



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH 717 154 B1**

(51) Int. Cl.: **H01Q 1/12** (2006.01)  
**E04H 12/08** (2006.01)

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00192/20

(22) Anmeldedatum: 20.02.2020

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.08.2021

(24) Patent erteilt: 30.11.2022

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.11.2022

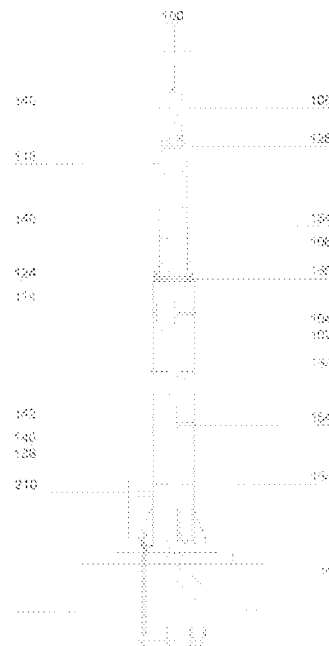
(73) Inhaber:  
HT-INFRA SERV AG, Surenweidpark 11  
6208 Oberkirch LU (CH)

(72) Erfinder:  
Hansruedi Trachsler, 6208 Oberkirch (CH)

(74) Vertreter:  
Schluep | Degen Rechtsanwälte, Falkenplatz 7  
3012 Bern (CH)

(54) **Verfahren zur mechanischen Verstärkung bestehender Mobilfunk-Antennenmasten.**

(57) Ein Verfahren zur mechanischen Verstärkung eines bestehenden Mobilfunk-Antennenmastes (100) mit einer Tragstruktur (102) beinhaltet einen Schritt des zumindest teilweisen Füllens oder des zumindest teilweisen Ummantelns der Tragstruktur (102) mit einem Zement enthaltenden Material (140). Erfindungsgemäss beinhaltet das Verfahren einen Schritt des Anbringens einer Vielzahl von Befestigungselementen (154) entlang eines Bereiches der mit dem Zement enthaltenden Material (140) gefüllten oder ummantelten Tragstruktur (102) des Mobilfunk-Antennenmastes (100) zur Herstellung von mechanischen Verbindungen jeweils zwischen der gefüllten oder ummantelten Tragstruktur (102) und dem Zement enthaltenden Material (140).



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur mechanischen Verstärkung eines bestehenden Mobilfunk-Antennenmastes, dessen Tragstruktur zumindest einen Rohrschuss oder zumindest einen Stahlträger aufweist. Die Erfindung betrifft ferner einen Mobilfunk-Antennenmast mit einer Tragstruktur, die zumindest einen Rohrschuss oder zumindest einen Stahlträger aufweist, wobei der Rohrschuss zumindest teilweise mit einem Zement enthaltenden Material gefüllt oder der Stahlträger zumindest in einem Teilstück seiner Erstreckung zumindest teilweise von einem Zement enthaltenden Material ummantelt ist.

**[0002]** Auf dem Gebiet der Mobilfunktechnik ist es bekannt, zur Übertragung von Funksignalen Basisstationen als ortsfeste Einrichtungen zu verwenden, die einen Antennenmast zur Halterung üblicherweise einer Vielzahl von Sendeantennen beinhaltet. Eine übliche Ausführungsform eines derartigen Antennenmastes ist eine freistehende Stahlrohrkonstruktion mit einem Rohrschuss oder mehreren, übereinander angeordneten Rohrschüssen, die mit Rippenstössen, Steckverbindungen o.ä. verbunden sind. Bei einer weiteren üblichen Ausführungsform eines derartigen Antennenmastes kommen Breitflanschträger wie beispielsweise HEM-Träger zum Einsatz.

**[0003]** Aufgrund des steigenden Bedarfs an Mobilfunkeinrichtungen kann der Wunsch bestehen, einen bereits in Betrieb befindlichen Antennenmast mit zusätzlichen Komponenten der Mobilfunktechnik auszustatten. Wegen der bei der früheren Errichtung des Antennenmastes vorgesehenen statischen Höchstbelastung kann es sein, dass eine Belastungsgrenze bezüglich der Tragfähigkeit des Antennenmastes einer erweiterten Ausstattung im Wege steht. Da der bestehende Antennenmast in den meisten Fällen an einem als besonders günstig angesehenen Ort aufgestellt wurde, der möglichst beibehalten werden soll, und um die Anzahl von Antennenmasten nicht unnötig zu erhöhen, liegt eine Lösung zur Erweiterung der Tragfähigkeit darin, den bestehenden Antennenmast abzubauen, gegebenenfalls einschliesslich des Mastfundamentes, und einen neuen Antennenmast mit höherer Tragfähigkeit zu errichten. Es versteht sich, dass eine derartige Massnahme mit einem hohen Kosten- und Materialaufwand verbunden ist und zu einer länger andauernden Ausserbetriebnahme der Mobilfunkanlagen führen kann. Es besteht daher das Bedürfnis, die Tragfähigkeit eines bestehenden Antennenmastes mit einem möglichst geringen Materialaufwand und möglichst ohne die Notwendigkeit einer Ausserbetriebnahme der Mobilfunkanlagen zu erhöhen.

Zur mechanischen Verstärkung von Metallmasten sind im Stand der Technik verschiedene Lösungen bekannt.

**[0004]** Die US 20020140623 A1 schlägt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Erhöhung der Tragekapazität eines Einzelmastes unter Verwendung einer inneren Verstärkung vor. Dabei wird ein vorhandener Einzelmast verstärkt, um Belastungen aufzunehmen, die mit zusätzlichen, in Funkkommunikationssystemen enthaltenen Elementen verbunden sind, indem Montageschaum und Zuschlag (Gesteinskörnung), Leichtbeton, Normalbeton oder andere Arten von Füllmaterial in den Hohlraum im Inneren des Einzelmastes eingebracht werden. Eine Einzelmastverstärkung kann eine Verstärkung der Fundamentplatte erfordern, indem Ankerbolzen und/oder Fundamentverstärkungen hinzugefügt werden. Dies ermöglicht es einem vorhandenen Einzelmast, mehr Elemente aufzunehmen, als ursprünglich bei der Errichtung des Einzelmastes vorgesehen waren. Das Fundament kann beispielsweise derart modifiziert sein, dass es einen Kragen aus Beton oder dergleichen enthält, um der Fundamentstruktur weitere Stabilität zu verleihen. Ferner ist für den Fall eines Einzelmastes mit einer polygonbegrenzten Querschnittsfläche eine mechanische Verstärkung durch ein Befestigen von Verstärkungsplatten an einer Seite, an mehreren oder an allen Seiten des polygonalen Einzelmastes beschrieben. Die Verstärkungsplatten können beispielsweise durch Kleben an einer Aussenwand des Einzelmastes befestigt sein.

**[0005]** Die MD 1174 Z bezieht sich auf die Errichtung von Bauwerken, insbesondere auf ein Verfahren zum Verstärken der Strukturelemente von Metalltürmen/-masten, die dazu vorgesehen sind, technische Anlagen während deren Nutzung an unterschiedlichen Bestimmungsorten zu platzieren. Das Verfahren zum Verstärken der Strukturelemente des Turmes/Mastes besteht darin, dass an dem zu verstärkenden Element eine metallische Schalung angebracht wird unter Bildung eines abgedichteten Spaltvolumens zwischen dem zu verstärkenden Element und der inneren Oberfläche der Schalung. Die Schalung besteht aus zwei Rohrteilen, die in Längsrichtung entlang des Durchmessers geteilt sind. Anschliessend erfolgt eine Schweißverbindung der Schalungsteile. Ein Zulaufrohr zur Schalung wird mit einer Mörtel/Beton-Pumpleitung verbunden und in das abgedichtete Spaltvolumen wird Mörtel/Beton gepumpt.

**[0006]** Aus der FR 2882421 A1 ist ein Verfahren zum Verstärken einer rohrförmigen Metallstruktur bekannt. Die Form der rohrförmigen Metallstruktur ist im Allgemeinen an ihre Verwendung angepasst und kann somit einen Pylon bilden, der Funkübertragungsantennen, insbesondere für den Rundfunk, oder eine Offshore-Struktur usw. trägt. Das Verfahren zum Verstärken der metallischen röhrenförmigen Struktur beinhaltet die folgenden Schritte: Einbringen einer Mehrzahl von im Wesentlichen linearen Elementen, beispielsweise Kohlefaserverbundstäbe, mit einer Zugfestigkeit, die grösser als ein vorbestimmter Wert ist, in die metallische röhrenförmige Struktur; und Injizieren eines härtbaren Füllstoffs in die rohrförmige Metallstruktur, so dass der härtbare Füllstoff mit einer Innenfläche der rohrförmigen Metallstruktur in Kontakt kommt und die im Wesentlichen linearen Elemente der Vielzahl der rohrförmigen Metallstruktur beschichtet. Das Einbringen der im Wesentlichen linearen Elemente in die Struktur trägt zur Verstärkung der Zugbelastbarkeit bei. Der härtbare Füllstoff kann eine Zementaufschlämmung und/oder einen flüssigen Beton aus mineralischem oder synthetischem Bindemittel und/oder ein Kunstharz enthalten.

**[0007]** Das technische Gebiet der mechanischen Verstärkung bestehender Antennenmasten, insbesondere zur Halterung von Komponenten der Mobilfunktechnik, bietet noch Raum für Verbesserungen.

**[0008]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher insbesondere die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur zuverlässigen und langlebigen mechanischen Verstärkung eines bestehenden Antennenmastes, der insbesondere zur Halterung von Komponenten der Mobilfunktechnik vorgesehen ist, bereitzustellen, das mit einem möglichst geringen Kosten- und Materialaufwand verbunden ist und möglichst ohne eine Beeinträchtigung des Betriebs der bestehenden Mobilfunkkomponenten ausgeführt werden kann.

**[0009]** Erfindungsgemäss wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Aufgabe wird weiterhin durch einen Mobilfunk-Antennenmast mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung offenbaren die abhängigen Unteransprüche.

**[0010]** Es wird darauf hingewiesen, dass die einzelnen Merkmale, die in dieser Beschreibung aufgeführt sind, auch in beliebiger, technisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar sein können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung darstellen.

**[0011]** Das erfindungsgemässe Verfahren zur mechanischen Verstärkung eines bestehenden Mobilfunk-Antennenmastes, dessen Tragstruktur zumindest einen Rohrschuss oder zumindest einen Stahlträger aufweist, beinhaltet einen Schritt des zumindest teilweisen Füllens des zumindest einen Rohrschusses mit einem Zement enthaltenden Material oder des zumindest teilweisen Ummantelns des zumindest einen Stahlträgers in zumindest einem Teilstück seiner Erstreckung mit einem Zement enthaltenden Material.

**[0012]** Dabei weist das Verfahren zumindest folgenden Schritt auf: Anbringen einer Vielzahl von Befestigungselementen entlang eines Bereiches der mit dem Zement enthaltenden Material gefüllten oder ummantelten Tragstruktur des Mobilfunk-Antennenmastes zur Herstellung von mechanischen Verbindungen jeweils zwischen dem zumindest einen Rohrschuss und dem Zement enthaltenden Material oder jeweils zwischen dem zumindest einen Stahlträger und dem Zement enthaltenden Material.

**[0013]** Unter dem Begriff „Vielzahl“ soll im Sinne der Erfindung insbesondere eine Anzahl von zumindest zwei verstanden werden.

**[0014]** Für Mobilfunk-Antennenmaste, deren Tragstruktur zumindest einen Stahlträger aufweist, ist zur Durchführung des Schrittes des Ummantelns des zumindest einen Stahlträgers in zumindest einem Teilstück seiner Erstreckung mit einem Zement enthaltenden Material die Erstellung einer temporären Schalung erforderlich.

**[0015]** Bevorzugt kann das Zement enthaltende Material, ohne darauf beschränkt zu sein, als normaler Konstruktionsbeton oder als hochfester Beton mit entsprechendem Zuschlag (Gesteinskörnung) ausgebildet sein.

**[0016]** Das Verfahren kann ohne eine nennenswerte Beeinträchtigung des Betriebs der bestehenden Mobilfunkkomponenten ausgeführt werden. Der bestehende Mobilfunk-Antennenmast kann mechanisch in wirksamer Weise verstärkt werden, so dass er mit zusätzlichen Komponenten der Mobilfunktechnik ausgestattet werden kann. Die mechanische Verstärkung kann durch die vorgeschlagenen Befestigungselemente besonders stabil, zuverlässig und langlebig ausgeführt werden, da insbesondere das Problem eines potentiellen Verbundverlustes aufgrund einer unterschiedlichen Wärmeausdehnung des Materials der Tragstruktur und des den Zement enthaltenden Materials gelöst werden kann.

**[0017]** Das Verfahren ist insbesondere auf Mobilfunk-Antennenmaste des sogenannten Greenfield-Typs anwendbar, die in einem Mastfundament eingebaute Tragstrukturen aufweisen. Die Stahlträger können, ohne darauf beschränkt zu sein, beispielsweise als Breitflanschträger, wie etwa HEM-Träger, ausgebildet sein. Die Befestigungselemente können, ohne darauf beschränkt zu sein, beispielsweise als Ankerschraube oder als Bolzenanker ausgebildet sein, bei dem sich etwa während der Montage zumindest ein Spreizelement in das Zement enthaltende Material einhakt. Grundsätzlich können auch andere Befestigungselemente verwendet werden, die dem Fachmann geeignet erscheinen.

**[0018]** Bevorzugt ist die Vielzahl von Befestigungselementen in einer Dichte angebracht ist, die zwischen 0,5 pro Meter und 2,0 pro Meter liegt. Bei einer Anbringung in diesem Dichtebereich können Spannungenkräfte, die durch die unterschiedliche Wärmeausdehnung des Materials der Tragstruktur und des den Zement enthaltenden Materials auftreten, wirksam durch die Befestigungselemente aufgefangen werden.

**[0019]** In bevorzugten Ausführungsformen des Verfahrens ist das Zement enthaltende Material von armiertem Beton gebildet. Auf diese Weise kann eine wirksame mechanische Verstärkung des Mobilfunk-Antennenmastes besonders wirtschaftlich ausgeführt werden. Der armierte Beton kann, ohne darauf beschränkt zu sein, mit Betonstahl und/oder Glasfasern und/oder Stahlfasern armiert sein.

**[0020]** In bevorzugten Ausführungsformen des Verfahrens beinhaltet der Schritt des zumindest teilweisen Füllens des zumindest einen Rohrschusses oder des zumindest teilweisen Ummantelns des zumindest einen Stahlträgers, dass das Zement enthaltende Material in einem bodennahen Bereich des Mobilfunk-Antennenmastes zugeführt und nach oben gefördert wird.

**[0021]** Unter dem Begriff „bodennaher Bereich“ soll im Sinne der Erfindung insbesondere ein Bereich des Mobilfunk-Antennenmastes verstanden werden, der sich vom Boden ausgehend nach oben bis in eine Höhe von etwa drei Metern erstreckt.

**[0022]** Durch die vorgeschlagene Art der Zuführung und Förderung des Zement enthaltenden Materials kann vorteilhaft der Bildung von Hohlräumen vorgebeugt werden. Darüber hinaus kann ein Emporklettern an dem Mobilfunk-Antennenmast entfallen. In Situationen, bei denen der bestehende Mobilfunk-Antennenmast in der Nähe von Hochspannungsleitungen, etwa an einer Bahnstrecke, positioniert ist, kann auf Kragarme zur Zuführung des Zement enthaltenden Materials verzichtet werden, wodurch das Sicherheitsrisiko erheblich vermindert werden kann. Zudem kann die Zuführung und Förderung des Zement enthaltenden Materials schnell und einfach ausgeführt werden.

In bevorzugten Ausführungsformen des Verfahrens weist die Tragstruktur zumindest zwei übereinander angeordnete Rohrschüsse mit unterschiedlichen Querabmessungen auf, und der Schritt des zumindest teilweisen Füllens mit einem Zement enthaltenden Material beinhaltet, dass der zuunterst angeordnete Rohrschuss vollständig und der zuoberst angeordnete Rohrschuss zumindest in einem Bereich oberhalb der Rohrschussverbindung zwischen den übereinander angeordneten Rohrschüssen mit dem Zement enthaltenden Material befüllt werden. Die Rohrschussverbindung (z.B. Rippenstoss, Steckverbindung usw.) zwischen zwei übereinander angeordneten Rohrschüssen stellt einen besonders kritischen Teil hinsichtlich der mechanischen Stabilität des Mobilfunk-Antennenmastes dar. Mit der vorgeschlagenen Ausführungsform des Verfahrens kann erreicht werden, dass eine mechanische Festigkeit der Rohrschussverbindung zwischen zwei übereinander angeordneten Rohrschüssen besonders wirksam verbessert werden kann.

**[0023]** Bevorzugt beinhaltet das Verfahren zur mechanischen Verstärkung eines bestehenden Mobilfunk-Antennenmastes, dessen Tragstruktur zumindest zwei übereinander angeordnete Rohrschüsse mit unterschiedlichen Querabmessungen aufweist, zumindest einen der folgenden weiteren Schritte:

- dauerhaftes Verschweissen der Rohrschussverbindung,
- dauerhaftes Verschweissen von Servicetüren oder Kabletüren,
- Austausch von Schraubverbindungen der Rohrschussverbindung zwischen den zwei übereinander angeordneten Rohrschüssen gegen Schraubverbindungen mit grösserer Nennweite, und
- Anbringen einer Vielzahl von Armierungselementen an einer Aussenfläche zumindest eines der Rohrschüsse.

**[0024]** Mit jedem der aufgezählten Schritte kann eine mechanische Festigkeit des Mobilfunk-Antennenmastes weiter gesteigert werden, so dass eine Befestigung von weiteren Komponenten der Mobilfunktechnik ermöglicht werden kann.

**[0025]** In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Mobilfunk-Antennenmast mit einer Tragstruktur vorgeschlagen, die zumindest einen Rohrschuss oder zumindest einen Stahlträger aufweist, wobei der Rohrschuss zumindest teilweise mit einem Zement enthaltenden Material gefüllt oder der Stahlträger zumindest in einem Teilstück seiner Erstreckung von einem Zement enthaltenden Material zumindest teilweise ummantelt ist. Erfindungsgemäss ist der Mobilfunk-Antennenmast mit einer Vielzahl von Befestigungselementen ausgestattet, die entlang eines Bereiches der mit dem Zement enthaltenden Material gefüllten oder ummantelten Tragstruktur des Mobilfunk-Antennenmastes zur Herstellung von mechanischen Verbindungen jeweils zwischen dem zumindest einen Rohrschuss und dem Zement enthaltenden Material oder jeweils zwischen dem zumindest einen Stahlträger und dem Zement enthaltenden Material angeordnet sind.

**[0026]** Der Mobilfunk-Antennenmast ist durch das Zement enthaltende Material und die Vielzahl von mittels der Befestigungselemente hergestellten mechanischen Verbindungen mechanisch in wirksamer Weise verstärkt, so dass er mit zusätzlichen Komponenten der Mobilfunktechnik ausgestattet werden kann. Die mechanische Verstärkung kann besonders stabil, zuverlässig und langlebig ausgeführt werden, da insbesondere das Problem eines potentiellen Verbundverlustes aufgrund einer unterschiedlichen Wärmeausdehnung des Materials der Tragstruktur und des den Zement enthaltenden Materials durch die vorgeschlagenen Befestigungselemente gelöst werden kann.

**[0027]** Die Stahlträger können, ohne darauf beschränkt zu sein, beispielsweise als Breitflanschträger, wie etwa HEM-Träger, ausgebildet sein. Die Befestigungselemente können, ohne darauf beschränkt zu sein, beispielsweise als Ankerschraube oder als Bolzenanker ausgebildet sein, bei dem sich etwa während der Montage zumindest ein Spreizelement in das Zement enthaltende Material einhakt. Grundsätzlich können auch andere Befestigungselemente verwendet werden, die dem Fachmann geeignet erscheinen.

**[0028]** Bevorzugt ist in einem Mobilfunk-Antennenmast, dessen Tragstruktur zumindest zwei übereinander angeordnete Rohrschüsse mit unterschiedlichen Querabmessungen beinhaltet, der zuunterst angeordnete Rohrschuss vollständig und der zuoberst angeordnete Rohrschuss zumindest in einem Bereich oberhalb der Rohrschussverbindung zwischen den beiden Rohrschüssen mit dem Zement enthaltenden Material befüllt. Damit kann erreicht werden, dass eine mechanische Festigkeit der Rohrschussverbindung zwischen zwei übereinander angeordneten Rohrschüssen besonders wirksam verbessert ist.

**[0029]** Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmässigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

**[0030]** Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemässen Mobilfunk-Antennenmastes in einer Seitenansicht,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung des Mobilfunk-Antennenmastes gemäss der Fig. 1 in einer geschnittenen, seitlichen Teilansicht,
- Fig. 3 ein Detail der seitlichen Teilansicht gemäss der Fig. 2,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung des Mobilfunk-Antennenmastes gemäss der Fig. 1 in einer geschnittenen, seitlichen Teilansicht,
- Fig. 5 eine schematische Darstellung des Mobilfunk-Antennenmastes gemäss der Fig. 1 in einer geschnittenen, seitlichen Teilansicht,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Befüllungsvorgangs des Mobilfunk-Antennenmastes gemäss der Fig. 1 in einer Seitenansicht,
- Fig. 7 eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform des Mobilfunk-Antennenmastes vor der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens zur mechanischen Verstärkung in einer perspektivischen Ansicht und in einem Querschnitt,
- Fig. 8 eine schematische Darstellung des Mobilfunk-Antennenmastes gemäss der Fig. 7 in einer geschnittenen, seitlichen Teilansicht,
- Fig. 9 eine schematische Darstellung der Querschnittsfläche des Mobilfunk-Antennenmastes gemäss der Fig. 7 in einer geschnittenen Ansicht, und
- Fig. 10 eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemässen Mobilfunk-Antennenmastes in einer Seitenansicht

**[0031]** In den unterschiedlichen Figuren sind gleiche Teile stets mit denselben Bezugszeichen versehen, weshalb diese in der Regel auch nur einmal beschrieben werden.

**[0032]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemässen Mobilfunk-Antennenmastes 100 in einer Seitenansicht.

**[0033]** Der Mobilfunk-Antennenmast 100 kann beispielsweise eine Gesamthöhe von etwa 20 m aufweisen. Der Mobilfunk-Antennenmast 100 besitzt eine Tragstruktur 102, die drei übereinander angeordnete Rohrschüsse 104, 106, 108 aufweist, die jeweils aus einem zylindrischen Stahlrohr hergestellt sein können. Die Rohrschüsse 104, 106, 108 weisen entlang ihrer Erstreckung eine gleichmässige Querabmessung auf, wobei der zuunterst angeordnete Rohrschuss 104 die grösste und der zuoberst angeordnete Rohrschuss 108 die kleinste Querabmessung besitzt. Jeweils zwei aneinandergrenzende Rohrschüsse 104, 106, 108 sind an ihren Enden in einer Rohrschussverbindung 110, 112 (hier ein Rippenstoss) miteinander verbunden. Die zwei unteren Rohrschüsse 104, 106 weisen in einem Bereich ihres oberen Endes in an sich bekannter Art eine Kabeltüre 114, 116 auf. Die Tragstruktur 102 ist an einem im Boden verankerten Fundament 118, das beispielsweise als Betonfundament ausgebildet sein kann, fest verschraubt.

**[0034]** Es sei darauf hingewiesen, dass auch höhere Masten bearbeitet werden können, die z.B. fünf Rohrschüsse oder mehr beinhalten oder solche Masten, die an Fassaden an Konsolen befestigt sind.

**[0035]** Anhand der Figuren 2 bis 6 wird nachfolgend ein erfindungsgemässes Verfahren erläutert, mittels dessen an dem bestehenden Mobilfunk-Antennenmast 100 eine mechanische Verstärkung mit dem Ziel durchgeführt wurde, den Mobilfunk-Antennenmast 100 zur Halterung zusätzlicher Komponenten der Mobilfunktechnik vorzubereiten.

**[0036]** Fig. 2 eine schematische Darstellung des Mobilfunk-Antennenmastes 100 gemäss der Fig. 1 in einer geschnittenen, seitlichen Teilansicht; Fig. 3 zeigt ein Detail der seitlichen Teilansicht gemäss der Fig. 2. Jeweils eine mit Schraubenelementen 134 fest verschraubte Flanschverbindung 124, 128 ist Teil der jeweiligen Rohrschussverbindung 110, 112 (Fig. 1) zwischen jeweils zwei übereinander angeordneten Rohrschüssen 104, 106, 108. In den Figuren 2 und 4 bis 6 ist eine Hilfsleiter 210 zum Besteigen des Mobilfunk-Antennenmastes 100 angedeutet.

**[0037]** In einem Schritt des Verfahrens werden im Inneren der Rohrschüsse 104, 106 des Mobilfunk-Antennenmastes 100 Armierungselemente 136 befestigt (Fig. 3, Fig. 4), die beispielsweise als Betonstahlstangen ausgebildet sein können. In den Figuren 3 und 4, die eine schematische Darstellung des Mobilfunk-Antennenmastes 100 gemäss der Fig. 1 in einer geschnittenen, seitlichen Teilansicht zeigen, ist beispielhaft eine Vielzahl von sechs Betonstahlstangen (drei in jedem halbzylinderförmigen Raum) dargestellt. In anderen Ausführungsbeispielen kann eine andere Anzahl von Betonstahlstangen und/oder es können andere Armierungselemente eingesetzt werden.

**[0038]** In einem nächsten Schritt des Verfahrens wird ein von den Rohrschüssen 104, 106, 108 gebildeter Innenraum 138 bis zu einer vorbestimmten Höhe des Mobilfunk-Antennenmastes 100 mit einem Zement enthaltenden Material

140 gefüllt. Das Zement enthaltende Material 140 kann beispielsweise von normalem Konstruktionsbeton oder von glasfaserarmiertem Beton gebildet sein. Zur vollständigen Befüllung des Innenraums 138 ist ein Materialeinsatz von nur etwa 1 m<sup>3</sup> des Zement enthaltenden Materials erforderlich.

[0039] Fakultativ können vor dem Schritt des Befüllens der Rohrschüsse 104, 106, 108 mit dem Zement enthaltenden Material 140 ein Leerrohr oder mehrere Leerrohre im Innenraum 138 verlegt werden, um einen innenliegenden Kabelweg zu den geplanten zusätzlichen Komponenten der Mobilfunktechnik zu ermöglichen.

[0040] Zur Vorbereitung dieses Schrittes kann im Bereich einer vorhandenen Servicetür 142, die üblicherweise in einem bodennahen Bereich des Mobilfunk-Antennenmastes 100 angeordnet ist, eine speziell dafür vorgesehene Adapterplatte 144 temporär angebracht werden (Fig. 5). Die Adapterplatte 144 ist an eine Form des zuunterst angeordneten Rohrschusses 104 angepasst, um eine Abdichtung gegen den Rohrschuss 104 zu erzeugen, und weist eine Schiebereinrichtung 146 auf, mit der eine Durchgangsöffnung 148 in der Adapterplatte 144 durch einen Bediener wahlweise freigegeben bzw. verschlossen werden kann.

[0041] Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung des Befüllungsvorgangs des Mobilfunk-Antennenmastes 100 in einer Seitenansicht. Eine Betonpumpe 150, die mit einem Betonreservoir (nicht dargestellt) in fluidtechnischer Verbindung steht, ist über einen kurzen Schlauch 152 an einem in Höhe der Durchgangsöffnung 148 angeordneten und von der Adapterplatte 144 abstehenden Stutzen angeschlossen. Bei Inbetriebnahme der Betonpumpe 150 wird die Durchgangsöffnung 148 mittels der Schiebereinrichtung 146 (Fig. 5) freigegeben, so dass das Zement enthaltende Material 140 (Fig. 6) einem bodennahen Bereich des Innenraumes 138 des Mobilfunk-Antennenmastes 100 zugeführt und nach oben gefördert wird, bis die vorbestimmte Füllhöhe erreicht ist. Anschliessend wird die Durchgangsöffnung 148 mittels der Schiebereinrichtung 146 wieder verschlossen.

[0042] Die vorbestimmte Füllhöhe ist derart gewählt, dass der zuunterst angeordnete Rohrschuss 104 und der darüber angeordnete mittlere Rohrschuss 106 vollständig und der zuoberst angeordnete Rohrschuss 108 entweder auch vollständig oder aber nur bis zu einem Bereich oberhalb der Rohrschussverbindung 112 (Fig. 1) mit dem mittleren Rohrschuss 106 mit dem Zement enthaltenden Material 140 gefüllt sind.

[0043] In einem weiteren Schritt des Verfahrens wird eine Vielzahl von Befestigungselementen 154 (Fig. 2) entlang eines mit dem Zement enthaltenden Material 140 gefüllten Bereiches der Tragstruktur 102 des Mobilfunk-Antennenmastes 100 zur Herstellung von mechanischen Verbindungen jeweils zwischen einem der Rohrschüsse 104, 106, 108 und dem Zement enthaltenden, ausgehärteten Material 140 angebracht. Die Befestigungselemente 154 können beispielsweise als Bolzenanker ausgebildet sein, bei dem sich während der Montage ein Spreizelement in das Zement enthaltende Material 140 einhakt.

[0044] Die Vielzahl von Befestigungselementen 154 ist in einer Dichte angebracht, die zwischen 0,5 pro Meter und 2,0 pro Meter liegen kann und in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel zu etwa 1,0 pro Meter gewählt ist. Die durch die unterschiedliche Wärmeausdehnung des Stahls der Rohrschüsse 104, 106, 108 und des Betons auftretenden Spannungen können durch die Befestigungselemente 154 wirksam und sicher aufgefangen werden, so dass ein zuverlässiger und langlebiger Verbund zwischen der Tragstruktur 102 des Mobilfunk-Antennenmastes 100 und dem Zement enthaltenden Material 140 gewährleistet ist.

[0045] Als zusätzlicher Schritt des Verfahrens können zur weiteren Steigerung der mechanischen Festigkeit des Mobilfunk-Antennenmastes 100 die Flanschverbindungen 124, 128 (Figuren 2 und 4) der Rohrschussverbindungen 110, 112 (Fig. 1) dauerhaft mittels einer Schweissverbindung 156 (Fig. 2 und 4) miteinander verbunden werden, wie dies in Fig. 4 angedeutet ist. Zudem können auch die durch die Befüllung nutzlos gewordene Servicetür 142 und die Kabeltüren 114, 116 der Rohrschüsse 104, 106 dauerhaft mittels einer Schweissverbindung verschlossen werden, was zu einer weiteren Erhöhung der mechanischen Festigkeit der Tragstruktur 102 führt.

[0046] Das oben beschriebene Verfahren kann natürlich auch an dem Mobilfunk-Antennenmast 300 (Fig. 10) anwenden werden.

[0047] Anhand der Figuren 7 bis 9 wird nachfolgend eine alternative Ausführungsform des erfindungsgemässen Mobilfunk-Antennenmastes 200 beschrieben. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden nur Unterschiede der alternativen Ausführungsform des Mobilfunk-Antennenmastes 200 zu der Ausführungsform des erfindungsgemässen Mobilfunk-Antennenmastes 100 gemäss den Figuren 1 bis 6 beschrieben.

[0048] Bei der alternativen Ausführungsform des Mobilfunk-Antennenmastes 200 weist dessen Tragstruktur 202 einen Stahlträger 204 auf, der beispielsweise als HEM 260-Breitflanschträger ausgebildet sein kann. Fig. 7 (oben) zeigt eine schematische Darstellung des Mobilfunk-Antennenmastes 200 vor der Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens zur mechanischen Verstärkung in einer perspektivischen Ansicht von unten. An einer Spitze des Stahlträgers 204 sind Komponenten 206 der Mobilfunktechnik angebracht. Der Mobilfunk-Antennenmast 200 kann beispielsweise eine Gesamthöhe von etwa 15 m aufweisen. In regelmässigen Abständen am Stahlträger 204 befestigte Signal- und Versorgungsleitungen 208 sind zu den Komponenten 206 geführt. Auf der den Signal- und Versorgungsleitungen 208 gegenüberliegenden Seite des Stahlträgers 204 und von diesem beabstandet ist eine Hilfsleiter 210 zum Besteigen des Mobilfunk-Antennenmastes 200 befestigt.

**[0049]** Zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens zur mechanischen Verstärkung des bestehenden Mobilfunk-Antennenmastes 200 wird in einem vorbereitenden Schritt seitlich des Stahlträgers 204 und parallel zu diesem eine Vielzahl von Armierungselementen 236 (Fig. 8) in das Fundament 218 eingebracht und befestigt, beispielsweise geklebt, die beispielsweise als Betonstahlstangen ausgebildet sein können. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird eine Vielzahl von acht Armierungselementen 236 in gleichmässigen Winkelabständen in Bezug auf ein Zentrum des Stahlträgers 204 in das Fundament 218 eingebracht (Fig. 9). In anderen Ausführungsbeispielen kann eine andere Anzahl von Betonstahlstangen und/oder es können andere Armierungselemente eingesetzt werden.

**[0050]** Anschliessend wird in einem weiteren Vorbereitungsschritt eine temporäre, zweiteilige Schalung 212 um den Stahlträger 204 und entlang des Stahlträgers 204 derart angebracht, dass sich die Armierungselemente 236 in einem Innenraum der Schalung 212 befinden. Zudem wird in einem anschliessenden Schritt des Verfahrens der Stahlträger 204 in einem vorbestimmten Teilstück seiner Erstreckung vollständig mit einem Zement enthaltenden Material 240 ummantelt (Fig. 8 und 9). In einer alternativen Ausführung dieses Schrittes kann der Stahlträger 204 in dem vorbestimmten Teilstück seiner Erstreckung auch derart mit dem Zement enthaltenden Material 240 teilweise ummantelt werden, dass nur die U-Profile des Stahlträgers 204 aufgefüllt sind (Fig. 7, unten). In diesem Fall kann eine geringere Anzahl von Armierungselementen 236 eingesetzt werden, beispielsweise wie in der Fig. 7 unten dargestellt eine Anzahl von vier Armierungselementen 236. Das Zement enthaltende Material 240 kann dem Material des vorhergehenden Ausführungsbeispiels entsprechen; es kann aber auch ein anderes Zement enthaltendes Material gewählt werden. Das Zement enthaltende Material 240 kann einem bodennahen Bereich der Tragstruktur 202 des Mobilfunk-Antennenmastes 200 in gleicher Weise wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben zugeführt und nach oben gefördert werden, bis die vorbestimmte Füllhöhe innerhalb der Schalung 212 erreicht ist (Fig. 8).

**[0051]** Fig. 10 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren möglichen Ausführungsform des erfindungsgemässen Mobilfunk-Antennenmastes 300 in einer Seitenansicht.

**[0052]** Der Mobilfunk-Antennenmast 300 besitzt eine Tragstruktur 302, die drei übereinander angeordnete Rohrschüsse 304, 306, 308 aufweist, die jeweils aus einem zylindrischen Stahlrohr hergestellt sein können. Die Rohrschüsse 304, 306, 308 weisen entlang ihrer Erstreckung eine gleichmässige Querabmessung auf, wobei der zuunterst angeordnete Rohrschuss 304 die grösste und der zuoberst angeordnete Rohrschuss 308 die kleinste Querabmessung besitzt. Jeweils zwei aneinandergrenzende Rohrschüsse 304, 306, 308 sind an ihren Enden in einer Rohrschussverbindung 310, 312 (hier ein Rippenstoss) miteinander verbunden. Die zwei unteren Rohrschüsse 304, 306 weisen in einem Bereich ihres oberen Endes in an sich bekannter Art eine Kabeltüre 314, 316 auf. Der untere Rohrschuss 304 weist zusätzlich noch eine Servicetür 342 an seinem unteren Ende auf. Die Tragstruktur 302 ist an einer Fassade an zwei Konsolen 318 fest verschraubt.

**[0053]** Es wird darauf hingewiesen, dass die Figuren 1 bis 10 nicht als massstäbliche Zeichnungen angesehen werden können. Insbesondere wurde ein Verhältnis von Längs- zu Querabmessungen aus Darstellungsgründen gewählt und muss nicht den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen.

#### Liste der Bezugszeichen

**[0054]**

- 100 Mobilfunk-Antennenmast
- 102 Tragstruktur
- 104 Rohrschuss
- 106 Rohrschuss
- 108 Rohrschuss
- 110 Rohrschussverbindung
- 112 Rohrschussverbindung
- 114 Kabeltür
- 116 Kabeltür
- 118 Fundament
- 124 Flanschverbindung
- 128 Flanschverbindung
- 134 Schraubenelement
- 136 Armierungselement
- 138 Innenraum
- 140 Zement enthaltendes Material
- 142 Servicetür
- 144 Adapterplatte
- 146 Schiebereinrichtung
- 148 Durchgangsöffnung
- 150 Betonpumpe
- 152 Schlauch
- 154 Befestigungselement
- 156 Schweissverbindung

200	Mobilfunk-Antennenmast
202	Tragstruktur
204	Stahlträger
206	Komponente der Mobilfunktechnik
208	Signal- und Versorgungsleitung
210	Hilfsleiter
212	Schalung
218	Fundament
236	Armierungselement
240	Zement enthaltendes Material
300	Mobilfunk-Antennenmast
302	Tragstruktur
304	Rohrschuss
306	Rohrschuss
308	Rohrschuss
310	Rohrschussverbindung
312	Rohrschussverbindung
314	Kabeltür
316	Kabeltür
318	Konsole
342	Servicetür

#### Patentansprüche

- Verfahren zur mechanischen Verstärkung eines bestehenden Mobilfunk-Antennenmastes (100; 200, 300), dessen Tragstruktur (102; 202, 302) zumindest einen Rohrschuss (104, 304, 106, 306, 108, 308) oder zumindest einen Stahlträger (204) aufweist; das Verfahren beinhaltend
  - einen Schritt des zumindest teilweisen Füllens des zumindest einen Rohrschusses (104, 304, 106, 306, 108, 308) mit einem Zement enthaltenden Material (140) oder des zumindest teilweisen Ummantelns des zumindest einen Stahlträgers (204) in zumindest einem Teilstück seiner Erstreckung mit einem Zement enthaltenden Material (240), **gekennzeichnet durch** zumindest folgenden Schritt:
    - Anbringen einer Vielzahl von Befestigungselementen (154) entlang eines Bereiches der mit dem Zement enthaltenden Material (140; 240) gefüllten oder ummantelten Tragstruktur (102; 202, 302) des Mobilfunk-Antennenmastes (100; 200, 300) zur Herstellung von mechanischen Verbindungen jeweils zwischen dem zumindest einen Rohrschuss (104, 304, 106, 306, 108, 308) und dem Zement enthaltenden Material (140) oder jeweils zwischen dem zumindest einen Stahlträger (204) und dem Zement enthaltenden Material (240).
- Verfahren (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vielzahl von Befestigungselementen (154) in einer Dichte angebracht ist, die zwischen 0,5 pro Meter und 2,0 pro Meter liegt.
- Verfahren (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zement enthaltende Material (140; 240) von armiertem Beton gebildet ist.
- Verfahren (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des zumindest teilweisen Füllens des zumindest einen Rohrschusses (104, 304, 106, 306, 108, 308) oder des zumindest teilweisen Ummantelns des zumindest einen Stahlträgers (204) beinhaltet, dass das Zement enthaltende Material (140; 240) in einem bodennahen Bereich (d.h. bis zu einer Höhe von 3m) des Mobilfunk-Antennenmastes (100; 200, 300) zugeführt und nach oben gefördert wird.
- Verfahren (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tragstruktur (102; 202, 302) zumindest zwei übereinander angeordnete Rohrschüsse (104, 304, 106, 306, 108, 308) mit unterschiedlichen Querabmessungen aufweist und der Schritt des zumindest teilweisen Füllens mit einem Zement enthaltenden Material (140) beinhaltet, dass der zuunterst angeordnete Rohrschuss (104, 304, 106, 306) vollständig und der zuoberst angeordnete Rohrschuss (108, 308) zumindest in einem Bereich oberhalb der Rohrschussverbindung (110, 310, 112, 312) zwischen den übereinander angeordneten Rohrschüssen (106, 108) mit dem Zement enthaltenden Material (140) befüllt werden.
- Verfahren (10) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass**

## CH 717 154 B1

zumindest einer der folgenden weiteren Schritte durchgeführt wird:

- dauerhaftes Verschweissen der Rohrschussverbindung (110, 310, 112, 312),
- dauerhaftes Verschweissen von Servicetüren (142, 342) oder Kabletüren (114, 314, 116, 316),
- Austausch von Schraubverbindungen der Rohrschussverbindung (110, 310, 112, 312) zwischen den zwei übereinander angeordneten Rohrschüssen (104, 304, 106, 306, 108, 308) gegen Schraubverbindungen mit grösserer Nennweite, und
- Anbringen einer Vielzahl von Armierungselementen an einer Aussenfläche zumindest eines der Rohrschüsse (104, 304, 106, 306, 108, 308).

7. Mobilfunk-Antennenmast (100; 200, 300) mit einer Tragstruktur (102; 202; 302), die zumindest einen Rohrschuss (104, 304, 106, 306, 108, 308) oder zumindest einen Stahlträger (204) aufweist, wobei der Rohrschuss (104, 304, 106, 306, 108, 308) zumindest teilweise mit einem Zement enthaltenden Material (140) gefüllt oder der Stahlträger (204) zumindest in einem Teilstück seiner Erstreckung zumindest teilweise von einem Zement enthaltenden Material (240) ummantelt ist,

**gekennzeichnet durch**

eine Vielzahl von Befestigungselementen (154), die entlang eines Bereiches der mit dem Zement enthaltenden Material (140; 240) gefüllten oder ummantelten Tragstruktur (102; 202; 302) des Mobilfunk-Antennenmastes (100; 200; 300) zur Herstellung von mechanischen Verbindungen jeweils zwischen dem zumindest einen Rohrschuss (104, 304, 106, 306, 108, 308) und dem Zement enthaltenden Material (140) oder jeweils zwischen dem zumindest einen Stahlträger (204) und dem Zement enthaltenden Material (240) angeordnet sind.

8. Mobilfunk-Antennenmast (100; 200, 300) nach Anspruch 7, wobei die Tragstruktur (102; 202, 302) zumindest zwei übereinander angeordnete Rohrschüsse (104, 304, 106, 306, 108, 308) mit unterschiedlichen Querabmessungen beinhaltet,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

der zuunterst angeordnete Rohrschuss (104, 304, 106, 306) vollständig und der zuoberst angeordnete Rohrschuss (108, 308) zumindest in einem Bereich oberhalb der Rohrschussverbindung (110, 310, 112, 312) zwischen den beiden Rohrschüssen (106, 306, 108, 308) mit dem Zement enthaltenden Material (140) befüllt ist.

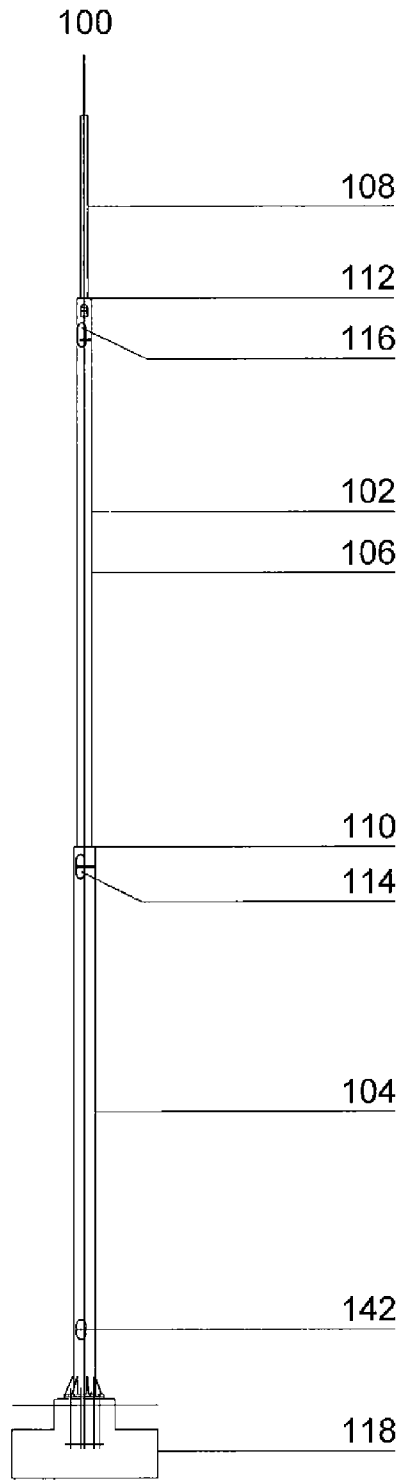
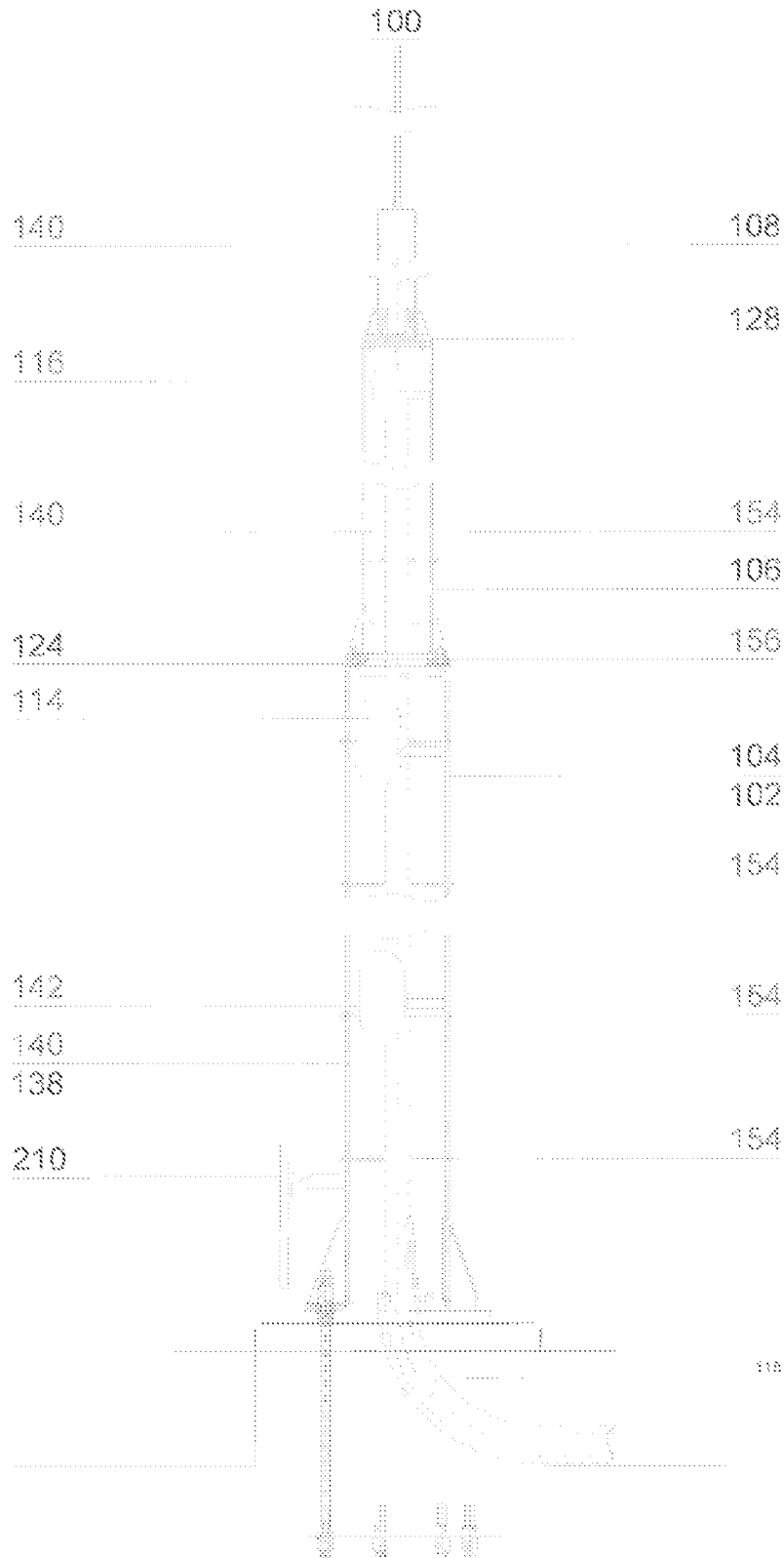


FIG. 1



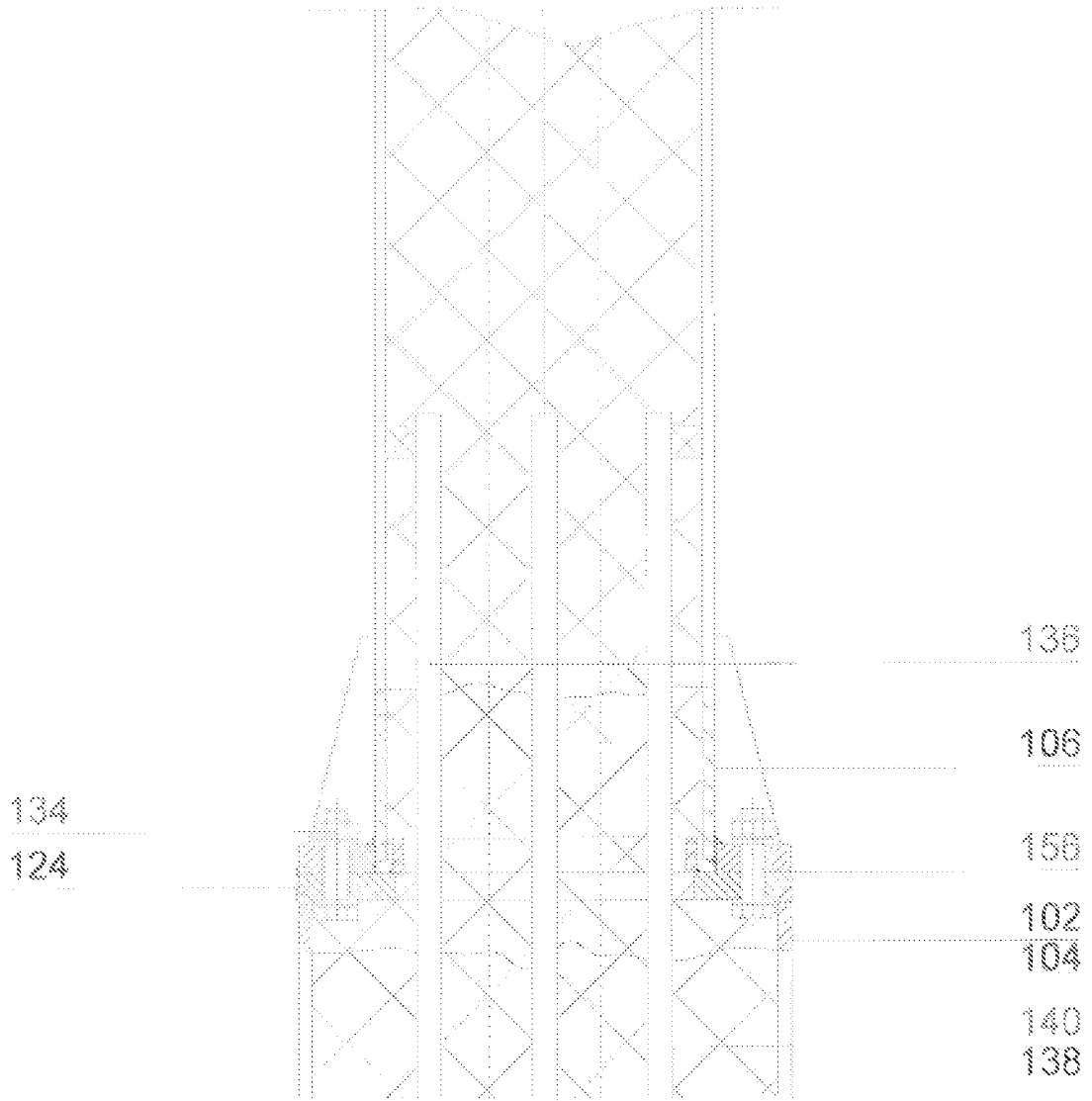
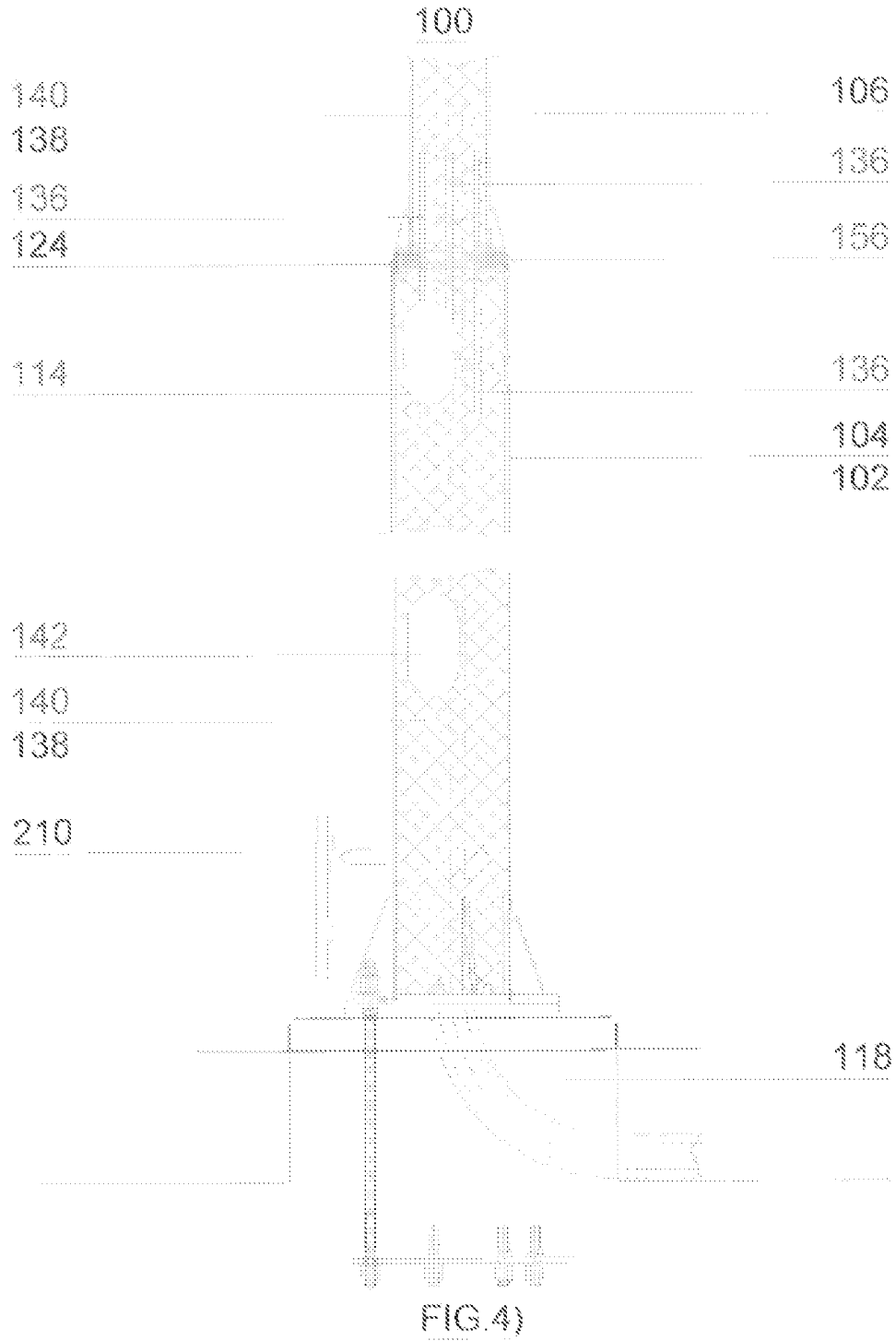
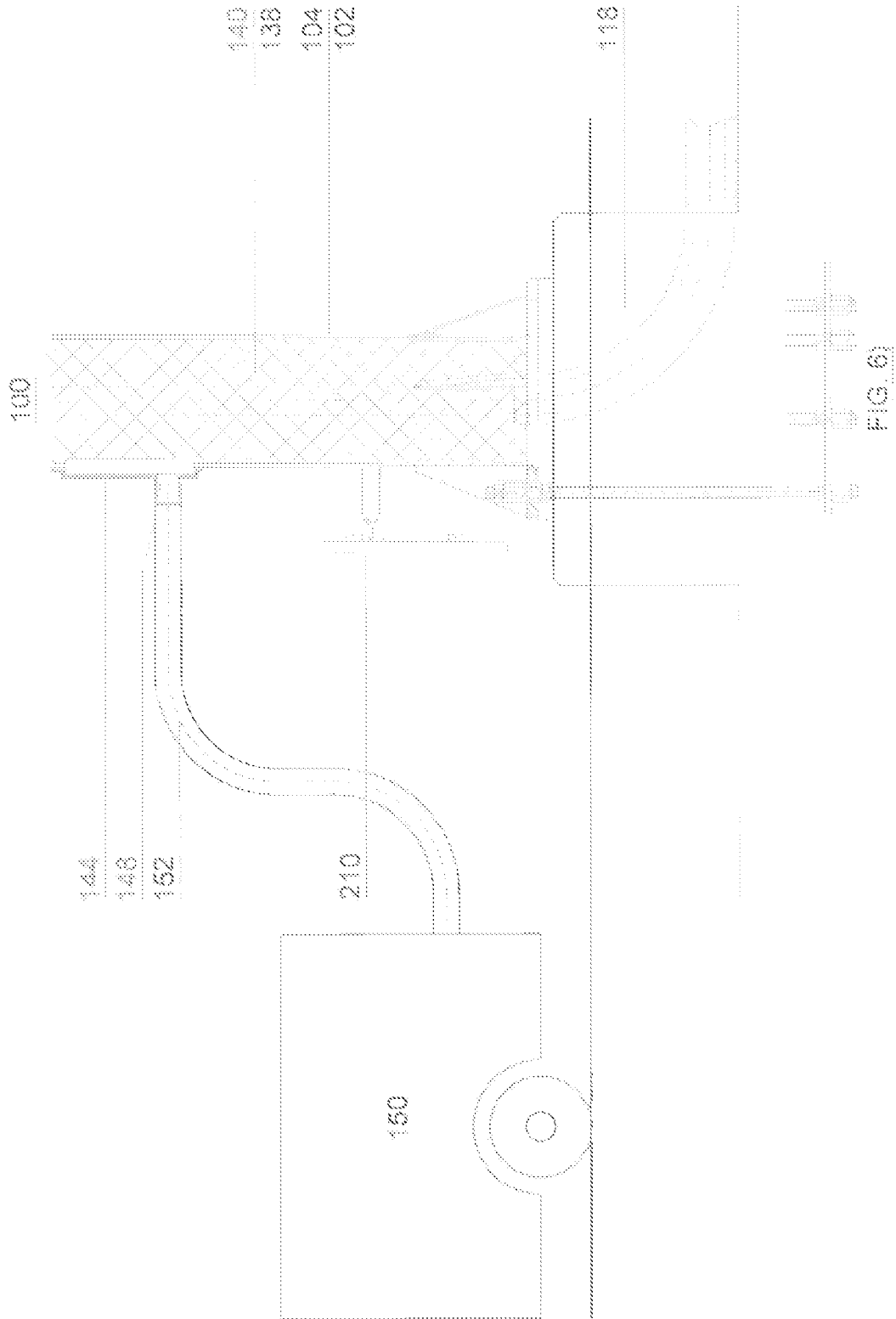


FIG. 3)







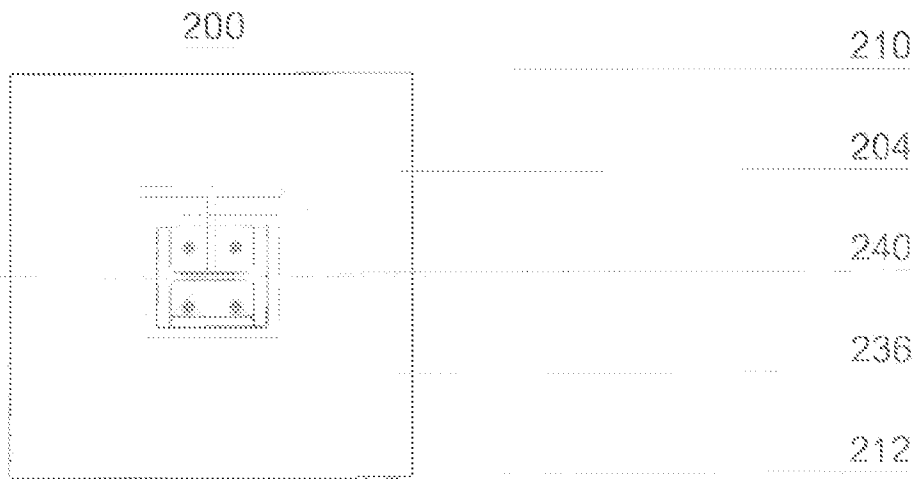
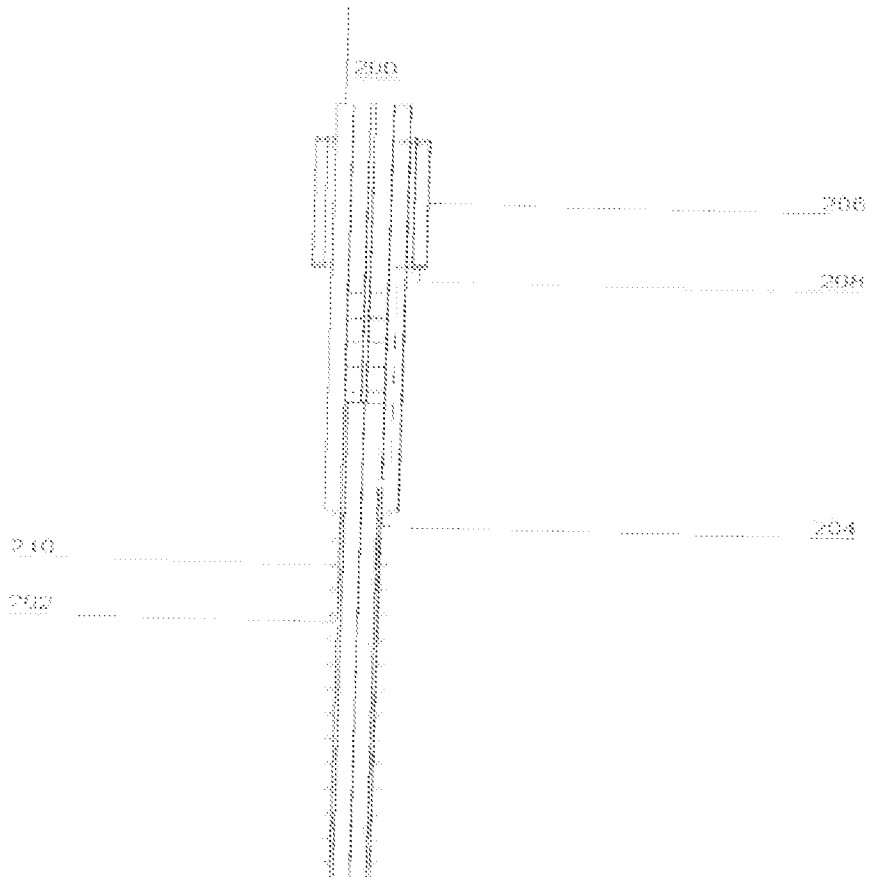


FIG. 7)

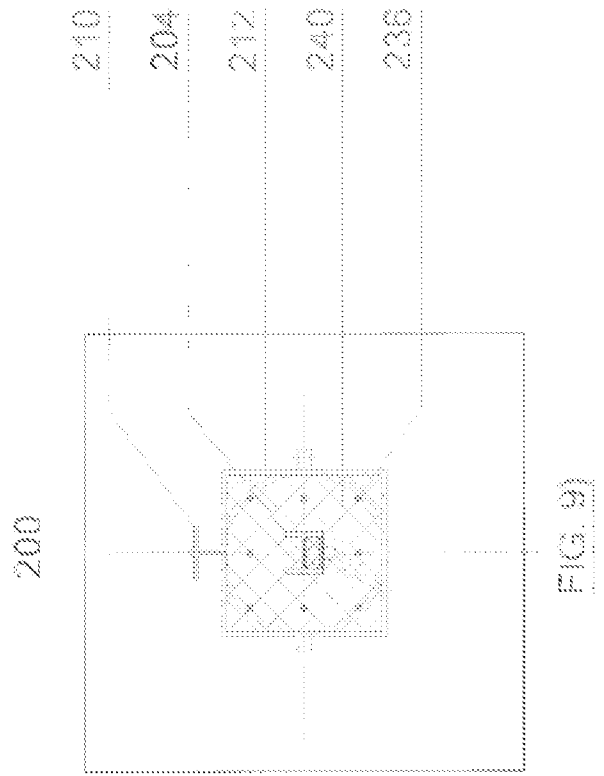
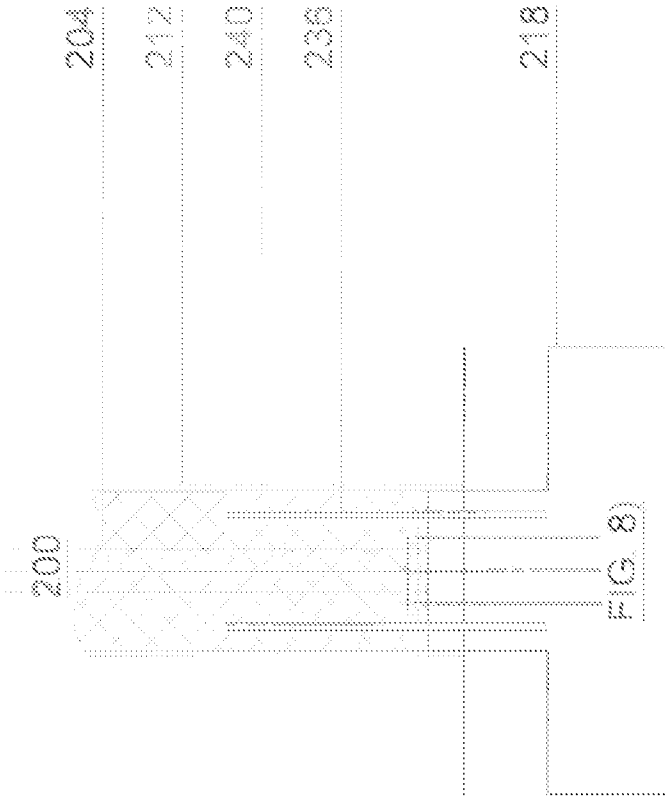




FIG. 10