

(19)



(11)

**EP 3 388 682 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**17.10.2018 Patentblatt 2018/42**

(51) Int Cl.:  
**F04D 19/04** <sup>(2006.01)</sup> **F04D 29/58** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04C 18/02** <sup>(2006.01)</sup> **F04C 25/02** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04C 29/04** <sup>(2006.01)</sup> **B23P 15/26** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **17166278.6**

(22) Anmeldetag: **12.04.2017**

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**MA MD**

• **Söhngen, Wolfgang**  
**35647 Waldsolms (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald Patentanwälte PartmbB**  
**Martin-Greif-Strasse 1**  
**80336 München (DE)**

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

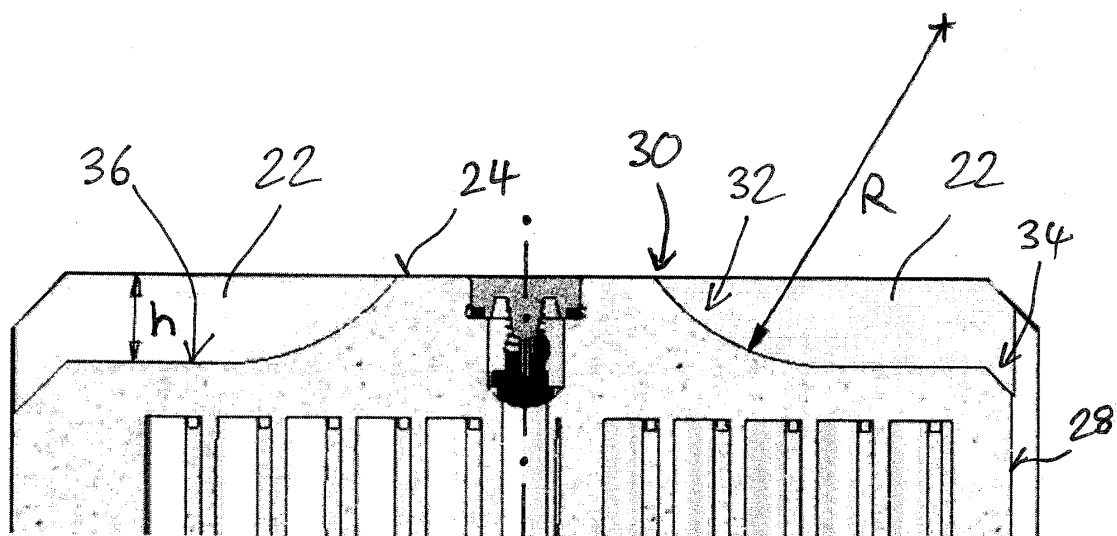
(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH**  
**35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Harapat, Erhard**  
**35614 Asslar (DE)**

(54) **KÜHLKÖRPER FÜR EINE VAKUUMPUMPE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES SOLCHEN**

(57) Die Erfindung betrifft einen Kühlkörper für eine Vakuumpumpe, insbesondere Gehäuse oder Gehäuseteil einer Scrollpumpe, mit einer im Betrieb der Vakuumpumpe von einem Kühlfluid beaufschlagten Stirnfläche, in der eine Kühlstruktur mit einer Mehrzahl von in die

Stirnfläche eingebrachten und sich entlang der Stirnfläche erstreckenden Ausnehmungen ausgebildet ist, wobei zumindest an einem Übergang von der Stirnfläche in eine jeweilige Ausnehmung ein sanfter Umlenkbereich für das Kühlfluid ausgebildet ist.



**Fig. 8**

**EP 3 388 682 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kühlkörper für eine Vakuumpumpe, insbesondere Gehäuse oder Gehäuseteil einer Scrollpumpe, mit einer im Betrieb der Vakuumpumpe von einem Kühlfluid beaufschlagten Stirnfläche, in der eine Kühlstruktur mit einer Mehrzahl von in die Stirnfläche eingebrachten und sich entlang der Stirnfläche erstreckenden Ausnehmungen ausgebildet ist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Herstellen eines Kühlkörpers für eine Vakuumpumpe, insbesondere Scrollpumpe, bei dem ein eine Stirnfläche aufweisendes Werkstück als Ausgangselement für den Kühlkörper bereitgestellt wird und eine Mehrzahl von sich entlang der Stirnfläche erstreckenden Ausnehmungen in das Werkstück durch ein Werkzeug eingebracht wird.

**[0003]** Ein beispielhafter Kühlkörper einer Scrollpumpe des Standes der Technik weist eine Mehrzahl von Kühlrippen zum konvektiven Wärmeaustausch auf, die bei der Herstellung des Kühlkörpers durch Einbringen von Ausnehmungen zwischen den Ausnehmungen verbleiben. Die Ausnehmungen werden dabei durch einen Schaftfräser in ein Werkstück für den Kühlkörper eingebracht. Dies erlaubt die Ausbildung einer relativ filigranen und komplexen Kühlrippenstruktur bezogen auf eine Bearbeitungsebene, die senkrecht zu einer Drehachse des Schaftfräasers verläuft.

**[0004]** Die Herstellung des Kühlkörpers mit einem Schaftfräser ist allerdings zeitaufwändig und erlaubt nur eine eingeschränkte Freiheit bei der Gestaltung eines Ausnehmungsgrunds. Daher wird der Ausnehmungsgrund im Stand der Technik plan ausgeführt.

**[0005]** Aus dieser Gestaltung ergibt sich ferner, dass der Ausnehmungsgrund senkrecht zu allen Seitenwänden der Kühlrippen und anderer nicht gefräster Abschnitte verläuft. Dies kann jedoch zumindest punktuell zu einem Stau von Kühlfluid, z.B. Luft, im Bereich der senkrecht aufeinander treffenden Seitenwände und Ausnehmungsgründe führen, insbesondere wenn das Kühlfluid senkrecht zur Ebene der Ausnehmungsgründe angeblasen wird, d.h. wenn die Stirnfläche des Kühlkörpers frontal angeblasen wird.

**[0006]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, die Kühlung einer Vakuumpumpe zu verbessern und die damit verbundene Herstellung des Kühlkörpers zu vereinfachen.

**[0007]** Diese Aufgabe wird durch einen Kühlkörper nach Anspruch 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass zumindest an einem Übergang von der Stirnfläche in eine jeweilige Ausnehmung ein sanfter Umlenkbereich für das Kühlfluid ausgebildet ist.

**[0008]** Das Kühlfluid kann z.B. Luft sein. Im Folgenden wird der Einfachheit halber auch lediglich auf Luft als Kühlmittel Bezug genommen, obwohl erfindungsgemäß andere Kühlmittel denkbar sind.

**[0009]** Durch den sanften Umlenkbereich wird ein Luftstau vermieden oder verringert. Insbesondere für den

Fall, dass ein Gebläse den Kühlkörper mit einem Luftstrom beaufschlagt, kann der Umlenkbereich derart wirken, dass der Luftstrom von einer ersten Richtung in eine zweite, insbesondere zur ersten im Wesentlichen senkrechte Richtung, umgelenkt wird, sodass die Luft einen stetigen Strom beibehalten kann und der konvektive Wärmeaustausch verbessert wird. Aber auch ohne Gebläse bilden sich im Rahmen der freien Konvektion an dem Kühlkörper Luftströmungen aus, die durch den Umlenkbereich vorteilhaft umgelenkt werden können. Der erfindungsgemäße Umlenkbereich hat außerdem eine geringere Geräuschentwicklung und einen geringeren Staudruck zur Folge.

**[0010]** Unter einem sanften Übergang ist folglich insbesondere ein Übergang zu verstehen, der strömungsgünstiger und/oder reibungsvermindernder ist als herkömmliche Übergänge, wie sie vorstehend mit Bezug auf den Stand der Technik beschrieben worden sind.

**[0011]** Bei einer Ausführungsform sind die Ausnehmungen jeweils als länglicher Strömungskanal ausgebildet. Dies kann insbesondere der verbesserten Leitung der Luft weg von dem Übergang zwischen Stirnfläche und Ausnehmung dienen.

**[0012]** Beispielsweise können die Ausnehmungen jeweils geradlinig sein. Dies vereinfacht ihre Herstellung und verbessert die Luftleitung, da störende Richtungsänderungen vermieden werden. Alternativ oder zusätzlich können die Ausnehmungen jeweils eine in Bezug auf eine Länge der Ausnehmung konstante Breite aufweisen.

**[0013]** Gemäß einer Ausführungsform weisen die Ausnehmungen jeweils eine Höhe  $h$  und eine Breite auf, wobei die Höhe  $h$ , insbesondere zumindest in einem wenigstens näherungsweise parallel zur Stirnfläche verlaufenden Bereich, gleich der Breite oder größer als die Breite ist.

**[0014]** Bei einer Ausführungsform ist der Umlenkbereich teilkreisförmig ausgebildet. Dies erlaubt eine besonders sanfte Umlenkung mit einem geringen Verlust von kinetischer Energie in der Luftströmung. Zudem lässt sich ein solcher Umlenkbereich einfach herstellen.

**[0015]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist ein Radius des Umlenkbereiches gleich dem Radius eines zur Herstellung des Umlenkbereiches verwendeten scheibenförmigen Werkzeugs oder größer als der Radius des Werkzeugs.

**[0016]** Bei einer Weiterbildung sind die Ausnehmungen jeweils als ein Einschnitt oder eine Nut ausgebildet.

**[0017]** Zum Beispiel sind die Ausnehmungen jeweils durch zumindest ein scheibenförmiges Werkzeug, insbesondere einen Scheibenfräser oder eine Kreissäge, hergestellt. Dies erlaubt eine besonders einfache und damit kostengünstige Herstellung. Insbesondere kann die Form des Umlenkbereichs der Form des Werkzeugs entsprechen. So kann schon durch die Werkzeugwahl der vorteilhafte Umlenkbereich gewissermaßen automatisch realisiert werden. Die Form und/oder die Größe des Umlenkbereichs können aber auch beispielsweise von

der Form bzw. der Größe des Werkzeugs abweichen, beispielsweise wenn diese bei der Herstellung des Kühlkörpers gleichzeitig mit Komponenten senkrecht und parallel zur Stirnfläche verfahren werden.

**[0018]** Scheibenförmige Werkzeuge wie z.B. Scheibenfräser und Kreissägen können bauartbedingt eine hohe Schneidenanzahl aufweisen. Folglich befinden sich zu jedem Zeitpunkt sehr viele Schneiden gleichzeitig in Eingriff mit dem Werkstück. Hierdurch ergibt sich bei konstantem Vorschub je Schneide eine vergleichsweise hohe Vorschubgeschwindigkeit.

**[0019]** Bei einer weiteren Ausführungsform erstrecken sich die Ausnehmungen jeweils von einem Zentralbereich des Kühlkörpers zu einem Randbereich des Kühlkörpers. Die Ausnehmungen können so für eine gute Luftableitung sorgen. Alternativ oder zusätzlich sind die Ausnehmungen insgesamt sternförmig angeordnet, verlaufen also jeweils strahlenförmig von innen nach außen. Hierdurch lassen sich eine besonders gleichmäßige Verteilung der Luft und somit eine gleichmäßige Kühlung erreichen.

**[0020]** In einer weiteren Ausführungsform können zumindest einige Ausnehmungen wenigstens über einen Teil ihrer Länge parallel zueinander verlaufen.

**[0021]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform können sich wenigstens zwei Ausnehmungen schneiden und/oder kann wenigstens eine Ausnehmung in zumindest eine weitere Ausnehmung münden.

**[0022]** Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine Ausnehmung zumindest näherungsweise parallel zu einer Sekante eines Kreises um ein Zentrum der Stirnfläche verläuft.

**[0023]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist eine jeweilige Ausnehmung, insbesondere in einem Randbereich des Kühlkörpers, einen sanften Auslauf auf. Der Begriff Auslauf muss sich hierbei nicht notwendigerweise auf ein Ausnehmungsende in einer Strömungsrichtung beziehen, sondern kann sich auch z.B. auf ein dem Umlenkbereich gegenüberliegendes Ende der Ausnehmung beziehen. Die Ausnehmung kann ganz allgemein zu einem Randbereich des Kühlkörpers geführt sein oder alternativ ausschließlich in der Stirnfläche definiert sein. Ein Auslauf kann also beispielsweise in eine Randfläche oder auch sanft in die Stirnfläche münden.

**[0024]** Der Übergang kann beispielsweise einen Winkel von weniger als 90°, insbesondere zwischen einem Ausnehmungsgrund bzw. einem Ende des Umlenkbereichs und der Stirnfläche, definieren. Insbesondere kann der Übergang selbst sanft und/oder kontinuierlich sein, was einem Winkel von im Wesentlichen 0° entsprechen würde.

**[0025]** Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Vakuumpumpe mit einem Kühlkörper gemäß einer der hierin beschriebenen Ausführungsformen erfüllt.

**[0026]** Der Kühlkörper kann beispielsweise als ein einen Pumpabschnitt einer Vakuumpumpe begrenzendes Element, insbesondere als ein Gehäuseabschnitt für die-

sen, ausgebildet sein. Die Vakuumpumpe kann beispielsweise eine Scrollpumpe sein. Dabei kann der Kühlkörper z.B. einteilig mit einer pumpaktiven Spiralstruktur der Scrollpumpe ausgebildet sein. Dies sorgt für eine besonders gute Wärmeableitung aus dem pumpaktiven Bereich der Scrollpumpe.

**[0027]** Bei einer Ausführungsform ist ein Gebläse vorgesehen, um den Kühlkörper mit Luft zu beaufschlagen. Das Gebläse kann insbesondere eine Strömungsrichtung definieren, die zumindest im Wesentlichen parallel zu einer Hauptachse des Kühlkörpers und/oder zumindest im Wesentlichen senkrecht zur Stirnfläche des Kühlkörpers ist.

**[0028]** Ferner wird die Aufgabe der Erfindung durch ein Verfahren zum Herstellen eines Kühlkörpers für eine Vakuumpumpe gemäß Anspruch 11 gelöst, und insbesondere dadurch, dass das Werkzeug ein scheibenförmiges Werkzeug umfasst, beispielsweise einen Scheibenfräser oder eine Kreissäge.

**[0029]** Dies stellt ein besonders einfaches Herstellungsverfahren dar, insbesondere im Vergleich zur Herstellung mittels eines Schaftfräasers. Außerdem lassen sich scheibenförmige Werkzeuge wie Scheibenfräser und Kreissägen mit relativ hohen Vorschubgeschwindigkeiten betreiben, sodass der Herstellungsprozess weiter beschleunigt wird. Im Gegensatz hierzu ist die Vorschubgeschwindigkeit von Schaftfräsern insbesondere wegen der vergleichsweise geringen Schneidenanzahl relativ begrenzt, und zwar insbesondere dann, wenn zur Herstellung einer besonders filigranen Kühlrippenstruktur ein sehr schmaler Schaftfräser eingesetzt wird. Das Herstellungsverfahren der Erfindung ist aber nicht nur relativ schnell durchführbar und somit kostengünstig. Vielmehr lässt sich hier bei geeigneter Anordnung der Ausnehmungen auch eine besonders große kühlaktive Oberfläche ausbilden, wodurch ein besonders wirksamer Kühlkörper geschaffen wird.

**[0030]** Insbesondere kann an zumindest einem Übergang von der Stirnfläche in die Ausnehmung durch das Werkzeug ein Umlenkbereich für ein Kühlfluid ausgebildet werden. Wie oben näher beschrieben, verbessert ein solcher Umlenkbereich die Kühlwirkung des Kühlkörpers und bietet weitere Vorteile wie z.B. eine geringere Geräuschentwicklung beim Anblasen der Stirnfläche mit einem Kühlfluid.

**[0031]** Bei einer Ausführungsform erfolgt für jede Ausnehmung oder jeden Satz von Ausnehmungen genau eine Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück, bei der die Ausnehmung bzw. Ausnehmungen in das Werkstück eingebracht werden.

**[0032]** Bei einer weiteren Ausführungsform wird das Werkzeug zum Einbringen der Ausnehmungen mit einer radialen Komponente in Bezug auf eine Hauptachse des Werkstücks relativ zu dem Werkstück verfahren.

**[0033]** Eine Hauptachse des Werkstücks kann insbesondere eine Zentralachse sein und/oder senkrecht zur Stirnfläche verlaufen, also deren Normale sein. Das Werkstück kann beispielsweise im Wesentlichen eine zy-

lindrische Form aufweisen und/oder eine im Wesentlichen runde Scheibe sein. Dabei kann die Hauptachse z.B. durch eine Zylinder- oder Mittelpunktschse definiert sein.

**[0034]** Sofern im Rahmen dieser Anmeldung auf eine Relativbewegung zweier Elemente Bezug genommen wird, versteht es sich, dass die Relativbewegung sowohl von entweder dem einen oder dem anderen Element als auch von beiden Elementen gleichzeitig realisiert werden kann.

**[0035]** Bei einer weiteren Ausführungsform wird das Werkzeug zum Einbringen der Ausnehmung mit einer axialen Komponente in Bezug auf eine Hauptachse des Werkstücks relativ zu dem Werkstück verfahren. Insbesondere wird das Werkzeug nur mit einer radialen und/oder einer axialen Komponente verfahren, also ohne eine tangential Komponente in Bezug auf einen gedachten Zylinder um die Hauptachse.

**[0036]** Bei einer Weiterbildung werden mehrere Bearbeitungsvorgänge jeweils zum Einbringen einer Ausnehmung oder eines Satzes von Ausnehmungen durchgeführt, wobei die Bearbeitungsvorgänge nacheinander durchgeführt werden und zwischen den Bearbeitungsvorgängen das Werkstück in Bezug auf eine Hauptachse des Werkstücks relativ zu dem Werkzeug verdreht wird, beispielsweise über einen Teilapparat oder eine C-Achse einer Werkzeugmaschine. Dies erlaubt eine besonders schnelle Bearbeitung des Werkstücks. Ein jeweiliger Bearbeitungsvorgang kann insbesondere zur Herstellung einer Ausnehmung oder eines Satzes von Ausnehmungen durchgeführt werden.

**[0037]** Bei noch einer Weiterbildung unterscheiden sich die mehreren Bearbeitungsvorgänge in einer radialen Bearbeitungstiefe in Bezug auf eine Hauptachse des Werkstücks. Dadurch lassen sich Ausnehmungen unterschiedlicher Länge ausbilden. Dies wiederum kann vorteilhaft dafür genutzt werden, zwischen zwei Ausnehmungen mit einer ersten Bearbeitungstiefe zumindest eine Ausnehmung mit einer zweiten, geringeren Bearbeitungstiefe in das Werkstück einzubringen. So kann auch der Bereich zwischen den Ausnehmungen mit der ersten Bearbeitungstiefe, welcher tendenziell außen in Bezug auf die Hauptachse am größten ist, als kühlaktiver Bereich ausgenutzt werden.

**[0038]** Das Werkzeug kann beispielsweise als Doppel- oder Zwillingswerkzeug mit zwei gleichzeitig wirksamen, unter einem Abstand zueinander angeordneten Einzelwerkzeugen ausgebildet sein, um mit einem Bearbeitungsvorgang einen Satz von zwei Ausnehmungen in das Werkstück einzubringen. Hierdurch lassen sich mit einem Bearbeitungsvorgang zwei Ausnehmungen herstellen, wodurch das Herstellungsverfahren weiter beschleunigt werden kann. Die Einzelwerkzeuge können insbesondere parallel angeordnet sein. Denkbar ist auch ein Werkzeug mit mehr als zwei Einzelwerkzeugen.

**[0039]** Mit einem einzigen Bearbeitungsvorgang können beispielsweise auch mehrere fluchtende Ausnehmungen oder Sätze von Ausnehmungen hergestellt wer-

den. So kann z.B. zunächst eine Ausnehmung bzw. ein Satz von Ausnehmungen eingebracht werden und anschließend im selben Bearbeitungsvorgang eine weitere Ausnehmung bzw. ein weiterer Satz von Ausnehmungen einbracht werden. Insbesondere kann der Bearbeitungsvorgang mit einer radial nach innen verlaufenden Zustellung des Werkzeugs zur Ausbildung einer ersten Ausnehmung bzw. eines ersten Satzes von Ausnehmungen begonnen werden, wobei das Werkzeug an einem radial inneren Ende der ersten Ausnehmung bzw. des ersten Satzes von Ausnehmungen in axialer Richtung aus dem Werkstück herausgefahren wird und weiter in der zunächst gewählten radialen Richtung verfahren wird, wobei anschließend das Werkzeug zur Ausbildung einer zweiten Ausnehmung bzw. eines zweiten Satzes von Ausnehmungen wieder axial in das Werkstück eingefahren wird und weiter in der zunächst gewählten Richtung verfahren wird, die zu diesem Zeitpunkt gegebenenfalls eine radiale Richtung nach außen ist.

**[0040]** Was die Ausgestaltung des Werkzeugs anbelangt, so kann vorgesehen sein, dass das Werkzeug einen Scheibendurchmesser  $D$  und eine Scheibenhöhe  $H$  aufweist, wobei  $D/H \geq 4$ .

**[0041]** Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das Werkzeug einen Scheibendurchmesser  $D$  und einen Schaft mit einem Schaftdurchmesser  $d$  aufweist, wobei  $D/d \geq 1,5$ .

**[0042]** Die erfindungsgemäßen Gegenstände lassen sich jeweils auch durch die anderen erfindungsgemäßen Gegenstände und deren Ausführungsformen weiterbilden. So lassen sich beispielsweise der erfindungsgemäße Kühlkörper und die erfindungsgemäße Vakuumpumpe im Sinne der Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens weiterbilden und umgekehrt.

**[0043]** Die Erfindung wird nachfolgend lediglich beispielhaft anhand der schematischen Zeichnung näher veranschaulicht.

Fig. 1 zeigt einen Kühlkörper einer Vakuumpumpe, der mittels eines Schaftfräasers hergestellt wurde und nicht zur Erfindung gehört.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlkörpers einer Vakuumpumpe.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlkörpers einer Vakuumpumpe.

Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlkörpers einer Vakuumpumpe.

Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlkörpers einer Vakuumpumpe.

Fig. 6 zeigt schematisch in einem Schnitt längs der

Drehachse ein Werkzeug in Form eines Scheibenfräasers mit einer an einem Schaft angeordneten Scheibe.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlkörpers einer Vakuumpumpe.

Fig. 8 zeigt teilweise den Kühlkörper von Fig. 7 in einem Schnitt längs der Hauptachse.

**[0044]** In Fig. 1 ist ein Kühlkörper 10 einer Vakuumpumpe in einer perspektivischen Ansicht dargestellt. Der Kühlkörper 10 weist eine Mehrzahl von Kühlrippen 12 auf, die durch Einbringen von Ausnehmungen 14 mittels eines Schaftfräasers ausgebildet wurden. Die Ausnehmungen 14 liegen mit einem jeweiligen Ausnehmungsgrund in einer Ebene. Die Kühlrippen 12 und ein Zentralabschnitt 16 weisen jeweils Seitenwände auf, die zu dieser Ebene senkrecht sind.

**[0045]** Die komplexe Kühlrippenstruktur des Kühlkörpers 10 ist nur unter hohem Zeitaufwand herzustellen. Außerdem führen die senkrechten Übergänge zwischen Kühlrippen 12 bzw. Zentralabschnitt 16 und den jeweiligen Ausnehmungsgründen zu einer relativ schlechten Luftleitung, insbesondere zu einem Luftstau im Bereich der Übergänge. Zudem resultiert aus dieser Ausgestaltung eine starke Geräuscentwicklung beim Anblasen der Kühlrippenstruktur.

**[0046]** In Fig. 2 ist dagegen ein erfindungsgemäßer Kühlkörper 20 einer Vakuumpumpe ebenfalls in perspektivischer Ansicht dargestellt. Der Kühlkörper 20 weist eine Mehrzahl von Ausnehmungen 22 auf, die sich in dieser Ausführungsform radial bzw. sternförmig in Bezug auf eine Hauptachse A des Kühlkörpers 20 erstrecken. Der Kühlkörper 20 weist eine im Wesentlichen zylindrische Grundform auf, wobei die Hauptachse A mit einer Zylinderachse der zylindrischen Grundform zusammenfällt. An der in Fig. 2 abgewandten, also nicht sichtbaren Seite des Kühlkörpers 20 kann in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine pumpaktive Spirale einer Scrollpumpe ausgebildet sein, d.h. der Kühlkörper 20 ist dann ein Bestandteil einer Scroll-Vakuumpumpe.

**[0047]** Der Kühlkörper 20 weist eine Stirnfläche 24 auf, in die die Ausnehmungen 22 eingebracht sind. Die Stirnfläche 24 geht über einen Radius 26 in eine Randfläche 28 über, welche im Wesentlichen einer Zylindermantelfläche entspricht.

**[0048]** Eine jeweilige Ausnehmung 22 weist an einem Übergang 30 von der Stirnfläche 24 in die Ausnehmung 22 einen sanften Umlenkbereich 32 für ein Kühlfluid, insbesondere Luft, auf. Der Umlenkbereich 32 ist an einem radial inneren Ende der jeweiligen Ausnehmung 22 angeordnet. An einem radial äußeren Ende weist die jeweilige Ausnehmung 22 einen sanften Auslauf 34 auf. Die Ausnehmung 22 weist einen Ausnehmungsgrund 36 auf, der insgesamt ein geschwungenes Profil definiert. Alternativ könnte der Ausnehmungsgrund beispielsweise

auch ein gerades Profil aufweisen, wobei insbesondere der gesamte Ausnehmungsgrund als Umlenkbereich wirken könnte.

**[0049]** Der sanfte Auslauf 34 geht im Wesentlichen kontinuierlich in die Randfläche 28 über. In der Ausführungsform der Fig. 2 weisen die meisten Ausnehmungen 22 einen derartigen sanften Auslauf 34 auf. Lediglich einzelne Ausnehmungen im Bereich von Befestigungsausparungen 38 gehen im Wesentlichen senkrecht in die angrenzende Fläche der Befestigungsausparung 38 über.

**[0050]** Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist ein nicht dargestelltes Gebläse vorgesehen, welches Luft zur erzwungenen konvektiven Kühlung im Wesentlichen entlang der Hauptachse A gegen die Stirnfläche 24 fördert. Dabei wirkt ein jeweiliger Umlenkbereich 32 derart, dass ein entsprechender Teil der Luftströmung umgelenkt wird und durch die jeweilige Ausnehmung 22 radial nach außen weiterströmt. Die angeblasene Kühlluft wird also entsprechend der Ausrichtung der Ausnehmungen 22 im Wesentlichen sternförmig über den Kühlkörper 20 verteilt und radial nach außen geführt. Hierdurch wird eine besonders gleichmäßige und effektive Wärmeabführung erreicht und, insbesondere aufgrund der sanften Umlenkbereiche 32, die Geräuscentwicklung minimiert.

**[0051]** Der Kühlkörper 20 wurde mittels zweier, als Doppelwerkzeug parallel angeordneter Scheibenfräser hergestellt. Dabei wurde zur Ausbildung eines jeweiligen Satzes von zwei parallelen, benachbarten Ausnehmungen 22 das Doppelwerkzeug mit einer radialen Komponente und einer axialen Komponente in Bezug auf die Hauptachse A relativ zu einem für den Kühlkörper 20 bereitgestellten Werkstück verfahren. Das Doppelwerkzeug führte dabei während eines Eingriffs mit dem Werkstück ein geschwungenes Bewegungsprofil durch, woraus sich die geschwungene Form der jeweiligen Ausnehmungsgründe 36 ergibt.

**[0052]** Ein jeweiliger Satz von benachbarten, parallelen Ausnehmungen 22 wurde mittels eines Bearbeitungsschrittes in das Werkstück eingebracht. Nach Beendigung des Bearbeitungsvorgangs wurde das Werkstück um die Hauptachse A relativ zu dem Werkzeug verdreht und ein nächster Bearbeitungsvorgang mit radialer Zustellung wurde durchgeführt. Dabei unterscheiden sich einzelne Bearbeitungsvorgänge in einer radialen Bearbeitungstiefe. Es wurden dabei zwei Gruppen von Ausnehmungssätzen ausgebildet, wobei sich die Gruppen hinsichtlich einer radialen Bearbeitungstiefe voneinander unterscheiden.

**[0053]** Eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kühlkörpers 20 ist in Fig. 3 gezeigt. Dieser weist ebenfalls eine Mehrzahl von Ausnehmungen 22 auf, welche an einem Übergang 30 von einer Stirnfläche 24 in eine jeweilige Ausnehmung 22 einen sanften Umlenkbereich 32 aufweisen. Im Gegensatz zur Ausführungsform der Fig. 2 weist der Kühlkörper 20 der Fig. 3 drei Gruppen von Ausnehmungssätzen auf, die sich hinsichtlich ihrer radialen Bearbeitungstiefe voneinander

unterscheiden.

**[0054]** Die Umlenkbereiche 32 der Ausnehmungen 22 können jeweils einen Ausnehmungsgrund aufweisen, der teilkreisförmig ist und somit einen Umlenkkrümmungsradius aufweist. Der Krümmungsradius des Umfangs des Werkzeugs, insbesondere Scheibenfräser oder Kreissäge, kann kleiner oder gleich diesem Umlenkkrümmungsradius sein. Sind die Radien gleich groß, ergibt sich der sanfte Umlenkbereich 32 quasi automatisch beim radialen Zustellen des Werkzeugs in Richtung auf die Achse A. Ist der Werkzeugkrümmungsradius kleiner als der Umlenkkrümmungsradius, wird das Werkzeug entlang eines entsprechenden Bewegungsprofils verfahren, um den sanften Umlenkbereich 32 herzustellen.

**[0055]** Die Kühlkörper 20 der Fig. 2 und 3 lassen sich nicht nur relativ einfach, schnell und damit kostengünstig mittels eines Werkzeugs herstellen, welches zumindest ein scheibenförmiges Werkzeug wie z.B. einen Scheibenfräser und/oder eine Kreissäge umfasst. Die Kühlkörper 20 weisen auch eine relativ große kühlaktive Oberfläche auf, was zu einer besonders guten Kühlwirkung führt. So weist für einen bestimmten Maßstab beispielsweise der Kühlkörper 20 der Fig. 2 eine Oberfläche von 1.464 cm<sup>2</sup> und der Kühlkörper 20 der Fig. 3 eine Oberfläche von 1.411 cm<sup>2</sup> auf. Dagegen weist der Kühlkörper 10 der Fig. 1 für den entsprechenden Maßstab lediglich eine Oberfläche von 1.258 cm<sup>2</sup> auf. Hierbei wurden gleiche axiale Bearbeitungstiefen angenommen. Der Kühlkörper 20 der Fig. 2 weist also zum Beispiel eine um etwa 16 % größere Oberfläche auf als der Kühlkörper 10 der Fig. 1. Durch die größere Oberfläche und die zusätzliche Umlenkung von angeblasener Luft ist also eine deutlich verbesserte Kühlleistung bei zugleich geringerer Geräuschentwicklung zu erwarten.

**[0056]** Weitere Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Kühlkörper 20 zeigen die Fig. 4, 5 und 7.

**[0057]** Beim Kühlkörper 20 gemäß Fig. 4 verlaufen die sich von einem zentralen Bereich nach außen erstreckenden Ausnehmungen 22 jeweils schräg zu einer radialen Richtung, wobei sie jeweils mit einer gedachten Verlängerung das Zentrum Z nicht schneiden. Eine Ausnehmung 22 erstreckt sich außen bis zum Randbereich 28, endet innen jedoch weiter vom Zentrum Z der Stirnfläche 24 entfernt als die anderen Ausnehmungen 22. Außerdem geht aus Fig. 4 hervor, dass die Ausnehmungen 22 nicht strahlenförmig in Bezug auf das Zentrum Z verlaufen müssen. Im Bereich eines nach innen zurückspringenden Absatzes 46 sind nämlich zwei relativ kurze Ausnehmungen 22 ausgebildet, die quer verlaufen, d.h. zumindest näherungsweise auf einer Sekante eines Kreises um das Zentrum Z der Stirnfläche 24 liegen und in zwei in Umfangsrichtung unmittelbar aufeinander folgende, sich von innen nach außen erstreckende Ausnehmungen 22 münden. Diese beiden kurzen Ausnehmungen 22 können auch als eine einzige quer verlaufende Ausnehmung betrachtet werden, die eine sich von innen nach außen erstreckende Ausnehmung 22 schneidet.

**[0058]** Derartige kurze Ausnehmungen 22, die quer zu den übrigen, sich strahlenförmig erstreckenden Ausnehmungen verlaufen, sind auch bei dem Kühlkörper 20 gemäß Fig. 5 im Bereich eines Absatzes 46 vorgesehen.

**[0059]** Solche quer verlaufenden Ausnehmungen 22 können grundsätzlich in beliebiger Zahl und in beliebigen Abständen zum Zentrum Z vorgesehen sein.

**[0060]** Beim Kühlkörper 20 gemäß Fig. 7 ist über einen Winkelbereich von mehr als 270° jeweils zwischen zwei langen Ausnehmungen 22 eine kurze Ausnehmung 22 ausgebildet. Alle Ausnehmungen 22 erstrecken sich bis zum Randbereich 28, wobei die inneren Enden der kurzen Ausnehmungen 22 auf einem Kreis um das Zentrum Z liegen, der größer ist als ein Kreis um das Zentrum Z, auf dem die inneren Enden der langen Ausnehmungen 22 liegen.

**[0061]** Was mögliche relative Abmessungen der Ausnehmungen 22 sowie eines scheibenförmigen Werkzeugs zu deren Herstellung anbetrifft, so wird auf die Fig. 6 und 8 verwiesen.

**[0062]** Gemäß Fig. 6 besitzt ein die Drehachse U dieses Scheibenfräasers festlegender Schaft 40 einen Durchmesser d, wobei eine am Schaft 40 angeordnete, radial außen mit einer Vielzahl von Schneiden 44 versehene Bearbeitungsscheibe 42 einen Scheibendurchmesser D und eine Scheibenhöhe H aufweist. In einer praktisch vorteilhaften Ausgestaltung gilt  $D/H \geq 4$  und  $D/d \geq 1,5$ .

**[0063]** Fig. 8 zeigt beispielhaft das Profil zweier Ausnehmungen 22, die jeweils am Übergang 30 von der Stirnfläche 24 des Kühlkörpers 22 einen sanften, d.h. besonders strömungsgünstigen und reibungsvermindernden Umlenkbereich 32, darin anschließend einen parallel zur Stirnfläche 24 verlaufenden Ausnehmungsgrund 36 und wiederum daran anschließend einen Auslauf in den Randbereich 28 aufweisen. Über dem Ausnehmungsgrund 36 liegt die Stirnfläche 24 in einer Höhe h. Die Breite der Ausnehmungen 22 kann der Höhe H der Scheibe 42 des Werkzeugs (Fig. 6) entsprechen, wobei dies aber nicht zwingend ist, d.h. mit dem Werkzeug können grundsätzlich auch Ausnehmungen hergestellt werden, deren Breite größer ist als die Höhe der Bearbeitungsscheibe 42. In einer praktisch vorteilhaften Ausgestaltung ist die Höhe h der Ausnehmungen 22 jeweils zumindest gleich der Breite der Ausnehmungen 22. Bevorzugt ist die Höhe h größer als die Breite. Mit anderen Worten sind die Ausnehmungen 22 zwischen Umlenkbereich 32 und Auslauf 34 tiefer als breit.

**[0064]** Der Radius R des Umlenkbereiches 32 einer Ausnehmung 22 ist bevorzugt gleich dem Radius D/2 der Bearbeitungsscheibe 42, die zur Herstellung dieser Ausnehmung 22 verwendet wird, kann aber auch größer als dieser Radius D/2 sein.

## 55 Bezugszeichenliste

**[0065]**

10 Kühlkörper  
12 Kühlrippe  
14 Ausnehmung  
16 Zentralabschnitt

20 Kühlkörper  
22 Ausnehmung  
24 Stirnfläche  
26 Radius  
28 Randfläche  
30 Übergang  
32 Umlenkbereich  
34 Auslauf  
36 Ausnehmungsgrund  
38 Befestigungsaussparung  
40 Schaft  
42 Scheibe  
44 Schneide  
46 Absatz

A Hauptachse  
d Schaftdurchmesser  
D Scheibendurchmesser  
H Scheibenhöhe  
h Höhe der Ausnehmung  
R Radius des Umlenkbereiches  
U Drehachse

#### Patentansprüche

1. Kühlkörper (20) für eine Vakuumpumpe, insbesondere Gehäuse oder Gehäuseteil einer Scrollpumpe, mit einer im Betrieb der Vakuumpumpe von einem Kühlfluid beaufschlagten Stirnfläche (24), in der eine Kühlstruktur mit einer Mehrzahl von in die Stirnfläche (24) eingebrachten und sich entlang der Stirnfläche (24) erstreckenden Ausnehmungen (22) ausgebildet ist, wobei zumindest an einem Übergang (30) von der Stirnfläche (24) in eine jeweilige Ausnehmung (22) ein sanfter Umlenkbereich (32) für das Kühlfluid ausgebildet ist.
2. Kühlkörper (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (22) jeweils als länglicher Strömungskanal ausgebildet sind und/oder dass die Ausnehmungen (22) jeweils geradlinig sind.
3. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (22) jeweils eine in Bezug auf eine Länge der Ausnehmung (22) konstante Breite aufweisen und/oder dass die Ausnehmungen (22) jeweils eine Höhe (h) und eine Breite aufweisen, wobei die Höhe (h), insbesondere zumindest in einem

wenigstens näherungsweise parallel zur Stirnfläche (24) verlaufenden Bereich, gleich der Breite oder größer als die Breite ist.

- 5 4. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmungen (22) jeweils als ein Einschnitt oder eine Nut ausgebildet sind und/oder dass die Ausnehmungen (22) jeweils durch zumindest ein scheibenförmiges Werkzeug, insbesondere einen Scheibenfräser oder eine Kreissäge, hergestellt sind.
- 10 5. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umlenkbereich (32) teilkreisförmig ausgebildet ist und/oder dass ein Radius des Umlenkbereiches (32) gleich dem Radius eines zur Herstellung des Umlenkbereiches (32) verwendeten scheibenförmigen Werkzeugs oder größer als der Radius des Werkzeugs ist.
- 20 6. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Ausnehmungen (22) jeweils von einem Zentralbereich des Kühlkörpers (20) zu einem Randbereich des Kühlkörpers (20) erstrecken und/oder dass die Ausnehmungen (22) sternförmig angeordnet sind.
- 30 7. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einige Ausnehmungen (22) wenigstens über einen Teil ihrer Länge parallel zueinander verlaufen und/oder dass sich wenigstens zwei Ausnehmungen (22) schneiden und/oder dass wenigstens eine Ausnehmung (22) in zumindest eine weitere Ausnehmung (22) mündet und/oder dass wenigstens eine Ausnehmung (22) zumindest näherungsweise parallel zu einer Sekante eines Kreises um ein Zentrum (Z) der Stirnfläche (24) verläuft.
- 45 8. Vakuumpumpe mit einem Kühlkörper (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche.
- 50 9. Verfahren zum Herstellen eines Kühlkörpers (20), insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, für eine Vakuumpumpe, insbesondere Scrollpumpe, mit den Schritten:
  - 55 Bereitstellen eines eine Stirnfläche (24) aufweisenden Werkstücks als Ausgangselement für den Kühlkörper (20), und  
Einbringen einer Mehrzahl von sich entlang der

Stirnfläche (24) erstreckenden Ausnehmungen (22) in das Werkstück durch ein Werkzeug, wobei das Werkzeug scheibenförmig ausgebildet ist und insbesondere einen Scheibenfräser oder eine Kreissäge umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
an zumindest einem Übergang (30) von der Stirnfläche (24) in die Ausnehmung (22) durch das Werkzeug ein Umlenkbereich (32) für ein Kühlfluid ausgebildet wird. 10
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
für jede Ausnehmung (22) oder jeden Satz von Ausnehmungen (22) genau eine Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgt, bei der die Ausnehmung (22) bzw. Ausnehmungen (22) in das Werkstück eingebracht werden. 20
12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkzeug zum Einbringen der Ausnehmungen (22) mit einer radialen Komponente in Bezug auf eine Hauptachse (A) des Werkstücks relativ zu dem Werkstück verfahren wird. 25
13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
mehrere Bearbeitungsvorgänge jeweils zum Einbringen einer Ausnehmung (22) oder eines Satzes von Ausnehmungen (22) durchgeführt werden, wobei die Bearbeitungsvorgänge nacheinander durchgeführt werden und zwischen den Bearbeitungsvorgängen das Werkstück in Bezug auf eine Hauptachse (A) des Werkstücks relativ zu dem Werkzeug verdreht wird. 30 35
14. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkzeug einen Scheibendurchmesser (D) und eine Scheibenhöhe (H) aufweist, wobei  $D/H \geq 4$ . 45
15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 14,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkzeug einen Scheibendurchmesser (D) und einen Schaft mit einem Schaftdurchmesser (d) aufweist, wobei  $D/d \geq 1,5$ . 50 55

#### Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Kühlkörper (20) für eine Vakuumpumpe, insbesondere Gehäuse oder Gehäuseteil einer Scrollpumpe, mit einer im Betrieb der Vakuumpumpe von einem Kühlfluid beaufschlagten Stirnfläche (24), in der eine Kühlstruktur mit einer Mehrzahl von in die Stirnfläche (24) eingebrachten und sich entlang der Stirnfläche (24) erstreckenden Ausnehmungen (22) ausgebildet ist,  
wobei zumindest an einem Übergang (30) von der Stirnfläche (24) in eine jeweilige Ausnehmung (22) ein sanfter Umlenkbereich (32) für das Kühlfluid ausgebildet ist,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
sich die Ausnehmungen (22) jeweils von einem Zentralbereich des Kühlkörpers (20) zu einem Randbereich des Kühlkörpers (20) sternförmig erstrecken. 5
2. Kühlkörper (20) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Ausnehmungen (22) jeweils als länglicher Strömungskanal ausgebildet sind und/oder dass die Ausnehmungen (22) jeweils geradlinig sind. 10
3. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Ausnehmungen (22) jeweils eine in Bezug auf eine Länge der Ausnehmung (22) konstante Breite aufweisen und/oder dass die Ausnehmungen (22) jeweils eine Höhe (h) und eine Breite aufweisen, wobei die Höhe (h), insbesondere zumindest in einem wenigstens näherungsweise parallel zur Stirnfläche (24) verlaufenden Bereich, gleich der Breite oder größer als die Breite ist. 15
4. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Ausnehmungen (22) jeweils als ein Einschnitt oder eine Nut ausgebildet sind und/oder dass die Ausnehmungen (22) jeweils durch zumindest ein scheibenförmiges Werkzeug, insbesondere einen Scheibenfräser oder eine Kreissäge, hergestellt sind. 20
5. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
der Umlenkbereich (32) teilkreisförmig ausgebildet ist und/oder dass ein Radius des Umlenkbereiches (32) gleich dem Radius eines zur Herstellung des Umlenkbereiches (32) verwendeten scheibenförmigen Werkzeugs oder größer als der Radius des Werkzeugs ist. 25 30 35 40 45 50 55

6. Kühlkörper (20) nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
zumindest einige Ausnehmungen (22) wenigstens über einen Teil ihrer Länge parallel zueinander verlaufen. 5
7. Vakuumpumpe mit einem Kühlkörper (20) nach einem der vorstehenden Ansprüche. 10
8. Verfahren zum Herstellen eines Kühlkörpers (20), insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche, für eine Vakuumpumpe, insbesondere Scrollpumpe, mit den Schritten: 15
- Bereitstellen eines eine Stirnfläche (24) aufweisenden Werkstücks als Ausgangselement für den Kühlkörper (20), und  
Einbringen einer Mehrzahl von sich entlang der Stirnfläche (24) erstreckenden Ausnehmungen (22) in das Werkstück durch ein Werkzeug, wobei das Werkzeug scheibenförmig ausgebildet ist und insbesondere einen Scheibenfräser oder eine Kreissäge umfasst, 20
- dadurch gekennzeichnet, dass**  
mehrere Bearbeitungsvorgänge jeweils zum Einbringen einer Ausnehmung (22) oder eines Satzes von Ausnehmungen (22) durchgeführt werden, wobei die Bearbeitungsvorgänge nacheinander durchgeführt werden und zwischen den Bearbeitungsvorgängen das Werkstück in Bezug auf eine Hauptachse (A) des Werkstücks relativ zu dem Werkzeug und/oder umgekehrt verdreht wird. 25 30 35
9. Verfahren nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
an zumindest einem Übergang (30) von der Stirnfläche (24) in die Ausnehmung (22) durch das Werkzeug ein Umlenkbereich (32) für ein Kühlfluid ausgebildet wird. 40
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
für jede Ausnehmung (22) oder jeden Satz von Ausnehmungen (22) genau eine Relativbewegung zwischen Werkzeug und Werkstück erfolgt, bei der die Ausnehmung (22) bzw. Ausnehmungen (22) in das Werkstück eingebracht werden. 45 50
11. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkzeug zum Einbringen der Ausnehmungen (22) mit einer radialen Komponente in Bezug auf eine Hauptachse (A) des Werkstücks relativ zu dem Werkstück verfahren wird. 55
12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkzeug einen Scheibendurchmesser (D) und eine Scheibenhöhe (H) aufweist, wobei  $D/H \geq 4$ .
13. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
das Werkzeug einen Scheibendurchmesser (D) und einen Schaft mit einem Schaftdurchmesser (d) aufweist, wobei  $D/d \geq 1,5$ .

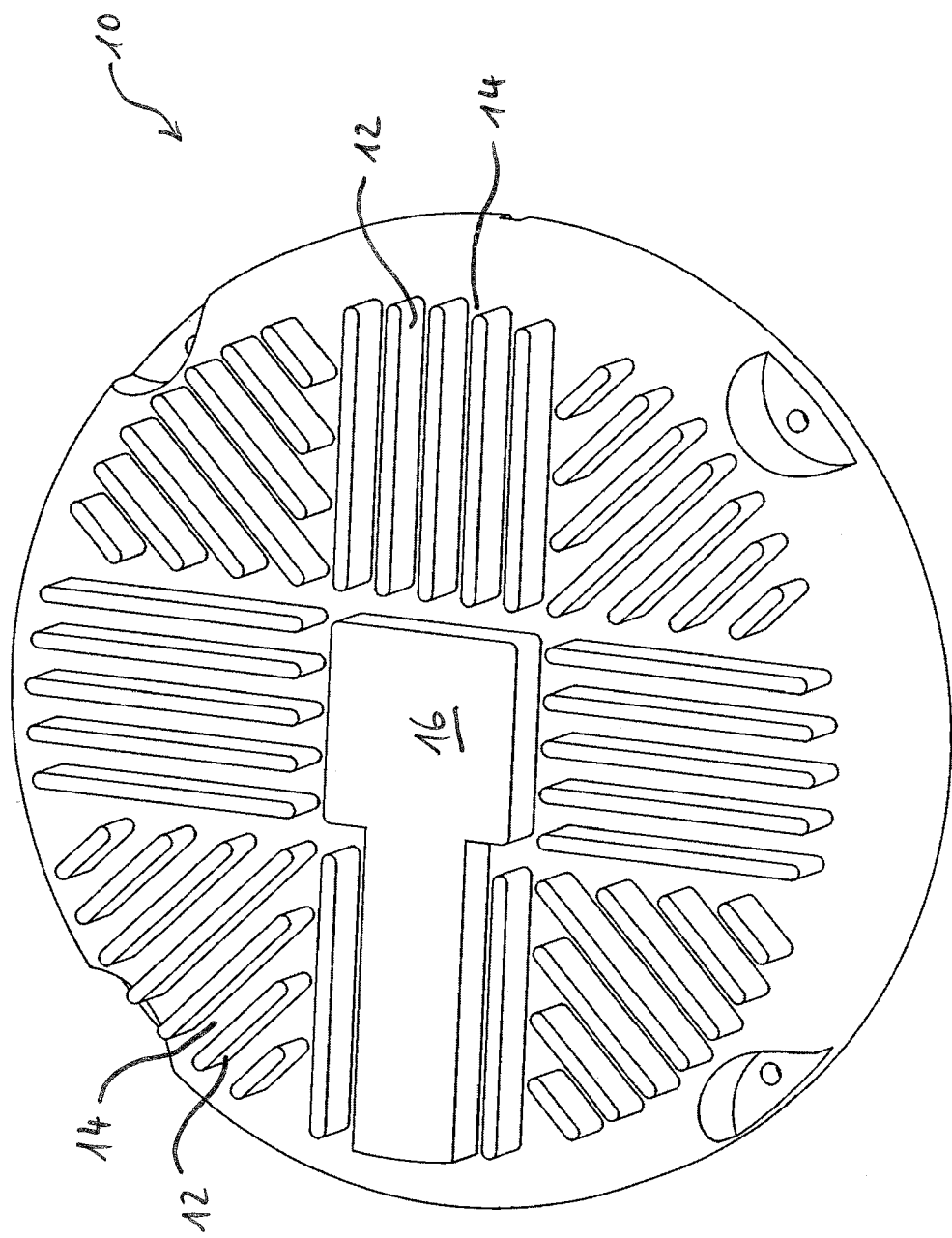


Fig. 1

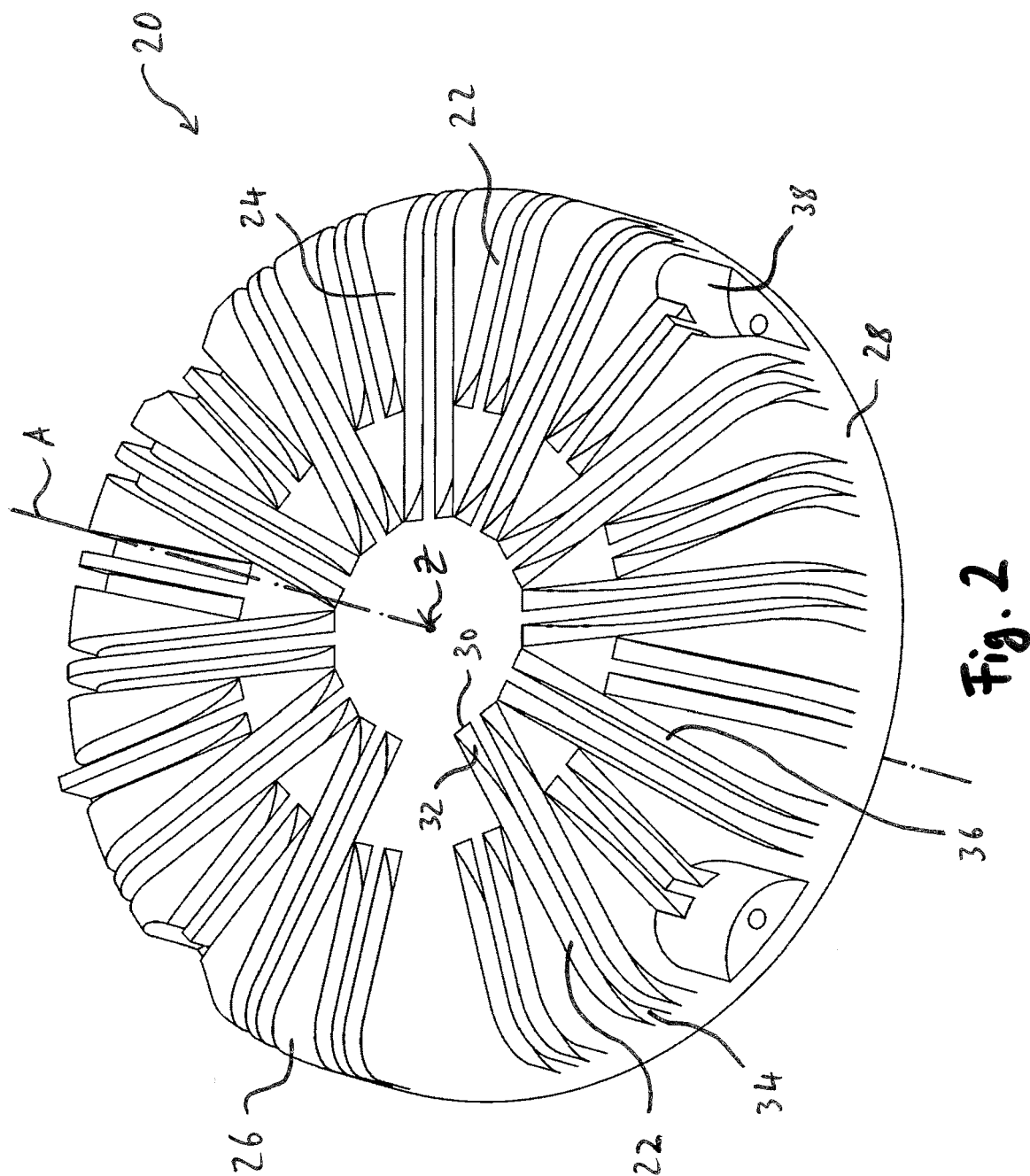


Fig. 2

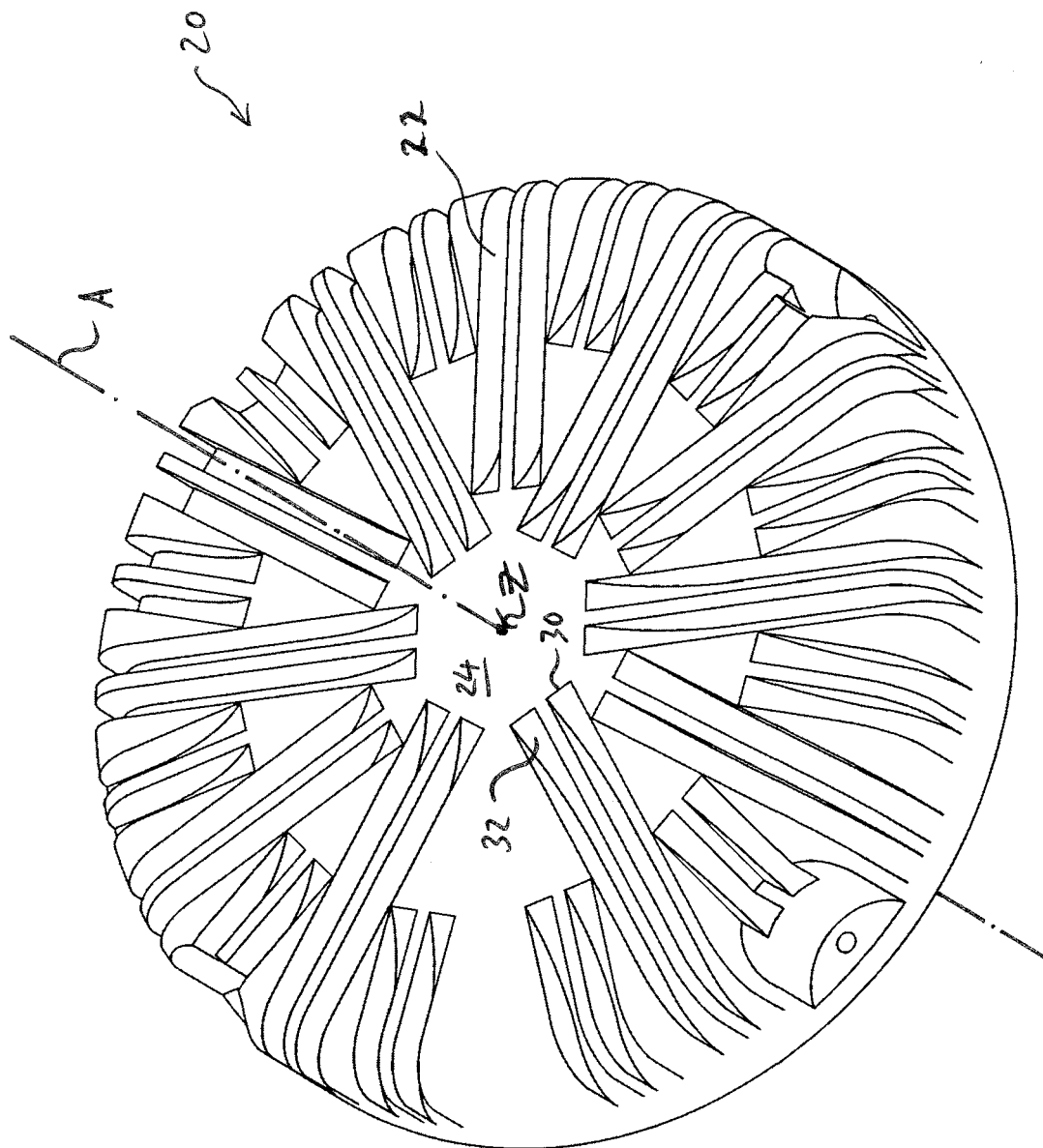
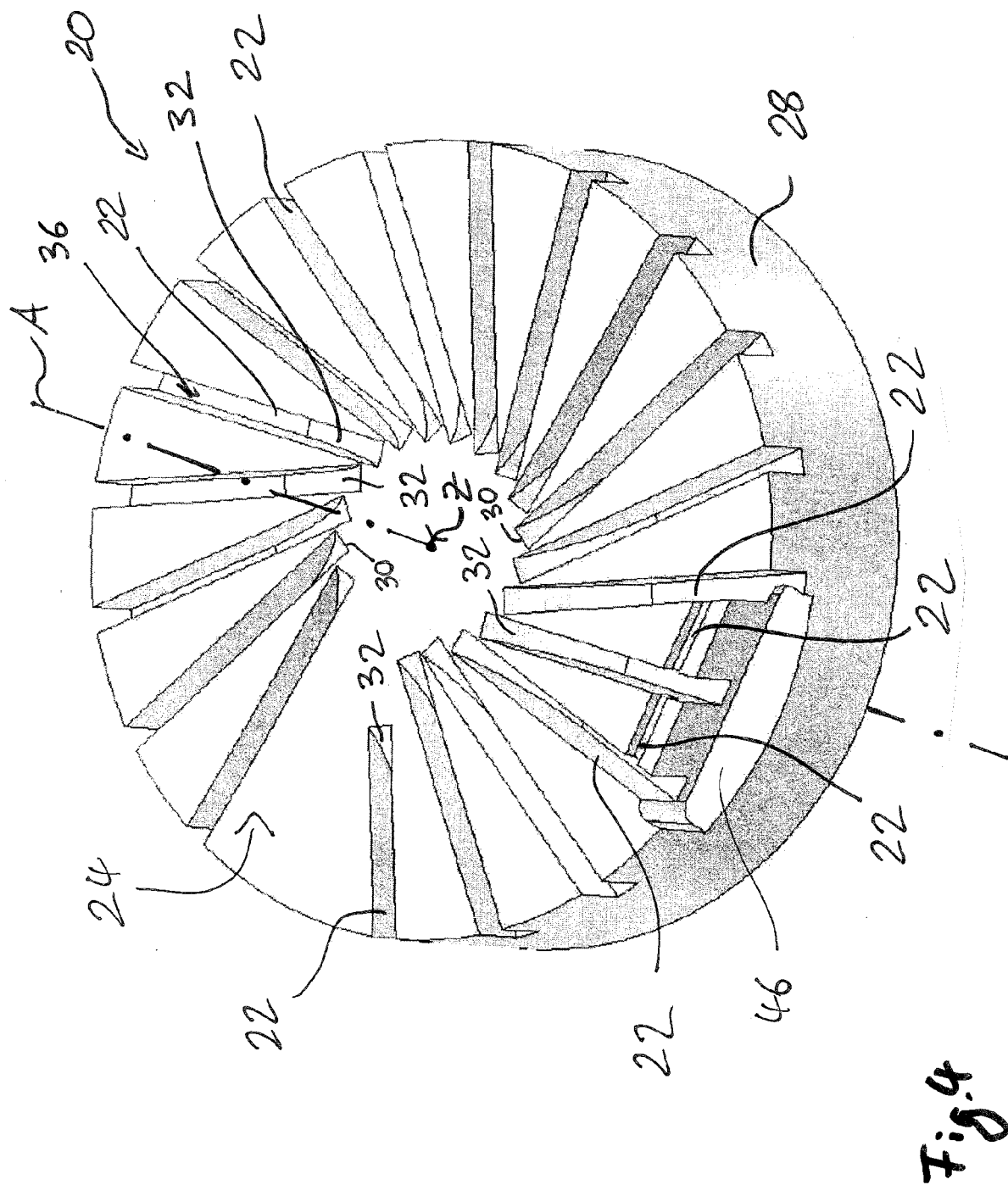
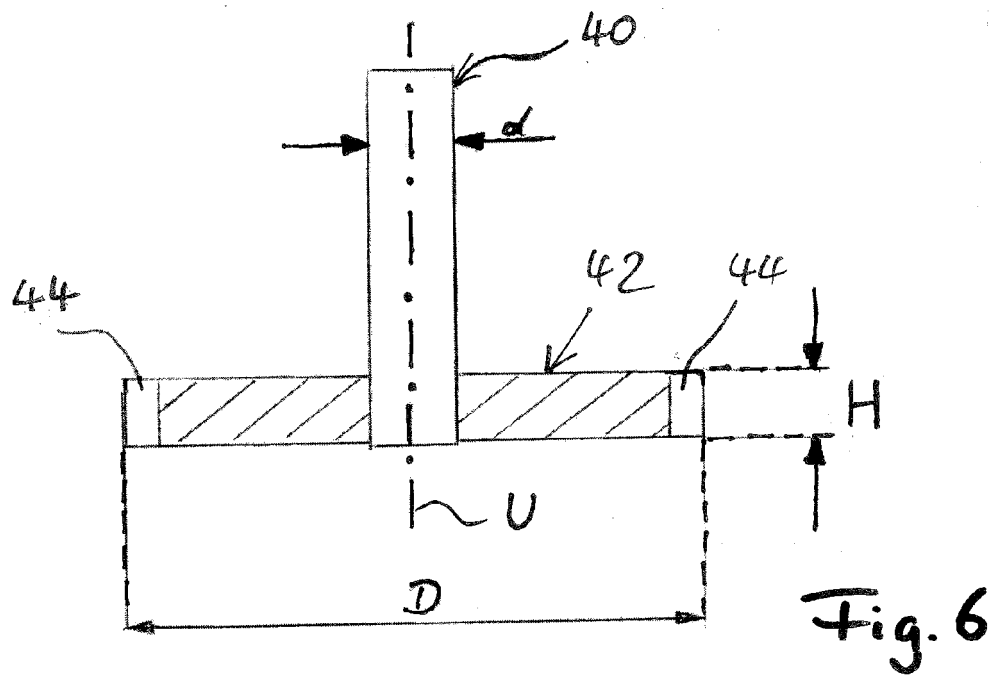
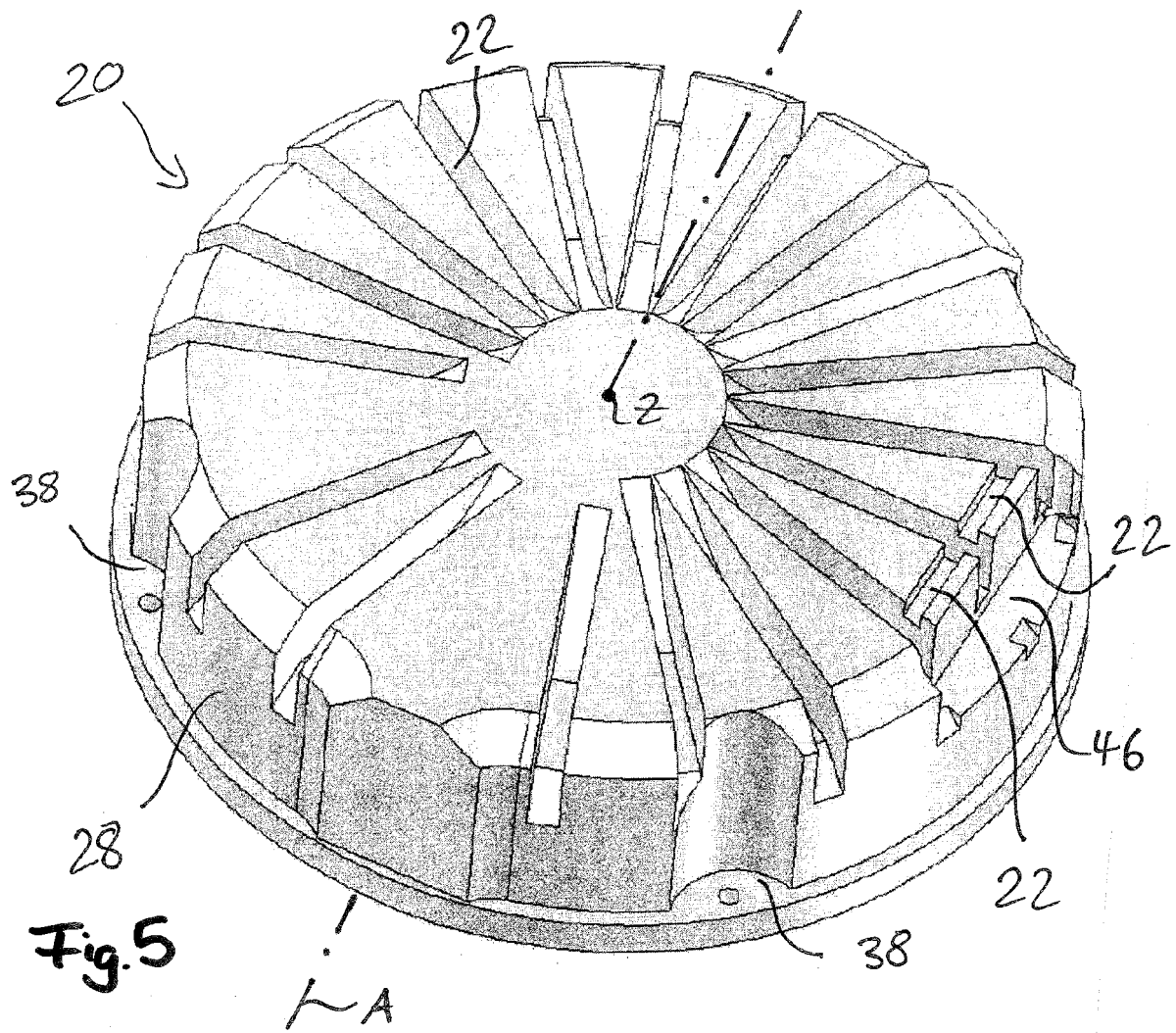


Fig. 3





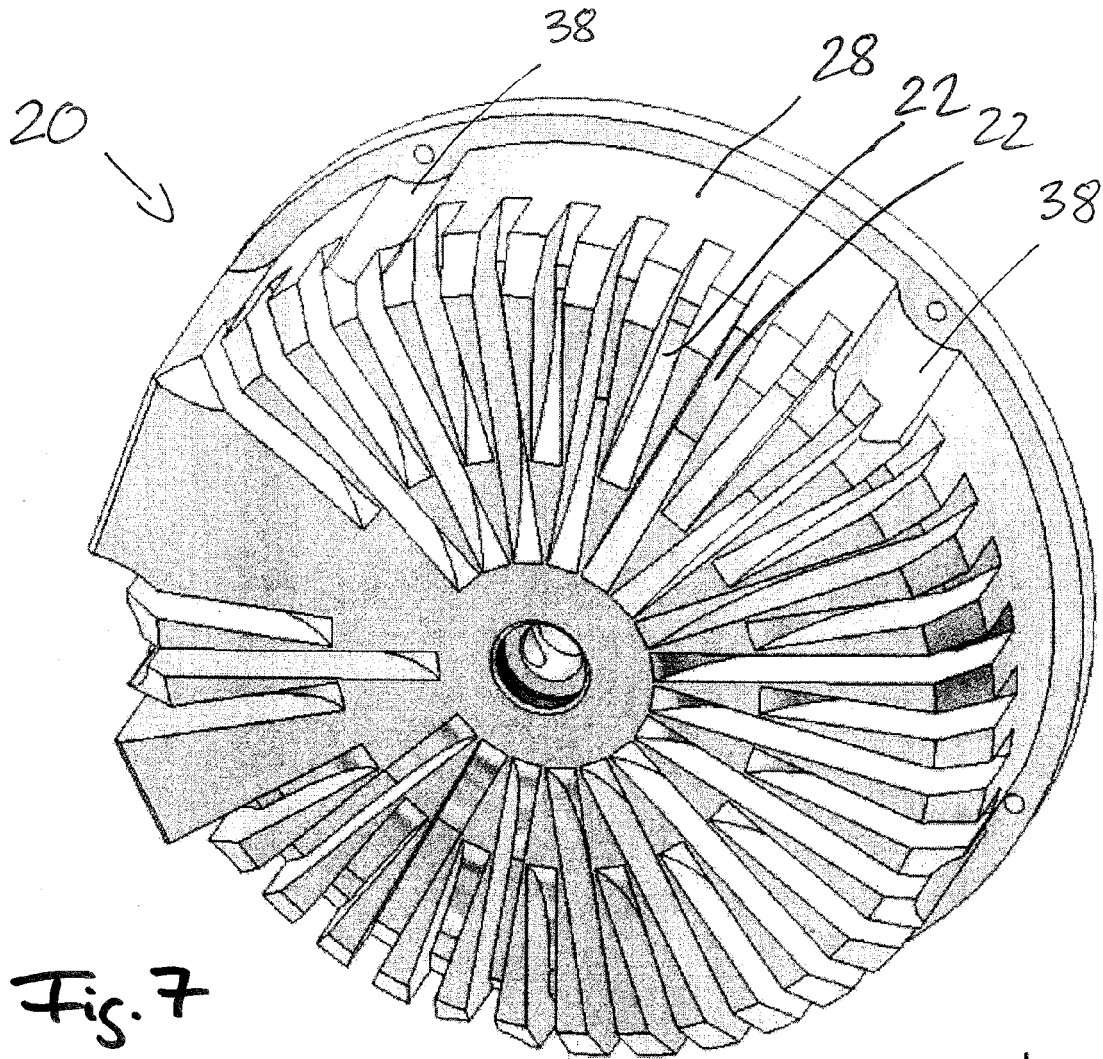


Fig. 7

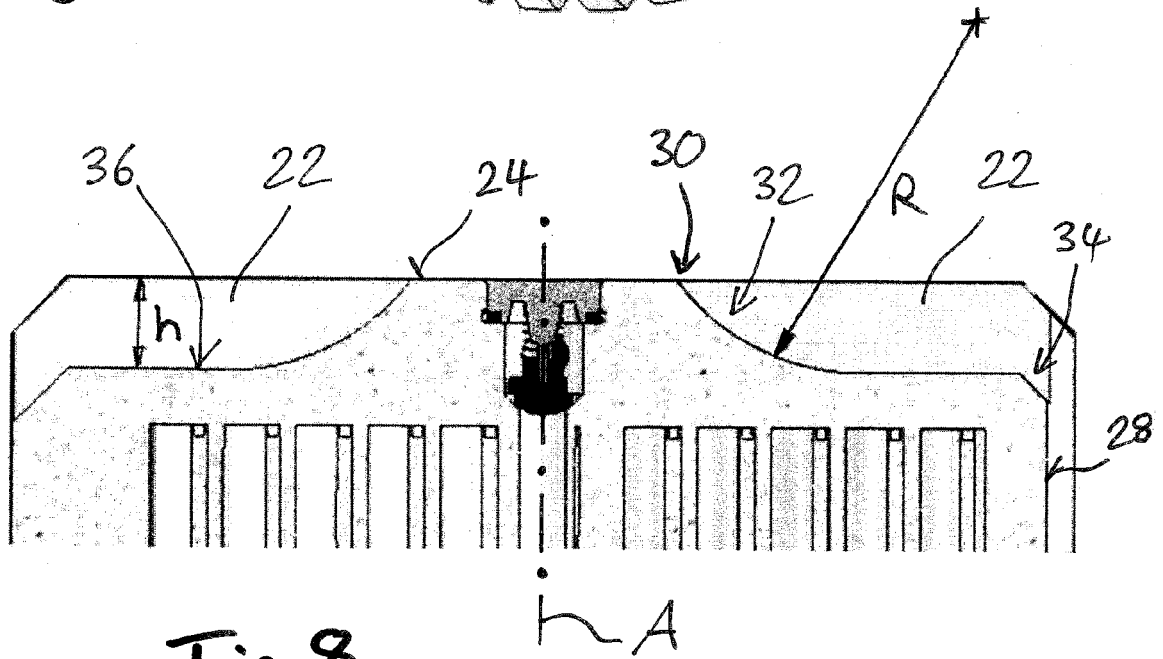


Fig. 8



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 16 6278

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                         | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                  | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                                                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 694 25 899 T2 (ZUBKOV NIKOLAJ NIKOLAEVIC [RU]; OVCINNIKOV ALEKSANDR IVANOVIC [RU]) 12. April 2001 (2001-04-12)    | 1-5,7, 9-12,14, 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | INV.<br>F04D19/04<br>F04D29/58<br>F04C18/02<br>F04C25/02<br>F04C29/04<br>B23P15/26 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildung 31 *                                                                                                     | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | AT 377 644 B (ELIN UNION AG [AT]) 10. April 1985 (1985-04-10)                                                        | 1-7, 9-12,14, 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | * Abbildungen 1,2 *                                                                                                  | 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2006/134316 A1 (GLOBAL CROSS SEARCH LTD [GB]; GRIFFIN BRIAN PATRICK [GB]) 21. Dezember 2006 (2006-12-21)          | 1-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Seite 15, Zeile 23 - Seite 16, Zeile 11; Abbildungen 9,10,12 *                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2007/084014 A1 (VACUUM PUMPING SYSTEMS LTD [NZ]; DALZIEL LINDSAY [NZ]; SMIT BEN FRANK) 26. Juli 2007 (2007-07-26) | 1-6,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildungen 2,3 *                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Seite 10, Zeile 283 *                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Seite 5, Zeile 131 *                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 7 387 503 B2 (ANEST IWATA CORP [JP]) 17. Juni 2008 (2008-06-17)                                                   | 1-8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | F04D<br>F04C<br>B23P                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Spalte 1, Zeile 9; Abbildungen 1,3 *                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 2 980 409 A1 (ANEST IWATA CORP [JP]) 3. Februar 2016 (2016-02-03)                                                 | 1,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                   | * Abbildungen 3,4,5 *                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                    |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                      | Abschlußdatum der Recherche<br><b>16. Oktober 2017</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Prüfer<br><b>Brouillet, Bernard</b>                                                |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                      | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 16 6278

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

16-10-2017

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 69425899 T2                                     | 12-04-2001                    | AT 196270 T                       | 15-09-2000                    |
|                                                    |                               | DE 69425899 D1                    | 19-10-2000                    |
|                                                    |                               | DE 69425899 T2                    | 12-04-2001                    |
|                                                    |                               | EP 0727269 A1                     | 21-08-1996                    |
|                                                    |                               | ES 2153423 T3                     | 01-03-2001                    |
|                                                    |                               | RU 2044606 C1                     | 27-09-1995                    |
|                                                    |                               | US 5775187 A                      | 07-07-1998                    |
|                                                    |                               | WO 9425217 A2                     | 10-11-1994                    |
| AT 377644 B                                        | 10-04-1985                    | AT 377644 B                       | 10-04-1985                    |
|                                                    |                               | CH 659736 A5                      | 13-02-1987                    |
| WO 2006134316 A1                                   | 21-12-2006                    | KEINE                             |                               |
| WO 2007084014 A1                                   | 26-07-2007                    | KEINE                             |                               |
| US 7387503 B2                                      | 17-06-2008                    | CN 101008387 A                    | 01-08-2007                    |
|                                                    |                               | EP 1811180 A2                     | 25-07-2007                    |
|                                                    |                               | JP 2007198153 A                   | 09-08-2007                    |
|                                                    |                               | KR 20070077781 A                  | 27-07-2007                    |
|                                                    |                               | US 2007172372 A1                  | 26-07-2007                    |
| EP 2980409 A1                                      | 03-02-2016                    | CN 105102818 A                    | 25-11-2015                    |
|                                                    |                               | EP 2980409 A1                     | 03-02-2016                    |
|                                                    |                               | JP 6195722 B2                     | 13-09-2017                    |
|                                                    |                               | JP 2014196688 A                   | 16-10-2014                    |
|                                                    |                               | WO 2014157452 A1                  | 02-10-2014                    |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82