



(11)

EP 2 809 478 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(51) Int Cl.:
B24B 7/16 (2006.01) B24B 7/17 (2006.01)
B24B 49/14 (2006.01) B24B 49/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13702612.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/051455

(22) Anmeldetag: **25.01.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2013/113628 (08.08.2013 Gazette 2013/32)

(54) **VERFAHREN ZUM SCHLEIFEN VON FEDERENDEN UND FEDERENDENSCHLEIFMASCHINE**

METHOD FOR GRINDING SPRING ENDS AND SPRING END GRINDING MACHINE

PROCÉDÉ DE RECTIFICATION D'EXTRÉMITÉS DE RESSORTS, ET RECTIFIEUSE POUR EXTRÉMITÉS DE RESSORTS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)

(30) Priorität: **01.02.2012 DE 102012201465**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 970 159 EP-B1- 0 722 810
JP-A- 2009 279 709 US-A- 4 358 912

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.12.2014 Patentblatt 2014/50

• **NEUHAUS G: "PROBLEMLOESUNGEN FUER DAS FEDERENDENSCHLEIFEN", DRAHT, MEISENBACH, BAMBERG, DE, Bd. 50, Nr. 1, 1. Februar 1999 (1999-02-01), Seiten 38-42, XP000822852, ISSN: 0012-5911**

(73) Patentinhaber: **WAFIOS AG**
72764 Reutlingen (DE)

(72) Erfinder:
• **WEIGMANN, Uwe-Peter**
72622 Nürtingen (DE)
• **REICH, Egon**
72800 Eningen (DE)
• **KUTTLER, Thomas**
72127 Kusterdingen-Immenhausen (DE)

Bemerkungen:

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

EP 2 809 478 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen von Federenden von Schraubendruckfedern gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie auf eine insbesondere zur Durchführung des Verfahrens geeignete Federendenschleifmaschine gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 12.

[0002] Schraubendruckfedern sind Maschinenelemente, die in zahlreichen Anwendungsbereichen in großen Stückzahlen und unterschiedlichen Ausgestaltungen benötigt werden. Schraubendruckfedern werden beispielsweise als Tragfedern oder Ventildfedern in großen Mengen im Automobilbau benötigt. Eine Schraubendruckfeder kann beschrieben werden als eine gewundene oder gewickelte Druckfeder aus Draht mit Abständen zwischen den Windungen.

[0003] Von besonderer Bedeutung für die sichere Funktion von Schraubendruckfedern bei der bestimmungsgemäßen Verwendung sind die Federenden, d.h. die beiden axialen Endbereiche der Schraubendruckfedern. Die Federenden dienen zur Überleitung der Federkraft auf die Anschlusskörper und sind in der Regel so auszubilden, dass bei jeder Federstellung ein möglichst axiales Einfedern bewirkt wird. Das Federendenschleifen, d.h. die Material abtragende Bearbeitung der Federenden mittels Schleifen, trägt in diesem Zusammenhang dazu bei, an den Federenden rechtwinklig zur Federachse ausreichende Auflageflächen für die Anschlusskörper zu schaffen.

[0004] Das Federendenschleifen ist ein Teil der Prozesskette zur Herstellung einer Schraubendruckfeder aus kaltverformtem Draht. Diese Prozesskette umfasst viele weitere Fertigungsschritte, die schließlich zu einer einbaufertigen Schraubendruckfeder führen. Eine wirtschaftliche Fertigung von Schraubendruckfedern ist nur möglich, wenn in den verschiedenen Prozessstufen rationelle Fertigungsprozesse realisiert werden. Dem Federendenschleifen kommt dabei besondere Bedeutung zu, da ein Großteil der anfallenden Herstellungskosten bei Schraubendruckfedern auf diesen Arbeitsgang entfallen. Daher werden erhebliche Anstrengungen unternommen, den Prozess des Federendenschleifens so zu optimieren, dass die Schraubendruckfedern mit hoher Produktivität hergestellt werden können, ohne dass die Qualität der gefertigten Produkte beeinträchtigt wird.

[0005] Für das Federendenschleifen hat sich in vielen Bereichen das Doppel-Seitenplanschleifverfahren mit ungespannten Federn durchgesetzt. Beim Schleifen mit rotierendem Werkzeug handelt es sich bekanntlich um ein spanendes Fertigungsverfahren mit geometrisch unbestimmten Schneiden. Die Bezeichnung des Doppel-Seitenplanschleifprozesses richtet sich nach der Art der zu erzeugenden Flächen (Planflächen), der Anzahl der zu schleifenden Flächen (zwei), dem sich hauptsächlich in Eingriff befindlichen Teil der Schleifscheibe (Seitenfläche) und dem Verfahren (Schleifen). Eine Besonderheit dieses Verfahrens ist die Tatsache, dass die Schrauben-

druckfedern den Schleifdruck selbst aufbringen.

[0006] Eine für das Doppel-Seitenplanschleifverfahren geeignete numerisch gesteuerte Federendenschleifmaschine hat eine Schleifeinheit, eine Ladeeinheit und eine Steuereinheit zur Steuerung der Ladeeinheit und der Schleifeinheit. Die Schleifeinheit hat ein Schleifscheibenpaar mit zwei drehbaren Schleifscheiben, deren Drehachsen normalerweise koaxial zueinander angeordnet oder leicht gegeneinander verkippt sind. Zwischen den einander zugewandten Seitenflächen der Schleifscheiben wird ein Schleifraum gebildet. Die Ladeeinheit hat mindestens einen mehr oder weniger achsparallel mit den Schleifscheiben drehbaren Ladeteller, der eine Vielzahl von außeraxialen Federaufnahmen zur Aufnahme von jeweils einer Schraubenfeder hat. Die Federachsen der in den Federaufnahmen aufgenommenen Schraubendruckfedern sollen dabei möglichst parallel zur Drehachse der Ladeeinheit und damit senkrecht zu den schleifenden Seitenflächen der Schleifscheiben stehen.

[0007] Zwischen den Achsen der Schleifscheiben und der Drehachse des Ladetellers besteht bei der Schleifoperation ein Abstand. Während einer Schleifoperation werden diejenigen Schraubendruckfedern, die in Federaufnahmen des Ladetellers aufgenommen sind, durch Drehung des Ladetellers sukzessive durch den Schleifraum zwischen den drehenden Schleifscheiben transportiert. Dabei werden jeweils beide Federenden der im Schleifraum befindlichen Schraubendruckfedern gleichzeitig durch Schleifen bearbeitet.

[0008] Der Abstand zwischen dem Drehzentrum des Ladetellers und dem Schleifscheibenzentrum bestimmt dabei die Lage der Schleifbahn. Die Schleifbahn oder Spur beschreibt den Weg, den die Schraubendruckfeder über der Schleifscheibe bei Drehung des Ladetellers zurücklegen. Die Spur, die Schleifgeschwindigkeit, die Ladetellerdrehzahl sowie der Schleifdruck bestimmen gemeinsam die erzielbare Schleifleistung.

[0009] Im Hinblick auf eine hohe Produktivität ist man in der Regel bestrebt, eine möglichst hohe Schleifleistung, d.h. einen möglichst hohen Abtrag pro Zeiteinheit, zu erzielen. Die Schleifleistung wird allerdings durch die zulässige Temperatur des Federmaterials und die Leistungsfähigkeit der Schleifscheiben begrenzt. Wird das Federmaterial zu heiß, kann es zu Materialveränderungen kommen, welche das spätere Federverhalten und/oder die Festigkeit des Materials negativ beeinflussen. Daher sollte Materialüberhitzung nach Möglichkeit vermieden werden.

[0010] Einige Verfahren sehen eine aktive Kühlung des Schleifraums und/oder des Ladetellers vor. Bei der Schleifraumkühlung wird beispielsweise Frischluft direkt in den Schleifraum eingeblasen mit dem Ziel, die Schraubendruckfedern, die Späne und die Schleifkörner abzukühlen, die Reibungswärme abzuführen und die Spanräume auszublasen. Bei der Ladetellerkühlung wird Kühlluft in die Schraubendruckfedern eingeblasen. Ziel dabei ist es, das spezifische Abtragsvermögen dadurch

zu erhöhen, dass die Temperatur der Schraubendruckfedern im Prozess möglichst konstant und ausreichend niedrig gehalten wird.

[0011] Die japanische Patentanmeldung JP 2009-279709 A beschreibt eine Federendenschleifmaschine für das Doppel-Seitenplanschleifen, bei der unmittelbar neben den Schleifscheiben außerhalb des Schleifraums zwei zueinander parallele Kühlplatten angebracht sind, deren einander zugewandten Stirnflächen im Wesentlichen in Verlängerung der einander zugewandten Seitenflächen der Schleifscheiben liegen. Die mittels eines durchgeleiteten Kühlfluids gekühlten Kühlplatten begrenzen einen zwischen den Kühlplatten liegenden Raum, in welchem sich die Schraubendruckfedern bei Drehung des Ladetellers bewegen, sobald sie den Schleifraum verlassen. Die Federenden stehen dabei im Berührungskontakt mit den Kühlplatten. Auf diese Weise ist eine Kontaktkühlung der Federenden während einer Schleifoperation möglich.

[0012] Die europäische Patentschrift EP 0 722 810 B1 offenbart eine gattungsgemäße Federendenschleifmaschine.

[0013] Die europäische Patentanmeldung EP 1 970 159 A1 beschreibt eine Bearbeitungsmaschine mit Mitteln zu Erfassung von Bearbeitungsparametern. Die Bearbeitungsmaschine hat eine obere und eine untere rotierend antreibbare Arbeitsscheibe, deren Arbeitsflächen einander zugekehrt sind. Die Arbeitsflächen bilden zwischen sich einen Arbeitsspalt, in dem mehrere Läufer-scheiben angeordnet sind, die in Ausnehmungen Werkstücke aufnehmen und mittels einer Abwälzvorrichtung in Rotation versetzbar sind, wodurch sie sich entlang einer zyklodischen Bahn bewegen. In der oberen Arbeitsscheibe sind über ihren Querschnitt verteilt mehrere Sensorelemente zur Erfassung von mindestens einem Bearbeitungsparameter angeordnet. Die Sensorelemente sind mit einem passiven oder aktiven RFID-Chip gekoppelt. Der oberen Arbeitsscheibe ist eine Lesevorrichtung zur Auslesung der RFID-Chips zugeordnet. Dadurch ist eine automatische Identifikation und Lokalisierung von Objekten möglich. Bei den Sensoren kann es sich um Temperatursensoren handeln. Mit einer Vielzahl von Temperatursensoren lässt sich ein Temperaturprofil im Arbeitsspalt ermitteln.

AUFGABE UND LÖSUNG

[0014] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Schleifen von Federenden von Schraubendruckfedern sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Federendenschleifmaschine bereitzustellen, die mit hoher Produktivität arbeiten können und gleichzeitig eine hohe Sicherheit gegen Überhitzung der bearbeiteten Schraubendruckfedern bieten.

[0015] Zur Lösung dieser Aufgabe stellt die Erfindung ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 bereit. Weiterhin wird eine Federendenschleifmaschine mit den Merkmalen von Anspruch 12 bereitgestellt.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird durch Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0017] Ein erfindungsgemäßes Verfahren der gattungsgemäßen Art zeichnet sich dadurch aus, dass während der Schleifoperation an mindestens einer der Schraubendruckfedern durch eine Temperaturmessung ein die Temperatur repräsentierendes Temperatursignal ermittelt wird und eine Steuerung der Federendenschleifmaschine in Abhängigkeit von dem Temperatursignal erfolgt. Die Angabe "während der Schleifoperation" bezieht sich dabei auf das Zeitintervall zwischen dem Beginn und dem Ende einer Schleifoperation, wobei die Schleifoperation beginnt, wenn Schraubendruckfedern erstmalig in den Schleifraum einfahren und endet, wenn der angestrebte Abtrag erzielt ist und die letzte Schraubendruckfeder aus dem Schleifraum ausgefahren ist. Es wird somit eine direkte Temperaturüberwachung an Schraubendruckfedern während der Schleifoperation durchgeführt. Da die Temperaturmessung während der Schleifoperation, also "in process" durchgeführt wird, ist eine zeitnahe temperaturabhängige Steuerung des Schleifprozesses möglich. Der Schleifprozess kann dadurch bei Bedarf an der oberen Leistungsgrenze der Abtragsleistung betrieben werden, bei der eine Überhitzung noch zuverlässig vermieden wird. Durch die direkte Temperaturüberwachung kann darauf verzichtet werden, mit unnötig großen Sicherheiten gegen eine Überhitzung des Federmaterials zu arbeiten, die die Leistungsfähigkeit des Schleifprozesses mehr als nötig einschränken. Auf aufwendige Kühlmaßnahmen kann ggf. verzichtet werden.

[0018] Eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Federendenschleifmaschine hat ein Temperaturmesssystem mit mindestens einer Temperaturmess-einrichtung, die dafür eingerichtet ist, während einer Schleifoperation an mindestens einer der Schraubendruckfedern ein die Temperatur repräsentierendes Temperatursignal zu ermitteln und zur Weiterverarbeitung abzugeben, so dass die Federendenschleifmaschine in Abhängigkeit von dem Temperatursignal gesteuert werden kann.

[0019] Da die Federenden sich beim Schleifen stärker aufheizen als Bereiche näher zur Federmitte, wird die Temperatur vorzugsweise möglichst nahe an (mindestens) einem Federende ermittelt, z.B. im Bereich einer ersten an ein Federende anschließenden Windung. Besonders zuverlässig sind dabei Messungen direkt an der durch Schleifen bearbeiteten Stirnseite.

[0020] Die Temperaturmessung erfolgt vorzugsweise berührungslos über Erfassung und Auswertung von abgegebener Wärmestrahlung. Hierzu kann z.B. ein Pyrometer oder eine Wärmebildkamera als Temperaturmess-einrichtung verwendet werden. Die Verwendung (mindestens) einer Wärmebildkamera (Zeilenkamera oder Flächenkamera) bietet den zusätzlichen Vorteil einer ortsauflösenden Temperaturmessung, bei der gleichzeitig oder zeitlich versetzt an zwei oder mehr mit Abstand

zueinander liegenden Messpositionen an einer Schraubendruckfeder oder an mehreren unterschiedlichen Schraubenfedern gemessen werden kann.

[0021] Vorzugsweise findet eine automatische Regelung mindestens eines Schleifparameters in Abhängigkeit von der Federtemperatur bzw. von dem diese repräsentierenden Temperatursignal statt. Dazu ist bei bevorzugten Ausführungsformen die Temperaturmessenrichtung an die Steuereinheit kabelgebunden oder drahtlos zur Signalübertragung angeschlossen und in der Steuereinheit ist ein Steuerprogramm aktiv, das zur Verarbeitung des Temperatursignals oder eines daraus abgeleiteten Signals konfiguriert ist, wobei die Steuereinheit mindestens einen Betriebsparameter der Schleifeinheit und/oder der Ladeinheit in Abhängigkeit von dem Temperatursignal während der Schleifoperation ändert. Zu den veränderbaren Betriebsparametern können beispielsweise die Drehgeschwindigkeit des Ladetellers und die Drehgeschwindigkeiten der beiden Schleifscheiben gehören, die vorzugsweise unabhängig voneinander verändert werden können. Wenn die Federendenschleifmaschine für das Zustellschleifen eingerichtet ist, kann alternativ oder zusätzlich auch die Zustellung einer in Richtung auf die andere Schleifscheibe zustellbaren Schleifscheibe in Abhängigkeit vom Temperatursignal gesteuert werden.

[0022] Als Alternative wäre auch eine halbautomatische Regelung möglich, bei der ein Bediener in den Regelungsprozess einbezogen wird. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass auf Basis des Temperatursignals eine Anzeigeeinrichtung, beispielsweise eine optische Anzeigeeinrichtung und/oder eine akustische Anzeigeeinrichtung aktiviert wird, wenn das Temperatursignal eine Erwärmung der Schraubendruckfedern über einen noch als unkritisch geltenden Schwellwert hinaus anzeigt. Dadurch wird dem Bediener die Möglichkeit gegeben, durch Änderungen von Betriebsparametern der Schleifeinheit und/oder der Ladeinheit in den Schleifprozess einzugreifen, um eine Überhitzung der Schraubendruckfedern zu vermeiden.

[0023] Die temperaturabhängige Steuerung bzw. Regelung kann beim Durchlaufverfahren und beim Zustellverfahren genutzt werden. Bekanntlich spricht man vom Durchlaufschleifen, wenn die Schleifscheiben während der Schleifoperation nicht zugestellt werden und das Endmaß in einem Durchlauf durch den Schleifraum erreicht wird. Beim Zustellschleifen findet dagegen eine Zustellbewegung einer der Schleifscheiben statt, um die Schraubendruckfedern auf das Endmaß zu schleifen. Es kann sich dabei beispielsweise um eine der Schleifkraft proportionale konstante oder getaktete Zustellbewegung handeln, die mittels elektronischer Regelung erzeugt wird.

[0024] Besondere Vorteile ergeben sich dann, wenn die Federendenschleifmaschine für den Prozess des Zustellschleifens eingerichtet ist und im Zustellverfahren betrieben wird. Beim Zustellschleifen gemäß der beanspruchten Erfindung wird während der Schleifoperation

mindestens eine der Schleifscheiben mit einer durch die Steuereinheit vorgegebenen Zustellgeschwindigkeit in Richtung auf die andere Schleifscheibe zugestellt. Dabei ist gemäß der beanspruchten Erfindung vorgesehen, die Zustellgeschwindigkeit in Abhängigkeit von dem Temperatursignal zu steuern, also eine temperaturabhängige Regelung der Zustellgeschwindigkeit durchzuführen.

[0025] Eine besonders hohe Produktivität wird bei manchen Ausführungsformen dadurch erreicht, dass die Zustellung mit einer vorgegebenen, ggf. vom Bediener einstellbaren, maximalen Zustellgeschwindigkeit erfolgt, bis ein von Art der Schraubendruckfeder und von anderen Prozessparametern abhängiger Schaltpunkt erreicht ist, bei dem sich die Temperatur bis auf eine vorgebbare Temperaturdifferenz an eine vorgegebene Grenztemperatur angenähert hat. Als "Grenztemperatur" wird hier eine Temperatur des Federmaterials angesehen, bei deren Überschreitung temperaturbedingte Materialschädigungen nicht mehr zuverlässig ausgeschlossen werden können. Der Schleifprozess sollte daher nach Möglichkeit so gefahren werden, dass die Grenztemperatur nicht erreicht wird. Hierzu dient die ggf. durch Eingaben an der Steuerung einstellbare Temperaturdifferenz, die sozusagen einen Sicherheitsabstand zur Grenztemperatur repräsentiert. Bei dieser Verfahrensvariante kann somit so lange mit der vorgebbaren maximalen Zustellgeschwindigkeit und damit mit maximaler Abtragsleistung geschliffen werden, solange dadurch die Temperatur der Schraubendruckfedern der Federenden der Schraubendruckfedern nicht zu nahe an die Grenztemperatur ansteigt.

[0026] Nach Erreichen des Schaltpunktes wird die Zustellgeschwindigkeit dann so weit reduziert, dass auch in der Folge die Grenztemperatur nicht überschritten wird. Insbesondere kann die Zustellgeschwindigkeit nach Erreichen des Schaltpunktes so gesteuert werden, dass eine Temperaturdifferenz zu der Grenztemperatur im Wesentlichen konstant bleibt. In diesem Fall kann also weiterhin mit optimaler Zustellgeschwindigkeit immer in der Nähe der Leistungsgrenze des Prozesses gefahren werden, aber auf der im Hinblick auf die Gefahr der Überhitzung sicheren Seite.

[0027] Allgemein formuliert kann für eine Schleifoperation in Abhängigkeit von Eigenschaften des Federmaterials und der Federn eine Grenztemperatur vorgegeben werden, die einer gerade noch tolerierbaren Maximaltemperatur entspricht, und die Steuerung kann derart durchgeführt werden, dass die Temperatur der Schraubendruckfeder zu keiner Zeit während der Schleifoperation die vorgegebene Grenztemperatur übersteigt. Ggf. können Ausnahmen in der Anfangsphase einer Schleifoperation zugelassen werden, wenn sichergestellt ist, dass ggf. überhitzte Bereiche im weiteren Verlauf der Schleifoperation noch ausreichend stark abgetragen werden, so dass das fertige Produkt keine ggf. durch Überhitzung beschädigten Abschnitte enthält.

[0028] Obwohl es prinzipiell möglich ist, die Temperatur der Schraubendruckfeder während des Schleifein-

griffs zu messen, also während sich die Schraubendruckfedern innerhalb des Schleifraums befinden, ist es bevorzugt, wenn das Temperatursignal außerhalb des Schleifraums ermittelt wird. Dies ermöglicht konstruktiv relativ einfache Lösungen, die zudem den Vorteil haben, dass die Temperaturmessung durch den Schleifprozess nicht direkt beeinträchtigt wird.

[0029] Ein besonders zuverlässiger Steuerungsprozess wird bei manchen Ausführungsformen dadurch erreicht, dass die Ermittlung des Temperatursignals an einer Schraubendruckfeder unmittelbar nach Austritt der Schraubenfeder aus dem Schleifraum erfolgt. Während einer Schleifoperation werden die Schraubendruckfedern in der Regel mehrfach auf kreisbogenförmigen Schleifbahnen durch den Schleifraum transportiert. Dadurch ergibt sich ein Wechsel zwischen einer Schleifphase, in der die Schraubendruckfedern sich zwischen den Schleifscheiben befindet und ihre Federenden geschliffen werden, und einer eingriffsfreien Umlaufphase, die mit dem Ausfahren aus dem Schleifraum beginnt und mit dem erneuten Einfahren der Schraubendruckfedern in den Schleifraum endet. Vorzugsweise findet die Ermittlung des Temperatursignals also zu Beginn der eingriffsfreien Umlaufphase statt, also am Anfang einer zwischenzeitlichen Abkühlphase. Da in diesem Fall die Schraubendruckfeder zwischen der Schleifbearbeitung und dem Messzeitpunkt nicht oder nur sehr wenig abkühlen kann, kann das Temperatursignal als repräsentativ für die maximal während des Schleifeingriffs erreichte Temperatur angesehen werden, wobei sich allenfalls eine geringe konstante Differenz zur tatsächlich erreichten Maximaltemperatur ergibt. Hierdurch wird die Regelung besonders prozesssicher.

[0030] Es ist auch möglich, an mindestens zwei Stellen des eingriffsfreien Umlaufs zu messen, z.B. einerseits unmittelbar nach Austritt aus dem Schleifraum und andererseits unmittelbar vor Eintritt in den Schleifraum. Dadurch kann eine aus dem Schleifprozess resultierende bzw. für den aktuellen Schleifprozess charakteristische Temperaturabnahme für gegebene Parameter wie Zustellung, Drehzahl, evtl. Federparameter o.dgl. erfasst und z.B. durch eine Temperaturdifferenz quantifiziert werden. Somit kann der Einfluss der Umgebung bzw. die Abkühlung außerhalb des Schleifraums erfasst und bei der Steuerung berücksichtigt werden. Man kann dadurch einen lernenden Prozess erhalten.

[0031] In vielen Fällen hat ein Ladeteller zwei, drei oder mehr in konzentrischen Ringen angeordnete Federaufnahmen, so dass pro Zeiteinheit große Anzahlen von Schraubendruckfedern geschliffen werden können. Werden die Federaufnahmen bestückt, so sind Schraubendruckfedern in unterschiedlichen radialen Abständen zur Drehachse des Ladetellers angeordnet. Bei einer Verfahrensvariante ist vorgesehen, dass für mindestens zwei radiale Abstände separate Temperatursignale erfasst und gemeinsam verarbeitet werden. Wird die Temperatur in zwei, drei oder mehr unterschiedlichen radialen Positionen gemessen, kann beispielsweise über die

Temperaturdifferenz ein ungleichmäßiger Verschleiß der Schleifscheibe in Radialrichtung identifiziert werden. Damit lässt sich beispielsweise ein optimaler Zeitpunkt für das Abrichten der Schleifscheiben bestimmen, der beispielsweise dann erreicht sein kann, wenn die Temperaturdifferenz einen vorbestimmten Differenzwert übersteigt.

[0032] Bei einer Weiterbildung werden auf Basis der separaten Temperatursignale Daten für ein radiales Abrichtprofil einer Schleifscheibe ermittelt und/oder es wird auf Basis der separaten Temperatursignale der Verschleißzustand der Schleifscheibe bewertet. Hierdurch könnten gleichbleibend gute Schleifergebnisse erzielt werden. Durch diese Maßnahmen kann berücksichtigt werden, dass die Schleifscheiben in der Regel in Radialrichtung ungleichmäßig verschleifen. Als Folge davon werden in der Regel die Temperaturen derjenigen Schraubendruckfedern, die näher am äußeren Umfang der Schleifscheibe geschliffen werden, geringer sein als die Temperaturen derjenigen Schraubendruckfedern, die näher am Drehzentrum der Schleifscheiben vorbeilaufen. Diese Ungleichmäßigkeit kann durch Abrichten verringert bzw. beseitigt werden.

[0033] Bei einer Verfahrensvariante wird die Temperatur unmittelbar nach dem Abrichten wieder an radial unterschiedlichen Positionen erfasst. Damit lässt sich eine Veränderung des Abrichters überwachen und es kann der optimale Zeitpunkt für einen Austausch des Abrichters festgestellt werden.

[0034] Die Temperaturmesseinrichtung kann nach unterschiedlichen Prinzipien arbeiten. Bei manchen Ausführungsformen ist mindestens ein flächig messender Temperatursensor vorgesehen, beispielsweise in Form einer Infrarot-Kamera bzw. Wärmebildkamera. In dessen Bildfeld können ggf. zwei oder mehr Messbereiche definiert werden, so dass zeitgleich die Temperatur an unterschiedlichen Stellen einer Schraubendruckfeder oder aber an unterschiedlichen Schraubendruckfedern gemessen werden kann. Es ist auch möglich, einen oder mehrere punktförmig messende Temperaturmesssensoren zu verwenden.

[0035] Bei manchen Ausführungsformen von Federendenschleifmaschinen ist ein verfahrbarer Schutzschild vorgesehen, welcher z.B. bogenförmig und/oder gewinkelt ausgestaltet sein kann und in seiner Betriebsstellung den Schleifraum in Richtung des freiliegenden Teils des Ladetellers abschließt. Vorzugsweise ist eine Temperaturmesseinrichtung an der den Schleifscheiben abgewandten Seite des Schutzschildes angebracht. Dadurch kann die Temperaturmessung unmittelbar nach Austritt der Schraubendruckfedern aus dem Schleifraum erfolgen. Gleichzeitig ist sichergestellt, dass die Temperaturmessung durch evtl. Funkenflug nicht gestört wird.

[0036] Eine Weiterbildung des Verfahrens und der Vorrichtung berücksichtigt, dass es zwischen einer Veränderung eines Schleifparameters und einer damit einhergehenden bzw. dadurch verursachten Veränderung der Temperatur von Schraubendruckfedern einen zeitabhän-

gigen funktionalen Zusammenhang (d.h. eine Zeitfunktion) gibt, welcher unter anderem von den Schleifbedingungen (wie z.B. Drehzahl, Zustellgeschwindigkeit, Art der Schleifscheiben), von dem für die Schraubendruckfeder verwendeten Draht, von der Federform und weiteren Parametern abhängen kann. Bei Berücksichtigung dieser Zusammenhänge ist eine präzisere und noch effizientere Verfahrensführung möglich. Dazu kann vorgesehen sein, dass in einem Speicher der Steuereinheit Referenzschleifoperationsdaten gespeichert werden bzw. gespeichert sind, die mindestens einen zeitabhängigen funktionalen Zusammenhang zwischen der Änderung eines Schleifparameters und einer davon abhängigen Änderung der Temperatur von Schraubendruckfedern repräsentieren, wobei der Schleifprozess unter Berücksichtigung der Referenzschleifoperationsdaten gesteuert wird. Dadurch ist eine vorausschauende (prädikative) Regelung der Schleifoperation möglich.

[0037] Um besonders realistische und zuverlässige Referenzschleifoperationsdaten zu erhalten, wird vorzugsweise vor einer für einen Produktionsprozess vorgesehenen Schleifoperation mindestens eine Referenzschleifoperation zur Ermittlung von Referenzschleifoperationsdaten durchgeführt. Diese werden somit experimentell ermittelt. Grundsätzlich ist es auch möglich, auf Basis geeigneter Modelle Referenzschleifoperationsdaten theoretisch zu ermitteln. Vorzugsweise sollten die erhaltenen Daten auch in diesem Fall anhand von Experimenten überprüft und gegebenenfalls verfeinert werden.

[0038] Bei einer Referenzschleifoperation werden typische Parameter, wie z.B. die Zustellgeschwindigkeit und/oder die Schnittgeschwindigkeit geändert und der zeitliche und/oder der wertmäßige Einfluss der Änderung dieser Parameter auf die Temperatur der Schraubendruckfedern wird gemessen. Aus den so erhaltenen Referenzschleifoperationsdaten können Regeln und/oder Formeln abgeleitet werden, aus denen die Steuereinheit beispielsweise ableiten kann, zu welchem Zeitpunkt eine Korrektur in welcher Weise erfolgen muss, damit eine Überschreitung einer zulässigen Maximaltemperatur während der Schleifoperation sicher vermieden werden kann.

[0039] Beispielsweise kann es sein, dass bei einer Schleifoperation die zustellbare Schleifscheibe sehr schnell, d.h. mit hoher Zustellgeschwindigkeit zugestellt wird, so dass die Temperatur der geschliffenen Federn steil ansteigt. Ohne vorausschauende Regelung könnte die Zustellung beispielsweise dann gestoppt werden, wenn eine vorgegebene zulässige Maximaltemperatur erreicht ist. Die Schraubendruckfedern werden jedoch unter Umständen noch vorgespannt sein, so dass sich die Schraubendruckfedern weiter erhitzen würden. Daher wäre es in diesem Fall vorteilhaft, die Zustellgeschwindigkeit bereits früher zu reduzieren. Der richtige Zeitpunkt kann auf Basis der Referenzschleifoperationsdaten eingestellt werden. Um die Vorspannung schnell zu reduzieren, kann es gegebenenfalls sogar nötig sein, die Zustellung in den negativen Bereich zu fahren. Mit

Hilfe einer oder mehrerer Referenzschleifoperationen bzw. Schleifversuchen kann der optimale Zeitpunkt für den Beginn der Änderung der Zustellgeschwindigkeit und auch für das Ausmaß der Änderung ermittelt werden, um ein "Überschießen" der Temperatur zu vermeiden.

[0040] Bei Federendenschleifmaschinen mit Schleifraumkühlung und/oder mit Ladetellerkühlung sind typischerweise ein oder mehrere Gebläse vorgesehen, die über geeignete Leitungen Luft in die zu kühlende Bereiche einblasen. Diese Maßnahmen der Kühlung erbringen in der Regel nur in Verbindung mit einer ausreichenden Absaugleistung den erwünschten Luftstrom und Kühleffekt. Unter Absaugen wird hier das Entfernen prozessbedingt anfallender Komponenten aus dem Arbeitsbereich der Maschine verstanden. Abgesaugt werden beispielsweise metallische Späne und Metallpartikel, Schleifmittelabrieb, Prozesswärme und Funken sowie Dämpfe von organischen und anorganischen Schmiermitteln. Hierzu sind in der Regel Absauggebläse mit erheblichen Absaugleistungen vorgesehen. Bei bevorzugten Ausführungsformen kann auf Basis der Temperaturmessung eine Optimierung der Lufteinbringung in die Schleifmaschine und/oder der Absaugung erreicht werden, indem die Steuerung von Gebläsen für Luftzufuhr und/oder für die Absaugung von Luft in Abhängigkeit von Temperatursignalen der Temperaturmessung erfolgt. Die aktuelle Gebläseleistung kann als weiterer Betriebsparameter der Federendenschleifmaschine angesehen werden. Auf diese Weise können die Gebläse und die Absaugung bezüglich Leistungsbedarf und Effizienz optimiert werden.

[0041] Dadurch kann unter anderem berücksichtigt werden, dass beispielsweise bei verschiedenen hohen Schraubendruckfedern und/oder verschiedenen Füllungsgraden der Ladeteller unterschiedliche Bedarfe an Absaugung und Einblasung existieren werden. Die Gebläseleistungen können entsprechend auf Werte unterhalb ihrer maximalen Gebläseleistung eingeregelt werden, so dass ein energieeffizienter Betrieb bei gleichzeitiger Vermeidung von Überhitzung der Schraubendruckfedern sichergestellt ist. Bei einer Verfahrensvariante wird zu Beginn einer Schleifoperation noch mit maximaler Gebläseleistung für Einblasung und/oder Absaugung begonnen. Danach wird die Gebläseleistung nach einem vorgebbaren Zeitschema Schritt für Schritt oder kontinuierlich reduziert und die Auswirkung auf die Schraubendruckfedertemperatur wird überwacht. Auf diese Weise lässt sich überprüfen, ob der Einsatz der Gebläse überhaupt nötig ist bzw. mit welcher (unterhalb der Maximalleistung liegenden) Leistung sie arbeiten können, um einen störungsfreien Betrieb sicherzustellen. Hierdurch ist eine erhebliche Reduzierung des Energieverbrauchs der Federendenschleifmaschine möglich. Die Regelung der Schleifparameter kann auf Basis einer Kombination aus Temperaturmesswerten und Werten für das Drehmoment der Schleifscheiben erfolgen.

[0042] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den

Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können. Ausführungsbeispiele sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0043]

- Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Federendenschleifmaschine gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;
- Fig. 2 zeigt in perspektivischer Darstellung Details der Federendenschleifmaschine aus Fig. 1;
- Fig. 3 zeigt eine schematische Seitenansicht des Bereichs der Schleifscheiben und eines Ladetellers während einer Schleifoperation;
- Fig. 4 zeigt eine schematische Draufsicht des Bereichs der Schleifscheiben und eines Ladetellers während einer Schleifoperation;
- Fig. 5 zeigt Diagramme zur Abhängigkeit der Temperatur von Schraubendruckfedern von der Schleifzeit bei unterschiedlichen radialen Abständen der Schraubendruckfedern vom Drehzentrum des Ladetellers für eine frisch abgerichtete Schleifscheibe (Fig. 5A) und für eine radial ungleichmäßig verschlissene Schleifscheibe (Fig. 5B); und
- Fig. 6 zeigt einen Vergleich von Temperatur-Schleifzeit-Verläufen bei einer konventionellen Schleifoperation und bei einer temperaturgeregelten Verfahrensführung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0044] Im Folgenden werden besondere Aspekte von Ausführungsformen der Erfindung am Beispiel einer vertikal aufgebauten Federendenschleifmaschine 100 dargestellt, die für die Trockenbearbeitung von Schraubendruckfedern (vereinfacht auch als Federn bezeichnet) im Doppel-Seitenplanschleifverfahren mit ungespannten Federn im Zustellverfahren eingerichtet ist. Die Maschine ist in Single-Bauweise mit zwei Schleifspindeln und zwei Ladetellern aufgebaut. Sie umfasst im Wesentlichen eine Schleifeinheit 120, eine Ladeeinheit 150 sowie eine Steuereinheit 160 zur Steuerung von steuerbaren Komponenten der Ladeeinheit 150 und der Schleifeinheit

120.

[0045] Die Schleifeinheit 120 hat ein Schleifscheibenpaar mit zwei koaxial drehbaren Schleifscheiben 130, 140, zwischen denen im Betrieb der Maschine ein Schleifraum 135 gebildet wird. Die obere Schleifscheibe 130 ist am unteren Ende einer oberen Schleifspindel 132 befestigt, die mit vertikaler Drehachse 134 im oberen Teil der Tragekonstruktion der Schleifeinheit gelagert ist und mittels eines oberen Motors 136 angetrieben werden kann. Die untere Schleifscheibe 140 wird von einer im unteren Teil der Tragekonstruktion drehbar gelagerten unteren Schleifspindel 142 getragen, die mittels eines unteren Motors 146 um eine vertikale Drehachse 144 gedreht werden kann, die koaxial zur Drehachse 134 der oberen Schleifspindel verläuft.

[0046] Der in der Höhe variable Schleifraum wird nach oben durch die im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse 134 verlaufende Seitenfläche 131 der oberen Schleifscheibe 130 und nach unten durch die im Wesentlichen senkrecht zur unteren Drehachse 144 ausgerichtete Seitenfläche 141 der unteren Schleifscheibe begrenzt.

[0047] Die obere Funktionseinheit mit oberer Schleifspindel 132 und Motor 136 ist zur Anpassung an verschiedene Federlängen höhenverstellbar. Die untere Schleifspindel ist vertikal verfahrbar, um eine Anpassung an unterschiedliche Federlängen zu ermöglichen. Bei Ausführungsformen, die auch für das Federendenschleifen im Durchlaufverfahren genutzt werden können, ist als Option vorgesehen, eine der Schleifscheiben bzw. eine der Schleifspindeln in eine definierte Schrägstellung zu bringen. Um einen Schleifprozess im Zustellverfahren durchführen zu können, ist die obere Schleifspindel 132 durch Bewegung parallel zur Spindelachse 134 in Richtung auf die untere Schleifscheibe zustellbar, wobei die Zustellgeschwindigkeit bzw. das Zustellgeschwindigkeitsprofil durch die Steuereinheit 160 vorgegeben werden kann.

[0048] Die unmittelbar neben der Schleifeinheit 120 angeordnete Ladeeinheit 150 hat zwei achsparallel mit den Schleifscheiben unbegrenzt drehbare Ladeteller 160, 170, die gemeinsam von einem Drehtisch 180 getragen werden, der mittels eines nicht gezeigten Antriebs um eine vertikale Drehachse 182 drehbar ist. Der erste Ladeteller 160 wird von einer ersten Ladetellerwelle 162 getragen, die mit vertikaler Drehachse 164 am Drehtisch gelagert ist. Der erste Ladeteller befindet sich in Fig. 1 in seiner Arbeitsposition mit teilweisem Eingriff in den Schleifraum. Der zweite Ladeteller 170 wird durch eine zweite Ladetellerwelle 172 getragen, die um eine vertikale Drehachse 174 drehbar ist. Die Drehachsen der Ladeteller liegen in gleichen radialen Abständen von der Drehachse 182 des Drehtisches an diametral gegenüberliegenden Positionen. Der zweite Ladeteller befindet sich in seiner Ladeposition, die ein maschinelles oder manuelles Be- und Entladen der Federaufnahmen gestattet. Die Ladeteller sind jeweils leicht auswechselbar, um die Maschine für unterschiedliche Federgeometrien einzurichten.

[0049] Die Ladetellerwellen können jeweils durch eigene Antriebe angetrieben werden. Es ist auch möglich, einen einzelnen Antrieb im Bereich der Arbeitsposition anzubringen und die Ladetellerwelle des jeweils in die Arbeitsposition gefahrenen Ladetellers mechanisch an diesen Antrieb anzukoppeln (vgl. EP 0 722 810 B1). Anstelle eines Drehtisches könnten auch linear verfahrbare Einheiten als Träger für die Ladeteller vorgesehen sein (vg. DT 1 652 125).

[0050] Jeder Ladeteller hat eine Vielzahl von außera- xial zu seiner Drehachse angeordneten Federaufnahmen 166, die jeweils eine einzige Schraubendruckfeder F für die Bearbeitung aufnehmen sollen. Schraubendruckfedern haben im Allgemeinen eine zylindrische Form, andere Formen, wie z.B. kegelige Formen, konvexe oder konkave doppelkegelige Formen oder zylindrische Formen mit kegeligen Federenden sind möglich. Federaufnahmen können mit und ohne Federbüchsen genutzt werden. Es können einstöckige oder mehrstöckige Ladeteller verwendet werden. Beim Ausführungsbeispiel sind die Ladeteller einstöckig und haben Federaufnahmen in drei unterschiedlichen radialen Abständen zur Drehachse des Ladetellers. Die Federaufnahmen sind in drei konzentrischen Ringen oder Reihen um die Drehachse herum angeordnet (vgl. Fig. 2 oder 4).

[0051] Die Ladeteller können durch Drehung des Drehtisches 180 jeweils zwischen einer Arbeitsposition und einer Ladeposition hin- und herbewegt werden. In den Darstellungen der Fig. 1 und 2 befindet sich der erste Ladeteller 160 in seiner Arbeitsposition, während der zweite Ladeteller 170 in der Ladeposition steht. In der Arbeitsposition ist der Achsabstand zwischen dem Drehzentrum der Schleifscheiben, d.h. deren Drehachsen, und der Drehachse 164 des Ladetellers so bemessen, dass alle Federaufnahmen bei Drehung des Ladetellers um seine Drehachse auf einer kreisbogenförmigen Schleifbahn oder Spur durch den Schleifraum zwischen den sich drehenden Schleifscheiben transportiert werden. Während dieser Drehbewegung werden die beiden einander gegenüberliegenden Federenden der im Schleifraum befindlichen Schraubendruckfedern jeweils gleichzeitig durch die damit in Kontakt kommenden Seitenflächen der Schleifscheiben geschliffen. Dabei wird die erzielbare Abtragsleistung im Wesentlichen durch die Lage der Spur der einzelnen Schraubendruckfedern im Schleifraum, durch die Schleifgeschwindigkeit, die Ladetellerdrehzahl und den an den jeweiligen bearbeiteten Flächen entstehenden Schleifdruck bestimmt.

[0052] Um während des Schleifprozesses den außerhalb des Schleifraums 135 liegenden Teil der Ladeeinheit sowie die Umgebung vor Funkenflug, Abrieb und Lärm zu schützen, hat die Federendenschleifmaschine an der der Ladeeinheit zugewandten Seite der Schleifeinheit einen vertikal verfahrbaren Schutzschild 128, der einteilig oder mehrteilig ausgeführt sein kann und im Beispiel bogenförmig gewinkelt gestaltet ist. Beim Einrichten der Maschine ist der Schutzschild nach oben gefahren, damit der Bereich zwischen den Schleifscheiben leicht

zugänglich wird. Vor Beginn der Schleifoperation wird der Schutzschild nach unten gefahren, bis seine Unterkante mit geringem Abstand oberhalb der in dem Ladeteller aufgenommenen Schraubendruckfedern liegt.

[0053] Die Federendenschleifmaschine 100 kann mit sehr hoher Produktivität betrieben werden, ohne dass die Gefahr einer Überhitzung der gerade bearbeiteten Schraubendruckfedern und einer dadurch bedingten Beeinträchtigung der Federqualität besteht. Dies wird bei der Federendenschleifmaschine 100 dadurch erreicht, dass während des Schleifprozesses bzw. während einer Schleifoperation die Temperatur der Federn gemessen wird und die Zustellgeschwindigkeit der oberen Schleifscheibe auf Basis der Temperaturmessung so geregelt wird, dass immer mit einer maximalen Zustellgeschwindigkeit geschliffen werden kann, bei der eine materialverändernde Überhitzung noch zuverlässig vermieden wird. Verändert sich beispielsweise die Schärfe einer der Schleifscheiben durch Selbstschärfung und/oder durch ein zwischenzeitliches Abrichten, so kann dies mit Hilfe des Temperaturmesssystems erkannt werden und es kann durch Anpassung der Zustellgeschwindigkeit beim Schleifen unmittelbar reagiert werden, ohne dass ein Bedienereingriff erfolgt.

[0054] Das Temperaturmesssystem des Ausführungsbeispiels hat eine Temperaturmeseinrichtung in Form einer Wärmebildkamera 190, die an die Steuereinheit 160 angeschlossen ist. Die Wärmebildkamera 190 ist an der Außenseite des Schutzschields 128 in geeignetem Abstand oberhalb des in der Arbeitsposition befindlichen Ladetellers 160 derart angebracht, dass die Spuren aller drei Reihen von Federaufnahmen 166A, 166M, 166I durch das in der Regel rechteckige zweidimensionale Bildfeld 192 der Wärmebildkamera führen. Die Wärmebildkamera hat einen für Infrarotlicht empfindlichen zweidimensionalen Temperatursensor, der eine zweidimensionale ortsauflösende Temperaturmessung erlaubt. Die Wärmebildkamera ist von oben auf die aus dem Schleifraum austretenden Schraubendruckfedern gerichtet, so dass die Temperatur an den unmittelbar vorher durch Schleifen bearbeiteten oberen Stirnseiten der Schraubendruckfedern unmittelbar nach Austritt aus dem Schleifraum gemessen werden kann (siehe Pfeile in Fig. 3). Innerhalb des Bildfeldes können mehrere Messbereiche für eine gleichzeitige Temperaturmessung definiert werden, so dass es möglich ist, separat für jede der drei Reihen von Schraubendruckfedern ein eigenes Temperatursignal zu erzeugen und an die Steuereinrichtung 160 weiterzuleiten.

[0055] In der Steuereinheit 160 ist ein Steuerprogramm aktiv, welches die von der Wärmebildkamera erzeugten Temperatursignale weiterverarbeiten kann, so dass die Steuerung der an die Steuereinheit angeschlossenen Einheiten der Federendenschleifmaschine auf Basis der Ergebnisse der Temperaturmessung erfolgen kann. Zu den Betriebsparametern, die auf Basis von Temperatursignalen gesteuert bzw. geregelt werden können, gehören unter anderem die Zustellung einer

oder mehrerer Schleifscheiben, die Drehzahl des in Arbeitsposition befindlichen Ladetellers, die Drehzahl der oberen Schleifscheibe und/oder die Drehzahl der unteren Schleifscheibe. Auf Basis von Temperatursignalen können auch Informationen zum Verschleißzustand der Schleifscheiben ermittelt werden. Einige Möglichkeiten werden im Folgenden näher erläutert.

[0056] Fig. 5 zeigt in den Teilfiguren 5A und 5B jeweils oben schematisch den Verschleißzustand der unteren Schleifscheibe und darunter ein Temperatur-Zeit-Diagramm, welches die Abhängigkeit der Temperatur T der Stirnseiten von Schraubendruckfedern in den drei unterschiedlich weit vom Drehzentrum des Ladetellers entfernten Reihen in Abhängigkeit von der Schleifzeit t_s darstellen. Die mit "I" gekennzeichnete Kurve repräsentiert dabei den Temperaturverlauf an der inneren Reihe (geringster Abstand zum Drehzentrum), der Buchstabe "M" repräsentiert die mittlere Reihe und der Buchstabe "A" repräsentiert die außen liegende Reihe, deren Schraubendruckfedern den größten Abstand vom Drehzentrum des Ladetellers haben.

[0057] In Fig. 5A sind die Temperaturverläufe gezeigt, die sich an einer neu abgerichteten Schleifscheibe S ergeben, deren für den Schleifeingriff vorgesehene Seitenfläche noch plan und schnittfreudig ist. Im Beispielsfall liegt die Temperatur nach einer gewissen Schleifzeit bei den Schraubendruckfedern der äußeren Reihe A etwas höher als bei der inneren Reihe I. Es könnte auch umgekehrt sein. Fig. 5B zeigt eine spätere Situation, bei der bereits ein radial ungleichmäßiger Verschleiß der Schleifscheibe S stattgefunden hat. Es ist erkennbar, dass die Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Reihen größer geworden sind. Im näher am Drehzentrum der Schleifscheibe liegenden Innenbereich der Schleifscheibe war der Verschleiß geringer, so dass hier ein höherer Schleifdruck vorliegt, der die höhere Temperatur der äußeren Reihe A bedingt. Es ist somit ersichtlich, dass es möglich ist, durch Messung der Temperatur in mehreren radial unterschiedlichen Positionen über die Temperaturdifferenz und ggf. deren zeitlichen Verlauf auf eventuell ungleichmäßigen Verschleiß der Schleifscheibe zu schließen. Damit lässt sich beispielsweise ein optimaler Zeitpunkt des Abrichtens bestimmen.

[0058] Im Beispielfall ist die Steuereinheit 160 so programmiert, dass ein Abrichtprozess automatisch eingeleitet wird, wenn die Temperaturdifferenz ΔT_R größer als ein voreingestellter Temperaturdifferenz-Schwellwert wird. Dadurch können Qualitätseinbußen aufgrund ungleichmäßigen Verschleißes der Schleifscheiben vermieden werden, ohne dass ein Bediener eingreifen muss. Das Abrichten wird rechtzeitig vor Eintritt von Qualitätseinbußen eingeleitet, jedoch auch nicht früher als nötig.

[0059] Infolge der unterschiedlichen Schleifwege der inneren und äußeren Federreihen im Ladeteller kann es zu einer unterschiedlichen Erwärmung, aber auch zu unterschiedlichen Federlängen bei den verschiedenen Federreihen kommen. Durch die Messung der Temperatur

der verschiedenen Federreihen kann gegebenenfalls manuell oder automatisch ein Abrichtprofil ermittelt werden, mit dem in allen Federreihen im Wesentlichen der gleiche Prozess bzw. die gleiche Schleiftemperatur erreicht wird. Dadurch würde dann angezeigt, dass ein gleichmäßiger Abtrag in allen Federreihen erfolgt.

[0060] Anhand von Fig. 6 wird eine weitere Möglichkeit der Prozessoptimierung mit Hilfe einer temperaturabhängigen Schleifprozessregelung erläutert. Gerade am Anfang eines Schleifprozesses wird bisher häufig nicht mit optimaler, sondern mit zu niedriger Abtragsleistung geschliffen. Die Zustellung einer zustellbaren Schleifscheibe im Zustellverfahren führt zunächst zu einem Einfedern der zu schleifenden Schraubendruckfedern, so dass sich der Schleifdruck erst langsam aufbaut. Ein typischer Temperaturverlauf bei einem konventionellen Zustellverfahren ist in dem Temperatur-Schleifzeit-Diagramm von Fig. 6 als Kurve "SDT" schematisch dargestellt. Bei Nutzung der Temperaturüberwachung (gestrichelte Kurve TEMP) kann dagegen gerade in der Anfangsphase der Zustellung sehr schnell, d.h. mit hoher Zustellgeschwindigkeit gefahren werden, ohne die Schraubendruckfedern thermisch zu überlasten. Damit kann die Produktivität zusätzlich erhöht werden.

[0061] Bei einer Verfahrensvariante wird davon ausgegangen, dass für das gewählte Federmaterial und eventuell andere Federparameter eine Grenztemperatur T_G existiert, bei deren Überschreitung temperaturbedingte Materialschädigungen nicht mehr zuverlässig ausgeschlossen werden können. Der Schleifprozess sollte daher so gefahren werden, dass ein gewisser Sicherheitsabstand von dieser Grenztemperatur zuverlässig eingehalten wird. Weiterhin soll im Hinblick auf möglichst hohe Produktivität mit insgesamt großer Zustellgeschwindigkeit gearbeitet werden, damit die Schleifoperation in möglichst kurzer Zeit zum gewünschten Endmaß führt. Der Prozess wird nun so gefahren, dass die Zustellung zunächst mit einer vorgegebenen maximalen Zustellgeschwindigkeit erfolgt, bis ein Schalterpunkt SP erreicht ist, bei dem sich die Temperatur T bis auf eine vorgegebene Temperaturdifferenz ΔT an die Grenztemperatur T_G angenähert hat. Nach Erreichen des Schalterpunktes wird die Zustellgeschwindigkeit reduziert und dann so gesteuert, dass die Temperaturdifferenz ΔT zur Grenztemperatur im Wesentlichen konstant bleibt, bis das angestrebte Endmaß der Schraubendruckfedern erreicht ist. Danach wird die zustellbare Schleifscheibe zurückgefahren, so dass die Temperatur unmittelbar stark sinkt. Anhand der schematischen Darstellung in Fig. 6 ist erkennbar, dass die Schleifoperation bei dieser Prozessführung überwiegend relativ nahe an der Leistungsgrenze, aber in ausreichendem Sicherheitsabstand zur Grenztemperatur erfolgt, so dass die Schleifzeit insgesamt deutlich geringer sein kann als bei dem konventionellen, vorsichtigeren Vorgehen.

[0062] Anhand der Ausführungsbeispiele wurden einige Verfahrensmöglichkeiten erläutert. Bei einer nicht bildlich dargestellten Ausführungsform kann die Tempe-

ratur gleichzeitig oder zeitlich versetzt an beiden Enden der Schraubendruckfedern gemessen werden. Damit ist die Möglichkeit gegeben, durch eine temperaturgeregelte Variation der Schnittgeschwindigkeit bzw. Drehgeschwindigkeit der oberen und der unteren Schleifscheibe sicherzustellen, dass beide Federenden an der Leistungsgrenze, aber unterhalb der Grenztemperatur geschliffen werden. Hierdurch kann die Produktivität nochmals erhöht werden. Zur Erfassung der Temperatur der Federn an ihrer Unterseite kann beispielsweise eine zweite Wärmebildkamera im Bereich unterhalb des Ladetellers vorgesehen sein. Es ist auch möglich, eine schräge Messung durch die Mitte der Feder hindurch von oben in den Bereich des abgewandten unteren Federendes durchzuführen.

[0063] Eine In-Process-Temperaturmessung während der Schleifoperation beim Federendenschleifen erlaubt es auch, eventuelle Maßnahmen zur Kühlung oder Absaugung des Schleifraums punktgenau auf das Schleifgut auszurichten und somit federspezifisch zu bestimmen. Hierzu können servogesteuerte Düsen mit Rückmeldung und/oder Regelung der Düsenposition über die Federtemperatur vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Schleifen von Federenden von Schraubendruckfedern unter Verwendung einer numerisch gesteuerten Federendenschleifmaschine (100), die eine Schleifeinheit (120), eine Ladeeinheit (150) und eine Steuereinheit (160) zur Steuerung der Ladeeinheit und der Schleifeinheit aufweist, wobei die Schleifeinheit ein Schleifscheibenpaar mit zwei drehbaren Schleifscheiben (130, 140) aufweist, zwischen denen ein Schleifraum (135) gebildet ist, und die Ladeeinheit mindestens einen im Wesentlichen achsparallel mit den Schleifscheiben drehbaren Ladeteller (160, 170) aufweist, der eine Vielzahl von außeraxialen Federaufnahmen (166) zur Aufnahme jeweils einer Schraubendruckfeder (F) hat, wobei während einer Schleifoperation in Federaufnahmen aufgenommene Schraubendruckfedern durch Drehung des Ladetellers sukzessive durch den Schleifraum zwischen die drehenden Schleifscheiben transportiert werden und dabei jeweils beide Federenden der im Schleifraum befindlichen Schraubendruckfedern gleichzeitig durch Schleifen bearbeitet werden, dadurch gekennzeichnet dass während der Schleifoperation an mindestens einer der Schraubendruckfedern durch eine Temperaturmessung ein die Temperatur repräsentierendes Temperatursignal ermittelt wird und eine Steuerung der Federendenschleifmaschine in Abhängigkeit von dem Temperatursignal erfolgt, wobei während der Schleifoperation eine der

Schleifscheiben mit einer durch die Steuereinheit vorgebbaren Zustellgeschwindigkeit in Richtung auf die andere Schleifscheibe zugestellt wird und wobei die Zustellgeschwindigkeit in Abhängigkeit von dem Temperatursignal gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, worin die Zustellung mit einer vorgegebenen maximalen Zustellgeschwindigkeit erfolgt, bis ein Schalterpunkt (SP) erreicht ist, bei dem sich die Temperatur bis auf eine vorgebbare Temperaturdifferenz (ΔT) an eine vorgebbare Grenztemperatur (T_G) angenähert hat, wobei vorzugsweise nach Erreichen des Schalterpunkts die Zustellgeschwindigkeit so gesteuert wird, dass die Temperaturdifferenz zu der Grenztemperatur im Wesentlichen konstant bleibt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, worin die Temperatur im Bereich einer ersten an ein Federende anschließenden Windung der Schraubendruckfeder gemessen wird, insbesondere direkt an einer durch Schleifen bearbeiteten Stirnseite der Schraubendruckfeder (F).
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, worin die Temperatur berührungslos gemessen wird, insbesondere unter Verwendung einer Wärmebildkamera (190).
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine ortsauflösende Temperaturmessung, bei der die Temperatur an zwei oder mehr mit Abstand zueinander liegenden Messpositionen an einer Schraubendruckfeder oder an mehreren unterschiedlichen Schraubenfedern gemessen wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin in der Steuereinheit (160) ein Steuerprogramm aktiv ist, das zur Verarbeitung des Temperatursignals oder eines daraus abgeleiteten Signals konfiguriert ist und worin die Steuereinheit mindestens einen Betriebsparameter der Schleifeinheit (120) und/oder der Ladeeinheit (150) in Abhängigkeit des Temperatursignals während der Schleifoperation ändert.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin eine Grenztemperatur (T_G) vorgegeben wird, die einer tolerierbaren Maximaltemperatur entspricht, und worin die Steuerung derart durchgeführt wird, dass die Temperatur der Schraubenfeder an einer Messstelle zu keiner Zeit während der Schleifoperation die Grenztemperatur (T_G) übersteigt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Temperatur der Schraubendruckfeder außerhalb des Schleifraums (135) ermittelt wird, wobei vorzugsweise die Temperatur an einer Schrau-

bendruckfeder unmittelbar nach Austritt der Schraubendruckfeder aus dem Schleifraum gemessen wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin Schraubendruckfedern in unterschiedlichen radialen Abständen zur Drehachse des Ladetellers angeordnet werden, wobei für mindestens zwei radiale Abstände separate Temperatursignale erfasst und gemeinsam verarbeitet werden, wobei vorzugsweise auf Basis der separaten Temperatursignale Daten für ein radiales Abrichtprofil einer Schleifscheibe ermittelt werden und/oder wobei auf Basis der separaten Temperatursignale der Verschleißzustand der Schleifscheibe bewertet wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Speicher der Steuereinheit Referenzschleifoperationsdaten gespeichert werden, die mindestens einen zeitabhängigen funktionalen Zusammenhang zwischen der Änderung eines Schleifparameters und einer davon abhängigen Änderung der Temperatur von Schraubendruckfedern repräsentieren, und dass die Schleifoperation unter Berücksichtigung der Referenzschleifoperationsdaten gesteuert wird, wobei vorzugsweise vor einer für einen Produktionsprozess vorgesehenen Schleifoperation mindestens eine Referenzschleifoperation zur Ermittlung von Referenzschleifoperationsdaten durchgeführt wird.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung von mindestens einem Gebläse für Luftzufuhr und/oder für die Absaugung von Luft in Abhängigkeit von Temperatursignalen der Temperaturmessung durchgeführt wird.
12. Federendenschleifmaschine (100) zum Schleifen von Federenden von Schraubendruckfedern umfassend:
 - eine Schleifeinheit (120), die ein Schleifscheibenpaar mit zwei drehbaren Schleifscheiben (130, 140) aufweist, zwischen denen ein Schleifraum (135) gebildet ist;
 - eine Ladeeinheit (150), die mindestens einen im Wesentlichen achsparallel mit den Schleifscheiben drehbaren Ladeteller (160, 170) aufweist, der eine Vielzahl von außeraxialen Federaufnahmen (166) zur Aufnahme jeweils einer Schraubendruckfeder (F) hat; und
 - eine Steuereinheit (160) zur Steuerung der Ladeeinheit und der Schleifeinheit, wobei in Federaufnahmen aufgenommene Schraubendruckfedern durch Drehung eines in einer Arbeitsposition angeordneten Ladetellers sukzessive durch den Schleifraum transportierbar sind und dabei jeweils beide Federenden

der im Schleifraum befindlichen Schraubendruckfedern gleichzeitig durch Schleifen bearbeitbar sind;

gekennzeichnet durch

ein Temperaturmesssystem mit mindestens einer Temperaturmesseinrichtung (190), die dafür eingerichtet ist, während einer Schleifoperation an mindestens einer der Schraubendruckfedern ein die Temperatur repräsentierendes Temperatursignal zu ermitteln und zur Weiterverarbeitung abzugeben, so dass die Federendenschleifmaschine (100) in Abhängigkeit von dem Temperatursignal steuerbar ist, wobei die Federendenschleifmaschine zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 konfiguriert ist.

13. Federendenschleifmaschine nach Anspruch 12, worin die Temperaturmesseinrichtung (190) an die Steuereinheit (160) zur Signalübertragung angeschlossen ist und in der Steuereinheit ein Steuerprogramm aktiv oder aktivierbar ist, das derart zur Verarbeitung des Temperatursignals oder eines daraus abgeleiteten Signals konfiguriert ist, dass die Steuereinheit mindestens einen Betriebsparameter der Schleifeinheit und/oder der Ladeeinheit in Abhängigkeit von dem Temperatursignal während der Schleifoperation verändern kann.

14. Federendenschleifmaschine nach Anspruch 12 oder 13, worin das Temperaturmesssystem mindestens einen flächig messenden Temperatursensor aufweist, vorzugsweise in Form einer Wärmebildkamera (190), wobei vorzugsweise in einem Bildfeld der Wärmebildkamera zwei oder mehr Messbereiche definierbar sind, so dass zeitgleich die Temperatur an unterschiedlichen Stellen einer Schraubendruckfeder oder an unterschiedlichen Schraubendruckfedern messbar ist und/oder worin die Temperaturmesseinrichtung (190) so angebracht ist, dass eine Temperaturmessung während einer Schleifoperation unmittelbar nach Austritt der Schraubendruckfedern aus dem Schleifraum (135) durchführbar ist, wobei vorzugsweise die Federendenschleifmaschine einen verfahrbaren Schutzschild (128) aufweist, der in einer Betriebsstellung den Schleifraum (135) in Richtung von freiliegenden Teilen des in den Schleifraum eingreifenden Ladetellers abschließt, wobei eine Temperaturmesseinrichtung an der den Schleifscheiben (130, 140) abgewandten Seite des Schutzschildes angebracht.

Claims

1. Method for grinding spring ends of helical compression springs using a numerically controlled spring end grinding machine (100), which has a grinding

unit (120), a loading unit (150) and a control unit (160) for controlling the loading unit and the grinding unit, wherein

the grinding unit has a pair of grinding wheels comprising two rotatable grinding wheels (130, 140), between which there is formed a grinding space (135), and

the loading unit has at least one loading plate (160, 170), which is rotatable substantially axially parallel to the grinding wheels and has a plurality of out-of-axis spring receptacles (166), each for receiving a helical compression spring (F),

wherein, during a grinding operation, helical compression springs that have been received in spring receptacles are successively transported through the grinding space between the rotating grinding wheels by rotation of the loading plate and, as this happens, both spring ends of the helical compression springs located in the grinding space are in each case simultaneously machined by grinding,

characterized in that

a temperature signal representing the temperature is determined by a temperature measurement on at least one of the helical compression springs during the grinding operation and the spring end grinding machine is controlled in dependence on the temperature signal,

wherein one of the grinding wheels is infeed in the direction of the other grinding wheel during the grinding operation at an infeed rate that can be predetermined by the control unit and wherein the infeed rate is controlled in dependence on the temperature signal.

2. Method according to claim 1, wherein the infeed takes place at a predetermined maximum infeed rate until a switching point (SP) is reached, a point at which the temperature has approached a predetermined limit temperature (T_G) to within a predetermined temperature difference (ΔT), the infeed rate preferably being controlled after reaching the switching point in such a way that the temperature difference from the limit temperature remains substantially constant.
3. Method according to claim 1 or 2, wherein the temperature is measured in the region of a first turn of the helical compression spring adjoining a spring end, in particular directly on an end face of the helical compression spring (F) that is being machined by grinding.
4. Method according to claim 1, 2 or 3, wherein the temperature is measured contactlessly, in particular by using a thermal imaging camera (190).
5. Method according to any of the preceding claims, **characterized by** a spatially resolving temperature

measurement, in which the temperature is measured at two or more spaced-apart measuring positions on one helical compression spring or on a number of different helical springs.

6. Method according to any of the preceding claims, wherein a control program is active in the control unit (160) and is configured for processing the temperature signal or a signal derived from it and wherein the control unit changes at least one operating parameter of the grinding unit (120) and/or the loading unit (150) in dependence on the temperature signal during the grinding operation.
7. Method according to any of the preceding claims, wherein a limit temperature (T_G) that corresponds to a tolerable maximum temperature is predetermined and wherein the control is carried out in such a way that the temperature of the helical spring at a measuring point does not exceed the limit temperature (T_G) at any time during the grinding operation.
8. Method according to any of the preceding claims, wherein the temperature of the helical compression spring is determined outside the grinding space (135), the temperature preferably being measured on a helical compression spring immediately after the helical spring has left the grinding space.
9. Method according to any of the preceding claims, wherein helical compression springs are arranged at different radial distances from the axis of rotation of the loading plate, separate temperature signals being recorded for at least two radial distances and processed together, data for a radial dressing profile of a grinding wheel preferably being determined on the basis of the separate temperature signals and/or the state of wear of the grinding wheel being assessed on the basis of the separate temperature signals.
10. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** reference grinding operation data, which represent at least one time-dependent functional relationship between the changing of a grinding parameter and a thereupon-dependent changing of the temperature of helical compression springs, are stored in a memory of the control unit, and **in that** the grinding operation is controlled with the reference grinding operation data being taken into account, at least one reference grinding operation preferably being carried out before a grinding operation intended for a production process, in order to determine reference grinding operation data.
11. Method according to any of the preceding claims, **characterized in that** control of at least one fan for supplying air and/or for extracting air by suction is

carried out in dependence on temperature signals of the temperature measurement.

12. Spring end grinding machine (100) for grinding spring ends of helical compression springs, comprising:

a grinding unit (120), which has a pair of grinding wheels comprising two rotatable grinding wheels (130, 140), between which there is formed a grinding space (135);

a loading unit (150), which has at least one loading plate (160, 170), which is rotatable substantially axially parallel to the grinding wheels and has a plurality of out-of-axis spring receptacles (166), each for receiving a helical compression spring (F); and

a control unit (160) for controlling the loading unit and the grinding unit,

wherein helical compression springs that have been received in spring receptacles can be successively transported through the grinding space by rotation of a loading plate arranged in a working position and, as this happens, both spring ends of the helical compression springs located in the grinding space can in each case be simultaneously machined by grinding;

characterized by

a temperature measuring system with at least one temperature measuring device (190), which has been set up for determining a temperature signal representing the temperature on at least one of the helical compression springs during a grinding operation and passing it on for further processing, so that the spring end grinding machine (100) can be controlled in dependence on the temperature signal,

wherein the spring end grinding machine is configured for carrying out the method as claimed in any of claims 1 to 11.

13. Spring end grinding machine according to claim 12, wherein the temperature measuring device (190) is connected to the control unit (160) for signal transmission and a control program that is configured for processing the temperature signal or a signal derived from it in such a way that the control unit can change at least one operating parameter of the grinding unit and/or the loading unit in dependence on the temperature signal during the grinding operation is active or can be activated in the control unit.

14. Spring end grinding machine according to claim 12 or 13, wherein the temperature measuring system has at least one temperature sensor that measures over a surface area, preferably in the form of a thermal imaging camera (190), two or more measuring regions preferably being definable in an image field

of the thermal imaging camera, so that the temperature at different points of a helical compression spring or on different helical compression springs can be measured at the same time and/or wherein the temperature measuring device (190) is attached in such a way that a temperature measurement during a grinding operation can be carried out immediately after the helical compression springs have left the grinding space (135), the spring end grinding machine preferably having a movable protective shield (128), which in an operational position closes off the grinding space (135) in the direction of exposed parts of the loading plate engaging in the grinding space, a temperature measuring device being attached to the side of the protective shield that is facing away from the grinding wheels (130, 140).

Revendications

1. Procédé de rectification d'extrémités de ressort de ressorts de pression à vis par utilisation d'une rectifieuse d'extrémités de ressort (100) à commande numérique comportant une unité de rectification (120), une unité de chargement (150) et une unité de commande (160) pour commander l'unité de chargement et l'unité de rectification ;
l'unité de rectification comportant une paire de disques de rectification avec deux disques de rectification (130, 140) pouvant tourner, entre lesquels une chambre de rectification (135) est formée ; et
l'unité de chargement comportant au moins un plateau de chargement (160, 170) pouvant tourner pour l'essentiel parallèlement à l'axe avec les disques de rectification, ayant une pluralité de logements de ressort (166) désaxés pour loger respectivement un ressort de pression à vis (F) ;
sachant que pendant une opération de rectification, les ressorts de pression à vis logés dans des logements de ressort sont transportés successivement à travers la chambre de rectification entre les disques de rectification tournants par rotation du plateau de chargement et que les deux extrémités de ressort des ressorts de pression à vis se trouvant en l'occurrence respectivement dans la chambre de rectification sont usinées simultanément par rectification ;

caractérisé en ce que :

pendant l'opération de rectification effectuée au niveau d'au moins un des ressorts de pression à vis, un signal de température représentant la température est déterminé par une mesure de température et une commande de la rectifieuse d'extrémités de ressort est produite en fonction du signal de température,
pendant l'opération de rectification, un des disques de rectification étant avancé à une vitesse

d'avance prédéfinissable par l'unité de commande en direction de l'autre disque de rectification et la vitesse d'avance étant commandée en fonction du signal de température.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'avance se produit à une vitesse d'avance maximale prédéfinie jusqu'à ce qu'un point de commutation (SP) soit atteint au niveau duquel la température est proche, jusqu'à une différence de température (ΔT) prédéfinissable, d'une température limite (T_G) prédéfinissable, de préférence la vitesse d'avance étant commandée de telle sorte, une fois le point de commutation atteint, que la différence de température de la température limite reste pour l'essentiel constante.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la température est mesurée dans la zone d'une première spire, connexe à une extrémité de ressort, du ressort de pression à vis, notamment directement au niveau d'un côté avant, usiné par rectification, du ressort de pression à vis (F).
4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, dans lequel la température est mesurée sans contact, notamment par utilisation d'une caméra thermique (190).
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une mesure de température à résolution spatiale dans laquelle la température est mesurée en deux positions de mesure ou plus placées à une certaine distance les unes des autres, au niveau d'un ressort de pression à vis ou de plusieurs ressorts à vis différents.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un programme de commande est actif dans l'unité de commande (160), ledit programme étant configuré pour traiter le signal de température ou un signal en découlant et dans lequel l'unité de commande fait varier au moins un paramètre de fonctionnement de l'unité de rectification (120) et/ou de l'unité de chargement (150) en fonction du signal de température pendant l'opération de rectification.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une température limite (T_G) est prédéfinie, ladite température correspondant à une température maximale tolérable et dans lequel la commande est exécutée de telle sorte que la température du ressort à vis en un point de mesure ne dépasse à aucun instant la température limite (T_G) pendant l'opération de rectification.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la température du ressort

de pression à vis est déterminée à l'extérieur de la chambre de rectification (135), la température étant de préférence mesurée au niveau d'un ressort de pression à vis au sortir de la chambre de rectification, directement après la sortie du ressort à vis.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel des ressorts de pression à vis sont disposés à différentes distances radiales par rapport à l'axe de rotation du plateau de chargement, des signaux de température séparés étant détectés pour au moins deux distances radiales et traités ensemble, les données d'un profil de dressage radial d'un disque de rectification étant déterminées de préférence sur la base des signaux de température séparés et/ou l'état d'usure du disque de rectification étant analysé sur la base des signaux de température séparés.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des données d'opération de rectification de référence sont mémorisées dans une mémoire de l'unité de commande représentant l'au moins un rapport fonctionnel dépendant de la durée entre le changement d'un paramètre de rectification et un changement de la température des ressorts de pression à vis dépendant du changement de paramètre de rectification et **en ce que** l'opération de rectification est commandée en tenant compte des données d'opération de rectification de référence, de préférence avant une opération de rectification prévue pour un processus de production, au moins une opération de rectification de référence étant mise en oeuvre pour déterminer des données d'opération de rectification de référence.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** commande d'au moins une soufflerie prévue pour l'alimentation en air et/ou pour l'aspiration d'air est exécutée en fonction des signaux de température de la mesure de température.
12. Rectifieuse d'extrémités de ressort (100) pour la rectification d'extrémités de ressort de ressorts de pression à vis comprenant :
 - une unité de rectification (120) comportant une paire de disques de rectification avec deux disques de rectification (130, 140) pouvant tourner, entre lesquels une chambre de rectification (135) est formée ;
 - une unité de chargement (150), comportant au moins un plateau de chargement (160, 170) pouvant tourner pour l'essentiel parallèlement à l'axe avec les disques de rectification, ayant une pluralité de logements de ressort (166) désaxés

pour loger respectivement un ressort de pression à vis (F) ; et
 une unité de commande (160) pour commander l'unité de chargement et l'unité de rectification ; sachant que les ressorts de pression à vis logés dans des logements de ressort peuvent être transportés successivement à travers la chambre de rectification par rotation d'un plateau de chargement disposé dans une position de travail et dont les deux extrémités de ressort des ressorts de pression à vis se trouvant dans la chambre de rectification peuvent en l'occurrence respectivement être usinées simultanément par rectification ;

caractérisée par :

un système de mesure de température avec au moins un dispositif de mesure de température (190) conçu pour déterminer et transmettre pour traitement ultérieur, pendant une opération de rectification effectuée au niveau d'au moins un des ressorts de pression à vis, un signal de température représentant la température de telle sorte que la rectifieuse d'extrémités de ressort (100) peut être commandée en fonction du signal de température,
 la rectifieuse d'extrémités de ressort étant configurée pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

13. Rectifieuse d'extrémités de ressort selon la revendication 12, dans laquelle le dispositif de mesure de température (190) est relié à l'unité de commande (160) pour transmettre le signal et un programme de commande est activé ou activable dans l'unité de commande, ledit programme étant configuré de telle sorte que pour traiter le signal de température ou un signal en découlant, l'unité de commande peut changer au moins un paramètre de fonctionnement de l'unité de rectification et/ou de l'unité de chargement en fonction du signal de température pendant l'opération de rectification.

14. Rectifieuse d'extrémités de ressort selon la revendication 12 ou 13, dans laquelle le système de mesure de température comporte au moins un capteur de température mesurant en plan, de préférence sous la forme d'une caméra thermique (190), sachant que deux zones de mesure ou plus peuvent être définies de préférence dans un champ d'image de la caméra thermique, de sorte que la température peut être mesurée simultanément en différents points d'un ressort de pression à vis ou au niveau de différents ressorts de pression à vis et/ou dans laquelle le dispositif de mesure de température (190) est placé de telle sorte qu'une mesure de tempéra-

ture peut être effectuée pendant une opération de rectification directement après la sortie des ressorts de pression à vis de la chambre de rectification (135), sachant que la rectifieuse d'extrémités de ressort comporte de préférence un panneau de protection (128) mobile fermant, dans une position de fonctionnement, la chambre de rectification (135) en direction des parties libres du plateau de chargement s'emboîtant dans la chambre de rectification, un dispositif de mesure de température étant placé au niveau du côté, opposé aux disques de rectification (130, 140), du panneau de protection.

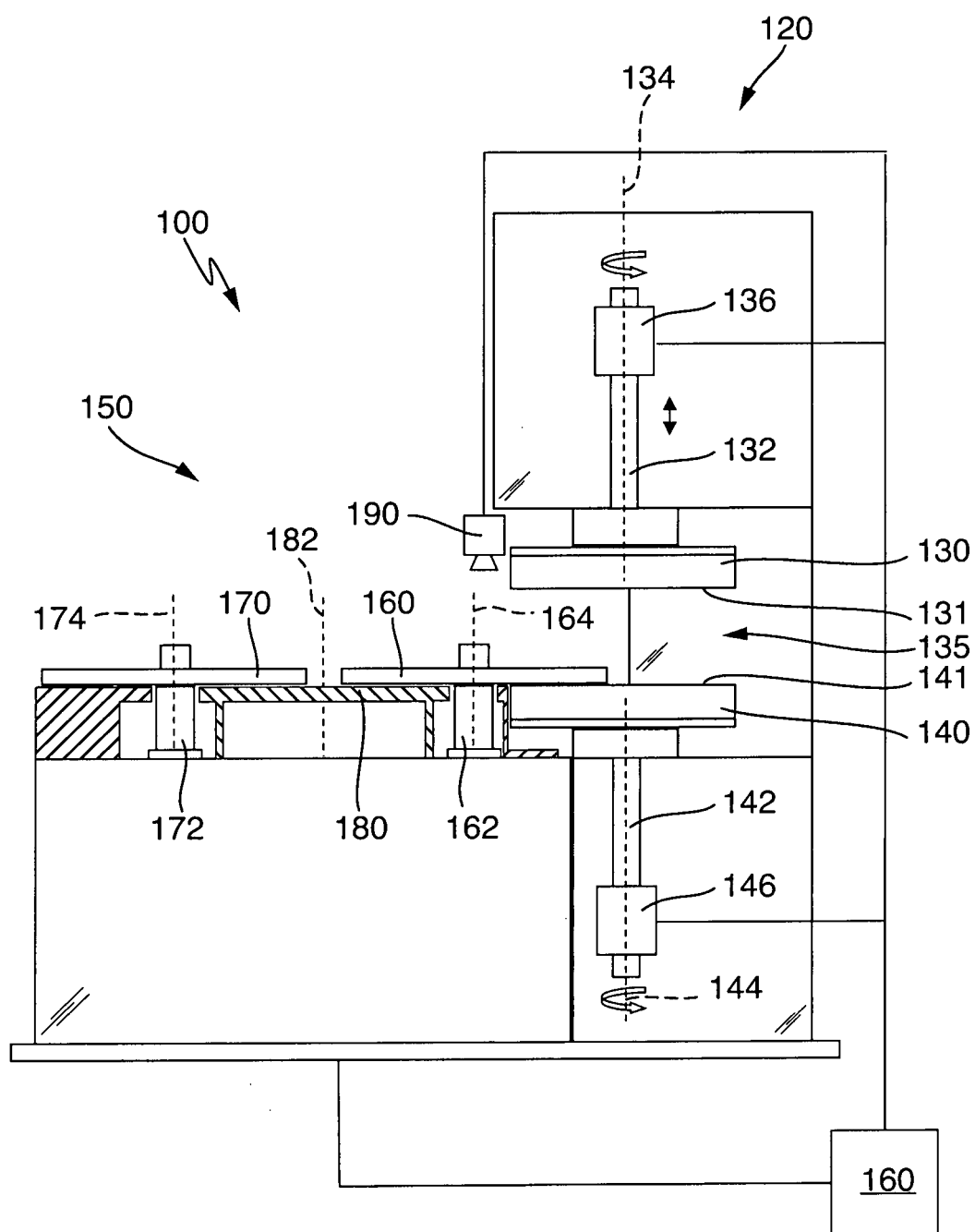


Fig. 1

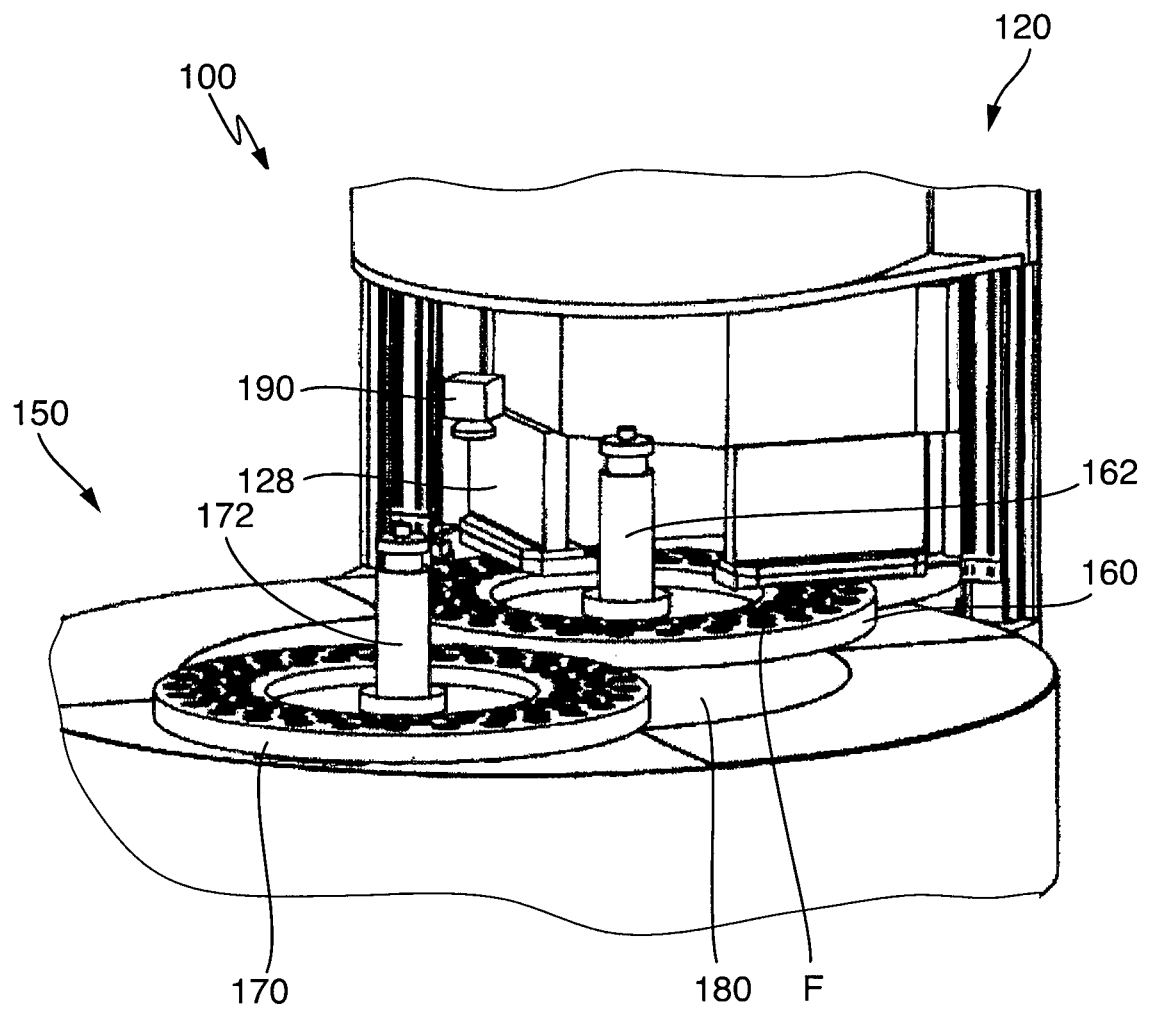
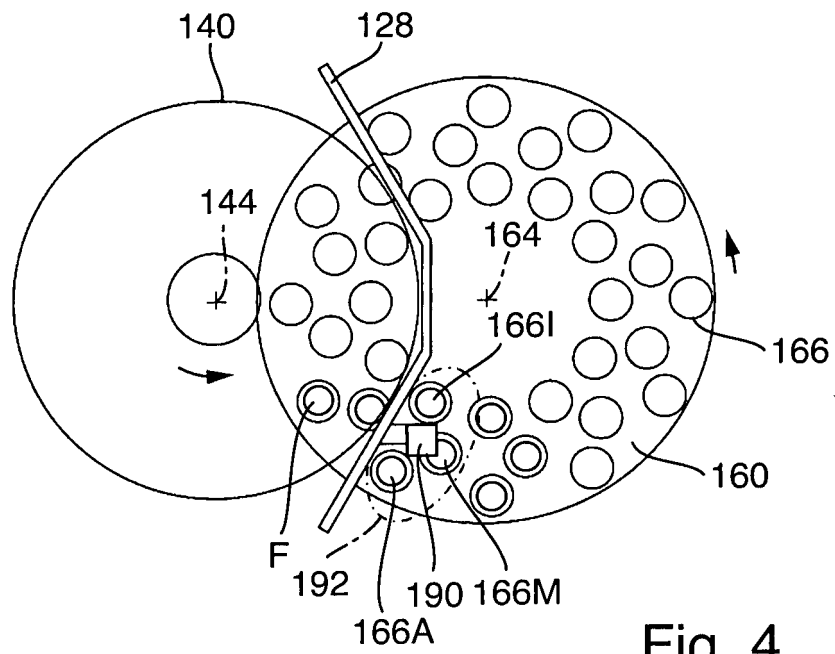
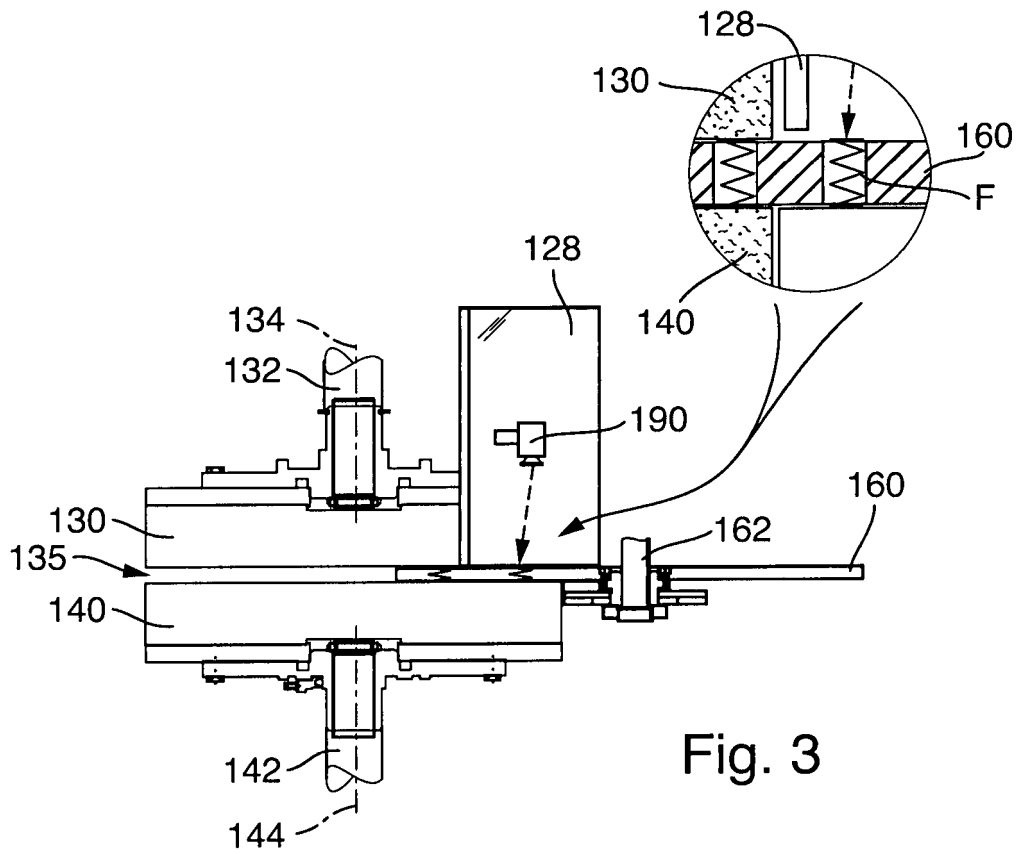


Fig. 2



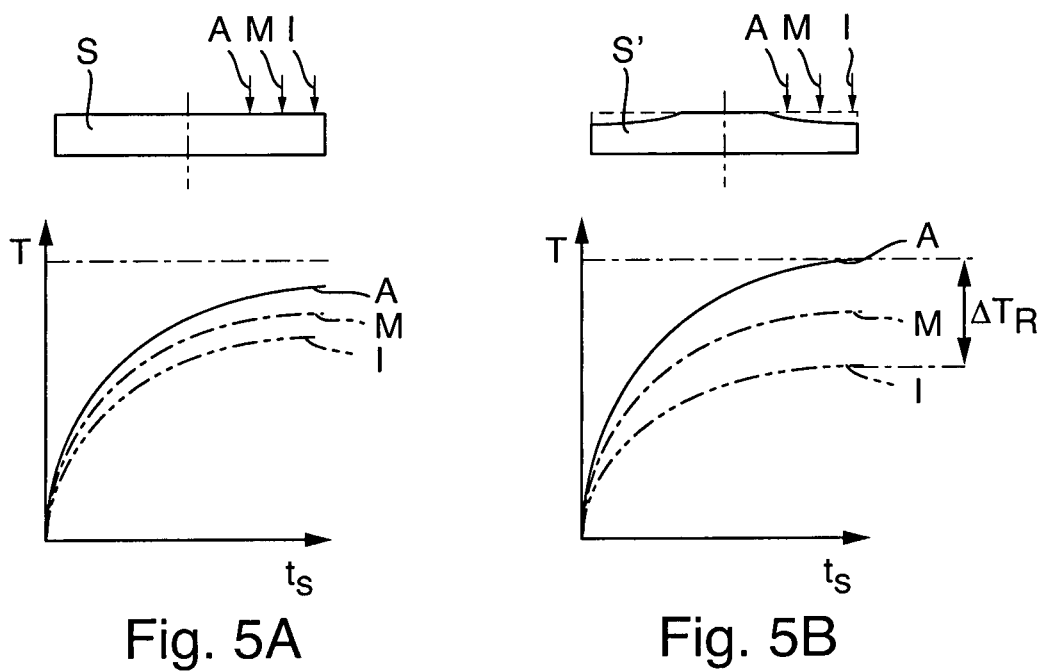


Fig. 5

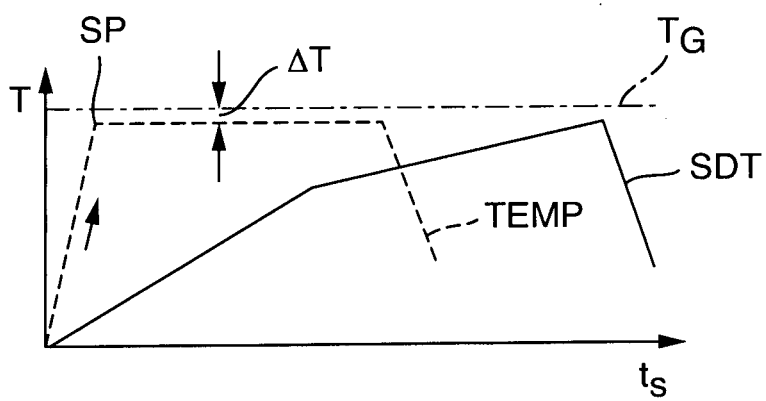


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- JP 2009279709 A [0011]
- EP 0722810 B1 [0012] [0049]
- EP 1970159 A1 [0013]
- EP 1652125 A [0049]