(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 565 349 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
**06.03.2013 Patentblatt 2013/10**

(21) Anmeldenummer: **12182858.6**

(22) Anmeldetag: **03.09.2012**

(51) Int Cl.:
***E04H 12/04*** *(2006.01)* *E04H 12/22* *(2006.01)*
*E04H 12/24* *(2006.01)*

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
**BA ME**

(30) Priorität: **01.09.2011 DE 202011105168 U**
**08.02.2012 DE 202012100412 U**

(71) Anmelder: **INDUO Gesellschaft zur Verwertung von Schutzrechten mbH & Co. KG**
**41352 Korschenbroich (DE)**

(72) Erfinder: **Reichartz, Paul**
**41352 Korschenbroich (DE)**

(74) Vertreter: **Lenzing Gerber Stute Partnerschaft von Patentanwälten**
**Bahnstraße 9**
**40212 Düsseldorf (DE)**

(54) **Mastanordnung**

(57) Als Alternative zu vorbekannten Mastanordnungen wird eine solche bereit gestellt, die mindestens einen Mast aufweist, der im Wesentlichen aus einem laminierten Holzwerkstoff besteht.

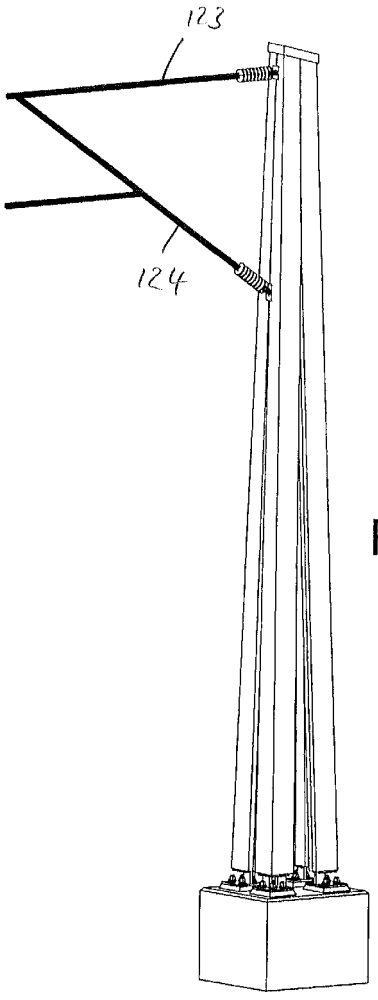


Fig. 19

EP 2 565 349 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine neue Mastanordnung, insbesondere für Freileitungsmaste und Bahnmaste.

**[0002]** Zur Herstellung von Stromleitungen tragenden Masten werden je nach Anforderungsprofil verschiedene Werkstoffe verwendet. Bei Bahnmasten werden aufgrund der Schwell- und Wechselbeanspruchung regelmäßig Stahl- oder Betonkonstruktionen gegenüber Holzmasten bevorzugt. Bei Mittelspannungsmasten werden regelmäßig Rundholzmasten verwendet. Hochspannungsmasten sind aufgrund der hohen statischen Lasten und der weiten Abstände zwischen den Masten in aller Regel aus Stahl konstruiert. Alle Masten weisen spezifische Nachteile auf. So sind Stahlmasten und Betonmasten vergleichsweise teuer. Demgegenüber sind Rundholzmaste, da sie aus Baumstämmen gefertigt werden, in ihrer Bauhöhe beschränkt, ebenso wie in ihrer Tragfähigkeit. Auch ergeben sich bei Rundholzmasten Probleme bei ihrer Gründung. So werden sie typischerweise in der Erde eingegraben. Obwohl sie insbesondere im Fußbereich imprägniert sind, unterliegen sie im Erdreich aufgrund von bakterieller, Pilz- und Feuchtebelastung einem erhöhten Verschleiß und müssen in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden. Allerdings haben Holzmaste gegenüber Stahl- oder Betonmasten den Vorteil, dass sie im Wesentlichen aus nachhaltig herstellbaren Rohstoffen produziert werden.

**[0003]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Alternative zu den vorbekannten Mastanordnungen zur Verfügung zu stellen.

**[0004]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Mastanordnung mindestens einen Mast aufweist, der im Wesentlichen aus einem laminierten Holzwerkstoff besteht.

**[0005]** Unter einem laminierten Holzwerkstoff wird hierbei insbesondere ein solcher verstanden, dessen Schichten aus Holz eine Schichtdicke von vorzugsweise nicht mehr als 5 mm haben. Die Schichten können miteinander verleimt sein, wobei der Werkstoff auch weitere Schichten aus einem anderen Material aufweisen kann. Besonders bevorzugt ist Furnierschichtholz als Holzwerkstoff, vorzugsweise blockverklebtes Furnierschichtholz.

**[0006]** Gegenüber einem Rundholzmast weist ein Mast aus einem laminierten Holzwerkstoff den Vorteil auf, dass er hochfest und deutlich verwindungssteifer ist. Daher können Masten aus einem laminierten Holzwerkstoff in aller Regel deutlich höhere Kräfte aufnehmen als ein Rundholzmast vergleichbarer Geometrie. Gleichzeitig bleibt der Vorteil der Verwendung von Holz als nachhaltigem Werkstoff bestehen.

**[0007]** Auch ist ein laminierter Holzwerkstoff gegenüber einem Quellen und Schwinden, das bei Rundhölzern aufgrund unterschiedlicher Restfeuchte im Holz bei sich ändernden Witterungsbedingungen auftritt und ein Problem darstellen kann, zumindest in Richtung der einzelnen Schichten deutlich weniger empfindlich.

**[0008]** Da die Maste in Außenbereichen eingesetzt werden, ist es von Vorteil, wenn sie imprägniert insbesondere druckimprägniert, und somit gegen Witterungseinflüsse widerstandsfähiger sind. Vorzugsweise wird der Holzwerkstoff acetylisiert. Bei der Acetylisierung von Holz werden die Hydroxylgruppen von Lignin, Polyosen und Cellulose durch Acetylgruppen ersetzt. Dies führt dazu, dass die Hygroskopizität des Holzes deutlich sinkt. Dadurch wird das Quell- und Schwindverhalten des Holzes weiter positiv beeinflusst und hierdurch bedingte Rissbildungen verhindert. Auch wird die Pilzresistenz hierdurch verbessert.

**[0009]** Vorzugsweise weist der mindestens eine Mast der Mastanordnung zumindest in Teilbereichen einen Hohlquerschnitt auf, der insbesondere mehreckig, vorzugsweise viereckig ist.

**[0010]** Zur Erzeugung des Hohlprofils werden vorzugsweise aus dem laminierten Holzwerkstoff bestehende Teile, die die einzelnen Seitenwandungen des Hohlprofils bilden, zusammengefügt, insbesondere miteinander verleimt. Vorzugsweise werden zusätzlich in die Anlageflächen benachbarter Seitenwandungen Verbundanker eingelassen. Die Verbundanker weisen einen Ankerkern sowie hiervon abstehende, vorzugsweise konische Ankerstifte auf, die als Stabdübelstifte wirken und in die Anlageflächen eingreifen. Hierdurch wird die Stabilität der Konstruktion erhöht.

**[0011]** Ein Hohlprofil bietet diverse Vorteile. Zum einen weist eine solche Konstruktion eine hohe Querschnittstragfähigkeit auf, die durch Aufkleben weiterer Platten aus einem laminierten Holzwerkstoff bzw. aus Furnierschichtholz kostengünstig und schnell erhöht werden kann. Werden beispielsweise die Anlageflächen der Seitenwandungen auf Gehrung geschnitten und verklebt, sind die Stirnflächen geschützt, so dass eine Quellung der Stirnflächen vermieden wird und sich die Nutzungsdauer erhöht.

**[0012]** Wird die Mastanordnung durch mehrere Masten gebildet, kann ein hohlartiger Querschnitt auch durch den Querschnitt der einzelnen Maste gebildet werden, beispielsweise bei vier Masten, die jeweils ein L-förmiges Querschnittsprofil aufweisen, wobei jeder der Masten eine Ecke eines hohlartigen Viereckprofils bildet.

**[0013]** Bei einer Ausgestaltung der Erfindung sind im Mast Bohrungen vorgesehen, in die Schraubbolzen eingeleimt sind, wobei die Schrauben als Verbindungsmittel zur Verankerung des Mastes oder zur Befestigung von Anbauteilen, insbesondere Träger oder Traversen, dienen. So können am Mastfuß derartige Schraubenbolzen eingeleimt sein, die dann an einem Sockel oder in einem Fundament angeschraubt bzw. befestigt werden. Alternativ können anstelle des Einleimens auch Gewindehülsen im Mast eingelassen sein, in die die Schraubbolzen eingedreht werden können.

**[0014]** Alternativ oder in Ergänzung hierzu ist es mindestens ebenso vorteilhaft, wenn als Verbindungselement zur Verbindung von Anbauteilen wie Traversen oder Trägern an den Mast oder zu deren Befestigung an einem Fundament mindestens ein Verbundanker vorgesehen ist. Der mindestens eine Verbundanker ist dann zwischen zwei aus einem

laminierten Holzwerkstoff bestehenden Teilen des Mastes in eine hierfür vorgesehene Ausnehmung eingelassen. Dabei kann der Verbundanker bis an die Außenseite des Mastes heranreichen, ist aber in vielen Anwendungsfällen vorzugsweise gegenüber der Außenseite des Mastes zurück versetzt. In diesem Fall ist im Mast mindestens eine Ausnehmung vorgesehen, so dass von außen ein Verbindungsbolzen, insbesondere ein Schraubbolzen, in den Verbundanker eingelassen bzw. durch den Verbundanker hindurchgesteckt werden kann.

**[0015]** Die Verbundanker weisen wie der bereits vorbeschriebenen Verbundanker vorzugsweise einen Ankerkörper und davon in gegenüberliegende Richtungen abstehende Ankerstifte auf, die als Stabdübelstifte in den Holzwerkstoff der aneinander anliegenden Teile eingreifen. Damit dies passgenau funktioniert, sind an der dafür vorgesehenen Stelle in den Teilen Ausnehmungen als Aufnahme für jeweils eine Hälfte des Ankers vorgesehen, in die der Anker eingesetzt wird, bevor die Teile aneinander angelegt und miteinander fest verbunden, insbesondere verleimt werden.

**[0016]** Solche Anker sitzen schlupffrei im Mast, da sowohl die Ausnehmung im Mast als auch der Verbundanker, vorzugsweise ein Anker aus einem Gussmaterial wie beispielsweise Grauguss, mit geringsten Maßtoleranzen hergestellt werden kann. Der spielfreie Sitz des Ankers spielt insbesondere bei der Aufnahme von Lasten bei Masten eine besonders vorteilhafte Rolle, die einer Schwell- und Wechselbeanspruchung unterliegen, wie beispielsweise bei Oberleitungsmasten an Bahnstrecken, bei denen die auf einen Mast wirkende Normkraft sich regelmäßig ändert und auch in umgekehrter Richtung wirken kann. Dies gilt insbesondere auch für Freileitungsmasten, insbesondere solche für Mittel- oder Hochspannungsleitungen, die teilweise weit auseinanderstehen und die Lasten der Stromleitungen bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen (Windlasten, Eis- und Schneelasten) aufnehmen müssen. Dadurch ergibt sich eine deutlich bessere Kraftübertragung, so dass bei der Auslegung des Mastes geringere Sicherheitstoleranzen einkalkuliert werden müssen bzw. der Mast höher beansprucht werden kann.

**[0017]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist mindestens einer der Verbundanker einen länglichen Kern und eine Durchgangsbohrung und/oder eine Gewindebohrung in Richtung seiner Längsachse zur Aufnahme von Bolzen, Schrauben oder Gewindestangen auf. Alternativ oder in Ergänzung hierzu kann mindestens einer der Verbundanker einen länglichen Kern und eine Durchgangsbohrung und/oder eine Gewindebohrung in Richtung quer (senkrecht) zu seiner Längsachse und/oder eine Gewindebohrung in Richtung schräg zu seiner Längsachse aufweisen.

**[0018]** Vorzugsweise sind die parallel zueinander verlaufenden Ankerstifte des Verbundankers so in den Mast eingelassen ist, dass die Ankerstifte im Wesentlichen quer zu den Schichten des Holzwerkstoffs verlaufen.

**[0019]** Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist gekennzeichnet durch eine in den Verbundanker eingelassene, elektrisch isolierende Hülse, insbesondere Gewindehülse. Die isolierende Gewindehülse kann dann wiederum einen Schraubbolzen oder dergleichen zur Befestigung eines Anbauteils am Verbundanker und damit am Mast aufnehmen. Insbesondere dann, wenn diese Hülse weit aus dem Mast heraussteht, kann sie als Ersatz für einen Isolator zur Befestigung von stromführenden Teilen am Mast verwendet werden.

**[0020]** Gerade in den Bereichen, in denen Verbundanker zur Aufnahme von Lasten in den Mast eingelassen sind, ist es in den meisten Fällen naturgemäß von Vorteil, wenn der Mast zumindest in diesen Bereichen ein Vollprofil hat.

**[0021]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist an einem unteren Abschnitt des Mastes, der zur Verankerung des Mastes in das Erdreich eingelassen wird, seitlich mindestens ein sich quer zur Längsrichtung des Mastes erstreckendes Paddel zu seiner Stabilisierung vorgesehen.

**[0022]** Hierfür kann auf einer Seite des Mastes mindestens eine quer zu seiner Längsachse verlaufende erste Strebe und auf der gegenüberliegenden Seite des Mastes in Längsrichtung des Mastes versetzt eine weitere, quer zur Längsachse des Mastes verlaufende Strebe als ein zweites Paddel angeordnet sein. Alternativ oder in Ergänzung hierzu ist es ebenso möglich, auf mindestens einer Seite des Mastes eine Platte als Paddel vorzusehen. Die Länge und Breite der Streben bzw. die Größe der Platte, die ebenso aus einem Werkstoff wie der Mast, insbesondere aus einem imprägnierten Furnierschichtholz, bestehen können, sind an die zu erwartenden Lasten des Mastes anzupassen.

**[0023]** Grundsätzlich sind imprägnierte Furnierschichthölzer ausreichend gegen eine Zersetzung im Erdreich geschützt. Gleichwohl kann es sinnvoll sein, den Mastfuß auf ein in das Erdreich eingelassenes Fundament zu setzen, um ihn vor einem vorzeitigen Verschleiß zu schützen. Das Fundament kann insbesondere aus Beton bestehen, und der Mastfuß ist mit dem Fundament vorzugsweise mittels einer Schraubverbindung verbunden.

**[0024]** In einer bevorzugten Ausgestaltung dieser Ausführungsform sind an den Mast an gegenüberliegenden Seiten im Bereich des Mastfußes Seitenteile aus einem laminierten Holzwerkstoff angesetzt, wobei zwischen die Seitenteile und dem dazwischenliegenden Teil des Mastes Verbundanker in dafür vorgesehene Ausnehmungen eingelassen sind, und wobei Ausnehmungen für Verbindungsbolzen vorgesehen sind, über die die Anker mit dem Fundament oder einem Sockelelement verbunden werden können.

**[0025]** In diesem Zusammenhang weiter bevorzugt ist, dass Verbundanker ein Innengewinde aufweisen und der Verbindungsbolzen ein Schraubbolzen ist. Es ist auch möglich und je nach Lastfall bevorzugt, wenn zwei in Längsrichtung hintereinander liegende Verbundanker vorgesehen sind, von denen der der gegenüber der Verbindungsachse vordere, der Außenseite des Mastes näher liegende Anker als Durchsteckanker eine Durchgangsbohrung aufweist und der hintere Anker mit einer Gewindebohrung versehen ist, die mit der Durchgangsbohrung fluchtet und in die ein Schraubbolzen von außen eingeschraubt werden kann.

**[0026]** Alternativ können ein oder mehrere Verbundanker auch nur als Durchsteckanker ausgebildet sein, wenn im Mast eine Ausnehmung vorgesehen ist, die schräg zur Längsachse des Verbundankers verläuft und diese schneidet, so dass mit einem Werkzeug ein Schraubbolzen von der Oberseite des Ankers im Mastfuß zugänglich ist und der Schraubbolzen in ein Gewinde in einem Sockel oder Fundament, auf dem der Mast aufsteht, eingeschraubt werden kann. In diesem Fall wird der Durchsteckanker zusammen mit dem Schraubbolzen in benachbarte Mastteile eingelassen, bevor diese fest miteinander verbunden (verleimt) werden.

**[0027]** Insbesondere zur Befestigung des Mastes auf einem Fundament mit Schraubbolzen, die von unten in den Mastfuß eingeschraubt werden sollen, oder mit in den Mastfuß eingeleimten Schraubbolzen, ist es zweckmäßig, ein Sockelelement zwischen dem Mastfuß und dem Fundament vorzusehen, dass mit dem Fundament und/oder mit im Mastfuß verankerten Bolzen verschraubt wird. Hierfür können mit dem Fundament verbundene Platten vorgesehen sein, die an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten am Mast anliegen und die über Schrauben mit dem Mast verbunden sind, wobei die Schrauben vorzugsweise in einem Winkel von etwa 45° nach oben gerichtet in den Mast eingreifen. Alternativ hierzu können Platten verwendet werden, die in der Art von Dübeln besonderer Bauart mit Stiften versehen sind, die von außen in den Mastfuß eingreifen, wobei in einer solchen Ausführungsform die Stifte umso länger werden, je größer der Abstand zum Fundament wird. Je länger die Stifte werden, desto tiefer greifen sie in den Mast ein.

**[0028]** Um die Trägheitsmomente eines Mastes einer erfindungsgemäßen Mastanordnung zu erhöhen, wird der Mast vorzugsweise durch einen länglichen zentralen Steg sowie seitlich daran angeordnete, sich zumindest über einen Teil seiner Höhe erstreckende Gurte gebildet, die gemeinsam mit dem Steg ein mehreckiges Querschnittsprofil, insbesondere ein H-Profil bilden. Dabei ist es je nach Lastfall darüber hinaus bevorzugt, wenn die Gurte mit zunehmender Höhe des Steges dünner werden und insbesondere aus einer geringeren Anzahl von Materiallagen gebildet werden.

**[0029]** Die Mastanordnung kann lediglich einen Mast, aber auch eine Mehrzahl von Masten, vorzugsweise drei oder vier Masten, aufweisen, die insbesondere an ihren oberen Enden aneinander anliegen und miteinander verbunden sind.

**[0030]** Die erfindungsgemäße Mastanordnung bietet in Verbindung mit daran befestigten Traversen zum Halten von Stromleitungen die Möglichkeit, äußerst tragfähige Freileitungsmaste, insbesondere Mittelspannungs- und auch Hochspannungsmaste, mit den genannten Vorteilen zur Verfügung zu stellen.

**[0031]** Bei den erfindungsgemäßen Freileitungsmasten ist es insbesondere von Vorteil, wenn mindestens eine der Traversen an mindestens einem Verbundanker im Mastzopf gelagert ist, wobei mindestens eine Platte vorgesehen ist, die mit dem Verbundanker verbunden ist und an einer zur Längsachse der Traverse parallelen Außenseite des Mastes anliegt. Dadurch wird zum einen erreicht, dass die vertikalen Lasten der Traverse über den Verbundanker zentral in den Mast eingeleitet werden können. Etwaige Torsionsmomente, die von der Traverse auf den Mast wirken, werden demgegenüber zumindest auch von der Platte über die Außenfläche des Mastes in diesen eingeleitet. Damit wird insbesondere das Problem gelöst, dass plötzlich auftretende Torsionsmomente, wie sie beispielsweise dann entstehen können, wenn sich eine von mehreren Stromleitungskabeln von der Traverse löst oder abreißt, den Mast spalten können, wenn das Torsionsmoment ausschließlich in die Mitte des Mastes eingeleitet wird. Für eine solche Ausführungsform muss der Mastzopf der Platte eine vorzugsweise ebene Anlagefläche bieten. In einer weiteren Ausgestaltung ist der Verbundanker im Wesentlichen achsparallel zur Traverse angeordnet und damit mindestens ein U-Profil verbunden, das mit seinen freien Schenkeln die Außenseiten des Mastes umgreift.

**[0032]** Auch ist die Mastanordnung zur Konstruktion von Bahnmasten besonders vorteilhaft und ermöglicht erst die Verwendung von Holzwerkstoffen für Oberleitungsmasten an Hochgeschwindigkeitstrecken, da die auf die Oberleitungen wirkenden, von einem Ausleger übertragenen Lasten aufgrund der besonders guten Tragfähigkeit der erfindungsgemäßen Mastanordnung erst aufgenommen sowie insbesondere auch aufgrund der in die Masten eingelassenen Verbundanker effizient und statisch berechenbar in die Masten eingeleitet werden können.

**[0033]** Andere Anwendungsmöglichkeiten bestehen beispielsweise in der Konstruktion von Lampenmasten.

**[0034]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren, in denen bevorzugte Aspekte der Erfindung gezeigt sind, näher erläutert.

**[0035]** Es zeigen

| | |
|---|---|
| Figur 1 | eine perspektivische Ansicht eines Beispiels einer ersten erfindungsgemäßen Mastanordnung; |
| Figur 2 | äußere Furnierschichtplatten des Mastfußes der in Figur 1 dargestellten Mastanordnung; |
| Figur 3 | seitliche der in Figur zwei dargestellten Furnierschichtplatten am Mastfuß von unten; |
| Figur 4 | eine weitere erfindungsgemäße Mastanordnung mit vier Masten in perspektivischer Ansicht; |
| Figur 5 | die in Figur 4 dargestellte Mastanordnung in Seitenansicht; |
| Figur 6 | die in Figur 4 dargestellte Mastanordnung in anderer Seitenansicht; |
| Figur 7 | einen vergrößerten Ausschnitt der in Figur 4 dargestellten Mastanordnung; |
| Figur 8 | einen Teilquerschnitt des Mastfußes der in Figur 4 dargestellten Mastanordnung von unten; |
| Figur 9 | einen Sockel der in Figur 4 dargestellten Mastanordnung in Aufsicht; |
| Figur 10 | eine weitere erfindungsgemäße Mastanordnung mit sogenannten Paddeln für die Gründung im Erdreich in perspektivischer Ansicht; |

| | |
|---|---|
| Figur 11 | eine Teilansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Mastanordnung mit einer Anbindung an einen Betonsockel; |
| Figur 12 | eine Teilansicht einer Anbindung einer Traverse an einen erfindungsgemäßen Freileitungsmast; |
| Figur 13 | eine Teilansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Anbindung einer Traverse an den Mastzopf eines weiteren erfindungsgemäßen Freileitungsmastes in seitlicher Ansicht; |
| Figur 14 | den in Figur 13 dargestellten Abschnitt in isometrischer Darstellung, |
| Figur 15 | eine Darstellung eines Abschnittes einer Traversenanbindung, die gegenüber der in den Figuren 13 und 14 dargestellte Traversenanbindung etwas abgeändert ist; |
| Figur 16 | ein Beispiel für eine Gründung der erfindungsgemäßen Mastanordnung mit Platen als Paddel in Seitenansicht; |
| Figur 17 | das Beispiel aus Figur 16 im Querschnitt; |
| Figur 18 | ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Mastanordnung als Bahnmast; |
| Figur 19 | ein weiteres Beispiel für eine erfindungsgemäße Mastanaordnung als Bahnmast: |
| Figur 20 | ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Mastanordnung in Seitenansicht; |
| Figur 21 | das in Figur 20 dargestellte Beispiel in anderer Seitenansicht; |
| Figur 22 und 23 | Querschnitte des in Figur 20 dargestellte Beispiels im Bereich der Mastspitze und des Mastfußes; |
| Figur 24 | eine mögliche Ausbildung des Mastkopfes der in den Figuren 20 bis 23 dargestellten Mastanordnung; |
| Figur 25 | noch ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Mastanordnung in Seitenansicht; |
| Figuren 26 bis 29 | Querschnitte der in Fig. 25 dargestellten Mastanordnung entlang der Schnittebenen 1-1, 2-2, 3-3 und 4-4; |
| Figur 30 | eine erfindungsgemäße Mastanordnung in der Art der Mastanordnung der Figuren 25 bis 29 mit einer daran angebundenen Traverse und einem Sockel in Seitenansicht; |
| Figur 31 | die Mastanordnung der Figur 30 in anderer Seitenansicht; |
| Figuren 32 | einen horizontalen Querschnitt durch einen Teil des Mastfußes der Mastanordnung der Figur 30; und |
| Figuren 33 | einen vertikalen Schnitt durch den Mastfuß der Mastanordnung der Figur 30. |

**[0036]** Die in Figur 1 dargestellte, erfindungsgemäße Mastanordnung weist einen Mast 1 auf, der aus einem Furnierschichtholz hergestellt ist. Die einzelnen Laminatschichten des Furnierschichtholzes verlaufen in vertikalen Ebenen. Als geeignete Furnierschichthölzer kommen beispielsweise solche der Marke Kerto® in Betracht.

**[0037]** Im Bereich seines Fußes 2 ist der Mast dadurch breiter ausgebildet, dass zusätzliche Furnierschichtholzplatten 3, 4 zu beiden Seiten des Mastes des Mastfußes angeordnet sind, bei denen die Ebene der Laminatschichten parallel zur Ebene der Laminatschichten des zentralen Mastbalkens verläuft. Unter dem Mastfuß ist ein Sockel befestigt. Die Befestigung erfolgt über Muttern 6, die auf in Bild 1 nicht zu sehenden Schraubbolzen aufsitzen, die in den seitlichen Furnierschichtholzplatten 3, 4 gelagert sind.

**[0038]** In Figur 2 sind jeweils die äußeren Hälften 3 , 4' zweier seitlicher Furnierschichtholzplatten 3, 4 gezeigt. In ihre dem Mast zugewandten Seiten sind jeweils zwei längliche Ausnehmungen 6, 7, 8, 9 vorgesehen, die parallel zur Längsachse des Mastes verlaufen. Die nicht zu sehenden inneren Hälften der seitlichen Furnierschichtplatten weisen entsprechend ausgefräste Ausnehmungen auf.

**[0039]** In diese Ausnehmungen 6, 7, 8, 9 sind aneinander anliegend jeweils zwei Anker 11, 11', 12, 12', 13, 13', 14, 14' eingelegt. Die Anker weisen einen Ankerkörper sowie Ankerstifte auf, die senkrecht zur Ebene der Laminatschichten in das Furnierschichtholz eingreifen. Der Ankerkörper der länglichen Anker 11', 12', 13', 14' ist mit einer Durchgangsbohrung versehen. Der Ankerkörper der Anker 11, 12, 13, 14 ist jeweils als sogenannter Durchsteck-Gewindeanker ausgeführt, wobei im Ankerkörper an der dem jeweils anderen Anker 11', 12', 13', 14' abgewandten Seite ein Gewinde vorgesehen ist. In die Gewinde der Anker 11, 12, 13, 14 sind Gewindebolzen 15, 16, 17 eingeschraubt, mit denen, wenn sie auf die entsprechende Länge zugeschnitten sind, der Mast am Sockel 5 befestigt werden kann.

**[0040]** Figur 3 zeigt eine zweiteilige seitliche Furnierschichtplatte mit eingelegten Verbundankern von unten, allerdings ohne eingeschraubte Gewindebolzen. Die beiden Plattenhälften werden, nachdem die Anker 6, 7 eingelegt sind, miteinander verleimt. Deutlich zu sehen ist, dass die Ankerkörper einen quadratischen Querschnitt haben, der um 45° zur Ebene der Laminatschichten gedreht ist, und dass der Ankerkörper eine Bohrung aufweist. Auch ist zu erkennen, dass ein um drei Seiten umlaufender Steg 18 vorgesehen ist, der als Rahmen zur Aufnahme des Sockels 5 dient.

**[0041]** In den Figuren 4 bis 9 ist eine andere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Mastanordnung, diesmal mit 4 Masten 21, 22, 23, 24 dargestellt. Figur 1 zeigt diese Mastanordnung in perspektivischer Darstellung, die Figuren 5 und 3 jeweils in Seitenansicht von verschiedenen Seiten.

**[0042]** Wie in Figur 4 und auch in Figur 8 zu sehen ist, hat jeder der Masten einen L-förmigen Querschnitt, wobei die Schenkel des Querschnitts jedes Mastes eine gleiche Länge haben und die durch den Querschnitt gebildeten äußeren Ecken die Außenecken der gesamten Mastanordnung bilden, so dass sie einen Hohlraum einschließen. Der Querschnitt

der Masten ist über ihre Länge gleichbleibend (was je nach Ausstatung des Mastes mit Trägern oder Traversen, beispielsweise zum Halten von Stromleitungen nicht zwingend so sein muss). Jeder der Masten steht auf einem Sockel 25, 26, 27 auf. Die Sockel 25, 26, 27 sind auf einem Betonfundament 28 festgeschraubt.

**[0043]** Insbesondere in Figur 8, die einen Querschnitt eines Mastes im Bereich des Mastfußes zeigt, ist erkennbar, dass der L-förmige Querschnitt durch zwei L-förmig aufeinander gesetzte Furnierschichtholz-Balkenpaare 31', 31", 32', 32" gebildet sind, wobei jedes Balkenpaar an seiner dem anderen Balkenpaar zugewandten Seite auf Gehrung geschnitten ist. Zwischen die Balkenpaare ist ein Verbundanker 33 eingelegt, der mit seinen Ankerstiften 34 quer zur Schnittebene des Gehrungsschnitts in die Balkenpaare eingreift. Der Verbundanker sitzt ebenso wie die Verbundanker des zuvor beschriebenen Einzelmastes in vorgefräste Ausnehmungen. Der Verbundanker 33 dient der Verbindung des Mastes mit dem Sockel.

**[0044]** Wie in Figur 7 zu sehen ist, sind ebenso wie beim zuvor beschriebenen Einzelmast zwei aneinander anliegende und miteinander fluchtende Verbundanker vorgesehen, wobei der untere der beiden ein Durchsteckanker und der obere der beiden ein Gewinde-Durchsteckanker ist.

**[0045]** In den Sockeln ist jeweils ein nach oben auskragendes Lager für den Schraubenkopf eines Gewindebolzens in der Art eines umgestülpten Bechers 36 vorgesehen, dessen (oben liegender) Becherboden eine Bohrung zum Durchstecken des Schaftes des Gewindebolzens aufweist. Ein Gewindebolzen 37 kann von unten hierdurch gesteckt und in den Gewindedurchsteck-Anker eingeschraubt werden, so dass er Mast mit dem Sockel fest verbunden ist.

**[0046]** Figur 9 zeigt eine Aufsicht auf einen Sockel 25, der mit vier Schrauben 41 auf dem (nicht dargestellten) Fundament befestigt ist. Mit der gestrichelten Linie 42 ist die Lage des Mastes 22 und mit gestrichelter Line 43 die Lage des Verbundankers über dem Sockel 25 eingezeichnet.

**[0047]** Der in Figur 10 dargestellte Freileitungsmast 50, der über seine gesamte Länge einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt hat, weist im Bereich seines Mastfußes 51 unterhalb der hier schematisch dargestellten Erdoberfläche 52 zwei Querstreben, 53, 54 auf. Die beiden Querstreben sind an den sich gegenüber liegenden kurzen Seiten des Mastes 50 in unterschiedlicher Höhe befestigt und verlaufen im Wesentlichen quer zur Längsachse der Traverse 55. Sie sichern den Mast dagegen, dass er kippt. Alternativ hierzu kann einseitig oder können beidseitig Platten vorgesehen sein, deren Größe sich aufgrund der für den jeweiligen Mast anzunehmenden Lasten bestimmt. Insbesondere die Streben, aber auch die Platten können über in den Mast eingelassene Verbundanker mit diesem verbunden sein.

**[0048]** In Figur 11 ist eine andere Gründung eines erfindungsgemäßen Mastes mit einem in den Boden eingelassenen (Stahl-)Betonsockel 61 dargestellt, auf dem der Mast 62 mit rechteckigem Querschnitt sitzt. Am Betonsockel sind Platten 63, 64 befestigt, die an den beiden breiteren Seiten des Mastes 62 anliegen. An ihren dem Mast 62 zugewandten Seiten weisen die Platten Rippen 65 auf, die sich über die gesamte Breite der Platte erstrecken und in hierfür über die Breite des Mastes verlaufende Nuten eingreifen. Die Höhe der Rippen 65 wird mit zunehmendem Abstand zum Betonsockel 61 größer. Die Platten sind mit Schraubbolzen 66 am Betonsockel und mit Schrauben 67 am Mast befestigt. Die Platten und Rippen bestehen vorzugsweise aus Stahl.

**[0049]** In Figur 12 ist eine Teilansicht eines erfindungsgemäßen Mastes 71 gezeigt. In den Mastzopf 72 sind nebeneinander zwei Verbundanker 73, 74 vertikal eingelassen. Sie sind gegenüber der Oberkante des Mastes 71 etwas zurückversetzt. Auf den Mast 71 ist eine Traverse 75 aufgesetzt. Von oben greifen zwei Schraubbolzen 76, 77 durch die Traverse hindurch in die Verbundanker 73, 74 ein. Hierfür sind im Mastzopf 72 oberhalb der Verbundanker jeweils eine mit dem jeweiligen Verbundanker fluchtende Ausnehmung vorgesehen. Die Schraubbolzen 76, 77 sind in die Verbundanker eingeschraubt, wobei zwischen der Traverse 75 und dem Mast 71 Abstandshülsen 78, 79 vorgesehen sind.

**[0050]** In den Figuren 13 und 14 ist eine andere erfindungsgemäße Befestigung einer Traverse 81 an einen Mastzopf 82 (nur in Figur 15 dargestellt) eines erfindungsgemäßen Freileitungsmastes dargestellt. In den Mastzopf 82, der wieder einen rechteckigen Querschnitt aufweist, sind zwei Verbundanker 83, 84 horizontal und übereinander angeordnet. Ihre Längsachsen verlaufen mittig und parallel zu den längeren Außenseiten des Mastquerschnitts. Die Stirnseiten der Verbundanker 83, 84 sind gegenüber den schmalen Seiten des Mastzopfes 82 etwas zurückversetzt. Die kurzen Seiten des Mastzopfes 82 sind in Höhe der Verbundanker durch jeweils zwei übereinander angeordnete U-Profile 85, 86, 87, 88 eingefasst, die jeweils mit Schrauben an den stirnseitigen Enden der Verbundanker festgeschraubt sind. Die freien Schenkel der U-Profile liegen an den breiten seitlichen Flächen des Mastzopfes an. Auf jeweils zwei U-Profile 85, 86, 87, 88 sind zu beiden Seiten des Mastzopfes vertikale Hohlprofile 89, 91 aufgesetzt, die an ihren oberen Enden mit Trägerplatten 92, 93 versehen sind, auf denen die Traverse 81 aufliegt und mit denen sie verschraubt ist. Die Hohlprofile 89, 91 sind hier zusammen mit den U-Profilen an den Verbundankern 83, 84 festgeschraubt, so dass die vertikalen Lasten der Traverse über die Schraubverbindung unmittelbar in die Verbundanker und von dort in den Mast eingeleitet werden.

**[0051]** Es ist grundsätzlich nicht zwingend notwendig, dass die Verbundanker horizontal in den Mast eingesetzt werden. Sie können auch vertikal eingesetzt werden, wenn sie eine quer zu ihrer Längsachse verlaufende Bohrung bzw. Gewindebohrung aufweisen. Auch ist eine schräge Anordnung des Verbundankers im Mast oder eine schräge Anordnung einer (Gewinde-)Bohrung im Ankerkörper grundsätzlich möglich und je nach Anforderung auch sinnvoll.

**[0052]** Die in Figur 15 dargestellte Traversenanbindung unterscheidet sich von der in den Figuren 13 und 14 darge-

stellten dadurch, dass die vertikalen Hohlprofile 101, 102 nicht unmittelbar mit den Verbundankern verschraubt sind, sondern jeweils an den U-Profilen 103, 104 und an den vertikalen Hohlprofilen paarweise Laschen 105, 106, 107, 108 angeschweißt sind, die jeweils durchbohrt sind, so dass die Hohlprofile 101, 102 über die Laschen an die U-Profile 103, 104 angeschraubt werden.

**[0053]** In den Figuren 16 und 17 ist eine weitere Gründungsmöglichkeit eines erfindungsgemäßen Mastes mit Platten dargestellt. Die Paddel 111, 112 sind trapezförmig und auf einer Seite des in die Erde eingelassenen Mastschaftes mit einem Abstand zueinander angeordnet, wobei die Fläche der oberen Platte etwa das Doppelte der Fläche der unteren Platte beträgt. Dies macht insoweit Sinn, als die statisch zulässige Bodenpressung mit zunehmender Tiefe höher wird, so dass der Flächenwiderstand in größeren Tiefen höher ist. Vorzugsweise liegt die Oberkante der oberen Platte 111 mindestens 35 oder 40 cm unterhalb der Erdoberfläche 113. Als beispielsweise geeignet haben sich Platten mit einer Gesamthöhe (beide Platten zusammen) von etwa 125 cm und einer Plattenstärke von etwa 75 mm erwiesen. Die Faserrichtung der Platten ist vorzugsweise quer zur Achse des Mastschaftes anzuordnen.

**[0054]** In den Figuren 18 und 19 sind Beispiele für die Anbindung von Oberleitungsträgern 121, 122 bzw. 123, 124 von Bahnmasten an erfindungsgemäße Mastanordnungen dargestellt. Dabei zeigt Fig. 18 eine Mastanordnung mit einem einzelnen Mast, der im Wesentlichen dem der Figur 1 entspricht, sowie Figur 19 eine Mastanordnung mit vier Masten, die im Wesentlichen der Mastanordnung der Figur 4 entspricht. Anzumerken ist, dass die Verbundanker zur Befestigung der Oberleitungsträger 121, 122, 124 schräg in die Masten eingesetzt sein können, so dass ihre Längsachse im Wesentlichen mit der Achse des jeweiligen Trägers fluchtet.

**[0055]** In den Figuren 20 bis 23 ist eine weitere erfindungsgemäße Mastanordnung dargestellt, die sich von den zuvor beschriebenen im Wesentlichen dadurch unterscheidet, dass sie über zumindest überwiegende Teile ihrer Länge, hier dargestellt über ihre gesamte Länge, einen Querschnitt in Form eines Doppel-T-Profils bzw. H-Profils hat. Dadurch werden die Trägheitsmomente des Mastes deutlich erhöht, so dass ein Mast hergestellt werden kann, der gegenüber einem Mast aus einem Rund- oder Vierkantprofil deutlich größere Lasten aufnehmen kann und gleichzeitig eine geringere Masse hat. Dadurch wird es möglich, höhere Masten oder auch Masten mit einer höheren Traglast zu konstruieren.

**[0056]** So wird der Mast 131, wie insbesondere in den Figuren 22 und 23 zu sehen ist, aus einem zentralen Steg 132 und daran angeordnete Gurte 133, 134, 135, 136 gebildet, wobei die schmalen Seiten des Stegs 131 mit den jeweils benachbarten Außenseiten zweier der Gurte fluchten. Der dargestellte Steg 132 besteht aus zwei Lagen eines Furnierschichtholz-Plattenmaterials, das vorzugsweise Einzellagen mit quer verlaufenden Holzfasern enthält (z.B. Kerto® Q). Die Gurte besteht ebenso aus mehreren Lagen eines Furnierschichtholz-Plattenmaterials, das vorzugsweise allerdings ausschließlich Einzellagen mit zueinander parallel verlaufenden Holzfasern enthält (z.B. Kerto® S).

**[0057]** Wie in der Ansicht der Figur 20 zu erkennen ist, verjüngt sich der Querschnitt des Mastes 131 mit zunehmender Höhe, wie es auch bei den zuvor beschriebenen Mastanordnungen bevorzugt ist. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel verjüngt sich die Breite des Steges 132 deutlich mit zunehmender Höhe. Die Breite jedes der Gurte 133, 134, 135, 136 bleibt im Wesentlichen gleich. Allerdings wird die Anzahl der einen Gurt bildenden Holzlagen von oben nach unten größer. So bestehen die Gurte an der Spitze des Mastes, wie der Querschnitt der Figur 22 zeigt, aus jeweils zwei Lagen des Furnierschichtholz-Plattenmaterials, während die Gurte im Bereich des Mastfußes, wie der Querschnitt der Figur 23 zeigt, aus drei Lagen des Plattenmaterials besteht. Bei dem dargestellten Mast vergrößert sich die Anzahl der Lagen der Gurte in etwa auf der Hälfte seiner lichten Höhe über dem Boden. Der dargestellte Mast ist mit etwa 1/6 seiner Länge im Erdreich verankert. Die Breite der Gurte bleibt im dargestellten Ausführungsbeispiel konstant. Es kann aber je nach Lastfall ebenso sinnvoll sein, wenn sich die Breite der Gurte von unten nach oben verjüngt.

**[0058]** Aus Gründen des Holzschutzes ist sowohl die Mastspitze als auch die obere Stirnseite der etwa auf halber lichter Höhe des Mastes zusätzlich aufgesetzten Gurtlagen abgeschrägt, so dass Wasser gut ablaufen kann.

**[0059]** In einer geänderten Ausführungsform des in den Figuren 20 bis 23 dargestellten Mastes stehen die Gurte 141, 142, 143, 144 gleichermaßen über die Oberkante des zentralen Stegs 145 über. In den hierdurch zwischen den Gurten 141, 142, 143, 144 entstehenden Zwischenraum oberhalb des Steges 145 wird ein Einschub 146 eingesetzt. Im Einschub 146 sind Durchgangslöcher 147 vorgesehen, die mit entsprechenden Durchgangslöchern 148 in den Gurten fluchten, wenn der Einschub in den Zwischenraum auf den Steg 145 aufgesetzt wird. So kann der Einschub mit Durchgangsbolzen bzw. Schraubbolzen, die durch die fluchtenden Durchgangslöcher 147, 148 zweier Gurte 141, 142 bzw. 143, 144 und des Stegs 145 hindurch gesteckt werden, sicher am Mastkopf befestigt werden.

**[0060]** Der Einschub 146 besteht aus zwei Hälften 151, 152, in deren aneinander anliegenden Seiten einander ergänzende, sich horizontal erstreckende Ausnehmungen 153, 154 für zwei Verbundanker (nicht dargestellt) vorgesehen sind. Die Verbundanker, die vorzugsweise mit einer axialen Durchgangsbohrung mit oder ohne Innengewinde versehen sind, dienen beispielsweise zur Befestigung einer Traverse am Mastkopf.

**[0061]** Diese Ausführungsform des Mastkopfes ist insoweit bevorzugt, als es aufwändig ist, Verbundanker zum Anbringen von Traversen zwischen die Gurte und den Steg einzubringen.

**[0062]** Die in den Figuren 25 bis 29 dargestellte Mastanordnung unterscheidet sich von der der Figuren 20 bis 23 zunächst dadurch, dass der Steg 161 ein Trapez mit einer senkrechten Seitenkante und einer schräg aufwärts verlaufenden Seitenkante bildet. Die Gurte 162, 163, 164, 165 haben eine gleichförmige Breite und verlaufen entlang der

Seitenkanten des Steges 161. Dabei verjüngen sich die Gurte 162, 163, 164 165, von unten nach oben, wobei jeder Gurt in einem untersten Bereich des Mastes aus drei aufeinander liegenden Plattenlagen (s. Fig. 29, Schnitt D-D), in einem darüber liegenden Bereich aus zwei aufeinander liegenden Plattenlagen (s. Fig. 28, Schnitt C-C) und darüber aus einer Plattenlage (s. Fig. 27, Schnitt B-B) besteht. Der Bereich des Mastkopfes weist keine Gurte auf.

**[0063]** Diese Ausführungsform ist insbesondere für Endmaste einer Maststrecke beispielsweise einer Mittelspannungsleitung geeignet.

**[0064]** Ein vergleichbarer Endmast 181 ist in den Figuren 30 bis 33 gezeigt. Er weist einen trapezförmigen Steg 182 und an seinen Seitenkanten verlaufende Gurte 183, 184, 185 auf, die kurz unterhalb des Mastkopfes 186 enden. Die Gurte bestehen ebenso wie der Steg aus einem einlagigen Furnierschichtholz-Plattenmaterial. Oberhalb der Gurte ist am Mastkopf eine Traverse 186 befestigt. Geeignete Konstruktionen zur Befestigung der Traverse sind beispielsweise in den Figuren 12, 13, 14 und 15 gezeigt.

**[0065]** Etwas oberhalb der Mitte des Endmastes ist ein Trägerpodest 187 für eine elektrische Einrichtung, beispielsweise für einen Umrichter oder einen Transformator, montiert.

**[0066]** Der Fuß 188 des Endmastes 181 steht auf einem Betonfundament 189, das in das Erdreich eingelassen ist. Im Mastfuß 188 sind im Wesentlichen vertikale Verbundanker 191, 192, 193 angeordnet, die (nicht dargestellte) Schraubenbolzen aufnehmen, mit denen der Mastfuß 188 am Betonfundament 189 verankert wird. Die Verbundanker sind in jeweils zwei Halbschalen 194 und 195 bzw. 196 und 197 aus einem Furnierschichtholz-Plattenmaterial eingelassen, die jeweils auf die dem Steg abgewandte Seite eines Gurtes 183, 184, 185 aufgesetzt sind. Dabei ist die jeweils an dem Gurt anliegende Halbschale 195, 196 etwa doppelt so hoch wie die jeweils außen liegende Halbschale 194, 197, wobei die außen liegende Halbschale etwa doppelt so lang wie der davon eingefasste Verbundanker ist. Mit dieser Konstruktion können die vom Mast aufgenommenen Lasten gut über die Gurte und die Halbschalen in die Verbundanker und von dort über Bolzen in das Betonfundament übertragen werden.

## Patentansprüche

1. Mastanordnung, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens einen Mast aufweist, der zumindest teilweise aus einem laminierten Holzwerkstoff besteht.

2. Mastanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der laminierte Holzwerkstoff ein Furnierschichtholz, insbesondere blockverklebtes Furnierschichtholz, ist.

3. Mastanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Holzwerkstoff imprägniert, insbesondere druckimprägniert, ist und/oder acetylisiert ist.

4. Mastanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Mast ein mehreckiges, insbesondere viereckiges, Hohlprofil hat, oder dass mehrere Maste einen Hohlraum einschließen.

5. Mastanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** Bohrungen im Mast, in die Schraubbolzen eingeleimt sind, wobei die Schrauben als Verbindungsmittel zur Verankerung des Mastes oder zur Befestigung von Anbauteilen, insbesondere Träger oder Traversen, dienen.

6. Mastanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen zwei aus einem laminierten Holzwerkstoff bestehenden Teilen des Mastes mindestens ein Verbundanker eingelassen ist.

7. Mastanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Ausnehmung im Mast vorgesehen ist, so dass von außen ein Verbindungsbolzen, insbesondere ein Schraubbolzen, in den Verbundanker eingelassen bzw. durch den Verbundanker hindurch gesteckt werden kann.

8. Mastanordnung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Verbundanker einen länglichen Kern und eine Durchgangsbohrung und/oder eine Gewindebohrung hat, die in Richtung seiner Längsachse oder schräg oder quer zu seiner Längsachse verläuft.

9. Mastanordnung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verbundanker einen Kern und mehrere parallel zueinander verlaufende Ankerstifte aufweist und so in den Mast eingelassen ist, dass die Ankerstifte im Wesentlichen quer zu den Schichten des Holzwerkstoffs verlaufen.

10. Mastanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **gekennzeichnet durch** eine in den Verbundanker eingelassene,

elektrisch isolierende Hülse.

**11.** Mastanordnung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Mast mindestens im Bereich eines der eingelassenen Verbundanker ein Vollprofil ist.

**12.** Mastanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem unteren Abschnitt, der zur Verankerung des Mastes in das Erdreich eingelassen wird, seitlich mindestens ein sich quer zur Längsrichtung des Mastes erstreckendes Paddel zur Stabilisierung des Mastes vorgesehen ist.

**13.** Mastanordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer Seite des Mastes mindestens eine quer zur Längsachse des Mastes verlaufende erste Strebe als ein erstes Paddel und auf der gegenüberliegenden Seite des Mastes in seiner Längsrichtung versetzt eine weitere, quer zur Längsachse des Mastes verlaufende Strebe als ein zweites Paddel angeordnet ist.

**14.** Mastanordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf mindestens einer Seite des Mastes eine Platte als Paddel angebracht ist.

**15.** Mastanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **gekennzeichnet durch** ein Fundament, insbesondere aus Beton.

**16.** Mastanordnung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mastfuß des mindestens einen Mastes mittels einer Schraubverbindung mit dem Fundament verbunden ist.

**17.** Mastanordnung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** an gegenüberliegenden Seiten des Mastes im Bereich des Mastfußes Seitenteile aus einem laminierten Holzwerkstoff angesetzt sind, wobei zwischen die Seitenteile und dem dazwischenliegenden Teil des Mastes Verbundanker in dafür vorgesehene Ausnehmungen eingelassen sind, und wobei Ausnehmungen für Verbindungsbolzen vorgesehen sind, über die die Anker mit dem Fundament oder einem Sockelelement verbunden werden können.

**18.** Mastanordnung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbundanker ein Innengewinde aufweisen und der Verbindungsbolzen ein Schraubbolzen ist.

**19.** Mastanordnung nach Anspruch 17 oder 18, **gekennzeichnet durch** eine Ausnehmung, die schräg zur Längsachse des Verbundankers verläuft und diese schneidet, so dass mit einem Werkzeug ein Schraubbolzen von der Oberseite des Ankers im Mastfuß zugänglich ist und der Schraubbolzen in ein Gewinde in einem Sockel oder Fundament, auf dem der Mast aufsteht, eingeschraubt werden kann.

**20.** Mastanordnung nach Anspruch 16 oder einem der darauf rückbezogenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Sockelelement zwischen dem Mastfuß und dem Fundament, das mit dem Fundament und/oder mit im Mastfuß verankerten Bolzen verschraubt ist.

**21.** Mastanordnung nach Anspruch 16 oder einem der darauf rückbezogenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** seitlich angeordnete Platten zum Verbinden des Fundaments mit dem Mastfuß, wobei die Platten in der Art von Dübeln besonderer Bauart mit Stiften ausgestaltet sind, die von außen in den Mast eingreifen, und wobei die Stifte vorzugsweise mit zunehmendem Abstand zum Fundament länger werden.

**22.** Mastanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** drei oder vier Masten, die insbesondere an ihren oberen Enden aneinander anliegen.

**23.** Mastanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mast durch einen länglichen zentralen Steg sowie seitlich daran angeordnete, sich zumindest über einen Teil seiner Höhe erstreckende Gurte gebildet ist, die gemeinsam mit dem Steg ein mehreckiges Querschnittsprofil, insbesondere ein H-Profil bilden.

**24.** Mastanordnung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Gurte mit zunehmender Höhe des Steges dünner werden, insbesondere aus einer geringeren Anzahl von Materiallagen gebildet werden.

**25.** Freileitungsmast, insbesondere als Mittel- oder Hochspannungsmast, mit einer Mastanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche und mindestens einer damit verbundenen Traverse zum Halten von mindestens einer

Stromleitung.

**26.** Freileitungsmast nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Traversen an mindestens einem Verbundanker im Mastzopf gelagert ist, wobei mindestens eine Platte vorgesehen ist, die mit dem Verbundanker verbunden ist und an einer zur Längsachse der Traverse parallelen Außenseite des Mastes anliegt.

**27.** Freileitungsmast, nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Verbundanker im Wesentlichen achsparallel zur Traverse angeordnet ist und damit mindestens ein U-Profil verbunden ist, das mit seinen freien Schenkeln die Außenseiten der Mastanordnung umgreift.

**28.** Mast für ein Oberleitungssystem einer Bahnstrecke mit einer Mastanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 24 und einem Ausleger zum Halten von mindestens einer Oberleitung.

**29.** Lampenmast mit einer Mastanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 24.

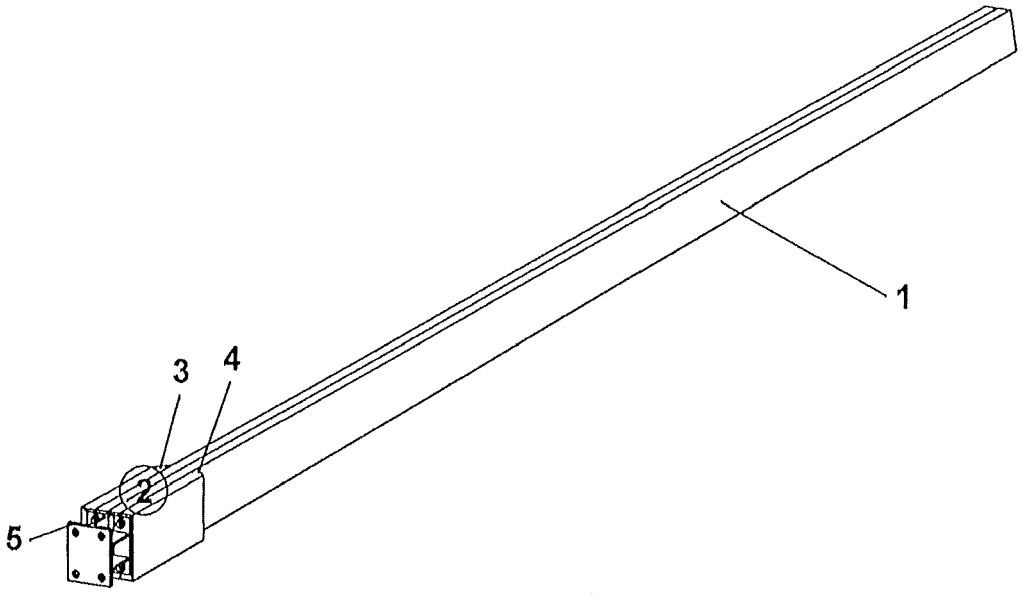


Fig. 1

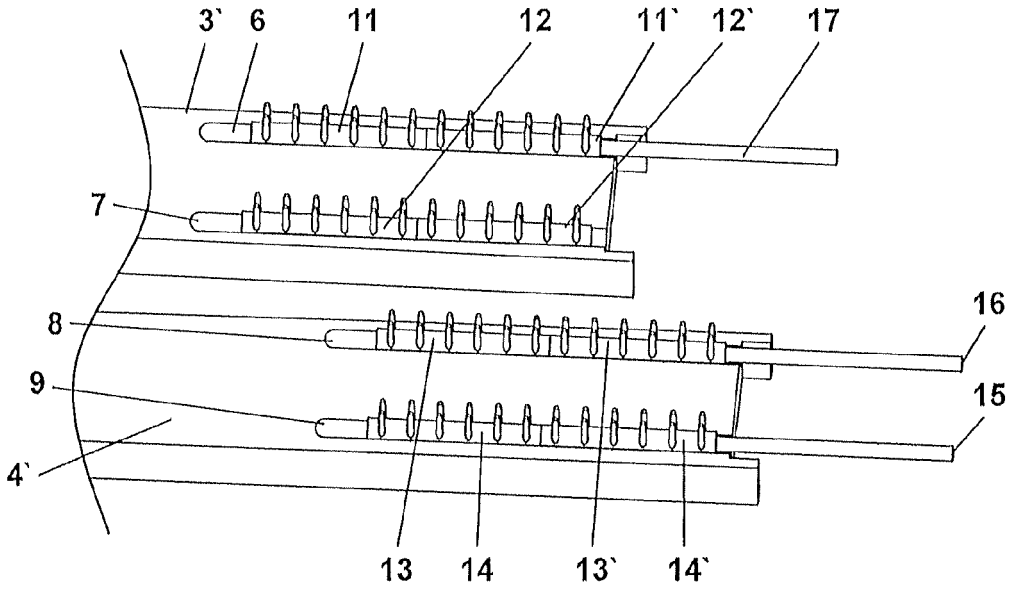


Fig. 2

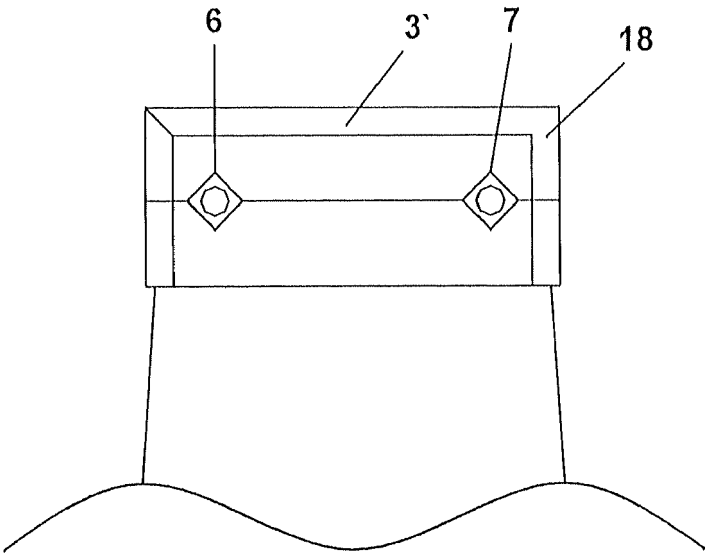


Fig. 3

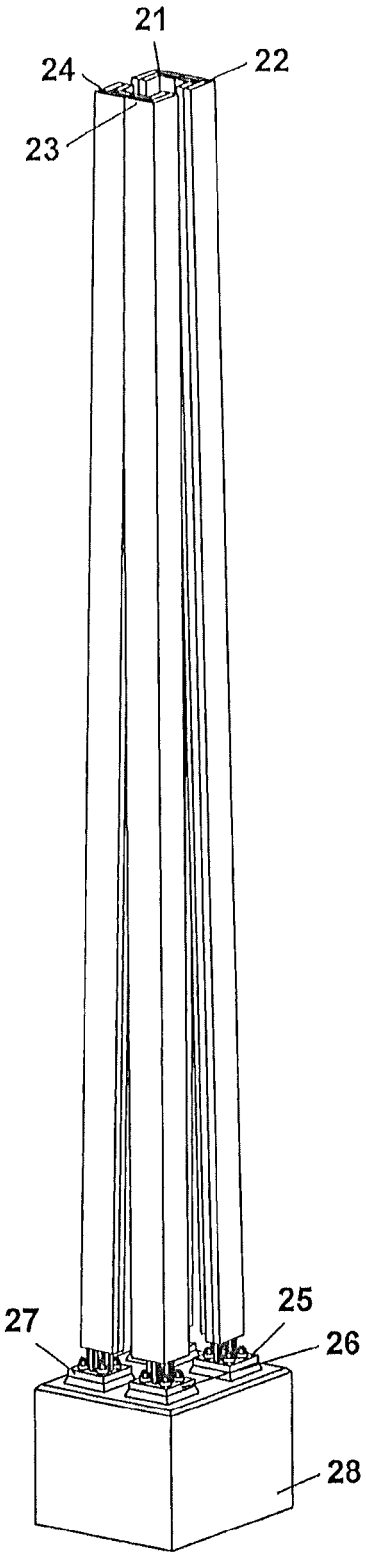


Fig. 4

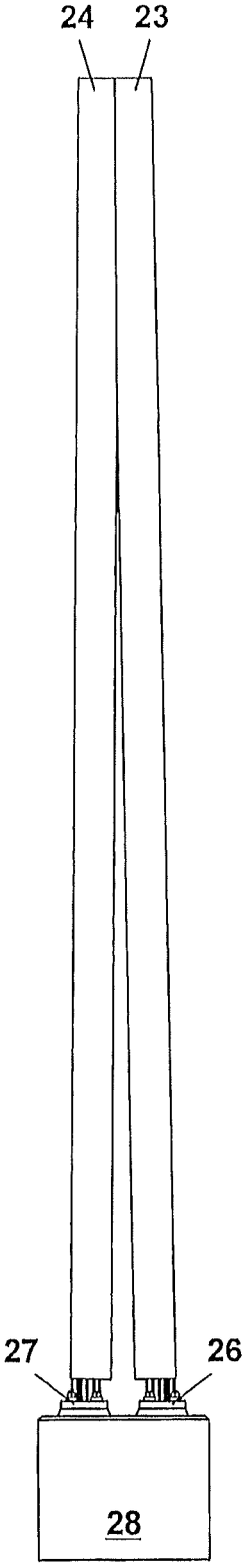


Fig. 5

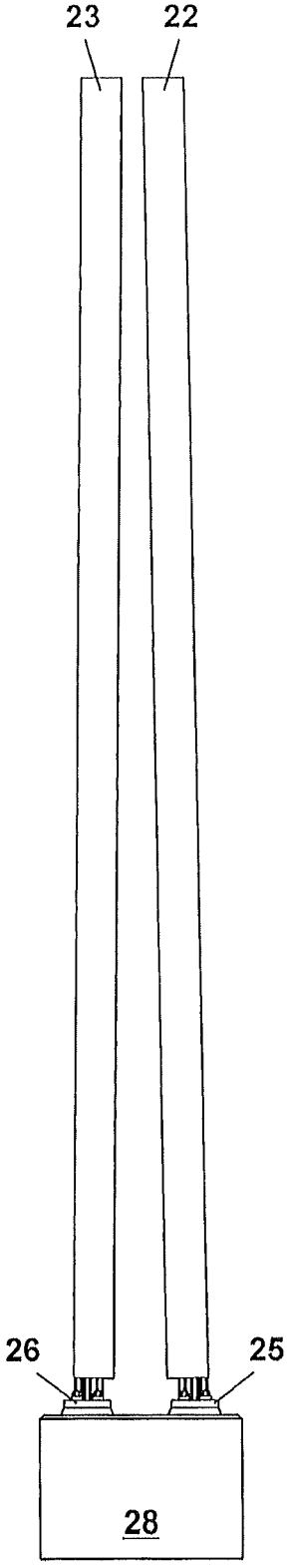


Fig. 6

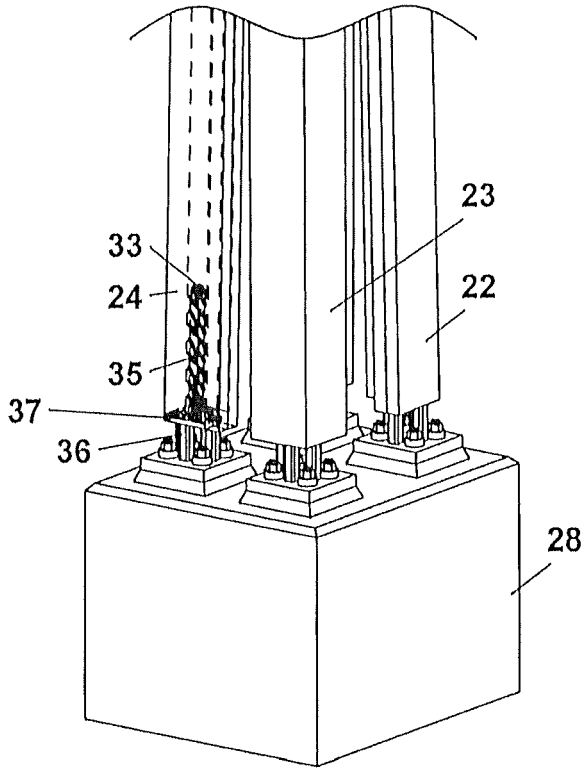


Fig. 7

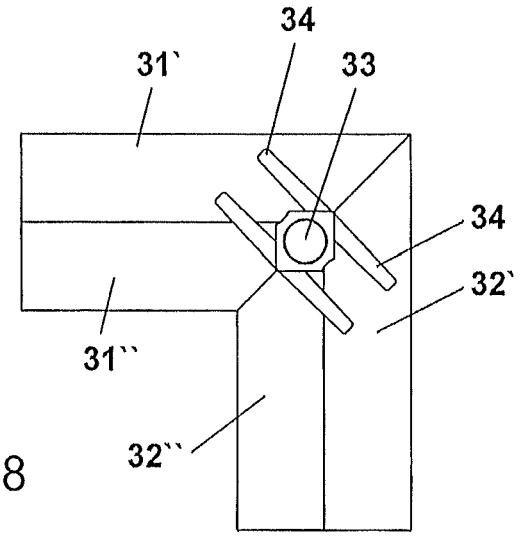


Fig. 8

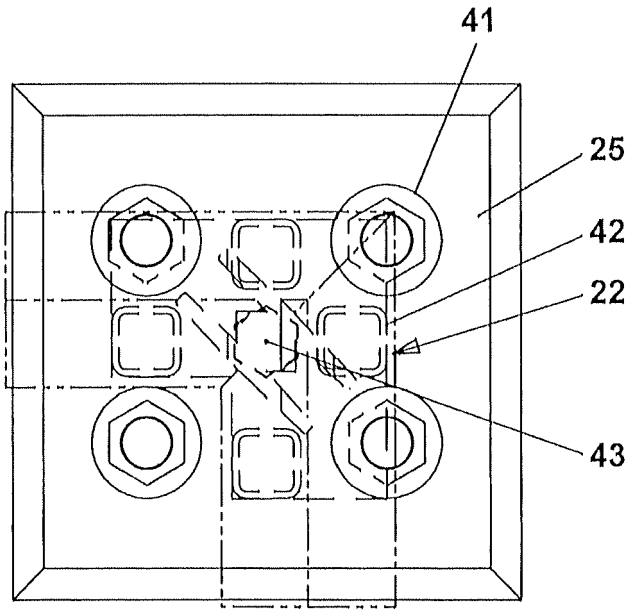


Fig. 9

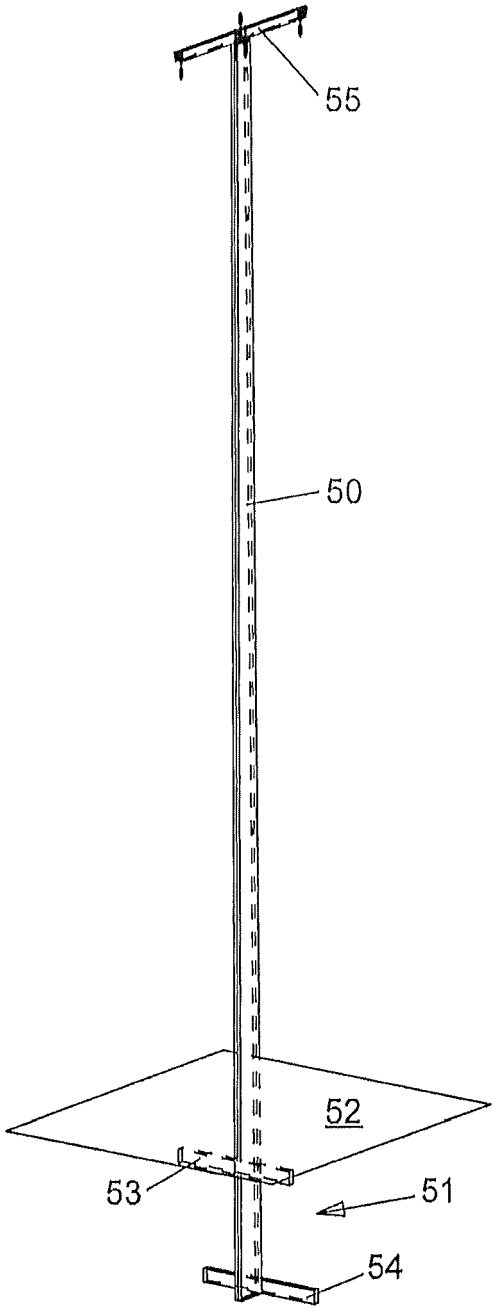


Fig. 10

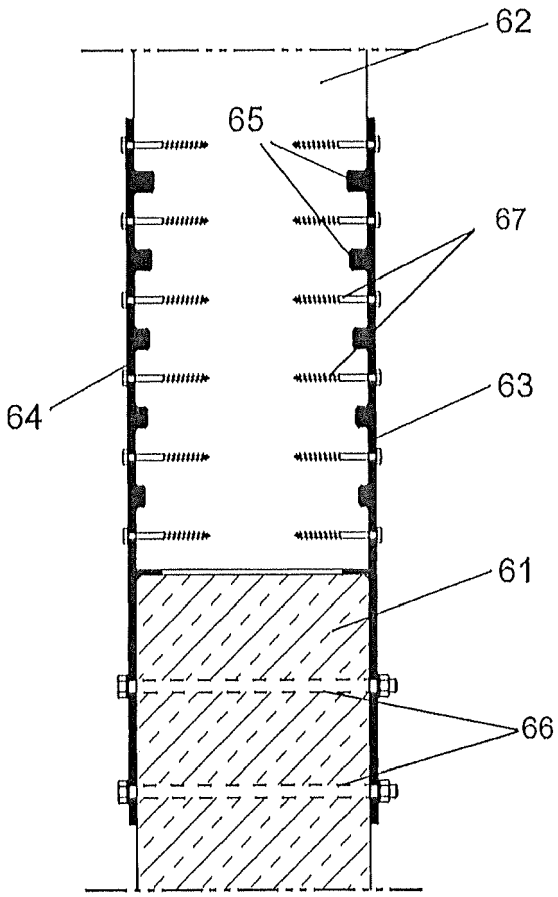


Fig. 11

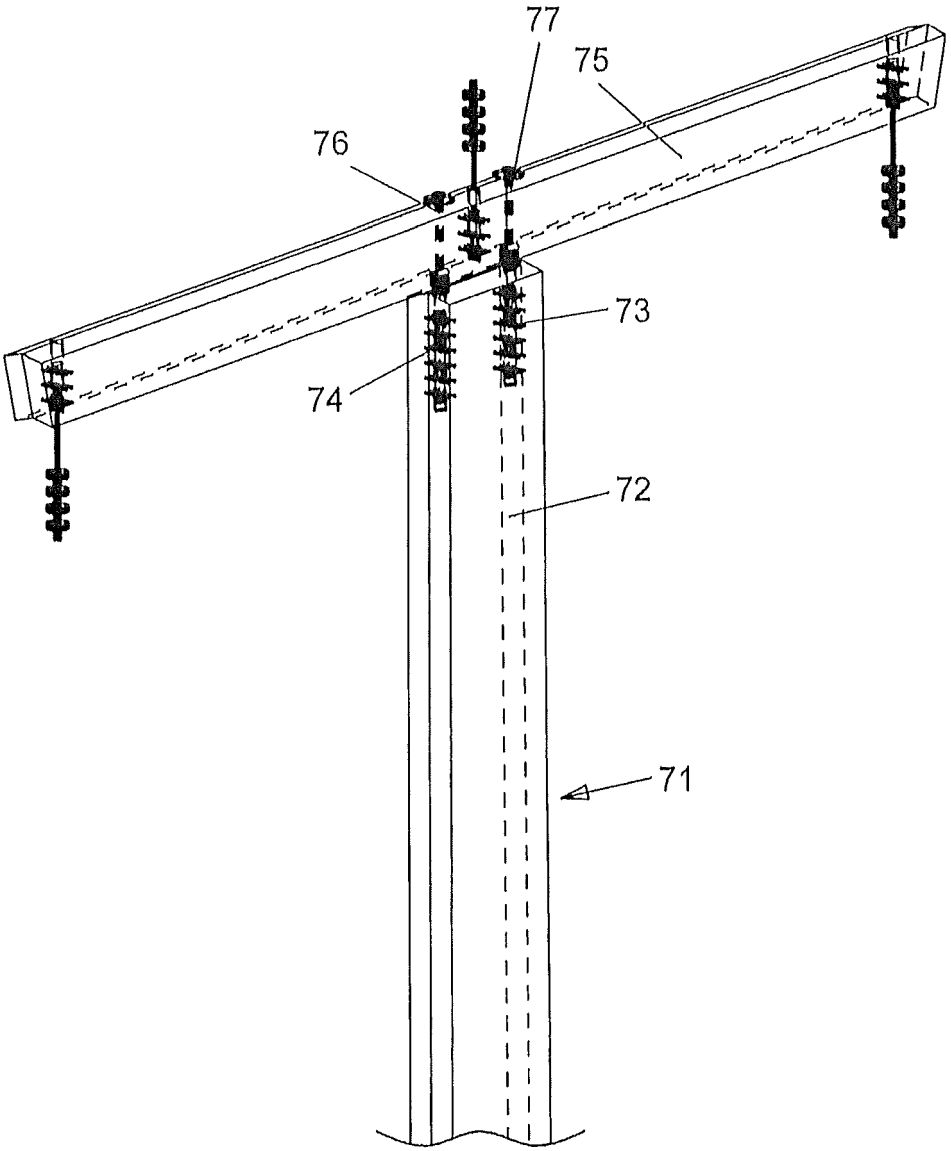


Fig. 12

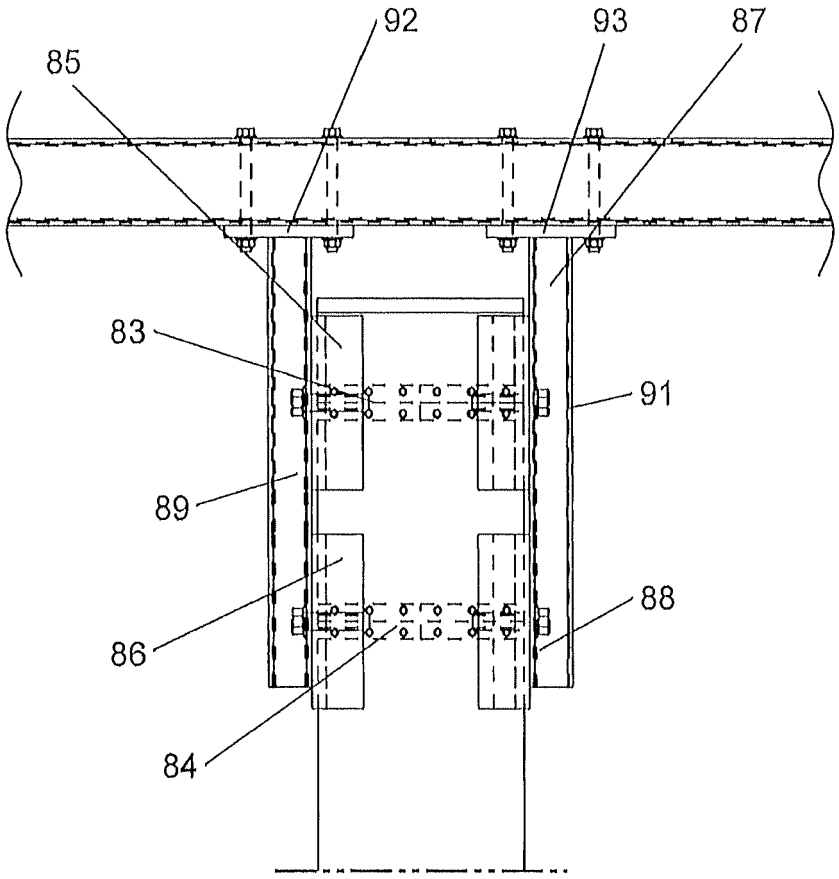


Fig. 13

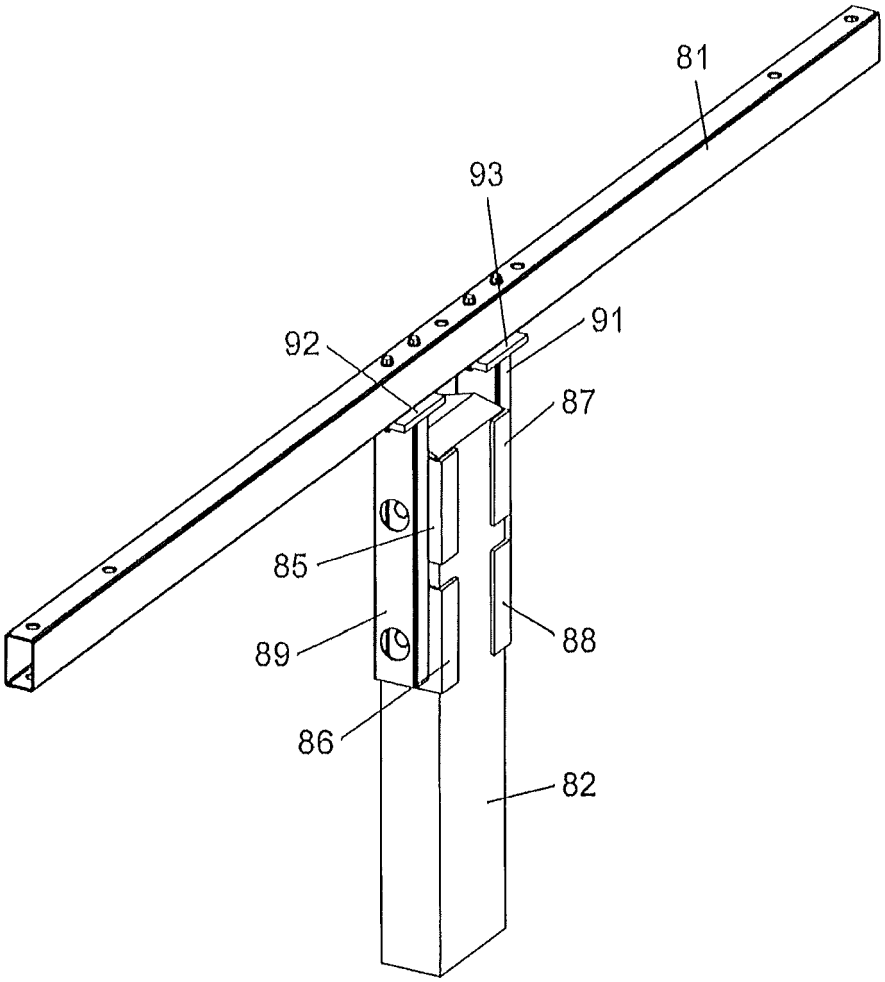


Fig. 14

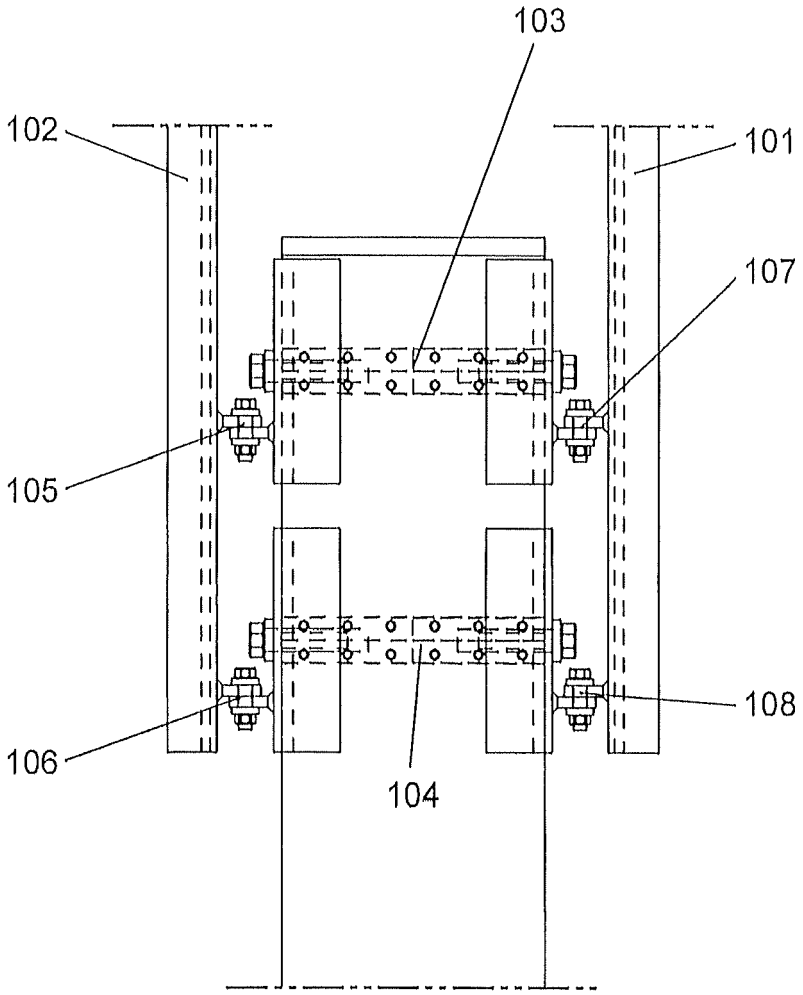


Fig. 15

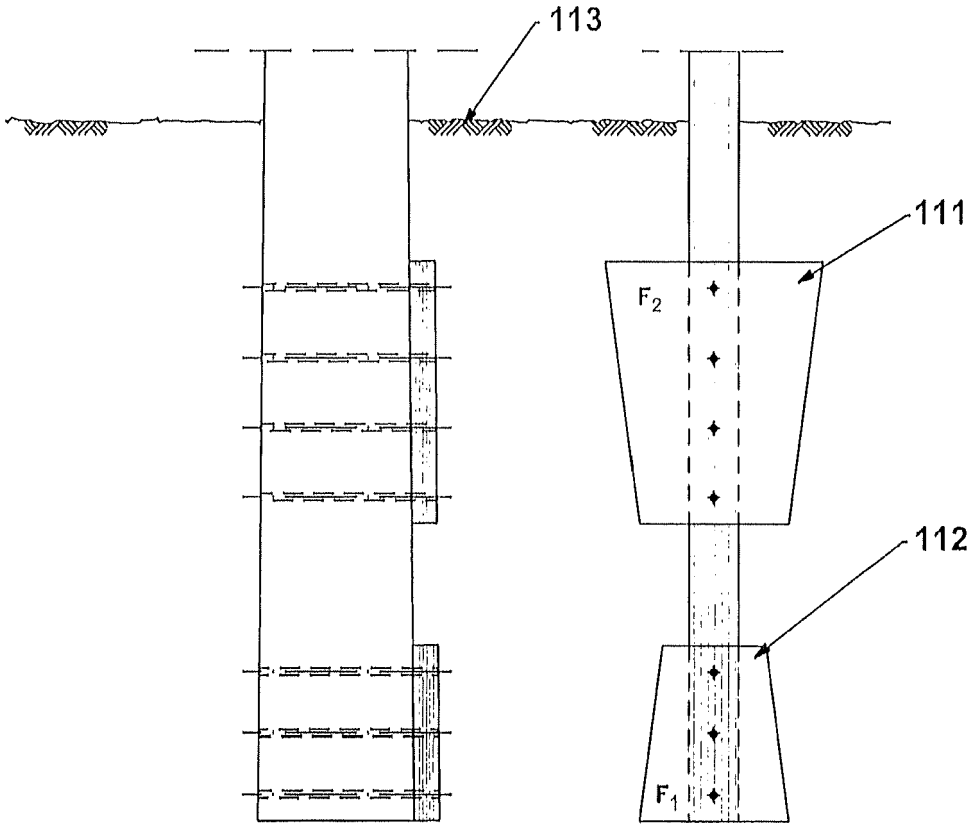


Fig. 16 Fig. 17

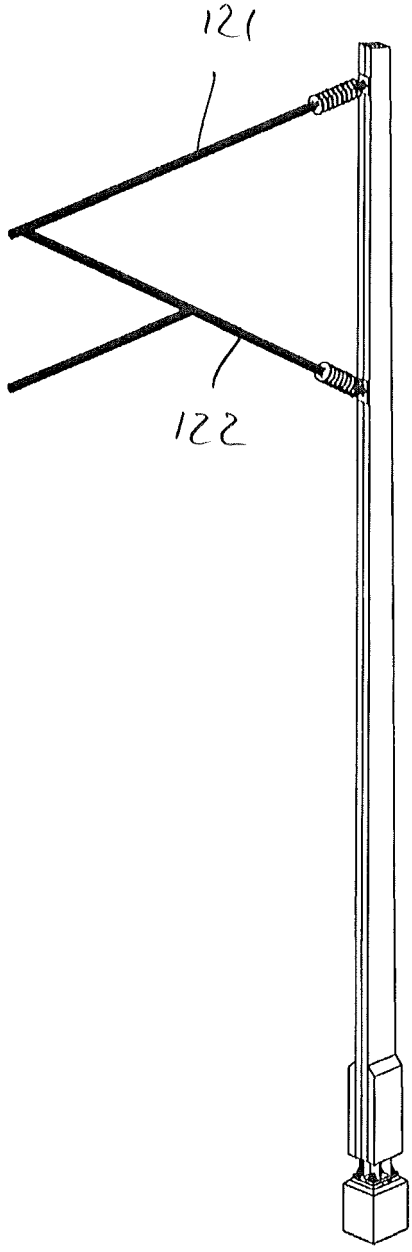


Fig. 18

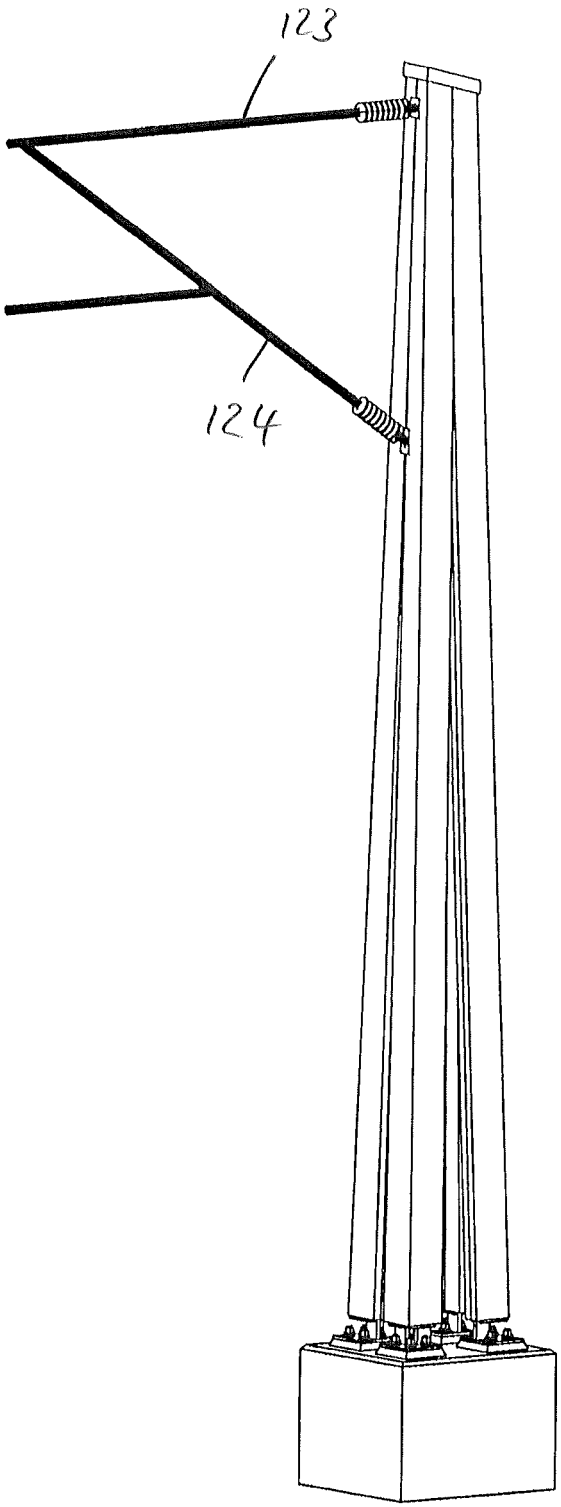


Fig. 19

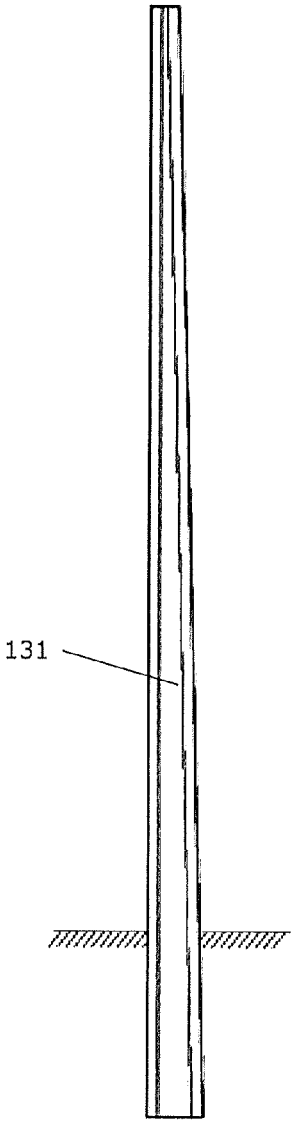


Fig. 20

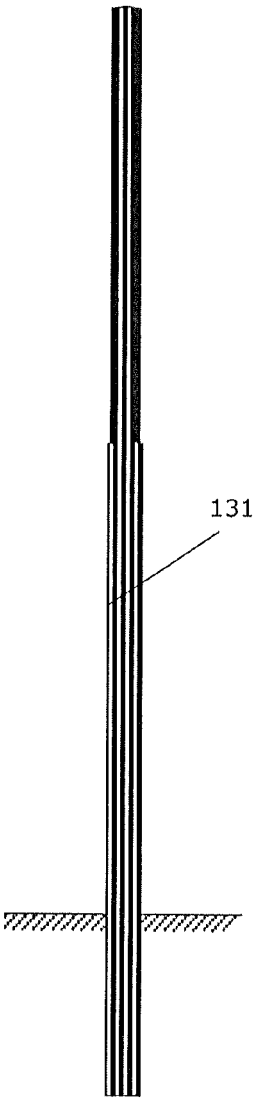


Fig. 21

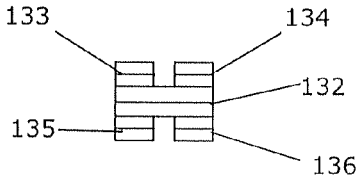


Fig. 22

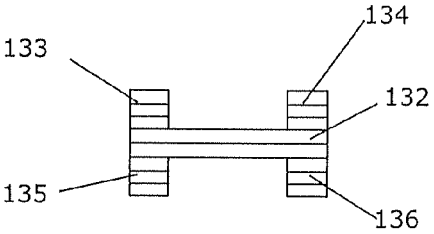


Fig. 23

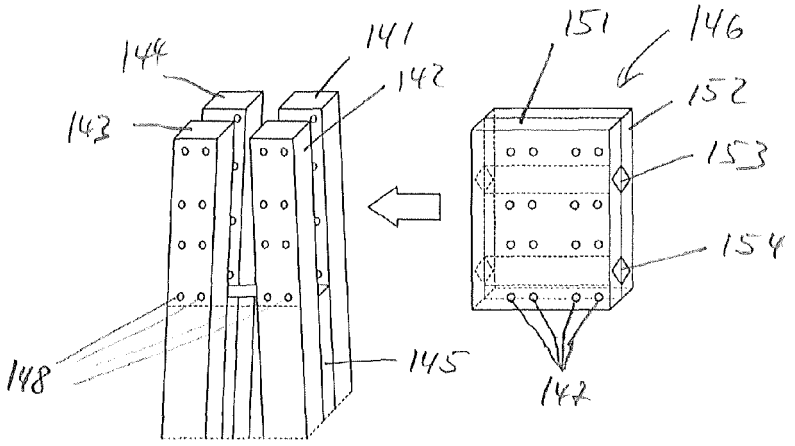


Fig. 24

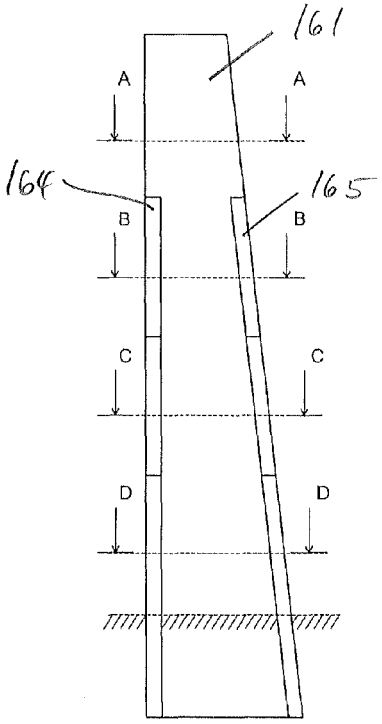


Fig. 25

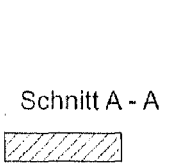


Fig. 26

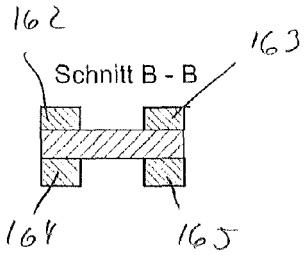


Fig. 27

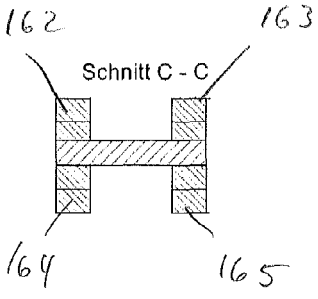


Fig. 28

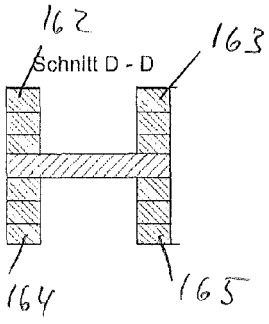


Fig. 29

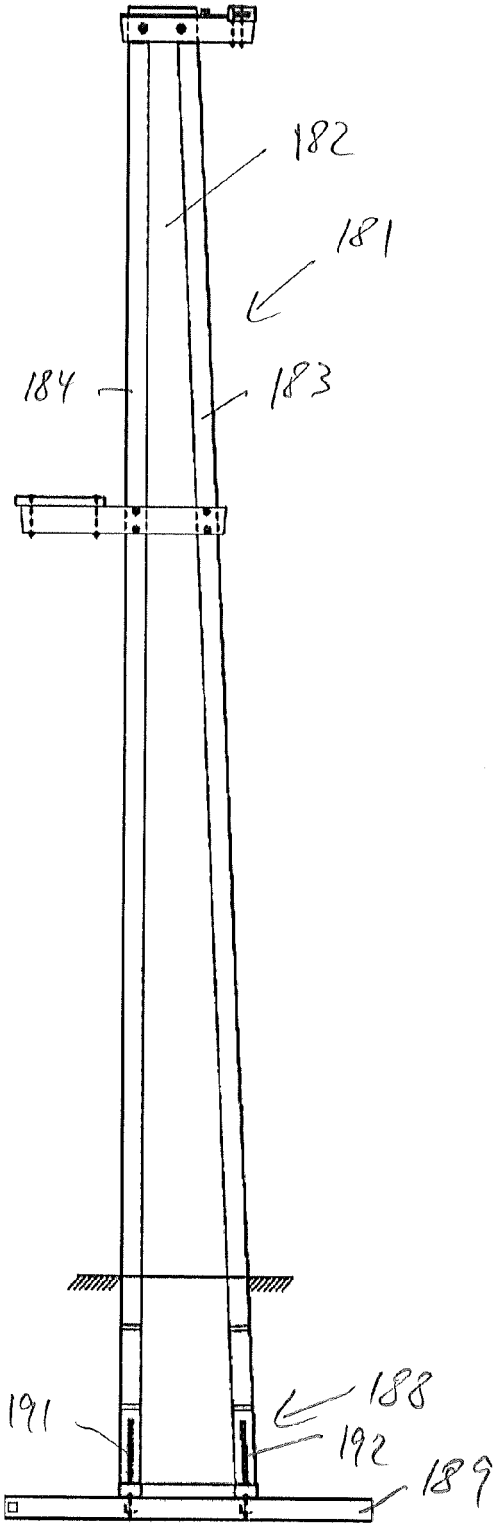


Fig. 30

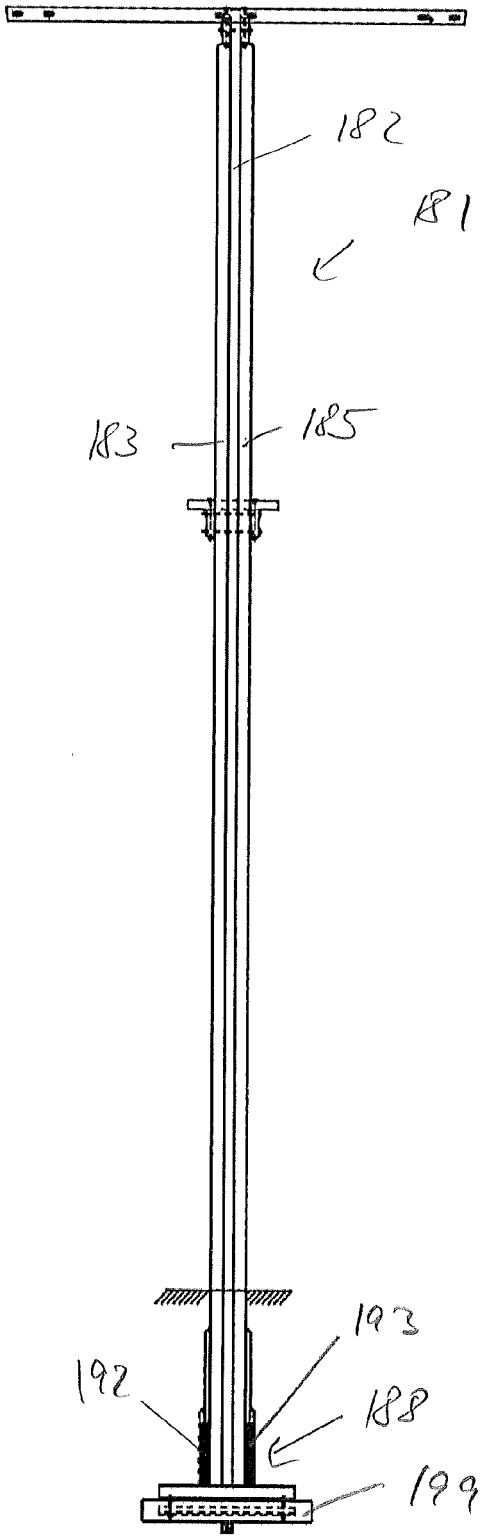


Fig. 31

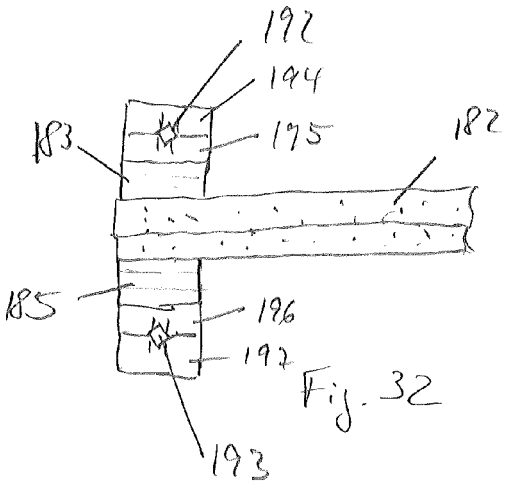
192
194
183
195
182
185
196
197
193

Fig. 32

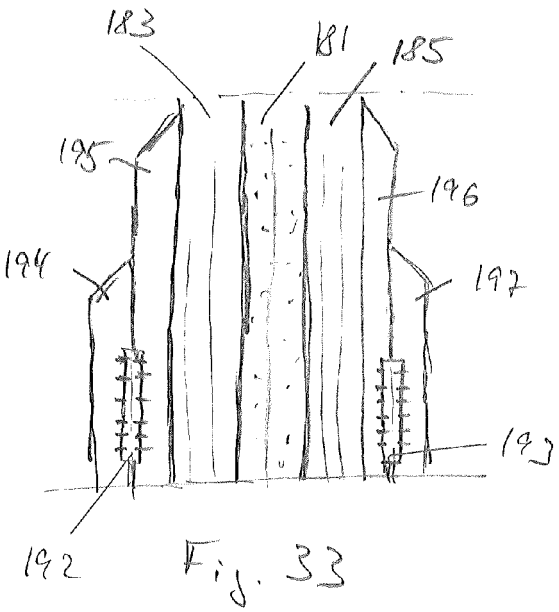
183
181
185
195
196
194
197
193
192

Fig. 33