

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 705 339 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.09.2006 Patentblatt 2006/39

(51) Int Cl.:
F01D 5/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06110741.3**

(22) Anmeldetag: **07.03.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **23.03.2005 CH 5042005**

(71) Anmelder: **Alstom Technology Ltd**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Wiebe, Markus, Roland**
5423 Freienwil (CH)
• **Kramer, Thomas**
5408 Ennetbaden (CH)
• **Kiewel, Holger**
5200 Brugg (CH)

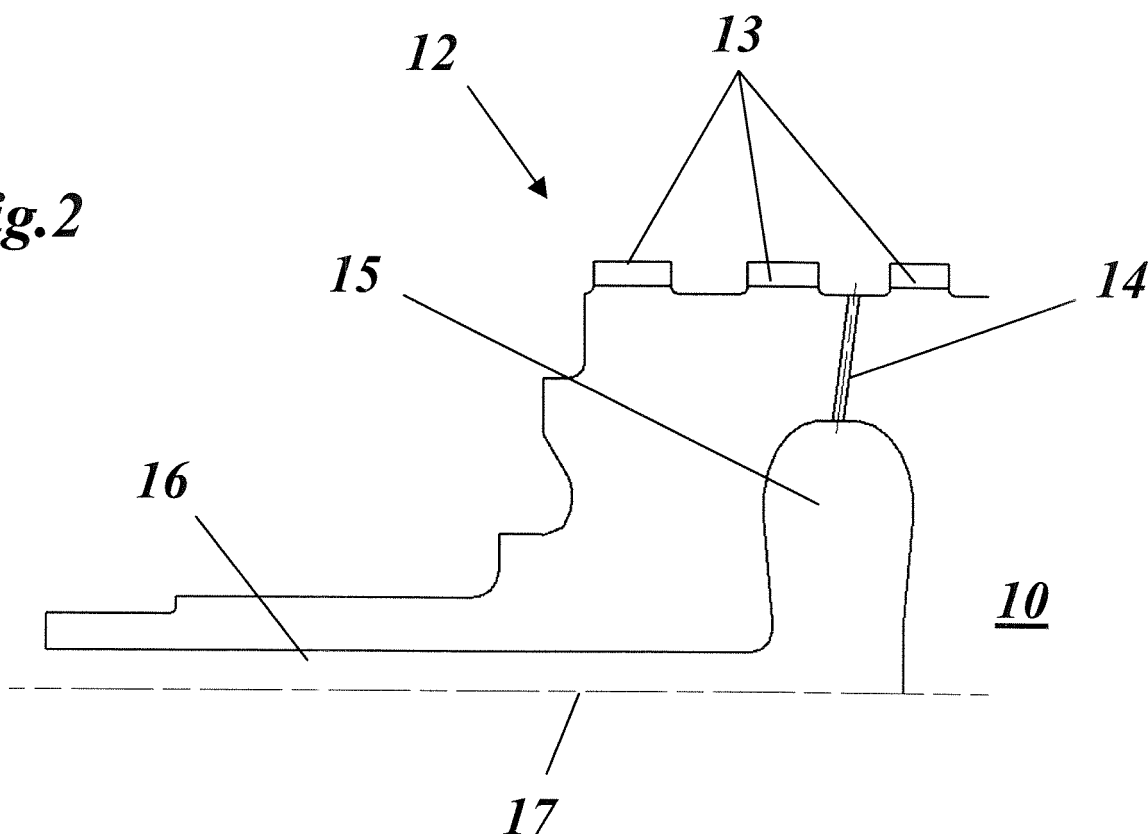
(54) **Rotorwelle, insbesondere für eine Gasturbine**

(57) Bei einer Rotorwelle (10), insbesondere für eine Gasturbine, sind Kühlluftkanäle (14) vorgesehen, die im wesentlichen in radialer Richtung von innen nach aussen verlaufen und mit einer im Inneren der Rotorwelle (10) vorhandenen Kühlluftzuführung (16) in Verbindung stehen.

hen.

Eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften der Rotorwelle wird dadurch erreicht, dass die Kühlluftkanäle (14) zur Verminderung von mechanischen Spannungen einen elliptischen Querschnitt aufweisen.

Fig.2



EP 1 705 339 A2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der rotierenden Maschinen. Sie betrifft eine Rotorwelle, insbesondere für eine Gasturbine, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei thermisch und mechanisch hochbelasteten Maschinen, wie sie beispielsweise Verdichter, Gasturbinen oder Dampfturbinen darstellen, ist es wünschenswert, durch eine geeignete konstruktive Auslegung der einzelnen Maschinen- und Anlagenteile mechanische Spannungen zu verringern.

[0003] So ist es aus dem Stand der Technik beispielsweise bekannt (siehe die EP-A1-0 945 594 oder die US-B1-6,478,539) bei den Laufschaufeln von Gasturbinen den Übergang vom Schaufelblatt zur darunterliegenden, anschliessenden Plattform der Schaufel mit einer vorbestimmten, vorzugsweise elliptischen Krümmungskontur auszubilden, wobei die grosse Hauptachse in radialer Richtung verläuft und die kleine Hauptachse parallel zur Oberfläche der Plattform orientiert ist.

[0004] Weiterhin ist es aus der US-B1-6,237,558 bekannt, bestimmte, bezüglich mechanischer Spannungen kritische Stellen des Kurbelgehäuses einer Verbrennungskraftmaschine mit einer Krümmung zu versehen, die einem Kegelschnitt (Ellipse, Hyperbel, Parabel) folgt.

[0005] Nicht nur die Laufschaufeln von Turbinen sind aufgrund der hohen Drehzahlen hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt, sondern auch die Rotorwelle selbst. Kritische Stellen sind dabei vor allem die auf dem äusseren Umfang angeordneten Nute in der Rotorwelle, die in axialer Richtung verlaufend oder ringförmig umlaufend beispielsweise zur Aufnahme der Schaufelfüsse der Laufschaufeln oder als Teil einer Wellendichtung vorgesehen sein können. Bei solchen Nuten hängen die in der Nut auftretenden Spannungen massgeblich von der Querschnittskontur ab. Aus der GB-A-2 265 671 oder der US-A-4,818,182 sind ringförmig umlaufende Nuten zur Befestigung von Laufschaufeln bekannt, die eine abgerundete Querschnittskontur aufweisen. Angaben über die Art des Krümmungsverlaufs bzw. den Einfluss der Kontur auf die Spannungen in der Nut werden nicht gemacht.

[0006] Im thermisch besonders belasteten Teil des Rotors, dem Turbinenteil, werden häufig zusätzliche Kühlungsmassnahmen vorgesehen, um bei den hohen Heissgastemperaturen eine ausreichende Standzeit des verwendeten Materials zu erreichen. Zu derartigen Kühlmassnahmen gehören Kühlluftkanäle, die näherungsweise in radialer Richtung von innen nach aussen durch die Rotorwelle verlaufen und Kühlluft von einer innenliegenden Kühlluftzuführung zur Oberfläche der Rotorwelle führen. Derartige Kühlluftkanäle stellen jedoch mecha-

nische Schwächungen der Rotorwelle dar, die sich bei den hohen Temperaturen und Fliehkräften und bei den wechselnden Belastungen nachteilig auswirken können.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine solche mit radialen Kühlluftkanälen ausgestattete Rotorwelle so auszulegen, dass die Schwächungen der Rotorwelle durch die Kühlluftkanäle minimiert oder zumindest deutlich verringert werden.

[0008] Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Ein wesentlicher Punkt der vorliegenden Lösung besteht darin, dass die Kühlluftkanäle zur Verminderung von mechanischen Spannungen einen elliptischen Querschnitt aufweisen.

[0009] Eine Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlluftkanäle über den Umfang der Rotorwelle verteilt angeordnet sind, und dass der elliptische Querschnitt der Kühlluftkanäle jeweils so orientiert ist, dass die grosse Hauptachse in Umfangsrichtung und die kleine Hauptachse in axialer Richtung ausgerichtet sind.

[0010] Vorzugsweise weist die Rotorwelle einen Verdichterteil und einen Turbinenteil aufweist, und die Kühlluftkanäle sind im Turbinenteil angeordnet.

[0011] Eine andere Ausgestaltung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Turbinenteil mehrere in axialer Richtung hintereinander angeordnete Rotorscheiben für die Befestigung von Laufschaufeln aufweist, und dass die Kühlluftkanäle zwischen benachbarten Rotorscheiben angeordnet sind.

[0012] Insbesondere ist es denkbar, dass im Inneren der Rotorwelle konzentrisch zur Rotorachse Hohlräume ausgebildet sind, und dass die Kühlluftkanäle von wenigstens einem der Hohlräume ausgehen und über diesen Hohlraum mit der Kühlluftzuführung in Verbindung stehen. Es ist dann besonders günstig, dass die Hohlräume zur Verminderung von mechanischen Spannungen am äusseren Umfang zumindest abschnittsweise eine elliptische Querschnittskontur aufweisen, wobei sich vorzugsweise die Querschnittskontur am äusseren Umfang aus zwei elliptischen Abschnitten zweier gegeneinander verkippten Ellipsen zusammensetzt, deren grosse Hauptachsen annähernd in radialer Richtung orientiert sind.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

[0013] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 in einer perspektivischen Seitenansicht eine Rotorwelle (ohne Beschaufelung) mit Kühlluftkanälen im Turbinenteil gemäss einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

- Fig. 2 einen Längsschnitt durch die Rotorwelle aus Fig. 1 im Bereich des Turbinenteils;
- Fig. 3 den Blick auf einen mit herkömmlichen Kühlluftkanälen ausgestatteten Turbinenteil einer Rotorwelle;
- Fig. 4 in einer zu Fig. 3 vergleichbaren Darstellung eine Rotorwelle gemäss einem Ausführungsbeispiel der Erfindung; und
- Fig. 5 im Längsschnitt eine Rotorwelle mit innenliegenden Hohlräumen, die gemäss einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung am äusseren Umfang mit einer abschnittsweise elliptischen Querschnittskontur versehen sind.

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0014] In Fig. 1 in einer perspektivischen Seitenansicht eine Rotorwelle 10 (ohne Beschaufelung) einer Gasturbine wiedergegeben. Die zur Rotorachse (17 in Fig. 2) rotationssymmetrische Rotorwelle 10 ist unterteilt in einen Verdichterteil 11 und einen Turbinenteil 12. Zwischen den beiden Teilen 11 und 12 ist innerhalb der Gasturbine die Brennkammer angeordnet, in welche die im Verdichterteil 11 verdichtete Luft eingeführt wird, und aus der das Heissgas durch den Turbinenteil 12 strömt. Der Turbinenteil 12 weist in axialer Richtung hintereinander angeordnet mehrere Rotorscheiben 13 auf, in denen gemäss Fig. 3, 4 über den Umfang verteilt axial ausgerichtete Aufnahmeschlitze 21 zur Aufnahme von entsprechenden Laufschaufeln ausgebildet sind. Die Halterung der Schaufelfüsse in den Aufnahmeschlitzen 21 erfolgt in üblicher Weise durch Formschluss mittels einer tannenbaumartigen Querschnittskontur. Im Verdichterteil 11 sind gemäss Fig. 5 umlaufende Umfangsnuten 18 vorgesehen, in denen die Beschaufelung des Verdichterteils befestigt wird.

[0015] Im thermisch stark belasteten Turbinenteil 12 ist über den Umfang verteilt zwischen benachbarten Rotorscheiben eine Vielzahl von Kühlluftkanälen 14 vorgesehen, die von einem im Inneren der Rotorwelle 10 ausgebildeten Hohlraum 15 annähernd radial nach aussen abgehen und an der Oberfläche der Rotorwelle 10 in den Aussenraum münden (Fig. 2). Der Hohlraum 15 steht in Verbindung mit einer zentralen, in axialer Richtung verlaufenden Kühlluftzuführung 16. Während in früheren Konstruktionen (Fig. 3) die Kühlluftkanäle (14') einen kreisrunden Querschnitt aufwiesen, haben die Kühlluftkanäle 14 in der neuen Konfiguration der Fig. 4 aus Gründen der mechanischen Stabilität einen elliptischen Querschnitt.

Der elliptische Querschnitt der Kühlluftkanäle 14 kann bereits beim Giessen der Rotorwelle vorgegeben werden. Es ist aber auch denkbar, einen solchen Querschnitt durch spezielle Bearbeitungsverfahren wie Erodieren in die Rotorwelle 10 einzubringen.

[0016] Wie in Fig. 4 deutlich erkennbar ist, sind die Ellipsen des Kanalquerschnitts der Kühlluftkanäle 14 so orientiert, dass die grossen Hauptachsen in Umfangsrichtung orientiert sind, während die kleinen Hauptachsen parallel zur Rotorachse 17 liegen. Hierdurch wird eine maximale Reduktion der mechanischen Spannungen erreicht. Es versteht sich von selbst, dass die Vorteile eines elliptischen Querschnitts nicht auf Kühlluftkanäle in der Rotorwelle selbst beschränkt sind, sondern auch für Kühlluftkanäle gelten, die an anderen Teilen des Rotors wie Laufschaufeln oder dgl. angeordnet sind.

[0017] Der zur Rotorachse 17 konzentrisch ausgebildete Hohlraum 15 ist ebenfalls in seinem Querschnittsprofil im Hinblick auf die auftretenden mechanischen Spannungen optimiert. Die Optimierung des Querschnittsprofils erfolgt in der in Fig. 5 für weitere Hohlräume 19, 20 im Verdichterteil 11 dargestellten Weise derart, dass die Randkontur am äusseren Umfang des Hohlraums 15, 19, 20 zumindest abschnittsweise elliptisch ausgebildet ist. Insbesondere setzt sich die Querschnittskontur am äusseren Umfang - wie dies für den Hohlraum 20 in Fig. 5 dargestellt ist - aus zwei elliptischen Abschnitten zweier gegeneinander verkippten Ellipsen E1, E2 (in Fig. 5 gestrichelt eingezeichnet) zusammen, deren grosse Hauptachsen annähernd in radialer Richtung orientiert sind. Eine solche Formgebung für die im Inneren der Rotorwelle 10 vorhandenen Hohlräume ist nicht nur im Zusammenhang mit den Kühlluftkanälen 14 im Turbinenteil vorteilhaft, sondern kann auch bei anderen Hohlräumen 19, 20 eingesetzt werden, die sich beispielsweise im Verdichterteil 11 der Rotorwelle 10 befinden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0018]

10	Rotorwelle (Gasturbine)
11	Verdichterteil
12	Turbinenteil
13	Rotorscheibe
14, 14'	Kühlluftkanal
15	Hohlraum
16	Kühlluftzuführung
17	Rotorachse
18	Umfangsnut (umlaufend)
19, 20	Hohlraum
21	Aufnahmeschlitz (axial)
E1, E2	Ellipse

Patentansprüche

1. Rotorwelle (10), insbesondere für eine Gasturbine, bei welcher Kühlluftkanäle (14) vorgesehen sind, die im wesentlichen in radialer Richtung von innen nach aussen verlaufen und mit einer im Inneren der Rotorwelle (10) vorhandenen Kühlluftzuführung (16) in

Verbindung stehen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlluftkanäle (14) zur Verminderung von mechanischen Spannungen einen elliptischen Querschnitt aufweisen.

5

2. Rotorwelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlluftkanäle (14) über den Umfang der Rotorwelle (10) verteilt angeordnet sind, und dass der elliptische Querschnitt der Kühlluftkanäle (14) jeweils so orientiert ist, dass die grosse Hauptachse in Umfangsrichtung und die kleine Hauptachse in axialer Richtung ausgerichtet sind. 10
3. Rotorwelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotorwelle (10) einen Verdichterteil (11) und einen Turbinenteil (12) aufweist, und dass die Kühlluftkanäle (14) im Turbinenteil (12) angeordnet sind. 15
4. Rotorwelle nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Turbinenteil (12) mehrere in axialer Richtung hintereinander angeordnete Rotorscheiben (13) für die Befestigung von Laufschaufeln aufweist, und dass die Kühlluftkanäle (14) zwischen benachbarten Rotorscheiben (13) angeordnet sind. 20
25
5. Rotorwelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Inneren der Rotorwelle (10) konzentrisch zur Rotorachse (17) Hohlräume (15, 19, 20) ausgebildet sind, und dass die Kühlluftkanäle (14) von wenigstens einem der Hohlräume (15, 19, 20) ausgehen und über diesen Hohlraum (15) mit der Kühlluftzuführung (16) in Verbindung stehen. 30
35
6. Rotorwelle nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlräume (15, 19, 20) zur Verminderung von mechanischen Spannungen am äusseren Umfang zumindest abschnittsweise eine elliptische Querschnittskontur (E1, E2) aufweisen. 40
7. Rotorwelle nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittskontur am äusseren Umfang sich aus zwei elliptischen Abschnitten zweier gegeneinander verkippten Ellipsen (E1, E2) zusammensetzt, deren grosse Hauptachsen annähernd in radialer Richtung orientiert sind. 45

50

55

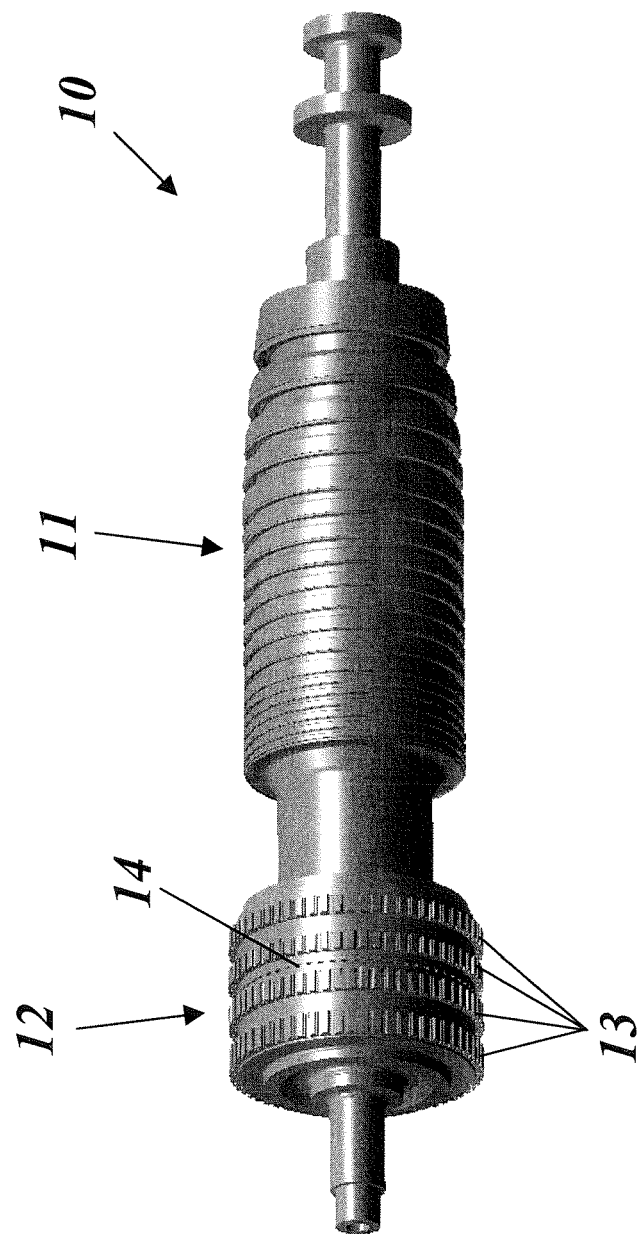
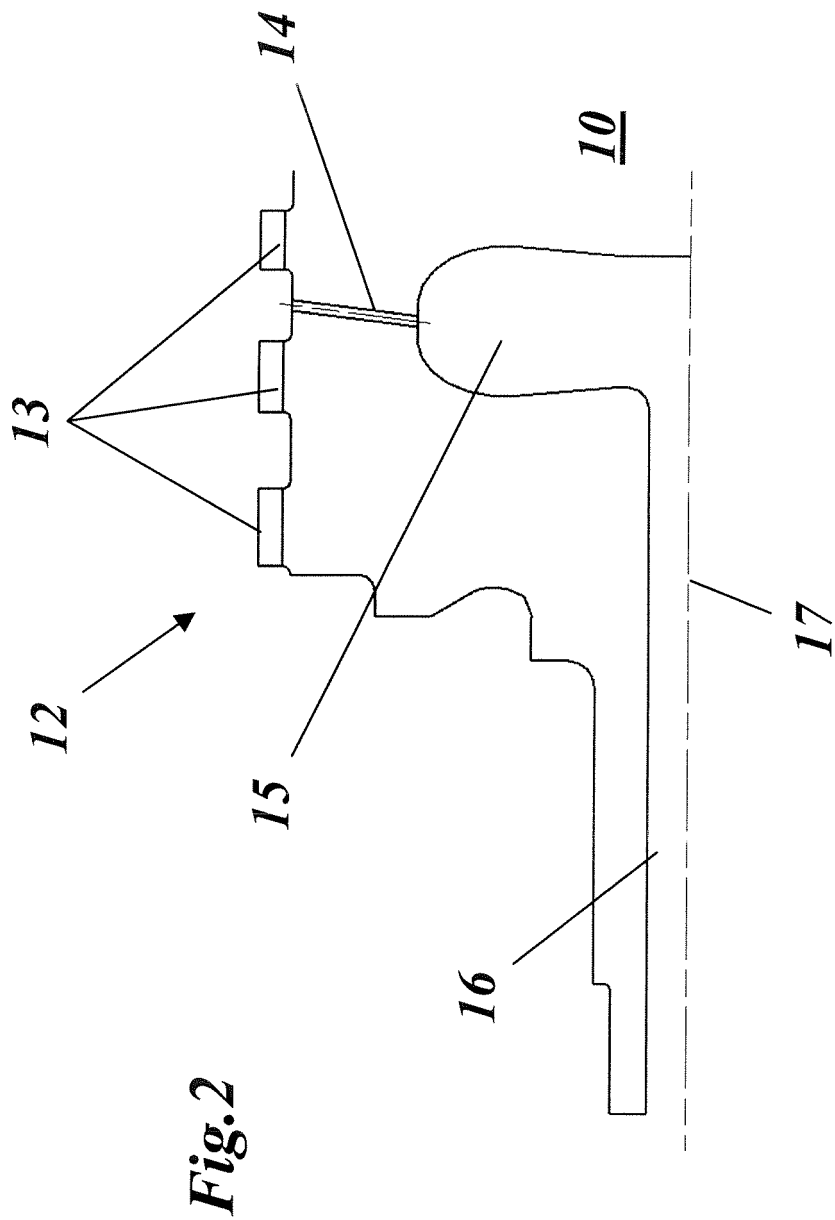
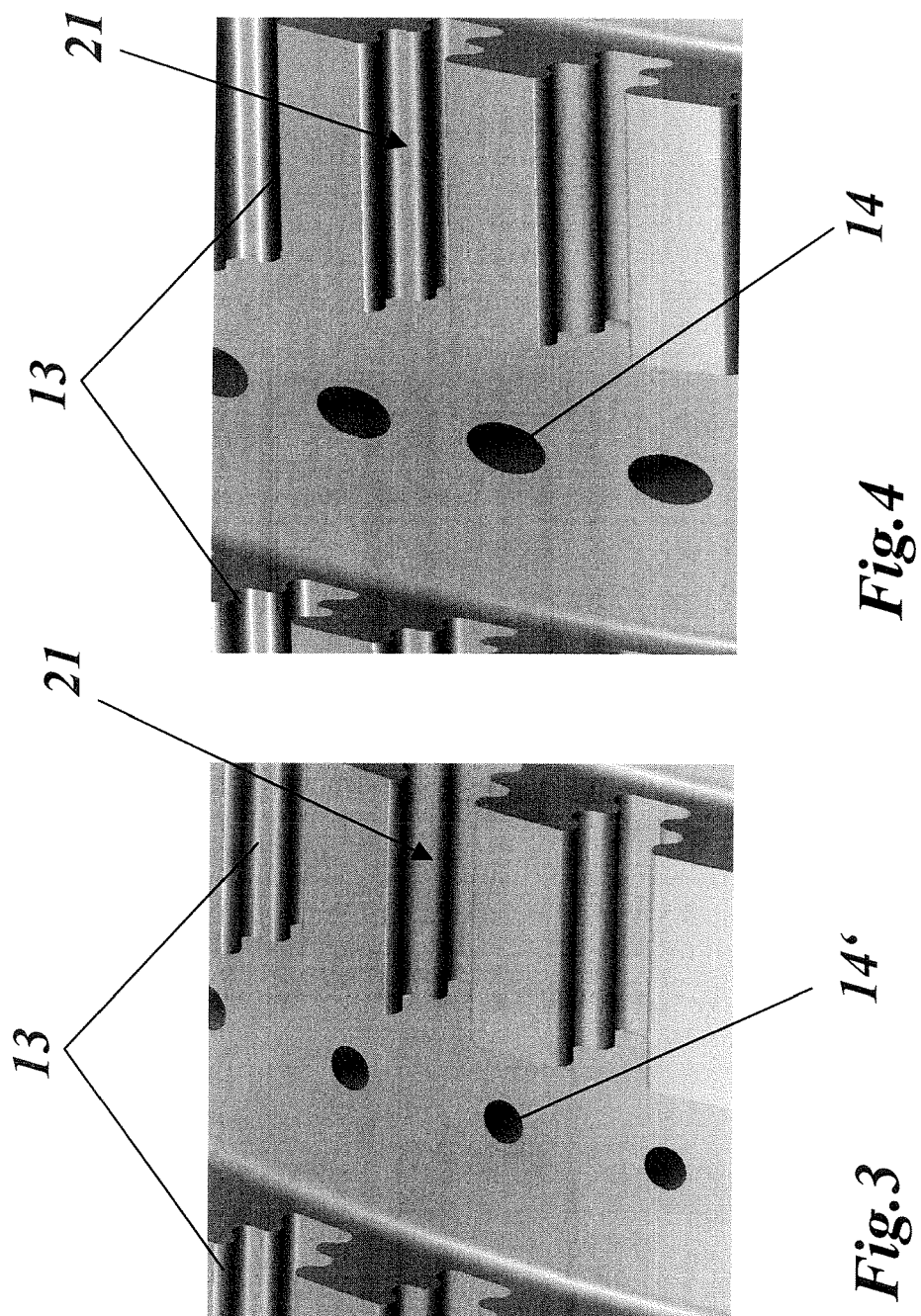
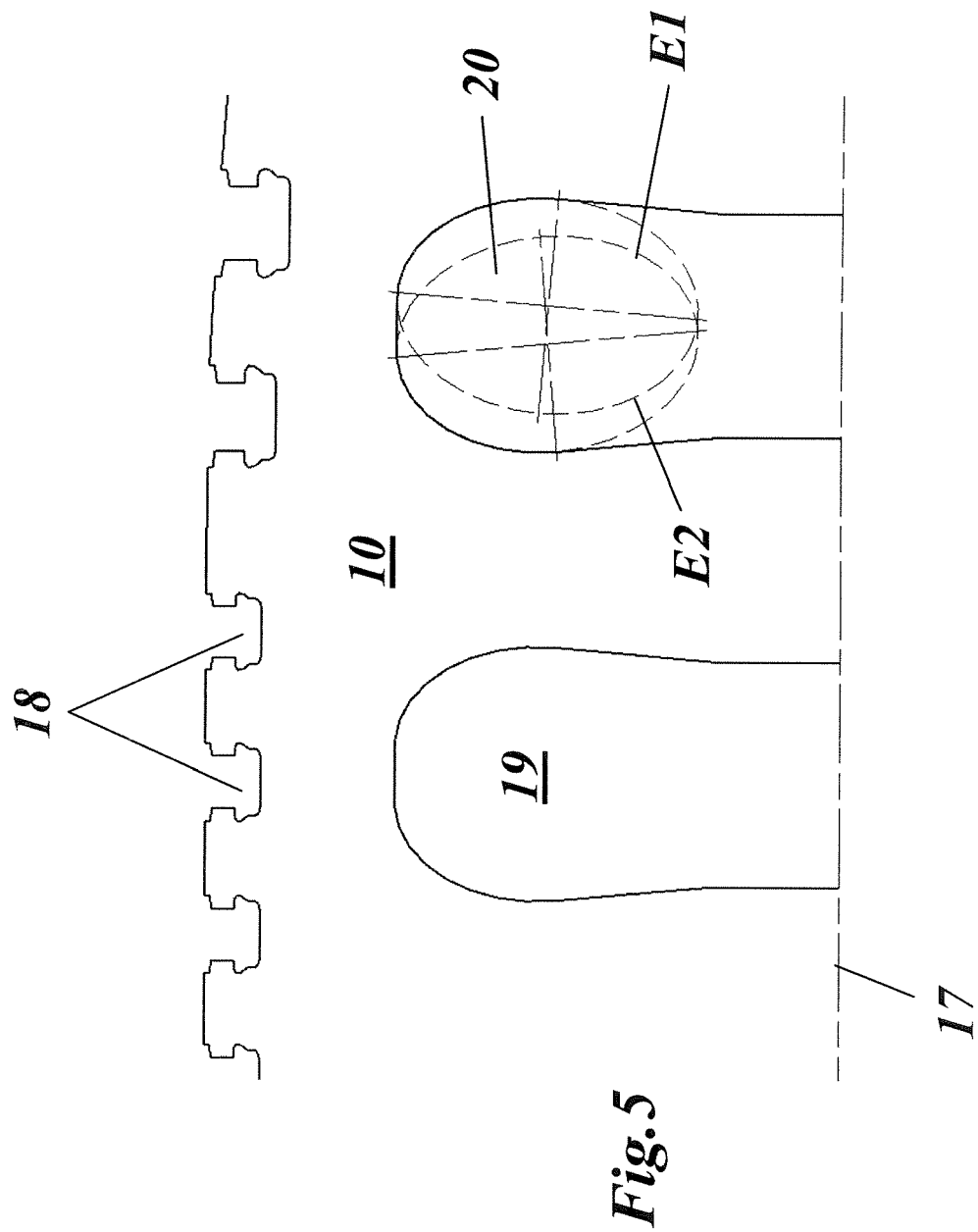


Fig.1







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 0945594 A1 **[0003]**
- US 6478539 B1 **[0003]**
- US 6237558 B1 **[0004]**
- GB 2265671 A **[0005]**
- US 4818182 A **[0005]**