

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑬ Gesuchsnummer: 4579/81

⑭ Inhaber:
Hauni-Werke Körber & Co. KG, Hamburg 80
(DE)

⑮ Anmeldungsdatum: 13.07.1981

⑯ Priorität(en): 19.07.1980 DE 3027504

⑭ Erfinder:
Oppelt, Peter, Hamburg 19 (DE)
Uhlig, Uwe, Buchholz (DE)
Redeker, Werner, Dr., Börnsen (DE)
Peschik, Werner, Neu-Börnsen (DE)

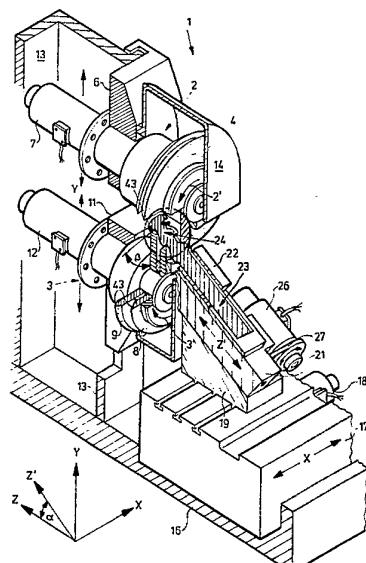
⑰ Patent erteilt: 28.02.1986

⑯ Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1986

⑭ Vertreter:
Dr. A. R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑮ Schleifmaschine zum Schleifen von Nuten.

⑯ Die Schleifmaschine ist vorgesehen zum Erzeugen von Nuten mit quer zur Nutentiefe gewölbten Flankenflächen in metallischen Werkstücken (23). Sie weist einen Werkstückhalter (22) auf, der auf einem Schrägtisch (19) in unter einem Winkel α zur Richtung (Z) der Spindelachse geneigt verlaufender Richtung (Z') verschiebbar montiert ist. Die Verschiebung des Werkstückhalters in Z'-Richtung ist so gesteuert, dass sie in fester Korrelation zur Bewegung des Tisches (17) in zur Schleifscheibe (4, 8, 9) tangentialer Richtung (X) erfolgt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Schleifmaschine zum Schleifen von Nuten mit quer zur Richtung der Nutentiefe gewölbter Flankenfläche, insbesondere zum Erzeugen quer zur Richtung der Nutentiefe gebogen verlaufender Haltenuten im Fuss von Turbinenschaufeln, mit mindestens einer, mindestens eine Schleifscheibe tragenden, senkrecht (in Y-Richtung) verschiebbaren Schleifspindel, dadurch gekennzeichnet, dass auf einem mittels eines ersten Antriebsmittels quer zur Spindelachse waagrecht (in X-Richtung) verschiebbaren, als Schrägtisch (19) ausgebildeten Tisch ein Werkstückhalter (22) in unter einem Winkel α zur Spindelachse (2, 3) (Z-Achse) geneigt verlaufender Richtung (Z'-Achse) mittels eines zweiten Antriebsmittels verschiebbar montiert ist und dass eine mit dem ersten und dem zweiten Antriebsmittel (18, 26) verbundene Steueranordnung (31, 32, 36) vorgesehen ist, welche die Antriebsmittel so steuernd ausgebildet ist, das Verschiebungen des Werkstückhalters in Richtung der Z'-Achse in dem Verlauf der gewünschten Wölbung der zu schleifenden Flankenfläche (38, 38', 39) der Nut (37, 37') entsprechender Korrelation zur Verschiebung des Schrägtisches (19) in X-Richtung erfolgen.

2. Schleifmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwei parallele Schleifspindeln (2, 3) mit je mindestens einer Schleifscheibe (4, 8, 9) vorgesehen sind, dass der Werkstückhalter (22) bei Bewegungen des Schrägtisches (19) in X-Richtung in einer zu den Schleifscheiben beider Schleifspindeln tangentialen, gegen die X-Z-Ebene im Winkel α geneigten Ebene verfahrbar ist und dass der Werkstückhalter (22) auf dem Schrägtisch (19) im Sinne einer gleichzeitigen Erzeugung einer konvex und einer konkav verlaufenden Flankenfläche (38, 38', 39) in auf gegenüberliegenden Seiten des Werkstücks (23, 24) verlaufenden Nuten (37, 37') in Korrelation zur Bewegung des Schrägtisches (19) in X-Richtung in der unter dem Winkel α gegen die Spindelachsen (2, 3) geneigten Richtung Z' verschiebbar ist.

3. Schleifmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung einer zur X-Z'-Ebene senkrechten Flankenfläche (38, 38') eine Schleifscheibe (8, 9) mit zu ihrer Stirnfläche im Winkel α geneigter Schleiffläche (43) vorgesehen ist.

4. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Z'-Achse gegen die Z-Achse unter dem Winkel $\alpha = 30^\circ$ geneigt ist.

5. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steueranordnung einen Prozessrechner aufweist, welcher den Antrieb (26) des Werkstückhalters (22) in Z'-Richtung entsprechend dem Verlauf der zu erzeugenden Flankenfläche (38, 38', 39) in Korrelation zu der Verschiebung des Schrägtisches (19) in X-Richtung steuernd ausgebildet ist.

Die Erfindung betrifft eine Schleifmaschine zum Schleifen von Nuten mit quer zur Richtung der Nutentiefe gewölbter Flankenfläche, insbesondere zum Erzeugen quer zur Richtung der Nutentiefe gebogen verlaufender Haltenuten im Fuss von Turbinenschaufeln, mit mindestens einer, mindestens eine Schleifscheibe tragenden, senkrecht (in Y-Richtung) verschiebbaren Schleifspindel.

Es macht keine Schwierigkeiten, mit der Schleifscheibe oder den Schleifscheiben einer Flachschleifmaschine Nuten in Werkstücke zu schleifen. Hierzu ist es nur erforderlich, das Werkstück in einer tangentialen Ebene in X-Richtung so zu verfahren, dass die Schleiffläche der Schleifscheibe, die gewöhnlich die Umfangsfläche der Schleifscheibe ist, mit dem Werkstück in der gewünschten Weise in Berührung

kommt. Wird das Werkstück während des Schleifvorganges in einer zu X und Z parallelen Ebene verfahren, so ergibt sich eine ebene Bodenfläche der Nut, deren Tiefe von dem grössten Eingriff der Schleifscheibe in das Werkstück bestimmt wird. Zur Erzeugung einer gewölbten Bodenfläche der Nut ist es nur erforderlich, das Werkstück auf einer gewölbten Bahn in X-Richtung zu verfahren oder die Schleifscheibe während des Schleifvorganges in Y-Richtung auf das Werkstück zu oder von ihm weg zu bewegen. Wegen der ebenen Stirnflächen der Schleifscheibe ergeben sich in jedem Fall aber ebene Flankenflächen der Nut. Flankenflächen mit gewölbtem Verlauf können durch diesen Vorgang nicht erzeugt werden.

Häufig ist es aber erwünscht, Nuten mit gewölbten Flankenflächen zu erzeugen. Solche Nuten mit gewölbten Flankenflächen sind beispielsweise für die Füsse gewisser Turbinenschaufeln erforderlich. Zur Erzeugung solcher Nuten mit gewölbten Flankenflächen wurden bisher Topschleifscheiben eingesetzt, wobei deren Radius den Radius der Wölbung der Flankenflächen vorgibt. Dieses Verfahren führt zu Problemen in dem Augenblick, wo Nuten mit einem grossen Radius der Flankenflächen erzeugt werden müssen. In diesem Fall ist der Einsatz von Topscheiben sehr grosser Radien erforderlich, was maschinentechnisch und schleiftechnisch grosse Schwierigkeiten bereitet. Der Erzeugung von Nuten mit gewölbten Flankenflächen grosser Wölbungsradien sind daher aus technischen Gründen Grenzen gesetzt.

Zum Schleifen von Nuten mit gewölbten Flankenflächen ist es durch die DE-PS 705 817 bekanntgeworden, zum Schleifen von Drehfutterbacken anstelle einer Topscheibe eine Planscheibe mit einem sehr stumpfen Kegelwinkel einzusetzen, welche am Umfang so stark abgeschrägt ist, dass sie bis auf den Zahnlückengrund reicht, ohne die Gegenfläche der Zahnlücke zu berühren. Das Schleifen erfolgt durch eine Schwenkbewegung in der Zahnlücke, die zu einem Abrollen des Werkzeugs über die ganze Zahnlücke führt. Zum Erzeugen von Nuten mit den gewünschten gewölbten Flankenflächen ist also ein Schwenken der Schleifscheibe erforderlich. Das erfordert aber maschinentechnisch einen erheblichen Aufwand, wenn die Genauigkeit der Bearbeitung gewährleistet sein soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schleifmaschine so auszubilden, dass sie zum Schleifen von Nuten mit gewölbten Flankenflächen geeignet ist, ohne den Einsatz von Topscheiben oder hohen maschinen- und steuerungstechnischen Aufwand zu erfordern.

Gelöst wird diese Aufgabe bei einer Schleifmaschine der eingangs beschriebenen Art erfahrungsgemäss dadurch, dass auf einem mittels eines ersten Antriebsmittels quer zur Spindelachse waagrecht (in X-Richtung) verschiebbaren, als Schrägtisch ausgebildeten Tisch ein Werkstückhalter in unter einem Winkel α zur Spindelachse (Z-Achse) geneigt verlaufender Richtung (Z'-Achse) mittels eines zweiten Antriebsmittels verschiebbar montiert ist und dass eine mit dem ersten und dem zweiten Antriebsmittels verbundene Steueranordnung vorgesehen ist, welche die Antriebsmittel so steuernd ausgebildet ist, dass Verschiebungen des Werkstückhalters in Richtung der Z'-Achse in dem Verlauf der gewünschten Wölbung der zu schleifenden Flankenfläche der Nut entsprechender Korrelation zur Verschiebung des Schrägtisches in X-Richtung erfolgen.

An sich sind Schleifmaschinen mit einem Schrägtisch für die Aufnahme des Werkstücks bekannt (GB-PS 1 349 864, GB-PS 1 253 238). In diesen Fällen wird der Schrägtisch jedoch nur in bekannter Weise in X-Richtung verfahren, um plane Flächen an Klemmfutterbacken zu schleifen, also Flächen ohne Wölbung. In beiden Fällen ist eine Verschiebung der Werkzeugaufnahme unter dem Neigungswinkel der Auf-

lagefläche des Schrägtisches nicht vorgesehen, so dass die Erzeugung von gewölbten Nutenflanken nicht möglich ist.

Durch die vorgesehene schräge Anordnung des Werkstückes unter dem Winkel α zur Z-Achse und durch die Verschiebarkeit des Werkstückes in Richtung der unter dem Winkel α schräg zur Z-Achse verlaufender Z'-Achse wird erfundungsgemäß erreicht, dass Nuten mit in jedem gewünschten Mass gewölbt verlaufenden Flankenflächen in das Werkstück eingebracht werden können. Da hierzu nach der Erfahrung lediglich eine Verschiebung des Werkstückes in Richtung der X-Achse und in Richtung der Z'-Achse erforderlich ist, reicht als Steuerung eine einfache Zweikoordinatensteuerung aus.

In Weiterbildung der Erfahrung sind zwei parallele Schleifspindeln mit je mindestens einer Schleifscheibe vorgesehen. Der Werkstückhalter ist bei Bewegungen des Schrägtisches in X-Richtung in einer zu den Schleifscheiben beider Schleifspindeln tangentialen, gegen die Grundfläche im Winkel α geneigten Ebene verfahrbar. Gleichzeitig ist der Werkstückhalter auf dem Schrägtisch in Korrelation zur Bewegung des Schrägtisches in X-Richtung in der unter dem Winkel α gegen die Spindelachsen geneigten Richtung Z' verschiebar. Es handelt sich hierbei also um eine sogenannte Doppelkopfschleifmaschine. Bei dieser Ausbildung einer Doppelkopfschleifmaschine ist es möglich, auf entgegengesetzten Seiten des Werkstückes gleichzeitig Nuten mit entgegengesetzten gewölbten Flankenflächen zu schleifen. Wird mit der oder den Schleifscheiben der einen Schleifspindel eine konkav gewölbte Flankenfläche einer Nut erzeugt, so wird mit der auf der anderen Seite angeordneten Schleifscheibe der anderen Schleifspindel eine konkav gewölbte Flankenfläche gebildet und umgekehrt. Die erfundungsgemäße Ausbildung der Doppelkopfschleifmaschine ermöglicht eine einfache und rationelle, gleichzeitige Erzeugung von mehreren Nuten mit gewölbten Flankenflächen in einem Werkstück.

Sollen zu der durch X und Z' aufgespannten Ebene senkrechte Flankenflächen der Nuten erzeugt werden, so ist vorgesehen, dass die Schleifscheibe eine zu ihrer Stirnfläche im Winkel α geneigte Schleiffläche aufweist. Als Neigungswinkel der Z'-Achse gegenüber der Z-Achse ist ein Winkel α von 30° bevorzugt. Bei Wahl dieses Winkels ist der Radius der Wölbung der Flankenfläche gleich dem doppelten Schleifscheibenradius.

In bevorzugter Ausbildung der Erfahrung ist vorgesehen, dass die Steueranordnung einen Prozessrechner aufweist, welcher den Antrieb des Werkstückhalters in Z'-Richtung entsprechend dem Verlauf der zu erzeugenden Flankenflächen in Korrelation zu der Verschiebung des Schrägtisches in X-Richtung steuernd ausgebildet ist.

Die Erfahrung bietet den Vorteil, dass mit einer an sich bekannten Flach- bzw. Profilschleifmaschine mit einer oder zwei parallelen Schleifspindeln in Werkstücken Nuten mit gewölbten Flankenflächen erzeugt werden können. Ein hoher maschinen- und schleiftechnischer Aufwand ist nicht erforderlich. Für den an sich komplizierten Vorgang des Schleifens von Nuten mit solchen gewölbten Flankenflächen reicht bei der Vorrichtung nach der Erfahrung eine einfache Zweikoordinatenbahnsteuerung aus, da der Schleifvorgang nur Verschiebungen des Werkstückes in X- und Z'-Richtung erfordert. Durch die Anordnung des Werkstückes auf dem unter einem vorgegebenen Winkel gegen die Z-Achse geneigten Schrägtisch und durch die Bewegung des Werkstückes in X- und Z'-Richtung wird durch die Erfahrung auch der komplizierte Vorgang des Schleifens von gewölbten Flankenflächen von Nuten mit einer herkömmlichen Flachschleifmaschine beherrschbar. Besonders vorteilhaft ist die vorgeschlagene Anordnung und gesteuerte Verfahrbarkeit des Werkstückhalters in Verbindung mit einer Doppelkopf-

schleifmaschine, da dies das gleichzeitige Schleifen entgegen gesetzt gewölbter Flankenflächen auf gegenüberliegenden Seiten des Werkstückes erlaubt, was den Bearbeitungsaufwand des Werkstückes herabsetzt.

5 Im folgenden wird eine Ausführungsform der Erfahrung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Ansicht einer ausgebildeten Doppelkopf flach- und -profilschleifmaschine,

Figur 1a eine vergrößerte Ansicht eines Werkstückes,

10 Figur 1b die Zuordnung der verwendeten Koordinaten zueinander und

Figur 2 eine schematische Darstellung der Steuerschaltung.

In Figur 1 ist eine Doppelkopfschleifmaschine 1 mit zwei 15 parallelen Schleifspindeln 2 und 3 dargestellt. Die obere Schleifspindel 2 mit einer Schleifscheibe 4 ist in einem Spindelträger 6 gelagert und von einem Motor 7 angetrieben. Die untere Schleifspindel 3 weist in Achsrichtung hintereinander zwei Schleifscheiben 8 und 9 auf. Sie ist in einem Spindelträger 11 gelagert und von einem Motor 12 angetrieben. Die Drehrichtung der Schleifspindeln ist durch die Pfeile 2' und 3' angegedeutet. Die Spindelträger 6 und 11 sind an einer Maschinensäule 13 senkrecht in Y-Richtung (vgl. Fig. 1b) verschiebbar. Mit 14 ist ein Gehäuse bezeichnet, dass die obere 25 Schleifscheibe 4 wenigstens teilweise umgibt.

Auf einem Maschinenbett 16 ist ein Tisch 17 mittels eines Antriebsmotors 18 in X-Richtung (vgl. Fig. 1b) quer zu den Achsen der Schleifspindeln 2 und 3 verschiebbar geführt. Fest mit dem Tisch 17 verbunden ist ein Schrägtisch 19, dessen Oberfläche unter einem Winkel α gegen die Oberfläche des Tisches 17 geneigt ist und einen Schlitten 21 trägt, an dem ein Werkstückhalter 22 befestigt ist. In den Werkstückhalter 22 ist ein Werkstück 23, in dem in Figur 1 dargestellten Fall eine Turbinenschaufel, deren Fuss 24 bearbeitet 35 werden soll, eingespannt.

Durch die Neigung der Oberfläche des Schrägtisches 19 gegen die Oberfläche des Tisches 17 ist eine Richtung Z' definiert, die im Winkel α zur senkrecht zur X- und Y-Achse verlaufenden Z-Achse verläuft. Die Z'-Achse liegt in der 40 durch die Y- und die Z-Achse gebildeten Ebene (vgl. Fig. 1b). Die Z-Achse verläuft also in Richtung der Achsen der Schleifspindeln 2 und 3.

Der Werkstückhalter 22 ist zusammen mit dem Schlitten 21 in Richtung der Z'-Achse verschiebbar auf dem Schrägtisch 19 gelagert. Als Antrieb des Schlittens dient ein Motor 26, der seitwärts am Schrägtisch 19 befestigt ist und der über einen Zahnriementrieb 27 und eine Spindel mit dem Schlitten in Wirkverbindung steht.

In Figur 2 ist in einem schematischen Übersichtsbild die 50 Steuerschaltung der vorgeschlagenen Schleifmaschine dargestellt. Es handelt sich um eine einfache Zweikoordinaten bahnsteuerung, da das Werkstück für die vorzunehmenden Schleifbearbeitungen nur in der X- und der Z'-Richtung verschoben zu werden braucht. Die Antriebsmotoren 18 und 55 26, die für die Verschiebung des Werkstückes in X-Richtung und in Z'-Richtung respektive vorgesehen sind, sind über einen Leistungsverstärker 28 und 29 mit Steuergliedern 31 und 32 verbunden. An das Steuerglied 32 ist ein Lagedetektor 33 zur Überwachung der Position des Schlittens 21 in X-Richtung angeschlossen. Das Steuerglied 31 ist mit einem Lagedetektor 34 für die Überwachung der Position des Schlittens 21 in Z'-Richtung verbunden. Ein Sollwertgeber 36 steht mit 60 beiden Steuergliedern 31 und 32 in Verbindung.

Figur 1a zeigt in einer vergrößerten Darstellung das zu 65 bearbeitende Werkstück, im dargestellten Fall den Fuss 24 der Turbinenschaufel 23. Das Profil dieses Turbinenschau felfusses 24 weist vier Nuten 37 und 37' auf, von denen je zwei in den gegenüberliegenden Seiten des Werkstücks ver-

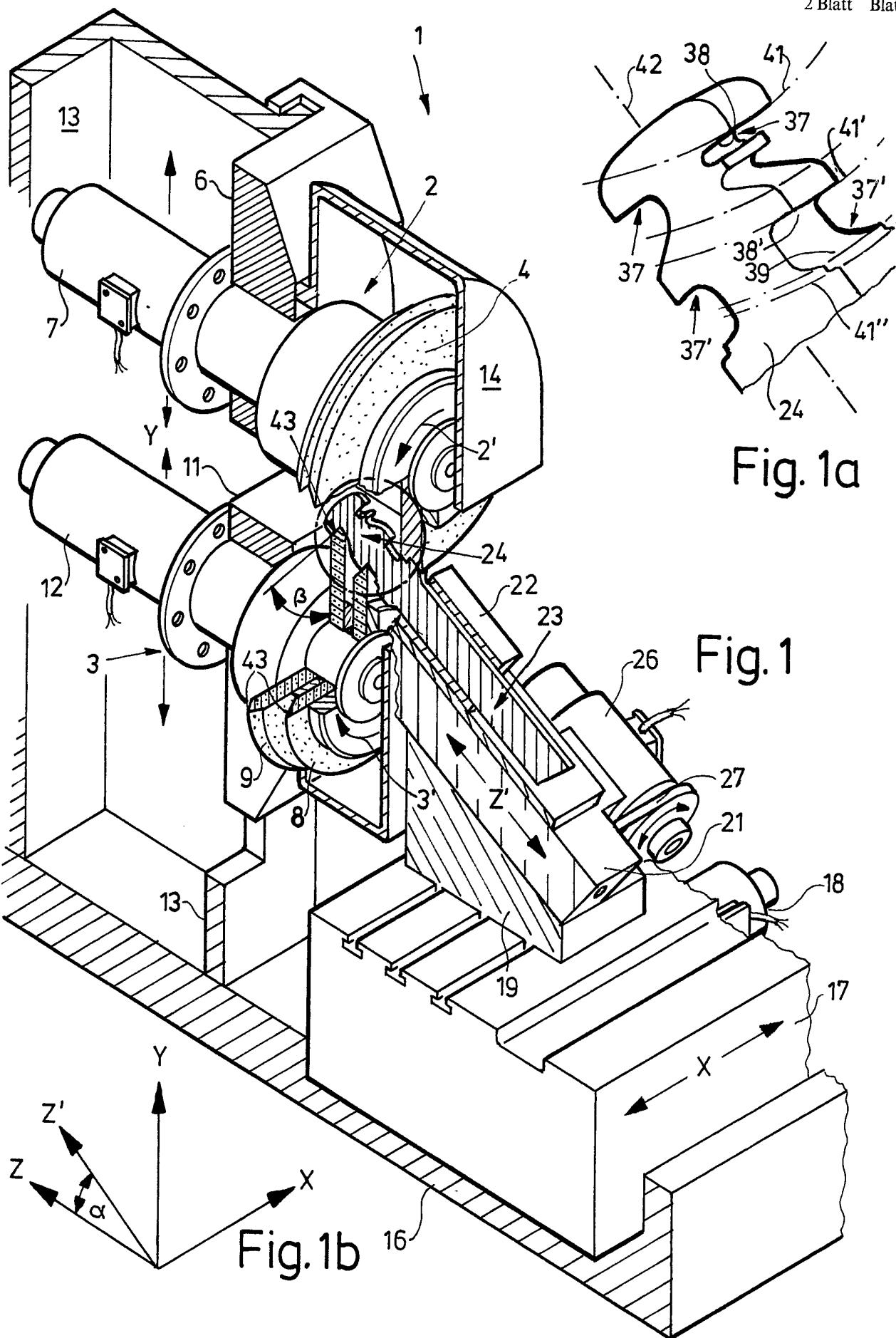
laufen, und ist auf beiden Seiten symmetrisch. Die schleiftechnische Aufgabe besteht im vorliegenden Fall darin, die Nuten des Schaufelfusses 24 so zu schleifen, dass ihre Flankenflächen 38 und 38' einen gewölbten Verlauf haben. Wie die Figur 1a erkennen lässt, soll die Wölbung der Flankenflächen 38 und 38' entsprechend den angedeuteten Kreisbögen 41 und 41' konkav gewölbt verlaufen. Die Flankenfläche 39 der Nut 37' verläuft dagegen konvex, wie der Verlauf des Kreisbogens 41'' andeutet. Bisher war es üblich und notwendig, für das Schleifen derartiger Nuten mit gewölbten Flankenflächen Topfscheiben zu verwenden, deren Radius dem Radius der Kreisbögen 41, 41' und 41'', also dem Radius der Wölbung der Flankenflächen, entspricht. Bei grossen Radien bedeutet das einen sehr grossen Aufwand, da ein grosser Topfscheibenradius hohe maschinenbauliche und schleiftechnische Anforderungen stellt. Durch die Erfindung ist es möglich, diesen Aufwand zu vermeiden. Die Schilderung der Funktionsweise der beschriebenen, gemäss der Erfindung ausgebildeten Doppelkopfschleifmaschine macht das deutlich.

Das Werkstück, im dargestellten Fall eine Turbinenschaufel, wird, wie in Figur 1 gezeigt, im Werkstückhalter 22 so eingespannt, dass die Werkstückachse, die in Figur 1a mit 42 bezeichnet ist, in Z'-Richtung zeigt, also unter dem Winkel α zu der in der Tischebene verlaufenden Z-Achse verläuft. Zum Schleifen von Flankenflächen 38 und 38' gewünschter Wölbung wird der Schrägtisch 19 mit dem Tisch 17 im Maschinenbett 16 in X-Richtung und gleichzeitig das Werkstück auf dem Schlitten 21 in Korrelation zur Verschiebung in X-Richtung in Z'-Richtung versfahren. Die für die Erzeugung einer Wölbung eines bestimmten Radius vorgegebene Korrelation der Verschiebung in X- und Z'-Richtung ist im Sollwertgeber 36 (vgl. Fig. 2) vorgegeben, welcher die Steuerglieder 31 und 32 entsprechend dieser Korrelation beaufschlagt, so dass die Antriebe 18 und 26 im Sinne der Erzeugung von Flankenflächen gewünschter Wölbung gesteuert werden. Mit Lagedetektoren 33 für die Überwachung der Position des Tisches 17 in X-Richtung und 34 für die Überwachung der Position des Werkstückhalters 22 in Z'-Richtung werden den Lagekoordinaten des Werkstückes entsprechende Istwerte erzeugt und in den Steuergliedern 31 und 32 mit den vom Sollwertgeber vorgegebenen Sollwerten verglichen, so dass gegebenenfalls auftretende Lageabweichungen entsprechend korrigiert werden. In der Praxis handelt es sich bei der Steueranordnung am Lageregelkreise mit unterlegten Geschwindigkeitsregelkreisen.

Der Sollwertgeber kann einen Lochstreifenleser aufweisen, über den die erforderlichen Sollwerte entsprechend dem gewünschten Verlauf der Nutenflanken von einem Lochstreifen eingelesen werden. Andere Mittel der Sollwertvorgabe sind natürlich auch geeignet. Besonders zweckmässig und vorteilhaft ist der Einsatz eines Prozessrechners, beispielsweise in Form eines Mikroprozessors, als Steuermittel. Die gesteuerte Verschiebung des Werkstückes in X- und Z'-Richtung führt zur Erzeugung von Nuten mit Flankenflächen einer vorgegebenen Wölbung. Mit dem Schleifscheiben 8 und 9 der unteren Schleifspindel 3 werden dabei gleichzeitig die entsprechenden Flankenflächen 38 und 38' der Nuten 37 und 37' auf der Unterseite des Werkstückes 24 geschliffen. Gleichzeitig wird mit der Schleifscheibe 4 der oberen Schleifspindel 2 die Flankenfläche 39 der oberen Nut 37 geschliffen. Die Wölbung der Flankenfläche 39 der oberen Nut 37' ist der Wölbung der Flankenfläche 38 und 38' der unteren Nuten 37 und 37' entgegengesetzt. Bei jedem Durchgang können mit der Vorrichtung nach der Erfindung also gleichzeitig drei gewölbte Flankenflächen von Nuten erzeugt werden, was eine sehr schnelle und rationelle Bearbeitung bedeutet.

Soll eine Flankenfläche 38 erzeugt werden, die senkrecht auf der durch die X- und Z'-Achse aufgespannten Ebene steht, so ist, wie im Fall der Figur 1, die die Flankenfläche erzeugende Schleiffläche 43 der Schleifscheibe 9 unter einem Winkel β zu ihrer Stirnfläche geneigt, der gleich dem Winkel α ist. Unter demselben Winkel β verläuft auch die die gewölbte Flankenfläche 38' der unteren Nut 37' herstellende Schleiffläche der vorderen Schleifscheibe 8 zu ihrer Stirnfläche.

Durch die vorgeschlagene Ausbildung der Schleifmaschine ist es also möglich, Werkstücke mit Nuten zu versehen, deren Flankenflächen in einem vorgegebenen Radius gewölbt verlaufen. Eine einfache Zweikoordinatenbahnsteuerung für die Koordinaten X und Z' reicht als Steuermittel für die Bewegung des Werkstückhalters und des Schrägtisches aus. Bei Verwendung einer Doppelkopfschleifmaschine mit entsprechend ausgebildeten Schleifscheiben an den Schleifspindeln ist es möglich, mehrere Nuten gleichzeitig mit gewölbten Flankenflächen zu schleifen. Hierbei werden auf den gegenüberliegenden Seiten des Werkstückes Nuten mit Flankenflächen entgegengesetzter Krümmung erzeugt. Die Ausbildung einer Doppelkopfschleifmaschine ist also besonders rationell und wirtschaftlich.



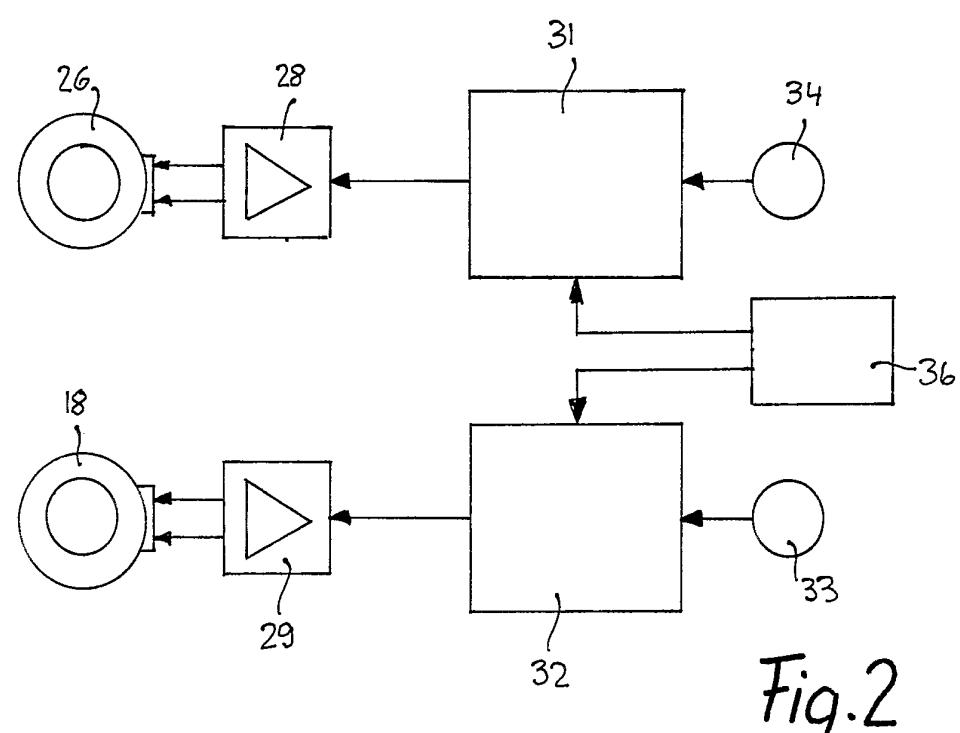


Fig.2