

(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2020-172020

(P2020-172020A)

(43) 公開日 令和2年10月22日(2020.10.22)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 3 F 23/06 (2006.01)	B 2 3 F 23/06	3 C 0 1 1
B 2 3 Q 11/00 (2006.01)	B 2 3 Q 11/00 A	3 C 0 2 5
B 2 3 B 31/02 (2006.01)	B 2 3 B 31/02 6 1 0 D	3 C 0 3 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L 外国語出願 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2020-67355 (P2020-67355)	(71) 出願人	596043494 クリンゲルンベルク・アクチェンゲゼルシ ャフト K l i n g e l n b e r g A G スイス8050チューリッヒ、ビンツミュ ーレシュトラッセ171番
(22) 出願日	令和2年4月3日(2020.4.3)	(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
(31) 優先権主張番号	10 2019 108 817.8	(74) 代理人	100189555 弁理士 徳山 英浩
(32) 優先日	平成31年4月4日(2019.4.4)	(72) 発明者	ユルゲン・ウェーバー ドイツ42499ヒュッケスヴァーゲン、 ヴェストシュトラッセ4番
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)	Fターム(参考)	3C011 AA06 3C025 HH05 3C032 FF11 GG27

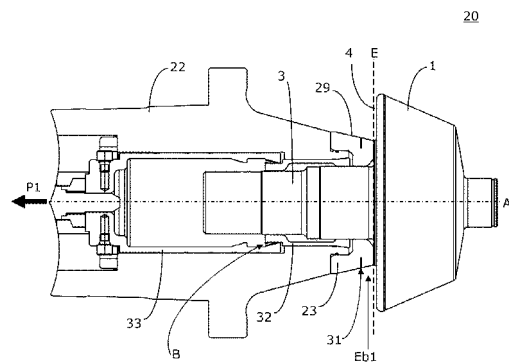
(54) 【発明の名称】平面接触を有する締付装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】歯車加工ツールによる歯車の加工の際、特に傘歯車の加工の際、歯面のうねりを回避又はさらに低減することを可能とする締付装置を提供する。

【解決手段】締付装置20は、ワークピースのスピンドル軸Aと同軸に配置される中央受け入れ開口部を有し、ヘッド領域及びシャフト又はシャンク3を含む歯車ワークピース1を締付けるように設計され、環状接触平面を含み、前記環状接触平面は、前記ワークピースのスピンドル軸Aと同軸に配置され、前記締付装置20のワークピース側の端部領域Eb1に位置し、前記ワークピースのスピンドル軸Aに実質的に直角に延び、少なくとも1つの周方向の溝31が前記ワークピース側の端部領域Eb1に提供されることを特徴とし、前記周方向の溝31は、前記締付装置20の外周面29から径方向に前記ワークピースのスピンドル軸Aに向かって延び、及び前記接触平面の領域において前記締付装置20に弾性を提供する。

【選択図】図3A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークピースのスピンドル軸（A）と同軸に配置される中央受け入れ開口部（24、25）を有する締付装置（20）であって、

前記締付装置（20）は、ヘッド領域（2）及びシャフト又はシャンク（3）を含む歯車ワークピース（1）を締付けるように設計され、

前記締付装置（20）は、環状接触平面（26）を含み、

前記環状接触平面（26）は、

前記ワークピースのスピンドル軸（A）と同軸に配置され、

前記締付装置（20）のワークピース側の端部領域（Eb1）に位置し、

前記ワークピースのスピンドル軸（A）に本質的に直角に延び、

少なくとも1つの周方向の溝（31）が前記ワークピース側の端部領域（Eb1）に提供されることを特徴とし、

前記周方向の溝（31）は、

前記締付装置（20）の外表面（29）から径方向に前記ワークピースのスピンドル軸（A）に向かって延び、及び／又は

前記締付装置（20）の内表面（27）から径方向に前記ワークピースのスピンドル軸（A）に対して外向きに延び、

前記接触平面（26）の領域において前記締付装置（20）に弾性を提供する、
締付装置。

【請求項 2】

受け入れ開口部（25）を備えた本体（22）を含むことを特徴とし、

前記本体（22）が前記ワークピース側の端部領域（Eb1）に外表面（34）を有し、及び

前記周方向の溝（31）が前記外表面（34）から径方向に前記ワークピースのスピンドル軸（A）に向かって延び、及び／又は

前記本体（22）が前記ワークピース側の端部領域（Eb1）に内表面を有し、及び

前記周方向の溝（31）が前記内表面から径方向に前記ワークピースのスピンドル軸（A）に対して外向きに延びる、

請求項 1 に記載の締付装置（20）。

【請求項 3】

前記受け入れ開口部（24）を備えたノーズピース（23）を含むことを特徴とし、

前記ノーズピース（23）が前記ワークピース側の端部領域（Eb1）に外表面（29）を有し、及び

前記周方向の溝（31）が前記外表面（29）から径方向に前記ワークピースのスピンドル軸（A）に向かって延び、及び／又は

前記ノーズピース（23）が前記ワークピース側の端部領域（Eb1）に内表面（27）を有し、及び

前記周方向の溝（31）が前記内表面（27）から径方向に前記ワークピースのスピンドル軸（A）に対して外向きに延びる、

請求項 1 に記載の締付装置（20）。

【請求項 4】

前記歯車ワークピース（1）の前記シャフト（3）が前記受け入れ開口部（24、25）に挿入されるとき前記ワークピースのスピンドル軸（A）に直角に延びる平面（E）と実質的に平行な後ろのヒール面を備えたヒール（4）を前記ヘッド領域（2）に有する歯車ワークピース（1）を含むことを特徴とする、請求項 1－3 のいずれか 1 つに記載の締付装置（20）。

【請求項 5】

前記ワークピースのスピンドル軸（A）に平行に作用する軸方向の引張力（P1）を適用する手段（32、33）を含むことを特徴とし、

前記歯車ワークピース（１）を前記シャフト（３）と一緒に前記受け入れ開口部（２４、２５）に引き入れるために、前記手段（３２、３３）が摩擦接続により前記シャフト（３）に適用される、請求項４に記載の締付装置（２０）。

【請求項６】

前記シャフト（３）の領域で摩擦接続の手段によって、及び環状支持面（２６）と前記ヒール（４）の後ろのヒール面との間のポジティブな接続の手段によって、前記歯車ワークピース（１）が締付け状態に締付けられることを特徴とし、

前記周方向の溝（３１）の形状が締付けの際変化し、それによって前記締付装置（２０）内に回復力（ F 、 F_1 、 F_2 ）が発生する、請求項４又は５に記載の締付装置（２０）。

10

【請求項７】

前記回復力（ F 、 F_1 、 F_2 ）が前記締付け状態において、前記ヒール（４）の前記後ろのヒール面に実質的に軸方向に働く、請求項６に記載の締付装置（２０）。

【請求項８】

前記ヒール（４）の前記後ろのヒール面と環状支持面（２６）の間に、ポジティブな接続及び摩擦接続の両方が生成され、それらの接続は前記歯車ワークピース（１）が温度に関連して膨張した場合も維持される、請求項４又は５に記載の締付装置（２０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

20

本願発明は、歯車のワークピースの締付装置に関し、特に、歯車を加工するための歯車切削加工機における使用のためのものである。

【背景技術】

【０００２】

歯車の加工中、表面粗さが通常ミクロンレンジ（ μ range）である歯面（tooth flank）の表面にうねり（waviness）が発生し得る。うねりを有する歯面を加工することの難度は、しばしば比較的高い。

【０００３】

そのようなうねりを避けることが、ドイツ実用新案DE 20 20 09 00 7 8 2 1 U 1の主題である。この実用新案は、特に、処理機械に締付けられた歯車のワークピースに発生し得る振動を減衰させることを可能とする取り組みに関する。この実用新案の記述によれば、歯車切削ツールと、締付装置に締付けられた歯車ワークピースとの動的相互作用の結果、振動が発生する。発生する振動を減衰させるため、平らで環状の振動減衰要素が締付装置上で使われる。

30

【０００４】

うねりを低減させるよう設計され、例示目的で記述されたこの手段にもかかわらず、特に傘歯車のワークピースの歯面を加工するとき、歯面にうねりを示し続ける傘歯車が今でも存在する。

【０００５】

したがって、本願発明は、歯車加工ツールによる歯車の加工の際、特に傘歯車の加工の際、歯面のうねりを回避又はさらに低減することを可能とする解決策を提供する目的に基づいている。

40

【発明の概要】

【０００６】

本願発明によれば、請求項１に係る装置により目的が達成される。

【０００７】

本願発明によれば、ワークピースのスピンダル軸と同軸に配置される受け入れ開口部を備えた締付装置により目的が達成され、締付装置は歯車ワークピースの締付け用に設計され、歯を備える円錐状のヘッド部及びシャフト又はシャンクを含み、締付装置は環状支持面を含み、支持面は、ワークピースのスピンダル軸と同軸に配置され、締付装置のワーク

50

ピース側の端部領域に位置し、ワークピースのスピンドル軸と本質的に直角に延びる。

【0008】

締付装置は、ワークピース側の端部領域に少なくとも1つの周方向の溝がリセスとして提供されることを特徴とし、溝は、締付装置の外側から径方向にワークピースのスピンドル軸に向かって延びる、及び／又は締付装置の内側から径方向にワークピースのスピンドル軸に対して外向きに延びる。

【0009】

問題解決の方針を見つけるまでに、加工ステップ及び歯車ワークピースの歯面の表面状態に関して多くの調査が必要であった。

【0010】

うねりは主に歯車ワークピースのドライ加工中に発生することが示された。続いてさらなる調査の結果、ドライ加工中に発生する大きい熱入力と、うねりの発生との間に直接の関連性があることが確認された。

【0011】

この理由の1つは、歯車ワークピースが締付けからわずかに開放されるように見えることである。これに対処するため、歯車の加工中に締付装置内の歯車ワークピースを再締付けする試みが行われた。しかし、この方法は大した改善にはつながらなかった。

【0012】

さらなる調査によれば、上述のうねりは、歯車ワークピースが加工中に、ねじれ振動にさらされることに起因することが示された。このねじれ振動は、歯車ワークピースのヘッド領域とシャフト／シャンクとの間の遷移領域で明らかである。

【0013】

このねじれ振動は、歯車ワークピースが加工中に著しく加熱するときに最も発生すると推測される。歯車ワークピースが、そのシャフト又はシャンクが締付装置内にある状態で締付けられる場合、シャフト又はシャンクは軸方向にのみ膨張可能である。軸方向の膨張は、歯車ワークピースのヘッド領域の微小な（数ミクロンのレンジの）軸方向変位の原因となる。その結果、ヘッド領域の軸接触ショルダと締付装置の接触面との間に存在した平面接触が低減してしまい、ヘッド領域は歯車ツールによってねじれ振動を起し得る。

【0014】

このねじれ振動が、歯車切削ツールと歯車ワークピースとの間に非常に小さい位置変動を起し、それが次に上述のうねりの形成につながり得る。

【0015】

そこが本願発明が効果を発揮するところであり、弾性の平面コンタクトを取り付けることにより、歯車ワークピースのヘッド領域の振動状態を回避する、又は強く減衰させる。

【0016】

本願発明は、歯車ワークピースのシャフト又はシャンクを受けるための受け入れ開口部を備えた本体を含む締付装置に適用可能である。これらの実施形態において、周方向の溝が本体のワークピース側に提供されてもよい。

【0017】

本願発明は、中央の受け入れ開口部を備えたノーズピース（センタリングブッシングとも呼ばれる）を含む締付装置に適用可能である。これらの実施形態において、周方向の溝がノーズピースのワークピース側に提供されてもよい。そのような締付装置は、ノーズピースに加えて、歯車ワークピースを収納するための中央の受け入れ開口部を備えた本体も含むことが望ましい。その場合、ノーズピースは本体と歯車ワークピースとの間に位置する。

【0018】

全ての実施形態において、本体の又はノーズピースのワークピース側の端部に円錐状外面があってもよく、周方向の溝はこの面から、外側リセスとして径方向にワークピースのスピンドル軸に向かって延びる。

【0019】

10

20

30

40

50

加えて、又は代わりに、全ての実施形態において、本体の又はノーズピースのワークピース側端部に内面があってもよく、周方向の溝はこの内面から、内側リセスとして径方向にワークピースのスピンドル軸に対して外向きに延びる。

【0020】

全ての実施形態において、定義された設置寸法又は締付け寸法を保証するために、面接触のエリアに（すなわちストップ面のエリアに）マテリアル領域（material region）があるべきである。この変形不可のマテリアル領域は、歯車ワークピースのシャフト／シャンクを受け入れ開口部内に押し入れるとき、歯車ワークピースのヒール（heel）の正確に定義されたストップ部のようなものとして機能する。したがって、ヒールは歯車ワークピースの軸システムヒールとも呼ばれる。

10

【0021】

全ての実施形態において、締付装置に対する歯車ワークピースの平面接触を加工中にチェックする機能を果たす平面接触チェックが含まれることが望ましい。

【0022】

さらなる有利な実施形態は従属請求項にある。

【図面の簡単な説明】

【0023】

本願発明の実施形態例は、図面を参照して下により詳細に説明される。

【0024】

【図1】図1は、本願発明に係る締付装置が使用可能な歯車切削加工機の模式的正面図である。

20

【図2A】図2Aは、シャフト付き傘歯車ピニオンである歯車ワークピースを締付けるための、第一の例示的締付装置の分解斜視図である。

【図2B】図2Bは、図2Aに示される締付けの断面図である。

【図2C】図2Cは、本願発明に係る、類似の締付装置の模式的断面図である。

【図3A】図3Aは、シャフト付き傘歯車ピニオンである別の歯車ワークピースを締付けるための、第二の例示的締付装置の断面図である。

【図3B】図3Bは、図3Aの締付装置のノーズピースの拡大断面図であり、締付けていない状態を示す。

【図3C】図3Cは、図3Aの部分拡大図であり、締付けられていない状態の歯車ワークピースを示す。

30

【図3D】図3Dは、図3Aの締付装置の部分拡大図であり、締付けられた状態の歯車ワークピースを示す。

【図4A】図4Aは、別の締付装置の一部の部分拡大図である。

【図4B】図4Bは、別の締付装置の一部の部分拡大図である。

【図4C】図4Cは、別の締付装置の一部の部分拡大図である。

【図4D】図4Dは、別の締付装置の一部の部分拡大図である。

【図5A】図5Aは、別の締付装置のワークピースに近いエリアの模式的断面図であり、締付けられていない状態を示す。

【図5B】図5Bは、別の締付装置のワークピースに近いエリアの模式的断面図であり、締付けられていない状態を示す。

40

【図5C】図5Cは、別の締付装置のワークピースに近いエリアの模式的断面図であり、締付けられていない状態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本明細書に関して、関連した文献及び特許においても使われる用語が使用される。しかし、これらの用語の使用は単に理解を容易にするためのものであることは理解されたい。発明の構想、及び保護を求める特許請求の範囲は、特定の用語の選択の解釈によって制限されるものではない。本願発明は、別のシステム及び／又は分野の構想に転換可能である。

50

【0026】

図1は、例示的な（歯車）加工機10の模式図である。加工機10は、歯車ワークピースの歯を加工するために設計された歯車切削加工機である。歯車ワークピースが加工される加工エリアは、覗き窓12を備えた囲い11の後ろに位置し得る。

【0027】

歯車加工機10は、歯車ワークピース1の歯面を歯車切削ツールで加工するために特別に設計されており、加工される歯車ワークピース1を締付けるための締付装置20を有する。例示的な締付装置20が図2Aに斜視図として示され、重要な要素のみに符号がつけられている。

【0028】

図2Aの分解図に示されるとおり、歯車ワークピース1は円錐状のヘッド領域2及びシャフト又はシャンク3を含み得る。ヘッド領域2は、加工される歯面（図示せず）を含む、又はヘッド領域2において歯面が歯車ワークピース1の材料から加工される。

【0029】

ここで締付装置20は、歯車ワークピース1（ここではピニオンシャフト3を備える傘歯車ピニオン）を締付け可能であるために、締付装置本体22及びノーズピース23を含む。環状のノーズピース23は本体22と連結し、ピニオンシャフト3はノーズピース23の中央穴24及び本体22の中央穴25に押し入れられる。そして、ピニオンシャフトはそこで締付けられる。ノーズピース23はセンタリングブッシングとして機能する一方、アダプタとしても機能する。適切なノーズピース23を選択することにより、形状及び／又はサイズは調節可能である。

【0030】

締付装置20は、例えば外側円錐22.1と共に加工機10のワークピーススピンドル（図示せず）の円錐状受け入れ開口部に挿入され得て、そこにねじで固定され得る。対応するねじ穴は、例えば本体22の外周フランジ22.2上に提供され得る。

【0031】

ワークピーススピンドルのスピンドル軸には図2BにおいてAの符号がつけられている。取り付けられた／締付けられた状態における全ての重要な要素は、スピンドル軸Aと同軸であるから、下記においてこの軸Aが常に参照される。いわゆるツール側エリアという言葉がある。ツール側エリアとは、締付装置20のうち、歯車ワークピース1に近い、又は直接接するエリアのことである。

【0032】

ノーズピース23は、大いに模式的である図2Cに示されるように、平らな環状面（軸フランジ面、環状支持面、又は接触平面、と呼ばれる）を備えた環状連結フランジ26を有する。図2Cにおいて、ノーズピース23と歯車ワークピース1のヒール4との間に空隙が示され、連結フランジ26が示される。締付けられた状態では、ヒール4のエリア及び接触平面26は、互いにぴったりと付く。

【0033】

下に別の実施形態を用いて説明されるように、全ての実施形態に向けて、ノーズピース23の環状接触平面26は弾力を有するように設計される。このさらなる実施形態は図3A-3Dに示される。

【0034】

初めに説明されたように、シャフト3は、環状のノーズピース23の中央穴24及び本体22の中央穴25に押し入れられる。この工程において、歯車ワークピース1をシャフト3と共に締付装置20の中に引っ張り、そこに保持するため、大きな引張力P1（図3A参照）がワークピースのスピンドル軸と平行にかけられる。歯車ワークピース1のヒール4（図3A参照）は、環状接触平面26（図3B参照）に対して引っ張られる。2つの面の平らな接触は、平面接触と呼ばれる。

【0035】

全ての対応する実施形態において、歯車ワークピース1が加熱して軸方向に膨張すると

10

20

30

40

50

き発生し得るねじれ振動を回避するために、環状接触平面 2 6 の一部は弾力を有するように設計される。

【0036】

図 3 A－図 3 D の実施例において、周方向の溝 3 1 がこの目的で接触平面 2 6 のエリアに提供される。例えば、この溝 3 1 は、外側円筒状又は円錐状面 2 9 から径方向に中央ワークピースのスピンドル軸に向かって延びるように配置／設計され得る。そのような外側周方向溝 3 1 は外側リセスとも呼ばれる。

【0037】

そのような周方向の溝 3 1 の設置により、弾性回復力の画定が可能となる。この回復力は所与の環境に（すなわち、発生する力、及び予測される熱膨張に）可能な限り正確に適合されるべきであるため、周方向の溝 3 1 の位置及び／又は寸法により、回復力は比較的正確に設定可能である。

【0038】

例えば、回復力を計算するために有限要素法を使うことができる。

【0039】

幾何学的設計（例えば、溝の深さ、溝の形状、溝の位置）及び材料特性（ノーズピース 2 3 の弾性係数）はこの部分のばね特性に影響がある。図示の実施例において、弾性回復力を画定するために径方向深さ T_r 、及び接触平面 2 6 までの軸方向距離 A_a があらかじめ決定され得る。さらに、溝 3 1 のクリア幅（軸方向に測定）もノーズピース 2 3 の張り出し（overhang）マテリアル領域 3 0 の可動性／変形性に影響を与え得る。溝 3 1 のクリア幅が大きいほど、このマテリアル領域 3 0 が有する可動域又は変形スペースが大きくなり、クリア幅が小さいと、軸方向に向いた力が働くと溝 3 1 は比較的早く閉じてしまう。溝 3 1 が閉じた後、弾性効果は事実上消滅する。

【0040】

好ましくは全ての実施形態において、ワークピースのスピンドル軸 A に平行に適用される引張力 P_1 が、同軸に配置されたコレットチャック 3 2 又は多数のクランプもしくはアームの手段によって歯車ワークピース 1 のシャフト 3 に伝達されることが好ましい。この目的で、これらの要素はシャフト 3 の一部を包囲する、又は取り囲む。

【0041】

図 3 A から 3 D に示される実施例において、シャフトのワークピース側を取り囲む同軸に配置されたコレットチャック 3 2 が使用される。このコレットチャック 3 2 は、エリア B において（図 3 A 参照）歯車ワークピース 1 の逆を向いた円錐状の環状外周面を有する。加えて、コレットチャック 3 2 は軸方向にスロットを有し、シャフト 3 に対して押し付けられ得る。

【0042】

図 3 A－3 D は、ダブルコレットチャックの詳細を示す。エリア B において、コレットチャック 3 2 はコレットインサート 3 3 によって囲まれている。このコレットインサート 3 3 は、環状の円錐状の内面をエリア B に有する。ここで、図 3 A で左側を指す矢印 P_1 で示されるような引張力がコレットインサート 3 3 にかけられた場合、コレットインサート 3 3 の円錐状の内面はコレットチャック 3 2 の円錐状の外周面に対してシフトし、コレットチャック 3 2 はシャフト 3 に内側に向いた壁で強く押し付けられる。エリア B において、力は本質的に径方向にシャフト 3 を押圧する。これはダブルコレットチャックであるから、コレットチャック 3 2 もエリア C において（図 3 D を参照）径方向にシャフト 3 を押圧する。これらの径方向に向けられた力と同時に、軸方向に引張力が適用される。引張力が歯車ワークピース 1 をノーズピース 2 3 の環状接触平面 2 6 に対して締付装置 2 0 の中へ引っ張る。

【0043】

全ての実施形態において、ダブルコレットチャックの代わりに、シングルコレットチャックも使用可能である。

【0044】

10

20

30

40

50

図 3 C は、締付けられていない状態の歯車ワークピース 1 を示す。周方向の溝 3 1 は、その本来のクリア幅（軸方向に測定）を有する。図 3 D は、締付けられた状態の歯車ワークピース 1 を示す。図 3 D から、マテリアル領域 3 0 が少し変形していることがわかる。ノーズピース 2 3 のマテリアル領域 3 0 の可動性／変形性により、回復力 F（図 3 D を参照）が生まれ、歯車ワークピース 1 のヒール 4 に対して本質的に軸方向に押圧する。

【0045】

歯車ワークピース 1 は、エリア C においてシャフト 3 に径方向に働く力によって、及びヒール 4 と環状接触平面 2 6 との間に軸方向に働くポジティブな接続（positive connection）によって締付けられる。エリア C において、摩擦力が主に働く。また、環状支持面 2 6 とヒール 4 の間のエリアにおいては、摩擦力は接線方向に働く（平面 E の円上）。

10

【0046】

温度上昇により、図 3 D のヘッド領域 2 がここで右側にシフトする場合、マテリアル領域 3 0 はこの動きに追従し、平面接触は保持される。平面接触が保持されるから、接線方向に働く摩擦力も維持される。これにより、ねじれ振動は回避又は効果的に低減される。

【0047】

歯車ワークピース 1 の加工中にシャフト 3 が軸方向に膨張する場合、ノーズピース 2 3 のマテリアル領域 3 0 が可動性／変形性を有することは、ヒール 4 と環状接触平面 2 6 の間の平面接触が維持されることを意味し、それは前述のねじれ振動を回避又は大きく低減するために重要なことである。

20

【0048】

ここまでは、締付装置 2 0 の実施形態は、分離したノーズピース 2 3 を有すると説明された。そのようなノーズピース 2 3 は、例えば、ユニバーサル締付装置 2 0 を歯車ワークピース 1 の形状及び寸法に適用するために使用可能である。

【0049】

ノーズピース 2 3 を使う代わりに、締付装置 2 0 自体が、説明されたようなマテリアル領域 3 0 の可動性／変形性を有し得る。この場合、機能性は同じである。ノーズピース 2 3 を備えた実施形態において、図 2 C に示されるとおり、ノーズピース 2 3 の周方向の溝 3 1 はノーズピース 2 3 のエリア E b 1 に位置する。

【0050】

ノーズピース 2 3 がこの実施例において省略される場合、本体 2 2 の周方向の溝 3 1 はワークピースに近いエリアに位置する。

30

【0051】

本体 2 2 に溝 3 1 がある実施形態は図示していないが、図及び説明から導出可能である。

【0052】

周方向の溝 3 1 が本体 2 2 上のワークピースに近いエリアにあるそれらの実施形態においては、コレットチャック 3 2 及びコレットインサート 3 3 は、異なる設計及び構成がされる。しかし、これらの要素の機能性は同じであり得る。

【0053】

少なくともいくつかの実施形態において、接触平面 2 6 は、ワークピースのスピンドル軸 A に直角に平らに延びる内側環状エリア「i」を有するように回転させて加工することができる。この内側環状エリア「i」は、円錐状に外側に少し高くなる外側環状エリア「i i」に取り囲まれてもよい。対応する例が図 4 C に、締付装置 2 0 の一部として示される。ヒール 4 から延びる面の位置を示すために、平面 E は、ここで破線で示される。平面 E は、歯車ワークピース 1 のストップ面を示す。図 4 C は、締付けられていない状態を示す。

40

【0054】

歯車ワークピース 1 がここで強い力 P 1 で締付けられる場合、外側環状エリア「i i」は、変形し、溝 3 1 のクリア幅は縮小する。この結果、内側及び外側環状エリア「i」及

50

び「*i i*」が、図 3 D に示されるとおり、完全に平面接触することとなる。

【0055】

図 4 A、4 B、及び 4 D はさらなる 3 個の例示的な実施形態を示す。

【0056】

図 4 A は、内側環状エリア「*i*」が、ワークピースのスピンドル軸 A に直角の状態ですらに延びる実施形態において、締付けられていない状態を示す。一方、外側環状エリア「*i i*」は少し凹面状に延びる。

【0057】

図 4 B は、内側環状エリア「*i*」が、外側環状エリア「*i i*」と合流する実施形態において、締付けられていない状態を示す。エリア「*i*」と「*i i*」の両方が少し凹面状に延びる。

10

【0058】

図 4 D は、内側環状エリア「*i*」が、外側環状エリア「*i i*」と合流する実施形態において、締付けられていない状態を示す。エリア「*i*」と「*i i*」の両方が、一定の傾斜で直線状に延びる。

【0059】

図 4 A - 4 D、及び図 5 A - 5 C の実施形態は、例にすぎないことを理解されたい。径方向深さ *T r* 及び軸方向距離 *A a* (図 3 B を参照) も例にすぎないことを理解されたい。

【0060】

図 5 A、5 B、及び 5 C はそれぞれ締付けられていない状態にある別の締付装置 20 の端部領域 *E b 1* の、ワークピース近傍における模式的断面図を示す。

20

【0061】

3 つのケースにおいてはいずれも、ワークピース近傍の端部領域 *E b 1* が外側円筒面 29 を有する (円錐面 29 も使用可能であり、その外周は歯車ワークピースに向かって小さくなる)。図 5 A の実施形態において、締付装置 20 の円筒面 29 から径方向にワークピースのスピンドル軸 A の方向に延びる周方向の溝 31 が (外側リセスとして) 提供される。逆に、図 5 B の実施形態においては、締付装置 20 の中央穴 / 受け入れ開口部 24 の内面 27 から径方向に外向きに延びる周方向の溝 31 が (内側リセスとして) 提供される。図 5 C の実施形態において、2 つの周方向の溝 31 が (外側及び内側リセスとして) 提供される。図 5 C の実施形態は、図 5 A の周方向の溝 31 及び図 5 B の周方向の溝 31 を有する。

30

【0062】

3 つのケースはいずれにおいても、周方向の溝 31 がワークピースのスピンドル軸 A に直角な平面を画定する。しかし、周方向の溝 31 は、全ての実施形態において、少し傾斜したコースを有してもよい。周方向の溝 31 はまた、全ての実施形態において、少し曲がった (例えば、弧状の) コースを有してもよく、そのような溝 31 の製造は著しくより複雑となる。図 5 C の実施形態において、2 つの周方向の溝 31 は互いに異なる平面上にあってもよい。

【0063】

図 4 D の実施形態と同様に、図 5 A 及び図 5 B の実施形態において、内側環状エリア「*i*」が外側環状エリア「*i i*」に合流する。すなわち、締付けられていない状態において、平らな接触平面 26 の結果となり、この場合ワークピースのスピンドル軸 A に対して少し傾斜する。ワークピース側から見ると、接触平面 26 は図 5 A の実施形態において、凹部のエリアを形成する。図 5 B の実施形態において、ワークピース側から見ると、接触平面 26 は凸部のエリアを形成する。図 5 A の実施形態において、締付けられた状態で、図 5 B の実施形態よりも径方向にさらに外側に適用される回復力 *F* が生まれる結果となる。

40

【0064】

図 5 C の実施形態は、図 5 A 及び図 5 B の実施形態の組み合わせである。接触平面 26 は、締付けられていない状態で、3 つの環状エリア「*i*」、「*i i*」、及び「*i i i*」によって形成される。内側環状領域「*i*」はワークピースのスピンドル軸 A に斜めに延び、中

50

間環状領域「*i i i*」は、ワークピースのスピンデル軸 A に直角に延び、外側環状領域「*i i*」は、ワークピースのスピンデル軸に斜めに延びる。図 5 C の実施形態において、図示されるように、締付けられた状態では 2 つの回復力 F_1 、 F_2 が得られる結果となる。

【0065】

それぞれの回復力 F は装置が締付けられたときのみに発生するから、図 5 A、5 B、及び 5 C の矢印は破線となっている。

【符号の説明】

【0066】

- 1：歯車ワークピース、傘歯車、ピニオン
- 2：ヘッド領域、円錐領域、円錐面
- 3：シャフト、ピニオンシャフト
- 4：ヒール、歯車ワークピースの軸方向接触ショルダ
- 10：（歯車の）加工機
- 11：囲い
- 12：覗き窓
- 20：締付装置
- 21：締付けロッド
- 22：（締付装置の）本体
- 22. 1：円錐状エリア、外側円錐
- 22. 2：フランジ
- 23：ノーズピース、センタリングブッシング
- 24：中央穴、センタリングブッシングの受け入れ開口部
- 25：中央穴、受け入れ開口部
- 26：環状連結フランジ、支持面、接触平面
- 27：内面
- 29：（外側の）円筒状又は円錐状面、センタリングブッシングの外側円錐
- 30：マテリアル領域
- 31：周方向の溝、リセス、ばね隙間
- 32：コレットチャック、リング、クランプ、アーム
- 33：コレットインサート、締付けスリーブ
- 34：（外側の）円筒状又は円錐状の面、外面、本体の外側円錐
- A：ワークピースのスピンデル軸
- A a：軸方向距離
- B：（エリアの呼称）
- C：（エリアの呼称）
- E：歯車ワークピースの平面、ストップ面
- E b 1：ワークピース側の端部領域、センタリングブッシングのストップ面
- F：回復力
- F_1 、 F_2 ：回復力
- i*：内側環状エリア
- i i*：外側環状エリア
- i i i*：中間環状エリア
- T r：径方向深さ
- P 1：矢印、引張力

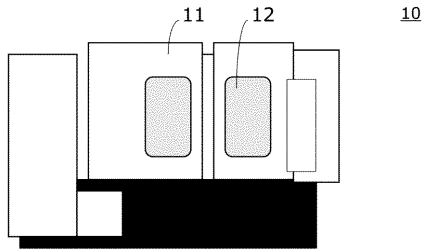
10

20

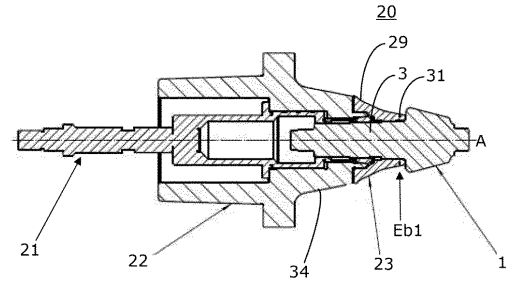
30

40

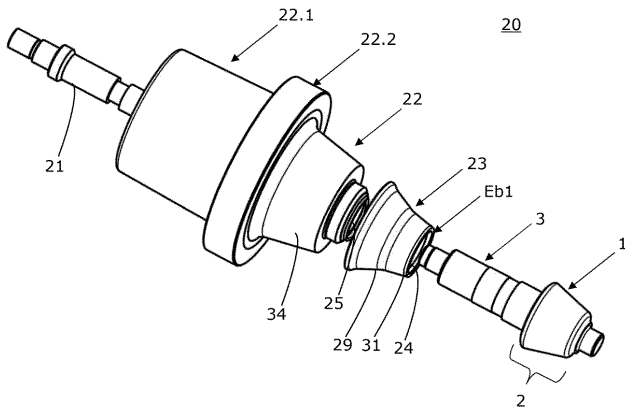
【図 1】



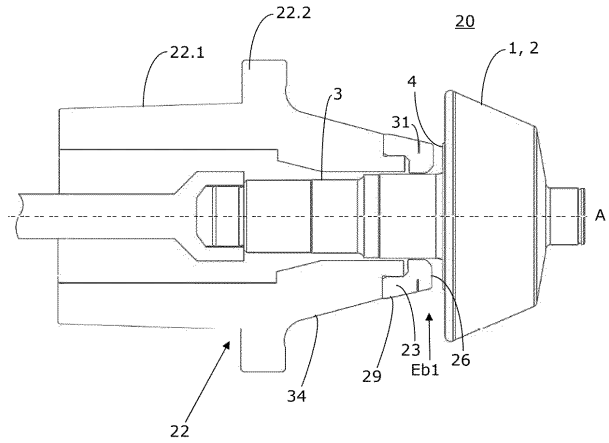
【図 2 B】



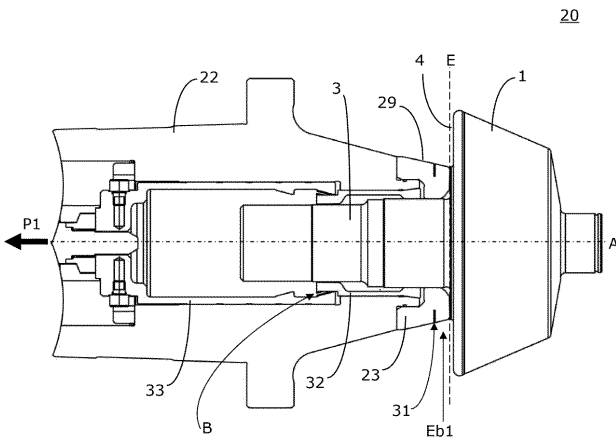
【図 2 A】



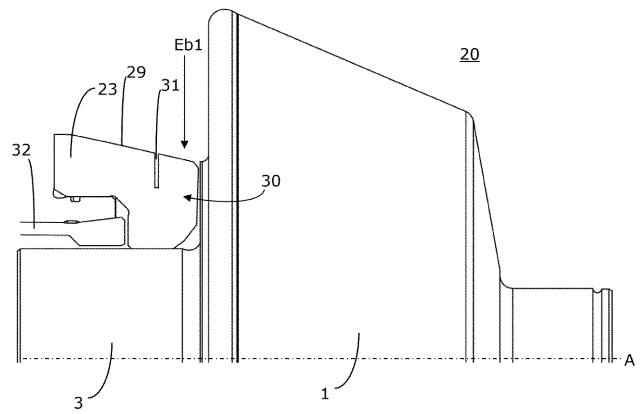
【図 2 C】



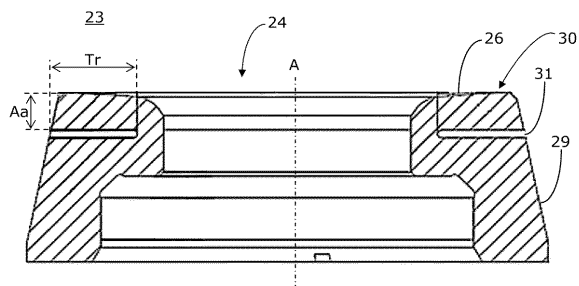
【図 3 A】



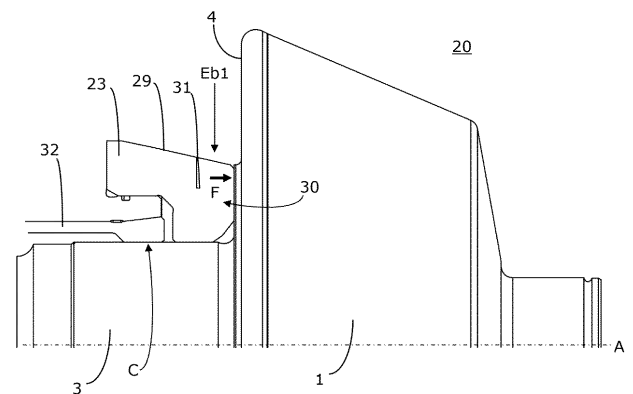
【図 3 C】



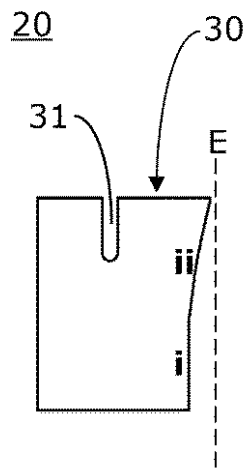
【図 3 B】



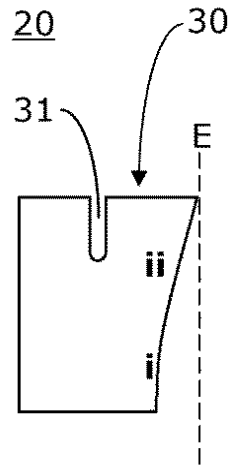
【図 3 D】



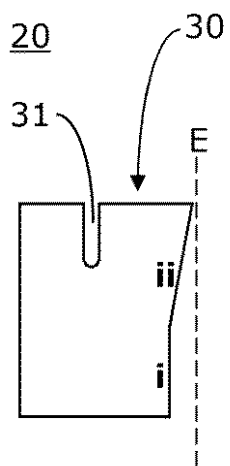
【図 4 A】



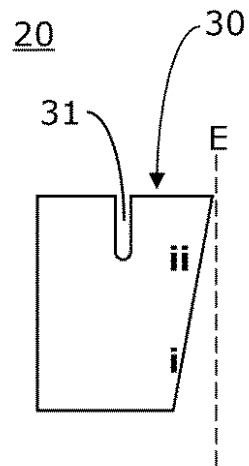
【図 4 B】



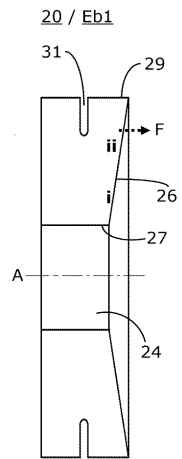
【図 4 C】



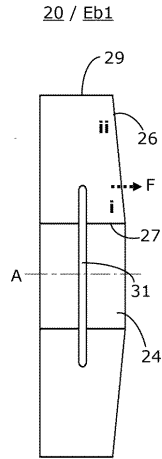
【図 4 D】



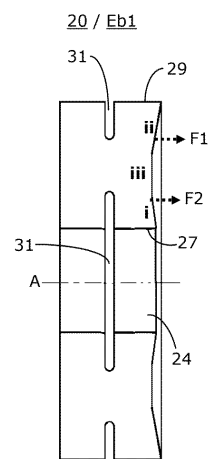
【図 5 A】



【図 5 B】



【図 5 C】



【外国語明細書】

Klingelberg AG, Switzerland

K26-0333P-JP

Japan

CLAMPING DEVICE WITH PLANAR CONTACT

[001] The invention relates to clamping devices for gear workpieces, in particular for use in gear cutting machines for machining gears.

Description of the prior art

[002] During the machining of gears, waviness can occur on the surfaces of the tooth flanks, the roughness of which is typically in the μ range. The effort required to machine wavy tooth flanks is often relatively high.

[003] Avoiding such waviness is the subject matter of the utility model DE202009007821U1. This utility model is specifically concerned with an approach that makes it possible to dampen vibrations that can occur on a gear workpiece clamped in a processing machine. According to the description of this utility model, the vibrations result from the dynamic interaction of the gear cutting tool with the gear workpiece clamped in a clamping device. A flat, ring-shaped vibration damping element is used on the clamping device to dampen the vibrations that occur.

[004] Despite this measure which was mentioned by way of example and was designed to reduce waviness, there are still bevel gears whose tooth flanks continue to show waviness, especially when machining the tooth flanks of bevel gear workpieces.

K26-0333P-JP_final

2

[005] Therefore, the invention is based on the object of offering a solution which allows to prevent or further reduce the said waviness of the tooth flanks during the machining of gears with gear cutting tools, in particular during the machining of bevel gears.

[006] According to the invention, the object is solved by a device according to claim 1.

[007] According to the invention, this object is solved by a clamping device with a receiving opening, which is arranged concentrically to a workpiece spindle axis, wherein

- the clamping device is designed for clamping a gear workpiece comprising a conical head portion with teeth and a shaft or shank,
- the clamping device comprises an annular bearing surface,
 - which is arranged concentrically to the workpiece spindle axis,
 - which is located in a workpiece-side end region of the clamping device, and
 - which extends essentially perpendicular to the workpiece spindle axis.

[008] The clamping device is characterized in that in the end region on the workpiece side at least one circumferential groove is provided as a recess, which extends from an outer surface of the clamping device radially in the direction of the workpiece spindle axis and/or which extends from an inner surface of the clamping device radially outwards in relation to the workpiece spindle axis.

[009] Before an approach to solving the problem could be found, numerous investigations of the machining steps and the surface condition of the flanks of gear workpieces were necessary.

[0010] It could be shown that the waviness occurs mainly during the dry machining of gear workpieces. Further investigations have then confirmed that there is a direct correlation between the large heat input that occurs during dry machining and the occurrence of waviness.

K26-0333P-JP_final

3

[0011] One reason for this was that the gear workpiece seemed to be released minimally from the clamping. In order to counteract this, an attempt was made to re-clamp the gear workpiece in the clamping device during gear machining. However, this approach did not lead to a significant improvement.

[0012] Further investigations then showed that the waviness mentioned above is caused by the fact that the gear workpiece is subjected to torsional vibrations during machining. These torsional vibrations are apparent in the transition area between the head region and the shaft/shank of the gear workpiece.

[0013] It could be deduced that these torsional vibrations occur above all when the gear workpiece heats up considerably due to machining. If the gear workpiece is clamped with its shaft or shank in a clamping device, the shaft or shank can only expand in the axial direction. Expansion in the axial direction causes a small (in the range of a few microns) axial displacement of the head region of the gear workpiece. As a result, the planar contact, which previously existed between an axial contact shoulder of the head region and a contact surface of the clamping device, is reduced and the head region can be excited to torsional vibrations by the gear tool.

[0014] These torsional vibrations cause very small displacements between the gear cutting tool and the gear workpiece, which in turn can lead to the formation of the waviness mentioned above.

[0015] This is where the invention comes in, in that it prevents or strongly dampens these vibration states in the head region of the gear workpiece by attaching an elastic planar contact.

[0016] The invention can be applied to clamping devices comprising a main body with a receiving opening for receiving the shaft or shank of a gear workpiece. With these embodiments, the circumferential groove can be provided in the workpiece-side area of the main body.

[0017] The invention can be applied to clamping devices comprising a nose piece (also called a centering bushing) with a central receiving opening. With

K26-0333P-JP_final

4

these embodiments, the circumferential groove can be provided in the workpiece-side area of the nose piece. Preferably, such clamping devices also comprise, in addition to the nose piece, a main body with a central receiving opening for accommodating a gear workpiece. In this case, the nose piece sits between the main body and the gear work piece.

[0018] In all embodiments, a conical outer surface can be present in a workpiece-side end region of the main body or the nose piece, wherein the circumferential groove starting from this surface extends radially as an external recess in the direction of the workpiece spindle axis.

[0019] In addition or alternatively, an inner surface can be present in an end region of the main body or the nose piece on the workpiece side for all embodiments, wherein the circumferential groove starting from this inner surface extends radially outwards in relation to the workpiece spindle axis as an internal recess.

[0020] In all embodiments, there should be a material region in the area of the face contact (i.e. in the area of a stop plane) that does not deform, in order to guarantee a defined installation dimension or clamping dimension. This non-deformable material region serves quasi as an exactly defined stop for the heel of the gear workpiece when pushing the shaft/shank of the gear workpiece into the receiving opening. The heel is therefore also referred to as the axial system heel on the gear workpiece.

[0021] Preferably, all embodiments include a planar contact check, which serves to check the planar contact of the gear workpiece against the clamping device during machining.

[0022] Further advantageous embodiments can be found in the dependent claims.

DRAWINGS

[0023] Embodiment examples of the invention are described in more detail below with reference to the drawings, wherein:

K26-0333P-JP_final

5

- FIG. 1** shows a schematic front view of a gear cutting machine in which the clamping device according to the invention can be used;
- FIG. 2A** shows a perspective exploded view of a first exemplary clamping device for clamping a gear workpiece in the form of a bevel gear pinion with shaft;
- FIG. 2B** shows a sectional view of the clamping as shown in Fig. 2A;
- FIG. 2C** shows a schematic sectional view of a similar clamping device according to the invention;
- FIG. 3A** shows a sectional view of a second exemplary clamping device for clamping another gear workpiece in the form of a bevel gear pinion with shaft;
- FIG. 3B** shows a magnified sectional view of a nose piece of the clamping device of Fig. 3A, showing a non-clamped condition;
- FIG. 3C** shows an enlarged section of Fig. 3A, showing a condition with a non-clamped gear workpiece;
- FIG. 3D** shows an enlarged section of the clamping device according to Fig. 3A, wherein a condition with clamped gear workpiece is shown;
- FIG. 4A** shows an enlarged section of an area of another clamping device;
- FIG. 4B** shows an enlarged section of an area of another clamping device;
- FIG. 4C** shows an enlarged section of an area of another clamping device;
- FIG. 4D** shows an enlarged section of an area of another clamping device;
- FIG. 5A** shows a schematic sectional view of the area close to the workpiece of another clamping device, wherein a non-clamped condition is shown;
- FIG. 5B** shows a schematic sectional view of the area close to the workpiece of another clamping device, wherein a non-clamped condition is shown;
- FIG. 5C** shows a schematic sectional view of the area close to the workpiece of another clamping device, wherein a non-clamped condition is shown.

K26-0333P-JP_final

6

Detailed description of the preferred embodiments

[0024] In connection with the present description, terms are used which are also used in relevant publications and patents. It should be noted, however, that the use of these terms is merely intended to facilitate understanding. The inventive idea and the scope of protection of the claims should not be restricted in interpretation by the specific choice of terms. The invention can easily be transferred to other conceptual systems and/or fields. In other areas of expertise the terms are to be applied analogously.

[0025] Fig. 1 shows a schematic view of an exemplary (gear) machine 10. Machine 10 is a gear cutting machine designed for machining the gear teeth of gear workpieces. The machining area in which gear workpieces are machined can be located behind an enclosure 11 with a viewing window 12.

[0026] The gear machine 10 is specially designed for machining the tooth flanks of gear workpieces 1 with a gear cutting tool and has a clamping device 20 for clamping a gear workpiece 1 to be machined. An exemplary clamping device 20 is shown in Fig. 2A in perspective form, wherein only the essential elements are marked with reference signs.

[0027] As shown in the exploded view in Fig. 2A, a gear workpiece 1 can include a conical head region 2 and a shaft or shank 3. Head region 2 contains the tooth flanks (not shown) which are to be machined, or in head region 2 the tooth flanks are machined from the material of gear workpiece 1.

[0028] The clamping device 20 comprises here a clamping device main body 22 and a nose piece 23 in order to be able to clamp the gear workpiece 1 (here a bevel gear pinion with pinion shaft 3). The ring-shaped nose piece 23 is connected to the main body 22 and the pinion shaft 3 is pushed into the central bore 24 of the nose piece 23 and the central bore 25 of the main body 22. Then the pinion shaft is clamped there. The nosepiece 23 serves on the one hand as a centering bushing and on the other hand as an adapter. By selecting the appropriate nose piece 23, the shape and/or size can be adjusted.

K26-0333P-JP_final

7

[0029] The clamping device 20 can, for example, be inserted with an external cone 22.1 into a conical receiving opening of the workpiece spindle (not shown) of the machine 10 and fastened there with screws. The corresponding screw holes can be provided e.g. on the circumferential flange 22.2 of the main body 22.

[0030] The spindle axis of the workpiece spindle bears the reference sign A in Fig. 2B. Since all essential elements in the mounted/clamped state are coaxial to this spindle axis A, reference is always made to this axis A in the following. A so-called tool-side area is also mentioned. The tool-side area is the area of the clamping device 20 which is close to or directly on the gear workpiece 1.

[0031] The nosepiece 23 has an annular connecting flange 26 with a planar annular surface (called axial flange surface, annular bearing surface or planar contact surface), as shown in the highly schematic diagram in Fig. 2C. An air gap is shown in Fig. 2C between the nose piece 23 and the heel 4 of the gear workpiece 1 to show the connecting flange 26. In the clamped state, an area of the heel 4 and this planar contact surface 26 lie flat on top of each other.

[0032] At the nose piece 23, the annular planar contact surface 26 is resiliently designed for all embodiments, as described below using another embodiment. This further embodiment is shown in Figs. 3A to 3D.

[0033] As described at the beginning, the shaft 3 is pushed into the central bore 24 of the ring-shaped nose piece 23 and the central bore 25 of the main body 22. In this process, a large tensile force P1 (cf. Fig. 3A) is applied parallel to the workpiece spindle axis A in order to pull the gear workpiece 1 together with shaft 3 into the clamping device 20 and hold it there. The heel 4 (cf. Fig. 3A) of the gear workpiece 1 is pulled against the annular planar contact surface 26 (cf. Fig. 3B). The flat contact of the two surfaces is called planar contact.

[0034] In order to avoid torsional vibrations which can occur when the gear workpiece 1 heats up and expands axially, a part of the annular planar contact surface 26 is designed to be resilient in all corresponding embodiments.

K26-0333P-JP_final

8

[0035] In the embodiment example of Figs. 3A to 3D, a circumferential groove 31 is provided for this purpose in the area of the planar contact surface 26. For example, this groove 31 can be arranged/designed so that it extends radially from an outer cylindrical or conical surface 29 in the direction of the central workpiece spindle axis A. Such an external circumferential groove 31 is also called an external recess.

[0036] The installation of such a circumferential groove 31 allows to define a resilient restoring force. Since this restoring force should be adapted as precisely as possible to the given circumstances (i.e. to the forces occurring and the expected thermal expansion), the restoring force can be set relatively precisely by positioning and/or dimensioning the circumferential groove 31.

[0037] For example, a finite element method can be used to calculate the restoring force.

[0038] The geometrical design (e.g. groove depth, groove shape, groove position) and the material properties (modulus of elasticity of the nose piece 23) have an influence on the spring properties of this part. In the embodiment example shown, the radial depth T_r and also the axial distance A_a to the planar contact surface 26 can be predetermined in order to define the resilient restoring force. Furthermore, the clear width of the groove 31 (measured in axial direction) can also have an influence on the "movability/deformability" of the overhanging material region 30 of the nose piece 23. The larger the clear width of the groove 31, the more room for movement or space for deformation this material region 30 has, whereas with a small clear width the groove 31 can close relatively quickly when axially directed forces occur. After closing the groove 31, the elastic effect is virtually eliminated.

[0039] The tensile force P_1 , which is applied parallel to the workpiece spindle axis A, is preferably transmitted to the shaft 3 of the gear workpiece 1 by means of a concentrically arranged collet chuck 32, or a number of clamps or arms, preferably for all embodiments. For this purpose, these elements surround or enclose a section of shaft 3.

K26-0333P-JP_final

9

[0040] In the embodiment example shown in Figs. 3A to 3D, a concentrically arranged collet chuck 32 is used, which encloses a workpiece-side area of the shaft. This collet chuck 32 has a conical annularly circumferential surface in its area B (cf. Fig. 3A) facing away from the gear workpiece 1. In addition, the collet chuck 32 is slotted in the axial direction so that it can be pressed against the shaft 3.

[0041] Figs. 3A-3D show details of a double collet chuck. In area B the collet chuck 32 is enclosed by a collet insert 33. This collet insert 33 has a ring-shaped, conical inner surface in area B. If now, as indicated in Fig. 3A by the arrow P1 pointing to the left, a tensile force is exerted on the collet insert 33, the conical inner surface of the collet insert 33 shifts relative to the conical outer surface of the collet chuck 32 and the collet chuck 32 is pressed firmly against the shaft 3 with an inwardly pointing wall. In area B, a force presses essentially radially on shaft 3. Since this is a double collet chuck, collet chuck 32 also presses radially on shaft 3 in area C (see Fig. 3D). At the same time as these radially directed forces, a tensile force is applied in the axial direction. This tensile force pulls the gear workpiece 1 against the annular planar contact surface 26 of the nose piece 23 and into the clamping device 20.

[0042] Instead of a double collet chuck, a single collet chuck can also be used for all embodiments.

[0043] Fig. 3C shows the situation with non-clamped gear workpiece 1. The circumferential groove 31 has its original clear width (measured in axial direction). Fig. 3D shows the situation with clamped gear workpiece 1. It can be seen from Fig. 3D that the material region 30 is slightly deformed. Due to the "movability/deformability" of the material region 30 of the nose piece 23, a restoring force F (cf. Fig. 3D) results, which presses essentially in an axial direction against the heel 4 of the gear workpiece 1.

[0044] The gear workpiece 1 is clamped due to the force acting radially on the shaft 3 in area C and due to the positive connection acting between heel 4 and the annular planar contact surface 26 in the axial direction. In area C, frictional forces are mainly acting. Also in the area between the ring-shaped

K26-0333P-JP_final

10

supporting surface 26 and the heel 4, frictional forces act in a tangential direction (on a circle in plane E).

[0045] If now, due to increased temperatures, the head region 2 in Fig. 3D should shift to the right, the material region 30 will follow this movement and a planar contact will also continue to be maintained. Because the planar contact is maintained, the frictional forces acting in the tangential direction are also retained. This prevents or effectively reduces torsional vibrations.

[0046] If the shaft 3 expands in the axial direction during the machining of the gear workpiece 1, the "movability/deformability" of the material region 30 of the nose piece 23 means that a planar contact between the heel 4 and the annular planar contact surface 26 is still maintained, which is important in order to avoid or significantly reduce the aforementioned torsional vibrations.

[0047] So far, embodiments of the clamping device 20 have been described which have a separate nose piece 23. Such a nose piece 23 can be used, for example, to adapt a universal clamping device 20 to the geometry and dimension of the gear workpiece 1.

[0048] Instead of using a nose piece 23, the clamping device 20 as such can have the described "movability/deformability" of a material region 30. In this case, the functionality is the same. In an embodiment with nose piece 23, as shown in Fig. 2C, the circumferential groove 31 on the nose piece 23 is located in area Eb1 of the nose piece 23.

[0049] If the nose piece 23 is omitted in this embodiment example, then the circumferential groove 31 on the main body 22 is located in the area close to the workpiece.

[0050] An embodiment with groove 31 on the main body 22 is not shown in the figures, but can be derived from the figures and the description.

[0051] In those embodiments that have a circumferential groove 31 in the area close to the workpiece on the main body 22, the collet chuck 32 and the collet insert 33 are designed and/or arranged differently. However, the functionality of these elements may be the same.

K26-0333P-JP_final

11

[0052] For at least some of the embodiments, the planar contact surface 26 can be machined by turning so that it has an inner annular area **i** which extends in a flat and perpendicular manner to the workpiece spindle axis A. This inner annular area **i** may be surrounded by an outer annular area **ii** which rises slightly conically outwards. A corresponding example is shown in Fig. 4C as a section of the clamping device 20. In order to show the position of the surface, which is stretched from heel 4, the plane E is drawn as a dashed line here. Plane E indicates the stop plane of the gear workpiece 1. Fig. 4C shows the non-clamped condition.

[0053] If the gear workpiece 1 is now tightened with great force P1, the outer annular area **ii** is deformed while the clear width of the groove 31 is reduced. This results in a complete planar contact at the inner and outer ring-shaped areas **i** and **ii**, as can be seen in Fig. 3D.

[0054] Figs. 4A, 4B and 4D show three further exemplary embodiments.

[0055] Fig. 4A shows the non-clamped state of an embodiment in which the inner annular area **i** extends in flat and perpendicular manner to the workpiece spindle axis A. The outer annular area **ii**, on the other hand, has a slightly concave extension.

[0056] Fig. 4B shows the non-clamped state of an embodiment in which the inner annular area **i** merges into the outer annular area **ii**. Both areas **i** and **ii** have a slightly concave extension.

[0057] Fig. 4D shows the non-clamped state of an embodiment in which the inner annular area **i** merges into the outer annular area **ii**. Both areas **i** and **ii** have a straight extension with a constant gradient.

[0058] The embodiments of Figs. 4A-4D and 5A-5C are only to be understood as examples. The radial depth Tr and the axial distance Aa (see Fig. 3B) are also to be understood as examples.

K26-0333P-JP_final

12

[0059] Figs. 5A, 5B and 5C each show a schematic sectional view of the end region Eb1 of another clamping device 20 in the non-clamped state, close to the workpiece.

[0060] In all three cases, the end region Eb1 close to the workpiece has an outer cylinder surface 29 (a conical surface 29 can also be used, the circumference of which is reduced in the direction of the gear workpiece). In the embodiment of Fig. 5A, a circumferential groove 31 (as external recess) is provided, which extends radially from the cylinder surface 29 of the clamping device 20 in the direction of the workpiece spindle axis A. In the embodiment of Fig. 5B, on the other hand, a circumferential groove 31 (as an internal recess) is provided, which extends radially outwards from an inner surface 27 of the central bore/receiving opening 24 of the clamping device 20. In the embodiment of Fig. 5C, two circumferential grooves 31 (as external and internal recess) are provided. The embodiment of Fig. 5C has a circumferential groove 31 according to Fig. 5A and a circumferential groove 31 according to Fig. 5B.

[0061] In all three cases, the circumferential groove 31 defines a plane that is perpendicular to the workpiece spindle axis A. However, the circumferential groove 31 can also have a slightly inclined course for all embodiments. The circumferential groove 31 can also have a curved (e.g. arc-shaped) course in all embodiments, wherein the production of such a groove 31 is considerably more complex. In the embodiment of Fig. 5C, the two circumferential grooves 31 can also be in different planes.

[0062] As in the embodiment of Fig. 4D, in the embodiments of Figs. 5A and 5B the inner annular area i merges into the outer annular area ii. This means that in the non-clamped state, a flat planar contact surface 26 results, which in this case is slightly inclined to the workpiece spindle axis A. Viewed from the workpiece side, the planar contact surface 26 forms a concave area in the embodiment of Fig. 5A. Viewed from the workpiece side, the planar contact surface 26 forms a convex area in the embodiment of Fig. 5B. In the embodiment of Fig. 5A, a restoring force F results in the clamped state, which applies further outwards in the radial direction than in the embodiment of Fig. 5B.

K26-0333P-JP_final

13

[0063] The embodiment of Fig. 5C is a combination of the embodiments of Figs. 5A and 5B. The planar contact surface 26 is formed in the non-clamped state from three annular areas **i**, **ii** and **iii**. The inner annular region **i** extends obliquely to the workpiece spindle axis A, the central annular region **iii** is perpendicular to the workpiece spindle axis A and the outer annular region **ii** extends obliquely to the workpiece spindle axis. With the embodiment of Fig. 5C, two restoring forces F1, F2 result in the clamped state, as shown.

[0064] Since the respective restoring force F only occurs when the device is clamped, the arrows in Figs. 5A, 5B and 5C are dashed.

K26-0333P-JP_final

14

List of reference signs:

Gear work piece/bevel gear/pinion	1
Head region/cone region/cone surface	2
Shaft/pinion shaft	3
Heel/axial contact shoulder on gear work piece	4
(Gear) machine	10
Enclosure	11
Window	12
Clamping device	20
Clamping rod	21
(Clamping device) main body	22
Conical area/outer cone	22.1
Flange	22.2
Nose piece/centering bush	23
Central bore/receiving opening of the centering bushing	24
Central bore/receiving opening	25
Annular connecting flange/ supporting surface/ planar contact surface	26
Inner surface	27
(Outer) cylindrical or conical surface/outer cone of the centering bushing	29
Material region	30
Circumferential groove/recess	31
Spring clearance	
Collet chuck/ring body, clamp, arm	32
Collet insert/clamping sleeve	33
(Outer) cylindrical or conical (generated) surface/outer (generated) surface/outer cone of the main body	34
Workpiece spindle axis	A
Axial distance	Aa
Area	B
Area	C
Plane/stop plane of the gear work piece	E
Workpiece-side end region/stop surface centering bushing	Eb1
Restoring force	F
Restoring forces	F1, F2
Inner annular area	i
Outer annular area	ii
Central annular area	iii

K26-0333P-JP_final

15

Radial depth	Tr
Arrow/tensile force	P1

K26-0333P-JP_final

16

Claims

1. Clamping device (20) having a central receiving opening (24, 25) which is arranged concentrically to a workpiece spindle axis (A), wherein
 - the clamping device (20) is designed for clamping a gear workpiece (1) comprising a head region (2) and a shaft or a shank (3),
 - the clamping device (20) comprises an annular planar contact surface (26), which
 - is arranged concentrically to the workpiece spindle axis (A),
 - is located in a workpiece-side end region (Eb1) of the clamping device (20), and
 - which extends essentially perpendicular to the workpiece spindle axis (A),

characterized in that at least one circumferential groove (31) is provided in the workpiece-side end region (Eb1), which

- extends from an outer surface (29) of the clamping device (20) radially in the direction of the workpiece spindle axis (A) and/or
- extends radially outwards from an inner surface (27) of the clamping device (20) in relation to the workpiece spindle axis (A)

and which provides the clamping device (20) with elasticity in the region of the planar contact surface (26).

2. Clamping device (20) according to claim 1, characterized in that it comprises a main body (22) with the receiving opening (25),
 - wherein the main body (22) has an outer surface (34) in the workpiece-side end region (Eb1), and wherein the circumferential groove (31), starting from this surface (34), extends radially in the direction of the workpiece spindle axis (A), and/or
 - wherein the main body (22) has an inner surface in the workpiece-side end region (Eb1) and wherein the circumferential groove (31), starting

K26-0333P-JP_final

17

from this inner surface, extends radially outwards in relation to the workpiece spindle axis (A).

3. Clamping device (20) according to claim 1, characterized in that it comprises a nose piece (23) with the receiving opening (24),
 - wherein the nose piece (23) has an outer surface (29) in the workpiece-side end region (Eb1) and wherein the circumferential groove (31), starting from this surface (29), extends radially in the direction of the workpiece spindle axis (A), and/or
 - wherein the nose piece (23) has an inner surface (27) in the workpiece-side end region (Eb1) and wherein the circumferential groove (31), starting from this inner surface (27), extends radially outwards in relation to the workpiece spindle axis (A).
4. Clamping device (20) according to one of claims 1 to 3, characterized in that it comprises a gear workpiece (1) having in the head region (2) a heel (4) with a rear heel surface which is substantially parallel to a plane (E) extending perpendicular to the workpiece spindle axis (A) when the shaft (3) of the gear workpiece (1) is inserted into the receiving opening (24, 25).
5. Clamping device (20) according to claim 4, characterized in that it comprises means (32, 33) for applying an axial tensile force (P1) acting parallel to the workpiece spindle axis (A), wherein the means (32, 33) apply to the shaft (3) by means of frictional connection in order to pull the gear workpiece (1) together with the shaft (3) into the receiving opening (24, 25).
6. Clamping device (20) according to claim 4 or 5, characterized in that the gear workpiece (1) is clamped in a clamped state by means of a frictional

K26-0333P-JP_final

18

connection in the region of the shaft (3) and by means of a positive connection between the annular supporting surface (26) and the rear heel surface of the heel (4), wherein the circumferential groove (31) changes its shape during clamping and thus produces a restoring force (F , F_1 , F_2) in the clamping device (20).

7. Clamping device (20) according to claim 6, characterized in that the restoring force (F , F_1 , F_2) acts in the clamped state substantially in the axial direction on the rear heel surface of the heel (4).
8. Clamping device (20) according to one of claims 4 or 5, characterized in that between the rear heel surface of the heel (4) and the annular planar contact surface (26) both a positive connection and a frictional connection are produced, which are maintained even in the event of temperature-related expansion of the gear workpiece (1).

K26-0333P-JP_final

19

Abstract of the disclosure

Clamping device (20) having a receiving opening which is arranged concentrically to a workpiece spindle axis (A), wherein

- the clamping device (20) is designed for clamping a gear workpiece (1) comprising a head region (2) and a shaft (3),
- the clamping device (20) comprises an annular planar contact surface, which
 - is arranged concentrically to the workpiece spindle axis (A),
 - is located in a workpiece-side end region (Eb1) of the clamping device (20), and
 - which extends essentially perpendicular to the workpiece spindle axis (A),

wherein at least one circumferential groove (31) is provided in the workpiece-side end region (Eb1), which groove extends from an outer surface (29) of the clamping device (20) radially in the direction of the workpiece spindle axis (A) and which provides the clamping device (20) with elasticity in the region of the planar contact surface.

(Fig. 3A)

1/5



Fig. 1



Fig. 2A

3/5



Fig. 3A



Fig. 3B

2/5



Fig. 2B



Fig. 2C

4/5



Fig. 3C



Fig. 3D

K26-0333P-3P_figures final

5/5

