



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 36 461 A1** 2005.03.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 36 461.7**
(22) Anmeldetag: **05.08.2003**
(43) Offenlegungstag: **03.03.2005**

(51) Int Cl.7: **F03D 11/00**
B29C 70/54, B29C 70/08, B29C 70/20

(71) Anmelder:
Wobben, Aloys, 26607 Aurich, DE

(74) Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE-AS 12 642 66
DE 44 23 115 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

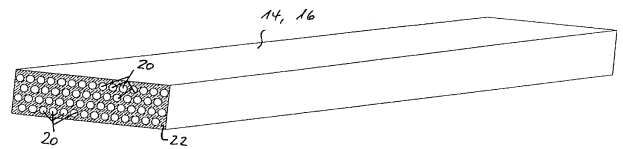
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes einer Windenergieanlage**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes in Faser-verbundbauweise mit den Schritten:

- Herstellen von die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen,
- Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
- Transportieren der Tragstruktur in die Schalen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die exotherme Reaktion beschränkt und die Gefahr von Ondulierungen verringert ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:

- Herstellen von die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen,
- Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
- Transportieren der Tragstruktur in die Schalen.

[0002] Weiterhin betrifft die Erfindung ein nach diesem Verfahren hergestelltes Rotorblatt und eine Windenergieanlage mit einem solchen Rotorblatt.

Stand der Technik

[0003] Ein derartiges Verfahren ist insbesondere im Bereich der Windenergie seit langem bekannt und erlaubt die Herstellung von Rotorblättern mit einer zuverlässigen Verbindung zwischen der Tragstruktur und den die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen, da jeweils die gleichen Materialien verwendet werden.

[0004] Dabei werden Halbschalen, z. B. aus Faserverbundwerkstoff, wie Glasfaser und Epoxidharz, hergestellt, welche die äußere Form des Rotorblatts bestimmen. Da solche Rotorblätter durchaus Längen von mehr als 50 Metern erreichen, treten Lasten auf, die aufgenommen und abgetragen werden müssen. Dies geschieht über die in dem Rotorblatt vorgesehene Tragstruktur.

[0005] Eine solche bekannte Tragstruktur besteht aus sogenannten Rowing-Gurten. Dabei handelt es sich um Stränge von Fasermaterial, wie Kohlefaser oder, bevorzugt wegen der geringen Kosten, Glasfaser. Diese Stränge erstrecken sich durchgehend über die gesamte Länge der Tragstruktur bzw. des Rotorblatts.

[0006] Um eine ausreichende Belastbarkeit zu erzielen, wird eine entsprechend große Anzahl dieser Rowing-Gurte verwendet. Diese werden vor dem Einlegen in die vorgefertigte Rotorblatt-Schale mit einem Polymer, wie z. B. Epoxidharz, getränkt. Die getränkten Rowing-Gurte werden dann an den vorgesehenen Stellen in die Schale des Rotorblattes eingelegt. Da das Rotorblatt aus dem gleichen Material hergestellt ist, ergibt sich eine ausgezeichnete Verbindung zwischen der Schale und den Rowing-Gurten.

[0007] Da diese Rowing-Gurte „nass“ in die Schale gelegt werden, kann es dabei jedoch leicht zu Verformungen kommen, da diese nassen Gurte nicht biegesteif sind. Solche Verformungen werden auch als „Ondulierungen“ bezeichnet und führen nach dem

Aushärten zu einer Federwirkung an dieser Stelle. Dadurch wird die Steifigkeit der Tragstruktur bzw. des Blattes beeinträchtigt.

[0008] Weiterhin ist das Aushärten des Polymers ein exothermer Vorgang, bei dem entsprechend Wärme nach außen abgegeben wird. Bei Tragstrukturen aus einer Vielzahl von Rowing-Gurten ist auch eine entsprechend große Menge von Epoxidharz erforderlich, um eine ausreichende Verbindung herzustellen. Entsprechend intensiv ist die exotherme Reaktion und entsprechend hoch ist die abgegebene Wärmemenge.

Aufgabenstellung

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die exotherme Reaktion beschränkt und die Gefahr von Ondulierungen verringert ist.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass vorgefertigte, biegesteife Komponenten in die Tragstruktur integriert werden. Dabei liegt der Erfindung die Erkenntnis zu Grunde, dass vorgefertigte Komponenten, auch wenn sie wiederum aus einem Faserverbundsystem, wie Kohlefaser- oder Glasfaser-Gurten und einem Polymer, aufgebaut sind, bereits ausgehärtet sind und somit eine entsprechende Verringerung des nass zu verarbeitenden Materials erlauben und somit zu einer verringerten exothermen Reaktion führen. Weiterhin tragen diese vorgefertigten Komponenten die nassen Bestandteile und tragen so zur Verhinderung der Ondulierungen, d.h. der unerwünschten Verformungen der Faserstränge, bei.

[0011] Natürlich können diese vorgefertigten Komponenten auch aus jedem anderen geeigneten Material bestehen. Dabei ist ein weiterer Vorteil der Verwendung vorgefertigter Komponenten, dass diese separat hergestellt und einer Qualitätskontrolle unterworfen werden können.

[0012] Durch die damit sichergestellte Qualität dieser Komponenten und die geringere Exothermie verbessert sich insgesamt auch die Qualität der Tragstrukturen.

[0013] Besonders bevorzugt weisen diese vorgefertigten Komponenten eine Länge auf, die im Wesentlichen der Länge der aufzubauenden Tragstruktur entspricht. Dadurch wird eine durchgehende Struktur verwirklicht, die ebenfalls einen durchgehenden Kraftfluss erlaubt.

[0014] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiel

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

[0016] **Fig. 1** eine vereinfachte Querschnittsdarstellung durch ein Rotorblatt;

[0017] **Fig. 2** eine vereinfachte Innenansicht einer Rotorblatt-Schale;

[0018] **Fig. 3** eine vereinfachte Darstellung einer bekannten Tragstruktur;

[0019] **Fig. 4** eine vereinfachte Darstellung einer erfindungsgemäßen Tragstruktur;

[0020] **Fig. 5** eine vergrößerte Querschnittsdarstellung einer erfindungsgemäßen, vorgefertigten Komponente; und

[0021] **Fig. 6** eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Tragstruktur.

[0022] In **Fig. 1** ist ein Rotorblatt **10** für eine Windenergieanlage vereinfacht im Querschnitt dargestellt. Dieses Rotorblatt umfasst eine obere Schale **11** und eine untere Schale **12**. In diesen Schalen **11** und **12** sind Tragstrukturen **14**, **16** vorgesehen, welche die am Rotorblatt **10** angreifenden Lasten aufnehmen und abtragen.

[0023] **Fig. 2** zeigt vereinfacht die Innenansicht einer solchen Schale **11**, **12**. An einer vorgegebenen Position einer Schale **11**, **12** ist eine Tragstruktur **14**, **16** vorgesehen, die sich über die gesamte Länge der Schale **11**, **12** und damit über die gesamte Länge des daraus hergestellten Rotorblatts erstreckt.

[0024] In **Fig. 3** ist wiederum vereinfacht der Aufbau einer bekannten Tragstruktur **14**, **16** dargestellt. Diese Tragstruktur ist aus Faserbündeln **20**, den sogenannten Rowing-Gurten, gebildet, die von einem Epoxidharz **22** umschlossen sind. Natürlich kann dieser Faserwirkstoff eine Kohlefaser, Glasfaser oder jede andere geeignete Faser sein. Weiterhin ist anzumerken, dass die in dieser Figur dargestellte kreisrunde Bündelung der Rowing-Gurte **20** nur der Veranschaulichung dient. In der Realität sind die Bündel beliebig verformt.

[0025] Bereits bei dieser Figur ist leicht erkennbar, dass eine solche (nasse) Anordnung von Gurten **20** und Epoxidharz **22** gerade bei den beträchtlichen Längen stets der Gefahr einer Verformung, sogenannter Ondulierungen, unterliegt.

[0026] **Fig. 4** zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer Tragstruktur **14**, **16**. Auch in dieser erfindungsgemäßen Tragstruktur **14**, **16** sind Ro-

wing-Gurte **20** vorgesehen, die in dem Epoxidharz **22** eingebettet sind. Allerdings sind hier deutlich die vorgefertigten Komponenten **24** zu erkennen, die in die erfindungsgemäße Tragstruktur **14**, **16** eingefügt sind. Diese können sich über die gesamte Länge erstrecken und bilden Lagen, die im Stande sind, die Rowing-Gurte **20** zu tragen.

[0027] Da die vorgefertigten Komponenten **24** bereits ihre End-Biegesteifigkeit aufweisen, bilden sie ein Stützgerüst, das Verformungen der Rowing-Gurte **20** verhindert. Entsprechend sind die damit aufgebauten Tragstrukturen **14**, **16** von hoher Qualität.

[0028] **Fig. 5** zeigt ein Beispiel einer vorgefertigten Komponente **24** vergrößert in einer querschnittlichen Ansicht. Wie in dieser Figur erkennbar ist, kann diese vorgefertigte Komponente **24** wiederum aus Rowing-Gurten **20** und Epoxidharz **22** aufgebaut sein. Allerdings ist sie zum Zeitpunkt des Einbaus in die Tragstruktur **14**, **16** bereits fertig ausgehärtet, führt aber durch die Materialwahl zu einer innigen Verbindung in der erfindungsgemäßen Tragstruktur **14**, **16** und stellt so einen einwandfreien Kraftfluss sicher.

[0029] **Fig. 6** zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Tragstruktur **14**, **16**. Dabei ist in dieser Figur zur Vereinfachung die Anordnung der Rowing-Gurte **20** zwischen den vorgefertigten Komponenten **24** nicht dargestellt. Weiterhin ist in dieser Figur erkennbar, dass die vorgefertigten Komponenten **24** hier nicht in einzelnen Spalten untereinander, sondern reihenweise versetzt zueinander angeordnet sind.

[0030] Diese Anordnung führt zu einer nochmals verbesserten Festigkeit der erfindungsgemäßen Tragstruktur **14**, **16**.

[0031] Das erfindungsgemäße Rotorblatt zeichnet sich durch eine erheblich bessere Stabilität aufgrund des Einsatzes der vorgefertigten Komponenten aus. Dabei können Zugkräfte aufgenommen werden, die deutlich größer sind als bei bisherigen Rotorblättern.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:
 – Herstellen von die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen,
 – Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
 – Transportieren der Tragstruktur in die Schalen, **dadurch gekennzeichnet**, dass vorgefertigte, biegesteife Komponenten (**24**) in die Tragstruktur (**14**, **16**) integriert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (**24**) aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt sind.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (**24**) einer vorgegebenen Länge verwendet werden.

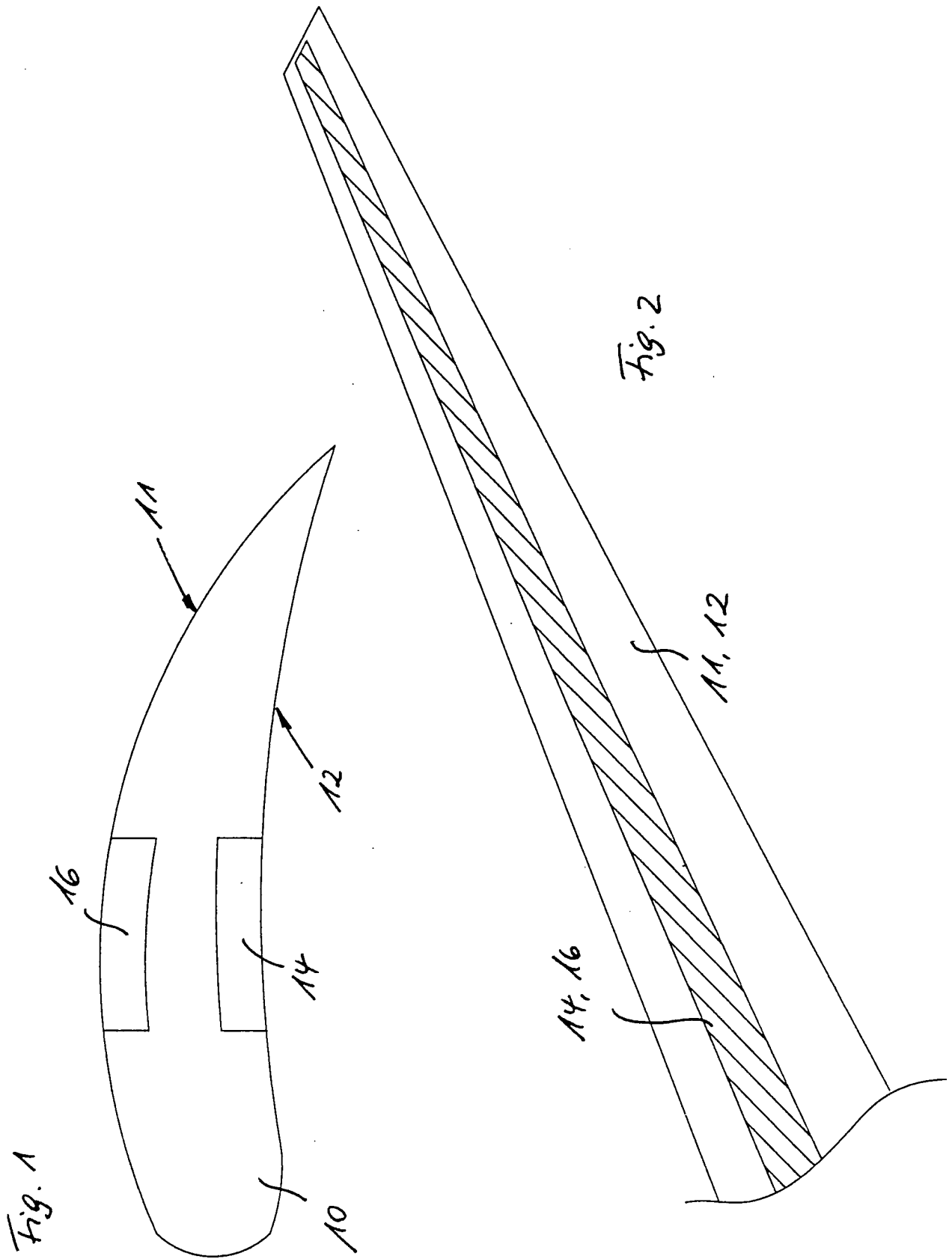
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass vorgefertigte Komponenten (**24**) verwendet werden, die sich im Wesentlichen über die volle Länge der Schalen (**11**, **12**) erstrecken.

5. Rotorblatt einer Windenergieanlage, wobei das Rotorblatt in einer Faserverbundbauweise ausgebildet ist und eine die äußere Kontur des Rotorblatts bildende Schale aufweist und innenseitig mit einer Tragstruktur versehen ist, welche vorgefertigte, biegesteife Komponenten (**24**) enthält.

6. Windenergieanlage mit einem Rotorblatt nach Anspruch 5.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



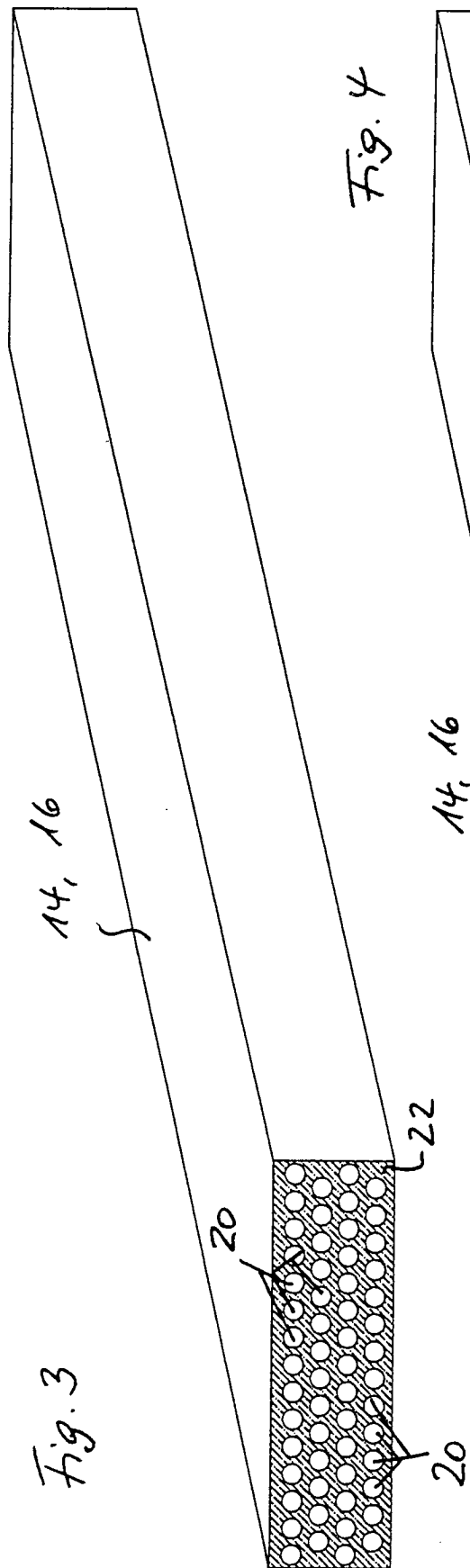


Fig. 4

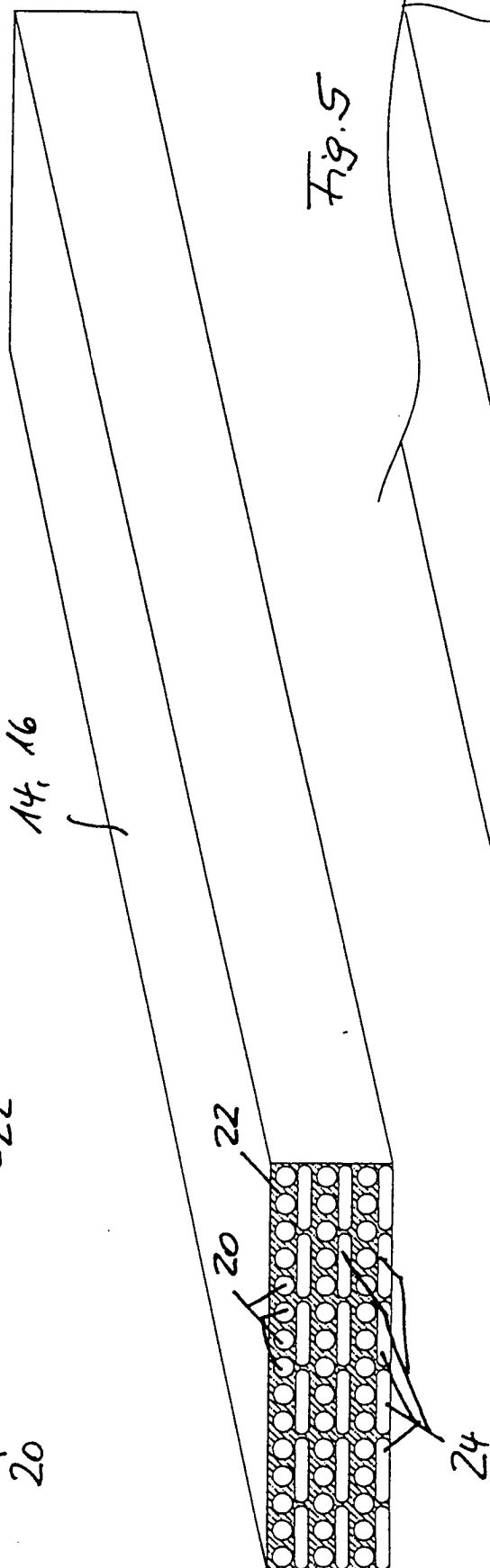


Fig. 5

