



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 35 958 B4 2004.12.02**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 35 958.6**
 (22) Anmeldetag: **08.08.1998**
 (43) Offenlegungstag: **17.02.2000**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **02.12.2004**

(51) Int Cl.7: **F03D 3/06**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Morrigan GmbH, 85435 Erding, DE

(74) Vertreter:
Patentanwälte PETRA & KOLLEGEN, 85570 Markt Schwaben

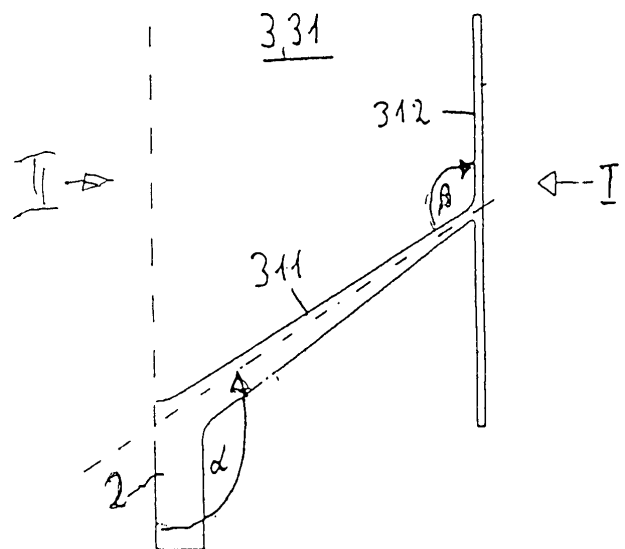
(72) Erfinder:
Moser, Josef, 85435 Erding, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 35 17 752 C2
DE 34 35 458 C2
DE 37 03 473 A1
DE 35 29 474 A1
DE 33 00 083 A1
DE 33 00 049 A1
DE 28 21 899 A1
DE 28 04 919 A1
DE 87 01 743 U1

DE 87 01 224 U1
DE 27 57 266 B1
US 52 69 647
US 45 25 124
US 45 04 192
US 45 00 257
US 44 30 044
US 43 29 116
US 42 64 279
US 41 15 032
US 40 82 479
US 40 50 246
US 40 12 163
US 39 30 750
US 39 18 839
WO 84 04 362 A1
CD-ROM PAJ: Patent Abstracts of Japan,JP06330843A;

(54) Bezeichnung: **Durch Windkraft antreibbarer Rotor**

(57) Hauptanspruch: Durch Windkraft antreibbarer Rotor (1) mit vertikaler Welle (2) und einem Rotorarmsystem (3), das radial an der vertikalen Welle (2) befestigt ist, wobei das Rotorarmsystem (3) mehr als ein Rotorarmsystemelement (31, ...) aufweist, und wobei das Rotorarmsystemelement (31) aus einem an der vertikalen Welle (2) befestigten ersten Armelement (311) und aus einem zweiten Armelement (312) langgestreckter Form besteht, das an dem ersten Armelement (311) befestigt ist, wobei das erste Armelement (311) ein Tragflächenprofil (Q311) hat, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Armelement (311) abgechrägt gegenüber der vertikalen Welle (2) ist, und daß das erste Armelement (311) und das zweite Armelement (312) einstückig ausgebildet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen durch Windkraft antreibbaren Rotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Es sind bereits durch Windkraft antreibbare Rotoren unterschiedlichster Ausführung bekannt. Derartige Rotoren sind beispielsweise aus US-Patent 4,050,246, DE 35 17 752 C2, DE 35 29 474 A1, DE 28 21 899 A1, DE 33 00 083 A1, DE 87 01 743 U1, DE 33 00 049 A1, DE 37 03 473 A1, US-Patent 4,329,116, US-Patent 4,082,479, DE 27 57 266 B1, DE 28 04 919 A1, US-Patent 4,504,192, US-Patent 3,930,750, US-Patent 4,264,279, US-Patent 4,115,032, US-Patent 4,500,257, US-Patent 3,918,839, US-Patent 4,012,163, DE 87 01 224 U1, US-Patent 4,430,044, US-Patent 5,269,647, WO 84/04362 A1, CD-ROM PAJ Patent Abstracts of Japan, JP 06330843 A und US-Patent 4,525,124 bekannt.

[0003] Aus dem US-Patent 4,430,044 ist ein Rotor bzw. eine Vertikalwindturbine bekannt, bei der waagerechte erste Rotorarmelemente und an deren Enden senkrecht zu diesen zweite Rotorarmelemente vorgesehen sind. Bei dieser bekannten Anordnung ist es zum Selbstanlaufen des Rotors notwendig, die Ausrichtung der Rotorarmelemente (Rotorblätter) zum Wind verstellbar auszugestalten. Hierzu ist eine aufwendige Steuervorrichtung vorgesehen. Darüber hinaus ist auch noch eine Vorrichtung zur Steuerung des Anstellwinkels der Rotorblätter erforderlich.

[0004] Aus DE 34 35 458 C2 ist ein durch Windkraft antreibbarer Rotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. Der bekannte Rotor weist Rotorarme (8) auf, die horizontal gegenüber einer vertikalen Welle angeordnet sind (Fig. 11 und Fig. 12), wobei die horizontal angeordneten Rotorarme strömungsorientierte Profile oder strömungsneutrale Profile aufweisen. Die Rotorarme können gahetartig ausgebildet sein (Fig. 14).

Aufgabenstellung

[0005] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Rotor zu schaffen, der bereits bei vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten selbstanläuft.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Rotar gelöst, der in den Ansprüchen definiert ist.

[0007] Die Erfindung ist mit einer Mehrzahl von Vorteilen verbunden. Die abgeschrägte Anordnung des ersten Armelements bildet eine Windangriffsfläche,

die das Selbstanlaufen des erfindungsgemäßen Rotors ermöglicht. Der erfindungsgemäße Rotor ist vergleichsweise einfach aufgebaut und benötigt weder eine Steuerungsvorrichtung, mit der die Rotorarme zum Wind ausgerichtet werden müßten, noch benötigt der erfindungsgemäße Rotor eine Vorrichtung zur Steuerung von Anstellwinkeln.

[0008] Die Rotorarme des erfindungsgemäßen Rotors weisen ein in vergleichsweise einfacher Weise herstellbares Querschnittsprofil auf. Vorzugsweise sind die Querschnittsprofile des ersten und des zweiten Armelements gleichförmig ausgestaltet.

[0009] Der erfindungsgemäße Rotor, bei dem ein erstes Armelement um etwa 45° gegenüber der vertikalen Rotorwelle abgeschrägt ist, zeichnet sich durch einen besonders hohen Wirkungsgrad sowohl hinsichtlich der Selbstanlaufcharakteristik als auch hinsichtlich der Leistungsaufnahme aus.

[0010] Der erfindungsgemäße Rotor beginnt bereits bei vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten von wenigen Metern/Sekunde selbstanlaufen.

[0011] Bei vergleichsweise hohen Windgeschwindigkeiten ist der erfindungsgemäße Rotor nicht abzuschalten, weil er sich in seinem Drehmoment selbst stabilisiert.

[0012] Bei der einstückigen Ausbildung von erstem und zweitem Armelement sind keine besonderen Verbindungselemente vorzusehen, so daß auch insoweit der Rotor in einfacher Weise herstellbar ist und ohne Gefahr mechanischer Probleme entsprechender Verbindungselemente arbeitet.

[0013] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Rotors besteht darin, daß dieser nahezu geräuschlos arbeitet.

[0014] Der Wirkungsgrad des erfindungsgemäßen Rotors wird noch weiter verbessert, wenn das erste Armelement und/oder das zweite Armelement eine Oberfläche mit aus der Grundfläche vorstehenden Erhebungen aufweist. Diese Erhebungen sind in Draufsicht auf die Oberfläche jeweils von zwei Begrenzungslinien umrandet, von denen die eine Begrenzungslinie länger ist und eine größere Krümmung aufweist als die andere Begrenzungslinie.

Ausführungsbeispiel

[0015] Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung beschrieben.

[0016] Es zeigt

[0017] Fig. 1 Seitenansichten eines Rotorarmsystems einer bevorzugten ersten und zweiten

Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotors;

[0018] Fig. 2 eine Frontansicht des Rotorarmsystemelements nach Fig. 1;

[0019] Fig. 3 eine Rückansicht des Rotorarmsystemelements nach Fig. 1;

[0020] Fig. 4 eine Draufsicht eines Rotorarmsystemelements nach Fig. 1;

[0021] Fig. 5 Querschnittprofile ausgewählter Bereiche des Rotorarmsystemelements nach Fig. 1;

[0022] Fig. 6 und 7 eine Draufsicht und eine Frontansicht eines erfindungsgemäßen Rotors mit zwei Rotorarmsystemelementen;

[0023] Fig. 8 und 9 eine Draufsicht und eine Frontansicht eines erfindungsgemäßen Rotors mit drei Rotorarmsystemelementen;

[0024] Fig. 10 eine Seitenansicht eines Rotorarmsystemelements einer bevorzugten dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotors; und

[0025] Fig. 11 bis 13 Ausführungsbeispiele einer Oberflächengestaltung eines Rotorarmsystemelements.

[0026] Der erfindungsgemäße Rotor weist eine vertikale Welle 2 auf, an der ein Rotorarmsystem 3 angeordnet ist. Das Rotorarmsystem 3 kann unterschiedliche Rotorarmsystemelemente aufweisen. Fig. 1a zeigt eine Seitenansicht eines Rotorarmsystemelements 31 einer bevorzugten ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotors.

[0027] An der vertikalen Welle 2 ist über eine Nabe radial das Rotorarmsystem 3 befestigt. Wie noch beschrieben wird, weist das Rotorarmsystem 3 mehr als ein Rotorarmsystemelement auf, wie dies beispielhaft in den Fig. 6, 7, Fig. 8 und 9 dargestellt ist. Mit der Nabe und der vertikalen Welle 2 kann in üblicher Weise ein in der Fig. 1 nicht dargestellter Generator zur Stromerzeugung und/oder ein Windmeßgerät verbunden sein.

[0028] In Fig. 1a ist lediglich ein Rotorarmsystemelement 31 dargestellt. Dieses Rotorarmsystemelement 31 besteht aus einem ersten Armelement 311 und aus einem zweiten Armelement 312. Das zweite Armelement 312, das wie das erste Armelement 311 eine langgestreckte Form hat, ist vorzugsweise in seinem Mittelbereich an dem ersten Armelement 311 in der Weise angeordnet, daß sich das zweite Armelement 312 beidseitig des ersten Armelements 311 erstreckt und somit zwei freie Enden aufweist. Die Länge des zweiten Armelements 312 unterhalb des ersten Armelements 311 kann auch ungleich der Län-

ge des zweiten Armelements 312 oberhalb des ersten Armelements 311 sein.

[0029] Das erste Armelement 311 ist bei der in Fig. 1a dargestellten Ausführungsform nach oben gegenüber der vertikalen Welle 2 bzw. der Drehachse des Rotors abgeschrägt ausgebildet. Das abgeschrägte erste Armelement 311, das wie noch beschrieben wird, ein Tragflächenprofil aufweist, bietet eine Windangriffsfläche und ermöglicht das Selbstanlaufen des Rotors. Diese Windangriffsfläche ist gegenüber Rotoren nach dem Stand der Technik größer, bei denen anstelle des ersten aerodynamisch wirksamen Armelements 311 lediglich aerodynamisch praktisch nicht wirksame Streben oder Stützen für ein senkrecht angeordnetes Rotorblatt vorgesehen sind.

[0030] Der Bereich des Winkels α zwischen vertikaler Welle 2 und erstem Armelement 311 wird in Abhängigkeit einer vorgebbaren Selbstanlaufcharakteristik des Rotors etwa 110° bis 170° gewählt; vorzugsweise ist α gleich 135° .

[0031] Das erste Armelement 311 kann jedoch auch nach unten abgeschrägt gegenüber der vertikalen Welle 2 bzw. der Drehachse des Rotors ausgebildet sein. In diesem Fall beträgt vier Bereich des Winkels α zwischen vertikaler Welle 2 und erstem Armelement 311 etwa 20° bis 80° ; vorzugsweise ist in diesem Fall α gleich 45° . Auch in diesem Fall bietet das abgeschrägte erste Armelement 311 eine Windangriffsfläche und ermöglicht das Selbstanlaufen des Rotors.

[0032] Das zweite Armelement 312 ist um einen Winkel β ungleich 90° gegen das erste Armelement 311 abgeschrägt. Für den Fall, daß das erste Armelement gegenüber der vertikalen Welle nach oben abgeschrägt ist, beträgt der Bereich des Winkels β zwischen erstem Armelement 311 und zweitem Armelement 312 vorzugsweise gleich 135° , so daß das zweite Armelement 312 in etwa parallel zu der vertikalen Welle 2 angeordnet ist. Für den Fall, daß das erste Armelement gegenüber der vertikalen Welle nach unten abgeschrägt ist, beträgt der Bereich des Winkels β zwischen erstem Armelement 311 und zweitem Armelement 312 vorzugsweise gleich 45° , so daß das zweite Armelement 312 auch in diesem Fall in etwa parallel zu der vertikalen Welle 2 angeordnet ist.

[0033] Das zweite Armelement 312 kann aber auch nicht parallel zu der vertikalen Welle 2 angeordnet sein. Diese Anordnung ist in Fig. 1b beispielhaft dargestellt. Dabei besteht das zweite Armelement 312 aus zwei Winkelschenkeln 3121, 3122, die an ihrem Verbindungspunkt an dem ersten Armelement 311 angeordnet sind, und zwar an dem der vertikalen Welle 2 abgewandten Ende. Die Winkelschenkel

3121, 3122 haben einen Öffnungswinkel γ , der kleiner als 180° ist.

[0034] Bei dem in **Fig. 1a** dargestellten Ausführungsbeispiel sind das erste Armelement **311** und das zweite Armelement **312** einstückig ausgebildet. Weiterhin sind auch die vertikale Welle **2** bzw. die Nahe und das erste Armelement **311** einstückig ausgebildet, so daß im vorliegenden Fall die Welle **2** bzw. die Nabe, erstes Armelement **311** und zweites Armelement **312** einstückig ausgebildet sind. Die einstückige Ausbildung von vertikaler Welle **2** und erstem Armelement **311** bzw. von erstem und zweitem Armelement zeichnet sich durch eine vergleichsweise hohe mechanische Stabilität der Rotoranordnung aus.

[0035] Die Länge des ersten Armelements **311** und die Länge des zweiten Armelements **312** werden in Abhängigkeit der am Einsatzort des Rotors herrschenden Windverhältnisse und der gewünschten Leistungsaufnahme des Rotors gewählt.

[0036] Das erste Armelement **311** und/oder das zweite Armelement **312** können einen hohlen Innenraum aufweisen. Die Armelemente **311, 312** können auch nur zum Teil hohl ausgestaltet sein und mehrere Hohlräume aufweisen. Damit wird ein vergleichsweise geringes Gesamtgewicht der Rotoranordnung erzielt.

[0037] **Fig. 2** zeigt eine Frontansicht (vgl. den in **Fig. 1** von rechts nach links weisenden Pfeil I) des in **Fig. 1** dargestellten Rotorarmsystemelements **31** mit dem ersten Armelement **311**, dem zweiten Armelement **312** und der vertikalen Welle **2**. Das erste Armelement **311** verjüngt sich zu seiner der Drehachse abgewandten Seite, also zu dem Bereich, an dem das zweite Armelement **312** angeordnet ist. Das zweite Armelement **312** hat in dem in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsbeispiel eine langgestreckte, im wesentlichen rechteckige Form; alternativ hierzu kann sich das zweite Armelement **312** zu seinen zwei äußeren Bereichen (in **Fig. 1**: oben und unten) verjüngen.

[0038] **Fig. 3** zeigt eine Rückansicht (vgl. den in **Fig. 1** von links nach rechts weisenden Pfeil II) des in **Fig. 1** dargestellten Rotorarmsystemelements **31** mit dem ersten Armelement **311**, dem zweiten Armelement **312** und der vertikalen Welle **2**.

[0039] Die sich verjüngende Ausformung des ersten Armelements **311** ist auch in der Draufsicht des Rotorarmsystemelements in **Fig. 4** dargestellt. **Fig. 4** zeigt oben rechts das Querschnittsprofil des zweiten Armelements **312** in vergrößerter Darstellung.

[0040] **Fig. 5a** zeigt ein Beispiel eines Querschnittsprofils des zweiten Armelements **312** und **Fig. 5b** zeigt ein Beispiel eines Querschnittsprofils des ers-

ten Armelements **311**. Das Querschnittsprofil Q311 des ersten Armelements **311** (Schnitt B-B in **Fig. 3**) und das Querschnittsprofil Q312 des zweiten Armelements **312** (Schnitt A -A in **Fig. 3**) haben eine (bezüglich jeweils einer in **Fig. 5a** und **5b** eingezeichneten horizontalen Mittellinie) symmetrische Querschnittsprofilfläche QF311, QF312. Die Querschnittsprofile Q311, Q312 sind Tragflächenprofile.

[0041] Das Querschnittsprofil Q311 des ersten Armelements **311** und das Querschnittsprofil Q312 des zweiten Armelements **312** sind insbesondere gleichförmig, wie dies beispielhaft anhand von **Fig. 5a** und **5b** gezeigt ist. Die Querschnittsprofilfläche QF311 des ersten Armelements **311** ist größer als die Querschnittsprofilfläche QF312 des zweiten Armelements **312**.

[0042] **Fig. 6** und **7** zeigen in Drauf- und Frontansicht einen Rotor **1** mit einem Rotorarmsystem **3**, das aus zwei Rotorarmsystemelementen **31, 32** besteht, die in gleichen Winkelabständen (180°) zueinander angeordnet sind, und **Fig. 8** und **9** zeigen in Drauf- und Frontansicht einen Rotor **1** mit einem Rotorarmsystem **3**, das aus drei Rotorarmsystemelementen **31, 32, 33** besteht, die in gleichen Winkelabständen (120°) zueinander angeordnet sind.

[0043] Die Rotorarmsystemelemente **31, 32** und **33** weisen jeweils ein erstes Armelement **311, 321, 331** und ein zweites Armelement **312, 322, 332** auf, die vorzugsweise in gleicher Weise ausgestaltet sind.

[0044] Bei dem in den **Fig. 6** und **7** dargestellten Ausführungsbeispiel sind das erste Armelement **311** und das zweite Armelement **312** so angeordnet, daß die spitz zulaufende Querschnittsprofilfläche (rechts in den **Fig. 5a** und **5b**) in **Fig. 6** nach oben weisen (siehe die separate Darstellung der Querschnittsprofilfläche des zweiten Armelements **312** rechts in **Fig. 6**), während das erste Armelement **321** und das zweite Armelement **322** so angeordnet sind, daß die spitz zulaufende Querschnittsprofilfläche (rechts in den **Fig. 5a** und **5b**) in **Fig. 6** nach unten weisen. (siehe die separate Darstellung der Querschnittsprofilfläche des zweiten Armelements **322** links in **Fig. 6**).

[0045] Bei dem in den **Fig. 8** und **9** dargestellten Ausführungsbeispiel sind die ersten Armelemente **311, 321, 331** und die zweiten Armelemente **312, 322, 332** in entsprechender Weise ausgebildet. Die Ausgestaltung der Querschnittsprofilfläche der zweiten Armelemente **312, 322** und **332** ist in **Fig. 8** separat in vergrößertem Maßstab dargestellt.

[0046] **Fig. 10** zeigt eine Seitenansicht eines Rotorarmsystemelements **31** einer bevorzugten dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Rotors. An der vertikalen Welle **2** ist über eine Nabe radial das Rotorarmsystem **3** befestigt. Das Rotorarmsyste-

melement **31** besteht aus einem ersten Armelement **311** und aus einem zweiten Armelement **312**. Das zweite Armelement **312**, das wie das erste Armelement **311** eine langgestreckte Form hat, ist an einem seiner Enden an dem ersten Armelement **311** angeordnet. Das zweite Armelement **312** ist also an einem seiner Enden mit dem ersten Armelement **311** so verbunden, daß das zweite Armelement **312** ein freies Ende (oben in **Fig. 10**) aufweist.

[0047] Das erste Armelement **311** ist bei der in **Fig. 10** dargestellten Ausführungsform ebenfalls nach oben gegenüber der vertikalen Welle **2** bzw. der Drehachse des Rotors abgeschrägt ausgebildet. Die Dimensionierung der Winkel α und β (**Fig. 1a**) sowie die weitere Ausgestaltung des Rotorarmsystemelements **31**, insbesondere die Querschnittsprofile können der Ausgestaltung des Rotorarmsystemelements entsprechen, das in den **Fig. 1a** und **1b** dargestellt ist.

[0048] Während das Rotorarmsystemelement **31**, das in **Fig. 1** dargestellt ist, aufgrund der vergleichsweise großen Fläche des zweiten Armelements **312** eine vergleichsweise große Rotorfläche aufweist, zeichnet sich das in **Fig. 10** dargestellte Rotorarmsystemelement mit seiner vergleichsweise kleinen Fläche des zweiten Armelements **312** durch geringeren Materialverbrauch, geringeres Gewicht auch dadurch aus, daß die gesamte Fläche des zweiten Armelements **312** praktisch unbeeinflusst durch das erste Armelement **311** zu der Drehbewegung des Rotors beiträgt. Demgegenüber verdeckt bei der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform des Rotorarmsystemelements **31** das erste Armelement **311** einen Teil des zweiten Armelements **312** (unterer Teil des zweiten Armelements **312**), so daß dieser Teil des zweiten Armelements nur eingeschränkt zu der Drehbewegung des Rotors beiträgt. Andererseits verdeckt dieser (untere) Teil des zweiten Armelements das erste Armelement, so daß insoweit die Selbstanlaufwirkung geringfügig reduziert wird. Andererseits ermöglicht die vergleichsweise große Rotorfläche des Rotors nach **Fig. 1** eine vergleichsweise große Leistungsaufnahme im eingeschwungenen Betrieb.

[0049] **Fig. 11** zeigt in Draufsicht (**Fig. 11a**) und Querschnitt (**Fig. 11b**) eine Ausgestaltung der Oberfläche **12** des ersten Armelements **311** und/oder des zweiten Armelements **312**, wobei das erste bzw. das zweite Armelement **311**, **312** eine andere als die in **Fig. 11a** dargestellte Form haben kann.

[0050] Diese Ausgestaltung der Oberfläche ist aus der Internationalen Patentanmeldung WO 95/11388 A1 des Erfinders der vorliegenden Anmeldung an sich bekannt. Die Oberfläche **12** weist aus der Rotorarmgrundfläche **16** vorstehende Erhebungen **14** auf. Die Erhebungen sind in Draufsicht auf die Oberfläche jeweils von zwei Begrenzungslinien **18** und **20**

umrandet, von denen die eine, nach außen gekrümmte Begrenzungslinie **18** länger ist und eine größere Krümmung aufweist als die andere, gerade verlaufende Begrenzungslinie **20**, so daß sich die Querschnittsfläche eines Tragflügels ergibt. Die Begrenzungslinien **20** sind zum Beispiel senkrecht zu einem vorderen Begrenzungsrand **22** des ersten bzw. zweiten Armelements **311**, **312** ausgerichtet.

[0051] Wie **Fig. 12a** zeigt, sind die Erhebungen **14** beispielsweise derart nebeneinander angeordnet, daß jeweils neben einer Begrenzungslinie **18** mit größerer Krümmung einer Erhebung eine Begrenzungslinie mit kleinerer Krümmung einer folgenden Erhebung liegt. Mehrere Erhebungen können hintereinander in Reihe angeordnet sein, wobei mehrere Reihen **24**, **26** von Erhebungen nebeneinander liegen können. Dabei können in den durch die Erhebungen gebildeten Reihen die jeweilige Begrenzungslinie mit größerer Krümmung der hintereinander liegenden Erhebungen in einer Richtung gerichtet sein. Die Begrenzungslinie mit größerer Krümmung der hintereinander liegenden Erhebungen kann auch jeweils abwechselnd in entgegengesetzte Richtungen weisen.

[0052] Wie **Fig. 12b** zeigt, kann die Höhe der Erhebungen bei nebeneinander angeordneten Reihen von Erhebungen unterschiedlich sein, ebenso kann die Höhe der Erhebungen von hintereinander angeordneten Erhebungen unterschiedlich sein.

[0053] Die Erhebungen können zu ihrem von der Grundfläche wegweisenden Ende hin gekrümmt sein.

[0054] Die Oberfläche der Erhebungen, welche der Grundfläche gegenüberliegt, verläuft parallel zur Grundfläche oder ist schräg zur Grundfläche angeordnet, während die seitlichen Begrenzungsflächen der Erhebungen jeweils senkrecht zur Grundfläche ausgerichtet sind. Weiterhin kann, wie in den **Fig. 13a** und **13b** dargestellt, die Oberfläche vergleichsweise hohe Erhebungen **14'** aufweisen, die eine Grobstruktur bilden, wobei auf dieser Grobstruktur vergleichsweise niedrige Erhebungen **14''** ausgebildet sein können, die eine Feinstruktur bilden.

[0055] Bei den dargestellten Ausführungsformen, bei denen die vertikale Welle **2** einstückig mit dem Rotorarmsystem **3** ausgebildet ist, kann ein Drehlager im Boden gekapselt sein. Dadurch ist es in vorteilhafter Weise vor Witterungseinflüssen geschützt.

[0056] Der Rotor kann beispielsweise auf einem Gebäude, auf einem Mast, der gegebenenfalls durch Halteseile abgespannt ist, und/oder auf einem Schwimmkörper angeordnet sein.

[0057] Die vertikale Weile **2**, das erste Armelement **311** und/oder das zweite Armelement **312** bestehen

aus Kunststoff, insbesondere Verbundwerkstoff Eine bevorzugte Ausführungsform des Rotors besteht aus glasfaserverstärktem Verbundwerkstoff GFK oder aus karbonfaserverstärktem Verbundwerkstoff CFK. Weiterhin kann der Rotor aus Holz und/oder aus Metall bestehen.

[0058] Der Rotor kann aus vorgefertigten Teilen bestehen, die am Einsatzort in einer vergleichsweise kurzen Zeit zusammengefügt werden.

Patentansprüche

1. Durch Windkraft antreibbarer Rotor (1) mit vertikaler Welle (2) und einem Rotorarmsystem (3), das radial an der vertikalen Welle (2) befestigt ist, wobei das Rotararmsystem (3) mehr als ein Rotorarmsystemelement (31, ...) aufweist, und wobei das Rotorarmsystemelement (31) aus einem an der vertikalen Welle (2) befestigten ersten Armelement (311) und aus einem zweiten Armelement (312) langgestreckter Form besteht, das an dem ersten Armelement (311) befestigt ist, wobei das erste Armelement (311) ein Tragflächenprofil (Q311) hat, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Armelement (311) abgeschrägt gegenüber der vertikalen Welle (2) ist, und daß das erste Armelement (311) und das zweite Armelement (312) einstückig ausgebildet sind.

2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vertikale Welle (2) einstückig mit dem ersten und dem zweiten Armelement (312) ausgebildet sind.

3. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Armelement (312) aus zwei Winkelschenkeln (3121, 3122) besteht, die an ihrem Verbindungspunkt an dem der vertikalen Welle (2) abgewandten Ende des ersten Armelements (311) angeordnet sind, und daß die Winkelschenkel (3121, 3122) einen Öffnungswinkel haben, der gleich oder kleiner als 180° ist.

4. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Armelement (312) in seinem Mittelbereich mit dem ersten Armelement (311) so verbunden ist, daß das zweite Armelement (312) zwei freie Enden aufweist.

5. Rotor nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Armelement (312) an einem seiner Enden mit dem ersten Armelement (311) so verbunden ist, daß das zweite Armelement (312) ein freies Ende aufweist.

6. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Armelement (311) ein erstes Querschnittsprofil (Q311) und das zweite Armelement (312) ein zweites Querschnittsprofil (Q312) aufweist, und daß das erste und

das zweite Querschnittsprofil (Q311, Q312) gleichförmig sind.

7. Rotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Querschnittsprofil (Q311) eine Fläche (QF311) hat, die größer als die Fläche (QF312) des zweiten Querschnittsprofils (Q312) ist.

8. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Armelement (311) in einem Winkelbereich von etwa 20° bis etwa 80° gegen die vertikale Welle (2) nach oben oder nach unten abgeschrägt ist.

9. Rotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Armelement (311) um einen Winkel (α) von etwa 45° gegen die vertikale Welle (2) nach oben oder nach unten abgeschrägt ist.

10. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Armelement (312) um einen Winkel (β) ungleich 90° gegen das erste Armelement (311) abgeschrägt ist.

11. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Armelement (312) nicht parallel zu der vertikalen Welle (2) angeordnet ist.

12. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich das erste Armelement (311) zu seiner der vertikalen Welle (2) abgewandten Seite verjüngt.

13. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Armelement (311) und/oder das zweite Armelement (312) einen hohlen Innenraum aufweist.

14. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Rotorarmsystem (3) aus zwei oder drei Rotorarmsystemelementen (31, 32, 33) besteht, die in gleichen Winkelabständen zueinander angeordnet sind.

15. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Armelement (311) und/oder das zweite Armelement (312) eine Oberfläche mit aus der Grundfläche vorstehenden Erhebungen (14) aufweist, daß die Erhebungen in Draufsicht auf die Oberfläche jeweils von zwei Begrenzungslinien (18, 20) umrandet sind, von denen die eine Begrenzungslinie (18) länger ist und eine größere Krümmung aufweist als die andere Begrenzungslinie (20).

16. Rotor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebungen (14) derart nebeneinander angeordnet sind, daß jeweils neben einer Begrenzungslinie (18) mit größerer Krümmung einer Er-

hebung eine Begrenzungslinie (20) mit kleinerer Krümmung einer folgenden Erhebung liegt.

17. Rotor nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebungen (14) zu ihrem von der Grundfläche (16) wegweisenden Ende hin gekrümmt sind.

18. Rotor nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Armelement (311) und/oder das zweite Armelement (312) aus Kunststoff aus Verbundwerkstoff, aus Holz und/oder aus Metall besteht.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

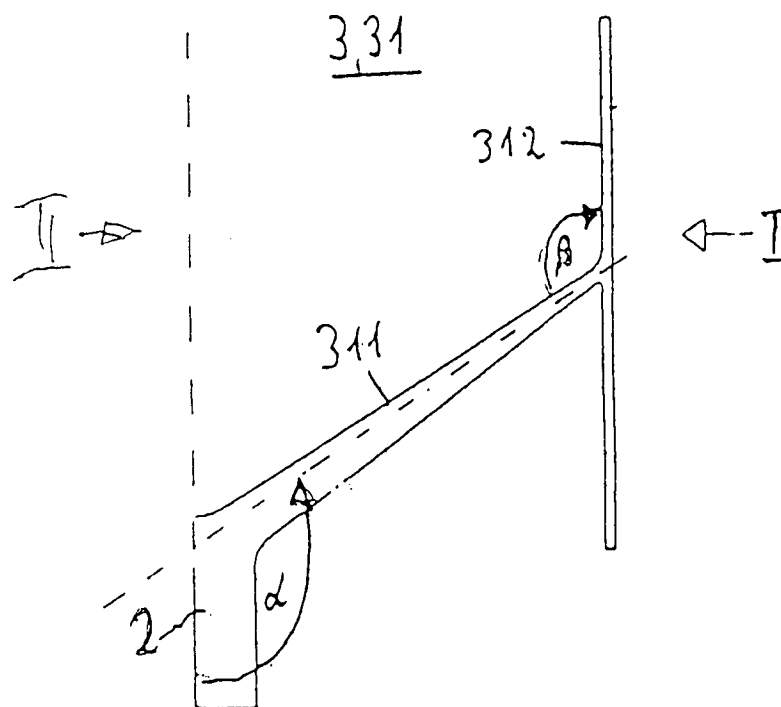


Fig. 1a

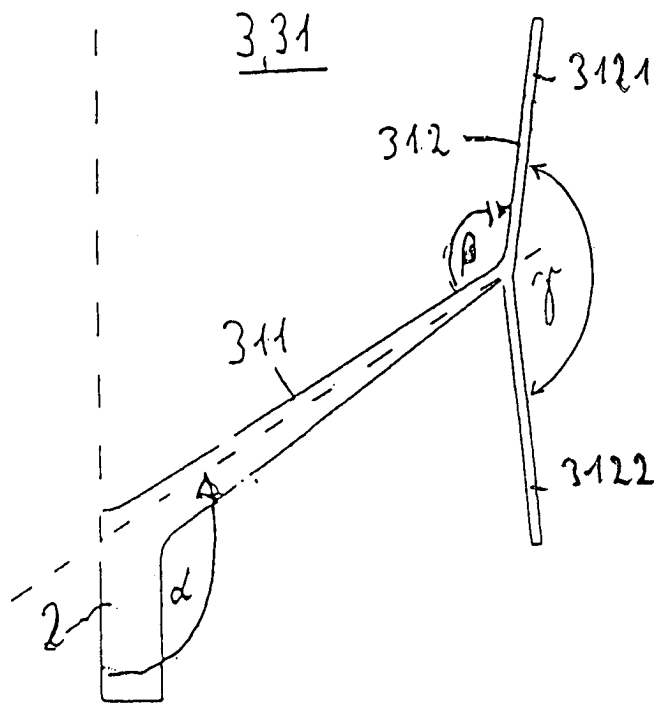


Fig. 1b

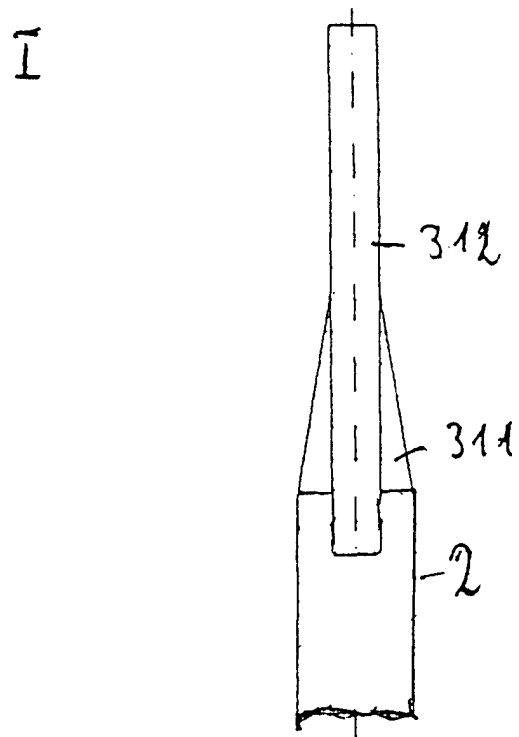


Fig. 2

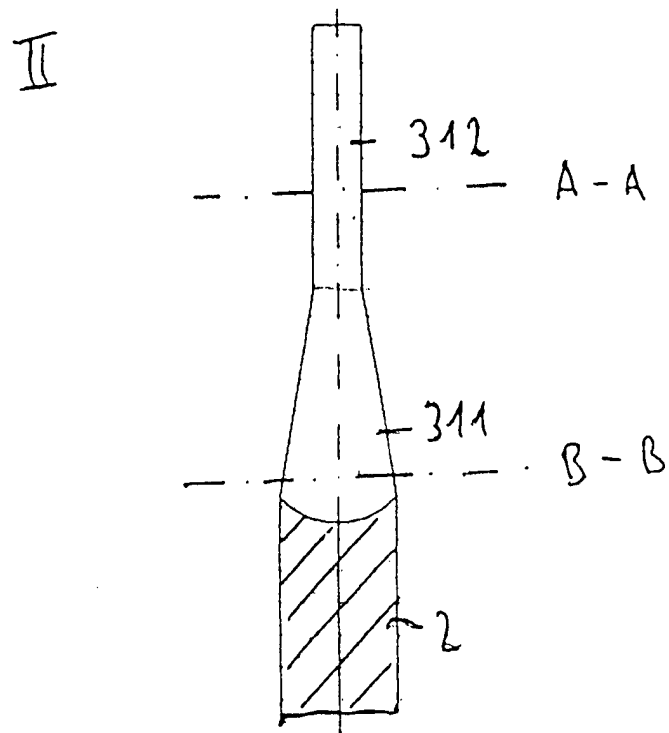


Fig. 3

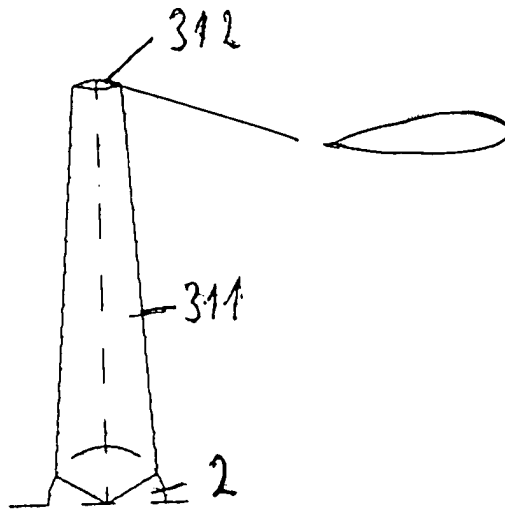


Fig. 4

A - A

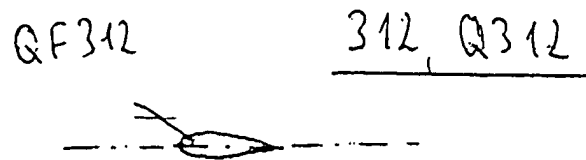


Fig. 5a

B - B

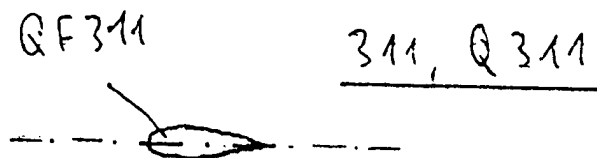


Fig. 5b

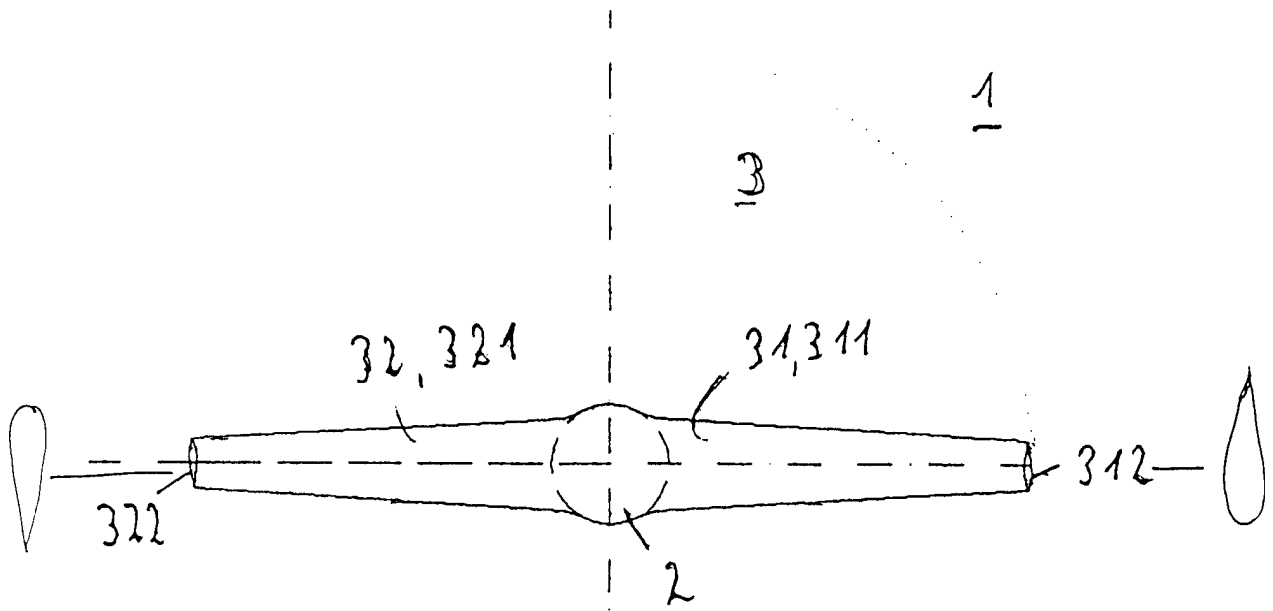


Fig. 6

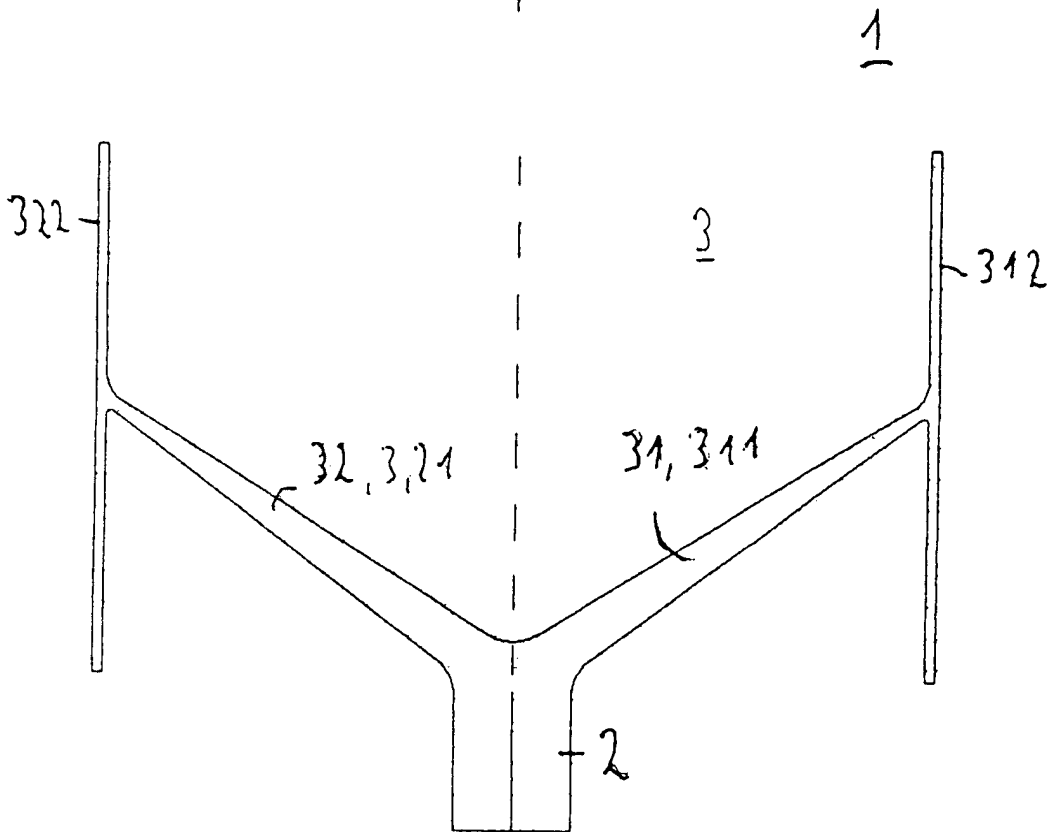


Fig. 7

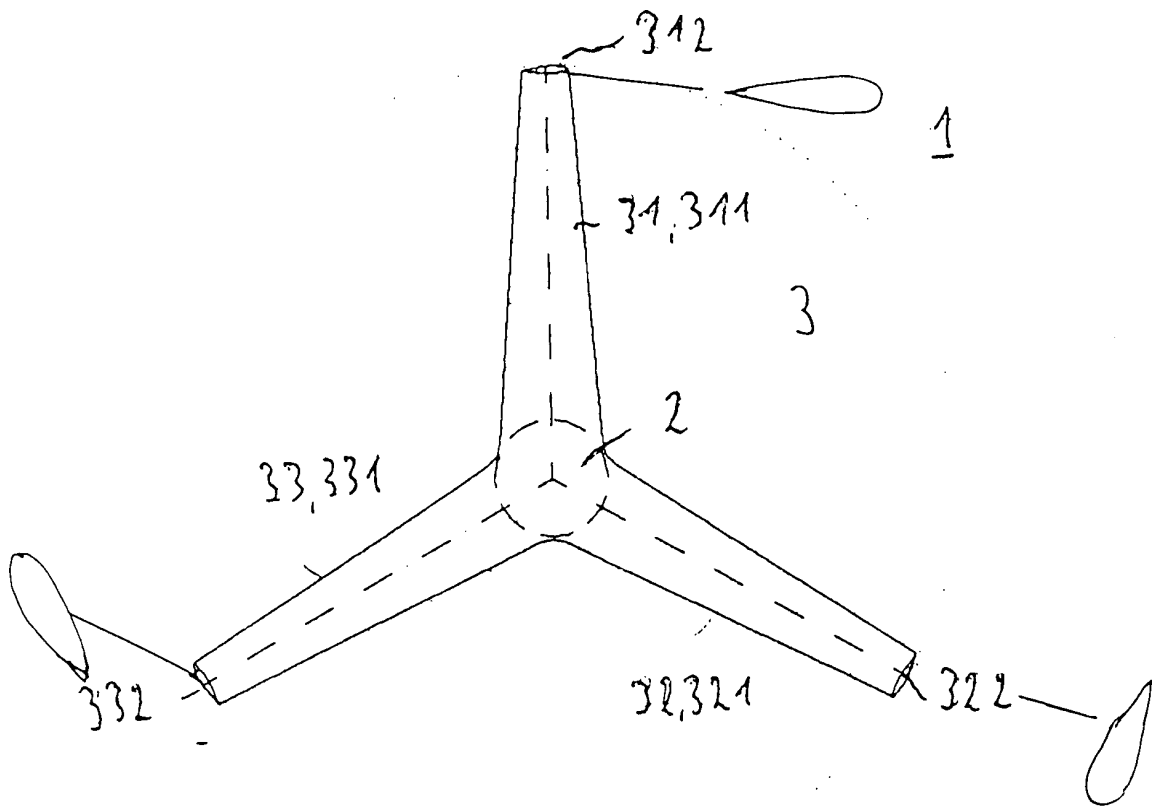


Fig. 8

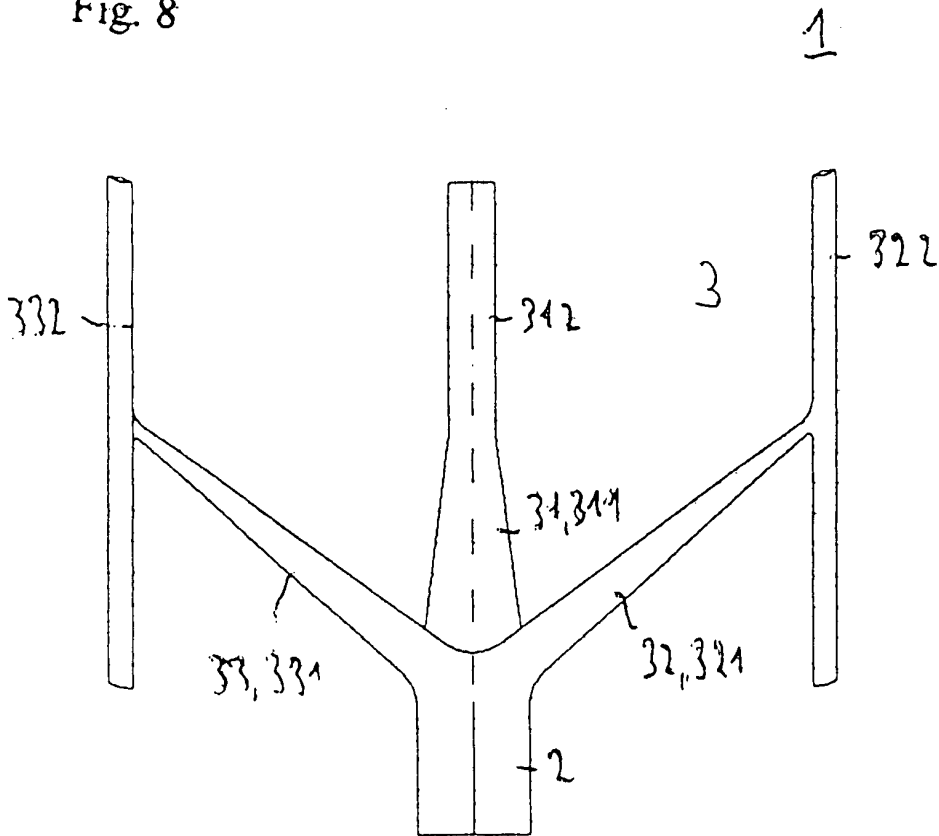


Fig. 9

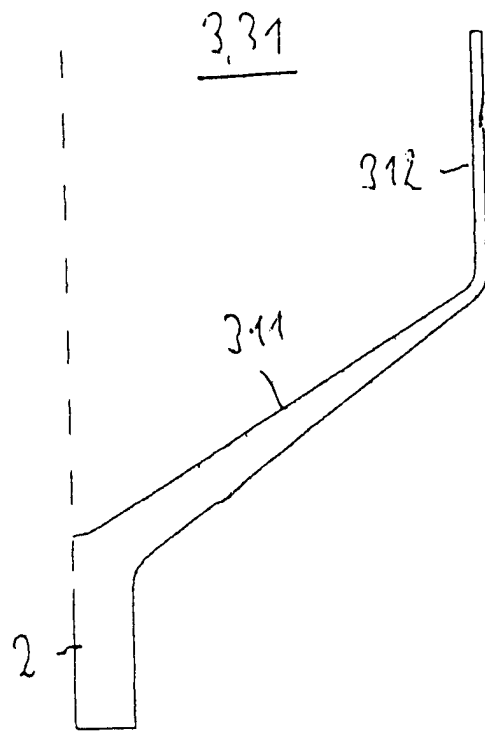


Fig. 10

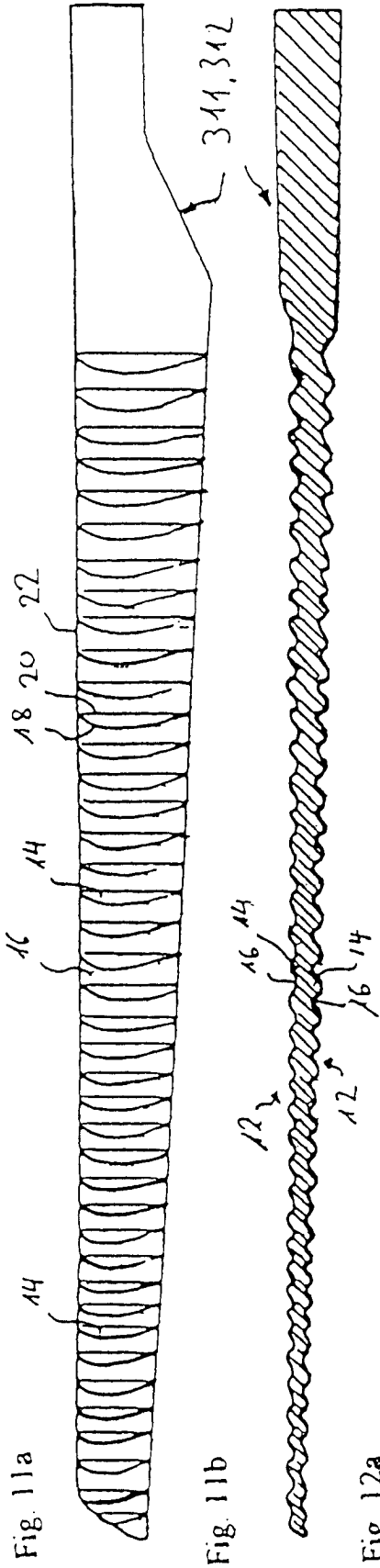


Fig. 11a

Fig. 11b

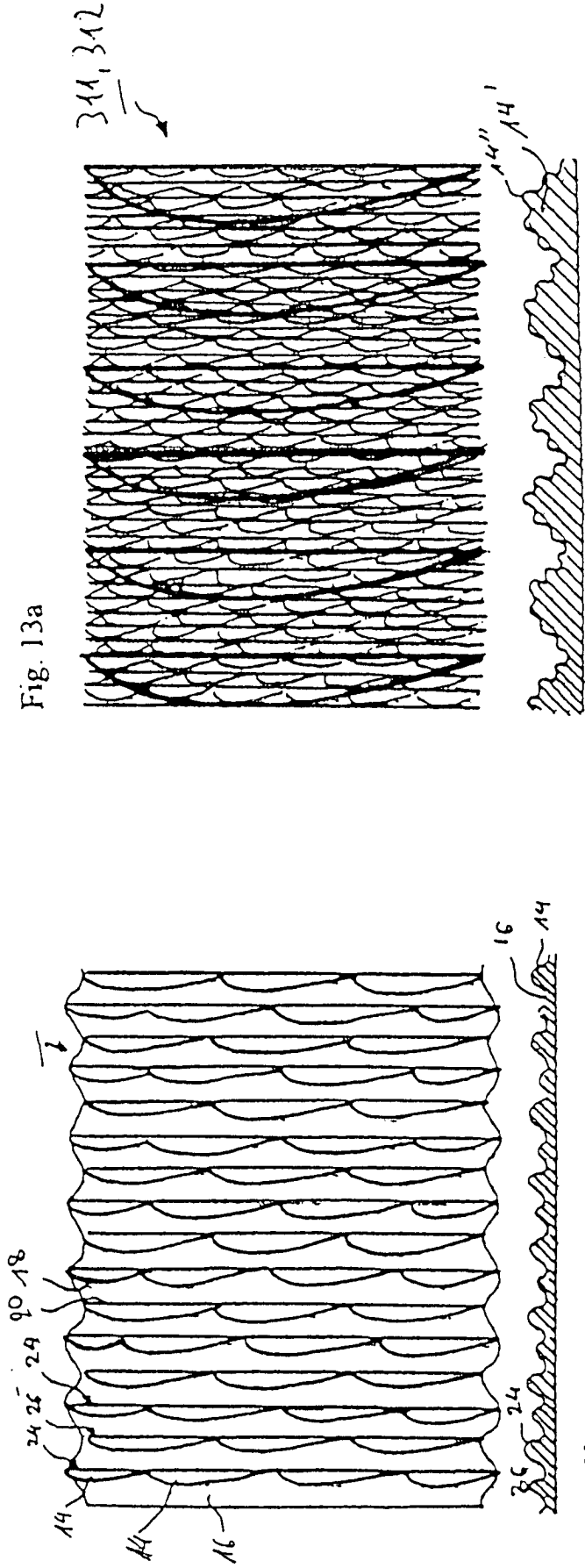


Fig. 12a

Fig. 12b

Fig. 13a

Fig. 13b