



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 686 878 A5

51 Int. Cl.⁶: B 23 Q 015/22
B 23 P 015/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 00501/93

22 Anmeldungsdatum: 18.02.1993

24 Patent erteilt: 31.07.1996

45 Patentschrift
veröffentlicht: 31.07.1996

73 Inhaber:
Starrfräsmaschinen AG, Seebleichstrasse 61,
9400 Rorschacherberg (CH)

72 Erfinder:
Sadrawetz, Dieter, Bregenz (AT)

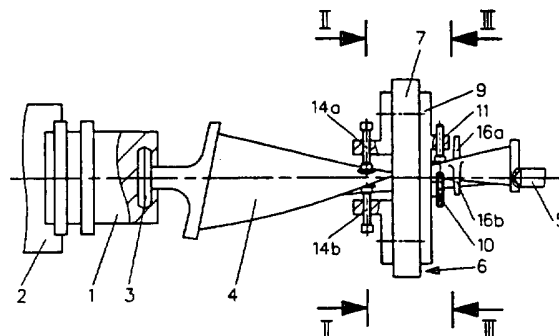
74 Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4,
8008 Zürich (CH)

54 Verfahren und Vorrichtung zur Bearbeitung von Gebläseschaufeln.

57 Eine präzisionsgeschmiedete Gebläseschaufel (4) ist mit einer auf Fertigmass bearbeiteten Spannpartie (3) am Schauffuss in eine Werkstückaufnahme (1) in einer Rundstation (2) einer Ausrichtstation gespannt. Unmittelbar vor Stabilisatorflossen (16a, 16b) ist eine Lünette (6) mit indexierbarem, aber frei drehbarem Rotor (7) angebracht mit vertikal verschiebbaren Klemmbügeln (9a), die jeweils mittels einer Rolle (10) und einem Schraubenbolzen (11) an der Gebläseschaufel (4) festgeklemmt werden und dann am Rotor (7) fixiert werden.

Nach Einspannung der Gebläseschaufel (4) samt Werkstückaufnahme (1) und Lünette (6) – die Indexierung des Rotors (7) wird dabei gelöst – in einer Werkzeugmaschine mit mindestens einer der Rundstation (2) entsprechenden Rundstation und Bearbeitung aller Teile eines fussbezogenen Aufmassbereichs, welche z.T. am Schauffuss und in der Nähe desselben und z.T. auf den Stabilisatorflossen (16a, b) liegen, werden die Positionen der Rollen (10) abgetastet und daraus eine allfällige Abweichung der Winkellage des Profils der Gebläseschaufel (4) an dieser Stelle von der eines Nennprofils berechnet und anschliessend durch Anpassung der Nulllage der Rundstation kompensiert. Dann wird ein umgebungsbezogener Aufmassbereich, der den verbleibenden Teilen der Oberflächen der Stabilisatorflossen (16a, b) entspricht, am

Nennprofil ausgerichtet bearbeitet. Durch die Anpassung der Lage der Gebläseschaufel (4) an das Nennprofil werden Stufen dort, wo der umgebungsbezogene Aufmassbereich in einen nicht bearbeiteten Fertigmassbereich übergeht, vermieden.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung von Gebläseschaufeln gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Eine Gebläseschaufel, insbesondere eine Bläseschaufel wird gewöhnlich aus einem präzisionsgeschmiedeten Rohling hergestellt, der neben einer fertigen Blattpartie noch Bereiche aufweist, welche, durch das Herstellungsverfahren bedingt, nicht die erforderliche Präzision aufweisen und daher mit Aufmass geschmiedet sind und – gewöhnlich mittels spanabhebender Verfahren – weiterbearbeitet werden. Zwecks Schaffung einer Bezugsartie für die spanende Bearbeitung wird beziehungsweise auf die präzisionsgeschmiedete Blattpartie mit naturgemäss begrenzter Lagegenauigkeit zum Blatt eine Spannartie am Schaufelfuss mit hoher Genauigkeit fertigbearbeitet. Sie bildet, gewöhnlich zusammen mit einem Referenzpunkt an der Blattpartie, eine Bezugsbasis für die weitere spanabhebende Bearbeitung.

Der verbleibende Teil des Schaufelfusses und daran anschliessende Bereiche werden dann fussbezogen, d.h. so, dass ihre Oberfläche bezogen auf die Lage zur obengenannten Bezugsbasis eine bestimmte, durch ein festes Programm definierte Geometrie erhält, bearbeitet.

Bestimmte Gebläseschaufeln weisen, vom Schaufelfuss beabstandet, einen Bereich auf, welcher ebenfalls mit Aufmass geschmiedet wird und auf eine höhere als die durch Präzisionsschmieden erreichbare Präzision nachbearbeitet werden muss. Insbesondere sind oft zur Dämpfung von Schwingungen auf ungefähr halber Länge Stabilisatorflossen vorgesehen, die bei eingebauter Schaufel jeweils mit einer Stabilisatorflosse einer benachbarten Schaufel in Kontakt stehen. Die Stabilisatorflosse weist dazu eine Kontaktfläche auf, welche, da sie eine Nachbarschaufel berührt und die Ausrichtung der Schaufel durch den an der Achse eingespannten Schaufelfuss bestimmt wird, mit hoher Genauigkeit fussbezogen bearbeitet werden muss.

Der verbleibende aufmassgeschmiedete Teil der Stabilisatorflosse soll derart bearbeitet werden, dass seine Oberfläche stufenlos in den umgebenden Bereich der Oberfläche der Gebläseschaufel übergeht. Da die präzisionsgeschmiedete Oberfläche der Gebläseschaufel stark von einer Solloberfläche abweichen kann – insbesondere durch unterschiedliche Torsionen der Gebläseschaufeln – ist eine fussbezogene Bearbeitung dieses Oberflächenbereichs der Stabilisatorflosse praktisch nicht möglich.

Diese Schwierigkeit wird durch die Erfindung behoben. Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, gibt ein Verfahren an, mit welchem eine teilweise Nachbearbeitung der Oberfläche der Gebläseschaufel möglich ist, ohne dass dort, wo der nachbearbeitete Aufmassbereich an den nicht nachbearbeiteten Fertigmassbereich grenzt, störende Stufen auftreten.

Die durch die Erfindung erreichten Vorteile liegen vor allem darin, dass mit geringen Kosten – der grösste Teil der Oberfläche der präzisionsge-

schmiedeten Gebläseschaufel muss nicht bearbeitet werden – Schaufeln hergestellt werden können, die den hohen Präzisionsanforderungen in manchen Bereichen der Oberfläche, welche nur durch Bearbeitung erfüllt werden können, genügen. Diese Vorteile können, was die Produktionskosten weiter vermindert, nicht nur in einspindigen, sondern auch in mehrspindigen Werkzeugmaschinen erreicht werden, da die erforderliche Anpassung der Nachbearbeitung an das Istprofil des Schaufelblatts jeweils durch individuelle Korrektur der Lage der Werkstückaufnahme erreicht wird.

Die Erfindung umfasst auch eine Vorrichtung, welche zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens besonders 10 geeignet ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren, welche nur ein Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellen, näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 in Seitenansicht eine Ausrichtstation mit aufgespannter Gebläseschaufel,

Fig. 2 einen Schnitt längs II–II in Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt längs III–III in Fig. 1,

Fig. 4 einen Schnitt längs IV–IV in Fig. 3,

Fig. 5 einen Schnitt längs V–V in Fig. 3,

Fig. 6 eine zweispindige Werkzeugmaschine mit aufgespannten Gebläseschaufeln,

Fig. 7 einen Taster in einer Pinole einer Werkzeugspindel,

Fig. 8a die Positionen von mehreren aufeinanderfolgenden auf einer Rotorachse eingespannten Gebläseschaufeln und

Fig. 8b die Gebläseschaufeln von Fig. 8a radial von aussen gesehen.

Eine Ausrichtstation (Fig. 1) umfasst eine Werkstückaufnahme 1 in einer Rundstation 2 zum Einspannen der auf Fertigmass, z.B. eine Toleranz von 0,05 mm bearbeiteten Spannartie 3 des Schaufelfusses einer präzisionsgeschmiedeten Gebläseschaufel 4 sowie eine der Werkstückaufnahme 1 gegenüberliegende Zentrierspitze 5, welche in eine Bohrung am Kopfende der Gebläseschaufel 4 eingreift. An der Ausrichtstation ist eine Lünette 6 eingespannt mit einem Rotor 7 mit einer Öffnung 8, vor welcher auf der dem Kopfende der Gebläseschaufel 4 zugewandten Seite des Rotors 7 zwei Spannbügel 9a, 9b liegen, welche mittels durch Schlitzlöcher ragender Bolzen mit dem Rotor 7 verbunden sind. Bei gelösten Bolzen sind die Spannbügel 9a, b vertikal verschieblich, bei angezogenen Bolzen am Rotor 7 unverschieblich fixiert. Jeder der Spannbügel 9a, b trägt eine Rolle 10 und einen oberhalb derselben angeordneten Schraubenbolzen 11. Mittig ist am Rotor 7 eine Referenz 12 angebracht, die mit einem weiteren, oberhalb desselben angebrachten Schraubenbolzen 13 zusammenwirkt. Die Referenz 12 und die Rollen 10 definieren eine zur Achse der Werkstückaufnahme 1 normale Referenzebene. Auf der gegenüberliegenden Seite ist der Rotor 7 mit vier paarweise gegeneinander wirkenden Schraubenbolzen 14a, 14b, 14c, 14d versehen. Die Lage der Gebläseschaufel 4 wird durch die Werkstückaufnahme 1 und die Referenz 12 festgelegt, während der Zentrierspitze 5, wie

weiter unten noch näher erläutert werden wird, nur eine Hilfsfunktion zukommt.

Die Gebläseschaufel 4 ist durch die Öffnung 8 des Rotors 7 geführt und wird von den Spannbügeln 9a, b umfasst. Der Rotor 7 ist in einem Stator 15 um eine Achse, die durch die Öffnung 8 geht, drehbar gelagert. Er ist indexierbar, d.h. in einer Nulllage zum Stator 15 feststellbar, während der Stator 15 selbst in der Ausrichtstation fest eingespannt ist, sodass die Referenz 12 am Rotor 7 eine definierte Position einnimmt. Die Lünette 6 liegt unmittelbar vor zwei von den gegenüberliegenden Seitenflächen der Gebläseschaufel 4 abragenden Stabilisatorflossen 16a, 16b. Die Stabilisatorflossen 16a, b sowie ein an den Schaufelfuss anschliessender Teil ihrer Oberfläche gehören zu einem Aufmassbereich der Gebläseschaufel 4, d.h. einem Bereich, wo dieselbe mit Aufmass geschmiedet ist. Im verbleibenden Fertigmassbereich ist die Gebläseschaufel 4 auf Fertigmass geschmiedet, d.h. sie wird dort nicht bearbeitet, da die Genauigkeitsanforderungen verhältnismässig gering und Toleranzen von bis zu 1 mm tolerierbar sind. Ausserdem ist eine präzise spanende Bearbeitung in diesem Bereich kaum mit vernünftigem Aufwand durchführbar, da die Gebläseschaufel 4 dort sehr dünn ist und sich daher leicht verbiegt.

Eine zwispindlige Werkzeugmaschine (Fig. 6) weist ein Bett 17 auf, auf welcher ein Tisch 18 in einer horizontalen Y-Richtung verschiebbar gelagert ist. Er trägt zwei Rundstationen 19a, 19b mit Werkstückaufnahmen, in die Gebläseschaufeln 4a, 4b jeweils mit der Spannpartie 3 des Schaufelfusses eingespannt sind und welche der Werkstückaufnahme 1 in der Ausrichtstation entsprechen. Genau wie in der Ausrichtstation, d.h. in gleicher relativer Lage zur Werkstückaufnahme in der Rundstation 19a bzw. 19b ist jeweils eine Lünette 6 auf den Tisch 18 aufspannbar und sind Zentrierspitzen 20a, 20b zur Fixierung der Kopfteile der Gebläseschaufeln 4a, b vorgesehen. Ein Ständer 21 ist in einer ebenfalls horizontalen, aber zur Y-Richtung normalen X-Richtung auf der Grundplatte verschiebbar und trägt einen in einer vertikalen Z-Richtung verschiebbaren Schlitten 22, in welchem um eine zur Y-Richtung parallele Achse B drehbar ein Werkzeugträger 23 mit zwei nach unten weisenden Werkzeugspindeln 24a, 24b gelagert ist. Jede Werkzeugspindel 24a, b ist in einer Pinole 25 (Fig. 7) gelagert, welche eine Verschiebung der Bearbeitungswerkzeuge – es handelt sich um Fräsköpfe 26a, 26b – in axialer Richtung erlauben. In die Pinolen 25 können auch Taster 27 eingesetzt werden.

Vor der Bearbeitung in der Werkzeugmaschine wird die Gebläseschaufel 4 in der Ausrichtstation eingespannt. Dazu wird der bereits auf Fertigmass bearbeitete Schaufelfuss mit der Spannpartie 3 in die Werkstückaufnahme 1 gespannt, nachdem die Gebläseschaufel 4 von der der Werkstückaufnahme 1 gegenüberliegenden Seite her durch die Öffnung 8 in der Lünette 6, deren Rotor 7 indexiert, d.h. im Stator 15 unverdrehbar in einer Nulllage fixiert ist, geführt worden ist. Die Gebläseschaufel 4 wird dabei an einem Referenzpunkt, der in unmittelbarer Nähe der Stabilisatorflossen 16a, b liegt, auf der

Referenz 12 abgestützt und durch den Schraubenbolzen 13 an dieselbe angedrückt. Die Werkstückaufnahme 1, in der die längliche Spannpartie 3 um ihre Längsachse, die annähernd normal zur Längsachse der Gebläseschaufel 4 gerichtet ist, geringfügig kippbar ist und die Referenz 12 legen die Ausrichtung der Längsachse der Gebläseschaufel 4 fest. Anschliessend wird in der Längsachse am Kopfende der Gebläseschaufel 4 ein Loch gebohrt und die Zentrierspitze 5 eingeführt. Die Längsachse der Gebläseschaufel 4 ist damit endgültig fixiert. Prinzipiell wird die Lage der Gebläseschaufel 4 durch die Werkstückaufnahme 1 und die Referenz 12 definiert. Das Anbringen einer Bohrung am Kopfende der Gebläseschaufel 4 und Einführen einer Zentrierspitze stabilisiert die Gebläseschaufel 4 bei den nachfolgend beschriebenen Operationen zusätzlich, ist aber nicht unbedingt erforderlich.

Die Werkstückaufnahme 1, welche nur einen rotatorischen Freiheitsgrad aufweist, wird nun in einer Nullposition festgehalten und anschliessend die Schraubenbolzen 11, welche in den vertikal verschieblichen Klemmbügeln 9a, 9b gelagert sind, angezogen, bis die Gebläseschaufel 4 jeweils zwischen der Rolle 10 und dem Schraubenbolzen 11 geklemmt ist. Dadurch werden die Klemmbügel 9a, 9b in eine an Form und Lage der Gebläseschaufel 4 angepasste Position geschoben. Die Rollen 10 nehmen Lagen ein, die den Lagen zweier quer zu deren Längsachse beabstandeter Punkte der Oberfläche der Gebläseschaufel 4 entsprechen und daher eine allfällige Verdrehung derselben gegenüber einem Nennprofil in der Referenzebene, die zum unmittelbaren Umgebungsbereich des der Stabilisatorflossen 16a, b umfassenden Aufmassbereichs gehört, widerspiegeln. Zur Stabilisierung der Verbindung zwischen der Gebläseschaufel 4 und der Lünette 6 werden schliesslich die Schraubenbolzen 14a, b, c, d angezogen.

Dann wird die Zentrierspitze 5 zurückgezogen, die Einspannung der Werkstückaufnahme 1 in die Rundstation 2 gelöst und die Gebläseschaufel 4 samt der Lünette 6 und der Werkstückaufnahme 1 aus der Ausrichtstation genommen und zur Werkzeugmaschine transportiert. Dort wird die Werkstückaufnahme 1 in einer der Rundstationen 19a, b, z.B. der Rundstation 19a eingespannt und mittels der Zentrierspitze 20a die Lage der Gebläseschaufel 4 fixiert. Die Lünette 6 wird mit gelöster Indexierung des Rotors 7 gleichfalls auf den Tisch 18 gespannt. Die relativen Lagen der Werkstückaufnahme 1 in der Rundstation 19a, der Zentrierspitze 20a und der Lünette 6, entsprechen genau denjenigen, welche die Werkstückaufnahme 1 in der Rundstation 2, die Zentrierspitze 5 und die Lünette 6 auf der Ausrichtstation einnehmen.

Die Ausrichtung, d.h. die Positionierung der Gebläseschaufel 4 in der Lünette 6 und die Fixierung der Klemmbügel 9a, b kann auch auf der Werkzeugmaschine vorgenommen werden. Es ist jedoch im allgemeinen ökonomischer, diesen zeitraubenden Schritt wie geschildert auf einer eigens dafür vorgesehen Ausrichtstation vorzunehmen und dadurch Maschinenzeit zu sparen.

Nach dem Einspannen der Gebläseschaufel 4 in

der Werkzeugmaschine wird der fussbezogene Aufmassbereich mittels des Fräskopfes 26a bearbeitet. Zuerst wird ein an die Spannparte 3 anschliessender Bereich auf Toleranzen von 0,1 mm und 0,05 mm bearbeitet und anschliessend Kontaktflächen 28a, 28b (Fig. 8a, b) der Stabilisatorflossen 16a, b ebenfalls auf eine Toleranz von 0,05 mm. Mit den Kontaktflächen 28a, b berühren die Stabilisatorflossen 16a, b später, wenn die Gebläseschaufel 4 auf einer Rotorachse 29 eines Verdichters aufgespannt ist, zur Schwingungsdämpfung entsprechende Kontaktflächen benachbarter Gebläseschaufeln und sie müssen daher bezüglich der Spannparte 3, welche die Position der Gebläseschaufel 4 bezüglich der Rotorachse 29 und damit bezüglich der benachbarten Gebläseschaufeln bestimmt, absolut positioniert werden. Die Bearbeitung des fussbezogenen Aufmassbereichs läuft, sowohl was die Bewegungen der Rundstation 19a als auch diejenigen der Werkzeugspindel 24a betrifft, nach einem festen Programm ab. Insbesondere gilt dies auch für die Drehpositionen der Rundstation 19a, deren Abweichung von einer Nulllage nach einem festen Programm gesteuert wird.

Die Bewegungen der Rundstation 19b entsprechen genau denen der Rundstation 19a. Die Werkzeugspindeln 24a, b sind im gleichen Werkzeugträger 23 gehalten und werden damit ebenfalls parallel geführt, sodass eine Steuerung zur Bearbeitung zweier – es können natürlich auch mehr sein – Gebläseschaufeln 4a, b genügt. Anschliessend wird der umgebungsbezogene Aufmassbereich der Gebläseschaufel 4a, d.h. der verbleibende Teil der Stabilisatorflossen 16a, b, bearbeitet. Dazu werden vorgängig die Positionen der gut zugänglichen Rollen 10 durch einen in der Werkzeugspindel 24a eingespannten Taster 27 (Fig. 7) festgestellt. Aus der Neigung der die Positionen verbindenden Geraden wird nun ein Korrekturwinkel berechnet, der der Abweichung der Neigung des Istprofils der Gebläseschaufel 4a von der Neigung des Nennprofils in der Referenzebene entspricht. Diese Abweichung wird durch eine entsprechende Änderung – mit umgekehrtem Vorzeichen – der Nullposition der Rundstation 19a, ausgehend von welcher die Drehposition derselben während des Bearbeitungsvorgangs gesteuert wird, kompensiert. Ansonsten erfolgt die Bearbeitung durch den Fräskopf 26a wieder gemäss einem auf das Nennprofil ausgerichteten Programm, das die Bewegungen der Werkzeugspindel 24a ebenfalls wie die der Rundstation 19a – bezogen auf die modifizierte Nulllage – steuert, auf 0,1 mm. Es ist dabei möglich, vorgängig auch Punkte der Oberfläche der Gebläseschaufel 4a abzutasten und allfällig verbleibende Abweichungen vom Nennprofil durch axiale Verschiebung des Werkzeugs in der Pinole 25 zu kompensieren. Durch die Einstellung der Lage der Gebläseschaufel 4a derart, dass ihr Profil im unmittelbaren Umgebungsbereich möglichst weitgehend dem Nennprofil entspricht, werden störende Stufen am Rand des fertigbearbeiteten umgebungsbezogenen Aufmassbereichs, dessen Bearbeitung ja am Nennprofil orientiert ist, vermieden.

Was im gegebenen Zusammenhang sehr wichtig

ist, ist der Umstand, dass die Winkelkompensation auch auf einer – wie dargestellt – mehrspindigen Werkzeugmaschine individuell, d.h. auf die jeweilige Gebläseschaufel 4a oder 4b abgestimmt ausgeführt werden kann. Es brauchen dazu ja nur die Nullpositionen der Rundstationen 19a, b angepasst zu werden, während deren Bewegungen wie selbstverständlich auch die der Werkzeugspindeln 24a, b dann völlig analog erfolgen. Eine allfällige Anpassung der axialen Lage der Fräsköpfe 26a, b wird natürlich individuell ausgeführt.

Selbstverständlich ist das beschriebene Verfahren auch auf einspindigen Werkzeugmaschinen ausführbar. Besonders geeignet ist es, da es auch bei paralleler Bearbeitung individuelle Anpassung ermöglicht, für mehrspindigen Maschinen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bearbeitung von Gebläseschaufeln (4, 4a, 4b) mit jeweils einer bereits mit hoher Präzision auf Fertigmass bearbeiteten Spannparte (3) am Schauffelfuss, welche vor der Bearbeitung der Gebläseschaufel (4, 4a, 4b) in eine Rundstation (19a, 19b) einer Werkzeugmaschine eingespannt wird und einer Oberfläche, welche einen ersten, fussbezogenen Aufmassbereich und einen mit geringerer Präzision bereits auf Fertigmass bearbeiteten Fertigmassbereich sowie einen an denselben angrenzenden zweiten, umgebungsbezogenen Aufmassbereich aufweist, durch jeweils ein in einer Werkzeugspindel (24a, 24b) eingespanntes Bearbeitungswerkzeug, wobei der fussbezogene Aufmassbereich jeweils unter Steuerung der Werkzeugspindel (24a, 24b) und der Rundstation (19a, 19b) nach einem festen Programm bearbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Bearbeitung des umgebungsbezogenen Aufmassbereichs jeweils die Position eines an denselben angrenzenden Umgebungsbereichs des Fertigmassbereichs festgestellt und bei Abweichung von einer Nennposition bei der Bearbeitung des umgebungsbezogenen Aufmassbereichs die Abweichung der Position des Umgebungsbereichs von der Nennposition durch entsprechende Steuerung der Rundstation (19a, 19b) mindestens teilweise ausgeglichen wird, während die Steuerung der Werkzeugspindel (24a, 24b) einem festen Programm folgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abweichung der Position des Umgebungsbereichs von der Nennposition durch Änderung einer Nullposition der Rundstation (19a, 19b), bezüglich welcher deren Bewegungen gesteuert werden, bewerkstelligt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Winkelposition des Umgebungsbereichs bezüglich einer Längsachse der Gebläseschaufel (4, 4a, 4b), welche bei der Bearbeitung einer Drehachse der Rundstation (19a, 19b) entspricht, festgestellt wird, indem derselbe an zwei Punkten abgetastet wird und eine allfällige Abweichung von der Nennposition durch Korrektur des Drehwinkels der Rundstation (19a, 19b) bezüglich der Drehachse ausgeglichen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn-

zeichnet, dass vorgängig zur Abtastung des Umgebungsbereichs die Gebläseschaufel (4, 4a, 4b) an einem Referenzpunkt desselben, der in der Nähe der Längsachse liegt, abgestützt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Gebläseschaufel (4, 4a, 4b) zusammen mit einer Werkstückaufnahme (1) in einer der Rundstation (19a, 19b) entsprechenden Rundstation (2) einer Ausrichtstation eingespannt und eine Lünette (6) an ihr befestigt wird, an welcher der Referenzpunkt abgestützt und zwei weitere Punkte des Umgebungsbereichs fixiert werden und dass die Gebläseschaufel (4, 4a, 4b) samt der Werkstückaufnahme (1) und der Lünette (6) in der Werkzeugmaschine eingespannt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Bearbeitung des Umgebungsbezogenen Aufmassbereichs erforderlichenfalls die Position des Bearbeitungswerkzeugs relativ zur Werkzeugspindel (24a, 24b) in der Richtung der Werkzeugachse an die tatsächliche Position des Umgebungsbezogenen Aufmassbereichs angepasst wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gebläseschaufel (4, 4a, 4b) mindestens eine vom Schauffelfuss beabstandete Stabilisatorflosse (16a, 16b) aufweist, deren Oberfläche mindestens zum Teil zum umgebungsbezogenen Aufmassbereich gehört.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass jede Stabilisatorflosse (16a, 16b) eine zum fussbezogenen Aufmassbereich gehörende Kontaktfläche (28a, 28b) zur Kontaktierung einer benachbarten Gebläseschaufel aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine mehrspindlig ausgebildet ist und jeweils mehrere Gebläseschaufeln (4a, 4b) durch parallel geführte Bearbeitungswerkzeuge gleichzeitig bearbeitet werden.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit einer Werkzeugmaschine mit mindestens je einer Rundstation (19a, 19b) und einer Werkzeugspindel (24a, 24b) zur Aufnahme eines Werkzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass sie zu jeder Rundstation (19a, 19b) eine Lünette (6) mit einer Öffnung (8) umfasst sowie mit einem Stator (15) und mit einem im Stator (15) drehbar gelagerten, feststellbaren Rotor (7) mit einer Referenz (12) und mit mindestens einer Spanneinrichtung zur Befestigung des Rotors (7) an einem durch die Öffnung (8) geführten Werkstück.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine zu jeder Rundstation (19a, 19b) auf der derselben abgewandten Seite der Lünette (6) eine Zentrierspitze (20a; 20b) trägt, welche mit der jeweiligen Rundstation (19a; 19b) koaxial ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (7) zwei quer zur Rotorachse verschiebbliche, fixierbare Spannbügel (9a, 9b) aufweist, welche jeweils zwei einander gegenüberliegende Spannbacken tragen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Spannbacken jeweils als Rolle (10) und die gegenüberliegende als in ei-

nem Gewinde geführter Schraubenbolzen (11) ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Ausrichtstation umfasst mit einer der mindestens einen Rundstation (19a, 19b) der Werkzeugmaschine entsprechenden Rundstation (2), welche Ausrichtstation für die Aufspannung der Lünette (6) vorbereitet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Lünette (6), wenn sie auf der Werkzeugmaschine eingespannt ist, jeweils die gleiche Lage relativ zu einer Rundstation (19a, 19b) einnimmt, wie, wenn sie an der Ausrichtstation befestigt ist, relativ zur Rundstation (2) derselben.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine mehrspindlig ausgebildet ist mit mehreren Rundstationen (19a, 19b) und mehreren parallel bewegbaren Werkzeugspindeln (24a, 24b).

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass jede Werkzeugspindel (24a, 24b) der Werkzeugmaschine mit einer Pinole (25) versehen ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkzeugmaschine mindestens vierachsig ausgebildet ist.

Fig.1

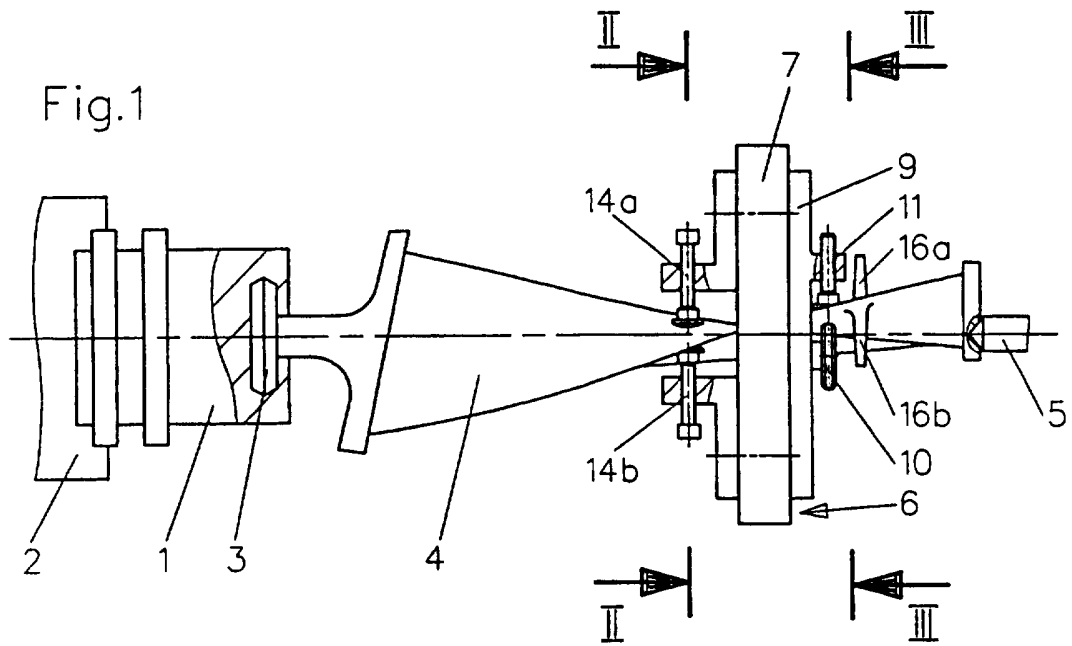


Fig.2

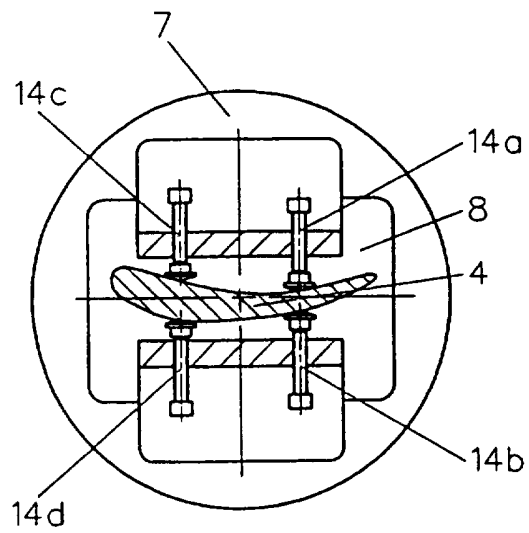


Fig.3

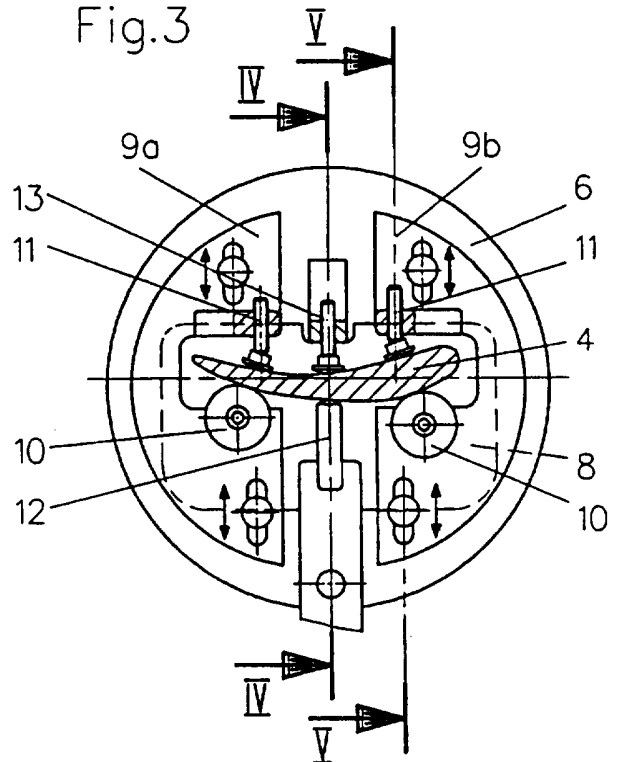


Fig.4

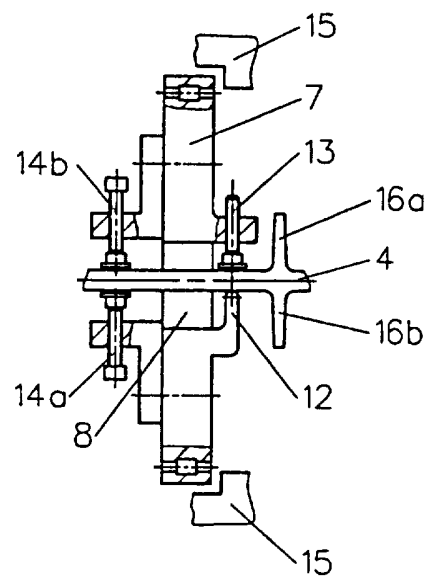


Fig.5

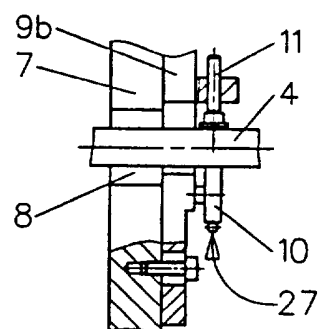
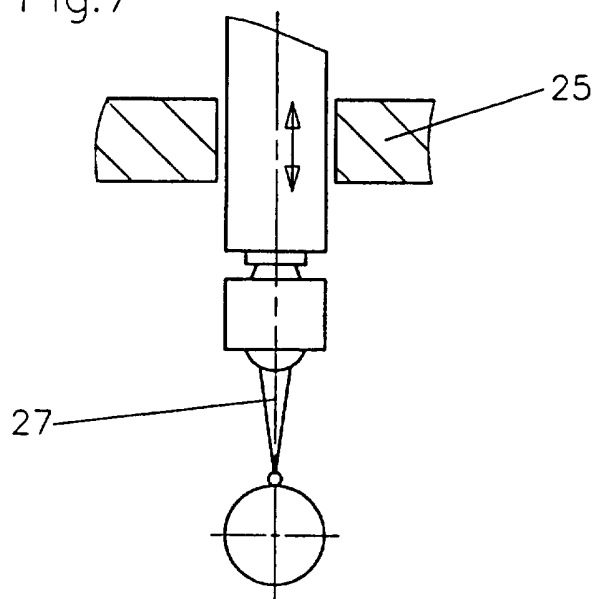


Fig.7



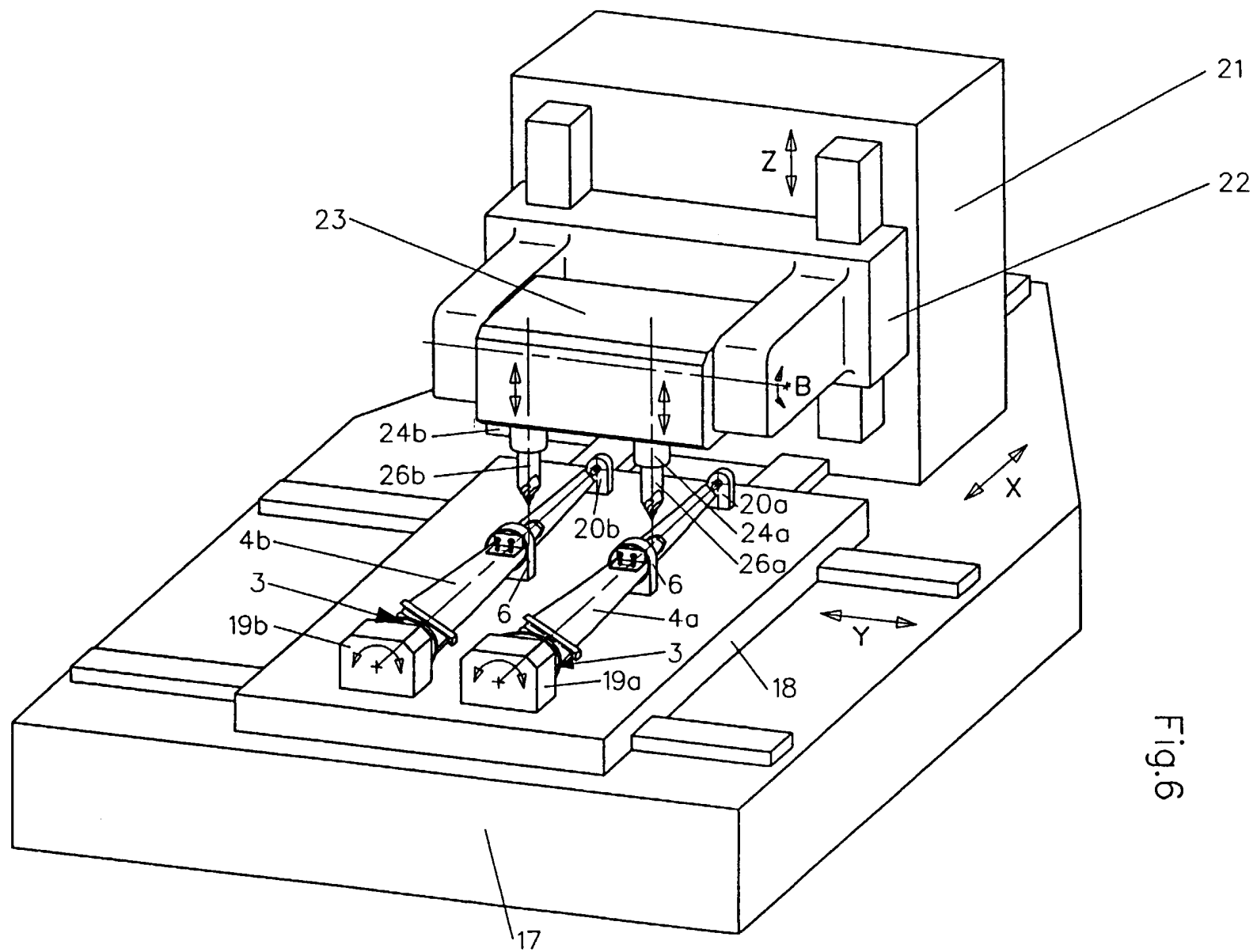


Fig.6

Fig.8a

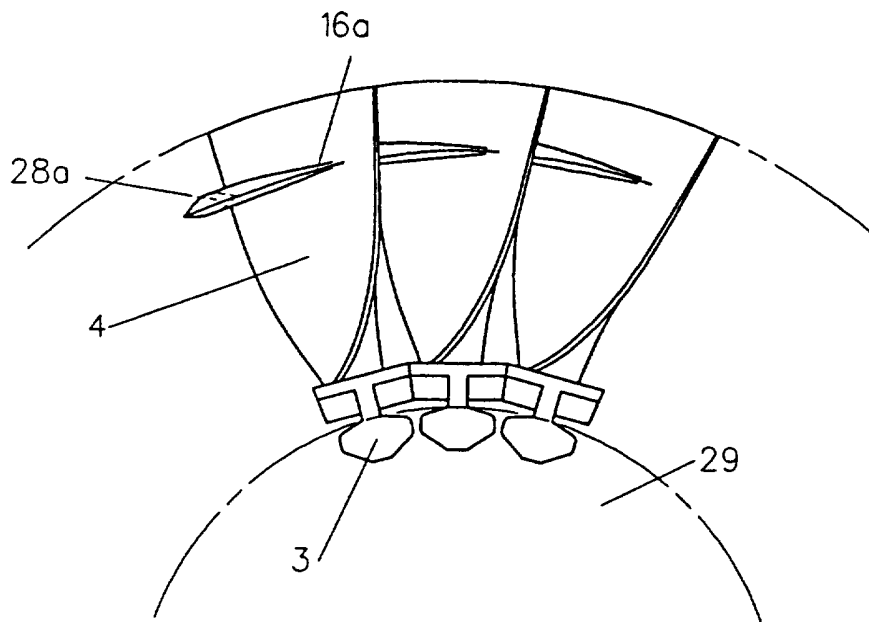


Fig.8b

