

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
4. Oktober 2012 (04.10.2012)



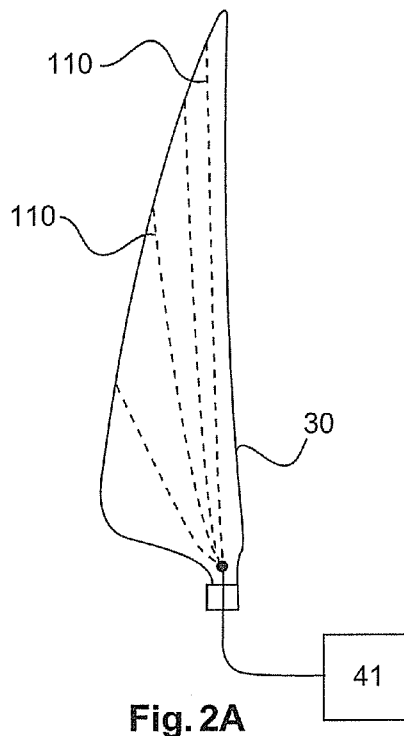
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/131032 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/055780
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. März 2012 (30.03.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 006 635.7 1. April 2011 (01.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **WOBBEN PROPERTIES GMBH** [DE/DE]; Dreekamp 5, 26605 Aurich (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **STOLTENJOHANNES, Jürgen** [DE/DE]; Parkstraße 38, 26605 Aurich (DE). **BRENNER, Albrecht** [DE/DE]; Bontjesweg 2, 26607 Aurich (DE).
- (74) Anwälte: **EISENFÜHR SPEISER & PARTNER** et al.; Postfach 10 60 78, 28060 Bremen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WIND TURBINE

(54) Bezeichnung : WINDENERGIEANLAGE



(57) Abstract: The invention relates to a wind turbine comprising a component to be monitored and a crack detection unit. The crack detection unit has at least one thread or fiber (110, 120, 130), which is fastened directly to the component to be monitored. Furthermore, the crack detection unit has a tear detector, which is used to detect whether the thread or fiber is torn or not.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Windenergieanlage mit einem zu überwachenden Bauteil und einer Risserkennungseinheit vorgesehen. Die Risserkennungseinheit weist dabei mindestens einen Faden oder eine Faser (110, 120, 130) auf, welche unmittelbar auf dem zu überwachenden Bauteil befestigt wird. Die Risserkennungseinheit weist ferner einen Rissdetektor auf, der dazu dient, zu erfassen, ob der Faden oder die Faser gerissen ist oder nicht.

WO 2012/131032 A2



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Windenergieanlage

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Windenergieanlage.

Windenergieanlagen wandeln die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie um. Dabei sind die Windenergieanlagen „Wind und Wetter“ ausgesetzt, was zu erheblichen Belastungen auf die Windenergieanlage sowie deren Teile führt. Die Beanspruchungen bzw. Belastungen für die Teile bzw. Elemente der Windenergieanlage können
5 sehr unterschiedlich sein. Es muss jedoch sichergestellt werden, dass die entsprechenden Teile die zu erwartenden Belastungen aushalten können. Ferner ist es wichtig, mögliche Schäden an der Windenergieanlage möglichst frühzeitig zu erfassen.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Windenergieanlage vorzusehen,
10 welche eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zur Verfügung stellt, Beschädigungen an der Windenergieanlage schnell und sicher zu erfassen.

Diese Aufgabe wird durch eine Windenergieanlage nach Anspruch 1 gelöst.

Somit wird eine Windenergieanlage mit einem zu überwachenden Bauteil und einer
15 Risserkennungseinheit zum Erkennen eines Risses in dem Bauteil vorgesehen. Die Risserkennungseinheit weist dabei mindestens einen Faden oder eine Faser auf, welche unmittelbar auf oder in dem zu überwachenden Bauteil befestigt ist. Die Risserkennungseinheit weist ferner einen Rissdetektor auf, der dazu dient, zu erfassen, ob der Faden oder die Faser gerissen ist oder nicht.

Durch die unmittelbare Befestigung des Fadens bzw. der Faser auf oder in dem zu über-
20 wachenden Bauteil führt ein Riss in dem Bauteil auch unmittelbar zu einem Riss des Fadens. Dieser Riss kann dann durch den Rissdetektor erfasst werden und die Steuerung der Windenergieanlage kann entsprechend beeinflusst werden.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weist die Windenergieanlage eine
25 Steuereinheit zum Steuern des Betriebs der Windenergieanlage auf. Wenn der Rissdetektor erfasst, dass der Faden bzw. die Faser gerissen ist, dann kann die Steuereinheit

den Betrieb der Windenergieanlage beeinflussen. Diese Beeinflussung könnte beispielsweise daran liegen, dass die mechanische Belastung auf das überwachte Bauteil reduziert wird (beispielsweise durch Reduzierung der Drehzahl, Änderung des Pitchwinkels, Änderung der Azimutposition etc.).

- 5 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Faden bzw. die Faser elektrisch leitend oder nichtleitend ausgestaltet sein. Damit kann eine Rissdetektion entweder durch eine elektrische oder durch eine optische Überprüfung erfolgen.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann die Faser als Glasfaser oder als Kohlefaser ausgestaltet sein. Im Falle einer Glasfaser kann eine optische Überprüfung
10 und im Falle einer Kohlefaser kann eine elektrische Überprüfung erfolgen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung können Fasern bzw. Fäden mit unterschiedlichen Längen vorgesehen sein, um eine genauere Bestimmung der Position des Risses zu ermöglichen. Die Fasern bzw. Fäden können gerade, mäanderförmig oder in einer Gitterstruktur ausgestaltet sein.

- 15 Die Erfindung betrifft ebenfalls ein Verfahren zum Überwachen von Bauteilen einer Windenergieanlage. Dazu werden Fäden bzw. Fasern unmittelbar auf oder in dem zu überwachenden Bauteil befestigt. Anschließend wird mittels eines Rissdetektors erfasst, ob der Faden bzw. die Faser gerissen ist oder nicht.

Die Erfindung betrifft den Gedanken, eine Windenergieanlage vorzusehen, welche über
20 eine einfache und effektive Risserkennung an Bauteilen der Windenergieanlage verfügt. Mittels der Risserkennung können auftretende Risse an rissgefährdeten Stellen der Windenergieanlage (z. B. Rotorblätter, Gussteile, Turm, Fundament etc.) erfasst werden. Zur Implementierung der Risserkennung wird an den zu überwachenden Stellen (rissgefährdete Stellen) ein unterbrechbarer Faden bzw. Faser befestigt, wie z. B. angeklebt,
25 oder der Faden bzw. die Faser wird in dem zu überwachenden Bauteil eingebracht. Wenn es zu einem Riss an dem jeweiligen Bauteil kommt, dann wird dies auch zu einer Unterbrechung des Fadens der Risserkennung führen. Dieser Riss bzw. die Unterbrechung des Fadens oder der Faser kann dann z. B. elektrisch oder optisch erfasst werden. Falls ein Riss des Fadens erfasst wird, kann dies zur Beeinflussung der Steuerung der
30 Windenergieanlage führen, um beispielsweise die mechanische Belastung auf das gerissene Bauteil zu reduzieren. Eine Reduzierung der mechanischen Belastung auf die

Fig. 3A zeigen jeweils eine schematische Ansicht eines Turms einer Wind-
und 3B energieanlage mit einer Risserkennungseinheit, und

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils eines Rotorblattes ei-
ner Windenergieanlage zusammen mit einer Risserkennungseinheit.

5 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Windenergieanlage gemäß der Erfin-
dung. Die Windenergieanlage weist einen Turm 10 und eine Gondel 20 auf dem Turm 10
auf. Die Azimutausrichtung der Gondel kann mittels eines Azimutantriebs 80 verändert
werden, um die Ausrichtung der Gondel an die aktuelle Windrichtung anzupassen. Die
Gondel 20 weist einen drehbaren Rotor 70 mit mindestens zwei, vorzugsweise drei
10 Rotorblättern 30 auf. Die Rotorblätter 30 können mit einer Rotornabe 75 verbunden
werden, welche wiederum direkt oder mittels eines (nicht dargestellten) Getriebes mit
einem elektrischen Generator 60 verbunden ist. Durch Drehen der Rotorblätter 30 und
des Rotors 70 wird der Rotor des Generators 60 gedreht und es kommt damit zu einer
Erzeugung von elektrischer Energie.

15 Die Windenergieanlage weist ferner eine Steuereinheit 40 zum Steuern des Betriebs der
Windenergieanlage auf. Auf der Gondel 20 können ferner ein Anemometer und/oder ein
Windrichtungsanzeiger 50 vorgesehen sein. Die Steuereinheit 40 kann den Pitchwinkel
der Rotorblätter 30 mittels der Pitchantriebe 31 verstellen. Ferner kann die Steuereinheit
40 die Azimutausrichtung der Gondel mittels des Azimutantriebs 80 steuern. Die von dem
20 Generator 60 erzeugte elektrische Energie wird an einen Leistungsschrank 90 z. B. im
Fuß des Turms 10 weitergeleitet. In dem Leistungsschrank 90 kann ein Umrichter vorge-
sehen werden, der die elektrische Leistung mit einer gewünschten Spannung und Fre-
quenz an ein Energieversorgungsnetz ausgeben kann.

Fig. 2A zeigt eine schematische Darstellung eines Rotorblattes 30 der Windenergieanla-
25 ge von Fig. 1 zusammen mit einer Risserkennungseinheit. Die Risserkennungseinheit
besteht dabei aus mindestens einem (unterbrechbaren) Faden oder Faser 110, welcher
innen (oder alternativ oder zusätzlich außen) in dem Rotorblatt vorgesehen ist. Dieser
Faden oder die Faser 110 wird vorzugsweise an der Innenfläche des Rotorblattes aufge-
klebt oder anderweitig (flächig) befestigt. Der Faden 110 ist ein unterbrechbarer Faden.
30 Wenn das Material des Rotorblattes 30 reißt, dann wird der Faden bzw. die Faser auch
reißen. Die Unterbrechung des Fadens 110 bei einem Riss in dem Material des Rotor-
blattes kann durch einen Rissdetektor 41 erfasst werden. Die Erfassung eines Risses des
Fadens 110 kann beispielsweise elektrisch oder optisch erfolgen. Im Falle einer elektri-

schen Erfassung muss der Faden 110 elektrisch leitfähig sein. Im Falle einer optischen Detektion muss der Faden 110 in der Lage sein, Licht weiterzuleiten.

Der Rissdetektor 41 kann Teil der Steuereinheit 40 sein oder kann mit der Steuereinheit 40 verbunden sein. Bei Detektion eines Risses kann die Steuereinheit 40 den Betrieb der
5 Windenergieanlage (Verstellung der Pitchwinkel, Verstellung des Azimutwinkels etc.) beeinflussen. Insbesondere kann die Beeinflussung zu einer Reduzierung der mechanischen Belastung auf das Rotorblatt bzw. auch auf andere Teile der Windenergieanlage führen, um die Bauteile entsprechend zu schonen.

Fig. 2B zeigt eine schematische Darstellung eines Rotorblattes der Windenergieanlage
10 von Fig. 1 mit einer Risserkennungseinheit. Innerhalb des Rotorblattes bzw. an der Innenfläche des Rotorblattes sind Fäden 120 vorgesehen. Die Fäden sind hierbei in einer Gitterstruktur angeordnet, während die Fäden 111 von Fig. 2A im Wesentlichen in Längsrichtung bzw. in einer Richtung ausgerichtet sind. Der Vorteil einer Gitterstruktur besteht insbesondere darin, dass die genaue Position des Risses in dem Rotorblatt besser er-
15 fasst werden kann. Die Funktion des Rissdetektors 41 entspricht der Funktion des Rissdetektors 41 von Fig. 2A.

Optional können die in Fig. 2A und Fig. 2B gezeigten Fäden bzw. Fasern ebenfalls über eine Rückleitung zurück zu dem Detektor 41 verfügen.

Fig. 3A zeigt eine schematische Darstellung eines Turms 10 einer Windenergieanlage
20 von Fig. 1 mit einer Risserkennungseinheit. An der Innenfläche des Turms 10 ist mindestens ein Faden (oder eine Faser), vorzugsweise mehrere Fäden (oder Fasern) 110, insbesondere in einer Richtung vorgesehen. Die Fäden 110 werden vorzugsweise an der Innenfläche des Turms (Stahl oder Beton) festgeklebt oder anderweitig befestigt. Wenn es zu einem Riss in dem Stahl oder dem Beton des Turms kommt, dann wird dieser Riss
25 auch zu einem Riss eines der Fäden 110 führen. Dieser Riss kann durch den Rissdetektor 41 erfasst werden.

Optional kann die Risserkennungseinheit gemäß Fig. 3A über Fäden bzw. Fasern verfügen, die über eine Rückleitung zurück zu der Detektionseinheit 41 verlaufen.

Fig. 3B zeigt eine schematische Darstellung eines Turms 10 einer Windenergieanlage
30 von Fig. 1 mit einer Risserkennungseinheit. Die Risserkennungseinheit 100 weist mindes-

tens einen Faden 130 an der Innenfläche des Turms 10 auf. Der Faden 130 kann dabei mäanderförmig an der Innenfläche des Turms 10 befestigt werden. Der Faden 130 ist mit einem Rissdetektor 41 gekoppelt. Die Funktion des Rissdetektors 41 entspricht dabei der Funktion des Rissdetektors von Fig. 2A.

- 5 Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Teils eines Rotorblattes der Windenergieanlage von Fig. 1. An der Innenfläche 32 des Rotorblattes 30 ist ein Faden bzw. eine Faser 130 mäanderförmig vorgesehen. Der Faden bzw. die Faser kann an der Innenseite des Rotorblattes verklebt werden. Wenn es zu einem Riss in dem Material des Rotorblattes kommt, dann wird dies auch zu einem Riss des Fadens oder der Faser 130 führen.
- 10 Ein derartiger Riss kann durch einen (nicht gezeigten) Rissdetektor 41 wie bereits oben beschrieben erfasst werden.

Die erfindungsgemäße Risserkennungseinheit kann auch beispielsweise an der Rotornabe 57 vorgesehen sein.

- 15 Insbesondere kann die Risserkennungseinheit gemäß der Erfindung bei allen Bauteilen einer Windenergieanlage verwendet werden, die rissgefährdet ist. Dazu müssen lediglich die Fäden oder Fasern der Risserkennungseinheit auf zu überwachenden Bauteilen befestigt (z. B. aufgeklebt) werden.

- 20 Der Faden bzw. die Fasern zur Risserkennung können punktuell oder flächig auf dem zu überwachenden Bauteil befestigt bzw. geklebt werden. Die Befestigung des Fadens bzw. der Faser an dem zu überwachenden Bauteil muss so erfolgen, dass wenn ein Riss in dem zu überwachenden Bauteil auftritt, dies ebenfalls zu einem Reißen des Fadens bzw. der Faser führt, damit der Riss in dem Bauteil entsprechend detektiert werden kann.

- 25 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, welches auf den vorherigen Ausführungsbeispielen beruhen kann, können die Fäden bzw. Fasern in dem zu überwachenden Bauteil eingebracht bzw. befestigt werden. Dies kann beispielsweise beim Vergießen des Fundamentes erfolgen. Alternativ dazu können die Fasern bzw. Fäden beispielsweise zwischen Glasfasermatten bei der Herstellung eines Rotorblattes vorgesehen werden.

Eine Detektion der exakten Abreißstelle des Fadens bzw. der Faser ist z. B. möglich, wenn der Abstand der Abreißstelle vom Faden- bzw. Faseranfang durch ein Reflexions-

verfahren bestimmbar ist. Wenn die Faser bzw. der Faden beispielsweise elektrisch leitend ist, dann können feldmeldetechnische Reflexionsverfahren verwendet werden.

Wenn die Fäden bzw. Fasern Glasfaserfäden- bzw. -fasern sind, dann kann mittels des Rückstreuverfahrens eine Fehlerstelle auf wenige Zentimeter genau bestimmt werden.
5 Hierzu kann ein sog. optical time division reflectometer OTDR verwendet werden. Eine derartige Überwachung kann durch eine optische Weiche kontinuierlich während des Betriebs der Windenergieanlage erfolgen. Alternativ dazu kann der optical time division reflectometer als ein Handgerät ausgestaltet sein, so dass ein Serviceteam die Überwachung durchführen kann.

10 Wenn die Fäden bzw. Fasern über eine Rückleitung verfügen, dann kann mittels der Rückleitung eine Änderung der Dämpfung detektiert werden. Ein Grund einer Änderung der Dämpfung kann beispielsweise ein Riss darstellen.

Eine Lokalisierung eines Risses kann beispielsweise in Umfangsrichtung auch im Falle einer mäanderförmigen Verlegung erfolgen, wenn die Mäander in Umfangsrichtung
15 aufgeteilt sind.

In den Fig. 2A, 2A und 3A kann das von dem Detektor 41 entfernte Ende auf Masse gelegt werden, so dass eine Rissdetektion erfolgen kann.

Die in den Fig. 2A, 2B und 3A gezeigten Ausführungsbeispiele zur Rissdetektion können dann vorteilhaft sein, wenn eine permanente Längenüberwachung erfolgt. Dies kann
20 optional auch dann erfolgen, wenn die Fäden bzw. Fasern in dem zu überwachenden Bauteil eingebracht bzw. darin befestigt sind (vergossen oder intern verlegt, beispielsweise zwischen Glasfasermatten). Die Rissdetektion kann bei einer sprungartigen Verkürzung der Leitungslänge ansprechen.

Alternativ hierzu kann eine Längenüberwachung dann erfolgreich sein, wenn der Faden
25 bzw. die Faser über eine Rückleitung zurück zu dem Detektor verfügt. Diese Rückleitung zu dem Detektor kann ebenfalls auf die Blatthaut aufgeklebt bzw. flächig daran befestigt werden und kann ferner ebenfalls zu einer Rissdetektion verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Risserkennungseinheit kann bei allen Bauteilen einer Windenergieanlage verwendet werden, die rissgefährdet sind. Die Bauteile können dabei bei-

spielsweise das Fundament der Windenergieanlage, der Turm der Windenergieanlage (insbesondere bei einem Betonturm), alle gegossenen Teile der Windenergieanlage (beispielsweise Rotornabe) sowie die Rotorblätter darstellen.

Ansprüche

1. Windenergieanlage, mit
mindestens einem zu überwachenden Bauteil (30, 75, 10), und
einer Risserkennungseinheit (41) zum Erkennen eines Risses in dem zu überwachenden Bauteil (30, 75, 10), wobei die Risserkennungseinheit mindestens einen Faden oder eine Faser (110, 120, 130), der/die unmittelbar auf oder in dem zu überwachenden Bauteil (30, 75, 10) befestigt ist, und einen Rissdetektor zum Erfassen aufweist, ob der Faden oder die Faser gerissen ist.
5
2. Windenergieanlage nach Anspruch 1, ferner mit
10 einer Steuereinheit (40) zum Steuern des Betriebs der Windenergieanlage, wobei der Rissdetektor (41) mit der Steuereinheit (40) gekoppelt ist und die Steuereinheit (40) dazu ausgestaltet ist, den Betrieb der Windenergieanlage zu beeinflussen, wenn der Rissdetektor (41) einen Riss des Fadens oder der Faser detektiert hat.
3. Windenergieanlage nach Anspruch 1 oder 2, wobei
15 der Faden oder die Faser elektrisch leitend oder lichtleitend ist.
4. Windenergieanlage nach Anspruch 3, wobei
der Faden als ein Lichtwellenleiter oder als ein elektrischer Leiter ausgebildet ist.
5. Windenergieanlage nach Anspruch 4, wobei die Faser als eine Glasfaser oder eine Kohlenfaser ausgebildet ist.
- 20 6. Windenergieanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Faden oder die Faser punktuell oder flächig an oder in dem zu überwachenden Bauteil befestigt, insbesondere geklebt, wird.
7. Verfahren zum Überwachen von Bauteilen (30, 75, 10) einer Windenergieanlage, mit den Schritten:
25 Befestigen mindestens eines Fadens oder mindestens einer Faser (110, 120) unmittelbar auf oder in dem zu überwachenden Bauteil (30, 75, 10) und Erfassen, ob der Faden oder die Faser (110, 120) gerissen ist.

8. Verfahren nach Anspruch 7, ferner mit den Schritten:
Steuern des Betriebs einer Windenergieanlage mittels einer Steuereinheit (40) und
Beeinflussen des Betriebs der Windenergieanlage, wenn ein Riss des Fadens oder
der Faser detektiert worden ist.
- 5 9. Verwenden eines Fadens oder einer Faser, welche(r) auf einem zu überwachen-
den Bauteil einer Windenergieanlage befestigt ist, zur Detektion eines Risses in dem zu
überwachenden Bauteil.

1/3

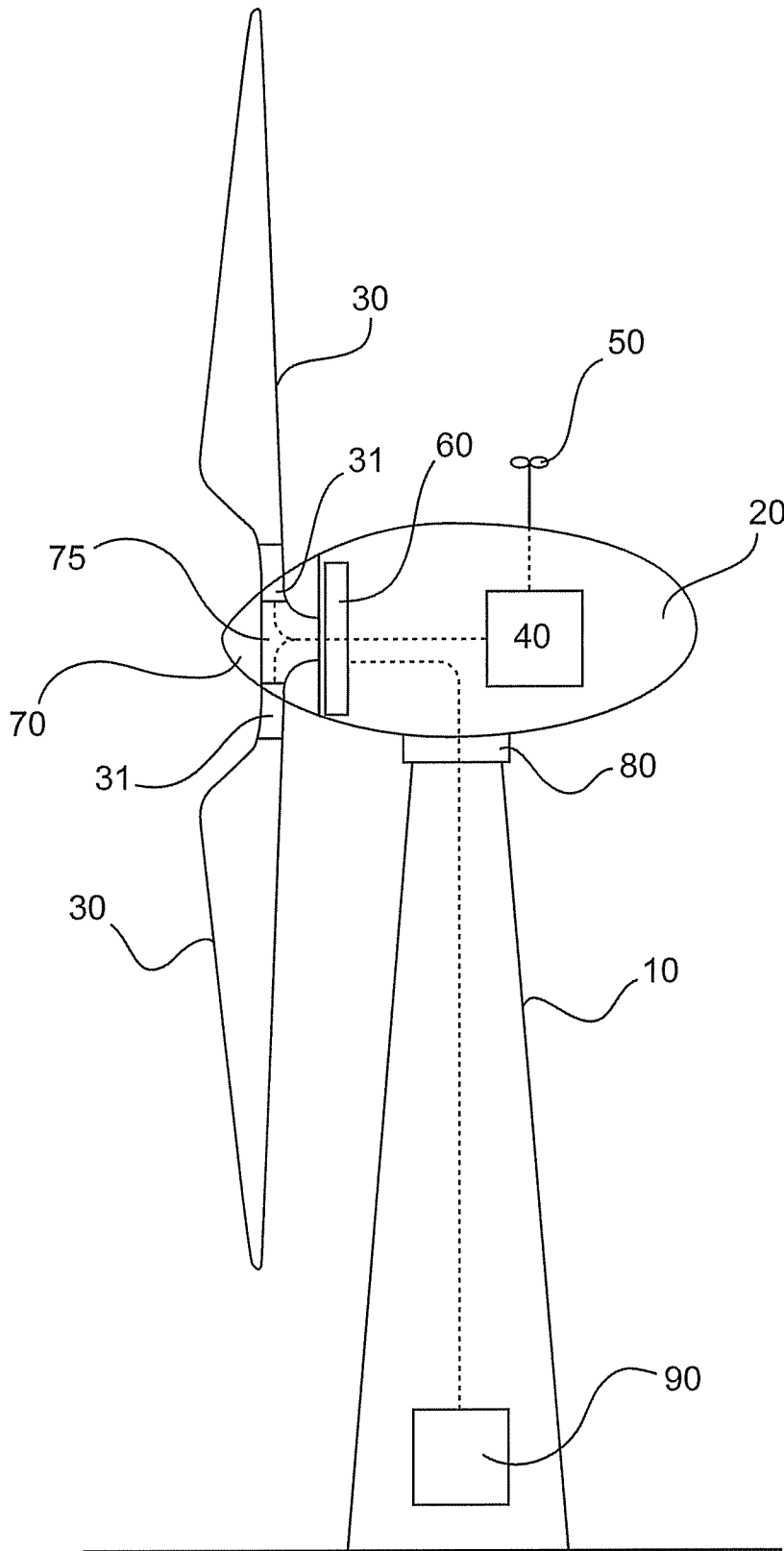
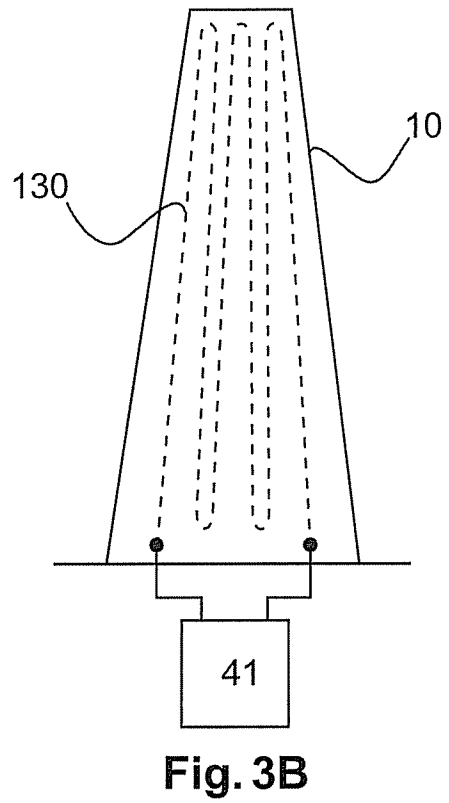
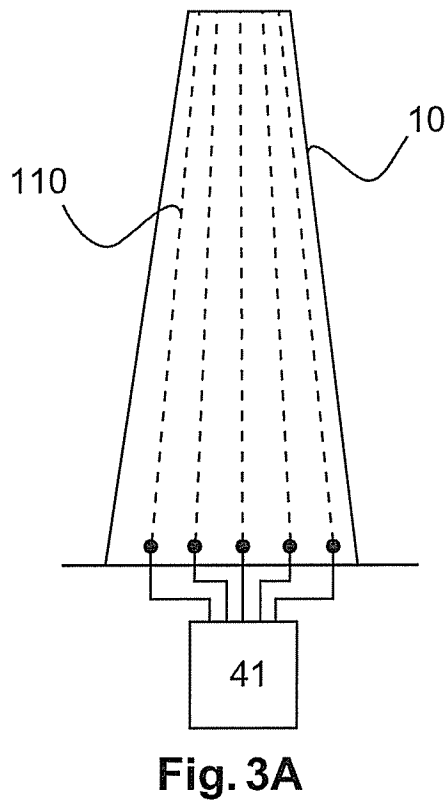
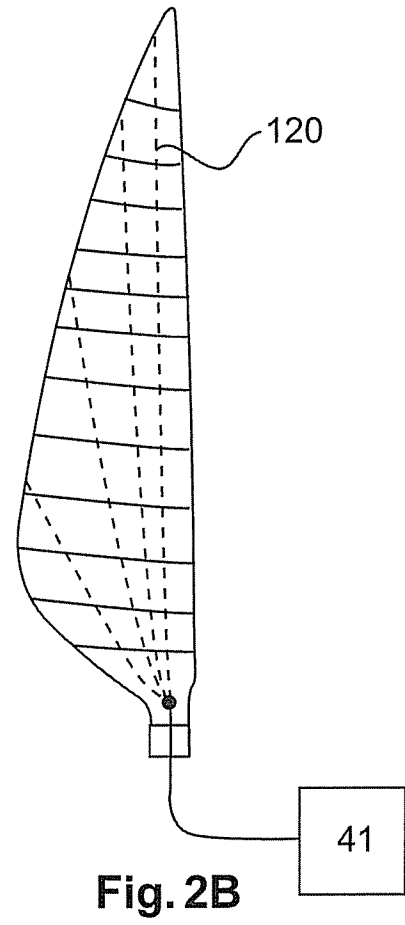
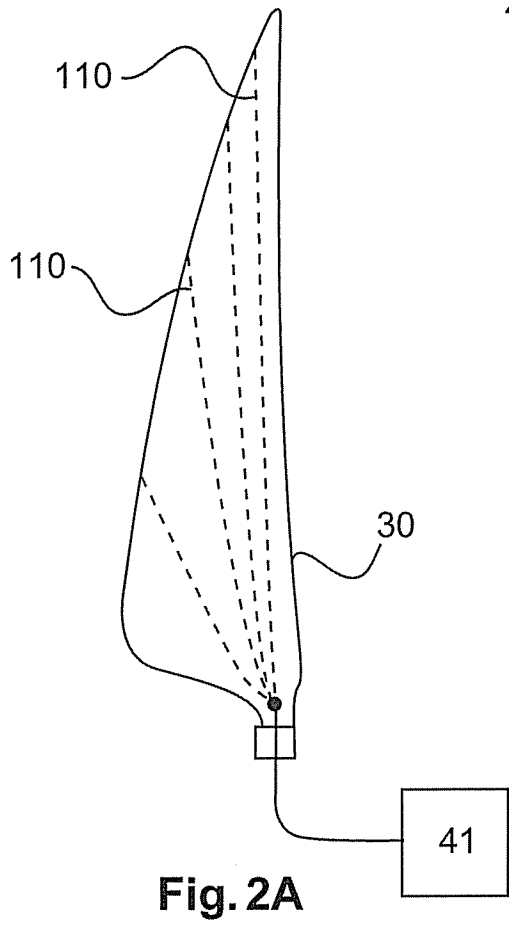


Fig. 1



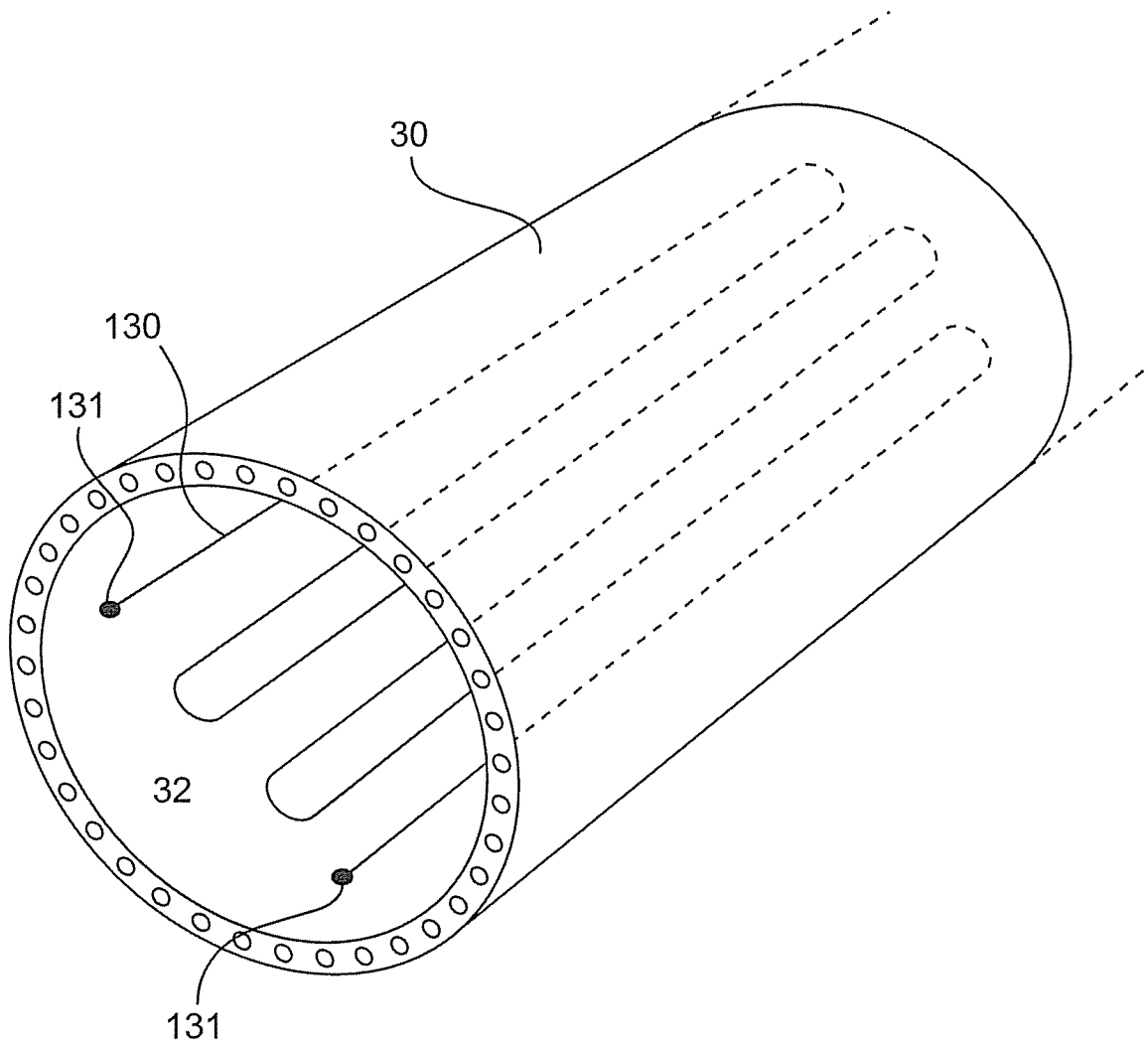


Fig. 4