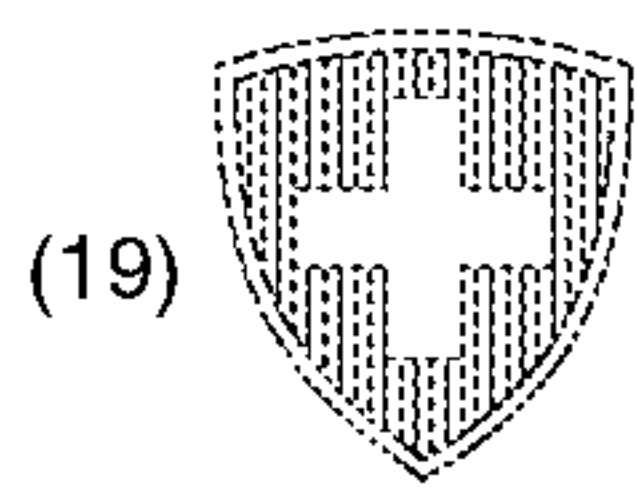




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **715 646 A2**

(51) Int. Cl.: **B24B** **53/075** (2006.01)
B23F **23/12** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 01549/19

(22) Anmeldedatum: 05.12.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.06.2020

(30) Priorität: 12.12.2018
DE 10 2018 131 915.0

(71) Anmelder:
Klingelberg AG, Binzmühlestrasse 171
8050 Zürich (CH)

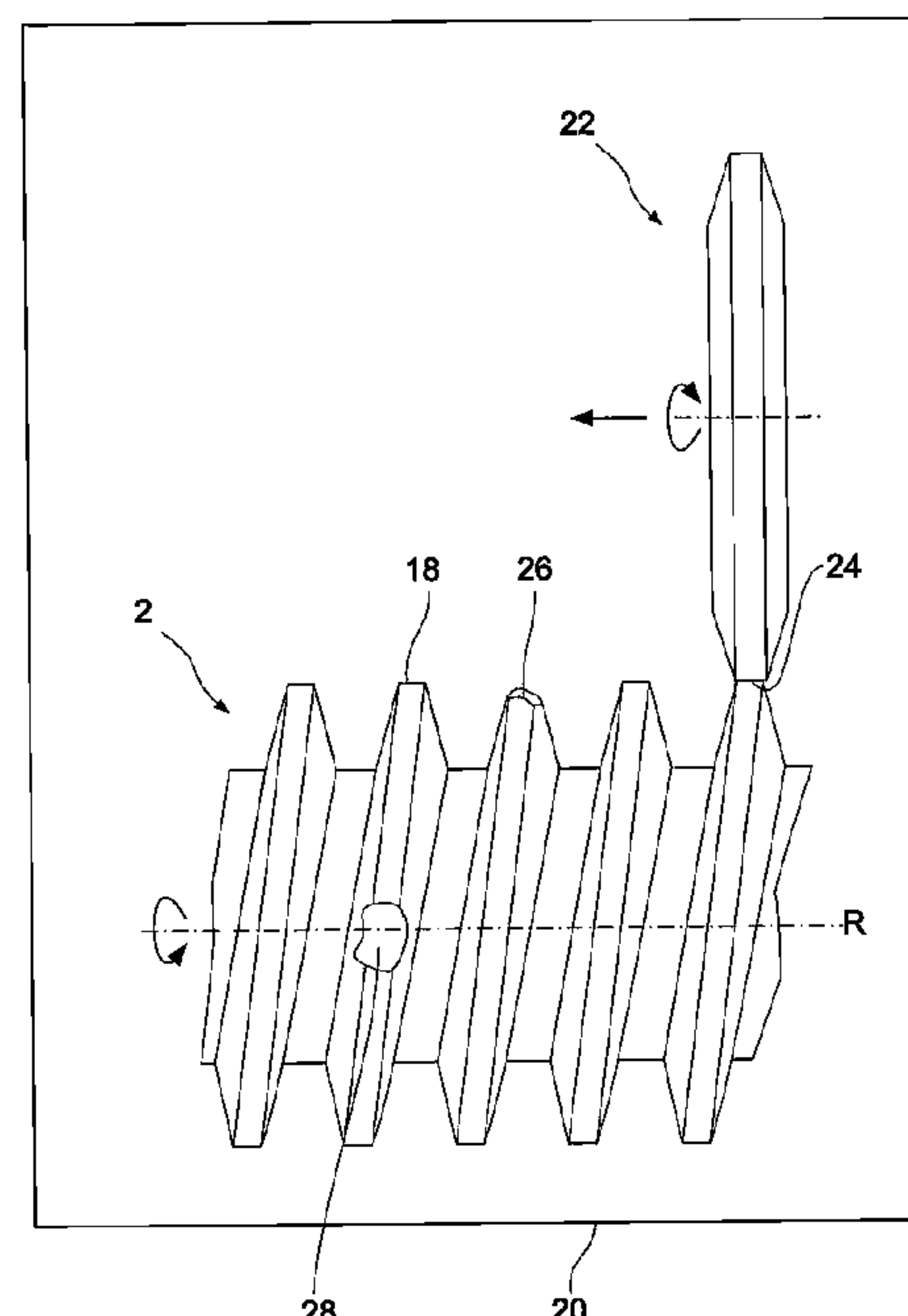
(72) Erfinder:
Martin Schweizer, 76437 Rastatt (DE)
Sergej Amboni, 76316 Malsch (DE)

(74) Vertreter:
OK pat AG Patente Marken Lizenzen, Industriestrasse 47
6300 Zug (CH)

(54) **Verfahren zur Prüfung einer abrichtbaren Schleifschnecke.**

(57) Verfahren zur Prüfung einer abrichtbaren Schleifschnecke, mit den Verfahrensschritten:

- Bereitstellen einer abrichtbaren Schleifschnecke (2) in einer Werkzeugmaschine (20),
- wobei die Schleifschnecke (2) mindestens einen Schneckengang hat und
- wobei die Werkzeugmaschine (20) ein Abrichtwerkzeug (22) zum Abrichten der Schleifschnecke (2) aufweist;
- Abfahren eines Gangkopfs (18) des Schneckengangs in Anlage mit einem Bereich des Abrichtwerkzeugs (22);
- Messen und Auswerten mindestens eines Signals während des Abfahrens des Gangkopfs (18) das für den Kontakt zwischen dem Abrichtwerkzeug (22) und dem Gangkopf (18) des Schneckengangs charakteristisch ist, wie eine Kontaktkraft, eine Verlagerung, ein Körperschall, eine Leistungsaufnahme eines Antriebs oder dergleichen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung einer abrichtbaren Schleifschnecke.

[0002] Schleifschnecken werden insbesondere zur Feinbearbeitung von metallischen Werkstücken mit zyklisch symmetrischer Außenkontur eingesetzt, wie Zahnräder oder dergleichen. Um eine hohe Bearbeitungsgenauigkeit durch die Schleifbearbeitung zu erreichen ist von entscheidender Bedeutung, dass die profilgebenden Bereiche der Schleifschnecke unbeschädigt sind und die Grundgeometrie der Schleifschnecke, z.B. die Gangzahl oder die Gangrichtung, den Sollvorgaben für das zu schleifende Werkstück entspricht.

[0003] So kann es z.B. durch den Transport oder die Montage der Schleifschnecke zu Beschädigungen an der Schleifschnecke kommen. Die Schleifschnecke kann im auf der Werkzeugmaschine montierten Zustand durch Bediener- oder Maschinenfehler beim Einrichten beschädigt werden. Die Schleifschnecke kann durch Überlastung während der Schleifbearbeitung beschädigt werden.

[0004] Allen vorgenannten Fällen, bei denen es zu einer Beschädigung der profilgebenden Bereiche der Schleifschnecke kommt, ist gemein, dass üblicherweise ein Gangkopf eines Schneckengangs der Schleifschnecke an mindestens einer Stelle unterbrochen wird. Der Gangkopf bildet den Außendurchmesser einer Schleifschnecke und bildet in Folge erhöhter Belastungen während der Schleifbearbeitung einerseits eine mechanische Schwachstelle und ist andererseits aufgrund der exponierten Lage eine häufig betroffene Kollisionsstruktur im Falle eines Bediener- oder Maschinenfehlers. Soweit es daher zu Beschädigungen der profilgebenden Bereiche kommt, ist der Gangkopf eines Schneckengangs der Schleifschnecke meist betroffen.

[0005] Weiter kann es zu Bedienerfehlern während der Montage der Schleifschnecke kommen. So kann es vorkommen, dass die vom Bediener eingegebene Gangzahl oder Gangrichtung fehlerhaft sind und nicht zu der tatsächlich montierten Schleifschnecke passen.

[0006] Soweit eine Schleifbearbeitung trotz des Vorliegens einer der voranstehenden Fehler gestartet wird, kann es zu Beschädigungen an der Werkzeugmaschine und der Schleifschnecke sowie zur Produktion von Ausschussteilen kommen.

[0007] Bekannt ist, während des Abrichtvorgangs der Schleifschnecke den Kontakt zwischen der Abrichtrolle und der Schleifschnecke zu überprüfen, um Beschädigungen der Schleifschnecke zu detektieren.

[0008] Hierbei ist jedoch nachteilig, dass eine Beschädigung eines Schneckengangs häufig lokal und nicht über die gesamte Ganghöhe erstreckt auftritt, so dass der Kontakt zwischen der Abrichtrolle und der Schleifstecke nicht vollständig abbricht. So können lokale Ausbrüche im Bereich eines Gangkopfs der Schleifschnecke nicht zuverlässig detektiert werden. Diese Beschädigungen im Bereich des Gangkopfs führen jedoch zu maßgeblichen Qualitätsverlusten in der anschließenden Schleifbearbeitung der zu fertigenden Werkstücke.

[0009] Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die technische Problemstellung zugrunde, ein Verfahren anzugeben, das die voranstehend beschriebenen Herausforderung teilweise oder vollständig löst. Die voranstehend beschriebene, technische Problemstellung wird gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und der nachstehenden Beschreibung.

[0010] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung Verfahren zur Prüfung einer abrichtbaren Schleifschnecke, mit den Verfahrensschritten:

- Bereitstellen einer abrichtbaren Schleifschnecke in einer Werkzeugmaschine,
 - wobei die Schleifschnecke mindestens einen Schneckengang hat und
 - wobei die Werkzeugmaschine ein Abrichtwerkzeug zum Abrichten der Schleifschnecke aufweist;
- Abfahren eines Gangkopfs des Schneckengangs in Anlage mit einem Bereich des Abrichtwerkzeugs;
- Messen und Auswerten mindestens eines Signals während des Abfahrens des Gangkopfs, das für den Kontakt zwischen dem Abrichtwerkzeug und dem Gangkopf des Schneckengangs charakteristisch ist, wie eine Kontaktkraft, eine Verlagerung, ein Körperschall, eine Leistungsaufnahme eines Antriebs oder dergleichen.

[0011] Das Abrichtwerkzeug wird daher insbesondere als Tast- bzw. Prüfvorrichtung verwendet, um die Qualität der Schleifschnecke zu überprüfen.

[0012] Der Gangkopf des Schneckengangs kann daher mithilfe des Abrichtwerkzeugs insbesondere kontinuierlich abgetastet bzw. abgefahren und so auf Beschädigungen überprüft werden. Weiter ermöglicht das Abfahren des Gangkopfs ein Detektieren einer fehlerhaften Gangzahl oder Gangrichtung der Schleifschnecke.

[0013] Mithilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens kann daher insbesondere an bestehenden Schleifmaschinen eine effiziente Überprüfung der Schleifschnecke implementiert werden, da keine zusätzliche Messeinrichtung zur erfindungsgemäßen Überprüfung der Schleifschnecke erforderlich ist.

[0014] Es kann vorgesehen sein, dass das Abfahren des Gangkopfs des Schneckengangs in Anlage mit einem außendurchmesserseitigen Bereich des Abrichtwerkzeugs erfolgt. So kann das Abtasten bzw. Abfahren des Gangkopfs innerhalb der Werkzeugmaschine mit einer einfachen Achskinematik erfolgen.

[0015] Alternativ kann vorgesehen sein, dass das Abfahren des Gangkopfs des Schneckengangs in Anlage mit einem flankenseitigen Bereich des Abrichtwerkzeugs erfolgt, der an den außendurchmesserseitigen Bereich des Abrichtwerkzeugs angrenzt. So kann das Abrichtwerkzeug derart relativ zum Gangkopf verschwenkt und mit diesem in Anlage gebracht werden, dass eine zum Abrichten einer Flanke des Schneckengangs vorgesehene Flanke des Abrichtwerkzeugs zum Abfahren bzw. Abtasten des Gangkopfs des Schneckengangs der Schleifschnecke verwendet wird.

[0016] Soweit mithilfe der Schleifschnecke beispielsweise eine Verzahnung geschliffen werden soll, kann in einer Steuerung der Werkzeugmaschine die Sollgeometrie der verzahnungsspezifisch zugeordneten Schleifschnecke hinterlegt sein oder manuell eingegeben werden. Im Verfahrensschritt „Abfahren des Gangkopfs“ wird ein Bereich des Abrichtwerkzeugs, insbesondere ein außendurchmesserseitiger Bereich des Abrichtwerkzeugs, mit dem Gangkopf des Schneckengangs der Schleifschnecke in Anlage gebracht und fährt dann eine vorgegebene Sollschaubenbahn des Gangkopfs des Schneckengangs der Schleifschnecke ab.

[0017] Es kann vorgesehen sein, dass das Auswerten mindestens eines Signals ein Vergleichen des Signals mit einem Referenzsignal aufweist.

[0018] Soweit die Schleifschnecke die vorgegebene Sollgeometrie erfüllt, ergibt sich beim Abfahren der schraubenförmigen Bahn des Gangkopfs des Schneckengangs ein im Wesentlichen kontinuierlicher Kontakt zu dem Außendurchmesser des Abrichtwerkzeugs, so dass sich das gemessene Signal innerhalb eines vorgegebenen Sollbereichs um den Referenzwert bzw. das Referenzsignal befindet.

[0019] Alternativ kann vorgesehen sein, dass das gemessene Signal ausgewertet wird, ohne dass ein vorgegebenes Referenzsignal als Vergleichswert vorliegt. So kann ein gemessenes Signal insbesondere maschinenintern oder auf einem externen Rechner ausgewertet und z.B. auf lokale Maxima, Minima oder Signalunterbrechungen untersucht werden.

[0020] Weist der Gangkopf Ausbrüche auf oder wird der Kontakt zwischen dem Abrichtwerkzeug und dem Gangkopf unterbrochen, kommt es zu einer sprunghaften Änderung oder einer Unterbrechung des charakteristischen Signals.

[0021] So deutet ein vollständiger Kontaktverlust des Abrichtwerkzeugs zu dem Gangkopf entlang der vorgegebenen Sollschaubenbahn des Gangkopfs des Schneckengangs der Schleifschnecke auf eine fehlerhafte Gangzahl oder Gangrichtung der Schleifschnecke hin.

[0022] Sprunghafte Änderungen des charakteristischen Signals deuten darauf hin, dass die Abrichtrolle einen Ausbruch bzw. eine Beschädigung der Gangkopfs überfahren hat.

[0023] Wenn vorliegend von dem Gangkopf des Schneckengangs gesprochen wird, so handelt es sich dabei um einen außendurchmesserseitigen Teil des Profils des Schneckengangs, der eine linke und rechte Profilflanke des Profils des Schneckengangs außendurchmesserseitig verbindet.

[0024] Nach einer Ausgestaltung des Verfahrens kann insbesondere vorgesehen sein, dass durch die Schritte Abfahren, Messen und Vergleichen,

- die Gangzahl der Schleifschnecke,
- die Gangrichtung der Schleifschnecke und
- die Unversehrtheit des Gangkopfs des Schneckengangs der Schleifschnecke

automatisiert überprüft werden.

[0025] Innerhalb einer Werkzeugmaschine kann neben der konventionellen Überwachung des Abrichtvorgangs insbesondere zusätzlich das erfindungsgemäße Verfahren automatisiert angewendet werden, um die eingangs genannten Fehler, die in der Praxis häufig auftreten, zu vermeiden bzw. zu erkennen.

[0026] Es kann vorgesehen sein, dass das Abfahren des Gangkopfs als zusätzlicher Arbeitsgang nach einem Montieren der Schleifschnecke und/oder einem Antasten der Schleifschnecke und/oder nach einem Abrichten der Schleifschnecke und/oder vor einer Schleifbearbeitung eines Werkstücks einer Serie, insbesondere jeder Schleifbearbeitung eines Werkstücks einer Serie, erfolgt. Demnach kann insbesondere die Detektion von Ausbrüchen im Bereich des Gangkopfs des Schneckengangs in einfacher Weise in bestehende Programmabläufe einer Werkzeugmaschine eingebunden werden, um die Produktion von Ausschuss zu reduzieren.

[0027] Nach einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Schleifschnecke zwei oder mehr Gänge hat, wobei die Schneckengänge sequentiell überprüft werden, in dem für jeden Schneckengang ein separater Durchlauf des Abfahrens und Messens erfolgt. D.h. mit anderen Worten, dass jeder Schneckengang für sich genommen auf Fehlstellen überprüft wird. Nachdem ein erster Schneckengang der zwei oder mehrgängigen Schleifschnecke abgefahren

worden ist, werden anschließend ein zweiter und danach, soweit vorhanden, alle weiteren Schneckengänge mit dem Abrichtwerkzeug abgefahren.

[0028] Der Vergleich des charakteristischen Signals mit dem Referenzsignal kann während und/oder nach dem Abfahren des Schneckengangs oder der Schneckengänge erfolgen.

[0029] Es kann genau ein charakteristisches Signal erfasst werden, das für den Kontakt zwischen dem Abrichtwerkzeug und der Schleifschnecke beim Abfahren eines Gangkopfs des Schneckengangs repräsentativ bzw. charakteristisch ist.

[0030] Alternativ können zwei oder mehr charakteristische Signale erfasst werden, die für den Kontakt zwischen dem Abrichtwerkzeug und der Schleifschnecke beim Abfahren eines Gangkopfs des Schneckengangs repräsentativ bzw. charakteristisch sind.

[0031] Ein, zwei oder mehr charakteristische Signale können ausgewählt sein aus der Liste: Kontaktkraft zwischen der Abrichtrolle und der Schleifschnecke; relative Verlagerung zwischen der Abrichtrolle und der Schleifschnecke; absolute Verlagerung der Abrichtrolle und/oder der Schleifschnecke Körperschall der Abrichtrolle und/oder der Schleifschnecke und/oder einer Aufnahme der Abrichtrolle und/oder der Schleifschnecke; Leistungsaufnahme eines Drehantriebs der Schleifschnecke und/oder der Abrichtrolle. Für jeden dieser Parameter kann eine maximal zulässige Abweichung von einem Referenzwert definiert sein, deren betragsmäßige Überschreitung einen Hinweis auf einen der hier diskutierten Fehler bildet, nämlich Ausbrüche am Gangkopf, eine fehlerhafte Gangzahl oder eine fehlerhafte Gangrichtung.

[0032] Das Abrichtwerkzeug kann eine scheibenförmige Abrichtrolle mit V-förmigem oder trapezförmigem Profil sein. Im Falle einer scheibenförmigen Abrichtrolle mit V-förmigem Profil besteht während des Abfahrens des Schneckengangs ein im Wesentlichen punktförmiger Kontakt zwischen der Schleifschnecke und dem Abrichtwerkzeug. Im Falle einer scheibenförmigen Abrichtrolle mit trapezförmigem Profil kann während des Abfahrens des Schneckengangs ein im Wesentlichen punktförmiger oder linienförmiger Kontakt zwischen der Schleifschnecke und dem Abrichtwerkzeug gebildet sein, je nach Neigung des Abrichtwerkzeugs.

[0033] Eine weitere Ausgestaltung des Verfahrens zeichnet sich dadurch aus, dass das Abrichtwerkzeug eine mehrrillige Abrichtrolle zum gleichzeitigen Abrichten mehrerer Schneckengänge ist, wobei eine Rotationsachse der mehrrilligen Abrichtrolle beim Abfahren des Gangkopfs des Schneckengangs relativ zu einer Rotationsachse der Schleifschnecke geneigt orientiert ist. Durch die Neigung kann sichergestellt werden, dass lediglich ein Bereich der Abrichtrolle, insbesondere ein Außendurchmesser der mehrrilligen Abrichtrolle bzw. ein außendurchmesserseitiger Bereich der Abrichtrolle, mit einem einzelnen Gangkopf in Kontakt ist, sodass ein definiertes Abfahren eines einzelnen Gangkopfs eines Schneckengangs analog zum Abtasten bzw. Abfahren der schraubenförmigen Bahn des Gangkopfs mit scheibenförmiger Abrichtrolle erfolgt. Soweit weitere Schneckengänge vorhanden sind, werden diese sequentiell, d.h. in separaten Überläufen des mehrrilligen Abrichtwerkzeugs einzeln abgefahren.

[0034] Das Abrichtwerkzeug kann einen Kopfabrichter aufweisen.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass für den Fall, dass eine Abweichung des gemessenen Signals von dem Referenzsignal eine vorgegebene, maximale Abweichung überschreitet, oder eine Auswertung des Signals Auffälligkeiten, wie lokale Maxima, Minima, Unterbrechungen oder dergleichen, zeigt, einer oder mehrere der nachfolgenden Schritte durchgeführt werden:

- Unterbrechen eines Programmablaufs vor einer Schleifbearbeitung eines zu schleifenden Werkstücks;
- Information eines Bedieners;
- Anpassen einer Shiftstrategie für die Schleifbearbeitung;
- Abrichten der Schleifschnecke.

[0036] Sofern eine Fehlstelle an der Schleifschnecke oder eine falsche Gangzahl oder eine falsche Gangrichtung detektiert werden, können damit eine oder mehrere Maßnahmen ergriffen werden, um die geforderte Qualität für den nachfolgenden Schleifprozess sicherzustellen.

[0037] Beispielsweise kann die Schleifschnecke nach dem Unterbrechen des Programmablaufs der Werkzeugmaschine ausgetauscht werden.

[0038] Soweit eine lokale Beschädigung eines Schneckengangs vorliegt, kann vorgesehen sein, dass eine Shiftstrategie für einen nachfolgenden Schleifvorgang manuell oder automatisiert derart angepasst wird, dass der beschädigte Bereich der Schleifschnecke nicht mit dem zu schleifenden Bauteil in Eingriff kommt, so dass die Werkstückqualität durch die Beschädigung der Schleifschnecke nicht beeinträchtigt wird.

[0039] Die Schleifschnecke kann beispielsweise mit einem erhöhten Materialabtrag derart abgerichtet werden, dass eine detektierte Beschädigung korrigiert wird.

[0040] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen jeweils schematisch:

- Fig. 1 eine Schleifschnecke und ein zu schleifendes Zahnrad;
Fig. 2 eine Schleifschnecke und ein Abrichtwerkzeug beim Abfahren eines Schneckengangs;
Fig. 3 die Schleifschnecke und das Abrichtwerkzeug aus Fig. 2 in einer weiteren Position;
Fig. 4 eine mehrgängige Schleifschnecke und ein mehrrilliges Abrichtwerkzeug.

[0041] Figur 1 zeigt eine Schleifschnecke 2 und ein zu schleifendes Zahnrad 4. Zur Feinbearbeitung der Zahnflanken 6 des Zahnrads 4 führen die Schleifschnecke 2 und das Zahnrad 4 in bekannter Weise eine gekoppelte Wälzschleifbewegung aus.

[0042] Vor dem Schleifen des Zahnrads 4 ist die Schleifschnecke 2 abgerichtet worden, um ein formgebendes Profil 8 der Schleifschnecke zu erzeugen. Das Profil 8 weist vorliegenden einen einzelnen Schneckengang 10 auf, der schraubenförmig um einen zylindrischen Mittelteil 12 der Schleifschnecke gewunden ist.

[0043] Der Schneckengang 10 hat eine linke Flanke 14, eine rechte Flanke 16 und einen die Flanken 14, 16 verbindenden Gangkopf 18. Ebenso wie der Flanken 14, 16 beschreibt der Gangkopf eine schraubenförmig um den zylindrischen Mittelteil 12 und die Rotationsachse R der Schleifschnecke 2 gewundene Bahn.

[0044] Nachfolgend wird mit Bezug zu den Figuren 2, 3 und 4 erfindungsgemäße Verfahren beschrieben.

[0045] Es wird ein Verfahren zur Prüfung der in Fig. 1 gezeigten, abrichtbaren Schleifschnecke 2 durchgeführt. Hierzu wird die Schleifschnecke 2 zunächst in einer Werkzeugmaschine 20 bereitgestellt, wobei es sich vorliegend um eine Verzahnungsschleifmaschine handelt.

[0046] Die Werkzeugmaschine 20 hat ein Abrichtwerkzeug 22 zum Abrichten der Schleifschnecke 2.

[0047] Zum Überprüfen der Gangzahl, der Gangrichtung und der Unversehrtheit des Gangkopfs 18 wird der Gangkopf 18 des Schneckengangs 10 in Anlage mit einem Außendurchmesser des Abrichtwerkzeugs 22, vorliegend einer außendurchmesserseitigen Fläche 24 des Abrichtwerkzeugs 22, abgefahren. Hierbei handelt es sich insbesondere um ein kontinuierliches Abrollen der im Wesentlichen zylindrischen Außenfläche 24 des Abrichtwerkzeugs 22 auf der schraubenförmigen Bahnfläche, die der Gangkopf 18 beschreibt.

[0048] Es versteht sich, dass, neben des hier gezeigten trapezförmigen Profils des Abrichtwerkzeugs, gemäß alternativer Ausführungsbeispiele ein Abrichtwerkzeug mit V-förmigem oder abgerundeten Profil eingesetzt werden kann.

[0049] Die Relativbewegung zwischen dem Abrichtwerkzeug 22 und der Schleifschnecke 2 ist durch die Richtungspfeile angedeutet. So rotieren das scheibenförmige Abrichtwerkzeug 22 und die Schleifschnecke 2 gegenläufig, wobei das Abrichtwerkzeug 22 zum axial entlang der Steigung des Schneckengangs 18 bewegt wird.

[0050] Während des Abfahrens des Gangkopfs 18 werden Signale gemessen, die für den Kontakt zwischen dem Abrichtwerkzeug und dem Gangkopf des Schneckengangs charakteristisch sind und zwar eine Kontaktkraft, eine Verlagerung, ein Körperschall und die Leistungsaufnahme der Antriebe.

[0051] Die Kontaktkraft zwischen dem Abrichtwerkzeug 22 und dem Gangkopf 18 wird während des Abfahrens des Gangkopfs gemessen. Ergibt sich ein sprunghafter Abfall der Kontaktkraft, weil die Abrichtrolle 22 eine Beschädigung 26, 28 des Gangkopfs 18 überrollt (vgl. Fig. 2) kann die Beschädigung 26 oder 28 detektiert werden. Dabei kann beispielsweise vorgegeben sein, dass eine Abweichung von +/- 10% einer vorgegeben Soll-Kontaktkraft, die die Referenz bildet, eine Fehlermeldung oder eine Unterbrechung eines Programmablaufs auslöst.

[0052] In Ähnlicher Weise können ein Soll-Achsabstand zwischen den Rotationsachsen, ein Soll-Körperschallanregung während des Abfahrens oder eine Soll-Leistungsaufnahme der Achsantriebe herangezogen werden, um eine Referenz für das Abfahren des Gangkopfs zu bilden und Abweichungen davon als Indiz für Beschädigungen des Gangkopfs heranzuziehen.

[0053] Das gemessene Signal wird demnach mit einer voranstehend beschriebenen Referenz verglichen, um eine Beschädigung des Gangkopfs zu erkennen.

[0054] Es versteht sich, dass die voranstehenden Parameter gleichermaßen dazu geeignet sind, eine fehlerhafte Gangzahl oder Gangrichtung der Schleifschnecke zu detektieren, für die ein Kontakt zwischen der Abrichtrolle und der Schleifschnecke vollständig abreißen würde, da die Abrichtrolle eine vorgegebene Soll-Bahn einer Soll-Schleifschnecken geometrie mit korrekter Gangrichtung und Gangzahl abfährt.

[0055] Das Verfahren wird vorliegend vollständig automatisiert durchgeführt, so dass durch die Schritte Abfahren, Messen und Vergleichen, die Gangzahl der Schleifschnecke 2, die Gangrichtung der Schleifschnecke 2 und die Unversehrtheit des Gangkopfs 18 des Schneckengangs 10 der Schleifschnecke 2 automatisiert überprüft werden.

[0056] Das Abfahren des Gangkopfs 18 der Schleifschnecke 2 erfolgt vorliegend als zusätzlicher Arbeitsgang nach einem Abrichten der Schleifschnecke 2 und vor einer Schleifbearbeitung eines Werkstücks einer zu fertigenden Serie von Werkstücken, insbesondere vor jeder Schleifbearbeitung eines Werkstücks einer zu fertigenden Serie von Werkstücken.

[0057] Fig. 4 zeigt eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens bei dem eine Schleifschnecke 30 drei Gänge 32, 34, 36 hat, mit einem jeweiligen Gangkopf 38, 40, 42 hat. Die Schneckengänge 32, 34, 36 werden hier sequentiell überprüft, in dem für jeden Schneckengang 32, 34, 36 ein separater Durchlauf des Abfahrens und Messens erfolgt.

[0058] Hierzu wird ein Abrichtwerkzeug 44 eingesetzt, das eine mehrrillige Abrichtrolle 44 zum gleichzeitigen Abrichten der Schneckengänge 32, 34, 36 ist. Eine Rotationsachse A der mehrrilligen Abrichtrolle 44 ist beim Abfahren eines jeweiligen Gangkopfs 38, 40, 42 eines jeweiligen Schneckengangs 32, 34, 36 relativ zur Rotationsachse R der Schleifschnecke 30 geneigt orientiert, wobei vorliegend exemplarisch das Abfahren des Gangkopfs 38 des Schneckengangs 32 gezeigt ist.

[0059] Eine Beschädigung 46 des Gangkopfs 40 des Schneckengangs 34 wird daher erst dann erkannt, wenn der Gangkopf 40 des Schneckengangs 34 in einem separaten Überlauf mit dem Abrichtwerkzeug 44 abgefahren bzw. abgetastet wird, während die Beschädigung 48 des Gangkopfs 38 des Schneckengangs 32 in dem in Fig. 4 gezeigten Überlauf des Abrichtwerkzeugs 44 entlang der schraubenförmigen Bahn des Gangkopfs 32 erkannt wird.

[0060] Für den Fall, dass für eine der gezeigten Schleifschnecken 2, 30 eine Abweichung des gemessenen Signals von dem Referenzsignal eine vorgegebene, maximale Abweichung überschreitet, werden vorliegend eine oder mehrere der nachfolgenden Schritte durchgeführt: Unterbrechen eines Programmlaufs vor einer Schleifbearbeitung eines zu schleifenden Werkstücks; Information eines Bedieners; Anpassen einer Shiftstrategie für die Schleifbearbeitung; Abrichten der Schleifschnecke.

Bezugszeichen

[0061]

2	Schleifschnecke
4	Zahnrad
6	Zahnflanken
8	formgebendes Profil
10	Schneckengang
12	zylindrischer Mittelteil
14	linke Flanke 14
16	rechte Flanke
18	Gangkopf
20	Werkzeugmaschine
22	Abrichtwerkzeug
24	Fläche
26	Beschädigung
28	Beschädigung
30	Schleifschnecke
32	Gang
34	Gang
36	Gang
38	Gangkopf des Gangs 32
40	Gangkopf des Gangs 34
42	Gangkopf des Gangs 36
44	Abrichtwerkzeug
46	Beschädigung des Gangs 34
48	Beschädigung des Gangs 32
A	Rotationsachse
R	Rotationsachse

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung einer abrichtbaren Schleifschnecke, mit den Verfahrensschritten:
 - Bereitstellen einer abrichtbaren Schleifschnecke (2, 30) in einer Werkzeugmaschine (20),
 - wobei die Schleifschnecke (2, 30) mindestens einen Schneckengang (10, 32, 34, 36) hat und
 - wobei die Werkzeugmaschine (20) ein Abrichtwerkzeug (22, 44) zum Abrichten der Schleifschnecke (2, 30) aufweist;
 - Abfahren eines Gangkopfs (18, 38, 40, 42) des Schneckengangs (10, 32, 34, 36) in Anlage mit einem Bereich (24) des Abrichtwerkzeugs (2, 44);
 - Messen und Auswerten mindestens eines Signals während des Abfahrens des Gangkopfs (18, 38, 40, 42), das für den Kontakt zwischen dem Abrichtwerkzeug (22, 44) und dem Gangkopf (18, 38, 40, 42) des Schneckengangs (10, 32, 34, 36) charakteristisch ist, wie eine Kontaktkraft, eine Verlagerung, ein Körperschall, eine Leistungsaufnahme eines Antriebs oder dergleichen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- das Abfahren des Gangkopfs (18, 38, 40, 42) des Schneckengangs (10, 32, 34, 36) in Anlage mit einem außen-durchmesserseitigen Bereich (24) des Abrichtwerkzeugs (2, 44) erfolgt.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Auswerten mindestens eines Signals ein Vergleichen des Signals mit einem Referenzsignal aufweist.
- 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass
 - durch die Schritte Abfahren, Messen und Vergleichen,
 - die Gangzahl der Schleifschnecke (2, 30),
 - die Gangrichtung der Schleifschnecke (2, 30) und
 - die Unversehrtheit des Gangkopfs (18, 38, 40, 42) des Schneckengangs (10, 32, 34, 36) der Schleifschnecke (2, 30) automatisiert überprüft werden.
- 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Abfahren des Gangkopfs (18, 38, 40, 42) als zusätzlicher Arbeitsgang nach einem Montieren der Schleifschnecke (2, 30) und/oder einem Antasten der Schleifschnecke (2, 30) und/oder nach einem Abrichten der Schleifschnecke (2, 30) und/oder vor einer Schleifbearbeitung eines Werkstücks einer Serie, insbesondere jeder Schleifbearbeitung eines Werkstücks einer Serie, erfolgt.
- 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Schleifschnecke (30) zwei oder mehr Schneckengänge (32, 34, 36) hat,
 - wobei die Schneckengänge (32, 34, 36) sequentiell überprüft werden, in dem für jeden Schneckengang (32, 34, 36) ein separater Durchlauf des Abfahrens und Messens erfolgt.
- 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Abrichtwerkzeug (22, 44) eine scheibenförmige Abrichtrolle mit V-förmigem oder trapezförmigem Profil ist.
- 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Abrichtwerkzeug (44) eine mehrrillige Abrichtrolle (44) zum gleichzeitigen Abrichten mehrerer Schneckengänge (32, 34, 36) ist,
 - wobei eine Rotationsachse (A) der mehrrilligen Abrichtrolle beim Abfahren des Gangkopfs (38, 40, 42) des Schneckengangs (32, 34, 36) relativ zu einer Rotationsachse (R) der Schleifschnecke (30) geneigt orientiert ist.
- 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass
 - für den Fall, dass eine Abweichung des gemessenen Signals von einem Referenzsignal eine vorgegebene, maximale Abweichung überschreitet, oder eine Auswertung des Signals Auffälligkeiten, wie lokale Maxima, Minima, Unterbrechungen oder dergleichen, zeigt, einer oder mehrere der nachfolgenden Schritte durchgeführt werden:
 - Unterbrechen eines Programmablaufs vor einer Schleifbearbeitung eines zu schleifenden Werkstücks;
 - Information eines Bedieners;
 - Anpassen einer Shiftstrategie für die Schleifbearbeitung;
 - Abrichten der Schleifschnecke (2, 30).

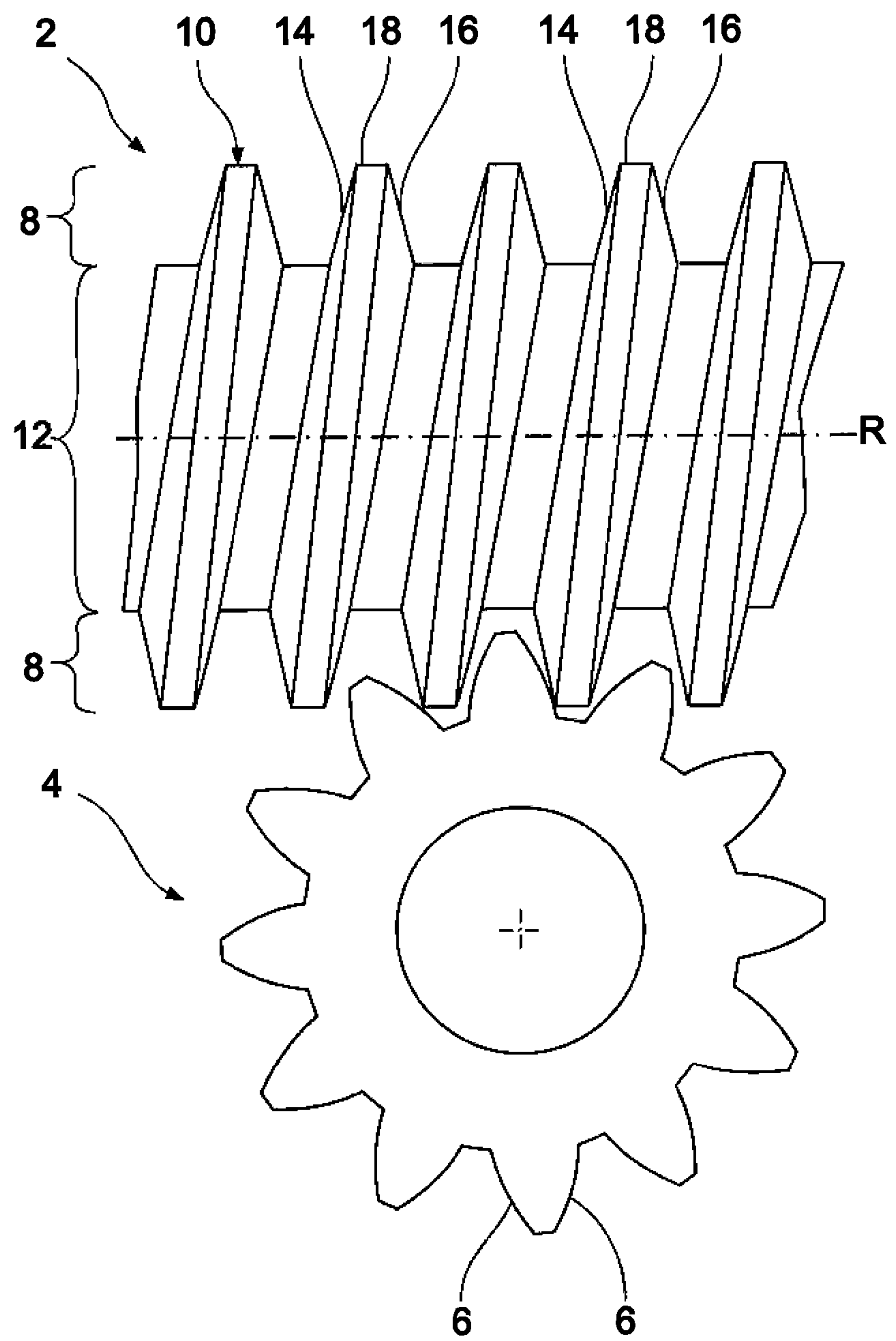


Fig. 1

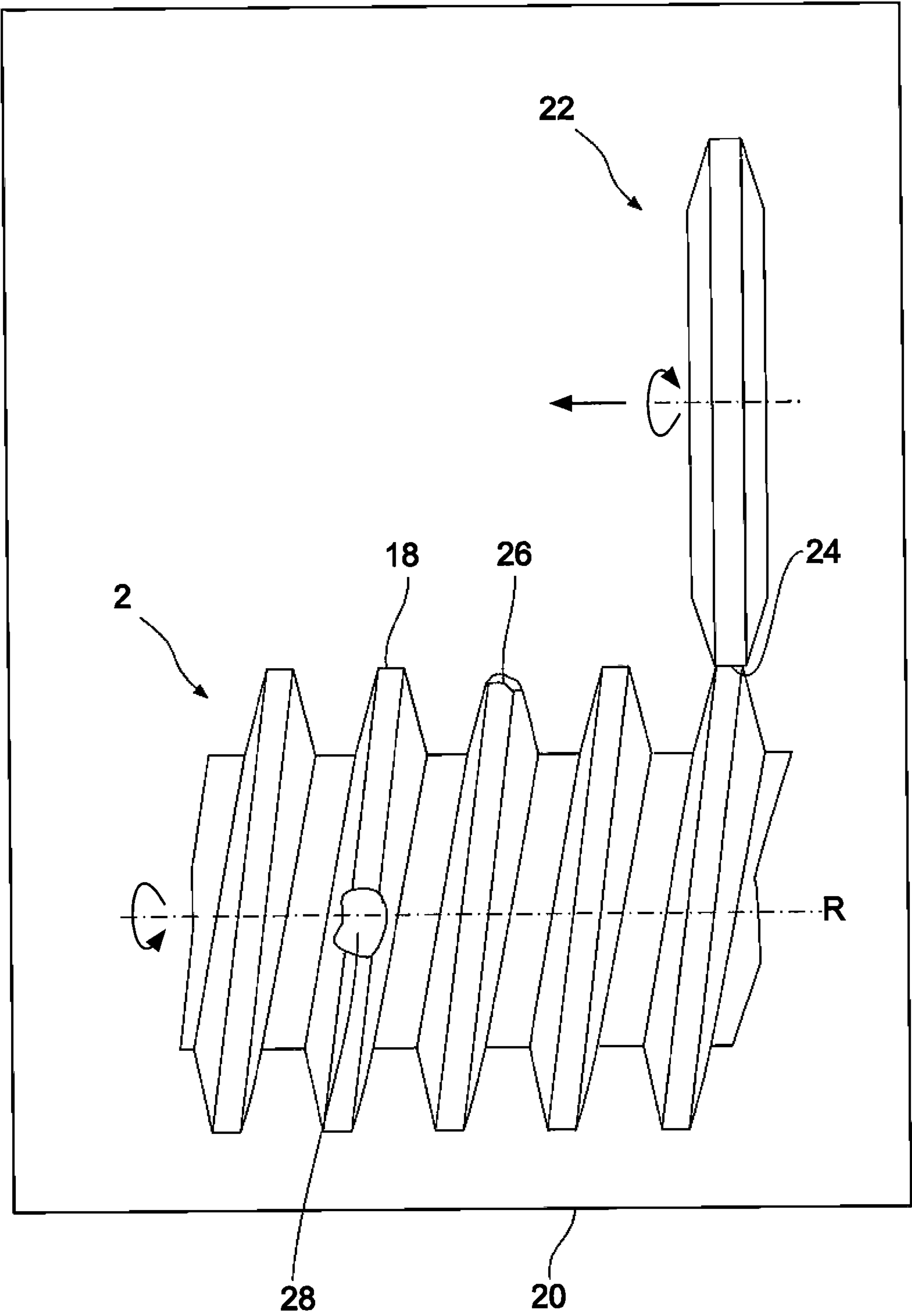


Fig. 2

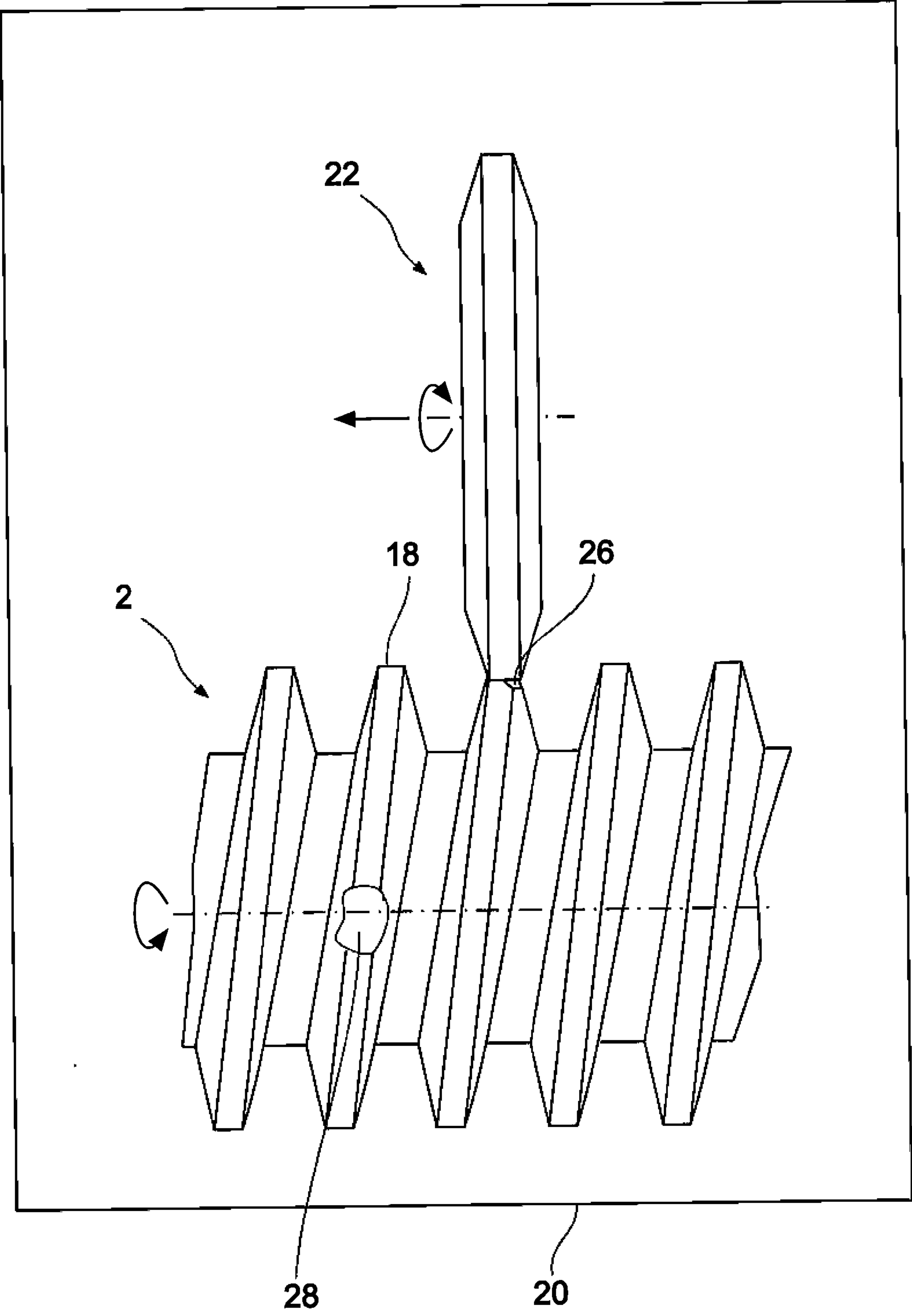


Fig. 3

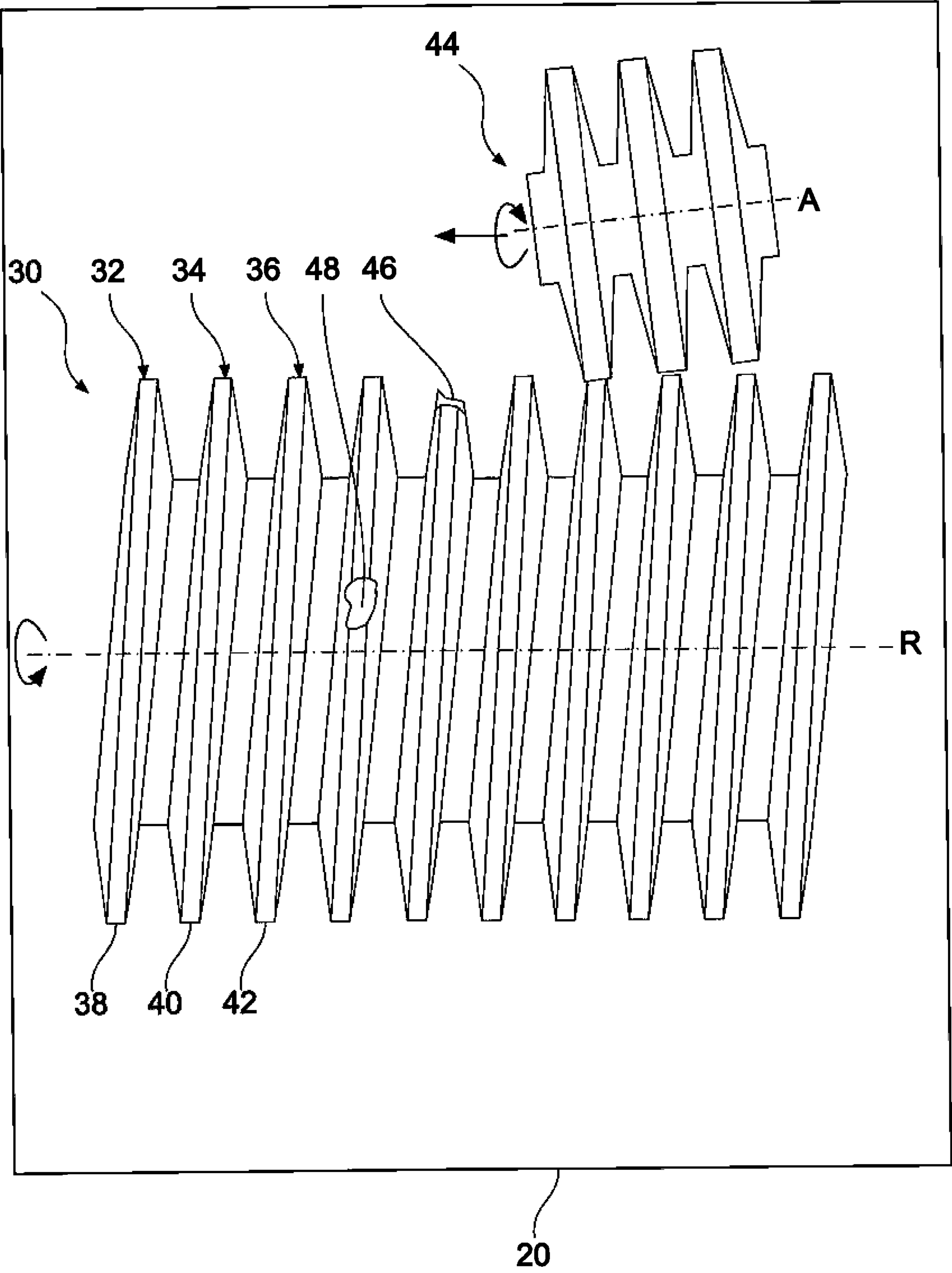


Fig. 4