



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.06.2002 Patentblatt 2002/25

(51) Int Cl.7: **F01D 5/22, F01D 5/18**

(21) Anmeldenummer: **01128572.3**

(22) Anmeldetag: **30.11.2001**

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

- **Fried, Reinhard**
5415 Nussbaumen (CH)
- **Oehl, Markus**
79761 Waldshut-Tiengen (DE)

(30) Priorität: **16.12.2000 DE 10062907**

(71) Anmelder: **ALSTOM Power N.V.**
1101 CS Amsterdam (NL)

(74) Vertreter: **Dimper, Dieter et al**
Alstom (Schweiz) AG,
Intellectual Property CHSP,
Haselstrasse 16/699, 5. Stock
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
 • **Beeck, Alexander, Dr.**
Orlando, Florida 32828 (US)

(54) **Vorrichtung zur Kühlung eines Deckbandes einer Gasturbinenschaufel**

(57) Beschrieben wird eine Kühlvorrichtung für ein Deckband (1) einer Gasturbinenschaufel, mit einem in dem Deckband (1) vorgesehenen Kühlkanalsystem, das radial zur Gasturbinenschaufel einseitig offene Kühlkanäle (4) aufweist und mit einer Deckplatte (2) abgeschlossen ist.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen Deckplatte (2) und den einseitig offenen Kühlkanälen (4) eine Prall-Kühlplatte (5) derart vorgesehen ist, dass die Prall-Kühlplatte (5) auf den einseitig offenen Kühlkanälen (4) aufliegt, kraftschlüssig gegen diese gepresst ist und mit der Deckplatte (2) einen Zwischenraum einschließt.

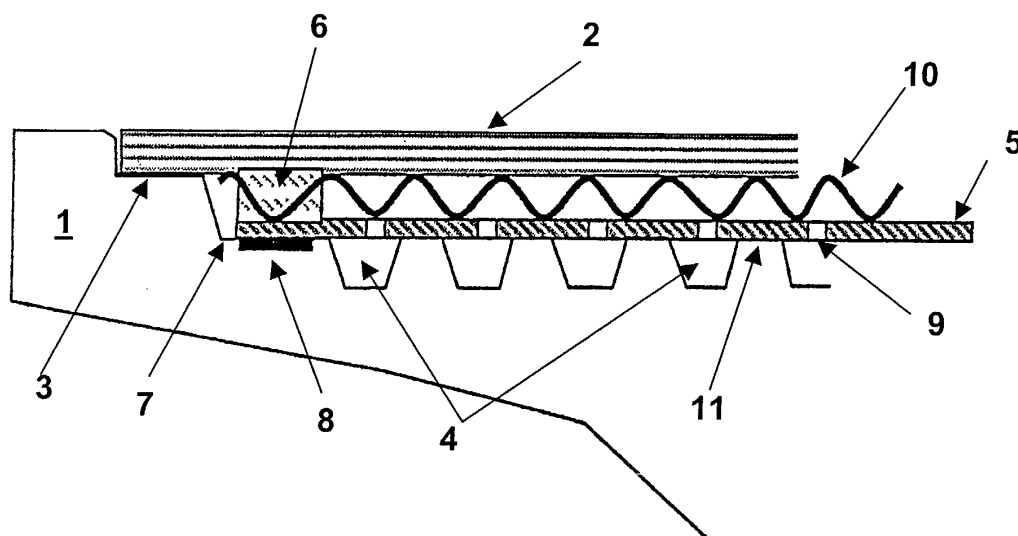


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Kühlvorrichtung für ein Deckband einer Gasturbinenschaufel, mit einem in dem Deckband vorgesehenen Kühlkanalsystem, das radial zur Gasturbinenschaufel einseitig offene Kühlkanäle aufweist und mit einer Deckplatte abgeschlossen ist.

Stand der Technik

[0002] Bei leistungsstarken, modernen Gasturbinenanlagen werden aufgrund der hohen Verbrennungstemperaturen die den beim Verbrennungsvorgang entstehenden Heißgasen mittelbar und unmittelbar ausgesetzten Gasturbinenkomponenten aktiv gekühlt. Insbesondere sehen die den Heißgasen unmittelbar ausgesetzten Gasturbinenschaufeln innere Kühlkanäle vor, durch die Kühlluft radial vom Schaufelfuß durch das Schaufelblatt in Richtung des Schaufeldeckbandes geleitet wird, um möglichst alle Bereiche einer Gasturbinenschaufel wirksam von Innen zu kühlen. Die Effizienz derartiger Kühlmaßnahmen spielt eine entscheidende Rolle für die maximale thermische Belastbarkeit und letztendlich die maximale Lebensdauer einer Gasturbinenschaufel. Da die Kühlluft einspeisung in das Kühlkanalsystem von Seiten des Schaufelfußes erfolgt, nimmt die Kühlwirkung der Kühlluft aufgrund der zunehmenden Erwärmung in Radialrichtung zur Schaufelspitze bzw. Deckbandbereich hin ab. Eben jene Bereiche einer Turbinenschaufel, die sich radialwärts erstrecken, unterliegen jedoch den größten thermischen und insbesondere mechanischen Belastungen, insbesondere im Falle von Laufschaufeln, an denen aufgrund ihrer Rotation erhebliche Zentrifugalkräfte angreifen.

[0003] So weist eine mit einem Deckband oder äußeren Plattform versehene Gasturbinenschaufel zu Kühlzwecken im Inneren des Deckbandes ein Hohlkanalsystem auf, das zur Kühlluftverteilung und -führung innerhalb des Deckbandes die Kühlluftströmung umlenkende Flächenstrukturen vorsieht. Aus Fertigungsgründen einer im Wege eines Gießprozesses herstellbaren Gasturbinenschaufel ist der mit den Strömungskanälen versehene Deckbandbereich radialwärts gerichtet einseitig offen ausgebildet. Mit Hilfe einer Deckplatte wird der Strömungsbereich für die Kühlluft innerhalb des Deckbandes gasdicht verschlossen, indem die Deckplatte bündig mit der radialwärts gerichteten Oberseite des Deckbandes verfügt wird. Dies erfolgt im Allgemeinen mittels Hochtemperaturlötungen. Eine derartige Fügeverbindung zwischen einem Deckband 1 und einer Deckplatte 2 ist in einer Teilquerschnittsdarstellung gemäß Figur 2 gezeigt. Die Deckplatte 2 ist über eine Hochtemperaturlötnaht 3 mit dem Umfangsrand des Deckbandes 1 fest verfügt. Die radialwärts einseitig offen ausgebildeten Kühlkanäle 4, die von Kühlluftleitflächen 5 be-

grenzt sind, werden durch die Deckplatte 2 radialwärts gasdicht abgeschlossen. In der Teilquerschnittsdarstellung gemäß Figur 2 nicht dargestellt sind die radialwärts innerhalb der Turbinenschaufel gerichteten Zu- und Abströmkühlkanäle, durch die Kühlluft in den Deckbandbereich zu- und abgeführt wird, wobei die Kühlluft in den Kühlkanälen 4 die Turbinenschaufelspitze kühlt. Wie eingangs bereits erwähnt, vermag die den Deckbandbereich durchströmende Kühlluft aufgrund der sich in Radialrichtung in der Gasturbinenschaufel vorherrschenden Erwärmung nur mit einer vergleichsweise geringen Effizienz zu kühlen, so dass nach Maßnahmen zu suchen ist, durch die die Kühlwirkung gerade im Deckbandbereich durch die Kühlluft gesteigert werden kann.

Darstellung der Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Kühlvorrichtung für ein Deckband einer Gasturbinenschaufel, mit einem in dem Deckband vorgesehenen Kühlkanalsystem, das radial zur Gasturbinenschaufel einseitig offene Kühlkanäle aufweist und mit einer Deckplatte abgeschlossen ist, im Hinblick auf eine verbesserte Kühlwirkung weiterzubilden, so dass der thermisch und mechanisch stark belastete Deckbandbereich einer Gasturbinenschaufel besser gekühlt werden kann. Die zu treffenden Maßnahmen sollen einen möglichst geringen konstruktiven sowie auch technischen Mehraufwand erfordern aber zugleich eine deutlich bessere Kühlwirkung hervorrufen, als es bei den bisher bekannten Deckbandkühlvorkehrungen der Fall ist.

[0005] Die Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Vorteilhafte Merkmale, die den Erfindungsgedanken weiterbilden, sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der Beschreibung unter Bezugnahme auf Ausführungsbeispiele zu entnehmen.

[0006] Erfindungsgemäß ist eine Kühlvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 derart weitergebildet, dass zwischen Deckplatte und den einseitig offenen Kühlkanälen eine Prall-Kühlplatte derart vorgesehen ist, dass die Prall-Kühlplatte auf den einseitig offenen Kühlkanälen aufliegt, kraftschlüssig gegen diese gepresst ist und mit der Deckplatte einen Zwischenraum einschließt.

[0007] Durch Vorsehen einer Prallluft-Kühlplatte im Strömungsweg des Kühlkanalsystems innerhalb der Deckplatte tritt Kühlluft durch verengte Strömungsöffnungen innerhalb der Prallluft-Kühlplatte hindurch, wodurch die Kühlluft lokal beschleunigt wird und auf eine der in Strömungsrichtung der Durchtrittsöffnung innerhalb der Prallluft-Kühlplatte gegenüberliegende Kühlkanalwand in Form eines Prallluftkühlstrahls auftrifft. Durch die beschleunigende Wirkung der Prallluft-Kühlplatte auf die Kühlluftströmung wird der Wärmeübergangskoeffizient zwischen der Gasturbinenschaufel und dem Kühlluftstrom lokal erhöht und die Kühlwirkung

des Kühlluftstromes verbessert.

[0008] Durch Vorsehen eines Abstandes zwischen der Prall-Kühlplatte und der Deckplatte ist es möglich, einen Kühlluftstrom zwangsgeführt über einen entsprechenden Kühlkanal in den zwischen Deckplatte und Prall-Kühlplatte eingeschlossenen Zwischenraum einzuleiten, so dass sich aufgrund des in dem Zwischenraum einstellenden Überdruckes die Kühlluft durch die Vielzahl in der Prall-Kühlplatte vorgesehenen Strömungsöffnungen zwangshindurchgeführt wird. Andererseits kann die Kühlluftströmung durch eine alternative geeignete Kühlkanalanordnung die Prall-Kühlplatte auch in entgegengesetzter Richtung durchströmen, so dass die Deckplatte gezielt mit Prallluft beaufschlagt wird.

[0009] Um einerseits ein möglichst gasdichtes Aufliegen der Prall-Kühlplatte auf dem einseitig offen ausgebildeten Kühlkanalsystem des Deckbandes zu gewährleisten, andererseits eine möglichst biegespannungsfreie Lagerung der Prall-Kühlplatte zwischen der Deckplatte und dem Deckband zu garantieren, ist die Prall-Kühlplatte kraftschlüssig gegen die einseitig offenen Kühlkanäle gepresst. Die Pressung erfolgt mit Hilfe wenigstens eines Distanzelementes, das vorzugsweise elastisch oder plastisch verformbar ausgebildet ist und zwischen der Deckplatte und der Prall-Kühlplatte, vorzugsweise am Randbereich der Prall-Kühlplatte, vorgesehen ist.

[0010] Die Deckplatte selbst wird wie eingangs bereits erwähnt mit herkömmlichen Füge-techniken, bspw. Hochtemperaturlöten, mit dem Deckband fest verfügt, wobei die Deckplatte die für die Kraftschlussverbindung erforderliche Presskraft auf die Prallkühlplatte erzeugt. Um zu hohe Presskräfte zu vermeiden und die Möglichkeit einer weitgehend freien thermischen Ausdehnung für die Prall-Kühlplatte zu gewährleisten, ist das Distanzelement elastisch oder plastisch verformbar ausgebildet, so dass bei Überschreiten einer maximal zulässigen Fügekraft zwischen der Deckplatte und der Prall-Kühlplatte eine Verformung des Distanzelementes eintritt.

[0011] In einer einfachsten Ausführungsform ist die Prall-Kühlplatte lediglich an ihrem Umfangsrand zwischen Deckplatte und Deckband mit Hilfe des vorstehend erwähnten Distanzelementes verfügt, das in Form einer nahe des Umfangsrandes der Prall-Kühlplatte verlaufenden Dichtungslippe ausgebildet ist. Um mögliche flächige Verwerfungen innerhalb der Prall-Kühlplatte zu vermeiden, können entweder weitere Distanzelemente zwischen Deckplatte und Prall-Kühlplatte eingebracht werden oder die Prall-Kühlplatte ist mit entsprechend ausgebildeten Überhöhungen und/oder Vertiefungen auszugestalten, die in Kontakt mit der Deckplatte und/oder dem Deckband treten und die Prall-Kühlplatte kraftschlüssig aber spannungsfrei fixieren.

[0012] Um Kühlluftleckagen an jenen Stellen zu vermeiden, an denen die Prall-Kühlplatte kraftbeaufschlagt gegen das Deckband oder andererseits gegen die

Deckplatte gepresst wird, dienen zusätzliche Dichtelemente, die jeweils zwischen der Prall-Kühlplatte und dem Deckband respektive Deckband einbringbar sind.

[0013] Ferner dient in vorteilhafter Weise ein federartiges Element dazu, die Prall-Kühlplatte flächig von Seiten der Deckplatte gegen das einseitig offen ausgebildete Kühlsystem des Deckbandes zu pressen. Dies verleiht der Prall-Kühlplatte eine flächige Anpresswirkung gegenüber dem Deckband, so dass die Prall-Kühlplatte nahezu gasdicht gegen die Struktur der Kühlkanäle gepresst werden kann.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0014] Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 Teilquerschnittsdarstellung durch ein Deckband mit Prall-Kühlplatte,
- Fig. 2 Teilquerschnittsdarstellung durch ein bekanntes Deckband (Stand der Technik),
- Fig. 3 Teilquerschnittsdarstellung durch ein Deckband mit einer Überhöhungen und Vertiefungen aufweisenden Prall-Kühlplatte.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0015] In Figur 1 ist eine Teilquerschnittsdarstellung durch das Deckband 1 einer Turbinenschaufel schematisiert dargestellt. Radialwärts ist das Deckband 1 mit einer Deckplatte 2, vorzugsweise über eine Hochtemperaturlötverbindung 3 verfügt. Zwischen der Deckplatte 2 und dem Deckband 1 ist ein Kühlkanalsystem 4 vorgesehen, das von einer Prall-Kühlplatte 5 überdeckt ist. Die Prall-Kühlplatte 5 ist zwischen der Deckplatte 2 und dem Deckband 1 mittels eines Distanzstückes 6 kraftbeaufschlagt verpresst. Im gezeigten Ausführungsbeispiel erstreckt sich das Distanzelement 6 über den gesamten Umfangsbereich der Prall-Kühlplatte 5 und presst die Prall-Kühlplatte 5 mit einer durch die Deckplatte 2 einstellbaren Fügekraft gegen die Auflagefläche 7 am Deckband 1. Zusätzlich ist im Kontaktbereich in der Auflagefläche 7 ein Dichtungselement 8 vorgesehen, das zum Einen für einen gasdichten Abschluss und zum Anderen zu einer verbesserten Klemmwirkung insbesondere quer zur Presskraft dient.

[0016] Die Prall-Kühlplatte 5 weist Strömungsdurchtrittsöffnungen 9 mit verengtem Strömungsquerschnitt auf, durch die Kühlluft je nach Druckverhältnisse aus den Kühlkanälen 4 in Richtung Deckplatte 2 oder in umgekehrter Richtung in Form eines lokalen Prall-Kühlluftstromes hindurchtritt und auf diese Weise zu einer verbesserten Kühlwirkung führt.

[0017] Ferner ist zu Zwecken der flächigen Stabilisie-

rung der Prall-Kühlplatte 5 ein federartiges, gasdurchlässiges Element 10 vorgesehen, das die Prall-Kühlplatte zusätzlich gegen die Kühlkanalwandstrukturen 11 gasdicht presst.

[0018] Die Fügekraft, mit der die Prallkühlplatte 5 zwischen Deckplatte 2 und Deckband 1 kraftbeaufschlagt verfügt ist, sollte vorzugsweise begrenzt sein, so dass zumindest die Prall-Kühlplatte 5 im Wege ihrer thermischen Ausdehnung biegespannungsfrei gehalten wird. Hierzu ist das Distanzelement 6 aus einem elastisch oder plastisch verformbaren Material gefertigt, so dass sich das Distanzelement 6 bei Überschreiten einer maximalen Fügekraft elastisch verformt, wodurch eine Überhöhung der Fügekraft auf die Prall-Kühlplatte 5 nicht weitergeleitet wird.

[0019] In Figur 3 ist eine vergleichbare Teilquerschnittsdarstellung zu Figur 1 dargestellt, jedoch weist die Prall-Kühlplatte 5 sickenartige Verformungen 12 auf. Über eine längs des Umfangsrandes der Prall-Kühlplatte 5 verlaufende, als Vertiefung ausgebildete Sicke 12 liegt die Prall-Kühlplatte 5 auf der Auflagefläche 7 des Deckbandes 1 auf. Zusätzliche kann durch Vorsehen einer nicht dargestellten Dichtungsfläche im Bereich der Auflagefläche der Sicke 12 ein gasdichter Abschluss zwischen Prall-Kühlplatte 5 und Deckband 1 gewährleistet werden. Inmitten der Prall-Kühlplatte 5 ist eine als Überhöhung ausgebildete Sicke 12' vorgesehen, die mit der Unterseite der Deckplatte 2 in Kontakt tritt und somit die Prall-Kühlplatte 5 zentral gegen die Kühlkanäle des Deckbandes 1 presst. Zusätzliche Distanzelemente 6, von denen lediglich eine in der Figur 3 dargestellt ist, können zur weiteren Fixierung der Prall-Kühlplatte 5 dienen.

[0020] In Figur 4 ist eine Detaildarstellung einer Pressverbindung zwischen einer Deckplatte 2 und der Prall-Kühlplatte 5 dargestellt. Hierbei ist der Randbereich der Prall-Kühlplatte 5 umbörtelt ausgeführt und weist ein elastisches Distanzelement 13 im umbörtelten Bereich auf. Zwischen Deckplatte 2 und Prall-Kühlplatte 5 ist wiederum das vorstehend beschriebene Distanzelement 6 eingebracht.

Bezugszeichenliste

[0021]

1	Deckband
2	Deckplatte
3	Lötnaht
4	Kühlkanal
5	Prall-Kühlplatte
6	Distanzelement

7	Auflagefläche
8	Dichtelement
9	Durchtrittsöffnung innerhalb der Prall-Kühlplatte
10	elastisches gasdurchlässiges Element
11	Kühlkanalwand
12, 12'	Sicke
13	Elastisches Dichtelement

Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung für ein Deckband (1) einer Gasturbinenschaufel, mit einem in dem Deckband (1) vorgesehenen Kühlkanalsystem, das radial zur Gasturbinenschaufel einseitig offene Kühlkanäle (4) aufweist und mit einer Deckplatte (2) abgeschlossen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Deckplatte (2) und den einseitig offenen Kühlkanälen (4) eine Prall-Kühlplatte (5) derart vorgesehen ist, dass die Prall-Kühlplatte (5) auf den einseitig offenen Kühlkanälen (4) aufliegt, kraftschlüssig gegen diese gepresst ist und mit der Deckplatte (2) einen Zwischenraum einschließt.
2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Deckplatte (2) und Prall-Kühlplatte (5) wenigstens ein Distanzelement (6) derart vorgesehen ist, dass die Prall-Kühlplatte (5) mittels der zwischen der Deckplatte (2) und dem Deckband (1) herrschenden Fügekraft elastisch plastisch begrenzt gegen die einseitig offenen Kühlkanäle (4) pressbar ist.
3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzelement (6) elastisch oder plastisch verformbar ist.
4. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Prall-Kühlplatte (5) Überhöhungen und/oder Vertiefungen (12, 12') aufweist, die in Kontakt mit der Deckplatte (2) und/oder dem Deckband (1) treten und die Prall-Kühlplatte (5) kraftschlüssig aber spannungsfrei fixieren.
5. Kühlvorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Vertiefung in Form einer im Bereich des Umfangsrandes der Prall-Kühlplatte (5) umlaufenden Sicke (12) ausgebildet ist, die auf einer die einseitig offenen Kühlka-

näle (4) umgebenden Auflagefläche (7) am Deckband (1) aufliegt.

6. Kühlvorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Auflagefläche (7) am Deckband (1) ein Dichtungselement vorgesehen ist, über das die Prall-Kühlplatte (5) mit dem Deckband (1) in Kontakt steht. 5
7. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass das Distanzelement (6) die Prall-Kühlplatte (5) im Bereich ihres Umfangsrandes gegen das Deckband (1) presst. 10
8. Kühlvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass im Zwischenraum ein elastisches, gasdurchlässiges Element (10) vorgesehen ist, das die Prall-Kühlplatte (5) kraftbeaufschlagt gegen die einseitig offenen Kühlkanäle (4) presst. 15
20
9. Kühlvorrichtung nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass das elastische, gasdurchlässige Element (10) ein Federelement ist. 25

30

35

40

45

50

55

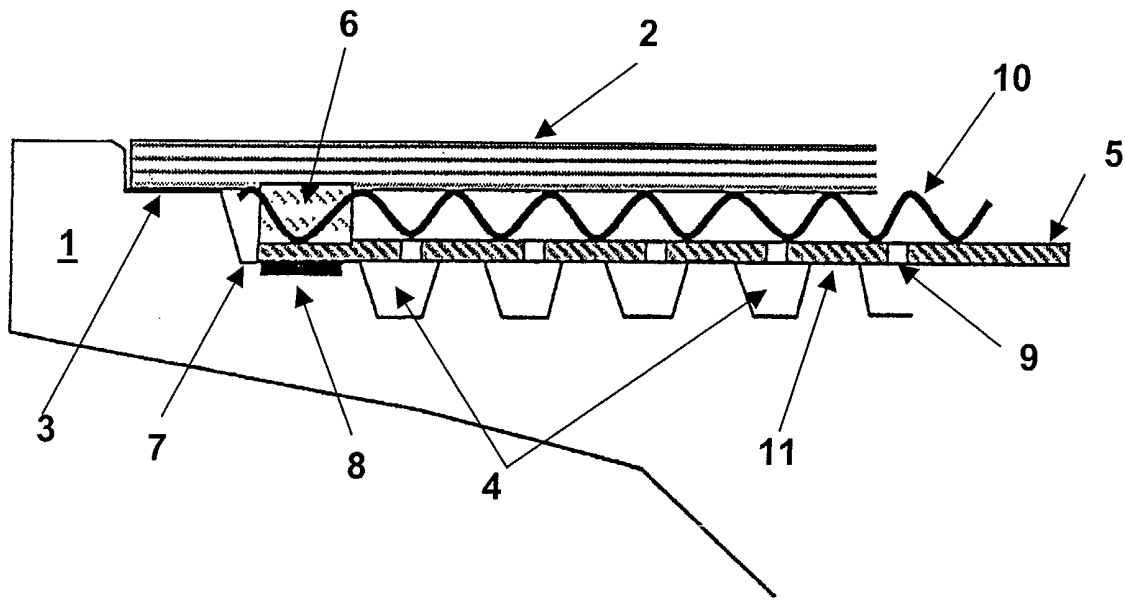


Fig. 1

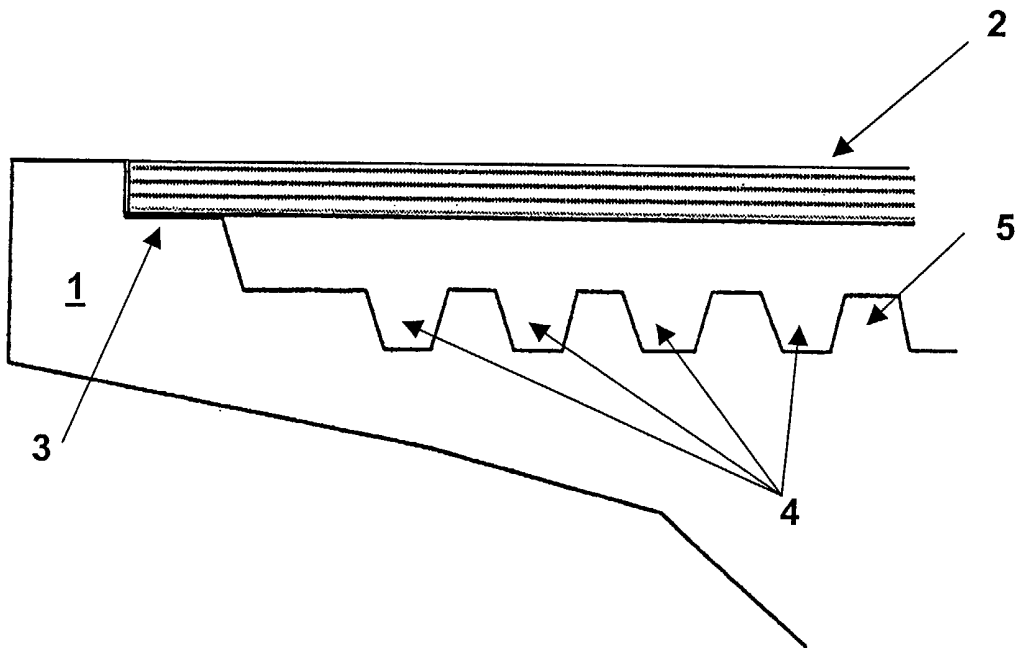


Fig. 2
(Stand der Technik)

