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

(11) **EP 2 379 847 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.06.2013 Patentblatt 2013/24

(21) Anmeldenummer: **10702397.0**

(22) Anmeldetag: **14.01.2010**

(51) Int Cl.:
F01D 9/04 *(2006.01)* ***F01D 25/24*** *(2006.01)*
F01D 17/16 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2010/000023

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/081468 (22.07.2010 Gazette 2010/29)

(54) **Verfahren zur Montage eines integralen Innenrings eines Turboverdichterstators**

Method for mounting an integral inner shroud of a turbocompressor stator

Procédé de montage d'une virole intérieure intégrée d'un stator de turbocompresseur

(84) Benannte Vertragsstaaten:
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 SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **16.01.2009 DE 102009004934**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.10.2011 Patentblatt 2011/43

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines GmbH**
80995 München (DE)

(72) Erfinder: **STIEHLER, Frank**
04924 Bad Liebenwerda (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 2 152 365

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 2 379 847 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betriff ein Verfahren zur Montage eines integralen Innenrings eines Turboverdichterstators an einen Leitschaufelkranz.

[0002] Bei Turboverdichtem für Gasturbinen, die einen beschaufelten Stator aufweisen, werden die Leitschaufeln auf einem drehfesten Innenring gelagert. Der Innenring ist mit Öffnungen (Lagersenkungen) versehen, in die Lagerbuchsen für die Innenzapfen der Leitschaufeln einsetzbar sind. Erst wenn die Leitschaufeln im Verdichtergehäuse eingesetzt sind, erfolgt die Installation (Montage) des Innenrings. Bei Innenringen ohne axiale Teilung ist die Montage bislang nur segmentweise möglich. Der Innenring ist in Umfangsrichtung in einzelne Segmente mit einem Mittelpunktswinkel < 180° unterteilt, und die Segmente mit den Öffnungen werden einzeln in die Innenzapfen der Leitschaufeln "eingefädelt", soweit die Spalte zwischen den Segmenten dies zulassen. In der Praxis weisen die Segmente daher in der Regel einen Mittelpunktswinkel auf, der nicht größer als 30° ist.

[0003] Ein solcher segmentierter Innenring ist beispielsweise in der EP 1 508 672 A1 gezeigt. Ein Verfahren zur Montage eines segmentierten Innenrings ohne axiale Teilung ist aus der DE 10 2006 024 085 A1 bekannt. Bei dem darin beschriebenen Verfahren wird ausgenutzt, dass die Öffnungen in den Segmenten des Innenrings im Durchmesser deutlich größer sind als die Innenzapfen der Leitschaufeln, so dass letztere zeitweilig exzentrisch und schräg in den Öffnungen positioniert sein können.

[0004] Segmentierte Innenringe haben jedoch im Vergleich zu einteiligen, geschlossenen (integralen) Innenringen grundsätzliche Nachteile. So führt die Segmentierung zu einem größeren Verschleiß und einer erheblich verkürzten Lebensdauer. Außerdem führt die Segmentierung zu einem unerwünschten Clusterschwingen.

[0005] Die Offenlegungsschrift DE 21 52 365 offenbart ein Montageverfahren für eine mehrstufige Axialturbomaschine. Zum Anbringen eines Ummantelungsrings wird der im entspannten Zustand halbkreisförmige Ummantelungsring an seinen Enden über eine Stangenkonstruktion zusammengezogen. Die gewählte Art der Vorspannung hat den Nachteil, dass aufgrund des Vorsehens großer Toleranzen der Montageaufwand durch eine Erhöhung der Teilezahl sehr groß ist.

[0006] Bislang ist aber kein Verfahren bekannt, mit dem ein integraler Innenring ohne axiale Teilung in zufriedenstellender Weise montiert werden kann. Aufgabe der Erfindung ist es, diesen Mangel zu beheben und ein Verfahren anzugeben, das eine einfache Montage und ggf. Demontage eines Leitschaufeln tragenden Innenrings zu ermöglichen.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Montage eines integralen Innenrings eines Turboverdichterstators an einen Leitschaufelkranz weist folgende Schritte auf:

- Bereitstellen des Leitschaufelkranzes mit einem inneren Radius S;
- Bereitstellen des Innenrings mit einem äußeren Radius R, der dem inneren Radius S entspricht;
- Vorspannen des Innenrings auf einen äußeren Radius r, der kleiner ist als der äußere Radius R des ungespannten Innenrings; und
- Entspannen des Innenrings auf den äußeren Radius R.

[0009] Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass ein integraler Innenring so verformbar gestaltet werden kann, dass der Innenring bei geeigneter geometrischer Auslegung seiner Öffnungen und der Innenzapfen der Leitschaufeln so vorgespannt werden kann, dass die Verformungsbewegung des Innenrings bei dessen Entspannung zum Einfädeln des Innenrings in den Leitschaufelkranz genutzt werden kann.

[0010] Besonders vorteilhaft ist beim Vorspannen des Innenrings die Verwendung einer Matrize mit einem Radius, deren Außenradius kleiner ist als der äußere Radius R des ungespannten Innenrings abzüglich dessen radialer Dicke. Die Matrize stellt sicher, dass keine Überdehnung des Innenrings auftritt, da sie die Biegung auf einen definierten Radius begrenzt.

[0011] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den beigefügten Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf eine Matrize und eines Teils eines Innenrings vor dessen Vorbiegung;

Figur 2 eine schematische Teilansicht eines Leitschaufelkranzes mit einseitig angesetztem Innenring;

Figur 3 eine größere schematische Teilansicht des Leitschaufelkranzes mit teilweise eingefädeltem Innenring; und

Figur 4 das geometrische Modell, das dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrunde liegt.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Montage eines integralen Innenrings eines Turboverdichterstators an einen Leits chaufelkranz wird im Folgenden anhand der Figuren 1 bis 4 näher erläutert.

[0013] Zunächst wird ein integraler, also ungeteilter, einstückiger Innenring 10 mit einem über den Umfang konstanten äußeren Radius R bereitgestellt. Unter einem

einstückigen Innenring soll hier auch ein einstückiger Teilring mit einem Mittelpunktswinkel ≥ 180° verstanden werden. Der äußere Radius R des Innenrings 10 entspricht einem inneren Radius S des Leitschaufelkranzes 12, an den der Innenring 10 montiert werden soll.

[0014] Der Leitschaufelkranz 12 ist die Gesamtheit oder, wie im folgenden Montageverfahren beschrieben, ein Teil der vom Innenring 10 zu haltenden Leitschaufeln 14, die im rohrförmigen Gehäuse bzw. in einem Gehäuseteil des Verdichters bereits vormontiert sind. Der Leitschaufelkranz 12 ist in letzterem Fall ein Teilring (vorzugsweise mit einem Mittelpunktswinkel ≈ 180°) von in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten Leitschaufeln 14. Die Leitschaufeln 14 weisen Innenzapfen 16 auf, die in zugeordneten Öffnungen 18 (Lagersenkungen) des Innenrings 10 gelagert werden sollen.

[0015] Unter dem äußeren Radius R des Innenrings 10 und dem inneren Radius S des Leitschaufelkranzes 12 sind von der axialen Mittelachse des Verdichtergehäuses gemessene Radien zu verstehen, die im montierten Zustand des Innenrings 10 zusammenfallen. Konkret sind dies der halbe Außendurchmesser des Innenrings 10 und ein Radius im Bereich der Innenzapfen 16 der Leitschaufeln 14. (Der Einfachheit halber sind in den Zeichnungen - mit Ausnahme der Figur 4 - nicht die Radien selbst, sondern die zugehörigen Bogenlinien mit R, S (und später mit r) bezeichnet).

[0016] Mittels einer Matrize 20 in Form einer Scheibe oder eines Scheibenrings oder eines entsprechenden Segments mit einem Außenradius, der kleiner ist als der äußere Radius R des Innenrings 10 abzüglich dessen radialer Dicke, wird der Innenring 10 vorgebogen, indem der Innenring 10 konstant auf einen äußeren Radius r vorgespannt wird, der kleiner ist als der äußere Radius R des Innenrings 10 im ungespannten Zustand. Die Vorspannung erfolgt über den gesamten Umfang des Innenrings 10 oder über einen bestimmten Teil, vorzugsweise über einen Teil, dessen Bogenlänge der Bogenlänge des vormontierten Leitschaufelkranzes 12 entspricht (bezogen auf die Radien R bzw. S).

[0017] Wie in Figur 1 gezeigt wird der Innenring 10 hierzu an einem inneren Anlagepunkt A in Anlage mit der Matrize 20 gebracht. Dort wird der Innenring 10 mit einer Verklammerung 22 mit verstellbarem Zuggestänge fixiert. Neben dieser Verklammerung 22 sind zwei weitere verstellbare Spanneinheiten 24 vorgesehen, mit denen an zwei Zugpunkten, die einander vorzugsweise diametral gegenüberliegen (Mittelpunktswinkelabstand ≈ 180°), der Innenring 10 auf die Matrize 20 gebogen wird. Die Spanneinheiten 24 können - gemäß dem in Figur 1 dargestellten Beispiel - Zuglager bildende Stifte 26 und/oder Krallen aufweisen, auf die eine Zugkraft aufgebracht wird. Die Spannrichtung S wird beim Vorspannen so eingestellt, dass sich der Innenring 10 nicht ausbeult, sondern gleichmäßig an die Matrize 20 anlegt. Die Spanneinheiten 22 und 24 werden anschließend fixiert, sodass der Innenring 10 in seinem vorgespannten Zustand verbleibt.

[0018] Die Figuren 2 und 3 zeigen schematisch, wie anschließend der Innenring 10 durch Entspannen auf seinen ursprünglichen Außenradius R in den Leitschaufel-Teilring eingefädelt wird. Der vorgespannte Innenring 10 wird an einem Ende 28 des Leitschaufelkranzes 12 angesetzt und im Leitschaufelkranz 12 abgerollt, indem die verstellbaren Spanneinheiten 22 und 24 entlastet werden (Lösen der Fixierung). Dabei werden die Öffnungen 18 des Innenrings 10 ohne Verkanten oder Verklemmen über die Innenzapfen 16 der Leitschaufeln 14 bewegt. Dies ist bei der besonderen Entspannungsrückverformung des Innenrings 10 auf seinen ursprünglichen Außenradius R alleine aufgrund des Spiels der Öffnungen 18 möglich.

[0019] In Figur 3 ist gezeigt, wie am tangentialen Berührungspunkt P der Außenradius des Innenrings ohne Übergang vom kleineren Radius r (vorgespannt) unmittelbar auf den ursprünglichen Radius R (entspannt) wechselt. Während also das Abrollen des Innenrings 10 im Leitschaufelkranz 12 kontinuierlich erfolgt, vollführt der Radius des Innenrings 10 am mitlaufenden tangentialen Berührungspunkt P einen Krümmungssprung von r auf R.

[0020] Die Betriebsendlage des Innenrings 10, in der die Innenzapfen 16 und die Öffnungen 18 fluchten, wird somit alleine unter Ausnutzung des Lagersenkungsspiels und der Abweichung zwischen der gespannten und der entspannten Innenringgeometrie erreicht.

[0021] Die kinematische Beschreibung des Abrollvorgangs geht aus der Modellbetrachtung gemäß Figur 4 hervor. Daraus ergibt sich, dass das Abrollen des Innenrings 10 im Leitschaufelkranz eine Hypozykloidenbewegung darstellt, entsprechend dem Abrollen eines Planetenrads in einem Zahnkranz. Die Bewegungsbahn eins festen Punktes des Innenrings 10 entspricht demnach einer Zykloide, die auf einem Innenkreis mit dem Radius R-r (bezogen auf die Mittelachse des Innenrings 10 bzw des Leitschaufelkranzes 12) erzeugt wurde.

[0022] Die Demontage des Innenrings 10 vom Leitschaufelkranz 12 ist durch Umkehrung des beschriebenen Montagevorgangs ebenfalls ohne Verkanten oder Verklemmen möglich.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Montage eines integralen Innenrings (10) eines Turboverdichterstators an einen Leitschaufelkranz (12), mit folgenden Schritten:

   - Bereitstellen des Leitschaufelkranzes (12) mit einem inneren Radius S;
   - Bereitstellen des Innenrings (10) mit einem äußeren Radius R, der dem inneren Radius S entspricht;
   - Vorspannen des Innenrings (10) und
   - Abrollen des Innenrings (10) im Leitschaufelkranz (12) durch Entspannen des Innenrings

(10) auf den äußeren Radius R, dadürch gekennzeichnet, dass beim Schritt Vorspannen des Innenrings (10) auf einen über den Umfang des Innenrings (10) konstanten äußeren Radius r, der kleiner ist als der äußeren Radius R des ungespannten Innenrings (10) vorgespannt word.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Entspannen des Innenrings (10) an einem tangentialen Berührungspunkt P der Außenradius des Innenrings (10) einen Krümmungssprung vom Radius r unmittelbar auf den Radius R vollführt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Vorspannen des Innenrings (10) eine Matrize (20) mit einem Radius verwendet wird, deren Außenradius kleiner ist als der äußere Radius R des ungespannten Innenrings (10) abzüglich dessen radialer Dicke.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (10) an einem inneren Anlagepunkt A in Anlage mit der Matrize (20) gebracht und dort mit einer Verklammerung (22) fixiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannung des Innenrings (10) mit Hilfe wenigstens zweier Spanneinheiten (24) aufgebracht wird, die an einander vorzugsweise diametral gegenüberliegenden Zugpunkten am Innenring (10) angreifen.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannrichtung der auf die Zugpunkte aufgebrachten Zugkräfte so eingestellt wird, dass sich der Innenring (10) nicht ausbeult und gleichmäßig an die Matrize (20) anlegt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Entspannen des Innenrings (10) die Spanneinheiten (24) und ggf. ein an die Verklammerung (22) gekoppeltes Zuggestänge entlastet werden.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der äußere Radius R der halbe Außendurchmesser des Innenrings (10) und der innere Radius S ein von der axialen Mittelachse eines Gehäuses gemessener Radius im Bereich der Innenzapfen (16) der Leitschaufeln (14) ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leitschaufelkranz (12) ein Teilring ist, der einen Teil von in einem Gehäuse oder Gehäuseteil vormontierten Leitschaufeln (14) mit Innenzapfen (16) umfasst.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Leitschaufelkranz (12) einen Mittelpunktswinkel von etwa 180° hat.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (10) über eine Bogenlänge bezogen auf dessen Radius R vorgespannt wird, die der Bogenlänge des Leitschaufelkranzes (12) bezogen auf dessen Radius S entspricht.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenring (10) beim Entspannen an einem Ende (28) des Leitschaufelkranzes (12) angesetzt und im Leitschaufelkranz (12) so abgerollt wird, dass die Bewegungsbahn eins festen Punktes des Innenrings (10) einer Zykloide entspricht.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass**, die Zykloide auf einem Innenkreis mit dem Radius R-r erzeugt wird.

Claims

1. Method for mounting an integral inner ring (10) of a turbo-compressor stator onto a guide-vane ring (12), having the following steps:

   - providing the guide-vane ring (12) that has an inner radius S;
   - providing the inner ring (10) that has an outer radius R that corresponds to the inner radius S;
   - pre-tensioning the inner ring (10), and
   - unwinding the inner ring (10) in the guide-vane ring (12) by relaxing the inner ring (10) to the outer radius R,

   characterised in that during the step of pre-tensioning the inner ring (10) there is pre-tensioning to an outer radius r that is constant over the circumference of the inner ring (10) and is smaller than the outer radius R of the non-tensioned inner ring (10).

2. Method according to claim 1, **characterised in that** when the inner ring (10) is relaxed at a tangential contact point P the outer radius of the inner ring (10) executes a curvature jump from the radius r directly to the radius R.

3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** in order to pre-tension the inner ring (10) a die plate (20) that has a radius is used, the outer radius of which is smaller than the outer radius R of the non-

tensioned inner ring (10) minus its radial thickness.

4. Method according to claim 3, **characterised in that** the inner ring (10) is brought into abutment with the die plate (20) at an inner abutment point A and is there fixed with a clamping portion (22).

5. Method according to claim 3 or 4, **characterised in that** the pre-tensioning of the inner ring (10) is applied with the aid of at least two tensioning units (24) that act at traction points on the inner ring (10) preferably lying diametrically opposite each other.

6. Method according to claim 5, **characterised in that** the tensioning direction of the tractive forces applied to the traction points is set in such a way that the inner ring (10) does not bulge out and uniformly abuts the die plate (20).

7. Method according to claim 5 or 6, **characterised in that** in order to relax the inner ring (10) the tensioning units (24) and, if applicable, traction rods coupled to the clamping portion (22) are relieved.

8. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the outer radius R is half the outer diameter of the inner ring (10), and the inner radius S is a radius measured from the axial central axis of a housing in the region of the inner pins (16) of the guide vanes (14).

9. Method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the guide-vane ring (12) is a partial ring which comprises a portion of guide vanes (14), pre-mounted in a housing or housing portion, with inner pins (16).

10. Method according to claim 9, **characterised in that** the guide-vane ring (12) has a centre-point angle of approximately 180°.

11. Method according to claim 9 or 10, **characterised in that** the inner ring (10) is pre-tensioned over an arc length relative to its radius R that corresponds to the arc length of the guide-vane ring (12) relative to its radius S.

12. Method according to one of claims 9 to 11, **characterised in that** during the relaxation the inner ring (10) is set at one end (28) of the guide-vane ring (12) and is unwound in the guide-vane ring (12) in such a way that the path of movement of a fixed point of the inner ring (10) corresponds to a cycloid.

13. Method according to claim 12, **characterised in that** the cycloid is generated on an inner circle with the radius R-r.

Revendications

1. Procédé de montage d'une virole intérieure intégrée (10) d'un stator de turbocompresseur sur une couronne d'aubes directrices (12), présentant les étapes suivantes :

   - mise à disposition de la couronne d'aubes directrices (12) avec un rayon intérieur S ;
   - mise à disposition de la virole intérieure (10) avec un rayon extérieur R qui correspond au rayon intérieur S ;
   - précontrainte de la virole intérieure (10) et
   - déroulement de la virole intérieure (10) dans la couronne d'aubes directrices (12) par détente de la virole intérieure (10) sur le rayon extérieur R, **caractérisé en ce que** lors de l'étape de précontrainte de la virole intérieure (10), celle-ci est précontrainte sur un rayon extérieur r constant sur la périphérie de la virole intérieure (10) qui est inférieur au rayon extérieur R de la virole intérieure (10) non tendue.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lors de la détente de la virole intérieure (10) sur un point de contact P tangentiel, le rayon extérieur de la virole intérieure (10) réalise un saut de courbure du rayon r directement au rayon R.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** pour la précontrainte de la virole intérieure (10), on utilise une matrice (20) avec un rayon, dont le rayon extérieur est inférieur au rayon extérieur R de la virole intérieure (10) non tendue moins son épaisseur radiale.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la virole intérieure (10) est amenée en appui avec la matrice (20) sur un point d'appui A intérieur et y est fixée avec un agrafage (22).

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** la précontrainte de la virole intérieure (10) est appliquée à l'aide d'au moins deux unités de serrage (24), qui agissent sur des points de traction de préférence diamétralement opposés sur la virole intérieure (10).

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le sens de tension des forces de traction appliquées sur les points de traction est réglé de sorte que la virole intérieure (10) ne se déforme pas et repose uniformément sur la matrice (20).

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** les unités de tension (24) et éventuellement une tige de traction couplée à l'agrafage (22) sont déchargées pour la détente de la virole intérieu-

re (10).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rayon extérieur R est le demi-diamètre extérieur de la virole intérieure (10) et le rayon intérieur S est un rayon mesuré depuis l'axe médian axial d'un boîtier dans la zone du tenon intérieur (16) des aubes directrices (14).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couronne d'aubes directrices (12) est un anneau partiel qui comporte une partie des aubes directrices (14) prémontées dans un boîtier ou une partie de boîtier avec un tenon intérieur (16).

10. Procédé selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** la couronne d'aubes directrices (12) présente un angle du centre d'environ 180°.

11. Procédé selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** la virole intérieure (10) est précontrainte sur une longueur d'arc par rapport à son rayon R qui correspond à la longueur d'arc de la couronne d'aubes directrices (12) par rapport à son rayon S.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** la virole intérieure (10) est placée lors de la détente sur une extrémité (28) de la couronne d'aubes directrices (12) et est déroulée dans la couronne d'aubes directrices (12) de sorte que la trajectoire d'un point fixe de la virole intérieure (10) corresponde à une cycloïde.

13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** la cycloïde est générée sur un cercle intérieur avec le rayon R-r.

Fig. 1

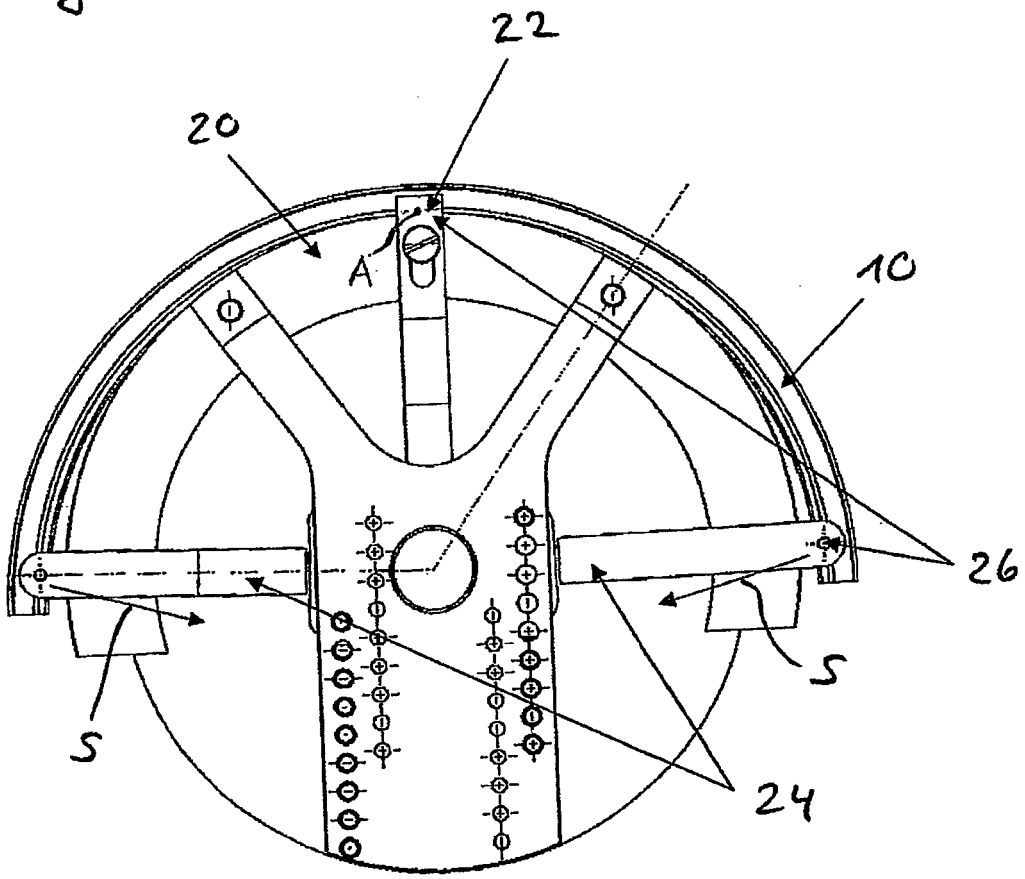


Fig. 2

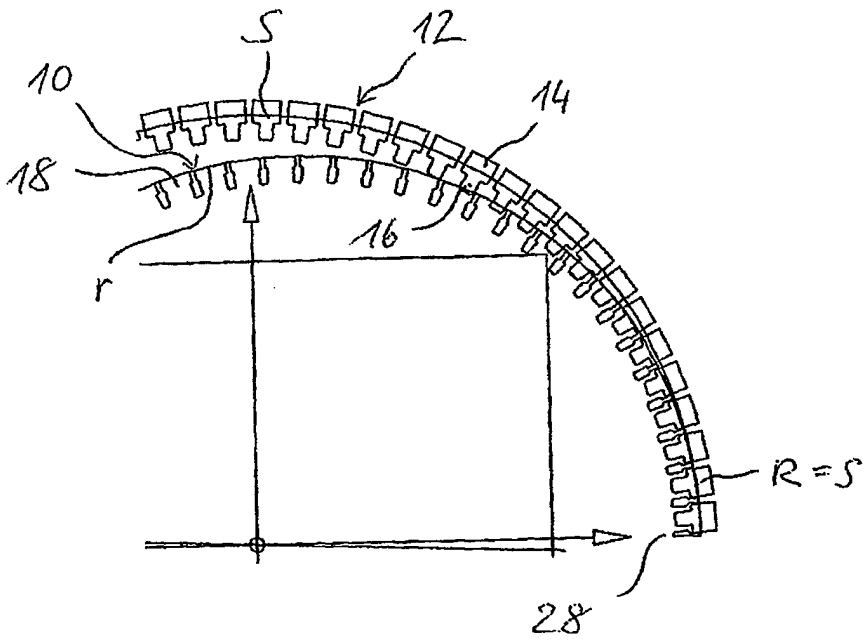

S
12
10
14
18
16
r
R=S
28

Fig. 3

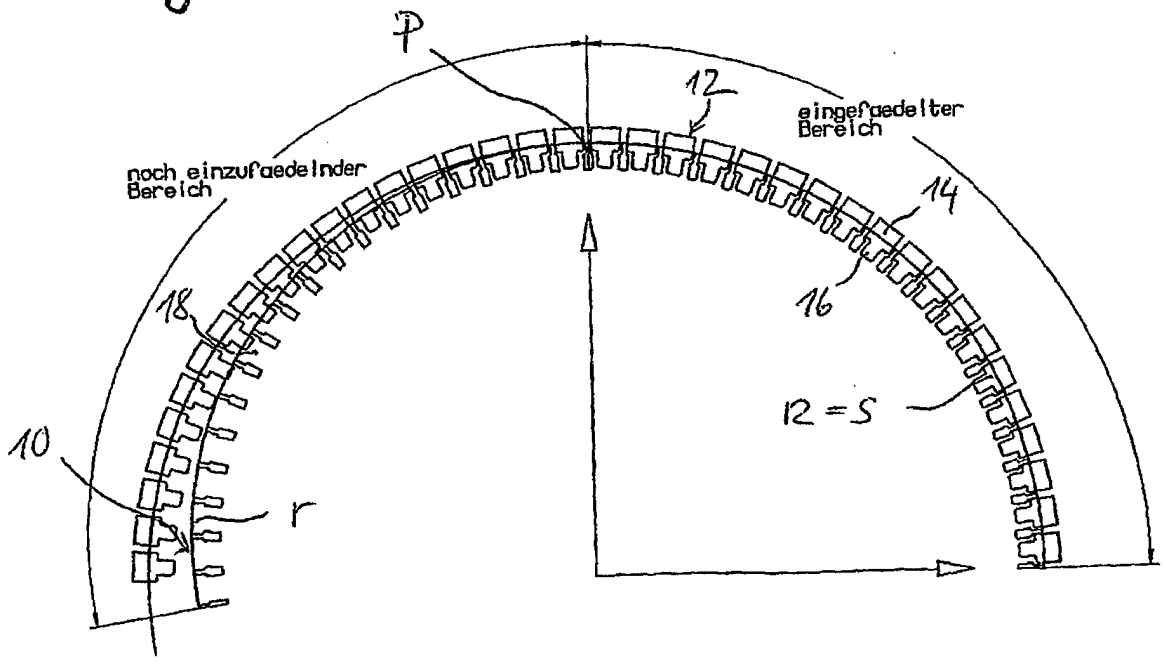
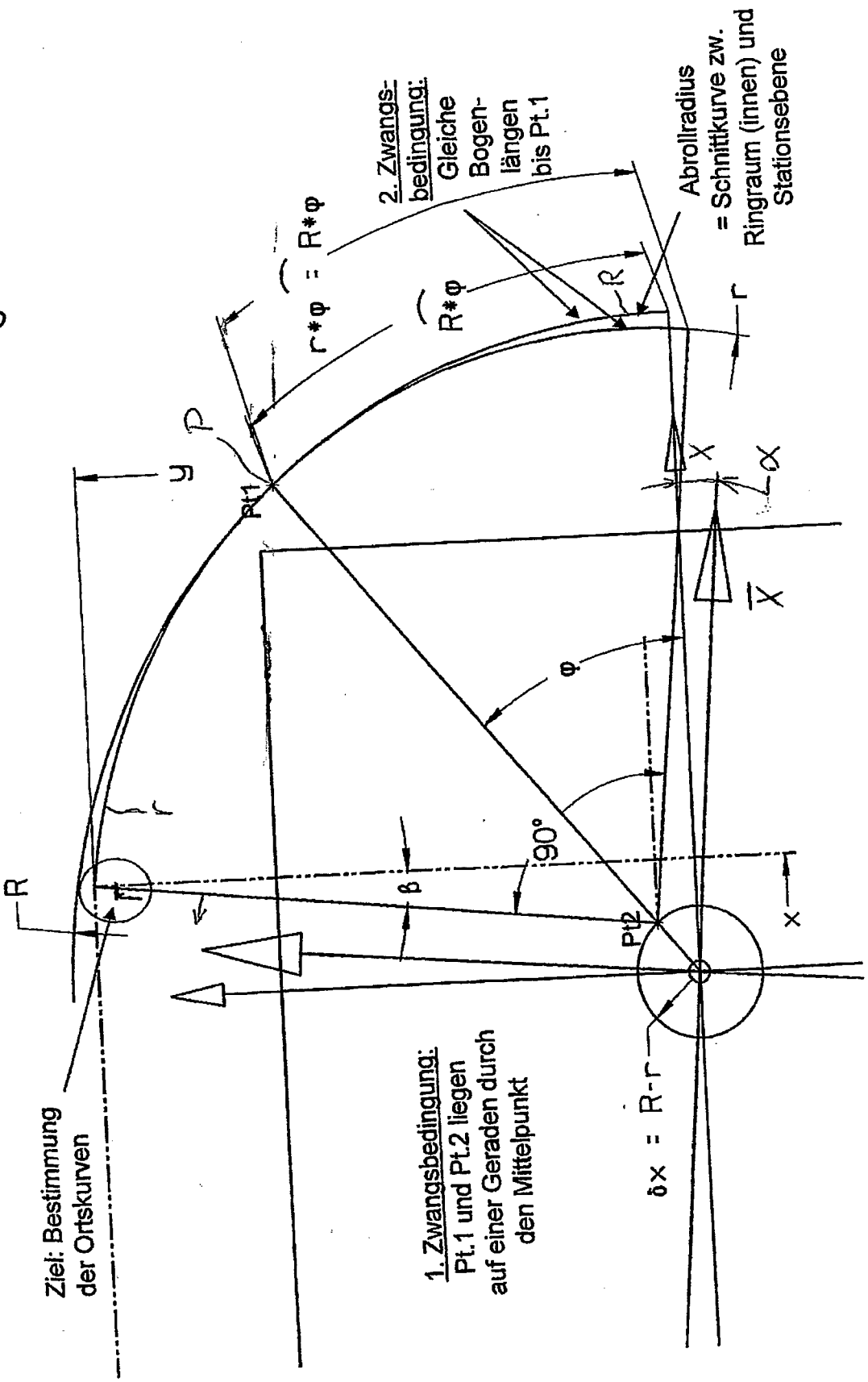

P
12
eingefaedelter Bereich
noch einzufaedelnder Bereich
14
18
16
R=S
10
r

Fig. 4


Ziel: Bestimmung der Ortskurven
1. Zwangsbedingung: Pt.1 und Pt.2 liegen auf einer Geraden durch den Mittelpunkt
2. Zwangs-bedingung: Gleiche Bogen-längen bis Pt.1
Abrollradius = Schnittkurve zw. Ringraum (innen) und Stationsebene
r*φ = R*φ
R*φ
δx = R-r
Pt1
Pt2
90°
R
r
y
x
X
α
β
φ

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 1508672 A1 **[0003]**
- DE 102006024085 A1 **[0003]**
- DE 2152365 **[0005]**