異なる図で示している。トルクセンサ 1 0 は、長手方向中心軸線 A（図 2 参照）とここでは仮想的である中心 M（図 1）とを有した円形ディスク形状の本体 1 2 を有している。本体 1 2 の中央部には開口部 1 4 が設けられており、この開口部 1 4 は例えば軸棒又はシャフト（図示せず）にトルクセンサ 1 0 を取り付けのために役立つことができる。

40

【 0 0 2 4 】

本体 1 2 の中央開口部 1 4 の周囲には、複数の第 1 の力導入点（ここでは、8 個の第 1 の力導入点）1 6 が円形態に配置されており、これら第 1 の力導入点と一緒に環状の内側フランジ 1 8 を形成している。図示されている例示の実施形態では、各第 1 の力導入点は本体 1 2 を軸線方向に貫通して延びる孔である。環状の内側フランジ 1 8 の半径方向外側には、機械的に弱いセンサ部 2 0 が設けられており、これらセンサ部 2 0 は同様に環状になっている。このセンサ部 2 0 の機械的な強度低下は、本体 1 2 に環状に配置された一連の窓穴 2 2 によって実現されており、各窓穴 2 2 は、ここに図示されている実施形

50

態では、パイ片の形状を有している。丸まった角部を有した窓穴 22 は、本体 12 を軸線方向に完全に貫通している。窓穴 22 の間には、円周方向に見たときに、半径方向に延びる測定用スポーク（測定用輻部）24 a とシャントスポーク（短絡輻部）24 b とが交互に形成されている。測定用スポーク 24 a は、均一な幅であり、測定用トランスデューサ 26（図 1、図 5 及び図 9 にのみ示されている）を担持している。これら測定用トランスデューサ 26 は電気的な出力信号を生成するように構成されている。例えば、これら測定用トランスデューサ 26 は、公知の方法で測定用スポーク 24 a に接着されている歪みゲージとすることができる。シャントスポーク 24 b の幅は、半径方向内側から半径方向外側へ向かって連続的に減少している。

【0025】

機械的に弱いセンサ部 20 の半径方向外側には、ここでは円形リング形状である半径方向に剛性を有した本体 12 のデカップリング領域（非干渉化領域）27 が隣接している。デカップリング領域 27 は、半径方向に向いた力が本体 12 に作用するとき半径方向弾性材部 28 で発生し得る力に対して、機械的に弱いセンサ部 20 を絶縁させる機能を果たす。半径方向弾性材部 28 については、以下でより詳細に説明する。

【0026】

既に言及された半径方向弾性材部 28 は、ここでは同様に円形リング形状であり、デカップリング領域 27 の半径方向外側に設けられており、その半径方向の追従性により、本体 12 に導入された半径方向に向いた力が測定結果を改ざんしないことを確実にさせている。半径方向弾性材部 28 の例示の実施形態は、以下で詳細に説明される。

【0027】

図 1 から図 4 に示されている例示の第 1 の実施形態では、半径方向弾性材部 28 は、円周方向に延びる一連のスロット 30 a, 30 b を備えている。スロット 30 a, 30 b は、半径方向弾性材部 28、すなわち本体 12、を軸線方向に完全に貫通している。第 1 の実施形態では、スロット 30 a, 30 b の各々が、円形リング片形状をしており、スロット 30 a, 30 b が、二つのグループ、すなわち、複数のスロット 30 b によって構成される半径方向内側の第 1 のグループと複数のスロット 30 b によって構成される半径方向外側の第 2 のグループとに分けて配置されている。半径方向内側の第 1 のグループのスロット 30 a は、各々、約 55° の円周方向の範囲（広がり）を有しているのに対して、半径方向外側の第 2 のグループの各スロット 30 b の範囲は約 45° だけである。他の実施形態では、スロット 30 a 及び 30 b の円周方向の範囲はそれよりも小さい又はそれよりも大きくすることができ、スロット 30 a, 30 b の円周方向の範囲は同じサイズとすることもできる。半径方向内側の第 1 のグループのスロット 30 a は、すべて、本体 12 の中心 M から同じ距離に位置する。同様に、半径方向外側の第 2 のグループのスロット 30 b は、すべて、本体 12 の中心 M から同じ距離に位置するが、この半径方向の距離 r_2 は、第 1 のグループのスロット 30 a の半径方向の距離 r_1 よりもわずかに大きい。図示されているように、第 1 のグループのスロット 30 a は、円周方向に見たときに、第 2 のグループのスロット 30 b と重なっており、それにより、各重なる領域が半径方向弾性曲げストリップ部（半径方向弾性細片部）31 を形成する。したがって、図 1 から図 4 に示されているトルクセンサ 10 の第 1 の実施形態では、半径方向弾性材部 28 は 8 個の半径方向弾性曲げストリップ部 31 を有しており、これら半径方向弾性曲げストリップ部 31 が半径方向弾性材部 28 の所望の半径方向の弾性を提供する。

【0028】

半径方向弾性材部 28 の半径方向外側には、各々が孔の形態である複数の第 2 の力導入点 34 を有した環状の外側フランジ 32 が設けられている。第 2 の力導入点 34 は、第 1 の力導入点 16 と同様に、軸線方向に完全に本体 12 を貫通している。図示されている例示の実施形態では、環状の外側フランジ 32 が同時に本体 12 の外周部を形成している。しかしながら、必ずしもこのようなものではなくてもよい。代わりに、トルクセンサ 10 の意図される用途及び使用分野に応じて、環状の外側フランジ 32 の半径方向外側にさらに材料領域（図示せず）があってもよい。トルクセンサ 10 の正確な位置決めを容易にす

10

20

30

40

50

るために、位置決め開口部 3 5 が外側フランジ 3 2 において二つの第 2 の力導入点 3 4 の間の位置に形成されている。

【 0 0 2 9 】

図示されているすべての実施形態では、トルクセンサ 1 0 の本体 1 2 は、一部品形態、すなわち単一体形態となっており、半径方向の全域にわたって軸線方向に均一の厚さを有している。しかしながら、本体 1 2 を複数部品からなる形態で構成することも可能である。本体 1 2 が複数部品からなる形態か否かに関わらず、同様に、本体の個々の部分の軸線方向の厚さが他の部分の軸線方向の厚さと異なっているようにすることもできる。よって、例えば、環状の外側フランジ 3 2 が設けられている領域が、安定化の理由のために、半径方向弾性材部 2 8 及び / 又はセンサ部 2 0 よりも大きな軸線方向厚さを有するように設計されることも可能である。同じことは、環状の内側フランジ 1 8 及び / 又はデカップリング領域 2 7 の領域にも当てはまる。本体 1 2 は、例えば、アルミニウム又はアルミニウム合金から構成することができるが、他の材料、例えば鉄鋼から構成することも可能である。

10

【 0 0 3 0 】

半径方向弾性材部 2 8 は、半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 の存在のため、半径方向に弾性的な追従性（可撓性）を有し、よって半径方向の補償領域として作用することができ、結果として、トルクセンサ 1 0 に作用する軸線 A 周りの傾動モーメントが、測定用トランスデューサが設けられた測定用スポーク 2 4 a に悪影響を与えないようになっている。また、外側フランジ 3 2 で生じる変形、例えば楕円状又はアーチ状（弧状）の変形、によって、測定用スポーク 2 4 a が悪影響を受けるようにはならず、よって、測定用トランスデューサ 2 6 によって生成される出力信号の改ざんにもつながらなくなる。代わりに、このような楕円状又はアーチ状の変形が半径方向弾性材部 2 8 によって効果的に吸収され、デカップリング領域 3 1 によって測定用スポーク 2 4 a から隔離される。弾性曲げストリップ部 3 1 は、一方で、その半径方向により容易に変形しやすい特性から、所望の半径方向弾性を提供するが、他方で、円周方向に高い耐変形性を有しており、半径方向弾性材部 2 8 の存在にもかかわらず、トルクセンサ 1 0 が円周方向に高い剛性を有し、それにより、測定されるべきトルクの測定用スポーク 2 4 a への良好な導入及び伝達のための優れた要件を充足している。この円周方向の高い剛性は、トルクセンサ 1 0 に導入されるトルクが正確に検出されることを可能にさせる。

20

30

【 0 0 3 1 】

図 5 から図 8 に示されているトルクセンサ 1 0 の第 2 の実施形態は、半径方向弾性材部 2 8 の構成のみが図 1 から図 4 に示されている第 1 の実施形態と異なっている。第 2 の実施形態には、第 1 の実施形態の円形リング片形状のスロット 3 0 a 及び 3 0 b に代えて、同様に少なくとも実質的に円周方向に延びるスロット 3 0 c 及び 3 0 d が存在しており、各スロット 3 0 c , 3 0 d が少なくとも一つの周方向端部 3 6 a , 3 6 b を有し、周方向端部 3 6 a , 3 6 b についての本体 1 2 の中心 M からの半径方向距離が、同じスロット 3 0 c , 3 0 d の他の周方向部分 3 8 a , 3 8 b についての本体 1 2 の中心 M からの半径方向距離と異なるようになっている。図 5 から明確に分かるように、各スロット 3 0 c は、相対的に半径方向内側に位置する二つの周方向端部 3 6 a と、ここでは階段（段差）形態である遷移領域 3 7 によって二つの周方向端部 3 6 a に接続されており且つ周方向端部 3 6 a よりも半径方向外側に設けられた中央周方向部分 3 8 a とを有している。同様に、各スロット 3 0 d は、二つの周方向端部 3 6 b と、中央周方向部分 3 8 b とを有しているが、周方向端部 3 6 b はここでは中央周方向部分 3 8 b よりも半径方向外側に配置されている。同様に図 5 から明確に分かるように、図示されている例示の実施形態では、スロット 3 0 d の周方向端部 3 6 b は、スロット 3 0 c の中央周方向部分 3 8 a についての本体 1 2 の中心 M からの半径方向距離に相当する本体 1 2 の中心 M からの半径方向距離に位置している。対照的に、各スロット 3 0 d の中央周方向部分 3 8 b は、周方向端部 3 6 a 及び 3 6 b についての本体 1 2 の中心 M からの半径方向距離の間に位置する本体 1 2 の中心 M からの半径距離に位置している。

40

50

【 0 0 3 2 】

さらに、スロット 3 0 c 及び 3 0 d はそれらの周方向端部 3 6 a 及び 3 6 b の領域において円周方向に重なっており、それによって再び合計 8 個の半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 を形成していることが図 5 から明確に分かる。

【 0 0 3 3 】

第 1 の実施形態に関して説明された半径方向弾性材部 2 8 の利点は、同様に第 2 の実施形態にも当てはまる。

【 0 0 3 4 】

図 9 から図 1 2 は、トルクセンサ 1 0 の第 3 の実施形態を示しており、第 3 の実施形態は、半径方向弾性材部 2 8 の構成のみが先に説明した二つの実施形態と異なっている。第 3 の実施形態においては、最初の二つの実施形態と異なり、二つのグループのスロット 3 0 a , 3 0 b 又は 3 0 c , 3 0 d ではなく、単に、最初の二つの実施形態と一致して少なくとも実質的に円周方向に延びている均一の設計の複数のスロット 3 0 e になっている。各スロット 3 0 e は、階段状の遷移領域 3 7 によって相互に接続されている周方向端部 3 6 a と周方向端部 3 6 b を有する。周方向端部 3 6 a は、周方向端部 3 6 b よりも半径方向内側に配置されている。スロット 3 0 e は、その周方向端部 3 6 a , 3 6 b の領域において、周方向に重なり合っており、それによって合計 1 6 個の弾性曲げストリップ部 3 1 を形成している。

10

【 0 0 3 5 】

第 3 の実施形態の利点は、最初の二つの実施形態の利点に対応する。

20

【 0 0 3 6 】

図 1 3 から図 1 6 は、トルクセンサ 1 0 の第 4 の実施形態を示しており、第 4 の実施形態は、全体的に第 1 の実施形態と非常に類似している。第 1 の実施形態のように、半径方向弾性材部 2 8 は、二つのグループの円形リング片形状のスロット、すなわちスロット 3 0 a から構成される半径方向内側のグループとスロット 3 0 b から構成される半径方向外側のグループ、を有している。図 1 から図 4 に示されている第 1 の実施形態と異なり、第 4 の実施形態では、スロット 3 0 a , 3 0 b の各々の円周方向の範囲が第 1 の実施形態よりも小さく、各グループが第 1 の実施形態よりも多くのスロットを備えている。第 1 の実施形態では、半径方向内側のグループと半径方向外側のグループが、各々、四個のスロット 3 0 a 又は 3 0 b を含んでいる一方、第 4 の実施形態では、半径方向内側のグループに 8 個のスロット 3 0 a があり、半径方向外側のグループに 8 個のスロット 3 0 b がある。したがって、半径方向弾性材部 2 8 のスロット 3 0 a 及び 3 0 b の重なり領域では、合計 1 6 個の半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 が形成されている。

30

【 0 0 3 7 】

その他の点では、第 4 の実施形態の構造は、第 1 の実施形態に対応しており、第 1 の実施形態に関連して説明された利点は第 4 の実施形態にも当てはまる。

【 0 0 3 8 】

図 1 7 から図 2 0 は、トルクセンサ 1 0 の第 5 の実施形態を示しており、第 5 の実施形態の構造は、これまで説明した実施形態と僅かに異なっている。これまで説明した実施形態と異なり、第 5 の実施形態では、第 2 の力導入点 3 4 を有した環状の外側フランジ 3 2 が、半径方向に剛性を有するデカップリング領域 2 7、機械的に弱いセンサ部 2 0、及び第 1 の力導入点 1 6 を有した環状の内側フランジ 1 8 が設けられている横断面に対して僅かにオフセットされた横断面に設けられている。環状の外側フランジ 3 2 を環状のデカップリング領域 2 7 に接続する半径方向弾性材部 2 8 は、環状のデカップリング領域 2 7 の平面に始まっており、ここでは 8 個のスロット 3 0 f から構成されている第 1 のグループの円形リング片形状のスロット 3 0 f を有している。各スロット 3 0 f は、これまで説明した実施形態のように、軸線方向に本体 1 2 を完全に貫通している。

40

【 0 0 3 9 】

デカップリング領域 2 7、センサ部 2 0 及び内側フランジ 1 8 が設けられている第 1 の横断面の外周縁部 4 0 では、半径方向弾性材部 2 8 が、第 1 の横断面から L 字形状に屈曲

50

しており、軸線方向に延びる円形リング形状の周壁 4 2 によって、環状の外側フランジ 3 2 が配置されている第 2 の横断面との接続を確立している。環状の外側フランジ 3 2 は、円形リング形状の周壁 4 2 から半径方向外側に延びている。

【 0 0 4 0 】

半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 を形成するために、円形リング形状の周壁 4 2 は、第 2 のグループの円形リング片形状のスロット 3 0 g を備えており、スロット 3 0 g はここでは同様に 8 個のスロット 3 0 g から構成されている。各スロット 3 0 g は、周壁 4 2 を半径方向に貫通しており、第 1 のグループの二つのスロット 3 0 f と円周方向に重なり合うように配置されている。図示されている例示の実施形態では、周壁 4 2 のスロット 3 0 g は、環状の外側フランジ 3 2 の真下で且つ本体 1 2 において第 1 の横断面を規定する部分の上方に設けられている。しかしながら、軸線方向にスロット 3 0 f のより近くにスロット 3 0 g を移動させることは同様に想到できる範囲である。ただし、これには、製造の観点からより大きな支出を伴う。

10

【 0 0 4 1 】

スロット 3 0 f とスロット 3 0 g が円周方向に重なり合っている結果として、半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 が、半径方向弾性材部 2 8 に、より具体的には、円形リング形状の周壁 4 2 に形成される。半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 の数は、スロットの数及び重なり領域の数に依存する。図示されている例示の実施形態では、半径方向弾性材部 2 8 は、それぞれ 8 個存在する相互に重なり合うスロット 3 0 f 及びスロット 3 0 g の結果として、合計 1 6 個の半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 を有している。

20

【 0 0 4 2 】

機能の観点から、第 5 の実施形態は、上述した最初の四つの実施形態と全く同様の挙動を示す。

【 0 0 4 3 】

図 2 1 から図 2 4 は、トルクセンサ 1 0 の第 6 の実施形態を示しており、第 6 の実施形態の構造は、上で説明した第 5 の実施形態と類似している。しかしながら、第 5 の実施形態と異なり、環状の外側フランジ 3 2 が円形リング形状の周壁 4 2 から半径方向内側に延びており、それにより、第 2 の力導入点 3 4 も第 5 の実施形態よりも半径方向内側に設けられている一方、その他の点では、トルクセンサの寸法は同じままとされている。半径方向弾性材部 2 8 の構造は、第 5 の実施形態の構造に対応している。

30

【 0 0 4 4 】

図 2 5 から図 2 8 は、トルクセンサ 1 0 の第 7 の実施形態を示しており、第 7 の実施形態の構造は基本的に第 4 の実施形態と同様になっている。第 7 の実施形態の本体 1 2 は、第 4 の実施形態の本体 1 2 と同様に、ディスク形状であり単一体であるが、その外形は八角形状となっている。よって、外側フランジ 3 2 は環状ではあるが、円形リング形状ではない。これは、半径方向弾性材部 2 8 及び半径方向に剛性を有したデカップリング領域 2 7 の形状にも当てはまる。

【 0 0 4 5 】

また、半径方向弾性材部 2 8 は、これまで説明した実施形態とは構造でも僅かに異なっている。第 4 の実施形態と一致して、例えば、半径方向内側のグループのスロットと半径方向外側のグループのスロットとがあり、これらは、第 7 の実施形態では、8 個の半径方向内側のスロット 3 0 h と 8 個の半径方向外側のスロット 3 0 i から構成されているが、スロット 3 0 h 及びスロット 3 0 i はいずれも円形リング片形状ではない。その代わりに、半径方向内側のスロット 3 0 h の各々は屈曲部（曲がり角）で互いに接続されている二つの直線部分から構成されており、屈曲点はそれぞれ八角形の角部から本体 1 2 の中心まで延びる半径線分上に設けられる。半径方向外側のスロット 3 0 i の各々は、完全に直線的に延びており、八角形の角部から本体 1 2 の中心まで延びる半径線分の何れも横切らない。図示されているように、スロット 3 0 h 及びスロット 3 0 i は周方向に重なり合っており、それによって、ここでは合計 1 6 個の曲げストリップ部 3 1 である半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 が重なり領域に形成されている。

40

50

【 0 0 4 6 】

スロット 3 0 h , 3 0 i の形状が僅かに異なっているにもかかわらず、それによって半径方向弾性材部 2 8 に形成される半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 の機能は上述した実施形態の半径方向弾性曲げストリップ部 3 1 の機能に対応している。よって、同じ利点が得られる。

【 0 0 4 7 】

本発明によるトルクセンサ 1 0 は図示及び説明された実施形態に限定されるものではないことは分かるであろう。むしろ、半径方向弾性材部 2 8 におけるスロットについて、同様に半径方向に所望の弾性（可撓性）を生じさせると同時に周方向に高い剛性を提供するさらに多数の形態が可能である。よって、例えば、第 7 の実施形態では、屈曲スロットが半径方向外側に配置され且つ直線スロットが内側に配置されることも可能であり、また、半径方向内側のスロットと半径方向外側のスロットの両方が屈曲形態を有することも可能である。さらに、半径方向弾性材部 2 8 は、半径方向弾性材部 2 8 でタービンの羽根のように延びる一連のスロットを備えることもできる。さらに多くのスロット形態及び可能な組み合わせが本発明の基本的概念から逸脱することなく当業者にとって自明である。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

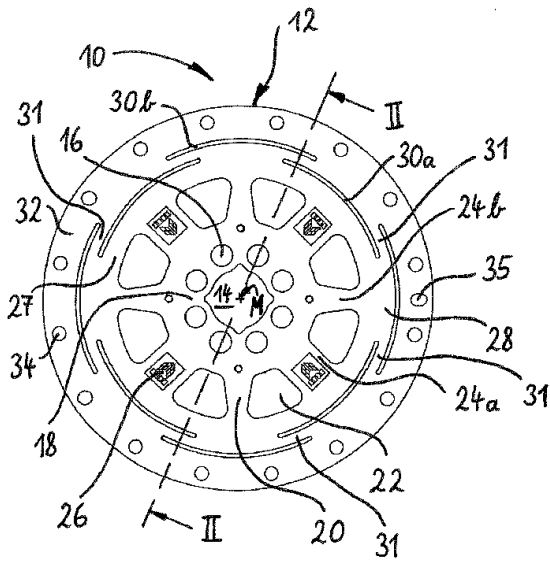


Fig. 1

【図 2】

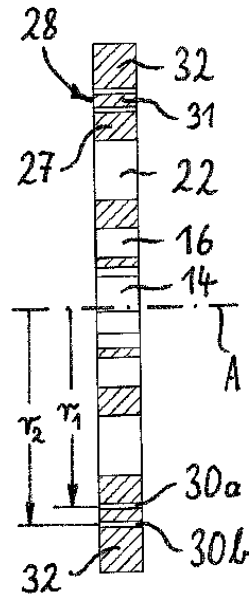


Fig. 2

【図 3】

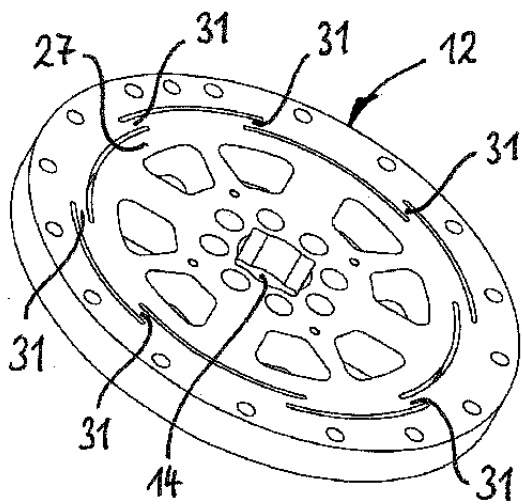


Fig. 3

【図 4】

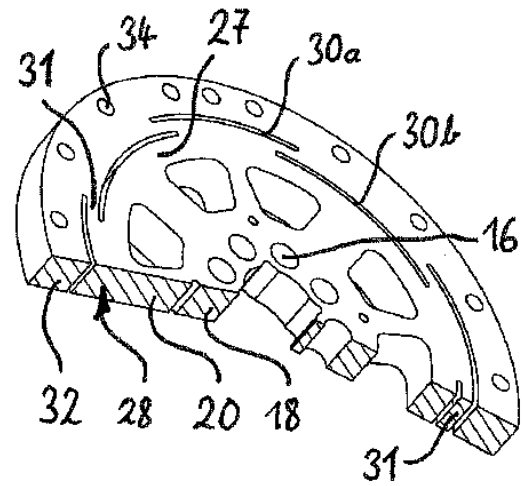


Fig. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

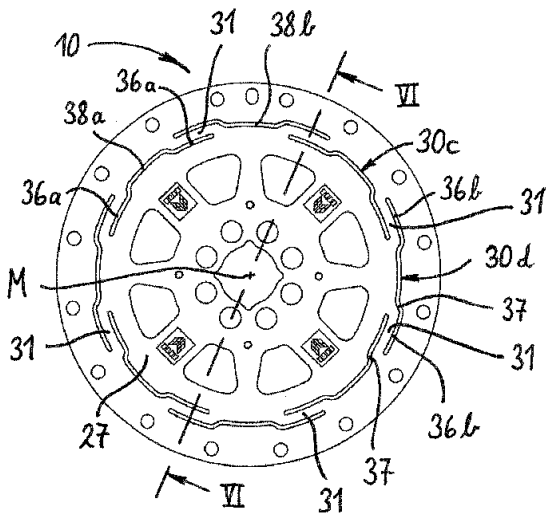


Fig. 5

【 図 6 】

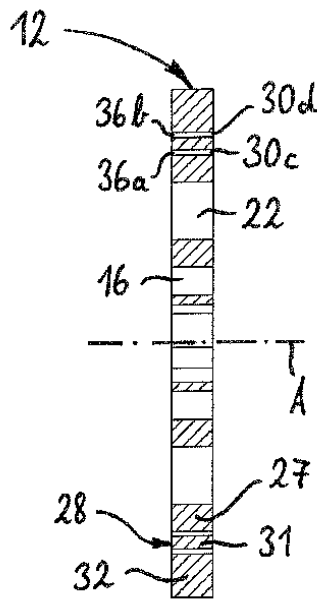


Fig. 6

【 図 7 】

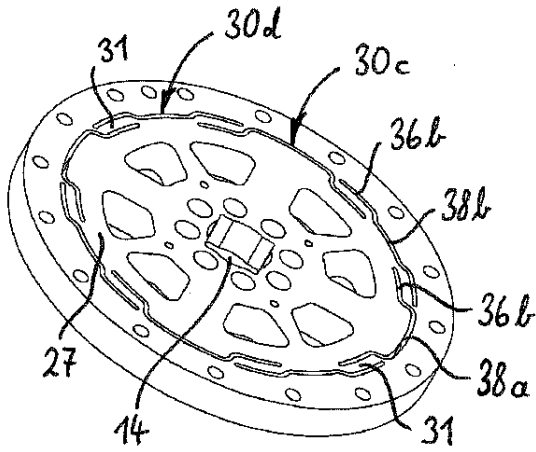


Fig. 7

【 図 8 】

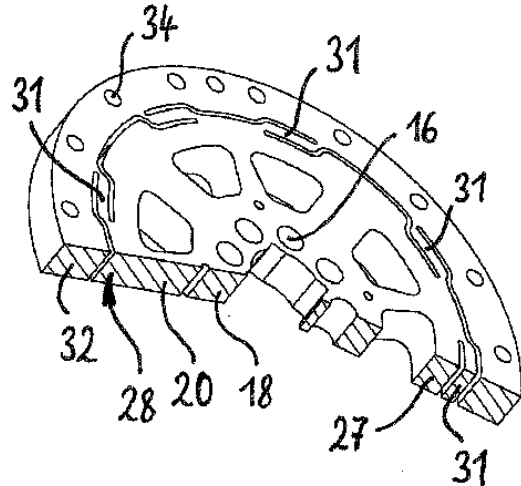


Fig. 8

10

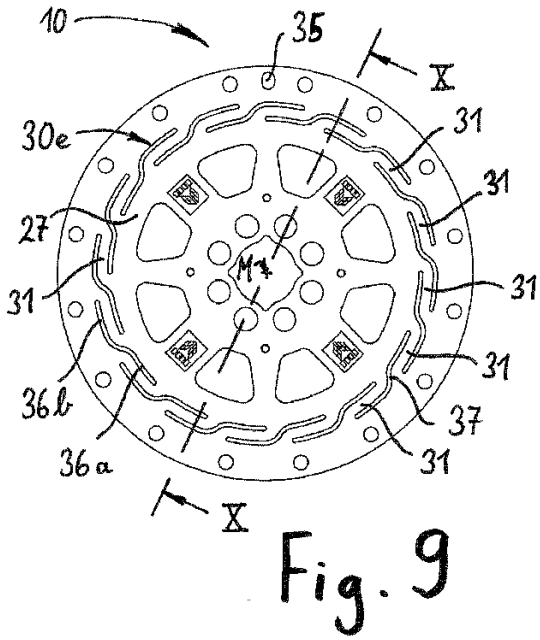
20

30

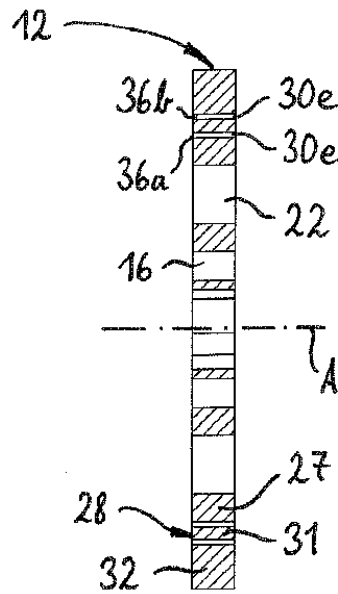
40

50

【図 9】



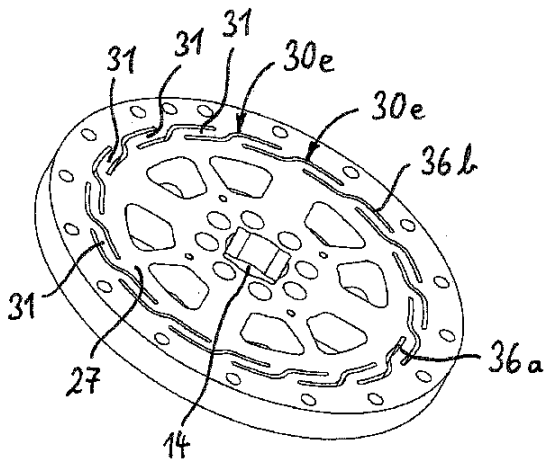
【図 10】



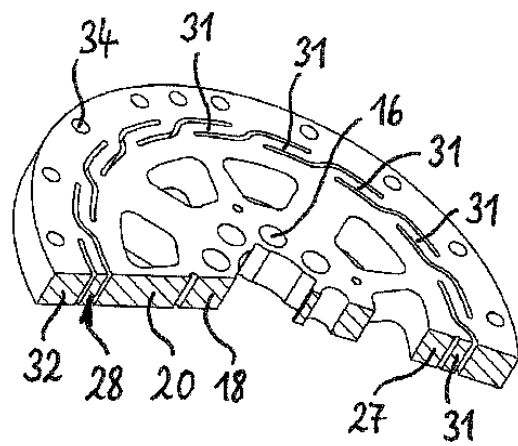
10

20

【図 11】



【図 12】



30

40

50

【図13】

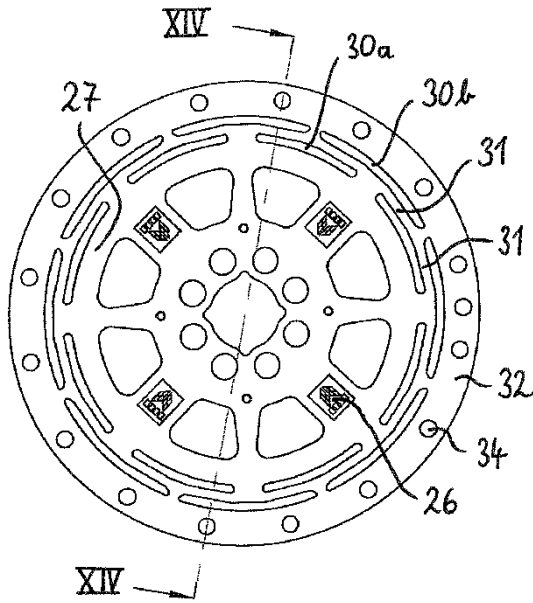


Fig. 13

【図14】

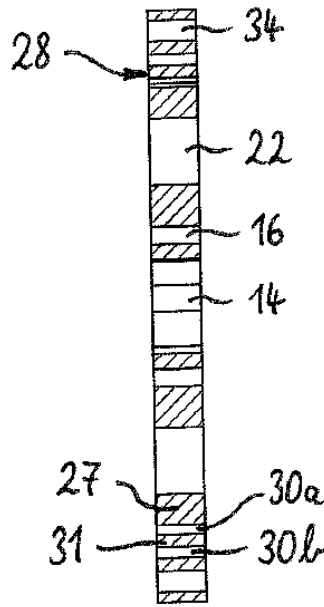


Fig. 14

【図15】

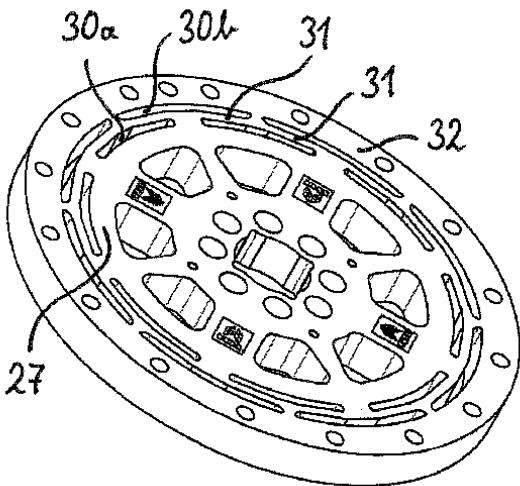


Fig. 15

【図16】

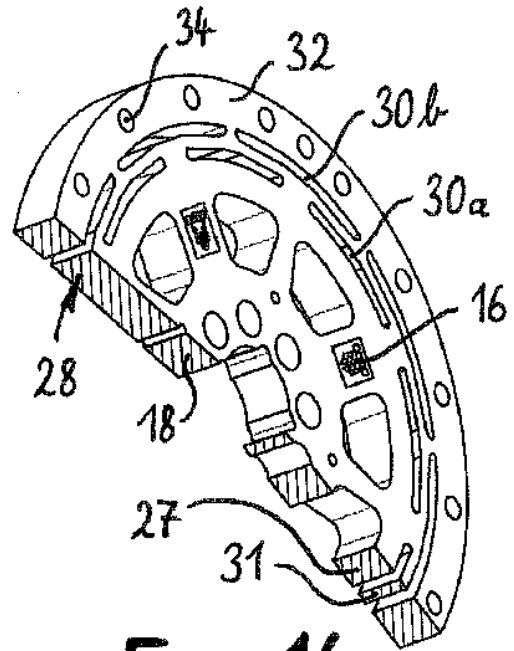


Fig. 16

10

20

30

40

50

【図17】

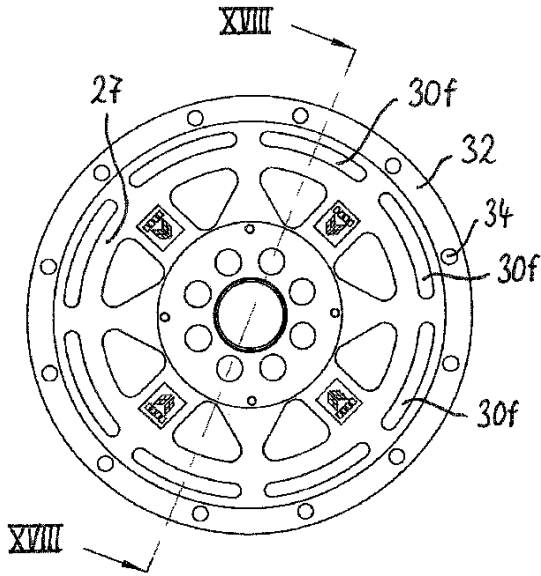


Fig. 17

【図18】

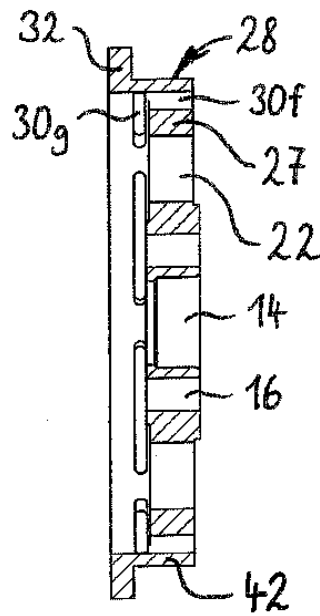


Fig. 18

【図19】

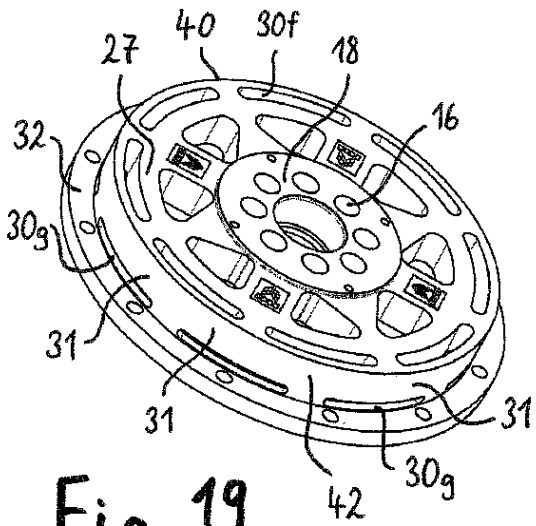


Fig. 19

【図20】

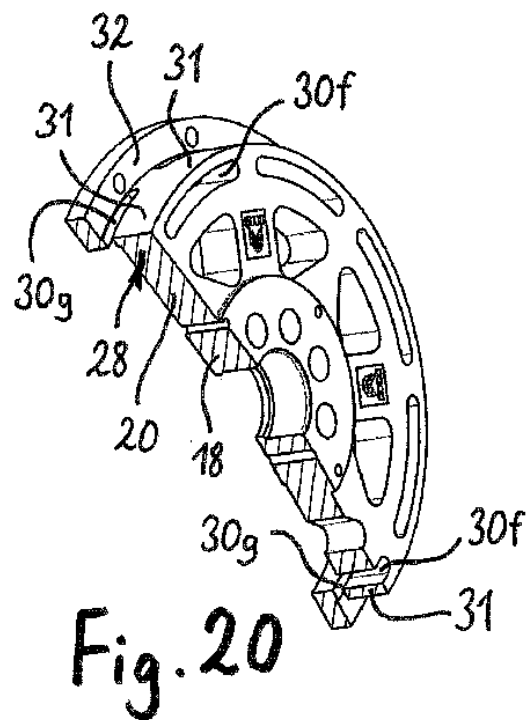


Fig. 20

10

20

30

40

50

【図 2 1】

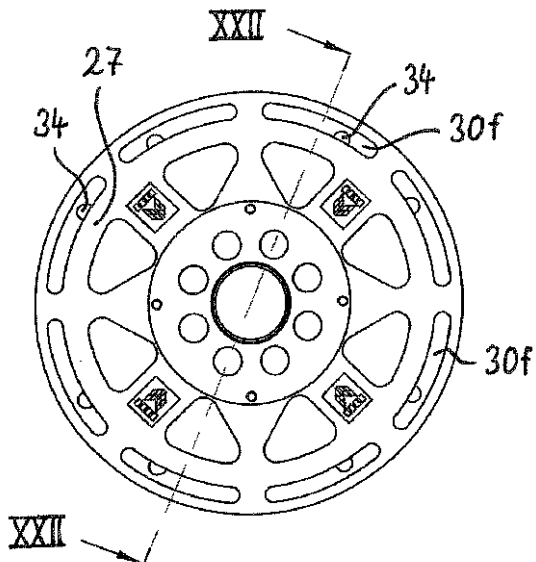


Fig. 21

【図 2 2】

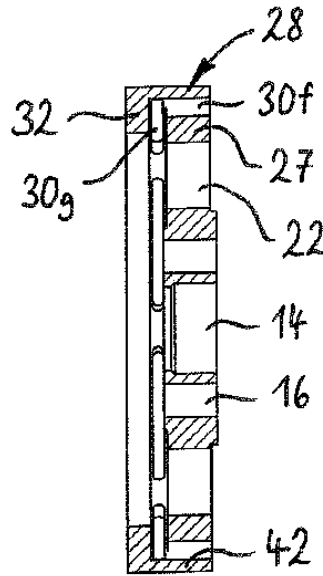


Fig. 22

【図 2 3】

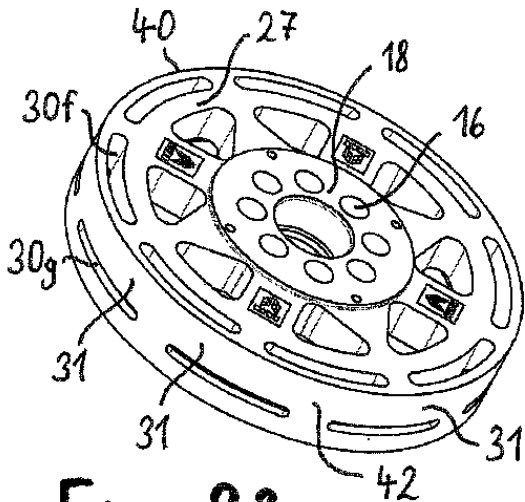


Fig. 23

【図 2 4】

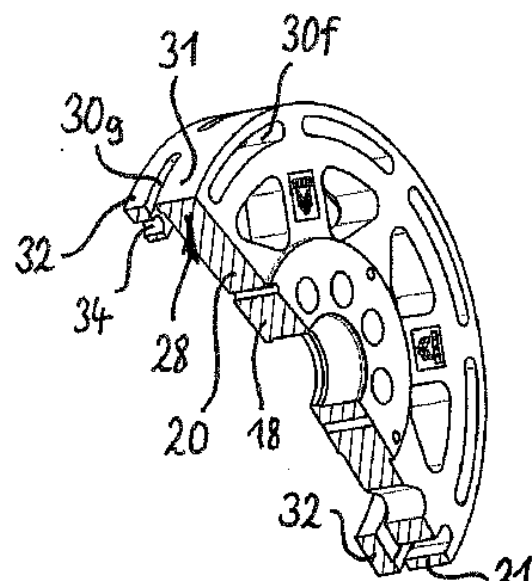


Fig. 24

10

20

30

40

50

【 図 2 5 】

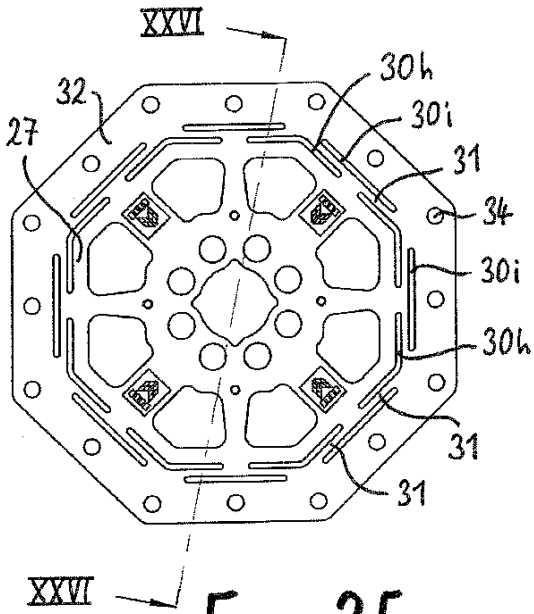


Fig. 25

【 図 2 6 】

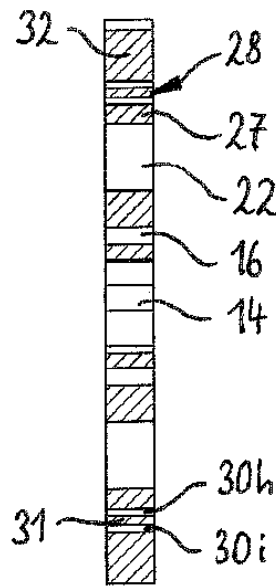


Fig. 26

【 図 2 7 】

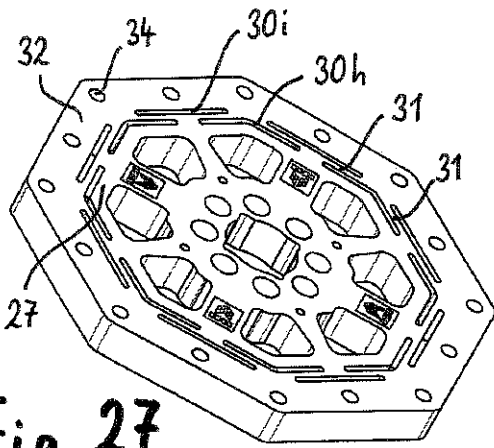


Fig. 27

【 図 2 8 】

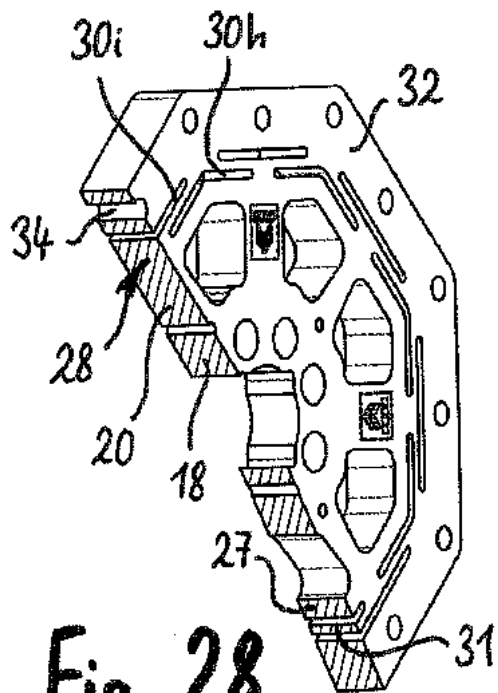


Fig. 28

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 サトラー、マチアス
ドイツ連邦共和国、82319 シュタルンベルク、ケンプターシュトラッセ 4
審査官 松山 紗希
- (56)参考文献 特表2019-526801(JP, A)
米国特許第06324919(US, B1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01L 3/00-3/26