



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 890 711 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.01.1999 Patentblatt 1999/02

(51) Int. Cl.⁶: **F01D 5/20**, F01D 11/12

(21) Anmeldenummer: **98112634.5**

(22) Anmeldetag: **08.07.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder:
**MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION
MÜNCHEN GMBH
80976 München (DE)**

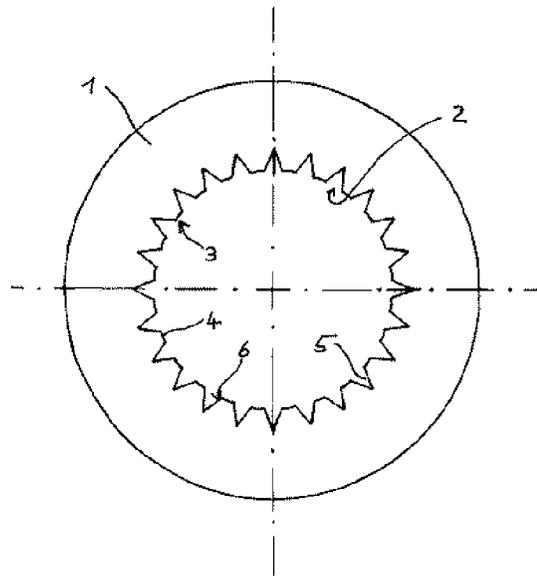
(30) Priorität: **12.07.1997 DE 19730008**

(72) Erfinder: **Legrand, Norbert
85757 Karlsfeld (DE)**

(54) **Panzerung für ein metallisches Triebwerksbauteil und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Panzerung für ein metallisches Triebwerksbauteil, die an dessen Oberfläche vorzusehen ist, sich beim Anstreifen in einen Einlaufbelag einarbeitet, eine Keramikschiicht umfaßt und mit Spitzen und dazwischenliegenden Freiräumen zum Austragen von Abriebmaterial profiliert ist, wobei die Profilierung durch Umformen der Oberfläche des Bauteils vor deren Beschichtung ausgebildet ist, sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

Fig. 1



EP 0 890 711 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Panzerung für ein metallisches Triebwerksbauteil, die an dessen Oberfläche vorgesehen ist, sich beim Anstreifen in einen Einlaufbelag eines zweiten Bauteils einarbeitet, eine Keramikschicht umfaßt und mit Spitzen und dazwischenliegenden Freiräumen zum Austragen von Abriebmaterial profiliert ist, sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung.

Panzerungen bzw. Anstreifbeläge werden an Triebwerksbauteilen, wie z.B. Dichtungsspitzen von Labyrinthdichtungen oder Schaufelspitzen, vorgesehen, um deren Abarbeitung bei Anstreifvorgängen entgegenzuwirken. Da der Wirkungsgrad eines Verdichters oder einer Turbine in hohem Maße von der Spaltgröße zwischen dem rotierenden und dem stehenden Bauteil abhängt, vermindert er sich mit zunehmender Abarbeitung, z. B. der Schaufelspitzen, durch Anstreifvorgänge.

Die Panzerung arbeitet sich beim Betrieb im allgemeinen in einen Einlaufbelag eines zweiten Bauteils ein. Derartige Einlaufbeläge sind abreibbar und bestehen meist aus einer korrosions- und erosionsfesten Schicht. Wird die Festigkeit und Härte der Einlaufbeläge zur Steigerung der Erosions- und Temperaturbeständigkeit erhöht, verstärkt sich die Abarbeitung der Triebwerksbauteile zusätzlich, so daß deren Panzerung erforderlich ist. Durch die Panzerung wird erreicht, daß beim Anstreifvorgang ein minimaler Spalt zwischen der Panzerung und dem Einlaufbelag gebildet wird.

Bekannte Panzerungen umfassen eine Keramikschicht, die auf die Oberfläche des Triebwerksbauteils thermisch gespritzt wird. Zur Ausbildung einer Profilierung mit schneidfähigen Kanten bzw. Spitzen und dazwischenliegenden Freiräumen zum Austragen von Abriebmaterial wird beim Spritzvorgang eine aus einem Drahtgitter bestehende Lochmaske auf der Bauteiloberfläche angeordnet. Die Größe und Geometrie der Spitzen wird durch die Lage und Art des Drahtgitters sowie den Spritzstrahlwinkel variiert.

Als nachteilig erweist sich dabei, daß das Drahtgitter die Bauteiloberfläche an einigen Stellen vollständig abdeckt und daher Fehlstellen vorkommen und keine gleichmäßige Profilierung über dem gesamten Umfang zu erzielen ist. Weitere Nachteile bestehen in der aufwendigen Präparation der Bauteiloberfläche sowie dem Handling des Drahtgitters und in der Einhaltung und verfahrensbedingten Einschränkung des Spritzstrahlwinkels.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Panzerung der eingangs beschriebenen Gattung zu schaffen, die eine möglichst gleichmäßige Beschichtung und Profilierung aufweist. Ferner soll ein Verfahren geschaffen werden, mit dem sich ein solche Panzerung fertigungstechnisch einfach und zuverlässig herstellen läßt.

Die die Panzerung betreffende Lösung des Problems ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet,

daß die Profilierung durch Umformen der Oberfläche des Bauteils vor deren Beschichtung ausgebildet ist.

Beim Ausbilden einer solchen Profilierung wird kein Material abgetragen, sondern die Oberfläche des Bauteils zur Ausbildung der Spitzen und dazwischenliegenden Freiräume durch Kaltumformen verdichtet. Dazu wird ein entsprechendes Werkzeug in die Oberfläche vor deren Beschichtung mit keramischen Material eingepreßt. Der Vorteil besteht darin, daß die Panzerung auf diese Weise eine gleichmäßig profilierte und beschichtete Oberfläche aufweist, ohne daß die aufwendige Anordnung eines Drahtgitters zur Abdeckung der Bauteiloberfläche notwendig ist. Auch treten nicht die mit dem Drahtgitter häufig verbundenen Fehlstellen auf. Zudem lassen sich Panzerungen mit Freiräumen größerer Tiefe erzeugen. Die Profilierung wird dabei so ausgebildet, daß ein optimaler Abrieb unter Berücksichtigung der Relativbewegung zwischen dem Triebwerksbauteil mit der Panzerung und dem zweiten Bauteil, das einen Einlaufbelag aufweisen kann, erfolgt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Oberfläche durch Rändeln profiliert. Die Profilierung erfolgt mit einem Rändelwerkzeug, das in die zu panzernde Oberfläche des Triebwerksbauteils eingepreßt wird. Es können genormte Rändelformen mit zahlreichen verschiedenen Durchmessern, Profilwinkeln und Teilungen, wie z.B. Rändel mit achsparallelen Riefen, Rechts- oder Linksrändel, Links-Rechtsrändel mit erhöhten oder vertieften Spitzen sowie Kreuzrändel mit erhöhten oder vertieften Spitzen, verwendet werden. Bei speziellen Bauteilformen werden Spezialwerkzeuge angefertigt.

Es kann zweckmäßig sein, daß die die Profilierung bildenden Spitzen bzw. Freiräume achsparallel, d.h. parallel zu einer Drehachse des Bauteils bzw. eines bewegten Teils der Bauteilgruppe, verlaufen.

Bevorzugt verlaufen die die Profilierung bildenden Spitzen und Freiräume schräg zu einer vorstehend definierten (Dreh-)Achse, wobei als Rändelwerkzeug ein Links- oder Rechtsrändel eingesetzt wird. Dieses hat gegenüber einer achsparallelen Rändelung den Vorteil, daß die Freiräume bzw. Vertiefungen das Abriebmaterial aufnehmen und sogleich herausdrücken.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß sich eine erste Reihe schräg zur Drehachse und parallel zueinander verlaufender Spitzen und Freiräume mit einer ebensolchen, zweiten Reihe kreuzt. Auf diese Weise lassen sich an die Relativbewegung zwischen den jeweiligen Bauteilen angepaßte Profilierungsmuster ausbilden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die die Profilierung bildenden Spitzen bzw. deren Kanten schneidfähig, so daß sich die Panzerung leicht in einen Einlaufbelag eines zweiten Bauteils einarbeiten kann. Die Ausrichtung der schneidfähigen Spitzen erfolgt unter Berücksichtigung der Relativbewegung zwischen dem Triebwerksbauteil und dem zweiten Bauteil.

Die Spitzen können 0.5 mm dick/breit sein, wobei sie bevorzugt abgeflacht sind.

In bestimmten Anwendungen ist es vorteilhaft, daß

die Flanken der Spitzen asymmetrisch zueinander verlaufen.

Eine bevorzugte (Rändel-)Tiefe der Freiräume beträgt 0,8 mm und liegt damit über den mit bekannten Verfahren erzielbaren Tiefen.

Bevorzugt beträgt die Teilung t der Rändelung 1,6 mm, wobei sich auch größere Teilungen als zweckmäßig erwiesen haben.

Die Keramikschicht weist bevorzugt eine annähernd konstante Dicke/Stärke über der gesamten, zu panzernden Oberfläche des Bauteils auf, da die Profilierung in dem Grundwerkstoff selbst ausgebildet.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Panzerung an einem Innendurchmesser des Triebwerksbauteils, wie einem sog. FIN-Bauteil, d.h. einer Dichtungsscheibe für eine Labyrinthdichtung, vorgesehen, so daß sich genormte Rändelwerkzeuge mit einer Rändelung an deren Außendurchmesser einsetzen lassen. Die Panzerung läßt sich problemlos auch an Außendurchmessern von Triebwerksbauteilen, wie z.B. Schaufelspitzen oder Dichtspitzen eines Schaufelspitzendeckbands, vorsehen.

Die das Verfahren betreffende Lösung ist erfindungsgemäß durch die Schritte gekennzeichnet, a) Umformen der zu panzernden Oberfläche des Bauteils zur Ausbildung der Profilierung, und anschließend b) Beschichten der profilierten Bauteiloberfläche mit einem keramischen Material.

Der Vorteil liegt darin, daß durch das vorhergehende Profilieren gleichmäßige, keine Fehlstellen aufweisende Keramikschichten erzielt werden.

Bevorzugt erfolgt die Profilierung durch Rändeln, so daß auf einfache Weise Profilierungen mit unterschiedlichster Form und Geometrie durch Einpressen genormter Rändelwerkzeuge hergestellt werden können.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß das Beschichten der zu panzernden und profilierten Bauteiloberfläche mit dem keramischen Material durch thermisches Spritzen erfolgt.

Es kann zweckmäßig sein, das Bauteil in einem weiteren Schritt fertigzudrehen, wenn bspw. beim Ausbilden der Spitzen und Freiräume Verformungen infolge der Verdichtung des Grundwerkstoffs des Triebwerksbauteils auftreten.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf eine schematische Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 bis 4 Draufsichten auf eine Lauf- bzw. Dichtungsscheibe für eine Labyrinthdichtung, an deren innerer Umfangsfläche jeweils ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Panzerung vorgesehen ist, wobei die Profilierung zur Verdeutlichung im Verhältnis zu den sonstigen Abmessungen der Dichtungsscheibe stark vergrößert dargestellt ist, und

Fig. 5 drei Ansichten eines Rändelwerkzeugs, das zur Herstellung der erfindungsgemäßen Panzerung einsetzbar ist.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Draufsicht auf eine Lauf- bzw. Dichtungsscheibe 1 für eine Labyrinthdichtung, deren Dichtungsspitzen an einer inneren Oberfläche bzw. Umfangsfläche 2 einer Innenbohrung mit einem ersten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Panzerung gepanzert sind. Die Panzerung 3 umfaßt eine Profilierung aus abgeflachten Spitzen 4 und dazwischenliegenden Freiräumen 5 sowie eine Keramikschicht 6, die im allgemeinen thermisch auf die profilierte Bauteiloberfläche 2 gespritzt wird. Als keramisches Material für die Beschichtung 6 wird bspw. Al_2O_3 als Korund eingesetzt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Oberfläche 2 der Dichtungsscheibe 1 zunächst mit einem der gewünschten Form der Profilierung entsprechenden Rändelwerkzeug durch Kaltumformen profiliert. Durch das Einpressen des Rändelwerkzeugs wird die Oberfläche 2 der Dichtungsscheibe 1 bzw. deren Grundwerkstoff umgeformt und verdichtet. Anschließend wird die so profilierte Oberfläche 2 mit dem keramischen Material unter Bildung einer gleichmäßigen Keramikschicht 6 beschichtet.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 erstrecken sich die Spitzen 4 ebenso wie die Freiräume 5 achsparallel, d.h. parallel zu einer senkrecht zur Bildebene verlaufenden (Dreh-)Achse. Eine Panzerung 3 mit einer solchen Profilierung wird mit einem Rändelwerkzeug bzw. Rändel mit achsparallelen Riefen und entsprechender Form, Teilung t etc. hergestellt, das dazu in die Oberfläche 2 der Dichtungsscheibe 1 eingepreßt wird, ohne daß ein Materialabtrag auftritt.

In den zwischen den Spitzen 4 gebildeten Freiräumen 5 wird das beim Anstreifen eines Einlaufbelags von einem zweiten, mit der Dichtungsscheibe 1 der Labyrinthdichtung zusammenwirkenden Bauteils entstehende, heiße Abriebmaterial aufgenommen. Die abgeflachten Spitzen 4 haben sich in der Praxis aufgrund ihrer Widerstandsfähigkeit bewährt und weisen zum leichten Einarbeiten in den Einlaufbelag schneidfähige Kanten auf.

In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Panzerung 3 dargestellt, das ebenfalls abgeflachte Spitzen 7 aufweist. Die Spitzen 7 unterscheiden sich von den Spitzen 4 des Ausführungsbeispiels aus Fig. 1 durch ihre asymmetrische Form. Die Flanken 8 der Spitzen 7 erstrecken sich schräg zu einer radial zum Mittelpunkt M der Dichtungsscheibe 1 verlaufenden Achse, was in bestimmten Anwendungsfällen Vorteile beim Einarbeiten der Panzerung 3 in einen Einlaufbelag eines zweiten Bauteils und beim

Abtragen des Abriebmaterials hat. Eine derartige Panzerung 3 wird wiederum durch Einpressen eines entsprechend geformten Rändels in die Oberfläche 2 der Dichtungsscheibe 1 ohne Materialabtrag ausgebildet. Anschließend wird die Keramikschicht 6 auf die profilierte Oberfläche 2 aufgebracht, welche die Spitzen 7 und die Freiräume 5 gleichmäßig und vollständig bedeckt.

Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Panzerung 3, das anders als die vorherigen voll ausgeprägte Spitzen 9 aufweist. Die Profilierung aus den Spitzen 9 und den dazwischenliegenden Freiräumen 5 ist nicht achsparallel, sondern als Links- und Rechtsrändelung ausgebildet. Eine derartige Profilierung wird mit einem sog. Links-Rechtsrändel hergestellt. Die Rändelung könnte alternativ auch als Links- oder Rechtsrändelung ausgebildet sein. Solche Profilierungen bzw. Rändelungen haben gegenüber achsparallelen Rändelungen den Vorteil, daß die Freiräume 5 den heißen Abrieb eines ggf. vorhandenen Einlaufbelags eines zweiten Bauteils nicht nur aufnehmen, sondern direkt herausdrücken.

In Fig. 3 ist die Teilung t , die in den meisten Anwendungsfällen größer als 1,6 mm ist, sowie der Profilwinkel α , der an den jeweiligen Anwendungsfall anzupassen ist, bezeichnet. Zur vereinfachten der Fertigung lassen sich auch für derartige Profilierungen genormte Rändel einsetzen, die für einen großen Bereich unterschiedlicher Durchmesser und Teilungen t vorliegen.

In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem an einer inneren Oberfläche 2 einer Lauf- oder Dichtungsscheibe 1 für eine Labyrinthdichtung eine Panzerung 3 mit voll ausgeprägten Spitzen 10 vorgesehen ist. Die Spitzen 10 erstrecken sich achsparallel, d.h. parallel zu einer senkrecht zur Bildebene verlaufenden Achse. Die Spitzen 10 weisen einen geringen Radius R auf. Derartige Spitzen 10 werden mit einem Rändel mit achsparallelen Riefen hergestellt, das in Fig. 5 als Beispiel in drei Ansichten schematisch dargestellt ist.

Das in Fig. 5 in der linken (Seiten-)Ansicht gezeigte Rändelwerkzeug 11 dient zur Profilierung einer inneren Umfangsfläche 2 eines Triebwerksbauteils 1, wie z.B. der Oberfläche 2 der Innenbohrung einer in Fig. 1 bis 4 dargestellten Dichtungsscheibe 1, einem sog. FIN-Bauteil. Das Rändelwerkzeug 11 hat voll ausgeprägte Spitzen 12, die den Spitzen 11 der Panzerung 3 aus Fig. 4 im wesentlichen entsprechen. Die Breite b der Rändelung wird an die gewünschte Breite der zu panzernden Oberfläche des Triebwerksbauteils je nach Anwendungsfall angepaßt. In der rechten (Querschnitts)Ansicht in Fig. 5 ist die Teilung t und der Profilwinkel α des Rändelwerkzeugs bezeichnet.

Patentansprüche

1. Panzerung für ein metallisches Triebwerksbauteil,

die an dessen Oberfläche vorzusehen ist, sich beim Anstreifen in einen Einlaufbelag einarbeitet, eine Keramikschicht umfaßt und mit Spitzen und dazwischenliegenden Freiräumen zum Austragen von Abriebmaterial profiliert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilierung durch Umformen der Oberfläche (2) des Bauteils (1) vor deren Beschichtung ausgebildet ist.

2. Panzerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche (2) durch Rändeln profiliert ist.
3. Panzerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die die Profilierung bildenden Spitzen (4, 7, 9, 10) bzw. Freiräume (5) achsparallel verlaufen.
4. Panzerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die die Profilierung bildenden Spitzen (4, 7, 9, 10) und Freiräume (5) schräg zu einer Drehachse des Bauteils (1) bzw. eines bewegten Bauteils der Bauteilgruppe verläuft.
5. Panzerung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich ein erste Reihe schräg zur Drehachse und parallel zueinander verlaufender Spitzen (4, 7, 9, 10) und Freiräume (5) mit einer ebensolchen zweiten Reihe kreuzt.
6. Panzerung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen (4, 7, 9, 10) bzw. deren Kanten schneidfähig sind.
7. Panzerung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen (4, 7, 9, 10) 0,5 mm dick/breit sind.
8. Panzerung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen (4, 7, 9, 10) abgeflacht sind.
9. Panzerung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flanken (8) der Spitzen (4, 7, 9, 10) asymmetrisch zueinander verlaufen.
10. Panzerung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der Freiräume (5) 0,8 mm beträgt.
11. Panzerung nach einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilung (t) der Rändelung wenigstens 1,6 mm beträgt.
12. Panzerung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Keramikschicht (6) eine annähernd konstante Dicke/Stärke aufweist.

13. Panzerung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie an einem Innendurchmesser (2) des Triebwerksbauteils (1) vorgesehen ist. 5
14. Panzerung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie an einem Außendurchmesser des Triebwerksbauteils (1) vorgesehen ist. 10
15. Verfahren zur Herstellung einer Panzerung für ein metallisches Triebwerksbauteil, die an dessen Oberfläche vorgesehen ist, sich beim Anstreifen in einen Einlaufbelag einarbeitet, eine Keramikschicht umfaßt und mit Spitzen und dazwischenliegenden Freiräumen zum Austragen von Abriebmaterial profiliert ist, gekennzeichnet durch die Schritte 15
- a) Umformen der zu panzernden Oberfläche (2) des Bauteils (1) zur Ausbildung der Profilierung (3), und anschließend 20
- b) Beschichten der profilierten Oberfläche (2) mit einem keramischen Material. 25
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilierung (3) durch Rändeln erfolgt. 30
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschichten durch thermisches Spritzen erfolgt. 35
18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 14 bis 17, gekennzeichnet durch den weiteren Schritt
- c) Fertigdrehen des Bauteils (1). 40

45

50

55

Fig. 1

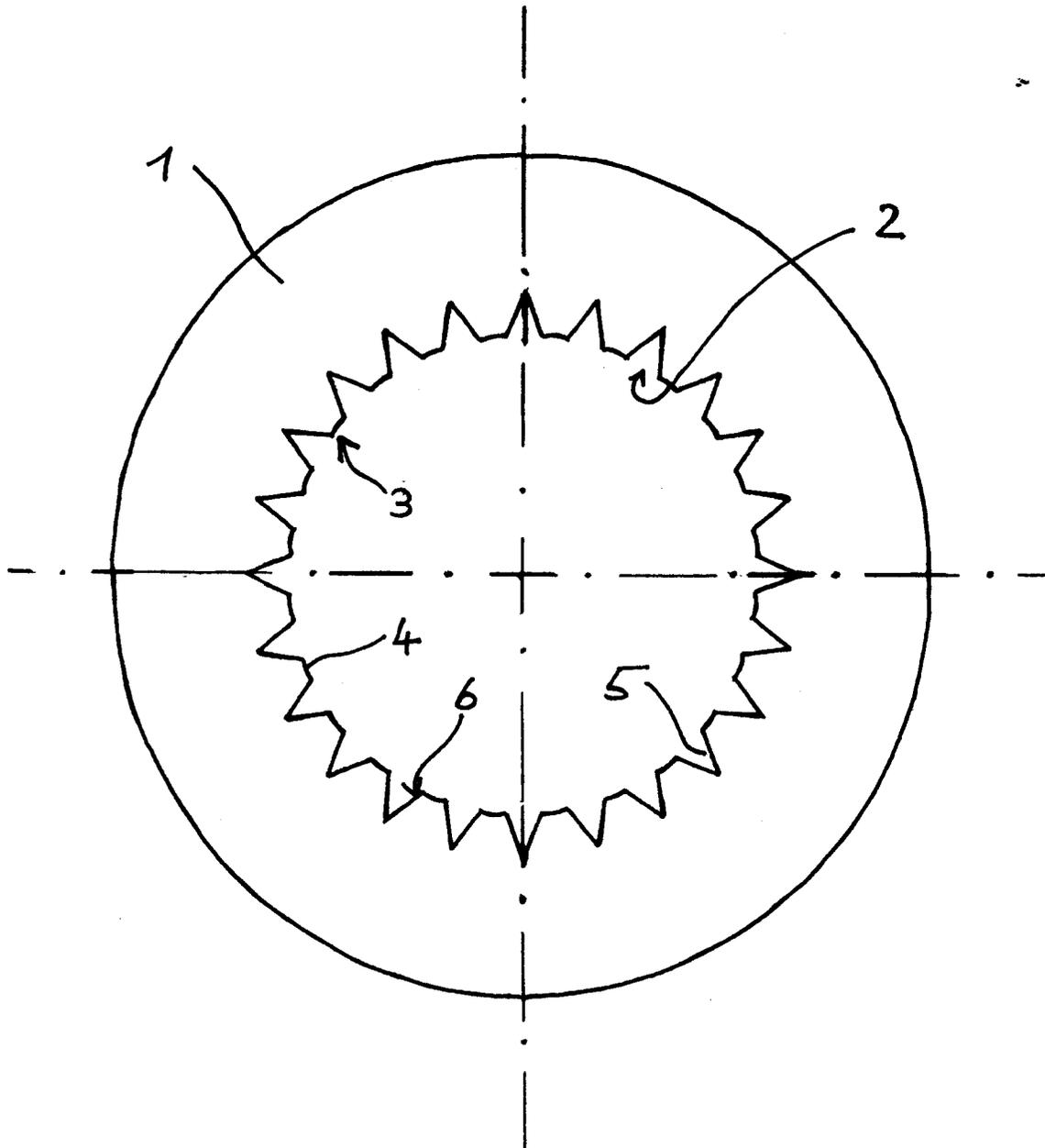


Fig. 2

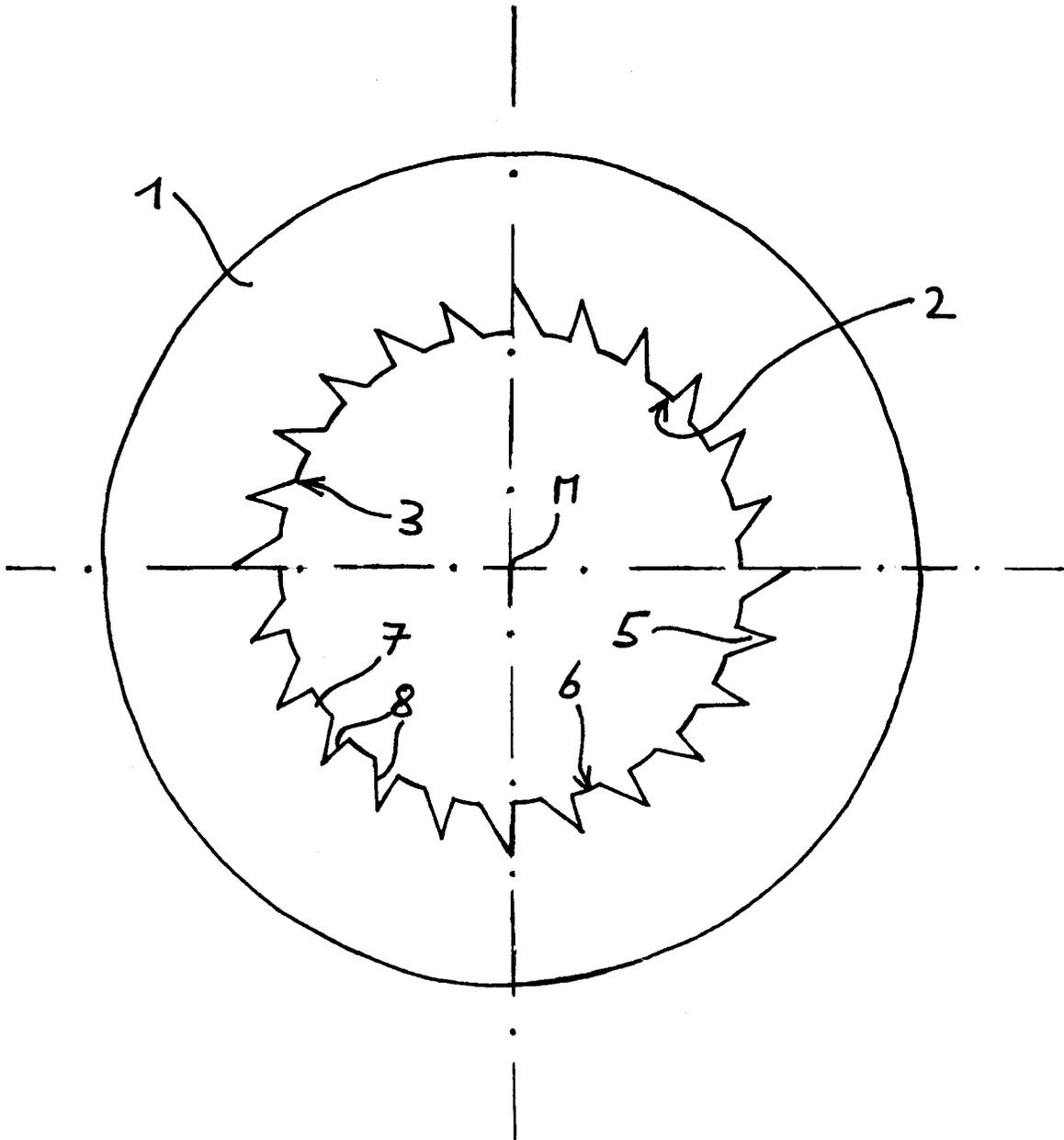


Fig. 3

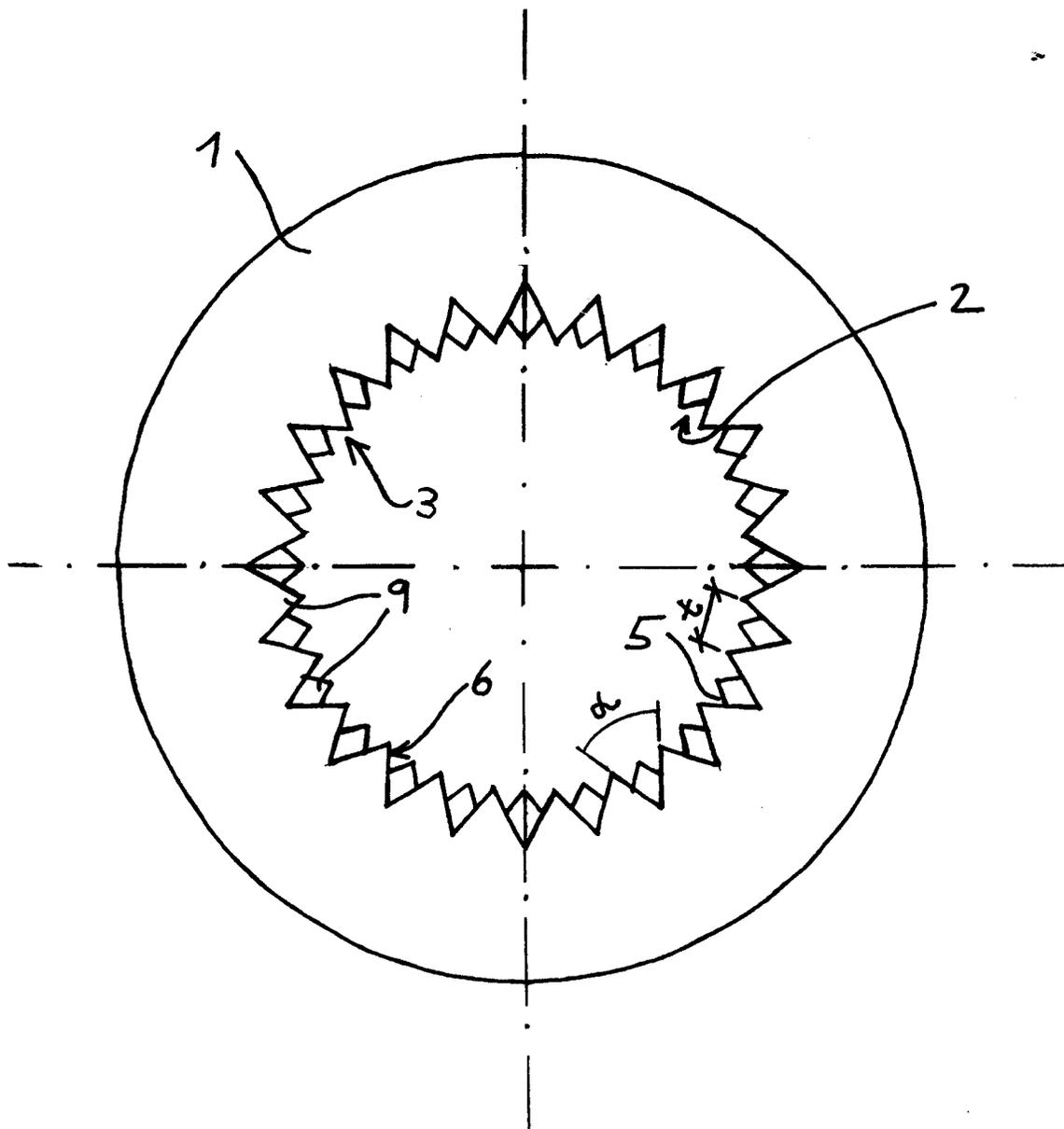


Fig. 4

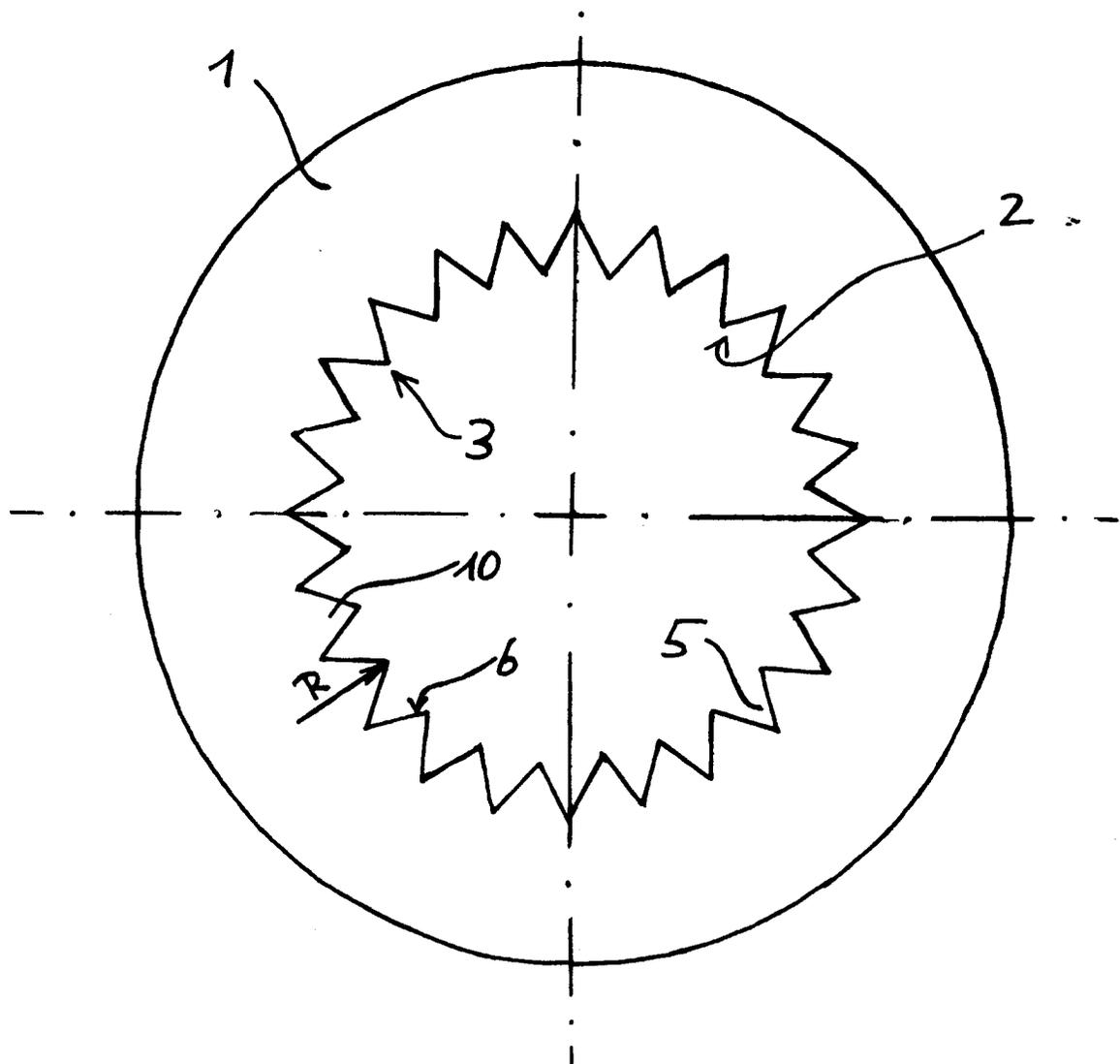


Fig. 5

