

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901930556A1

Publication Date

20120930

Applicant

MAKO SHARK S.R.L.

Title

GIRANTE IN MATERIALE COMPOSITO DI VENTILATORE CENTRIFUGO E
RELATIVO METODO DI COSTRUZIONE.

Descrizione dell'invenzione avente per titolo:

**GIRANTE IN MATERIALE COMPOSITO DI VENTILATORE CENTRIFUGO
E RELATIVO METODO DI COSTRUZIONE**

a nome MAKO SHARK S.r.l. con sede in Via Montecuccoli, 16 – 23843
5 DOLZAGO (LC)

* * * * *

La presente invenzione concerne la girante in materiale composito di un ventilatore centrifugo ed il relativo metodo di costruzione.

Le giranti per ventilatori centrifughi possono raggiungere dimensioni notevoli, specie se utilizzate per movimentazioni di grandi portate d'aria, come avviene
10 nei grandi impianti di condizionamento. Poiché il rendimento di tali macchine è tanto più elevato quanto maggiore è la velocità di rotazione, accade che le forze centrifughe in gioco siano particolarmente intense e divenga assai importante che la girante stessa sia perfettamente bilanciata.

15 È evidente che riducendo le masse in gioco, i suddetti parametri divengono meno critici. Per questo motivo sono state costruite giranti in materiale composito, in particolare a base di fibre di carbonio impregnate con resine epossidiche.

20 Detti materiali compositi uniscono una resistenza paragonabile a quella dei metalli, unitamente ad una densità che è una frazione di quella dei metalli stessi. In pratica una costruzione in composito a base di fibre di carbonio può avere una massa anche inferiore ad un terzo di un'analoga costruzione in acciaio.

25 Sono state costruite giranti per ventilatori centrifughi realizzando lastre opportunamente sagomate in materiale composito, assemblando le stesse

mediante incollaggio strutturale di opportuni elementi di collegamento, anch'essi in materiale composito. In pratica si è replicato lo schema costruttivo utilizzato per i metalli, adattato al diverso materiale ed alla relativa tecnologia.

5 Questa tecnica costruttiva però non consente di ottenere i migliori risultati possibili in termini di riduzione delle masse, in quanto le giunzioni sono particolarmente critiche e, quindi, richiedono elementi di collegamento particolarmente pesanti e ingombranti, con il risultato che anche le superfici interne dei canali di dette giranti non sono aerodinamicamente corrette.

10 Inoltre, il gran numero, sia di elementi che costituiscono la girante, sia di collegamenti fra gli stessi, da eseguire manualmente, si traduce in un notevole costo di produzione.

Scopo della presente invenzione è superare almeno in parte gli inconvenienti della tecnica nota, proponendo una girante in materiale composito ed il
15 relativo metodo di costruzione, rispettivamente conformi alle rivendicazioni 1 e 13.

La girante in materiale composito per ventilatore centrifugo, secondo l'invenzione, comprendente una pluralità di condotti che si sviluppano dalla zona centrale verso la periferia ed è caratterizzata dal fatto di prevedere una
20 pluralità di moduli, ciascuno dei quali costituisce uno di detti condotti, essendo previsti primi mezzi atti a collegare tra loro detti moduli, per formare la girante, e secondi mezzi atti a collegare detta girante ad un albero di trasmissione.

In particolare ciascuno di detti moduli ha le seguenti proprietà:

25 • una forma generale idonea ad essere assemblato ad altri moduli, in modo

da costituire la girante;

- le sezioni ottenute intersecando delle superfici cilindriche aventi centro di curvatura sull'asse della girante, sono curve chiuse.

Secondo una forma preferita di attuazione, detti moduli sono incollati tra di loro, eventualmente prevedendo appositi incastri per facilitarne l'assemblaggio.

La costruzione viene poi rinforzata mediante cerchiature ottenute con anelli in materiale composito, eventualmente formato sulla girante stessa, oppure mediante anelli metallici fissati, ad esempio, con un adesivo strutturale.

La caratteristica peculiare dell'invenzione è quindi l'aver eliminato le giunzioni critiche, con notevoli benefici in termini di rigidezza, resistenza e riduzione delle masse, con conseguente aumento notevole delle prestazioni, in quanto l'impiego di una girante secondo l'invenzione consente di raggiungere velocità di rotazione sensibilmente più elevate rispetto alle giranti della tecnica nota.

Secondo una forma preferita di attuazione, le pale della girante hanno un profilo alare. Come verrà esaurientemente spiegato nel seguito, questo fatto comporta che tra un modulo ed il modulo adiacente rimane dello spazio vuoto che può essere riempito con del polimero espanso. In questo caso è preferibile rendere stabile l'assemblaggio mediante l'incollaggio di elementi strutturali che ricoprano ampiamente le superfici dell'intera girante.

L'invenzione verrà ora descritta, a scopo illustrativo e non limitativo, secondo una forma preferita di attuazione, con riferimento alle figure allegate, in cui:

- la figura 1 mostra, secondo due viste ortogonali, una girante secondo l'invenzione;
- la figura 2 mostra, secondo due viste ortogonali, l'esploso di una girante

secondo l'invenzione;

- la figura 3 è una prospettiva esplosa di una girante secondo l'invenzione;
- le figure 4 (a, b) mostrano il modulo di base della girante, secondo tre viste ortogonali ed una prospettiva;
- 5 • La figura 5 mostra l'assemblaggio di una girante avente le pale sagomate secondo un profilo alare.

Con riferimento alle figg. 1, 2 e 3, con (1) è indicata la girante in materiale composito secondo l'invenzione, la quale comprende una pluralità di condotti d'aria (1a), di asse (1b), che si sviluppano dalla zona centrale verso la
10 periferia.

La girante centrifuga (1), mostrata in fig. 1 assemblata e montata su un albero di trasmissione (2), è ottenuta assemblando una pluralità di moduli (3), essendo previsti primi mezzi, atti a collegare tra loro detti moduli (3), e secondi mezzi, atti a collegare la girante (1) a detto albero di trasmissione (2).
15 Uno di detti moduli (3), che coincide sostanzialmente con uno dei condotti d'aria (1a), è mostrato secondo tre viste ortogonali in fig. 4a e secondo una vista prospettica in fig. 4b.

In pratica, dopo l'assemblaggio, i fianchi dei moduli contigui saranno a contatto tra loro e costituiranno le pale della girante.

20 Il modulo (3) è caratterizzato dal fatto di avere le seguenti proprietà:

- ha una forma generale atta ad essere assemblato ad altri moduli (3), in modo da costituire una girante (1);
- le sezioni ottenute intersecando le superfici cilindriche (5a, 5b, 5c), aventi centro di curvatura sull'asse "Z" della girante, sono curve chiuse.

25 Inoltre sono previsti primi mezzi atti a collegare tra loro detti moduli (3), per

formare la girante (1), e secondi mezzi atti a collegare detta girante (1) all'albero di trasmissione (2).

5 Detti primi mezzi, atti a collegare tra loro dei moduli (3) per formare una girante (1), comprendono delle cerchiature (4a, 4b, 4c), atte ad essere montate su apposite sedi, rispettivamente (7a, 7b, 7c) ricavate su detti moduli (3), dette sedi (7a, 7b, 7c) essendo di forma tale che, quando i moduli (3) sono assemblati, individuano delle superfici sostanzialmente cilindriche circolari.

10 Le cerchiature (4a, 4b, 4c) sono realizzate mediante nastri in materiale composito, avvolti direttamente sulle sedi (7a, 7b, 7c) dei moduli (3) assemblati, oppure sono costituite da anelli metallici, atti ad essere fissati sulle sedi (7a, 7b, 7c) dei moduli (3) secondo la tecnica nota, ad esempio mediante adesivo.

15 Le operazioni di assemblaggio dei moduli (3) possono essere favorite predisponendo appositi incastri (non rappresentati), atti a tenere in posizione corretta i moduli stessi. Il fissaggio dei vari pezzi è poi reso più sicuro dall'impiego di un adesivo strutturale.

20 Sia i moduli (3), sia le cerchiature (4a, 4b, 4c) sono realizzati in materiale composito, ad esempio a base di fibre di vetro, carbonio o kevlar, o combinazione delle stesse, impregnate con resine epossidiche, poliesteri, vinilesteri, oppure con resine termoplastiche. In particolare le cerchiature potranno essere vantaggiosamente realizzate con nastri di fibre unidirezionali.

25 Detti secondi mezzi, atti a collegare la girante (1) all'albero di trasmissione (2), comprendono delle piastre (6), solidali ai moduli (3), atte ad essere

accoppiate all'albero di trasmissione (2) mediante fissaggi meccanici, ad esempio mediante bullonatura, utilizzando apposite forature (6a).

Secondo una forma preferita di attuazione, le piastre (6) sono parte integrante dei moduli (3).

- 5 La girante (1) viene assemblata accostando opportunamente i vari moduli (3) che la compongono e bloccando gli stessi tramite dette cerchiature (4a, 4b, 4c). In pratica si potrà procedere fissando i vari moduli (3) su un'attrezzatura che comprenda un elemento simulante l'albero di trasmissione (2) sul quale
10 in posizione i moduli (3), quindi si potrà procedere all'applicazione delle cerchiature (4a, 4b, 4c).

- In fig. 5 è mostrata in esploso una girante (10) avente le pale sagomate secondo un profilo alare. Questo risultato è ottenibile mediante l'utilizzo di moduli (30) i cui i fianchi (30a) e (30b) siano opportunamente sagomati. In
15 questo modo però, in seguito all'assemblaggio, tra due moduli contigui rimane dello spazio vuoto, che è preferibile riempire con un polimero espanso (30c), secondo la tecnica nota.

- Poiché la resistenza di un polimero espanso è assai inferiore a quella dei materiali utilizzati per la costruzione dei moduli (30), è preferibile rivestire i
20 moduli (30) assemblati mediante un disco (31), nella parte inferiore, e con una calotta (32) nella parte superiore.

Sia il disco (31) che la calotta (32) possono essere laminati direttamente sui moduli (30) assemblati, oppure laminati a parte e incollati successivamente.

- Se il disco (31) e la calotta (32) sono sufficientemente robusti, le cerchiature
25 saranno superflue e, quindi, possono essere eliminate. Tuttavia, se disco (31)

e calotta (32) hanno solo una funzione di forma e, di conseguenza, hanno uno spessore molto piccolo, sarà necessario realizzare anche le cerchiature (non rappresentate), come descritto nel caso dell'assemblaggio dei moduli (3). In tal caso sarà necessario dotare i moduli (30) delle superfici (7a), (7b) e (7c), come quelle presenti sui moduli (3).

Ovviamente anche i moduli (3) potranno essere assemblati utilizzando detti disco (31) e calotta (32), così come potranno essere utilizzate, sia per i moduli (3) che per i moduli (30), diverse combinazioni di detti mezzi di assemblaggio, in funzione delle esigenze progettuali e di realizzazione.

In sintesi il metodo secondo l'invenzione, per la produzione di giranti (1, 10) in materiale composito per ventilatori centrifughi, prevede le seguenti fasi:

- realizzazione di moduli (3, 30) in conformità con la descrizione che precede;
- assemblaggio di detti moduli (3, 30);
- fissaggio di detti moduli (3, 30) assemblati utilizzando una o entrambe le seguenti procedure, in conformità con le modalità sopra descritte:
 - applicazione delle cerchiature (4a, 4b, 4c);
 - applicazione del disco (31) e della calotta (32).

Dalla descrizione che precede, appare chiaro come siano state eliminate tutte quelle criticità, tipiche delle costruzioni in materiale composito, che riguardano le giunzioni dei vari componenti.

L'invenzione è stata descritta a scopo illustrativo e non limitativo, secondo una forma preferita di attuazione. Il tecnico esperto del settore potrà trovare numerose altre forme di attuazione e varianti, tutte ricadenti nell'ambito di protezione delle rivendicazioni che seguono.

RIVENDICAZIONI

1. Girante (1, 10) in materiale composito per ventilatore centrifugo, comprendente una pluralità di condotti d'aria (1a), di asse (1b), che si sviluppano dalla zona centrale verso la periferia di detta girante (1), caratterizzata dal fatto di prevedere una pluralità di moduli (3, 30), ciascuno dei quali costituisce uno di detti condotti, essendo previsti primi mezzi atti a collegare tra loro detti moduli (3, 30), per formare detta girante (1, 10), e secondi mezzi atti a collegare detta girante (1) ad un albero di trasmissione (2).
2. Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che ciascuno di detti moduli (3, 30) ha le seguenti proprietà:
- una forma generale idonea ad essere assemblato con altri moduli (3, 30), in modo da costituire detta girante (1, 10);
 - le sezioni ottenute intersecando delle superfici cilindriche (5a, 5b, 5c), aventi centro di curvatura sull'asse "Z" della girante, sono curve chiuse.
3. Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che su detti moduli (3, 30) sono ricavati incastri atti a facilitare le operazioni di assemblaggio.
4. Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti primi mezzi, atti a collegare tra loro detti moduli (3, 30), per formare detta girante (1), comprendono delle cerchiature (4a, 4b, 4c), atte ad essere montate su apposite sedi, rispettivamente (7a, 7b, 7c) ricavate su detti moduli (3, 30), dette sedi (7a, 7b, 7c) essendo di forma tale che, quando detti moduli (3, 30) sono

- assemblati, individuano delle superfici sostanzialmente cilindriche circolari.
- 5 **5.** Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che dette cerchiature (4a, 4b, 4c) comprendono nastri in materiale composito avvolti direttamente su dette sedi (7a, 7b, 7c) dei moduli (3, 30) assemblati.
- 10 **6.** Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 5, caratterizzata dal fatto che detti nastri in materiale composito avvolti direttamente su dette sedi (7a, 7b, 7c) dei moduli (3, 30) assemblati, comprendono nastri di fibre unidirezionali.
- 15 **7.** Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 4, caratterizzata dal fatto che dette cerchiature (4a, 4b, 4c) comprendono degli anelli metallici atti ad essere fissati su dette sedi (7a, 7b, 7c) dei moduli (3, 30) assemblati.
- 20 **8.** Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti primi mezzi, atti a collegare tra loro detti moduli (3, 30), per formare detta girante (1), comprendono un disco (31), incollato o laminato direttamente sulla parte inferiore di detta girante (1, 10).
- 25 **9.** Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti primi mezzi, atti a collegare tra loro detti moduli (3, 30), per formare detta girante (1), comprendono una calotta (32), incollata o laminata direttamente sulla parte superiore di detta girante (1, 10).
- 30 **10.** Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detti secondi mezzi, atti a collegare detta girante (1) a detto albero di trasmissione (2), comprendono delle piastre

(6), solidali a detti moduli (3, 30), atte ad essere accoppiate a detto albero di trasmissione (2) mediante fissaggi meccanici.

11. Girante (1, 10) in materiale composito, secondo la rivendicazione 10, caratterizzata dal fatto che dette piastre (6) sono parte integrante di detti moduli (3, 30).

12. Girante (1, 10) in materiale composito, secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 11, caratterizzata dal fatto che detti materiali compositi comprendono fibre di vetro, carbonio, kevlar, o combinazioni delle stesse, impregnate con resine epossidiche, poliesteri, vinilesteri o con resine termoplastiche.

13. Metodo per la produzione di giranti (1, 10) in materiale composito per ventilatori centrifughi, caratterizzato dal fatto di prevedere le seguenti fasi:

- realizzazione di moduli (3, 30) in conformità con la rivendicazione 2;
- assemblaggio di detti moduli (3, 30);
- fissaggio di detti moduli (3, 30) assemblati mediante l'applicazione di cerchiature, in conformità con le rivendicazioni 4, 5, 6 e 7.

14. Metodo per la produzione di giranti (1, 10) in materiale composito per ventilatori centrifughi, caratterizzato dal fatto di prevedere le seguenti fasi:

- realizzazione di moduli (3, 30) in conformità con la rivendicazione 2;
- assemblaggio di detti moduli (3, 30);
- fissaggio di detti moduli (3, 30) assemblati mediante l'applicazione di un disco (31) e di una calotta (32), in conformità con le rivendicazioni 8 e 9.

CLAIMS

1. Fan wheel (1, 10) made of composite material for centrifugal fan, comprising a plurality of air ducts (1a), having axis (1b), which develop from the center to the periphery of said fan wheel (1, 10), characterized in that a plurality of modules (3, 30) is provided, each of which constitutes one of said ducts, first means being provided for linking among them said modules (3, 30), to form said fan wheel (1, 10), and second means for connecting said fan wheel (1, 10) to a transmission shaft (2).
5
- 10 2. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 1, characterized in that each of said modules (3, 30) has the following properties:
 - general shape capable of being assembled with other modules (3, 30), in order to set up the fan wheel (1, 10);
 - 15 • sections obtained by intersecting the cylindrical surfaces (5a, 5b, 5c), with center of curvature on the "Z" axis of the fan wheel, are closed curves.
3. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 1, characterized in that on said modules (3, 30) restrained joints are made to facilitate the assembly operation.
20
4. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 1, characterized in that said first means, capable of linking said modules (3, 30), to form said fan wheel (1, 10), include the hoopings (4a, 4b, 4c), designed to be mounted on suitable seats, respectively (7a, 7b, 7c) obtained on said modules (3, 30), said seats (7a, 7b, 7c) being shaped
25

such that, when said modules (3, 30) are assembled, identify substantially circular cylindrical surfaces.

5. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 4, characterized in that said hoopings (4a, 4b, 4c) include tapes of composite material wrapped directly on said seats (7a, 7b, 7c) of the modules (3, 30) assembled.
6. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 5, characterized in that said tapes of composite material wrapped directly on said seats (7a, 7b, 7c) of the modules (3, 30) assembled, include tapes of unidirectional fibers.
7. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 4, characterized in that said hoops (4a, 4b, 4c) include metal rings capable of being set up on said seats (7a, 7b, 7c) of the modules (3, 30) assembled.
8. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 1, characterized in that said first means, capable of linking said modules (3, 30), to form said fan wheel (1, 10), include a disk (31), glued or laminated directly on the bottom of that wheel (1, 10).
9. Fan wheel (1, 10) made of composite material according to claim 1, characterized in that said first means, capable of linking these modules (3, 30), to form said fan wheel (1, 10), include a cap (32), glued or laminated directly on top of said fan wheel (1, 10).
10. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 1, characterized in that said second means, capable of connecting said fan wheel (1, 10) to said transmission shaft (2), include the plates (6),

integral to said modules (3, 30), designed to be coupled to said transmission shaft (2) using mechanical fasteners.

11. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to claim 10, characterized in that said plate (6) are an integral part of said modules (3, 30).
12. Fan wheel (1, 10) made of composite material, according to one or more of claims 1 to 11, characterized in that said composite materials include glass fiber, carbon, kevlar, or combinations thereof, impregnated with epoxy resin, polyester, vinyl ester or thermoplastic resins.
13. Method for the production of fan wheels (1, 10) made of composite material for centrifugal fans, characterized in that it involves the following steps:
 - production of modules (3, 30) according to claim 2;
 - assembly of said modules (3, 30);
 - fixing of said modules (3, 30) assembled by the application of hoopings, in accordance with claims 4, 5, 6 and 7.
14. Method for the production of fan wheels (1, 10) made of composite material for centrifugal fans, characterized in that it involves the following steps:
 - production of modules (3, 30) according to claim 2;
 - assembly of these modules (3, 30);
 - fixing of said modules (3, 30) assembled by the application of a disc (31) and a cap (32), in accordance with claims 8 and 9.

1/5

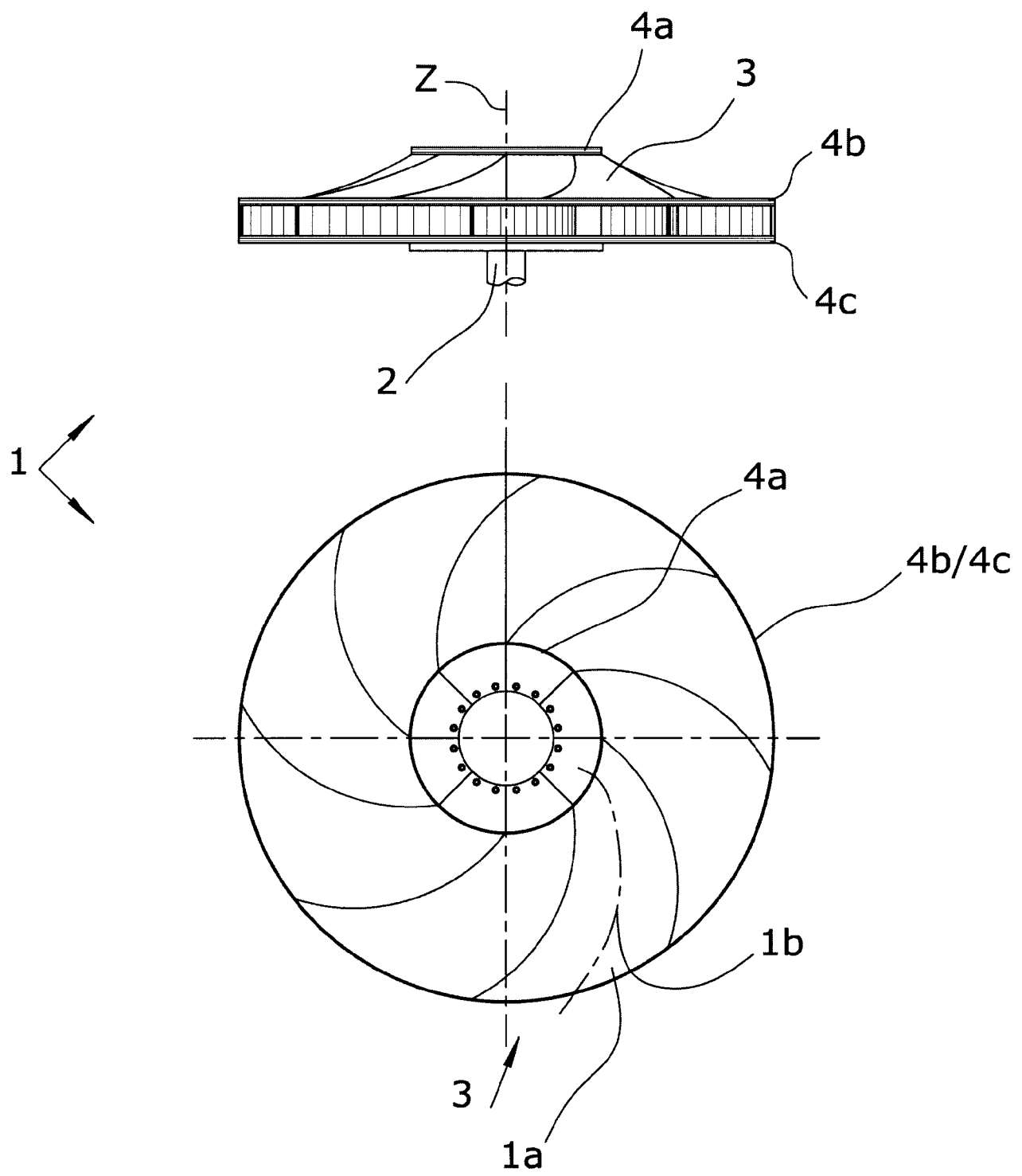


Figura 1

2/5

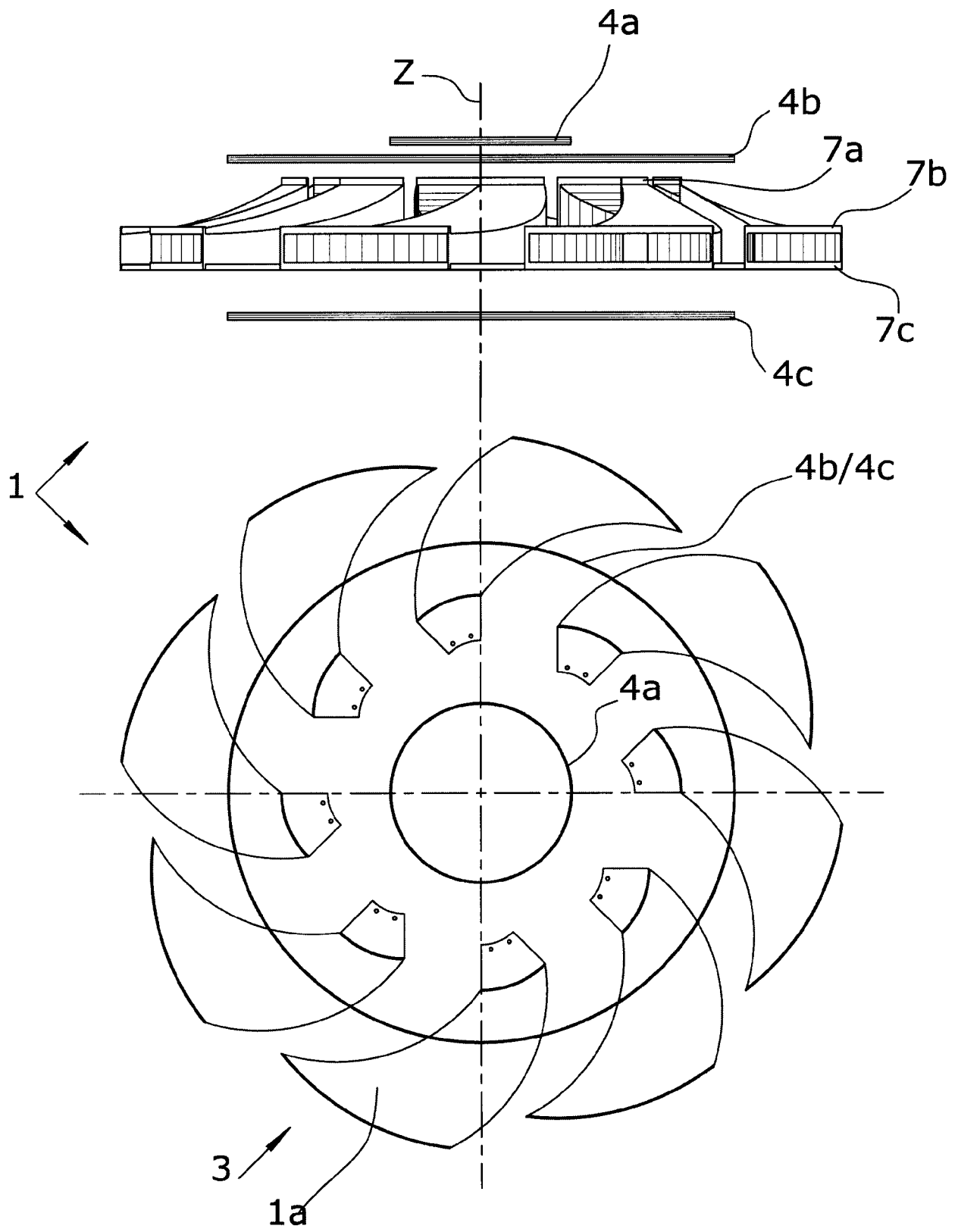


Figura 2

3/5

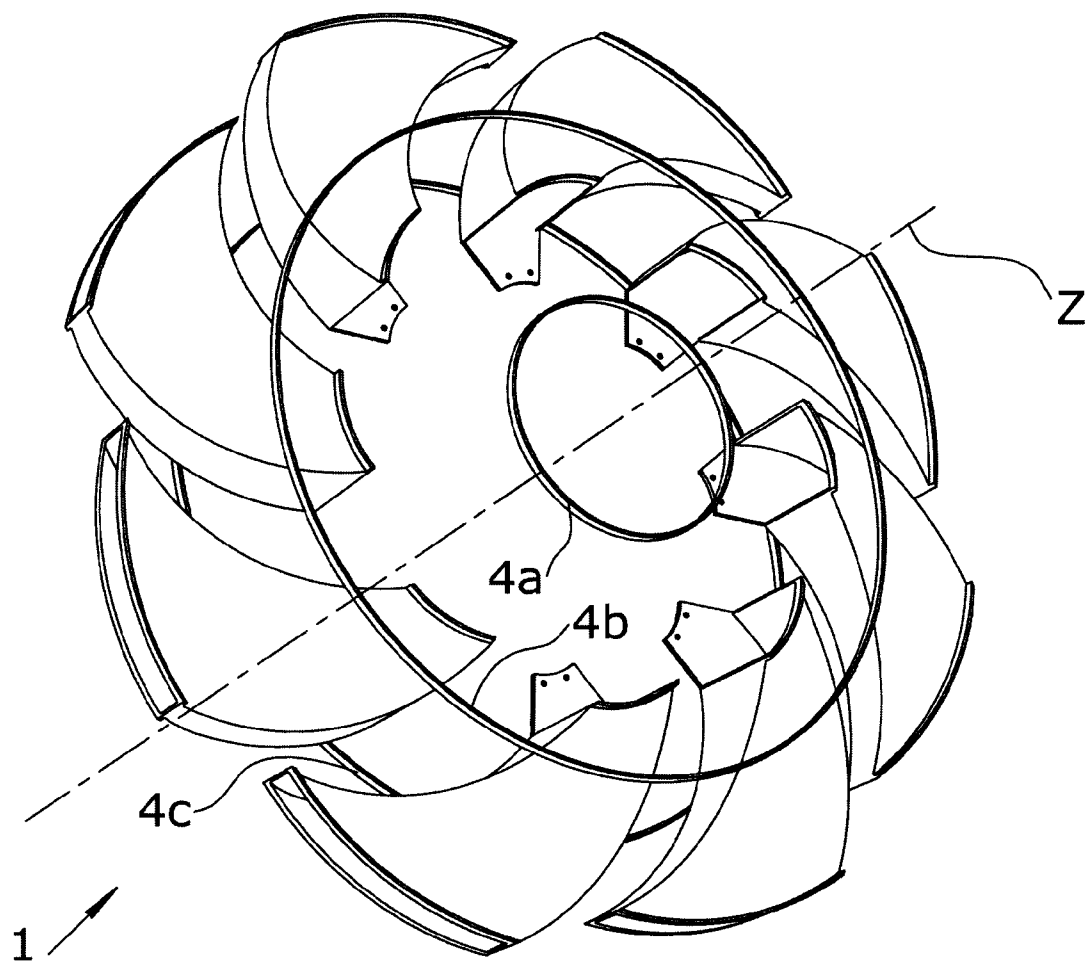


Figura 3

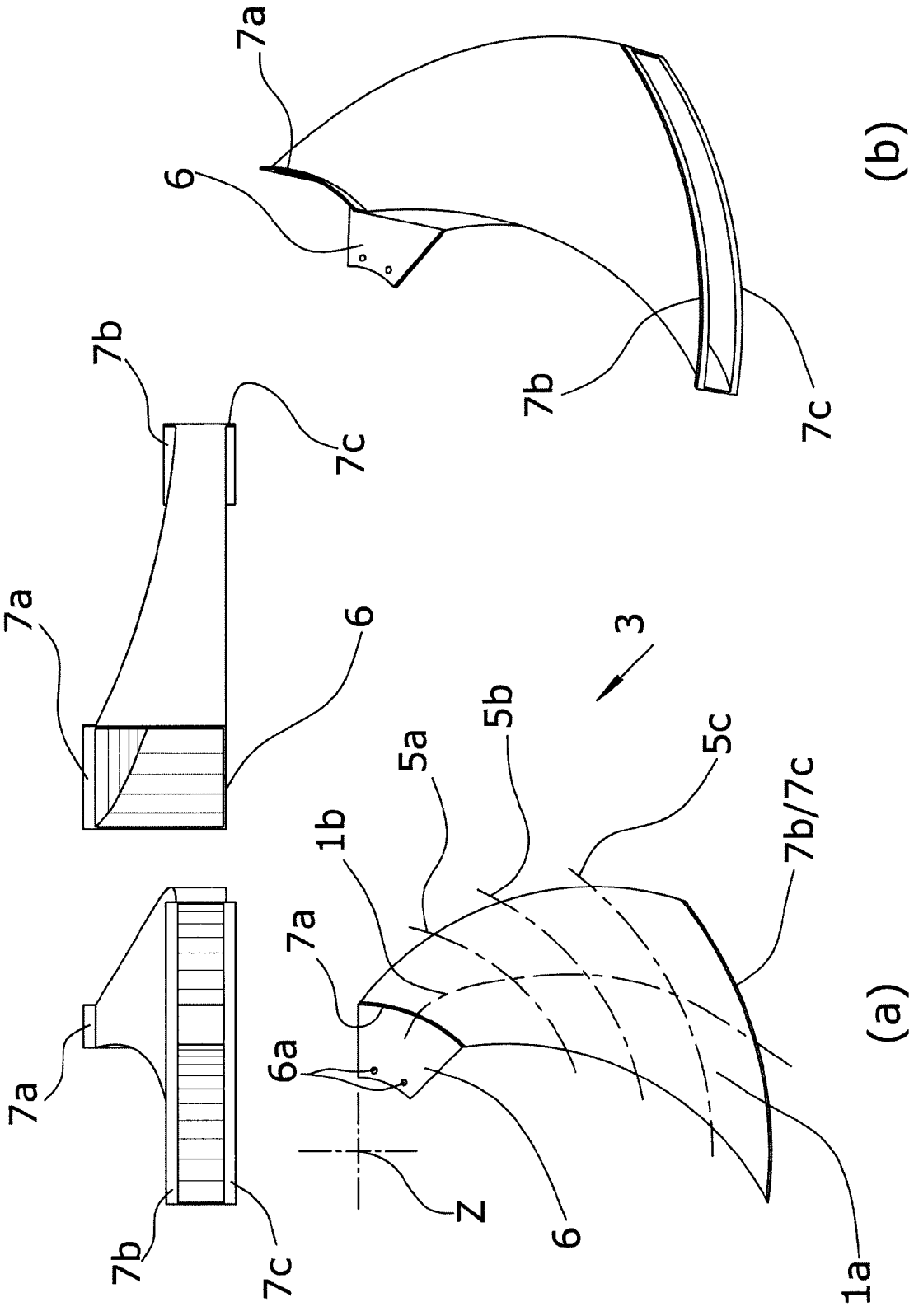


Figura 4

5/5

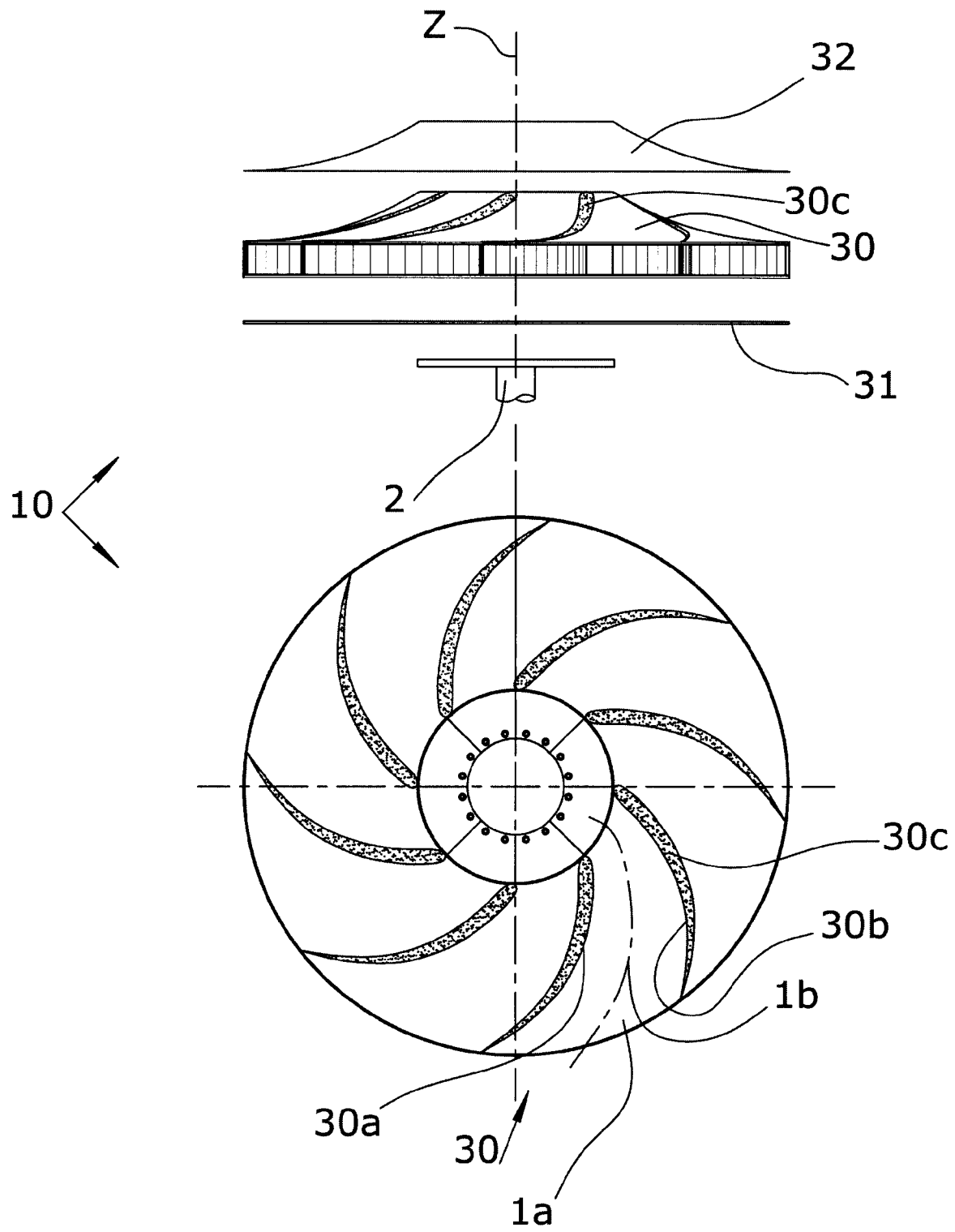


Figura 5