



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2012 Patentblatt 2012/04

(51) Int Cl.:
F01D 5/22 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11161987.0**

(22) Anmeldetag: **12.04.2011**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **MAN Diesel & Turbo SE**
86153 Augsburg (DE)

(72) Erfinder: **Dr. Raible, Tilmann**
46045 Oberhausen (DE)

(30) Priorität: **12.07.2010 DE 102010031213**

(54) **Rotor einer Turbomaschine**

(57) Rotor einer Turbomaschine, mit einem Rotorgrundkörper und mehreren Laufschaufeln, wobei jede Laufschaufel ein Schaufelblatt (11) und ein Koppellementsegment (10, 10', 10'') aufweist, Erfindungsgemäß ist das Koppellementsegment (10, 10', 10'') einer jeden Laufschaufel an einer ersten Seite (16) und an einer gegenüberliegenden zweiten Seite (17) derart konturiert, dass an der ersten Seite und an der zweiten Seite eine sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial äußere Kante (18, 19) und eine sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial innere Kante (20, 21) des jeweiligen Koppellementsegments jeweils zwei

durch eine Trennlinie (26, 27) voneinander getrennte Flächen begrenzen, wobei an mindestens einer Umfangsposition des Rotors zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten (16, 17) der Koppellementsegmente (10', 10'') ausgebildeten Trennlinien (26, 27) in etwa annähernd parallel zu der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, wohingegen an jeder anderen Umfangsposition zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten der Koppellementsegmente (10, 10', 10'') ausgebildeten Trennlinien (26, 27) zur Montagerichtung schräggestellt sind. (Fig. 1)

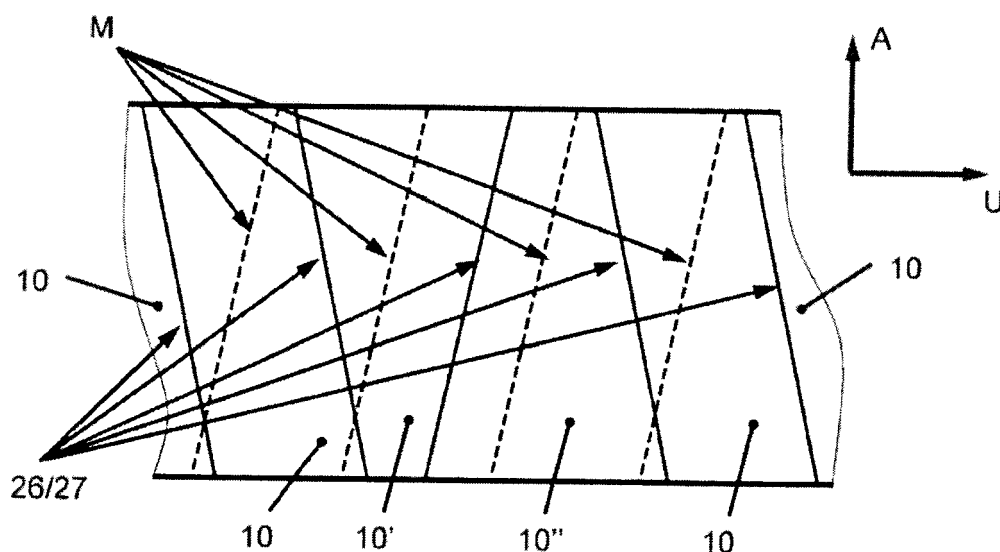


Fig. 1:

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rotor einer Turbomaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Rotor einer Turbomaschine, insbesondere einer Gasturbine oder Dampfturbine, verfügt über einen Rotorgrundkörper sowie über mehrere Laufschaufeln, die am Rotorgrundkörper befestigt sind. Die Laufschaufeln eines solchen Turbomaschinenrotors verfügen über einen Schaufelfuß und ein Schaufelblatt, wobei jede Laufschaufel über ihren Schaufelfuß am Rotorgrundkörper in einer Nut des Rotorgrundkörpers in einer über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung befestigt ist, und wobei jede Laufschaufel im Bereich ihres Schaufelblatts mindestens ein Koppellementsegment aufweist, welches dann, wenn dasselbe radial außen am Schaufelblatt positioniert ist, als Außendeckbandsegment ausgebildet ist. Die Koppellementsegmente, insbesondere Außendeckbandsegmente, aller Laufschaufeln eines solchen Turbomaschinenrotors bilden zusammen mindestens ein in Umfangsrichtung geschlossenes Koppellement, insbesondere ein Außendeckband, des Rotors.

[0003] In Umfangsrichtung eines Turbomaschinenrotors gesehen ist eine Breite eines Koppellementsegments, insbesondere eines Außendeckbandsegments, einer jeden Laufschaufel durch sich im Wesentlichen in Axialrichtung erstreckende Kanten definiert. Eine Tiefe in Axialrichtung des Koppellementsegments, insbesondere des Außendeckbandsegments, einer jeden Laufschaufel ist durch sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung erstreckende Kanten definiert. Neben der Breite in Umfangsrichtung sowie der Tiefe in Axialrichtung ist ein Koppellementsegment, insbesondere ein Außendeckbandsegment, einer jeden Laufschaufel auch durch eine Dicke in Radialrichtung gekennzeichnet.

[0004] Turbomaschinenrotoren, deren Laufschaufeln derartige Koppellementsegmente zur Bildung mindestens eines Koppellements aufweisen, können sowohl im Bereich eines Verdichters als auch im Bereich einer Turbine der Turbomaschine verbaut sein.

[0005] Turbomaschinenrotoren, an deren Rotorgrundkörper Laufschaufeln befestigt sind, die radial außen am Schaufelblatt ein als Außendeckbandsegment ausgebildetes Koppellementsegment aufweisen, sind zum Beispiel aus DE 1 159 965 C, aus DE 40 15 206 C1 sowie aus US 4,400,915 A und aus GB 2 072 760 A bekannt. Aus der EP 1 134 359 A1 und der DE 1 122 551 C ist die Befestigung der Laufschaufeln über die Schaufelfüße am Rotorgrundkörper in einer Nut des Rotorgrundkörpers in einer über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung bekannt. Die Schaufelfüße können tannenbaumartig, hammerkopfförmig oder auf sonstige Art und Weise konturiert sein. Für jeden Schaufelfuß kann eine separate Nut am Rotorgrundkörper vorhanden sein. Weiterhin ist es möglich, dass alle Schaufelfüße in einer gemeinsamen Nut befestigt sind und in diese gemeinsame Nut über eine Einfädelöffnung eingefädelt und damit am Ro-

torgrundkörper montiert werden.

[0006] Insbesondere die als Außendeckbänder ausgebildeten Koppellemente solcher Turbomaschinenrotoren sind im Betrieb hohen Belastungen ausgesetzt, da dieselben bezogen auf eine Drehachse des Turbomaschinenrotors auf maximalem Radius rotieren und daher hohen Fliehkräften ausgesetzt sind. In Folge der Fliehkraftbelastung können sich Ecken bzw. Kanten der Koppellementsegmente der Laufschaufeln nach außen biegen, wodurch einerseits im Koppellement Spannungsspitzen verursacht werden und andererseits ein gewünschter Kontakt zwischen benachbarten Koppellementsegmenten benachbarter Laufschaufeln auf einen punktförmigen Kontakt reduziert wird bzw. ganz verschwindet. Dadurch wird eine gewünschte Kopplung zwischen benachbarten Koppellementsegmenten reduziert bzw. aufgehoben, wodurch sich letztendlich das Schwingungsverhalten des Turbomaschinenrotors verschlechtert.

[0007] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zugrunde, einen Rotor einer Turbomaschine zu schaffen, bei dem im Betrieb eine gute Kopplung der Koppellementsegmente der Laufschaufeln bei guter Montierbarkeit des Rotors gewährleistet ist.

[0008] Dieses Problem wird durch einen Rotor gemäß Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist das oder jedes Koppellementsegment einer jeden Laufschaufel an einer ersten Seite, an der sich in Umfangsrichtung gesehen ein Koppellementsegment einer ersten unmittelbar benachbarten Laufschaufel anschließt, und an einer an einer der ersten Seite gegenüberliegenden zweiten Seite, an der sich in Umfangsrichtung gesehen ein Koppellementsegment einer zweiten unmittelbar benachbarten Laufschaufel anschließt, derart konturiert, dass an der ersten Seite und an der zweiten Seite eine sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial äußere Kante und eine sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial innere Kante des jeweiligen Koppellementsegments jeweils zwei durch eine Trennlinie voneinander getrennte Flächen begrenzen, wobei an mindestens einer Umfangsposition des Rotors zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten der Koppellementsegmente ausgebildeten Trennlinien dieser unmittelbar benachbarten Laufschaufeln in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zur der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, wohingegen an jeder anderen Umfangsposition zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten der Koppellementsegmente ausgebildeten Trennlinien dieser unmittelbar benachbarten Laufschaufel zur Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper schräggestellt sind.

[0009] Beim erfindungsgemäßen Rotor einer Turbomaschine wird durch die Konturierung der Koppellementsegmente der Laufschaufeln eine optimale Abstützung und damit Kopplung der das oder jedes Koppellement-

ment bildenden Koppellementsegmente bei guter Montierbarkeit des Rotors gewährleistet.

[0010] Hierdurch können bei guter Montierbarkeit des Rotors im Betrieb Spannungsspitzen in dem oder jedem Koppellement des Rotors deutlich reduziert werden. Ferner kann hierdurch das Eigenfrequenzverhalten und damit Schwingungsverhalten des erfindungsgemäßen Rotors bei guter Montierbarkeit desselben verbessert werden.

[0011] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1: eine schematisierte, ausschnittsweise Draufsicht auf ein als Außendeckband ausgebildetes Koppellement eines erfindungsgemäßen Rotors einer Turbomaschine in Blickrichtung von radial außen nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 2: eine schematisierte Draufsicht auf eine Laufschaufel des Rotors der Fig. 1, nämlich auf ein als Außendeckbandsegment ausgebildetes Koppellementsegment der Laufschaufel des Rotors der Fig. 1, in Blickrichtung von radial außen;

Fig. 3: einen perspektivischen Ausschnitt aus der Laufschaufel der Fig. 2 in Umfangsblickrichtung I der Fig. 2 gesehen;

Fig. 4: einen weiteren perspektivischen Ausschnitt aus der Laufschaufel der Fig. 2 in Umfangsblickrichtung II der Fig. 2 gesehen; und

Fig. 5: eine schematisierte, ausschnittsweise Draufsicht auf ein als Außendeckband ausgebildetes Koppellement eines erfindungsgemäßen Rotors einer Turbomaschine in Blickrichtung von radial außen nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0012] Die hier vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor einer Turbomaschine, insbesondere einen Rotor eines Verdichters oder einer Turbine einer als Gasturbine oder Dampfturbine ausgebildeten Turbomaschine. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Anwendungsfälle beschränkt, vielmehr kann die Erfindung bei allen Turbomaschinenrotoren zum Einsatz kommen.

[0013] Ein Rotor einer Turbomaschine verfügt grundsätzlich über einen Rotorgrundkörper und mehrere Laufschaufeln, die über Schaufelfüße am Rotorgrundkörper befestigt sind. In Fig. 1 bis 5 sind der Rotorgrundkörper sowie die Schaufelfüße von Laufschaufeln nicht im Detail gezeigt, da diese Details dem hier angesprochenen Fachmann geläufig sind. Es sei jedoch an dieser Stelle

darauf hingewiesen, dass jede Laufschaufel über ihren Schaufelfuß am Rotorgrundkörper in einer Nut des Rotorgrundkörpers in einer über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung befestigt ist. Dabei kann für jede Laufschaufel bzw. den Schaufelfuß jeder Laufschaufel eine separate Nut am Rotorgrundkörper vorhanden sein. Weiterhin ist es möglich, dass alle Laufschaufeln über ihre Schaufelfüße in einer gemeinsamen Nut befestigt sind und in diese gemeinsame Nut über eine Einfädelöffnung eingefädelt und damit am Rotorgrundkörper montiert werden.

[0014] In Fig. 1 und 5 ist die über die Schaufelfüße definierte Montagerichtung M der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper in gestrichelter Linienführung schematisiert gezeigt. In Fig. 1 und 5 ist für den Schaufelfuß jeder Laufschaufel eine separate Nut am Rotorgrundkörper vorhanden, wobei in Fig. 1 die Montagerichtung M geradlinig und in Fig. 5 die Montagerichtung M gekrümmt verläuft. In beiden Fällen ist die Montagerichtung M der Laufschaufeln in Axialrichtung A des Rotors gesehen gegenüber der Axialrichtung A in einer ersten Orientierung in Umfangrichtung U geneigt, wobei die Montagerichtung M und die Axialrichtung A einen sogenannten Rhomboidwinkel einschließen, der sich bei einer gekrümmten Montagerichtung M in Axialrichtung A verändert. Neben der Axialrichtung A und Umfangrichtung U des Rotors ist weiterhin eine Radialrichtung R desselben gezeigt.

[0015] Fig. 1 bis 4 zeigen unterschiedliche Detailansichten eines erfindungsgemäßen Rotors einer Turbomaschine nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei in Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem als Außendeckband ausgebildeten Koppellement zeigt, welches aus als Außendeckbandsegmenten ausgebildeten Koppellementsegmenten 10, 10', 10" mehrerer Laufschaufeln zusammengesetzt ist. Die Außendeckbandsegmente 10, 10, 10" sind, wie am besten Fig. 3 und 4 entnommen werden kann, einem radial äußeren Ende eines Schaufelblatts 11 der jeweiligen Laufschaufel zugeordnet ist. Das Schaufelblatt 11 verfügt über eine Strömungseintrittskante 12, eine Strömungsaustrittskante 13 sowie über eine zwischen der Strömungseintrittskante 12 und der Strömungsaustrittskante 13 verlaufende Saugseite 14 und Druckseite 15.

[0016] Das dem Schaufelblatt 11 einer jeden Laufschaufel radial außen zugeordnete Außendeckbandsegment 10, 10', 10" verfügt in Umfangsrichtung U über eine Breite, die durch sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende Kanten definiert ist. So verlaufen an zwei sich gegenüberliegenden Seiten 16 und 17 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" jeweils eine sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial äußere Kante 18 bzw. 19 sowie jeweils eine sich ebenfalls im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial innere Kante 20 bzw. 21. Der Abstand zwischen dieser radial äußeren Kante 18 bzw. 19 und dieser radial inneren Kante 20 bzw. 21 bestimmt an den Seiten 16 und 17 in Radialrichtung R die Dicke des Außendeckbandsegments 10, 10', 10".

[0017] Eine Tiefe in Axialrichtung A des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" einer jeden Laufschaufel wird durch sich im Wesentlichen in Umfangsrichtung U erstreckende Kanten definiert, nämlich wiederum durch radial äußere Kanten 22 bzw. 23 und radial innere Kanten 24 bzw. 25, wobei es sich bei den Kanten 22 und 24 um strömungseintrittsseitige Kanten und bei den Kanten 23 und 25 strömungsaustrittsseitige Kanten handelt. Auch der Abstand zwischen diesen Kanten bestimmt in Radialrichtung R die Dicke des Außendeckbandsegments 10, 10', 10", nämlich strömungseintrittsseitig und strömungsaustrittsseitig.

[0018] In Blickrichtung von radial außen gesehen ist das Außendeckbandsegment 10, 10', 10" einer jeden Laufschaufel im Bereich einer ersten Seite 16, an der sich in Umfangsrichtung U ein Außendeckbandsegment einer ersten unmittelbar benachbarten Laufschaufel mit einer zweiten Seite derselben anschließt, derart konturiert, dass strömungseintrittsseitig benachbart zu der Strömungseintrittskante 12 des Schaufelblatts 11 der jeweiligen Laufschaufel die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial äußere Kante 18 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" gegenüber der sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial inneren Kante 20 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" in Umfangsrichtung U vorsteht.

[0019] An dieser ersten Seite 16 strömungsaustrittsseitig gewandt von der Strömungsaustrittskante 13 steht die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial innere Kante 20 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" gegenüber der sich ebenfalls im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial äußeren Kante 18 in Umfangsrichtung U vor.

[0020] An der gegenüberliegenden, zweiten Seite 17 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10", an der sich eine unmittelbar benachbarte, zweite Laufschaufel mit ihrem Außendeckbandsegment, nämlich mit einer ersten Seite desselben, anschließt, ist dasselbe derart konturiert, dass strömungsaustrittsseitig benachbart zu der Strömungsaustrittskante 13 des Schaufelblatts 11 die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial äußere Kante 19 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" gegenüber der sich ebenfalls im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial inneren Kante 21 in Umfangsrichtung U vorsteht.

[0021] An dieser zweiten Seite 17 strömungseintrittsseitig abgewandt von der Strömungseintrittskante 12 steht die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial innere Kante 21 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" gegenüber der sich ebenfalls im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial äußeren Kante 19 in Umfangsrichtung U vor.

[0022] An der ersten Seite 16 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10", die der Strömungseintrittskante 12 des Schaufelblatts 11 zugewandt und von der Strömungsaustrittskante 13 desselben abgewandt ist, sowie an der zweiten Seite 17 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10", die der Strömungseintrittskante 13 des

Schaufelblatts 11 zugewandt und von der Strömungseintrittskante 12 abgewandt ist, begrenzen die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial äußeren Kanten 18 bzw. 19 zusammen mit den jeweiligen sich ebenfalls im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial inneren Kanten 20 bzw. 21 jeweils zwei durch eine Trennlinie 26 bzw. 27 voneinander getrennte Flächen, nämlich jeweils eine in Blickrichtung von radial außen verdeckte Fläche 28 bzw. 29 sowie jeweils eine in Blickrichtung von radial außen gesehen sichtbare Fläche 30 bzw. 31.

[0023] An der ersten Seite 16 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" ist die von radial außen verdeckte Fläche 28 strömungseintrittsseitig und die von radial außen sichtbare Fläche 30 strömungsaustrittsseitig positioniert. Im Bereich der gegenüberliegenden, zweiten Seite 17 des Außendeckbandsegments 10, 10', 10" hingegen ist die von radial außen verdeckte Fläche 29 strömungsaustrittsseitig und die von radial außen sichtbare Fläche 31 strömungseintrittsseitig positioniert.

[0024] Erfindungsgemäß verlaufen an mindestens einer Umfangsposition des Rotors zwischen zwei unmittelbar benachbarten laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten der jeweiligen Koppелеlementsegmente 10' und 10" ausgebildeten Trennlinien 26, 27 dieser unmittelbar benachbarten Laufschaufeln in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zu der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung M der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper, wohingegen an jeder anderen Umfangsposition zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten der jeweiligen Koppелеlementsegmente 10, 10' und 10" ausgebildeten Trennlinien 26, 27 dieser unmittelbar benachbarten Laufschaufeln zur Montagerichtung M schräggestellt sind.

[0025] Wie bereits ausgeführt ist die Montagerichtung M der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper in Axialrichtung A des Rotors gesehen gegenüber der Axialrichtung A in einer ersten Orientierung in Umfangsrichtung U um den sogenannten Rhomboidwinkel geneigt. An der oder jeder Umfangsposition des Rotors, an welcher die an den unmittelbar benachbarten Laufschaufeln ausgebildeten Trennlinien 26, 27 in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zu der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung M der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, sind die Trennlinien 26, 27 in der gleichen ersten Orientierung wie die Montagerichtung gegenüber der Axialrichtung A in Umfangsrichtung U geneigt. Hingegen sind an der oder jeder anderen Umfangsposition des Rotors zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die Trennlinie 26, 27 in einer zur ersten Orientierung entgegengesetzten zweiten Orientierung wie die Montagerichtung M gegenüber der Axialrichtung in Umfangsrichtung geneigt.

[0026] Durch die obige Konturierung der Koppелеlementsegmente 10, 10' und 10" der Laufschaufeln wird eine optimale Abstützung und damit Kopplung der das oder jedes Koppелеlement bildenden Koppелеlement-

segmente bei guter Montierbarkeit des Rotors gewährleistet. So gewährleisten die Trennlinien 26 und 27, die an unmittelbar benachbarten Seiten der Koppелеlementsegmente 10, 10' und 10" zur Montagerichtung M schräggestellt sind, eine optimale Abstützung und damit Kopp-
 lung der Koppелеlementsegmente. Die Trennlinien 26 und 27, die an unmittelbar benachbarten Seiten der Kopp-
 elelementsegmente 10' und 10" in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zur Montagerichtung M verlaufen, ermöglichen eine gute Montierbarkeit insbesondere der zuletzt am Rotorgrundkörper zu montierenden Lauf-
 schaufel. Es ist ausreichend, wenn an einer einzigen Umfangsposition des Rotors zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten der jeweiligen Koppелеlementsegmente 10' und 10" ausgebildeten Trennlinien 26, 27 in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zur Montagerichtung M der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen. Dies kann zur Verbesserung des Schwingungsverhaltens aber auch an mehreren Umfangspositionen des Rotors der Fall sein.

[0027] Durch die obige Konturierung der Koppелеlementsegmente 10, 10' und 10" der Laufschaufeln können bei guter Montierbarkeit des Rotors im Betrieb Spannungsspitzen in dem oder jedem Koppелеlement des Rotors deutlich reduziert werden. Ferner kann das Eigenfrequenzverhalten und damit Schwingungsverhalten des erfindungsgemäßen Rotors bei guter Montierbarkeit derselben verbessert werden.

[0028] An der oder jeder Umfangsposition des Rotors, an welcher die an den Koppелеlementsegmenten 10, 10' und 10" unmittelbar benachbarten Laufschaufeln ausgebildeten Trennlinien 26, 27 in etwa annähernd parallel zu der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung M der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, schließen die Trennlinien 26, 27 mit der Montagerichtung M einen Winkel von maximal 10°, vorzugsweise von maximal 5°, ein.

[0029] In der gleichen Orientierung wie die Trennlinien 26, 27 verlaufen vorzugsweise auch die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial äußeren Kanten 18 bzw. 19 sowie die sich ebenfalls im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden, radial inneren Kanten 20 bzw. 21, die zusammen mit den Trennlinien 26, 27 die Flächen 28, 29, 30 bzw. 31 begrenzen.

[0030] Dann, wenn eine Trennlinie 26 bzw. 27 in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zu der Montagerichtung M der Laufschaufeln verläuft, verlaufen auch die jeweiligen Kanten 18, 20 bzw. 19, 21 in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zu der Montagerichtung M.

[0031] Dann, wenn eine Trennlinie 26 bzw. 27 gegenüber Montagerichtung M der Laufschaufeln schräggestellt ist, sind auch die jeweiligen Kanten 18, 20 bzw. 19, 21 zu der Montagerichtung M schräggestellt, und zwar in der gleichen Orientierung wie die jeweilige Trennlinie 26 bzw. 27.

[0032] Die Trennlinien 26 und 27, die an der ersten Seite 16 sowie an der zweiten Seite 17 die Flächen 28

und 30 bzw. die Flächen 29 und 31 voneinander trennen, sind nach einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung wendepunktfrei ausgeführt, wobei dieselben im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 4 geradlinig und in Fig. 5 gekrümmt verlaufen. Dies erlaubt eine besonders einfache Fertigung. Ebenso sind die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckenden Kanten 18, 19, 20 und 21 wendepunktfrei ausgeführt.

[0033] Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 4 ist die Trennlinie 26 der ersten Seite 16 von radial außen gesehen sichtbar, wohingegen die Trennlinie 27 der zweiten Seite 17 von radial außen gesehen verdeckt ist. Gemäß Fig. 3 und 4 verlaufen die Trennlinien 26 und 27 der beiden Seiten 16, 17 ausgehend von strömungseintrittsseitigen Kanten zu strömungsaustrittsseitigen Kanten jeweils von radial außen nach radial innen.

[0034] Im Bereich der ersten Seite 16 des Außendeckbandsegments 10 sowie der gegenüberliegenden, zweiten Seite 17 des Außendeckbandsegments 10 sind in Blickrichtung entlang der jeweiligen Trennlinie 26 bzw. 27 gesehen die von radial außen verdeckten Flächen 28 bzw. 29 sowie die von radial außen gesehen sichtbaren Flächen 30 bzw. 31 gegenüber der Radialrichtung R jeweils um einen Winkel geneigt. Dabei sind die von radial außen verdeckten Flächen 28 bzw. 29 gegenüber der Radialrichtung R um einen ersten Winkel und die von radial außen sichtbaren Flächen 30 bzw. 31 gegenüber der Radialrichtung R um einen zweiten Winkel geneigt. An der ersten Seite 16 und an der zweiten Seite 17 sind vorzugsweise der erste Winkel und der zweite Winkel betragsmäßig gleich groß, jedoch mit unterschiedlichen Vorzeichen behaftet. Dies ist fertigungstechnisch besonders vorteilhaft. Im Unterschied hierzu ist es jedoch auch möglich, dass an der ersten Seite 16 und an der zweiten Seite 17 der erste Winkel und der zweite Winkel betragsmäßig unterschiedlich groß sind, jedoch wiederum unterschiedliche Vorzeichen aufweisen.

[0035] Nach einer Weiterbildung der Erfindung weisen sowohl an der ersten Seite 16 des Außendeckbandsegments 10 als auch an der zweiten Seite 17 des Außendeckbandsegments 10 die von radial außen verdeckte Fläche 28 bzw. 29 und die von radial außen sichtbare Fläche 30 bzw. 31 ein Flächenverhältnis von 1:1 auf, was bedeutet, dass an beiden Seiten 16 und 17 die von radial außen verdeckte Fläche 28 bzw. 29 und die von radial außen sichtbare Fläche 30 bzw. 31 gleich groß sind. Es sei darauf hingewiesen, dass an der ersten Seite 16 und an der zweiten Seite 17 diese Flächen auch unterschiedlich groß sein können. So ist es möglich, dass an der ersten Seite 16 und/oder an der zweiten Seite 17 die von radial außen verdeckte Fläche 28 bzw. 29 und die von radial außen sichtbare Fläche 30 bzw. 31 ein Flächenverhältnis von bis zu 1:5 oder von bis zu 5:1, insbesondere ein Flächenverhältnis von bis zu 1:3 oder von bis zu 3:1, aufweisen. Mit dem gezielten Vergrößern oder Verkleinern des Flächenverhältnisses zwischen der von radial außen verdeckten Fläche 28 bzw. 29 und der von radial außen sichtbaren Fläche 30 bzw. 31 an den

Seiten 16 und 17 ist es möglich, die gewünschte Koppelung zwischen Außendeckbandsegmenten 10 benachbarter Laufschaufeln optimal anzupassen. Dies kann auch über die bereits oben erwähnten Winkel, welche diese Flächen mit der jeweiligen Trennlinie 26 bzw. 27 einschließen, erfolgen.

[0036] Wie am besten Fig. 1 entnommen werden kann, sind in Blickrichtung von radial außen gesehen sowohl an der ersten Seite 16 als auch an der zweiten Seite 17 des Außendeckbandsegments 10 die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial äußere Kante 18 bzw. 19 und die sich im Wesentlichen in Axialrichtung A erstreckende, radial innere Kante 20 bzw. 21 ausschließlich an einer Axialposition deckungsgleich.

[0037] Gemäß Fig. 1 bis 4 sind die an den Seiten 16 und 17 des Außendeckbandsegments 10 ausgebildeten Flächen 28 bzw. 29 und die Flächen 30 bzw. 31 jeweils als dreidimensional konturierte, räumlich radial gekrümmte ausgebildet. Sich im Wesentlichen in Radialrichtung erstreckende Kanten 32, die das Außendeckbandsegment 10 zusammen mit den Kanten 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 und 25 begrenzen, sind dann gekrümmt.

[0038] Im Unterschied hierzu ist es auch möglich, dass diese Flächen 28, 29, 30 und 31 als zweidimensional konturierte, ebene Flächen ausgeführt sind. Sich im Wesentlichen in Radialrichtung erstreckende Kanten 32, die das Außendeckbandsegment 10 zusammen mit den Kanten 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 und 25 begrenzen, sind verlaufen dann geradlinig.

[0039] Wie bereits ausgeführt, unterscheidet sich das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 vom Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 4 lediglich dadurch, dass die Montagerichtung M der Laufschaufeln nicht geradlinig sondern gekrümmt verläuft. Hinsichtlich der übrigen Details stimmt das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 mit dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 4 überein, sodass auf die obigen Ausführungen verwiesen wird.

[0040] Es sind weitere Abwandlungen der Erfindung möglich. So ist es möglich, dass zusätzlich die radial äußeren Kanten 18 und 19 sowie die radial inneren Kanten 20 und 21, die sich im wesentlichen in Axialrichtung A erstrecken und die Breite des Außendeckbandsegments 10 in Umfangsrichtung U definieren, an beiden sich gegenüberliegenden Seiten 16 und 17 ebenso wie die Trennlinien 26, 27 jeweils eine gekrümmte Kontur bzw. einen gekrümmten, jedoch wendepunktfreien Verlauf aufweisen. Weiterhin ist es möglich, dass ein erfindungsgemäßer Rotor nicht nur ein als Außendeckband 10 ausgebildetes Koppelement sondern zusätzlich auch ein als Innenkoppelement ausgebildetes Koppelement aufweist. Dabei sind dann die Außendeckbandsegmente und Innenkoppelementsegmente wie oben beschrieben ausgebildet. Ferner ist es möglich, dass ein erfindungsgemäßer Rotors kein Außendeckbandsegment sondern ausschließlich mindestens ein als Innenkoppelementsegment ausgebildetes Koppelementsegment aufweist. Ferner ist möglich, dass die Trennlinie 26 der ersten Seite 16 von radial außen gesehen verdeckt,

wohingegen die Trennlinie 27 der zweiten Seite 17 von radial außen gesehen sichtbar ist.

Bezugszeichenliste

[0041]

10, 10', 10"	Koppelementsegment/Außendeckbandsegment
11	Schaufelblatt
12	Strömungseintrittskante
13	Strömungsaustrittskante
14	Saugseite
15	Druckseite
16	erste Seite
17	zweite Seite
18	radial äußere Kante
19	radial äußere Kante
20	radial innere Kante
21	radial innere Kante
22	strömungseintrittsseitig radial äußere Kante
23	strömungsaustrittsseitig radial äußere Kante
24	strömungseintrittsseitig radial innere Kante
25	strömungsaustrittsseitig radial innere Kante
26	Trennlinie
27	Trennlinie
28	von radial außen verdeckte Fläche
29	von radial außen verdeckte Fläche
30	von radial außen sichtbare Fläche
31	von radial außen sichtbare Fläche
32	Kante

Patentansprüche

1. Rotor einer Turbomaschine, mit einem Rotorgrundkörper und mit mehreren Laufschaufeln, wobei jede Laufschaufel einen Schaufelfuß und ein Schaufelblatt aufweist, wobei jede Laufschaufel über ihren Schaufelfuß am Rotorgrundkörper in einer Nut des Rotorgrundkörpers in einer über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung befestigt ist, wobei jede Laufschaufel im Bereich ihres Schaufelblatts mindestens ein Koppellementsegment aufweist, und wobei in Umfangsrichtung eine Breite des oder jedes Koppellementsegments einer jeden Laufschaufel durch sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende Kanten definiert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das oder jedes Koppellementsegment (10, 10', 10'') einer jeden Laufschaufel an einer ersten Seite (16), an der sich in Umfangsrichtung gesehen ein Koppellementsegment einer ersten unmittelbar benachbarten Laufschaufel anschließt, und an einer an einer der ersten Seite (16) gegenüberliegenden zweiten Seite (17), an der sich in Umfangsrichtung gesehen ein Koppellementsegment einer zweiten unmittelbar benachbarten Laufschaufel anschließt, derart konturiert ist, dass an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) die sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial äußere Kante (18, 19) und die sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial innere Kante (20, 21) des jeweiligen Koppellementsegments jeweils zwei durch eine Trennlinie (26, 27) voneinander getrennte Flächen begrenzen, wobei an mindestens einer Umfangsposition des Rotors zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten (16, 17) der Koppellementsegmente (10', 10'') ausgebildeten Trennlinien (26, 27) dieser unmittelbar benachbarten Laufschaufeln in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zu der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, wohingegen an jeder anderen Umfangsposition zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die an unmittelbar benachbarten Seiten der Koppellementsegmente (10, 10', 10'') ausgebildeten Trennlinien (26, 27) dieser unmittelbar benachbarten Laufschaufeln zur Montagerichtung schräggestellt sind.
2. Rotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der oder jeder Umfangsposition des Rotors, an welcher die an den unmittelbar benachbarten Laufschaufeln ausgebildeten Trennlinien (26, 27) in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zur der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, die Trennlinien (26, 27) mit der Montagerichtung einen Winkel von maximal 10° einschließen.
3. Rotor nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der oder jeder Umfangsposition des Rotors, an welcher die an den unmittelbar benachbarten Laufschaufeln ausgebildeten Trennlinien (26, 27) in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zur der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, die Trennlinien (26, 27) mit der Montagerichtung einen Winkel von maximal 5° einschließen.
4. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper in Axialrichtung gesehen gegenüber der Axialrichtung in einer ersten Orientierung in Umfangsrichtung geneigt ist, wobei an der oder jeder Umfangsposition des Rotors, an welcher die an den unmittelbar benachbarten Laufschaufeln ausgebildeten Trennlinien (26, 27) in etwa annähernd parallel bzw. gleichgerichtet zur der über die Schaufelfüße definierten Montagerichtung der Laufschaufeln am Rotorgrundkörper verlaufen, die Trennlinien (26, 27) in der gleichen Orientierung wie die Montagerichtung gegenüber der Axialrichtung in Umfangsrichtung geneigt sind, wohingegen an der oder jeder anderen Umfangsposition des Rotors zwischen zwei unmittelbar benachbarten Laufschaufeln die Trennlinien (26, 27) in einer zur ersten Orientierung entgegen gesetzten zweiten Orientierung wie die Montagerichtung gegenüber der Axialrichtung in Umfangsrichtung geneigt sind.
5. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Blickrichtung von radial außen das oder jedes Koppellementsegment (10, 10', 10'') einer jeden Laufschaufel an der ersten Seite (16) derart konturiert ist, dass strömungseintrittsseitig benachbart zu einer Strömungseintrittskante (12) der jeweiligen Laufschaufel die sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial äußere Kante (18) gegenüber der sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckenden radial inneren Kante (20) in Umfangsrichtung vorsteht, wohingegen an dieser ersten Seite (16) strömungsaustrittsseitig abgewandt von einer Strömungsaustrittskante (13) der jeweiligen Laufschaufel die sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial innere Kante (20) gegenüber der sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckenden radial äußeren Kante (18) in Umfangsrichtung vorsteht, und dass das oder jedes Koppellementsegment (10, 10', 10'') einer jeden Laufschaufel an der zweiten Seite (17) derart konturiert ist, dass strömungsaustrittsseitig benachbart zu der Strömungsaustrittskante (13) der jeweiligen Laufschaufel die sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial äußere Kante (19) gegenüber der sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckenden radial inneren Kante (21) in Umfangsrichtung vorsteht, wohingegen an dieser zweiten

Seite (17) strömungseintrittsseitig abgewandt von der Strömungseintrittskante (12) der jeweiligen Laufschaufel die sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial innere Kante (21) gegenüber der sich im wesentlichen in Axialrichtung erstreckenden radial äußeren Kante (19) in Umfangsrichtung vorsteht.

6. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) jeweils eine in Blickrichtung von radial außen verdeckte Fläche (28, 29) und jeweils eine in Blickrichtung von radial außen sichtbare Fläche (30, 31) ausgebildet ist, wobei an der ersten Seite (16) die von radial außen verdeckte Fläche (28) strömungseintrittsseitig und die von radial außen sichtbare Fläche (30) strömungsaustrittsseitig positioniert ist, und wobei an der zweiten Seite (17) die von radial außen verdeckte Fläche (29) strömungsaustrittsseitig und die von radial außen sichtbare Fläche (31) strömungseintrittsseitig positioniert ist.

7. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) des jeweiligen Koppелеlementsegments die Trennlinien (26, 27), welche an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) die von radial außen verdeckte Fläche (28, 29) und die von radial außen sichtbare Fläche (30, 31) voneinander trennen, wendepunktfrei ausgebildet ist.

8. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) des jeweiligen Koppелеlementsegments in Blickrichtung entlang der Trennlinien (26, 27) gesehen die von radial außen verdeckte Fläche (28, 29) gegenüber der Radialrichtung um einen ersten Winkel und die von radial außen sichtbare Fläche (30, 31) gegenüber der Radialrichtung um einen zweiten Winkel geneigt ist.

9. Rotor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) des jeweiligen Koppелеlementsegments der erste Winkel und der zweite Winkel betragsmäßig gleich groß sind und unterschiedliche Vorzeichen aufweisen oder der erste Winkel und der zweite Winkel betragsmäßig unterschiedlich groß sind und unterschiedliche Vorzeichen aufweisen.

10. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) des jeweiligen Koppелеlementsegments die von radial außen verdeckte Fläche (28, 29) und die von radial außen sichtbare Fläche (30, 31) gleich groß sind und demnach ein Flächenverhältnis von 1:1 aufweisen.

11. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) des jeweiligen Koppелеlementsegments die von radial außen verdeckte Fläche (28, 29) und die von radial außen sichtbare Fläche (30, 31) unterschiedlich groß und vorzugsweise ein Flächenverhältnis von bis zu 1:5 oder von bis zu 5:1, insbesondere ein Flächenverhältnis von bis zu 1:3 oder von bis zu 3:1, aufweisen.

12. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und an der zweiten Seite (17) des jeweiligen Koppелеlementsegments die von radial außen verdeckte Fläche (28, 29) und die von radial außen sichtbare Fläche (30, 31) jeweils zweidimensional konturierte, ebene Flächen oder dreidimensional konturierte, räumlich gekrümmte Flächen sind.

13. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Seite (16) und/oder an der zweiten Seite (17) des jeweiligen Koppелеlementsegments in Blickrichtung von radial außen die sich im Wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial äußere Kante (18, 19) und die sich im Wesentlichen in Axialrichtung erstreckende radial innere Kante (20, 21) an ausschließlich einer Axialposition deckungsgleich sind.

14. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Laufschaufel im Bereich ihres Schaufelblatts radial außen ein als Außendeckbandsegment ausgebildetes Koppелеlementsegment aufweist.

15. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Laufschaufel im Bereich ihres Schaufelblatts mindestens ein als Innenkoppелеlementsegment ausgebildetes Koppелеlementsegment aufweist.

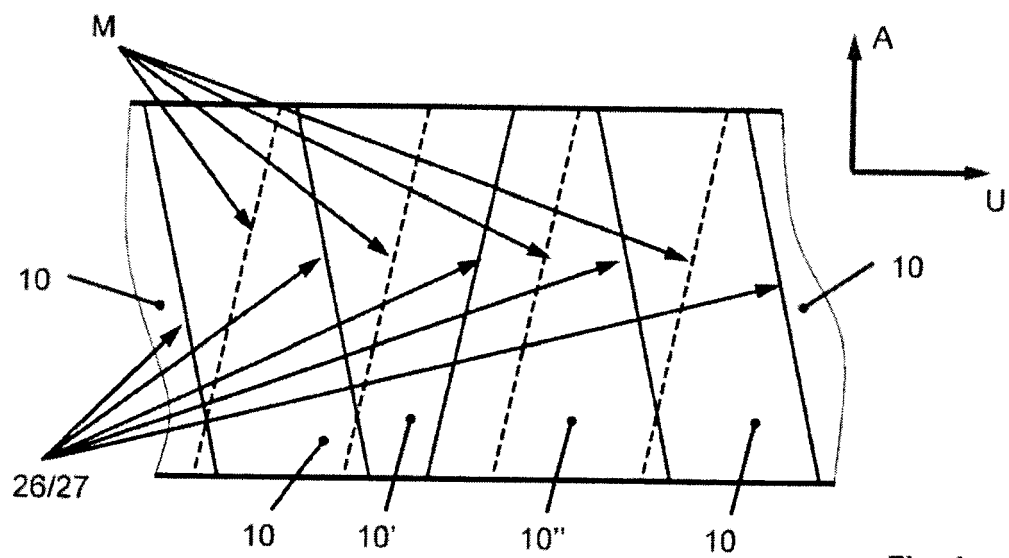


Fig. 1:

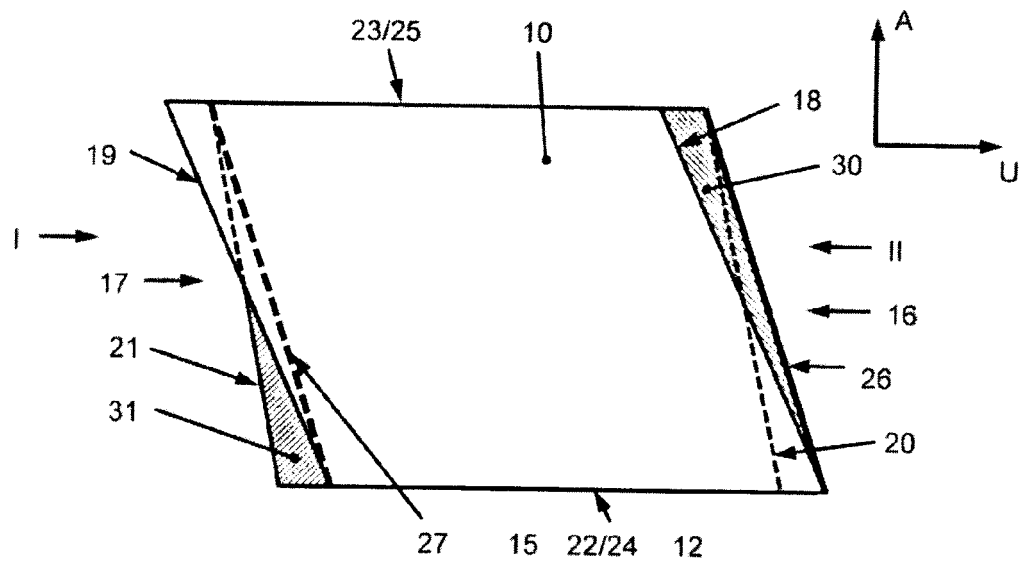


Fig. 2:

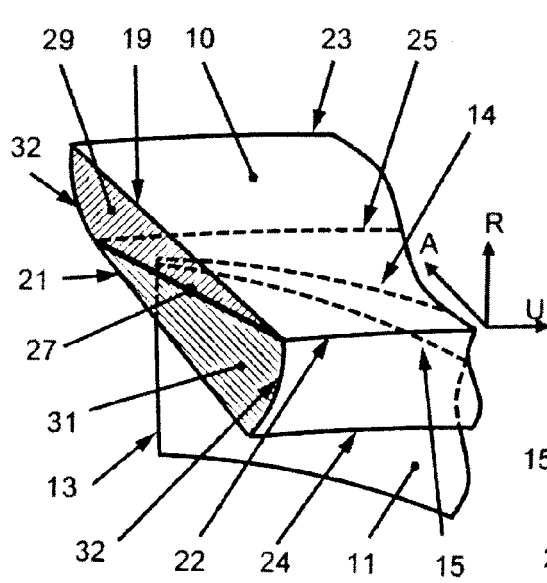


Fig. 3:

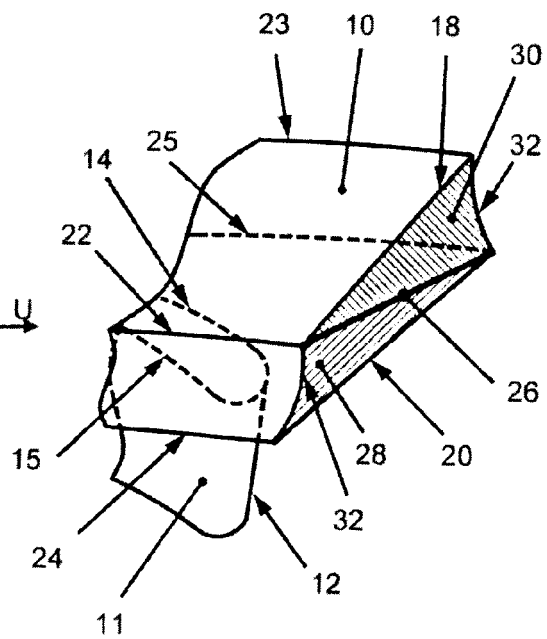


Fig. 4:

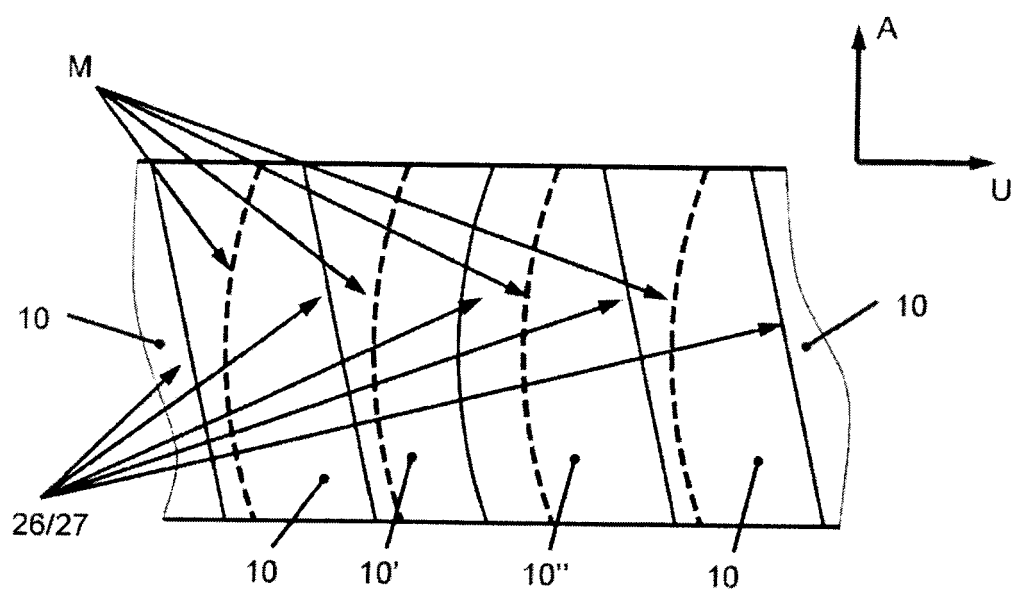


Fig. 5:

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

- DE 1159965 C [0005]
- DE 4015206 C1 [0005]
- US 4400915 A [0005]
- GB 2072760 A [0005]
- EP 1134359 A1 [0005]
- DE 1122551 C [0005]