(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 175 119 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.10.2018 Patentblatt 2018/42

(21) Anmeldenummer: **15744185.8**

(22) Anmeldetag: **28.07.2015**

(51) Int Cl.:
F04D 29/22 *(2006.01)* ***F04D 29/02*** *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/067235

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/016223 (04.02.2016 Gazette 2016/05)

(54) **STRÖMUNGSFÜHRENDES BAUTEIL**

FLOW CONDUCTING MACHINE PART

ÉLÉMENT CONDUCTEUR D'ÉCOULEMENT

(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

(30) Priorität: **31.07.2014 DE 102014215089**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.06.2017 Patentblatt 2017/23

(73) Patentinhaber: **KSB SE & Co. KGaA**
67227 Frankenthal (DE)

(72) Erfinder:
- **BÖHM, Alexander**
  67227 Frankenthal (DE)
- **BOSBACH, Franz Gerhard**
  67227 Frankenthal (DE)
- **EMDE, Christoph**
  67227 Frankenthal (DE)
- **HÖLZEL, Ewald**
  67227 Frankenthal (DE)
- **RAUNER, Holger**
  67227 Frankenthal (DE)
- **THOME, Patrick**
  67227 Frankenthal (DE)
- **WILL, Björn**
  67227 Frankenthal (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2013/124314
DE-A1-102012 106 810
JP-A- 2009 185 733
US-A1- 2004 062 636

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

EP 3 175 119 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft die geometrische Ausgestaltung eines strömungsführenden Bauteils unter besonderer Berücksichtigung der mechanischen Belastung, wobei bei dem Bauteil Übergänge zwischen einzelnen Bereichen durch Kerben behaftet sind, wobei das Lastkollektiv der Kerben rechnerisch ermittelbar ist, sowie die Herstellung eines solchen Bauteils.

[0002] Strömungsführende Bauteile sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt. Je nach Einsatzbedingungen, also Arbeitsdruck, Fördermedium, Medientemperatur oder ähnlichem, ist das Bauteil aus speziellen Materialien gefertigt. Der statische Aufbau des Gehäuses ist ebenfalls stark vom Einsatzgebiet abhängig.

[0003] Besonders beanspruchte Bereiche und vor allem an den Übergängen zwischen verschiedenen Bereichen können besondere mechanische Spannungen aufgebaut werden, die zu verkürzten Standzeiten führen. Durch eine vorteilhafte Ausgestaltung der Kerbe lassen sich Spannungen stark reduzieren, dies erfordert jedoch eine Bearbeitung des Übergangsbereiches mit Werkzeugen.

[0004] Die EP 1 785 590 A1 zeigt die Ausgestaltung und Herstellung eines Laufrades einer Pumpe oder Turbine, wobei besonders Augenmerk auf der Gestaltung der Kerben liegt. Das Laufrad wird in mehreren Lagen verschweißt, wobei Spannungen direkt unterbunden werden. Die Vorgehensweise erfordert bei der Herstellung einen Zugang mit entsprechenden Werkzeugen zu den Kerben.

[0005] Sowohl Gusstechnik als auch Fügetechnik gelangen schnell an Grenzen für strömungsführende Bauteile, da teilweise die Kerben außen nur schwer und/oder gar nicht direkt zugänglich sind. Dies führt zu erheblichen Einschränkungen bei der Ausgestaltung der Geometrie des Bauteils.

[0006] DE 10 2012 106810 A1, JP 2009 185733 A und US 2004/062636 A1 beschreiben ebenfalls gattungsgemäße Gestaltungen solcher Kerben.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung ist es, für die mechanische Belastung an den Übergangsstellen eines strömungsführenden Bauteils speziell im Bereich der Kerben, eine geometrische Ausgestaltung zu finden und anzuwenden, die einfach und kostengünstig herstellbar ist.

[0008] Die Aufgabe wird durch einen Gegenstand gemäß dem Anspruch 1 gelöst.

[0009] Von Vorteil ist dabei, dass das strömungsführende Teil, das beispielsweise ein Laufrad für eine Kreiselpumpe sein kann, frei von klassischen Vorgaben konstruiert werden kann. Beschränkungen durch Gießereitechnik und/oder Fügeverfahren müssen bei der Konstruktion des Bauteils nicht berücksichtigt werden, da lediglich die mechanischen und hydraulischen Eigenschaften von Bedeutung sind. Eine derartige Befreiung von traditionellen Konstruktionsprinzipien ermöglicht eine völlig neue Ausgestaltung des Laufrades.

[0010] Diese einfache Konstruktionsmethode ermöglicht sehr einfach eine Geometrie zu ermitteln, die richtungsabhängig die mechanische Belastung im Bauteil differenziert berücksichtigt. Angreifende Kräfte werden unter Einwirkung des geförderten Mediums und der vorgesehenen Arbeitsbedingungen analysiert, wobei minimale und maximale Werte ermittelt werden. Entsprechend dieser Werte wird der Bedarf des Laufrades an mechanischer Stabilität ermittelt. Die Berechnungsmethode gibt die geometrische Ausgestaltung und somit auch den Materialeinsatz und die Werkstückbearbeitung vor.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das strömungsführende Bauteil mit einem generativen Verfahren hergestellt, wobei insbesondere Metallpulver durch ein Strahlschmelzverfahren wie beispielsweise Laser- oder Elektronenstrahlschmelzen zu einem Bauteil verbunden werden. Dies hat den Vorteil, dass das Laufrad sehr einfach und trotzdem sehr stabil herstellbar ist. Die genannten Verfahren ermöglichen die Herstellung von fluiddichten Bauteilen mit hoher Detaillierungsmöglichkeit. Den Bauteilen kann bei diesen noch Verfahren noch zusätzlich eine spezielle Oberflächenstruktur aufgeprägt werden, beispielsweise eine Haifischhaut, die die mechanischen und hydraulischen Eigenschaften zusätzlich verbessert.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist bei dem strömungsführenden Bauteil mindestens eine Kerbe im Innern des Bauteils angeordnet ist, insbesondere in einem Hohlraum und oder einer Hinterschneidung. Dies hat den Vorteil, dass Stellen bei der geometrischen Ausgestaltung des Bauteils vorteilhaft geformt sein können, die der mechanischen Nachbearbeitung nicht zugänglich sind. Diese detaillierte Ausgestaltung ermöglicht die Herstellung von mechanisch belastbareren Bauteilen bei geringerem Materialeinsatz.

[0013] In einer weiteren Ausgestaltung ist das strömungsführende Bauteil ein Pumpenbauteil, insbesondere einer Kreiselpumpe. Von Vorteil ist die geometrische Ausgestaltung insbesondere bei Laufrädern und/oder Leiträdern von Kreiselpumpen. Diese Teile sind besonders stark mechanisch belastet. Die Übergänge zwischen einer Leit-/Laufradschaufel und einer Deckscheibe sind teilweise sehr schwer zugänglich. Bei einem Kreiselpumpenlaufrad lassen sich neben der reinen geometrischen Grobstruktur selbstverständlich auch die Oberflächen der einzelnen Laufradschaufeln frei gestalten, so dass die Grenzschicht zwischen dem Laufrad und dem Fluid beeinflusst werden kann. Unter anderem auch bei Inducern bietet es sich an Bauteile hohl auszuführen, wobei erhebliche Materialeinsparungen möglich werden. Das Bauteil muss seine mechanische Stabilität dann durch die entsprechende Ausgestaltung der Verstrebungen innerhalb der Hohlräume, sowie der Übergänge zwischen mechanisch stabilisierenden Bereichen nach obiger Konstruktionsregel erhalten.

[0014] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist das Bauteil aus einem Eisenbasiswerkstoff hergestellt.

Dies ermöglicht eine einfache und kostengünstige Herstellung auf bereits großserienreifen Werkzeugen. Vorteilhafter Weise ist der Eisenbasiswerkstoff ein austenitischer oder martensitischer oder ferritischer oder Duplex-Werkstoff. Dies ermöglicht die Herstellung von korrosionsfesten Bauteilen. Die Herstellung der für die genannten Hochenergiestrahlverfahren benötigten Pulver ist ebenfalls kostengünstig und einfach. Dies wird noch deutlicher, wenn der Eisenbasiswerkstoff vorteilhaft ein Grau- oder Sphäroguss-Werkstoff ist.

[0015] Anhand eines Ausführungsbeispiels wird die Erfindung näher erläutert. Die Zeichnung 1 zeigt die erfindungsgemäße Methode zur Konstruktion der Kerbe zwischen zwei Bereichen eines Strömungsführenden Bauteils. Zeichnung 2 erläutert die Anwendung der erfindungsgemäßen Methode zur Konstruktion an einem Kreiselpumpenlaufrad, sowie die Vorteile einer generischen Fertigung.

[0016] Die Figur 1 zeigt eine beliebige Stelle an der die Kontur eines Bauteils von einem ersten Bereich 1 unstetig in einen zweiten Bereich 2 übergeht, wobei die beiden Bereiche einen Winkel 3 einschließen. An dieser Unstetigkeitsstelle entwickeln sich erhebliche Spannungen, die durch einen geeignet konstruierten geometrischen Verlauf stark deutlich beeinflusst werden können. Im Falle einer Sollbruchstelle möchte man die Spannungen nutzen, um das Bauteil bei einer Schwellbelastung gezielt an der Unstetigkeitsstelle brechen zu lassen. Meist ist jedoch das Gegenteil erwünscht und die Unstetigkeitsstelle soll gegen die anliegenden Kräfte ausreichend belastbar sein. Traditionell wird hier eine sogenannte Ingenieurskerbe vorgesehen, die den Scharfen Winkel durch eine Rundung mit ausgewähltem Radius ausgestaltet.

[0017] Anhand verschiedener Beobachtungen in der Natur hat sich eine Methode zur Gestaltung der Kerbe entwickelt, die einfach zu konstruieren ist und dennoch die Kraftverhältnisse an der Unstetigkeitsstelle so aufnimmt, dass die Belastungen des Bauteils bei minimalem Konstruktions- und Fertigungsaufwand sehr stark reduziert werden können. Hierzu wird durch den Winkel 3 eine Winkelhalbierende 4 konstruiert. Ein Punkt 5 wird auf dieser Winkelhalbierenden 4 ausgewählt. Durch diesen Punkt 5 werden senkrecht zu den Bereichen 1 und 2 die Geraden 6 und 7 gelegt. Zu diesen Geraden 6 und 7 werden im Punkt 5 unter dem Winkel 8 zu 45° Geraden angelegt, die die Bereiche 1 und 2 schneiden, wobei im Bereich 2 der Schnittpunkt 11 festgelegt wird. Die Strecke zwischen dem Punkt 5 und dem Punkt 11 wird halbiert, wodurch man den Punkt 9 erhält, an den unter dem Winkel 10 zu 22,5° eine Gerade angelegt wird, die den Bereich 2 in Punkt 13 schneidet. Die Strecke zwischen dem Punkt 9 und dem Punkt 13 wird wieder halbiert, wodurch man den Punkt 12 erhält, an den unter dem Winkel 14 zu 12,2° eine Gerade angelegt wird, die den Bereich 2 im Punkt 15 schneidet. Die Einhüllende dieser Konstruktion ergibt eine Kontur, die verschiedene Unstetigkeitsstellen aufweist. Dies wäre für eine zerspanende Bearbeitung eher nachteilig. In einem generativen Herstellverfahren, wo das Werkstück durch aneinandersetzen einzelner Volumenelemente oder Materialschichten erstellt wird, wo also in diskreten Einheiten gearbeitet wird, kann eine derartige Konstruktion ideal in ein Werkstück umgesetzt werden.

[0018] Die vorgestellte Konstruktion geht von einer nicht symmetrischen Belastung eines Bauteils aus. Würde das Bauteil symmetrisch belastet, beispielsweise durch einen wechselweisen Links-/Rechtslauf, dann ließe sich die Konstruktion symmetrisch in Richtung des ersten Bereichs 1 auf analoge Weise ergänzen.

[0019] Die Figur 2 zeigt eine beispielhafte Anwendung für die erfindungsgemäße Konstruktions- und Herstellungsmethode. In der Figur 2a ist ein Laufrad 16 dargestellt, wie es beispielsweise in einer Kreiselpumpe zum Einsatz kommt. Das Laufrad 16 weist einen Nabenbereich 17 und eine Deckscheibe 20 auf. Weitere Details sind der Figur 2b zu entnehmen. Hier sind die Laufradschaufeln 18 und eine weitere Deckscheibe zu sehen. Ein derartiges Laufrad mit den beiden Deckscheiben 20 und 19 wird als geschlossenes Laufrad bezeichnet. Die Laufradschaufeln 18 weisen sowohl im Bereich der Laufradnabe 17 als auch im Bereich der Deckscheiben 19 und 20 jeweils Übergänge 21 und 22 auf, die den in Figur 1 beschriebenen entsprechen. Im Bereich der Deckscheibe 19 lässt sich der Übergang 21 so beschreiben, dass die Fläche der Deckscheibe 19 den ersten Bereich 1 und das Laufrad 16 den zweiten Bereich 2 darstellt. Die an der Unstetigkeitsstelle zwischen den beiden Bereichen 1 und 2 auftretenden Kräfte lassen sich aus den Parametern des Laufrades, der Flüssigkeit der Pumpe und der Anwendung ermitteln. Anhand dieser Kräfte wird der Punkt 5 in der zu konstruierenden Kerbe festgelegt. Mit diesem Punkt wird die Kerbe konstruiert. Wird das Laufrad 16 beispielsweise in einem 3d Druckverfahren hergestellt, so können die Konturen der Übergänge 21 und 22 an jeder Stelle des Laufrades mit der Genauigkeit der Auflösung des Druckverfahrens hergestellt werden, ohne dass irgendeine Nachbearbeitung notwendig sein wird. Diese besonders vorteilhafte Kontur, die mit herkömmlichen spanenden Verfahren nicht mit entsprechender Formtreue herstellbar wäre, kann selbst an Stellen konstruiert werden, die mit Werkzeugen zur Nachbearbeitung gar nicht erreichbar wären, was aus der Figur 2 zunächst nicht direkt ableitbar ist.

[0020] Das vorgestellte Konstruktions- und Herstellungsprinzip verknüpft den Effekt eines generischen 3d Druck-Herstellverfahrens, das prinzipbedingt mit diskreten Elementen arbeitet, in dem einzelne Voxel oder Schichten an ein Werkstück gefügt werden mit einer Methode der Optimierung einer nichtstetigen Oberflächengeometrie. Im Ergebnis kann auf eine weitere Nachbearbeitung des Werkstücks, bei der die einzelnen Schichten der Herstellung zu einem kontinuierlichen Körper "geglättet" werden müssen verzichtet werden.

[0021] Die Anwendung bei dem gezeigten geschlossen Laufrad zeigt bereits die Vorteile bei der Herstellung und das Potenzial zur Materialeinsparung bei sorgfältiger

Konstruktion. Besonders vorteilhaft kann die erfindungsgemäße Methode angewendet werden in einem Innenraum, der nach der Herstellung des Rohteils gar nicht mehr von außen zugänglich ist.

Bezugszeichenliste

1	Erster Bereich	12	Punkt
2	Zweiter Bereich	13	Punkt
3	Winkel	14	Winkel zu 12,25°
4	Winkelhalbierende	15	Punkt
5	Punkt	16	Laufrad
6	Rechter Winkel	17	Laufradnabe
7	Rechter Winkel	18	Laufradschaufeln
8	Winkel zu 45°	19	Deckscheibe
9	Punkt	20	Deckscheibe
10	Winkel zu 22,5°	21	Übergang
11	Schnittpunkt	22	Übergang

Patentansprüche

1. Strömungsführendes Bauteil, wobei bei dem Bauteil Übergänge zwischen einzelnen Bereichen durch Kerben behaftet sind, wobei das Lastkollektiv der Kerbe rechnerisch ermittelbar ist, wobei die Kerben, die von außen nur schwer und/oder gar nicht direkt zugänglich sind, entsprechend ihrer mechanischen Beanspruchung geometrisch ausgeformt sind; **dadurch gekennzeichnet, dass**
   die Kerbe so ausgeführt ist, das ein Übergang bei dem Bauteil von einem ersten Bereich (1) zu einem zweiten Bereich (2) einen Winkel (3) einschließt, wobei die Winkelhalbierende des Winkels (3) ermittelt ist, wobei entlang dieser Winkelhalbierenden ein erster Punkt (5) bestimmt ist, wobei jeweils ein Lot (6, 7) von einem der Bereiche (1, 2), die den Winkel (3) bilden, durch den ersten Punkt (5) gefällt ist, wobei durch den ersten Punkt (5) an jedes Lot eine Gerade mit einem Winkel (8) von 45° angelegt ist,
   wobei durch den Schnitt der Gerade, die an das Lot (7) von dem zweiten Bereich (2) angelegt ist, mit dem zweiten Bereich (2) eine Strecke festgelegt ist, deren Mitte einen zweiten Punkt (9) festlegt, wobei an den zweiten Punkt (9) eine Gerade mit einern Winkel (10) von 22,5° an die Strecke angelegt wird, die den zweiten Bereich (2) in einem dritten Punkt (13) schneidet, wobei die Einhüllende dieser Konstruktion die geometrische Ausgestaltung der Kerbe vorgibt.

2. Strömungsführendes Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil mit einem generativen Verfahren hergestellt ist, bei dem insbesondere Metallpulver durch ein Strahlschmelzverfahren wie beispielsweise Laser- oder Elektronenstrahlschmelzen zu einem Bauteil verbunden werden.

3. Strömungsführendes Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Kerbe im Innern des Bauteils angeordnet ist, insbesondere in einem Hohlraum und oder einer Hinterschneidung.

4. Strömungsführendes Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil ein Pumpenbauteil, insbesondere einer Kreiselpumpe ist.

5. Strömungsführendes Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil ein Kreiselpumpenlaufrad ist.

6. Strömungsführendes Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil ein Inducer ist.

7. Strömungsführendes Bauteil nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil aus einem Eisenbasiswerkstoff hergestellt ist.

8. Strömungsführendes Bauteil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eisenbasiswerkstoff ein austenitischer oder martensitischer oder ferritischer oder Duplex-Werkstoff ist.

9. Strömungsführendes Bauteil nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Eisenbasiswerkstoff ein Grau- oder Sphäroguss-Werkstoff ist.

Claims

1. Flow-conducting component, wherein in the component transitions between individual regions have notches, wherein the load spectrum of the notch can be established arithmetically, wherein the notches which are directly accessible from the outer side only with difficulty and/or not at all are geometrically formed in accordance with the mechanical stress thereof; **characterized in that**
   the notch is constructed in such a manner that a transition in the component from a first region (1) to a second region (2) encloses an angle (3), wherein the angle bisector of the angle (3) is established, wherein along this angle bisector a first point (5) is determined, wherein in each case a perpendicular (6, 7) from one of the regions (1, 2) which form the angle (3) is dropped from the first point (5), wherein there is placed through the first point (5) to each perpendicular a straight line with an angle (8) of 45o, wherein as a result of the intersection of the straight line, which is placed at the perpendicular (7) from the sec-

ond region (2), with the second region (2) there is determined a path whose center determines a second point (9), wherein, at the second point (9), a straight line with an angle (10) of 22.5º is placed on the path which intersects the second region (2) at a third point (13), wherein the envelope of this construction predetermines the geometric configuration of the notch.

2. Flow-conducting component according to Claim 1, **characterized in that** the component is produced using a generative method in which in particular metal powders are connected to form a component by means of a beam melting method, such as, for example, laser or electron beam melting.

3. Flow-conducting component according to one of the preceding claims, **characterized in that** at least one notch is arranged inside the component, in particular in a hollow space and/or an undercut portion.

4. Flow-conducting component according to one of the preceding claims, **characterized in that** the component is a pump component, in particular of a centrifugal pump.

5. Flow-conducting component according to one of the preceding claims, **characterized in that** the component is a centrifugal pump impeller.

6. Flow-conducting component according to one of the preceding claims, **characterized in that** the component is an inducer.

7. Flow-conducting component according to one of the preceding claims, **characterized in that** the component is produced from an iron-based material.

8. Flow-conducting component according to Claim 7, **characterized in that** the iron-based material is an austenitic or martensitic or ferritic or duplex material.

9. Flow-conducting component according to Claim 7, **characterized in that** the iron-based material is a grey cast iron or a spheroidal graphite iron material.

Revendications

1. Pièce conductrice d'écoulement, sur la pièce, des passages entre des zones individuelles étant munies d'encoches, le collectif de charge de l'encoche étant déterminable par calcul, les encoches qui ne sont que difficilement et/ou absolument pas directement accessibles étant géométriquement façonnées en fonction de leur contrainte mécanique ; **caractérisée en ce que** l'encoche est réalisée de telle sorte qu'un passage sur la pièce d'une première zone (1) vers une deuxième zone (2) englobe un angle (3), la bissectrice de l'angle (3) étant déterminée, le long de ladite bissectrice étant déterminé un premier point (5), chaque fois une perpendiculaire (6, 7) étant abaissée de l'une des zones (1, 2), qui forment l'angle (3) à travers le premier point (5), à travers le premier point (5) sur chaque perpendiculaire étant tracée une droite, avec un angle (8) de 45°,
à travers l'intersection de la droite qui est tracée sur la perpendiculaire (7) de la deuxième zone (2) étant fixé par la deuxième zone (2) un trajet dont le centre fixe un deuxième point (9), sur le deuxième point (9) étant tracée sur le trajet une droite avec un angle (10) de 22,5°, qui recoupe la deuxième zone (2) en un troisième point (13), l'enveloppe de cette structure prédéfinissant la conception géométrique de l'encoche.

2. Pièce conductrice d'écoulement selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la pièce est fabriquée à l'aide d'un procédé générateur, lors duquel on relie en une pièce notamment de la poudre métallique par un procédé de fusion au faisceau, comme par exemple la fusion au faisceau laser ou au faisceau d'électrons.

3. Pièce conductrice d'écoulement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins une encoche est placée à l'intérieur de la pièce, notamment dans une cavité ou dans une contre-dépouille.

4. Pièce conductrice d'écoulement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pièce est une pièce de pompe, notamment d'une pompe centrifuge.

5. Pièce conductrice d'écoulement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pièce est une aube de pompe centrifuge.

6. Pièce conductrice d'écoulement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pièce est un inducteur.

7. Pièce conductrice d'écoulement selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la pièce est fabriquée à partir d'une matière à base de fer.

8. Pièce conductrice d'écoulement selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** la matière à base de fer est une matière austénitique ou martensitique ou ferritique ou Duplex.

9. Pièce conductrice d'écoulement selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** la matière à base de

fer est une matière en fonte grise ou en graphite sphéroïdal.

Fig. 1

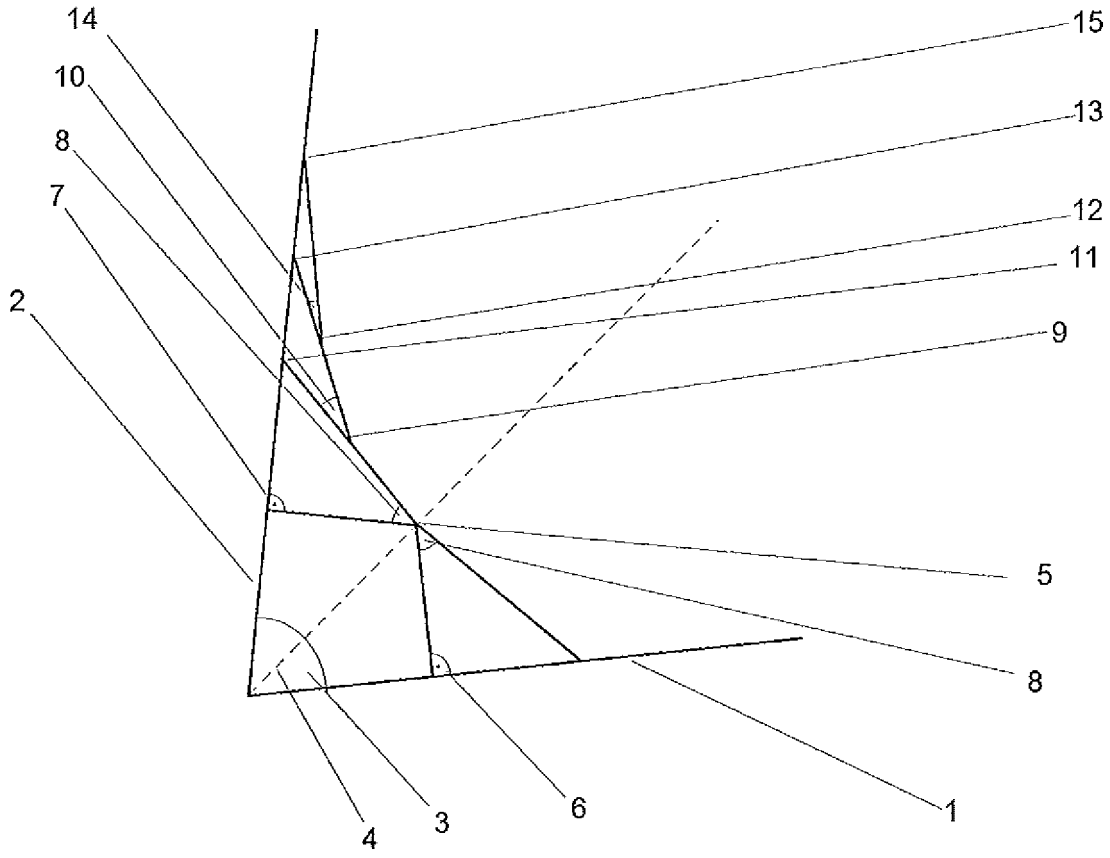


Fig. 2a

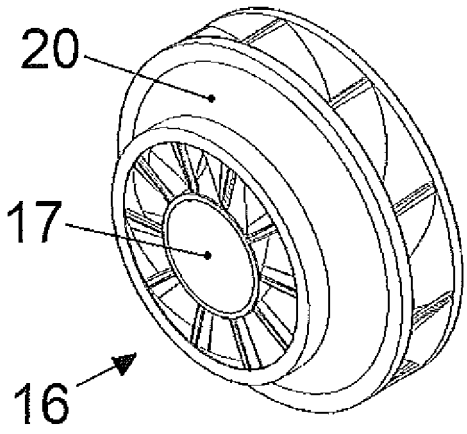
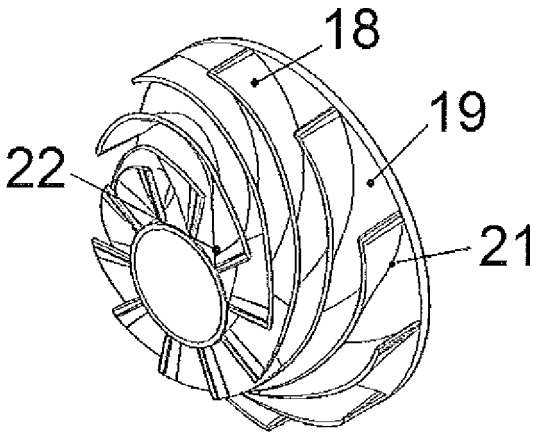


Fig. 2b



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1785590 A1 **[0004]**
- DE 102012106810 A1 **[0006]**
- JP 2009185733 A **[0006]**
- US 2004062636 A1 **[0006]**