



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.06.2004 Patentblatt 2004/27

(51) Int Cl.7: **F04D 27/02, F04D 29/42**

(21) Anmeldenummer: **03016559.1**

(22) Anmeldetag: **24.07.2003**

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bauerle, Michael
71254 Ditzingen-Heimerdingen (DE)**
• **Winkler, Gunter
70176 Stuttgart (DE)**

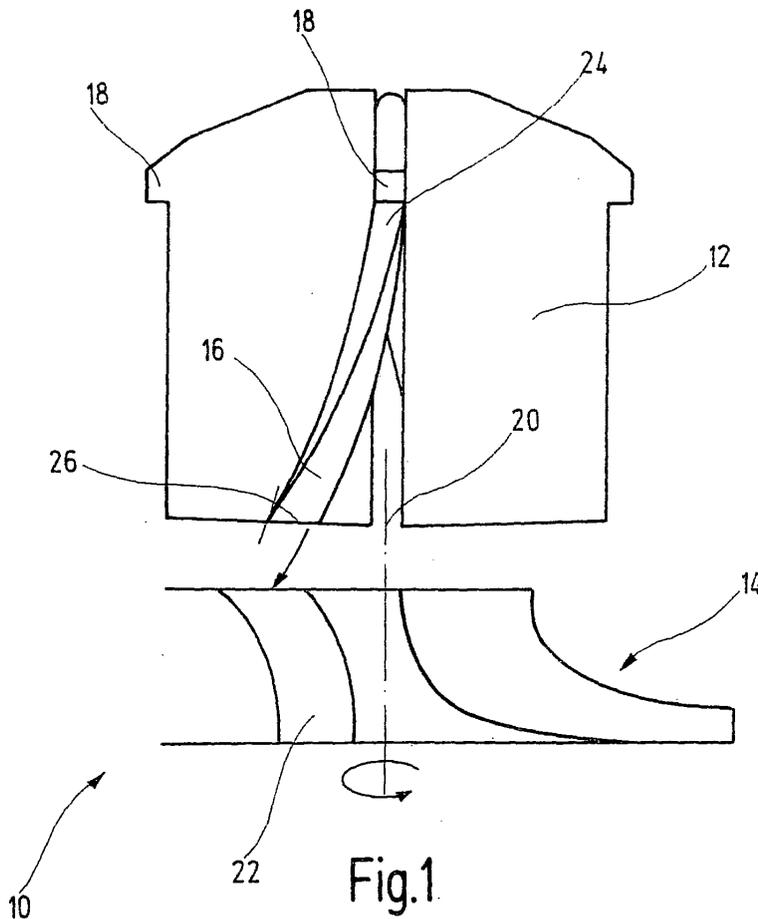
(30) Priorität: **23.12.2002 DE 10261789**

(54) **Vorleitstator für Strömungsmaschinen**

(57) Die Erfindung betrifft einen Vorleitstator (10) für Strömungsmaschinen, insbesondere für Turboverdichter (12), mit mehreren im Anströmbereich eines Verdichterrads (14) angeordneten Eintrittsleitschaufeln (16), deren drallerzeugender Schaufelwinkel in Abhängigkeit

eines Fluidvolumenstroms durch die Strömungsmaschine bzw. durch den Turboverdichter (10) verstellbar ist.

Es ist vorgesehen, dass die Eintrittsleitschaufeln (16) sich bei verändernden Strömungsverhältnissen verformen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Vorleitstator für Strömungsmaschinen mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Merkmalen.

Stand der Technik

[0002] Zur Erhöhung des Luftdurchsatzes bei Verbrennungsmotoren eignen sich unter anderem Abgasturbolader, die aus der Strömungsenergie des Abgases Energie zum Antrieb eines Verdichterrades gewinnen, das die den Brennräumen zugeführte Verbrennungsluft unter einen erhöhten Druck setzt. Der Energieinhalt eines der Brennkraftmaschine zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisches kann dadurch erhöht werden. Abgasturbolader werden sowohl bei Brennkraftmaschinen mit Selbstzündung wie auch bei solchen mit Fremdzündung verwendet. Insbesondere bei Fahrzeugantrieben weisen Abgasturbolader oftmals den Nachteil eines verzögerten bzw. unzureichenden Ansprechverhaltens bei kleineren Motordrehzahlen auf. Hierbei ist die Strömungsenergie des Abgases so gering, dass auch der Verdichter nur eine geringe Energie aufbringen kann. Diese wird erst dann größer, wenn der Abgasdruck ausreichend groß ist. Diese Verzögerung ist auch als sogenanntes Turboloch bekannt. Um auch bei geringem Abgasdruck den Verdichter auf eine Drehmomentanforderung schnell reagieren zu lassen, sind elektrische Zusatzantriebe für das Verdichterrad bekannt. Die US-A-6 029 452 beschreibt bspw. eine derartige Verbesserung des Ansprechverhaltens eines Abgasturboladers mittels einer Unterstützung durch einen elektrischen Zusatzantrieb.

[0003] Ein solcher elektrischer Zusatzantrieb kann die Antriebswelle eines bereits vorhandenen Verdichters unterstützen. Eine weitere Art einer elektrischen Unterstützung ist ein separater, rein elektrisch betriebener Hilfslander, der in der Frischluftführung in Reihe zur Verdichterturbine eines konventionellen Abgasturboladers betrieben wird und als sogenannter elektrischer Zusatzverdichter bezeichnet wird.

[0004] Insbesondere beim Betrieb solcher Strömungsmaschinen besteht das Problem eines eingegrenzten Betriebsbereichs, der durch das sogenannte Verdichterkennfeld beschrieben wird. Soll ein Strömungsverdichter auch bei geringeren Massenströmen noch effektiv arbeiten, muss sein Kennfeld so erweitert werden, dass die Pumpgrenze herabgesetzt wird. Eine bekannte Methode zur Kennfeldverbreiterung bzw. Kennfeldstabilisierung von Strömungsmaschinen sind u.a. verstellbare bzw. feststehende Statorelemente, die als Stellelemente vor dem Eintritt bzw. nach dem Austritt der beschauelten Verdichter oder Turboräder angeordnet sind. Hierbei ist zwischen nicht verstellbaren bzw. verstellbaren Leiträdern zu unterscheiden. Verstellbare Leiträder ermöglichen eine höhere Effektivität und eine bessere Verbreiterung eines Kennfeldes. Die verstell-

baren Elemente werden hierbei aktiv betätigt.

Vorteile der Erfindung

5 **[0005]** Ein erfindungsgemäßer Vorleitstator für Strömungsmaschinen, insbesondere für Turboverdichter, weist mehrere im Anströmbereich eines Verdichterrads angeordnete Eintrittsleitschaufeln auf, deren drallerzeugender Schaufelwinkel in Abhängigkeit eines Fluidvolumenstroms durch die Strömungsmaschine bzw. den Turboverdichter verstellbar ist. Die Erfindung sieht eine variable Verformung der Eintrittsleitschaufeln bei sich verändernden Strömungsverhältnissen vor. Auf diese Weise kann der Vorleitstator optimal an unterschiedliche Fluidvolumenströme angepasst werden, ohne dass eine relativ aufwändige Verstellbarkeit von Leitschaufeln notwendig ist. Um dies zu erreichen, sind die Eintrittsleitschaufeln in sich flexibel und bestehen aus einem verformbaren Material, insbesondere aus Kunststoff. Die Leitschaufeln des Vorleitrades können sich auf diese Weise mit erhöhtem Massendurchsatz ohne externe Stellelemente zunehmend entformen. Hierdurch wird ein selbststellendes Glied zur effektiven Kennfeld-
10
15
20
25
erweiterung von Turbomaschinen und insbesondere Turboverdichtern zur Verfügung gestellt.

[0006] Ein axial durchströmter Vorleitstator ist hierbei bei einer Ausgestaltung der Erfindung einem Radialverdichter mit axial durchströmtem Impeller vorgesetzt. Mit steigendem Volumenstrom verringert sich die Verformung der Eintrittsleitschaufeln, woraus ein variabler Schaufelwinkel zwischen ca. 0 und 20 Grad resultieren kann. Bei einem hohen Volumenstrom beträgt der Schaufelwinkel annähernd 0 Grad, während er bei geringem Volumenstrom in einem Bereich von bis zu ungefähr 85 Grad liegen kann. Die Schaufeln sind im entspannten Zustand vorzugsweise gleichmäßig gewölbt, um ideale Strömungsverhältnisse zu ermöglichen. Durch eine geeignete Geometrie und Materialwahl kann ein individuell anpassbarer Vorleitstator für die unterschiedlichsten Arten von Strömungsmaschinen zur Verfügung gestellt werden.

[0007] Die elastische Beschaffenheit des Vorleitstators ermöglicht eine selbsttätige Adaption der Laufradanströmung durch den beaufschlagenden Volumenstrom selbst. Ist der Volumenstrom gering, weicht der Axialstator nur wenig von seiner unbeaufschlagten Position ab. Der Vorleitkörper erzeugt einen wohldefinierten Gegendrall, der zu einer Herabsetzung der Pumpgrenze des stromabwärts befindlichen Strömungsverdichters führt. Entspricht der Volumenstrom dem Auslegungspunkt der Radialmaschine mit drallfreier Anströmung, entwindet sich der Vorleitkörper, so dass die Strömung nahezu parallel in das nachgeschaltete Laufrad gelangen kann.

50
55 **[0008]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den abhängigen Ansprüchen genannten Merkmalen.

Zeichnungen

[0009] Die Erfindung wird nachfolgend in bevorzugten Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines Turboverdichters mit einem erfindungsgemäßen Vorleitstator im Anströmbereich eines Verdichterrades,

Figur 2 eine Draufsicht auf den Vorleitstator gemäß Figur 1 im entspannten Zustand,

Figur 3 eine schematische Schnittansicht des Turboverdichters bei hohem Volumenstrom und

Figur 4 eine Draufsicht auf den Vorleitstator mit verformten Schaufeln gemäß Figur 3.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0010] Figur 1 verdeutlicht einen Vorleitstator 12 eines Turboverdichters 10, der einem Verdichterrad 14 vorgeschaltet ist. Der Verdichter 10 wird von oben nach unten durchströmt, wobei sich das Verdichterrad 14 gegen den Uhrzeigersinn dreht (vgl. hierzu auch Figur 2).

[0011] Der Vorleitstator 12 weist mehrere Eintrittsleitschaufeln 16 auf, die an ihren unteren Blattkanten 26 bei einem geringen Volumenstrom einen Schaufelwinkel gegenüber einer Längsachse 20 von bis zu ca. 85 Grad aufweisen können. Der gezeigte Winkel ist allerdings deutlich kleiner als dieser Maximalwert und beträgt ca. 20 bis 30 Grad. Wie anhand der Draufsicht der Figur 2 verdeutlicht wird, sind die Eintrittsleitschaufeln 16 jeweils an Querstegen 18 angeordnet und sind in Strömungsrichtung und in Richtung ihrer unteren Blattkante 26 frei aufgehängt. Die Aufhängung 24 an den Querstegen 18 ist hierbei starr ausgeführt, während die Eintrittsleitschaufeln 16 selbst aus einem flexiblen Material bestehen und sich bei zunehmendem Volumenstrom entwinden. Der Schaufelwinkel nähert sich hierbei einem Wert von 0 Grad an.

[0012] Wie anhand der Figuren 3 und 4 verdeutlicht wird, können die Anströmverhältnisse bei größerem Volumenstrom dadurch verbessert werden, dass sich der Schaufelwinkel reduziert, was durch eine Streckung der Verdichterschaufeln 22 erreicht wird. Diese Streckung der in sich flexiblen Verdichterschaufeln 22 wird durch den Strömungsdruck selbst erreicht und nicht durch externe Stellelemente.

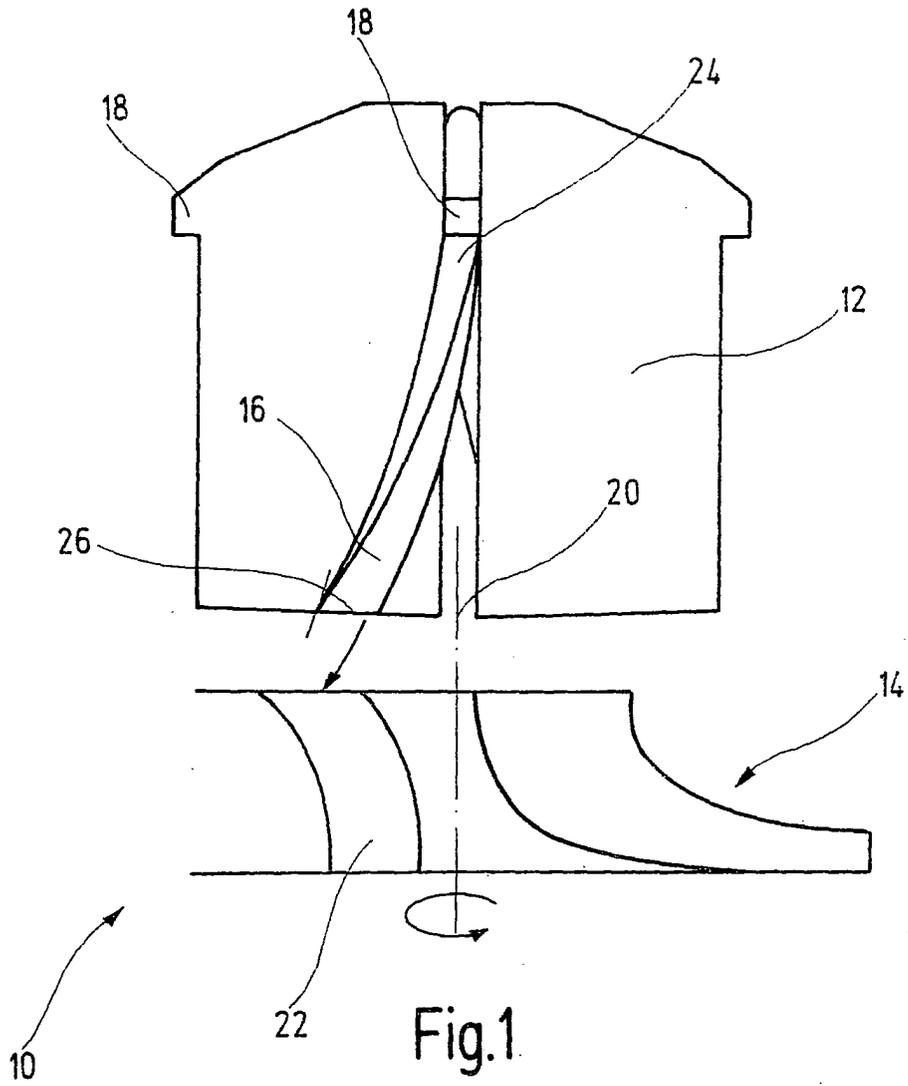
[0013] Bei höherem Massendurchsatz wird nur noch ein geringer Anströmdrall erzeugt, der sich bei entsprechendem Volumendurchsatz einem Wert von Null annähert.

[0014] Der erfindungsgemäße Vorleitstator 12 des Turboverdichters 10 ermöglicht somit eine Kennfelderweiterung des Verdichters und eine Verschiebung des

sen Pumpgrenze nach unten, so dass auch bei geringem Volumenstrom durch den Verdichter eine effektive Anströmung des Verdichterrads 14 ermöglicht ist.

Patentansprüche

1. Vorleitstator für Strömungsmaschinen, insbesondere für Turboverdichter, mit mehreren im Anströmbereich eines Verdichterrads angeordneten Eintrittsleitschaufeln, deren drallerzeugender Schaufelwinkel in Abhängigkeit eines Fluidvolumenstroms durch die Strömungsmaschine bzw. den Turboverdichter verstellbar ist, **gekennzeichnet durch** eine variable Verformung der Eintrittsleitschaufeln (16) bei sich verändernden Strömungsverhältnissen.
2. Vorleitstator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsleitschaufeln (16) aus einem verformbaren Material gefertigt und in sich flexibel sind.
3. Vorleitstator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eintrittsleitschaufeln (16) aus Kunststoff gefertigt sind.
4. Vorleitstator nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorleitstator (12) in axialer Richtung durchströmt wird.
5. Vorleitstator nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strömungsmaschine ein Radialverdichter mit axial durchströmtem Impeller (14) ist.
6. Vorleitstator nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine sich mit steigendem Volumenstrom verringernde Verformung der Eintrittsleitschaufeln (16).
7. Vorleitstator nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen variablen Schaufelwinkel der Eintrittsleitschaufeln (16) zwischen 0 Grad und ca. 85 Grad.
8. Vorleitstator nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Schaufelwinkel von ca. 0 Grad bei hohem Volumenstrom.
9. Vorleitstator nach einem der voranstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Schaufelwinkel von mehr als 50, vorzugsweise von bis zu ca. 85 Grad bei geringem Volumenstrom.



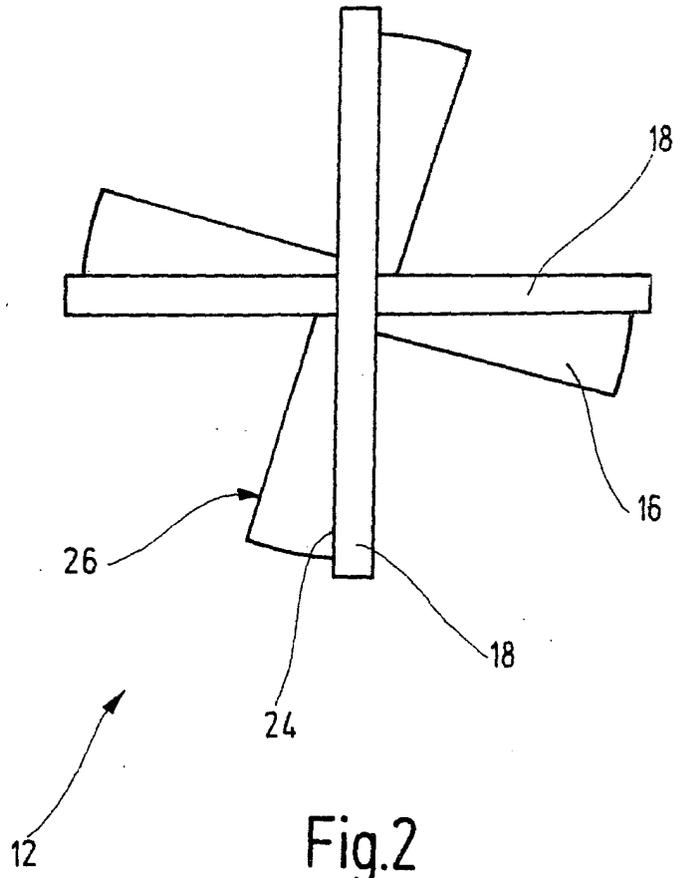
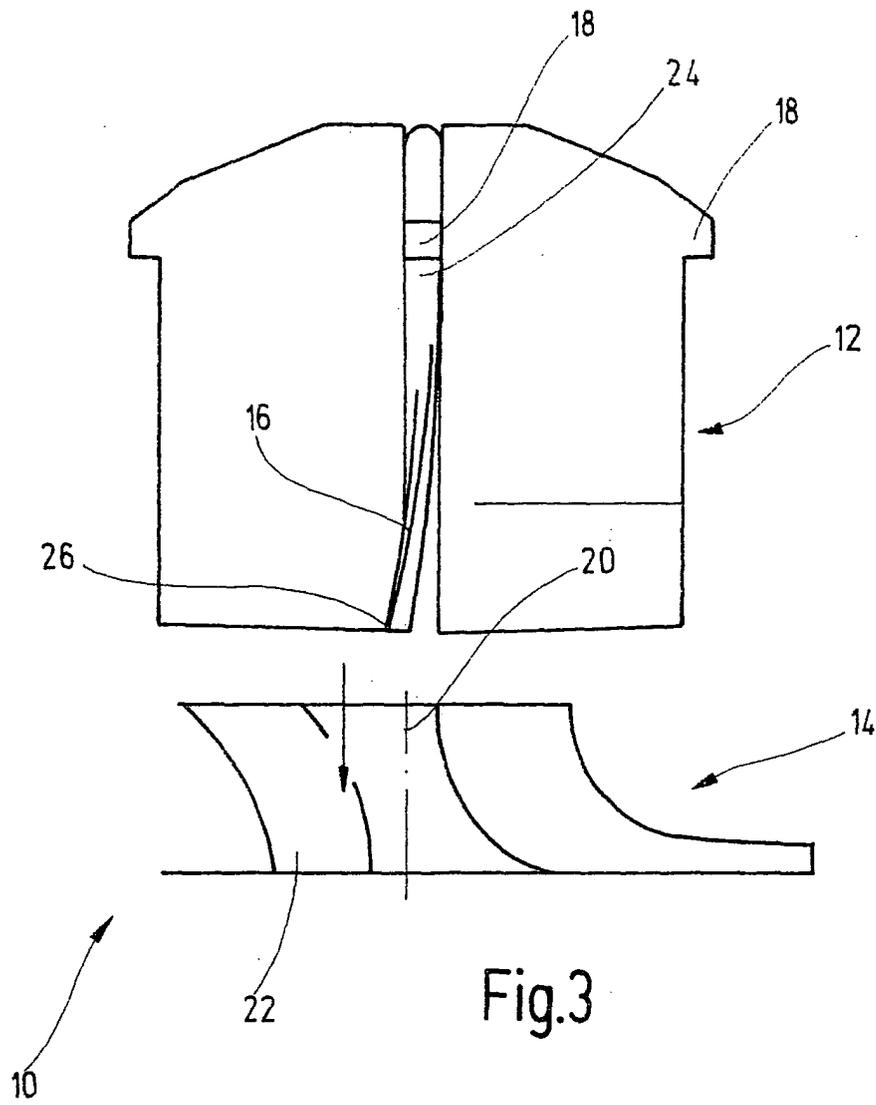


Fig.2



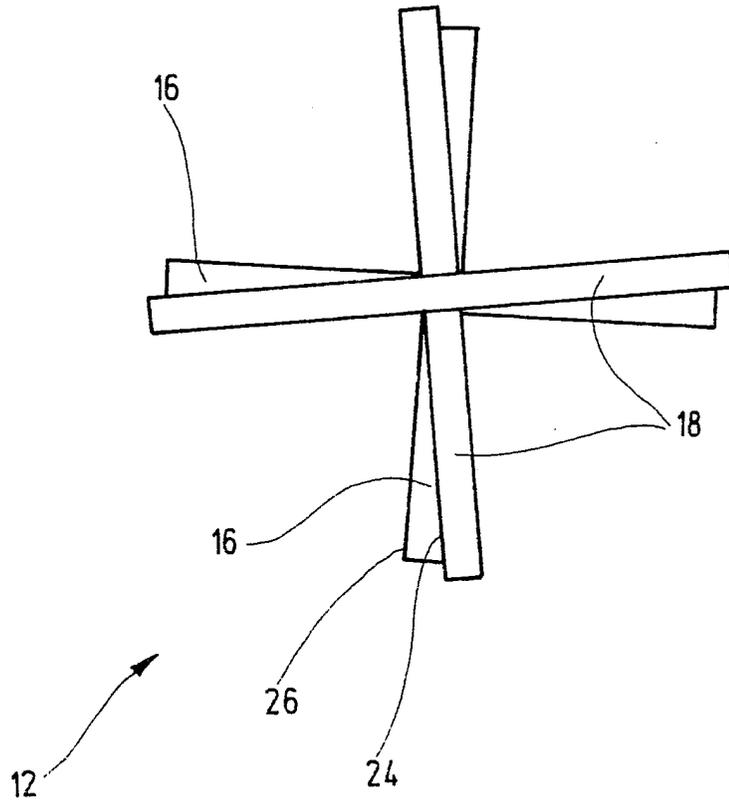


Fig.4