



(10) **DE 10 2013 002 825 A1** 2014.08.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 002 825.6**

(51) Int Cl.: **F16M 13/00 (2006.01)**

(22) Anmeldetag: **15.02.2013**

(43) Offenlegungstag: **21.08.2014**

(71) Anmelder:
Grimm, Friedrich, Prof., 70376, Stuttgart, DE

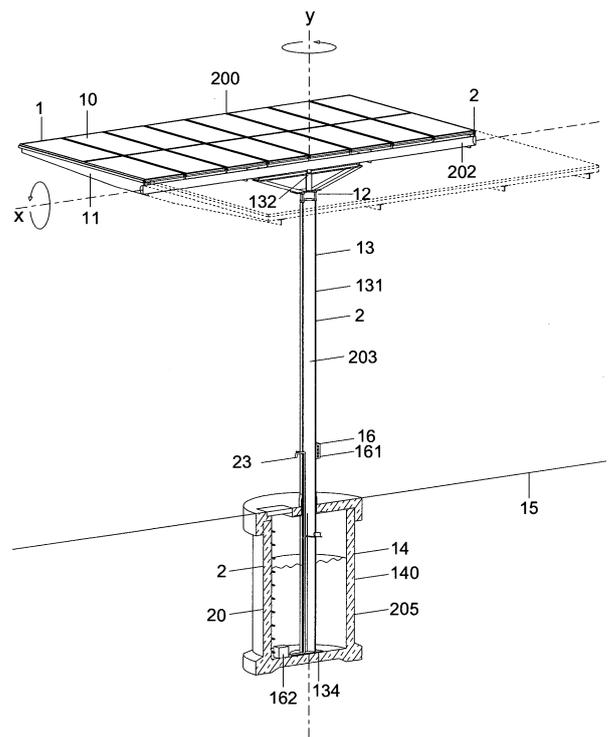
(72) Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **AGRAR- UND PV-INSTALLATION MIT EINER INTEGRIERTEN WASSERVERSORGUNG**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Agrar- und PV-Installation (1) mit einer Vielzahl von in einem horizontalen Abstand zueinander angeordneten Masten (13), die ein Mastenfeld (17) bilden und jeweils dazu ausgebildet sind, PV-Module (10) auf einer Unterkonstruktion (11) zu tragen. Dabei können die PV-Module (10) starr zur Sonne ausgerichtet sein oder über die Schwenkachsen (x, y) in einer Gelenkanordnung (12) zum jeweiligen Sonnenstand ausgerichtet werden.

Erfindungsgemäß weist eine Agrar- und PV-Installation (1) eine netzunabhängige Wasserversorgung (2) mit einem Regenwassersammelsystem (20) und einem Bewässerungssystem (23) für die Bewässerung eines landwirtschaftlich genutzten Baugrunds (15) auf, wobei eine Vielzahl von Zisternen (205) oder eine Sammelzisterne als Wasserspeicher dient.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Agrar- und PV-Installation, die aus einem Mastenfeld, das aus horizontal voneinander beabstandeten Einzelmasten besteht, die jeweils PV-Module auf einer Unterkonstruktion tragen, wobei die PV-Module entweder starr zur Sonne ausgerichtet sind oder über eine Gelenkanordnung beweglich mit einem Mast verbunden sind. Dabei sind die PV-Module mit einem vertikalen Abstand zu einem landwirtschaftlich genutzten Baugrund angeordnet und überdecken den Baugrund nur zu etwa max. 30%, sodass eine landwirtschaftliche Nutzung des Baugrunds ermöglicht wird.

Stand der Technik

[0002] Bei der heute üblichen Freilandaufstellung von PV-Anlagen geht die Möglichkeit der landwirtschaftlichen Nutzung dieser Flächen weitgehend verloren oder ist zumindest stark eingeschränkt. Pächter, die Ackerboden für die photovoltaische Stromgewinnung nutzen wollen, müssen dem Landwirt den Wert einer potentiellen jährlichen Ernte ersetzen. Dadurch erhöht sich einerseits der Pachtzins, andererseits wird wertvoller Ackerboden der Nahrungsmittelproduktion entzogen. Dies gilt insbesondere für starr zur Sonne ausgerichtete PV-Anlagen im kraftwerkstechnischen Maßstab mit einer bodennahen Unterkonstruktion. Zweiachsig nachgeführte PV-Module erhöhen zwar den Wirkungsgrad der Module um bis zu 35%, bedingen aber einen angemessenen Abstand der einzelnen Solaranlagen untereinander, um eine gegenseitige Verschattung der Kollektorflächen zu vermeiden. Einer punktförmigen Unterstützung der Kollektorfläche kommt dabei die Aufgabe zu, die PV-Module so über einem Baugrund anzuordnen, dass eine etwa 10–60 qm große Kollektorfläche auch bei flach einfallendem Licht zur Sonne ausgerichtet werden kann. Der Abstand zum Baugrund bemisst sich bei diesen Anlagen aus dem Schwenkbereich der PV-Module, der in der Regel von 15–75 Grad reicht. Dies bedeutet, dass die lichte Raumhöhe durch den Schwenkbereich der PV-Module stark eingeschränkt ist und auch hier weitere Nutzungen des Baugrunds nur bedingt möglich sind. Die einfache Verlängerung der Maste oder Stützen führt zu einem unangemessenen Mehraufwand bei der Einspannung der Stützen mit entsprechend voluminösen Gründungskörpern aus Stahlbeton. Die mit dem Klimawandel einhergehenden Wetterereignisse, wie Starkregen und lange Dürreperioden, reduzieren den landwirtschaftlichen Ertrag auch in Gegenden, die sich bisher durch eine konstante Fruchtbarkeit ausgezeichnet haben. In weniger begünstigten Breiten reduzieren ausgedehnte Dürrephasen die ohnehin eingeschränkten Möglichkeiten von Ackerbau und Viehzucht. Bei PV-Modulen mit mono- und polykristallinen Silicium-Zellen reduziert sich der Wirkungsgrad mit steigender Temperatur. Als Faustregel dabei gilt, dass bei einer Temperaturerhöhung von 1°C der Wirkungsgrad um 0,5% nachlässt. Nimmt man einen optimalen Wirkungsgrad bei etwa 20°C an, kann der Wirkungsgradverlust bei hohen Oberflächentemperaturen an den Silicium-Zellen bis zu 50% betragen. Bekannte Techniken zur Kühlung von PV-Modulen nutzen das auf Dächern gesammelte und in einer Zisterne gespeicherte Regenwasser für eine strahlungsseitige Kühlung der PV-Module mit Hilfe einer Beregnungsanlage. Eine rückseitige Kühlung über einen Luftstrom, der die Verdunstungskälte von Wasser nutzt, um die PV-Module zu kühlen, ist ebenfalls vorbekannt.

[0003] Sogenannte Hybridkollektoren nutzen die Sonneneinstrahlung einerseits zur Stromerzeugung und andererseits zur Warmwassergewinnung. Der besondere Vorteil dieser Technik besteht in der Möglichkeit, durch die Warmwassergewinnung die Solarzellen zu kühlen. Nachteilig dabei ist ein Zielkonflikt zwischen der Aufgabe, gleichzeitig heißes Wasser zu erzeugen und die Solarzellen selbst möglichst effektiv zu kühlen. In der DE 10 2004 010 653 A1 wird ein hybrider Niedertemperatur-Solarkollektor beschrieben, der diesen Zielkonflikt vermeidet und die Temperatur des Kühlwassers auf 20°C begrenzt.

[0004] In der DE 20 2007 010 901 U1 ist ein Hybridkollektor beschrieben, bei dem ein wärmeabsorbierendes Blech mit einem Kühlregister, das von einem Schlauchmaterial gebildet wird, in Kontakt steht. Die DE 20 2005 008 164 U1 zeigt ein selbsttragendes, gekühltes PV-Modul in Sandwichbauweise. Bei diesem Vorschlag werden die PV-Zellen durch einen Kaminzug in Luftkanälen gekühlt. Die DE 20 2009 010 235 U1 zeigt ein aus Deckschalen und einem Profilblech aufgebautes, selbsttragendes Sandwichelement, das einen wasserdurchströmten Behälter zur Kühlung der Solarzellen vorsieht, bei dem die Solarzellen vollflächig mit dem Behälter verbunden sind. In der WO 2009/140564 A1 werden weitgespannte Seilkonstruktionen zur Aufnahme von PV-Modulen in einem vertikalen Abstand zu einem Baugrund systematisch beschrieben. Die gezeigten Konstruktionen betreffen freigespannte Tragwerke mit einem stützenfreien Raum unter den entsprechenden PV-Anlagen. Eine integrierte Wasserversorgung der PV-Anlagen geht aus dieser Schrift nicht hervor.

Aufgabenstellung

[0005] Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Synergieeffekte zwischen der landwirtschaftlichen Nutzung eines Baugrunds und der photovoltaischen Stromerzeugung auf diesem Baugrund aufzuzeigen. Eine entsprechende, landwirtschaftlich genutzte Fläche wird dabei nicht vollständig mit PV-Modulen überdeckt, sondern die PV-Module sind Masten mit einzelnen Kollektorflächen zugeordnet. Bei einem Mastenfeld erreichen diese in einem großen vertikalen Abstand zu einem Baugrund angeordneten Kollektorflächen einen Überdeckungsgrad von 20–40%, sodass der überwiegende Teil des Baugrunds der Sonneneinstrahlung ausgesetzt bleibt. Die teilweise Verschattung des Baugrunds wirkt sich bei manchen Pflanzen positiv auf den Ertrag aus. Regenwasser, das auf die PV-Module niedergeht, wird gesammelt und in einer Zisterne gespeichert und dient der Bewässerung des umgebenden Baugrunds. Andererseits können die PV-Module mittels des in der Zisterne gespeicherten Wassers gekühlt werden, um einen höheren Wirkungsgrad zu ermöglichen. Die von den PV-Modulen abgeleitete Wärme kann in den Baugrund eingespeichert werden, um das Pflanzenwachstum zu begünstigen. Diese Aufgaben werden mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen erfüllt. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Regenwassersammel- und Speichersystem

[0006] Für das Auffangen von Niederschlägen ist eine erfindungsgemäße Agrar- und PV-Installation mit einem Regensensor ausgestattet. Bei Regen wird die mit PV-Modulen bestückte Kollektorfläche über eine Gelenkanordnung mit Stellmotor in eine horizontale Stellung gebracht und festgehalten. In einer Ausführungsvariante der Erfindung sind zwischen den einzelnen PV-Modulen offene Fugen mit darunterliegenden Rinnen vorgesehen. Diese Rinnen leiten das Regenwasser zu einem horizontalen Sammelrohr, das gleichzeitig einen Teil der Unterkonstruktion für die PV-Module bildet. Eine Regenauslauföffnung in diesem Rohr ist konzentrisch und koaxial zur Längsmittelachse eines Masts angeordnet, sodass über eine Regeneinlauföffnung am Kopfpunkt eines Masts das Regenwasser in den Mast eingeleitet wird. In einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung sind die Fugen zwischen den einzelnen PV-Modulen abgedichtet, sodass das Regenwasser zu einer äußeren, die Unterkonstruktion der PV-Module umgebenden Regenrinne geleitet wird, von wo es wiederum in das genannte horizontale Sammelrohr eingeleitet und zum Regeneinlauf am Kopfpunkt des Masts geführt wird. Alternativ kann das Regenwasser auch in einer wasserdichten Wanne unterhalb der PV-Module aufgefangen und in eine Regeneinlauföffnung am Kopfpunkt eines Masts eingeleitet werden. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante der Erfindung ist der Gründungkörper für einen Mast als Hohlkörper ausgebildet und kann als Zisterne das Regenwasser speichern.

Bewässerungssystem

[0007] Eine Zisterne dient auch als Wasserentnahmestelle und kann zur Bewässerung des umgebenden Baugrunds genutzt werden. Der Wasserhaushalt einer Agrar- und PV-Installation ermöglicht hier den zeitversetzten Eintrag von Feuchtigkeit in einen Ackerboden, sodass präventiv Dürreschäden an den Feldfrüchten gezielt entgegengewirkt werden kann. In Gegenden mit wenig Niederschlag hat sich eine tröpfchenweise Bewässerung der Wurzelzone von Nutzpflanzen als besonders effektiv erwiesen, um unfruchtbares Land fruchtbar zu machen.

Kühlsystem

[0008] Zur Kühlung der PV-Module können in einer Ebene im Bereich der Unterkonstruktion hinter den PV-Modulen Wannen, die mit einem wasserspeichernden kapillaren Material befüllt sind, angeordnet werden. Zwischen der Rückseite der PV-Module und dem kapillaren Material ist ein Luftspalt vorgesehen, sodass bei einer kontinuierlichen Bewässerung der Kapillarstruktur die Verdunstungskälte des Wassers zur Kühlung der PV-Module in einem rückseitigen Luftstrom genutzt werden kann. Im Rahmen der Erfindung wird auch vorgeschlagen, zur Kühlung der PV-Module den Phasenwechsel eines Arbeitsmediums in einem Zwei-Phasen-Thermosyphon zu nutzen. Dafür wird ein vakuumdicht verschweißter, plattenförmiger, mit einem Unterdruck beaufschlagter Druckbehälter benötigt, an dessen oberem Ende sich ein wasserdurchströmtes Wärmeträgerrohr und an dessen unterem Ende sich ein sog. Sumpf befindet. Bei Wärmeeintrag seitens der Solarzellen verdampft das Arbeitsmedium, z. B. Wasser, Methanol oder Ethanol und überträgt die Wärme auf das durch das Wärmeträgerrohr fließende Wasser. Die Wärmeaufnahme über die latente Verdampfungswärme des Arbeitsmediums stellt eine effektive Methode zur Kühlung der PV-Module dar. Ein weiterer Vorteil dieser Ausgestaltungsvariante der Erfindung besteht darin, dass der Solarzellenverbund mittels einer Einbettfolie hohlraumfrei und unmittelbar mit der Oberfläche eines flächenförmigen Druckbehälters in Sandwichbauweise ver-

bunden werden kann, wobei einstrahlungsseitig eine entspiegelte Glasplatte und eine Einbettfolie vorgesehen sind. Dabei bildet das selbsttragende Sandwichelement des Druckbehälters einen Teil der Unterkonstruktion, sodass zusätzlich nur noch Längs- oder Querträger erforderlich sind. Das in der Zisterne gesammelte Regenwasser dient als temporäre Wärmesenke für die in einem Kühlkreislauf von den PV-Modulen abgeleitete Wärme. Die Rückkühlung der Wärmeträgerflüssigkeit erfolgt in einem geschlossenen Kühlkreislauf über eine Rohrwendel innerhalb einer wassergefüllten Zisterne. Alternativ kann eine Rohrwendel zur Rückkühlung der Wärmeträgerflüssigkeit auch in ein Gründungselement einbetoniert werden. Die von den PV-Modulen abgeleitete Wärme heizt tagsüber das Regenwasser in einer Zisterne auf. Zur Rückkühlung des Zisternenwassers wird ein Rückkühlkreislauf, der von einem Rohrregister in dem umgebenden Erdreich gebildet wird, vorgeschlagen. Eine elektrische Pumpe benötigt wenig Energie zur Aufrechterhaltung der Kreisläufe für die Wärmeableitung aus den PV-Modulen einerseits und für die Rückkühlung des Zisternenwassers andererseits. Dabei wird der Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht genutzt. Wird die von den PV-Modulen abgeleitete Wärme in den Baugrund eingespeichert, kann die Erntezeit bestimmter Feldfrüchte zu einem früheren Zeitpunkt im Jahr erfolgen. Andererseits ist es möglich, die Erntezeit bis in den Winter hinein zu verlängern.

Seilkonstruktion

[0009] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, eine Vielzahl von Masten durch ein Seilnetz in einem vertikalen Abstand von mehreren Metern über dem Baugrund untereinander zu verbinden. Dabei ist das Seilnetz dazu ausgebildet, horizontale Lasten, die auf eine Vielzahl einzelner Maste einwirken, zu sammeln und zu speziellen Aussteifungselementen zu leiten. Als aussteifende Elemente kommen neben einer konstruktiven Einspannung der Randstützen in Längs- und Querrichtung eines Mastenfelds auch Gründungskörper oder Wandscheiben in Frage. Die konzentrierte Ableitung horizontaler Lasten an wenigen aussteifenden Elementen innerhalb eines Mastenfelds erlaubt die Ausbildung einer Vielzahl von Masten als Pendelstützen. Dadurch sind erhebliche Materialeinsparungen an den Masten selbst und an den Gründungskörpern möglich. Diese kostensenkende Maßnahme geht einher mit einem ästhetisch befriedigenden Erscheinungsbild eines vernetzten Kollektorfelds. Ein Seilnetz aus vorgespannten Stahlseilen kann mit dreieckigen, viereckigen oder sechseckigen Feldern ausgebildet und an unterschiedliche Geländeformationen angepasst werden. Das Seilnetz ermöglicht weitere Ausgestaltungen der Erfindung, die das Einhängen eines Hagelschutznetzes an den Spannseilen ebenso umfassen, wie die Ausbildung eines lichtdurchlässigen Foliendachs zur Überdeckung eines landwirtschaftlich genutzten Baugrunds. Typische Anwendungsmöglichkeiten einer erfindungsgemäßen Agrar- und PV-Installation mit einer integrierten Wasserversorgung gehen aus den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen hervor. Es zeigen:

[0010] Fig. 1 eine freistehende Agrar- und PV-Installation mit einem integrierten Regenwassersammel- und Speichersystem in der isometrischen Schnittdarstellung

[0011] Fig. 2 die Agrar- und PV-Installation nach Fig. 1 im Querschnitt

[0012] Fig. 3 eine von einem Seilnetz gehaltene Agrar- und PV-Installation mit einer Pendelstütze in der isometrischen Schnittdarstellung

[0013] Fig. 4 eine von einem Seilnetz gehaltene Agrar- und PV-Installation mit einer eingespannten Stütze im Querschnitt

[0014] Fig. 5 eine von einem Seilnetz gehaltene Agrar- und PV-Installation in der Regenwassersammelstellung mit einem integrierten Kühlsystem für die PV-Module in der isometrischen Ausschnittdarstellung

[0015] Fig. 6 die Agrar- und PV-Installation nach Fig. 5 in einer photoelektrisch wirksamen Arbeitsstellung im Querschnitt

[0016] Fig. 7 eine Agrar- und PV-Installation nach Fig. 5 und Fig. 6 mit eingespannter Stütze im Querschnitt

[0017] Fig. 8 ein seilnetzverspanntes, ebenes Mastenfeld in der schematischen isometrischen Übersicht

[0018] Fig. 9 das Mastenfeld nach Fig. 8 in der schematischen Aufsicht

[0019] Fig. 10 ein seilnetzverspanntes, ebenes Mastenfeld mit eingespannten Randstützen in der schematischen isometrischen Übersicht

[0020] Fig. 11 das Mastenfeld nach Fig. 10 in der schematischen Aufsicht

[0021] Fig. 12 ein seilverspanntes Mastenfeld auf einem Platz zwischen Gebäuden in der schematischen isometrischen Übersicht

[0022] Fig. 13 das Mastenfeld nach Fig. 12 in der schematischen Aufsicht

[0023] Fig. 14 ein seilverspanntes Mastenfeld in einer Geländesenke im schematischen Querschnitt

[0024] Fig. 15 das Mastenfeld nach Fig. 14 in der schematischen Aufsicht

[0025] Fig. 16 ein seilverspanntes Mastenfeld auf einer Geländekuppe im schematischen Querschnitt

[0026] Fig. 17 das Mastenfeld nach Fig. 16 in der schematischen Aufsicht

[0027] Fig. 18 ein seilverspanntes Mastenfeld mit integrierter Hagelschutzvorrichtung in der schematischen isometrischen Übersicht

[0028] Fig. 19 das Mastenfeld nach Fig. 18 im schematischen Querschnitt

[0029] Fig. 1 zeigt eine freistehende Agrar- und PV-Installation **1**, die aus PV-Modulen **10** auf einer Unterkonstruktion **11**, aus einem Mast **13**, einem Gründungselement **14** sowie einer Gelenkanordnung **12** zwischen dem Mast **13** und der Unterkonstruktion **11** aufgebaut ist. Die PV-Module **10** und ihre Unterkonstruktion **11** sind in einer horizontalen Arbeitsstellung gezeigt, bei der das auf die PV-Module **10** auftreffende Regenwasser von einem Netz aus Regenrinnen **200** zwischen den einzelnen PV-Modulen **10** gesammelt und in ein horizontales Sammelrohr **202** als Teil der Unterkonstruktion **11** eingeleitet werden. In dieser Arbeitsstellung der PV-Module **10** ist ein Rohrstutzen an dem Sammelrohr **202** konzentrisch und koaxial zur Längsmittelachse des Masts **13** ausgerichtet, sodass das Regenwasser über einen Regeneinlauf **132** am Kopfpunkt des Masts **13** in ein von dem Mast **13** gebildetes Fallrohr **203** eingeleitet wird. Das Gründungselement **14** ist als Hohlkörper **140** ausgebildet und sammelt als unterirdische Zisterne **205** das Regenwasser. Der Mast **13** ist über eine Fußplatte **134** und über eine nicht näher bezeichnete Durchführung im Deckel der Zisterne **205** mit dem Hohlkörper **140** aus Stahlbeton verbunden, sodass er als eingespannte Stütze **131** wirkt. Oberhalb des Baugrunds **15** sind eine Wasserentnahmestelle mit einem Wasserhahn **231**, der mit einer Pumpe **162** in der Zisterne **205** in Verbindung steht und eine Stromentnahmestelle **16** mit Steckdosen **161** dargestellt.

[0030] Fig. 2 zeigt die in Fig. 1 ausführlich beschriebene, freistehende Agrar- und PV-Installation im Querschnitt. Die PV-Module **10** mit der Unterkonstruktion **11** sind in einer horizontalen Arbeitsstellung dargestellt, bei der der auf die Agrar- und PV-Installation **1** auftreffende Regen von einem Netz aus Rinnen **200** gesammelt und in ein horizontales Sammelrohr **202** eingeleitet wird. In dieser Stellung kann aus dem Sammelrohr **202** das Regenwasser unmittelbar über einen Regeneinlauf **132** in den Mast eingeleitet werden.

[0031] Fig. 3 zeigt eine Agrar- und PV-Installation **1** mit einer integrierten Wasserversorgung **2**, deren Kollektorfläche dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel entspricht. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der Mast **13** von einem horizontal gespannten Seilnetz **3**, das eine Vielzahl gleichartiger Agrar- und PV-Installationen **1** in einem Mastenfeld **17** untereinander verbindet, unterhalb des Schwenkbereichs der PV-Module **10** gehalten. Der Stahlmast **13** ist als Pendelstütze **130** ausgebildet und hat für den Anschluss der Stahlseile **300** einen Kragen **133**. Der Gründungskörper **14** besteht bei diesem Ausführungsbeispiel aus einem stählernen Schraubfundament **141**, das maschinell in den Baugrund **15** eingeschraubt wird und einen nicht näher dargestellten Anschluss an einen Bodenkanal **204** besitzt. Dieser Bodenkanal **204** sammelt das Regenwasser aus mehreren Agrar- und PV-Installationen **1** und leitet es in eine Sammelzisterne **206** ein.

[0032] Fig. 4 zeigt eine Agrar- und PV-Installation **1** mit einer integrierten Wasserversorgung **2**, die ein Regenwassersammelsystem **20** und ein Kühlsystem **21** für die PV-Module **10** umfasst in einer photoelektrisch wirksamen Arbeitsstellung. Über eine Steigleitung **210** innerhalb des Masts **13** wird Regenwasser aus der Zisterne **205** zu der Unterkonstruktion **11** gepumpt. Auf der strahlungsabgewandten Seite der PV-Module **10** sind mit einem kapillaren Material befüllte Wannen **201** montiert, die mit einem Kühlregister **212** kontinuierlich bewässert werden. In einem Luftspalt zwischen den PV-Modulen **10** und dem kapillaren Material in den Wannen **201** wird die Verdunstungskälte des Regenwassers genutzt, um die PV-Module **10** rückseitig zu kühlen. In einer nicht näher dargestellten, alternativen Anordnung ist vorgesehen, das Regenwasser bis zum oberen Rand einer Unterkonstruktion zu pumpen und mittels von Wasserdüsen die strahlungsseitige Oberfläche der

PV-Module **10** kontinuierlich zu benetzen. Das so genutzte Kühlwasser kann ggf. am unteren Ende einer Unterkonstruktion **11** in einer Rinne **200** gesammelt und über einen flexiblen Schlauch wieder in das Fallrohr **203** zurückgeleitet werden. Der Mast **13** ist bei diesem Beispiel als eingespannte Stütze **131** ausgebildet und steht über ein Seilnetz **3** mit weiteren Agrar- und PV-Installationen **1** eines Mastenfelds **17** in Verbindung. Das Bewässerungssystem **22** ist bei diesem Beispiel als Brunnen **230** für Nutztiere ausgebildet.

[0033] Fig. 5 zeigt eine Agrar- und PV-Installation **1** in einer horizontalen Regensammelstellung. Die PV-Module **10** stehen bei diesem Beispiel in einem vollflächigen, wärmeleitenden Kontakt zu Stahlsandwichenelementen **213**, die einen Teil der Unterkonstruktion **11** für die PV-Module **10** ersetzen. Eine äußere Regenrinne **200** und insgesamt zwei Querrinnen **200** leiten das Regenwasser in ein horizontales Sammelrohr **202** ein, von wo es über eine Einlauföffnung **132** am Kopfpunkt des Masts **13** über ein Fallrohr **203** in die Zisterne **205** eingeleitet wird. In einem geschlossenen Kreislauf wird eine Wärmeträgerflüssigkeit in einer Steigleitung **210** zu den Stahlsandwichenelementen **213** geleitet, um die PV-Module **10** nach dem physikalischen Prinzip eines Zwei-Phasen-Thermosyphons zu kühlen. In einer Rücklaufleitung **211** wird die aus den PV-Module **10** abgeleitete Wärme über eine Rohrwendel **220** in der Zisterne **205** gekühlt. Ein Rückkühlssystem **22** mit einem Erdregister **221** kann ggf. während der Nacht das am Ende eines Betriebszyklus warme Wasser in der Zisterne **205** zurückkühlen. Elektrische Pumpen **162** halten den Kreislauf der Kühlsysteme aufrecht.

[0034] Fig. 6 zeigt die Agrar- und PV-Installation **1** nach Fig. 5 in einer photoelektrisch aktiven Arbeitsstellung. Die Sandwichelemente **213** sind als vakuumdicht verschweißte Druckbehälter **214** ausgebildet und mit einem Unterdruck so beaufschlagt, dass ein flüssiges Arbeitsmedium bei Eintrag solarer Wärme über die PV-Module **10** als Gasphase zu einem Wärmeträgerrohr **215**, in dem das Regenwasser aus der Zisterne **205** zirkuliert, aufsteigt und kondensiert, um sich erneut in einem Sumpf **216** am unteren Ende des Druckbehälters **214** zu sammeln. Mit einem Zwei-Phasen-Thermosyphon lassen sich die PV-Module **10** auf Umgebungstemperatur herunterkühlen, sodass sich ihre elektrische Leistung wesentlich verbessert. Eine nicht näher dargestellte Wärmedämmung auf der Rückseite der Druckbehälter **214** kann eine noch weitere Abkühlung der PV-Module **10** bis auf ca. 25°C bewirken. Bei dieser Temperatur verdampft ein Arbeitsmedium, wie Wasser, Ethanol, Methanol oder ein Gemisch aus diesen Flüssigkeiten bei einem vorausgesetzten Unterdruck von wenigen Millibar in dem Druckbehälter **214**. Über eine in den Mast **13** integrierte Steigleitung **210** mit entsprechendem Rücklauf **211** steht das Wärmeträgerrohr **215** über eine Rohrwendel **220** mit dem in der Zisterne **205** gesammelte Regenwasser in Verbindung. Im Bereich des Mastkopfs sind flexible Schläuche als Verbindung zwischen dem Wärmeträgerrohr **215** und der Steig- und Rücklaufleitung **210**, **211** vorgesehen. Das Regenwasser selbst wird wie beschrieben in einem Rückkühlssystem **22** mit Erdregister **221** abgekühlt.

[0035] Fig. 7 zeigt eine Agrar- und PV-Installation **1**, deren Mast **13** ein ausbetoniertes Stahlrohr aufweist und als eingespannte Stütze **131** die horizontalen Kräfte aus mehreren Agrar- und PV-Installationen **1** eines Mastenfelds **17** aufnehmen und in den tragfähigen Baugrund **15** ableiten kann. Über längs und quer gespannte Stahlseile **300**, die ein Seilnetz **3** bilden, ist dieser Mast **13** mit weiteren Agrar- und PV-Installationen **1** verbunden. Eine Spannvorrichtung **303** am Knotenpunkt **30** eines Seilnetzes **3** ermöglicht die Vorspannung der Stahlseile **300**. An den Stahlseilen **300** ist ein wandelbares Dach **31** als Hagelschutznetz **310** aufgehängt, das bedarfsweise auf- und zugefahren werden kann. Die PV-Module **10** werden über das in den Fig. 5 und Fig. 6 beschriebene Kühlsystem mit einem Zwei-Phasen-Thermosyphon mit Druckbehältern **214** gekühlt. Das Rückkühlssystem **22** für die Wärmeträgerflüssigkeit besteht bei diesem Beispiel aus einer Rohrwendel **220**, die in ein massives Stahlbetonfundament **14** eingelassen ist. Das Fallrohr **203** im Mast **13** dieser Agrar- und PV-Installation **1** steht mit einem Bodenkanal **204** und einer externen Sammelzisterne **206** in Verbindung.

[0036] Fig. 8 zeigt eine Vielzahl von Agrar- und PV-Installationen **1**, die durch ein horizontales Seilnetz **3** untereinander zu einem zusammenhängenden Mastenfeld **17** verbunden sind. Am Rand des Mastenfelds **17** werden die Seilkräfte über nicht näher dargestellte Gründungskörper **14** unmittelbar in den Baugrund eingeleitet. In dieser Anordnung können alle Maste **13** eines Mastenfelds **17** als Pendelstützen **130** ausgebildet werden.

[0037] Fig. 9 zeigt das Mastenfeld **17** nach Fig. 8 in der Aufsicht. Horizontale Kräfte, die auf die Agrar- und PV-Installation **1** einwirken, werden durch ein trianguliertes Seilnetz **3** zu äußeren Gründungselementen **14** abgetragen.

[0038] Fig. 10 zeigt ein Mastenfeld **17**, bei dem die horizontalen Kräfte durch ein trianguliertes Seilnetz **3** zu randständigen Masten **13**, die jeweils als eingespannte Stützen **131** ausgebildet sind und in ihrem Aufbau dem in Fig. 7 gezeigten Beispiel entsprechen, aufgenommen werden. Die innenstehenden Maste **13** der Agrar- und PV-Installation **1** können als Pendelstützen **130** ausgebildet werden.

[0039] Fig. 11 zeigt das Mastenfeld **17** nach Fig. 10 in der schematischen Aufsicht zur Unterscheidung der Maste **13** als äußere eingespannte Stützen **131** und innere Pendelstützen **130**. Das triangulierte, vorgespannte Seilnetz **3** mit Stahlseilen **300** und Knotenpunkten **30** stellt sicher, dass die auf die Agrar- und PV-Installation **1** einwirkenden horizontalen Lasten auf die eingespannten Stützen **131** verteilt werden.

[0040] Fig. 12 zeigt ein Mastenfeld **17**, das eine Vielzahl von Agrar- und PV-Installationen **1** umfasst, deren Maste **13** jeweils als Pendelstützen **130** ausgebildet sind. Ein vorgespanntes Seilnetz **3** verteilt die horizontalen Lasten auf die eine Platzanlage umgebenden Gebäude.

[0041] Fig. 13 zeigt das Mastenfeld **17** nach Fig. 12 in der Aufsicht zur besseren Veranschaulichung der lastverteilenden Wirkung des triangulierten Seilnetzes **3**. Die integrierte Wasserversorgung **2** der Agrar- und PV-Installationen **1** versorgt einen Brunnen **230** mit Wasser.

[0042] Fig. 14 zeigt ein Mastenfeld **17** über einer Talsenke. Die Maste **13** der Agrar- und PV-Installationen **1** sind durch ein dem Geländeverlauf folgendes Seilnetz **3** untereinander verbunden, das die horizontalen Kräfte unmittelbar in Gründungselemente **14** einleitet. Auf diese Weise können die Gründungselemente der Maste **13** als Schraubfundament **141** ausgebildet werden, wie es in Fig. 3 näher dargestellt und beschrieben ist. Die integrierte Wasserversorgung **2** der Agrar- und PV-Installationen **1** speist über einen Bodenkanal **204** eine Sammelzisterne **206**.

[0043] Fig. 15 zeigt das Mastenfeld **17** nach Fig. 14 in der Aufsicht zur besseren Darstellung der lastverteilenden Wirkung des vorgespannten, triangulierten Seilnetzes **3**, dessen Knotenpunkte **30** jeweils am Schnittpunkt mit einem Mast **13** liegen.

[0044] Fig. 16 zeigt ein Mastenfeld **17** auf einer Geländeanhöhe. Auch hier ist eine Vielzahl von Agrar- und PV-Installationen **1** durch ein dem Geländeverlauf, vorgespanntes Seilnetz **3** untereinander verbunden, wobei die horizontalen Kräfte durch das triangulierte Seilnetz **3** zu randständigen Agrar- und PV-Installationen **1**, deren Maste **13** als eingespannte Stützen **131** ausgebildet sind, geleitet werden. Die integrierte Wasserversorgung **2** einer Agrar- und PV-Installation **1** speist in diesem Beispiel über einen Bodenkanal **204** eine Sammelzisterne **206**.

[0045] Fig. 17 zeigt das Mastenfeld **17** nach Fig. 16 zur Veranschaulichung der Anpassungsfähigkeit der Seilkonstruktion an unterschiedlichste Geländeformationen.

[0046] Fig. 18 zeigt ein Mastenfeld **17**, bei dem eine Vielzahl von Agrar- und PV-Installationen **1** durch ein mit einem Abstand zu einem Baugrund **14** angeordnetes Seilnetz **3** untereinander verspannt sind und horizontale Lasten auf randständige Maste **13**, die jeweils als eingespannte Stützen **131** ausgebildet sind, verteilen. An die Stahlseile **300** des lastverteilenden Seilnetzes **3** ist bei diesem Beispiel ein einfahrbares Hagelschutznetz **310** angehängt, das einen temporären Hagelschutz z. B. für Obstplantagen oder aber auch KFZ-Abstellplätze bietet.

[0047] Fig. 19 zeigt das Mastenfeld **17** nach Fig. 18 in einem schematischen Querschnitt. Die integrierte Wasserversorgung **2** des Mastenfelds **17** entspricht einem der in den Fig. 1–Fig. 7 näher erläuterten Systeme. Die Maste **13** zwischen den äußeren eingespannten Stützen **131** können als Pendelstützen **130** ausgebildet werden und ein Schraubfundament **141** erhalten.

Bezugszeichenübersicht

Agrar- und PV-Installation	1	Wasserversorgung	2	Seilnetz	3
PV-Modul	10	Regenwassersammelsystem	20	Knotenpunkt	30
Unterkonstruktion	11	Rinne	200	Stahlseil	300
Gelenkanordnung	12	Wanne	201	Seilklemme	301
Mast	13	Horizontales Sammelrohr	202	Gabelseilhülse	302
Pendelstütze	130	Fallrohr	203	Spannvorrichtung	303

Eingespannte Stütze	131	Bodenkanal	204	Wandelbares Dach	31
Regeneinlauf	132	Zisterne	205	Hagelschutznetz	310
Kragen	133	Sammelzisterne	206	Foliendach	311
Fußplatte	134	Kühlsystem	21	Schattendach	312
Gründungselement	14	Steigleitung	210		
Hohlkörper	140	Rücklauf	211		
Schraubfundament	141	Kühlregister	212		
Baugrund	15	Sandwichelement	213		
Stromentnahmestelle	16	Druckbehälter	214		
Stromzähler	160	Wärmeträgerrohr	215		
Steckdose	161	Sumpf	216		
Pumpe	162	Rückkühlsystem	22		
Mastenfeld	17	Rohrwendel	220		
Schwenkachse	x	Erdregister	221		
Schwenkachse	y	Bewässerungssystem	23		
		Brunnen	230		
		Wasserhahn	231		

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102004010653 A1 [0003]
- DE 202007010901 U1 [0004]
- DE 202005008164 U1 [0004]
- DE 202009010235 U1 [0004]
- WO 2009/140564 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Agrar- und PV-Installation (1) bestehend aus einer Vielzahl von in einem horizontalen Abstand zueinander angeordneten Masten (13), die ein Mastenfeld (17) bilden und jeweils dazu ausgebildet sind, PV-Module (10) auf einer Unterkonstruktion (11) starr zur Sonne ausgerichtet oder über die Schwenkachsen (x, y) in einer Gelenkanordnung (12) zum jeweiligen Sonnenstand ausrichtbar zu tragen, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Agrar- und PV-Installation (1) eine netzunabhängige Wasserversorgung (2) mit einem Regenwassersammelsystem (20), einem Bewässerungssystem (23) für die Bewässerung eines landwirtschaftlich genutzten Baugrunds (15) und einem Kühlsystem (21) zur Kühlung der PV-Module (10) aufweist, wobei eine Vielzahl von Zisternen (205) oder eine Sammelzisterne (206) als Wasserspeicher dient.
2. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Mast (13) in einem oberen Längsabschnitt eine Gelenkanordnung (12) mit Stellmotor besitzt, um die PV-Module (10) in den Schwenkachsen (x, y) dem jeweiligen Sonnenstand nachzuführen, wobei die PV-Module (10) einen Regensensor aufweisen, sodass die Unterkonstruktion (11) und die PV-Module (10) bei Regen in eine horizontale Stellung geschwenkt werden können, um Regenwasser zu sammeln und über die Gelenkanordnung (12) und den Mast (13) in eine Zisterne (205) oder eine Sammelzisterne (206) einzuleiten.
3. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gründungskörper (14) für einen Mast (13) als Hohlkörper (140) ausgebildet ist und eine Zisterne (205) bildet.
4. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Bewässerungssystem (23) ein wasserverteilendes Leitungsnetz für eine tröpfchenweise Bewässerung (232) eines mit Nutzpflanzen bepflanzten Baugrunds (15) aufweist, wobei einem Mast (13) ein automatisches System zur Mengendosierung einschließlich Pumpe (162) und Wasserhahn (231) zugeordnet sind.
5. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wasserversorgung (2) aus einer Zisterne (205) der Bereitstellung von Trinkwasser für Nutztiere dient, wobei oberhalb des Baugrunds (15) ein Brunnen (230) und ein Wasserhahn (231) vorgesehen sind.
6. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wasserversorgung (2) ein Kühlsystem (21) zur Kühlung der PV-Module (10) aufweist, wobei das in einer Zisterne (205) gespeicherte Regenwasser über eine in einem Mast (13) integrierte Steigleitung (210) zu den PV-Modulen (10) gepumpt wird, um diese mittels eines rückseitigen Kühlregisters (212) zu kühlen.
7. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unterkonstruktion (11) für die PV-Module (10) von einem plattenförmigen, vakuumdicht verschweißten, mit einem Unterdruck beaufschlagten und mit einem Arbeitsmedium befüllten Druckbehälter (214) in Stahlsandwichbauweise (213) gebildet wird, der als Zwei-Phasen-Thermosyphon mit einem Sumpf (216) an seinem unteren Ende und mit einem von einer Wärmeträgerflüssigkeit durchströmten Wärmeträgerrohr (215) an seinem oberen Ende ausgebildet ist, sodass im Falle solarer Einstrahlung auf die PV-Module (10) durch einen kontinuierlichen Phasenwechsel des Arbeitsmediums Wärme von den PV-Modulen (10) auf die in dem Wärmeträgerrohr (215) geführte Wärmeträgerflüssigkeit übertragen wird, wobei eine Rücklaufleitung (211) in einem Mast (13) sowie eine Rohrwendel (220) in einer Zisterne (205) ein Rückkühlsystem (22) für die Wärmeträgerflüssigkeit bilden.
8. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Rückkühlsystem (22) für das in einer Zisterne (205) gespeicherte Regenwasser ein Erdregister (221) aufweist, wobei die von den PV-Modulen (10) abgeleitete Wärme über das Erdregister (221) in den eine Agrar- und PV-Installation (1) umgebenden Baugrund (15) eingetragen wird, um das Pflanzenwachstum zu begünstigen.
9. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Mastenfeld (17) ein quer zu den Masten (13) gespanntes Seilnetz (3), das unmittelbar unterhalb des Schwenkbereichs der PV-Module (10) angeordnet ist, aufweist, wobei horizontale Lasten, die an eine Agrar- und PV-Installation (1) angreifen, über das Seilnetz (3) zu aussteifenden Elementen (35), die z. B. aus eingespannten Stützen (350), aus Gründungskörpern (351), aus Wandscheiben oder aus Raumzellen bestehen, geleitet werden, sodass eine Vielzahl der Maste (13) eines Mastenfelds (17) als Pendelstützen (130) ausgebildet werden können.

10. Agrar- und PV-Installation (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Seilnetz (3) ein wandelbares Dach (36) trägt, das z. B. ein transluzentes Foliendach (361), ein Schattendach (362) oder ein Hagelschutznetz (360) aufweist und bedarfsweise ausgefahren werden kann.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

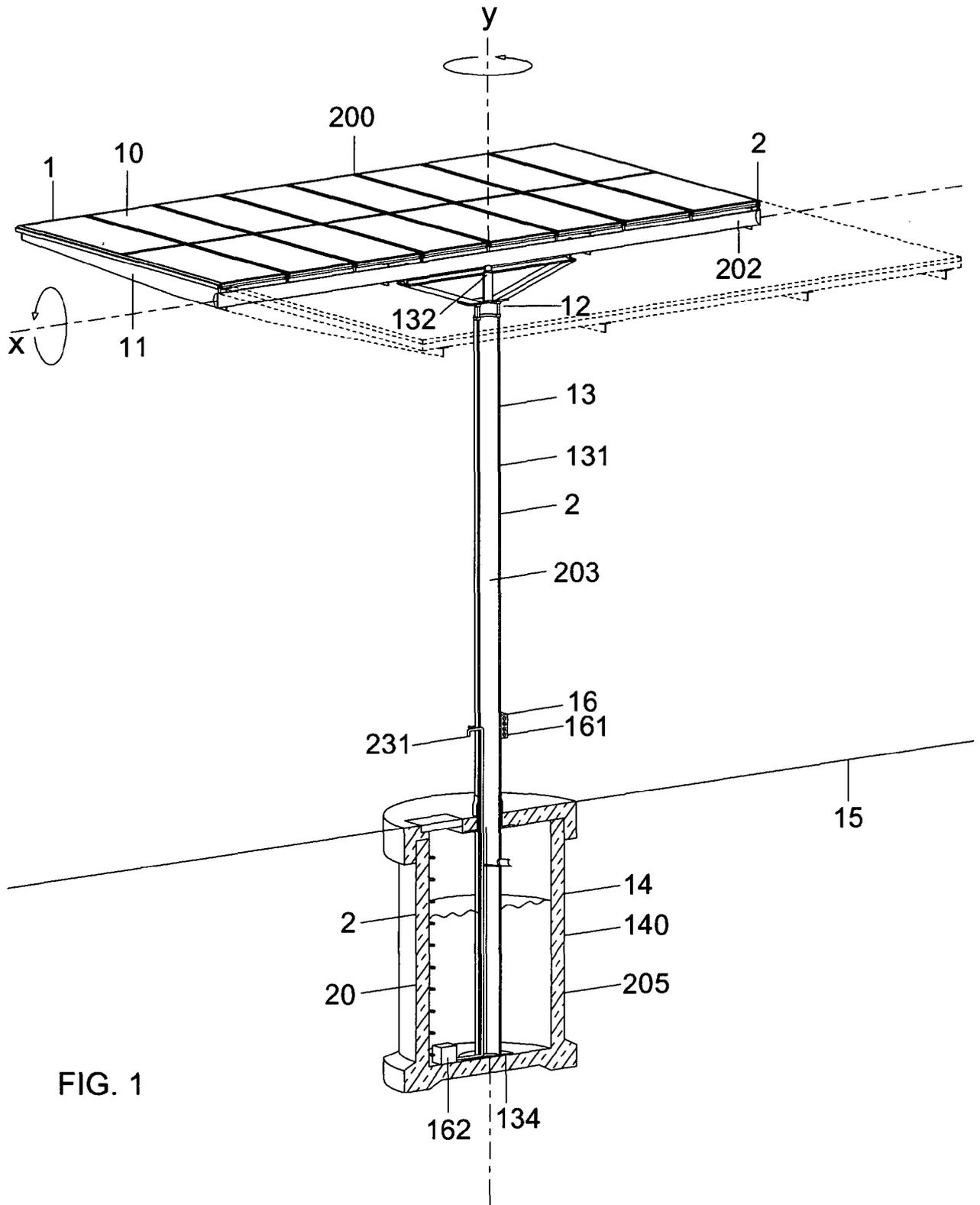


FIG. 1

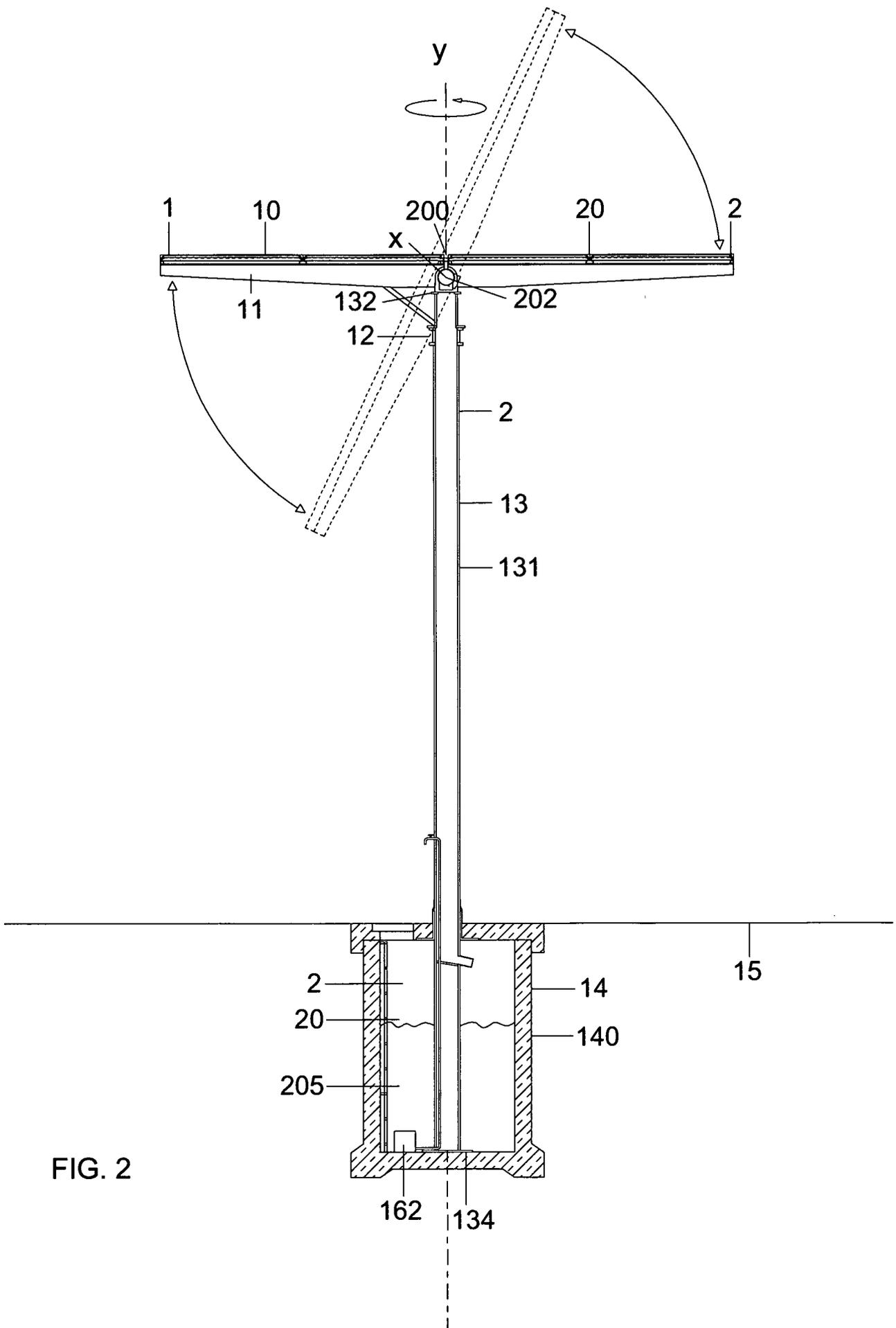


FIG. 2

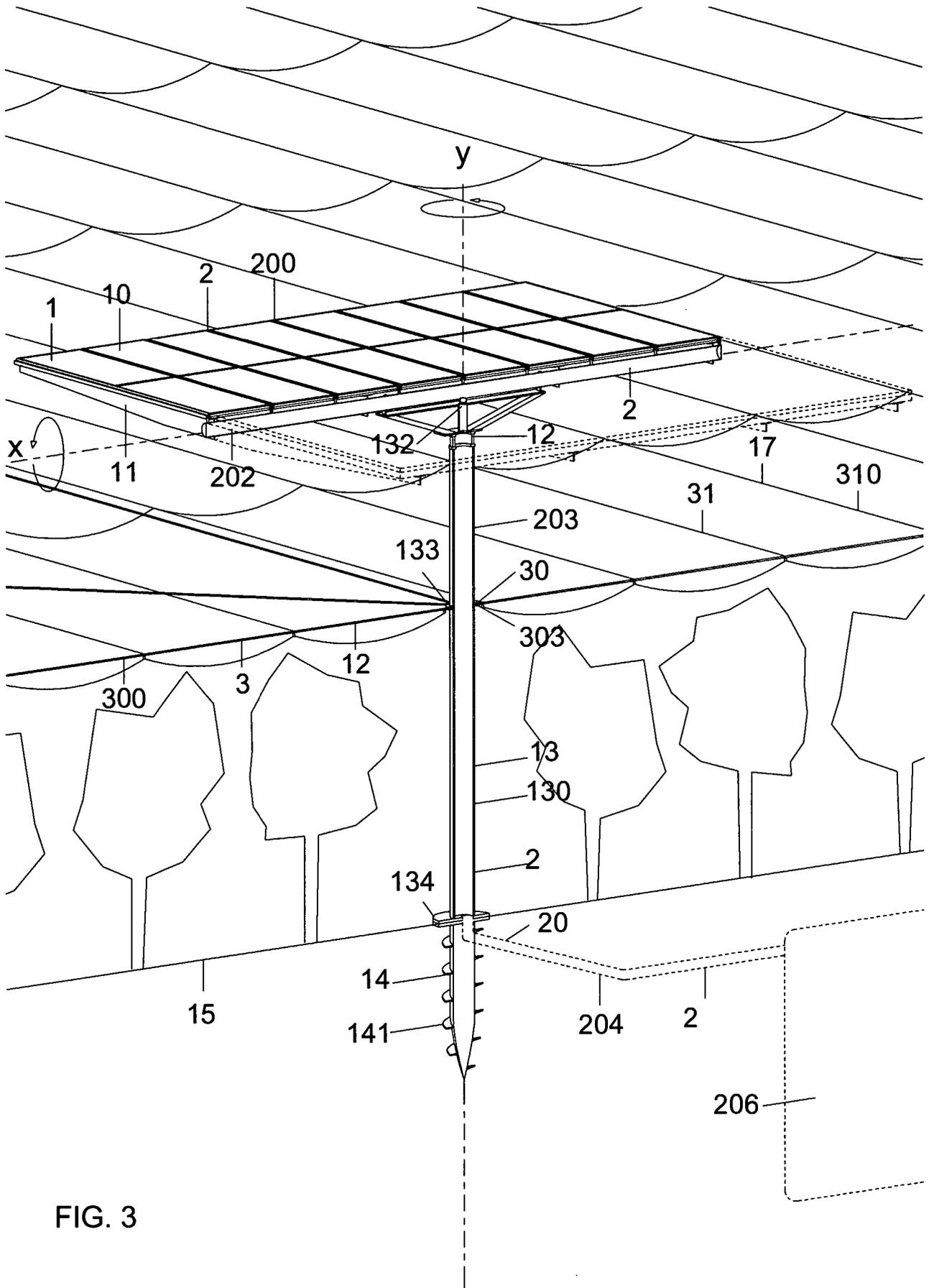


FIG. 3

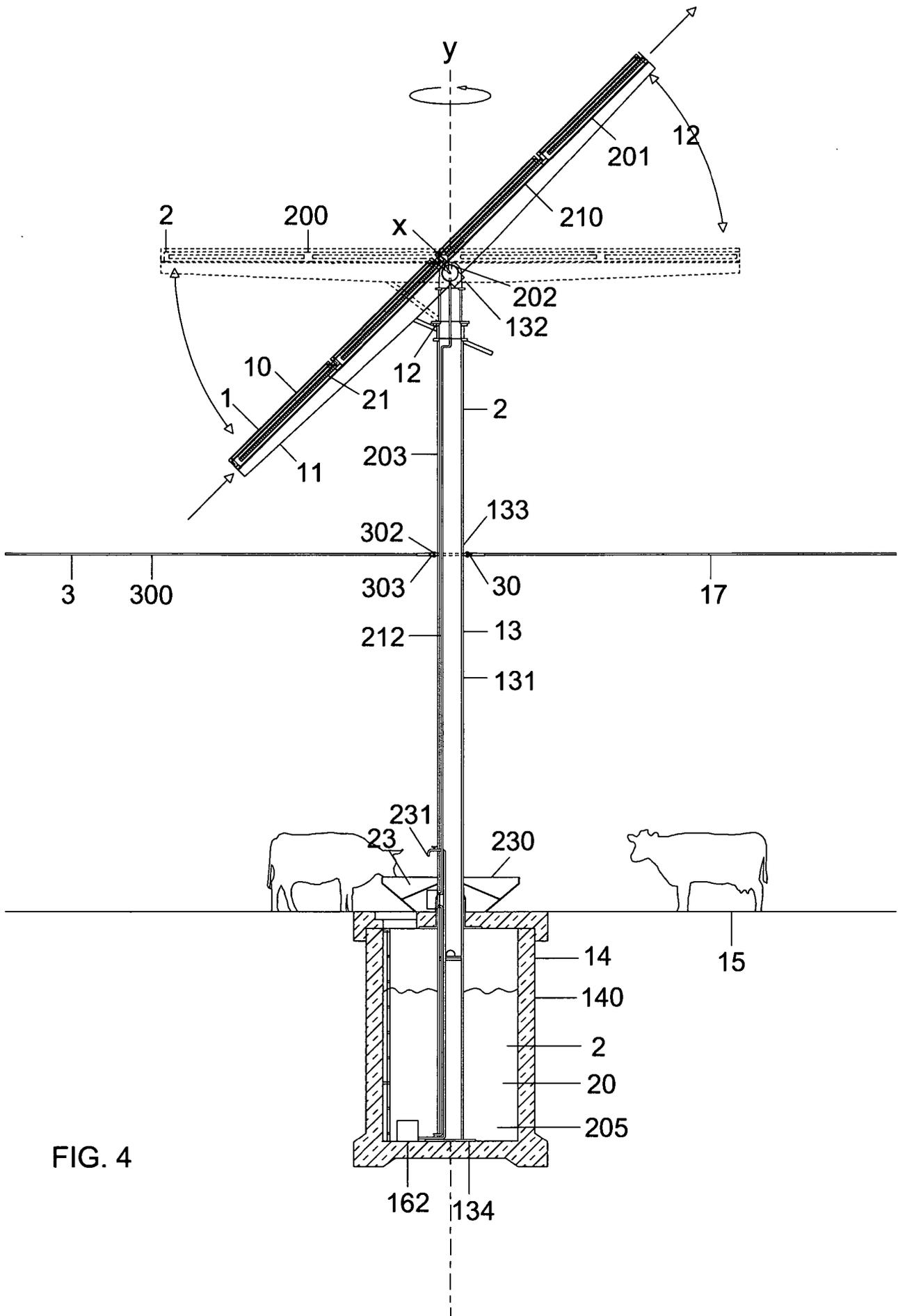


FIG. 4

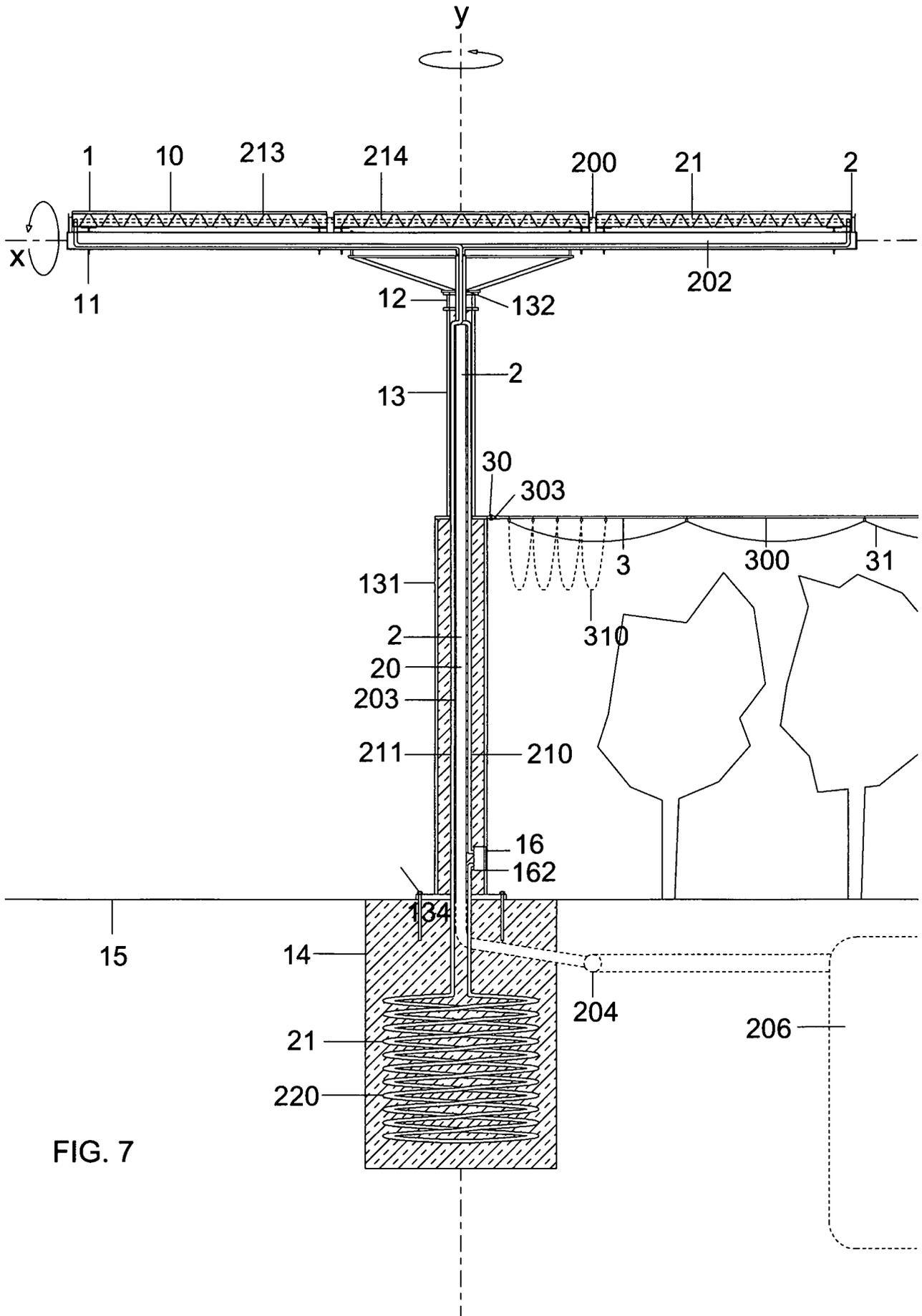


FIG. 7

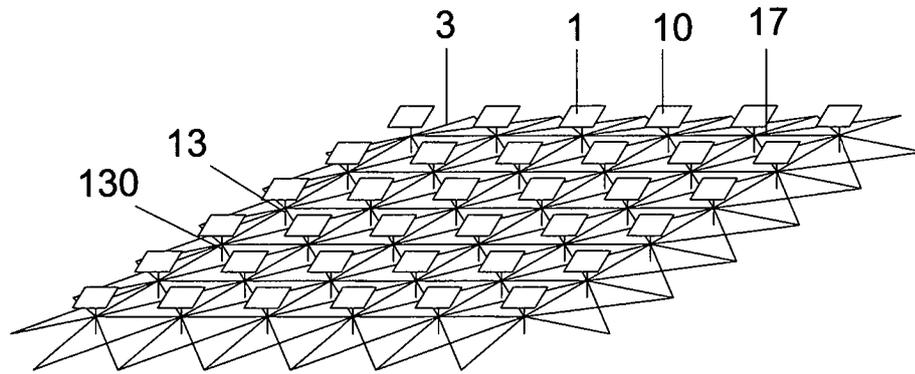


FIG. 8

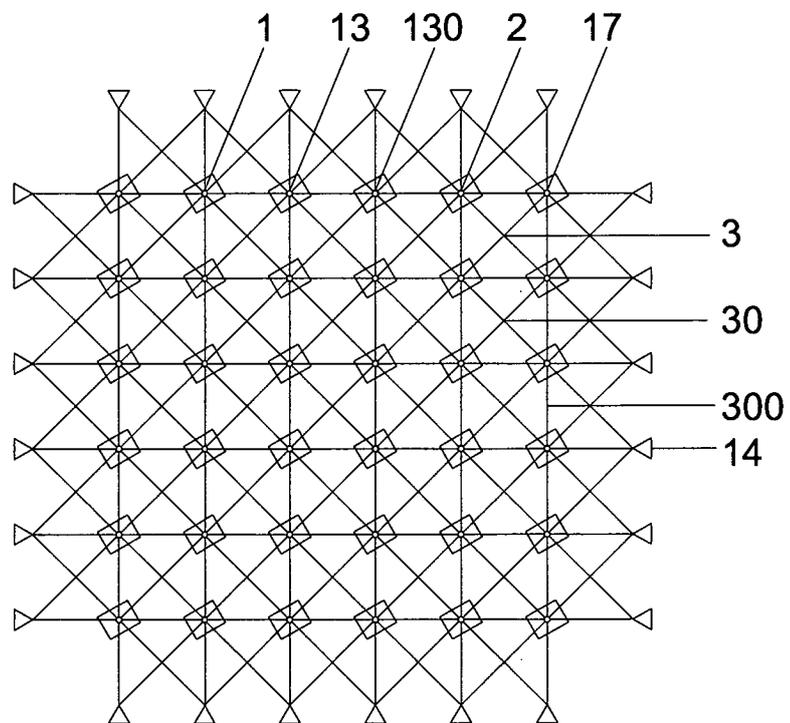


FIG. 9

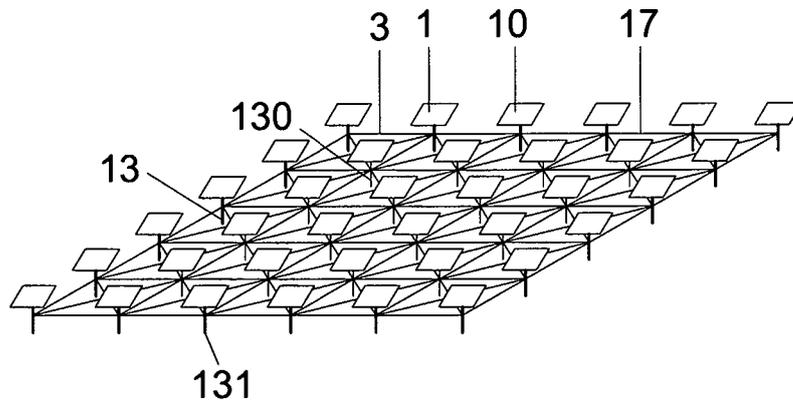


FIG. 10

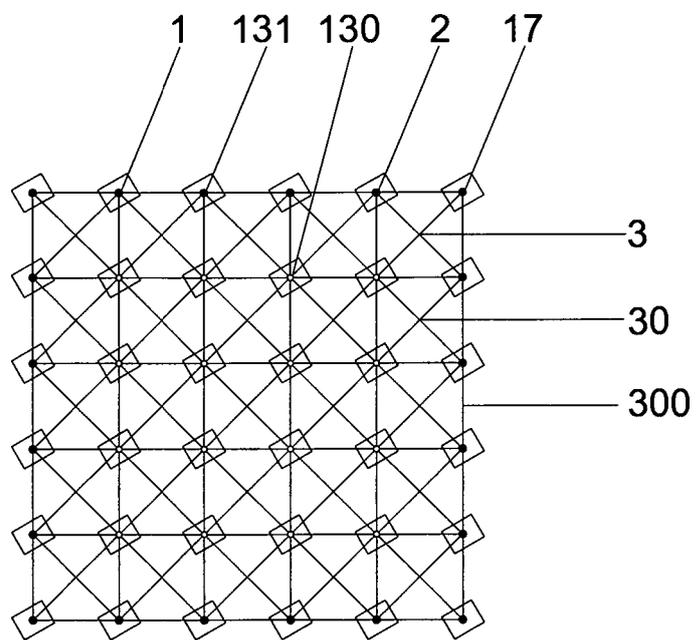


FIG. 11

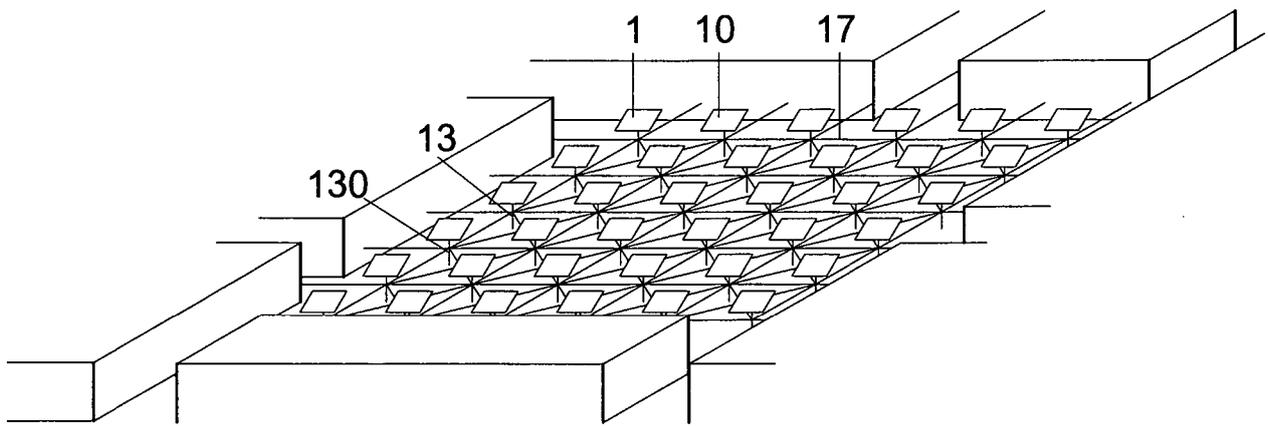


FIG. 12

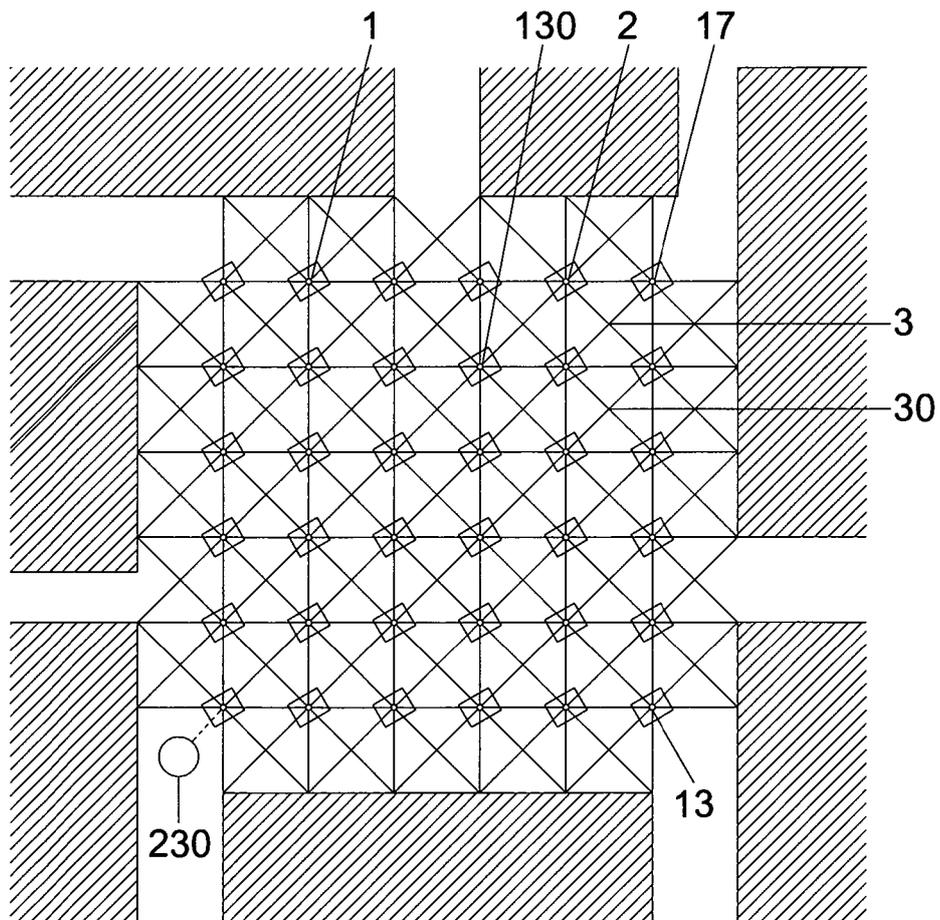


FIG. 13

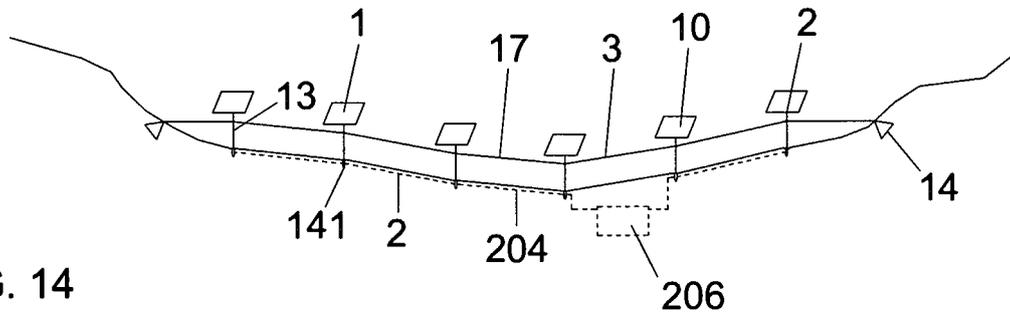


FIG. 14

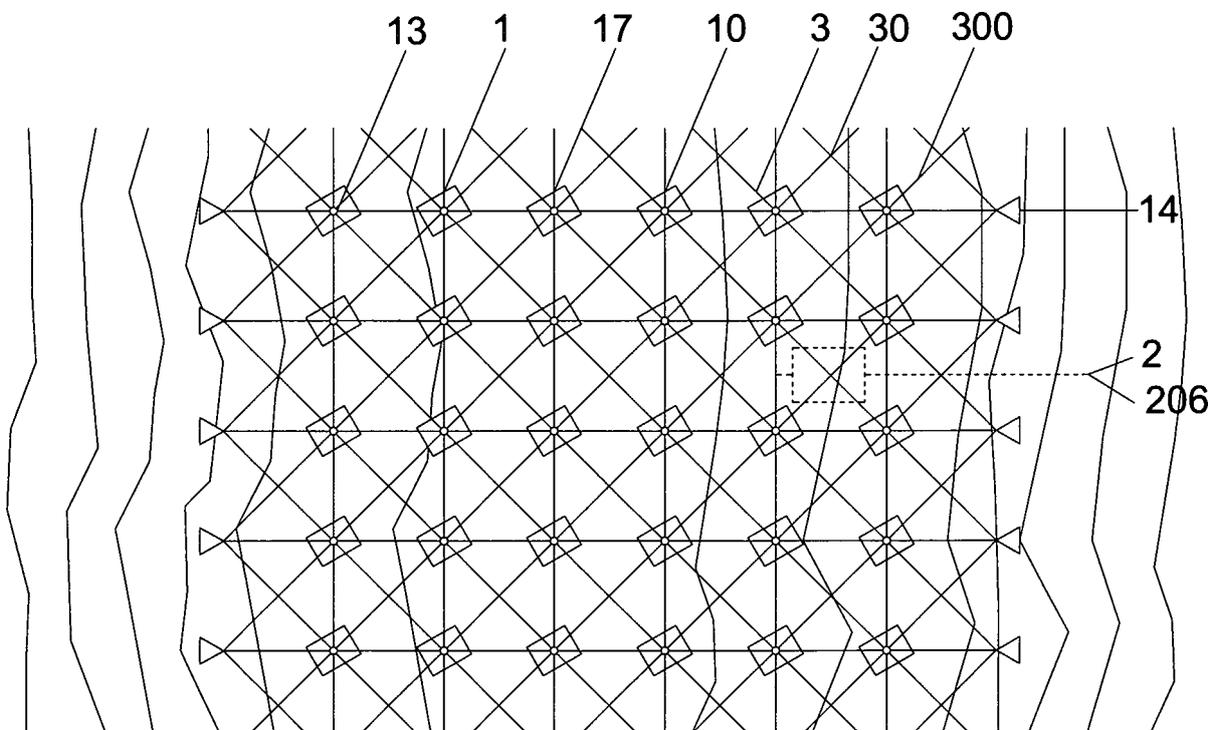


FIG. 15

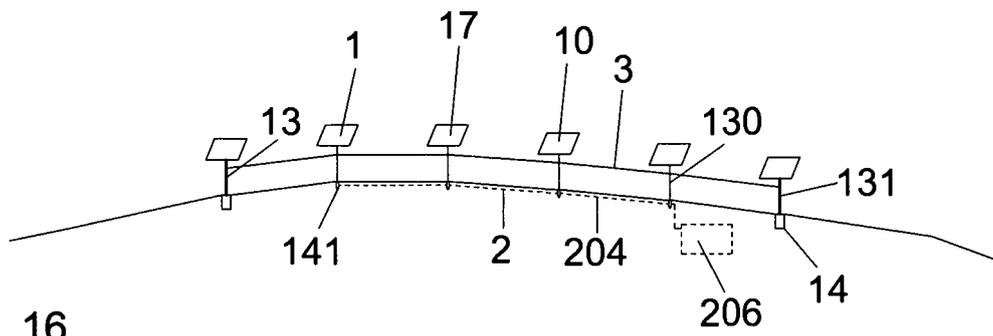


FIG. 16

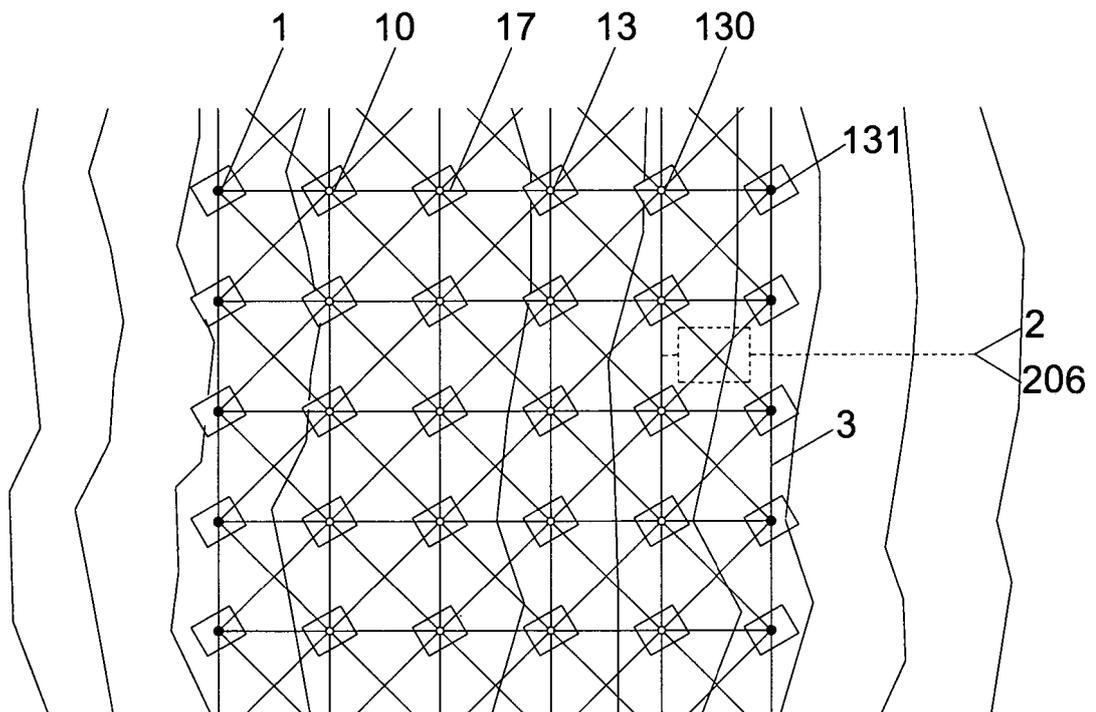


FIG. 17

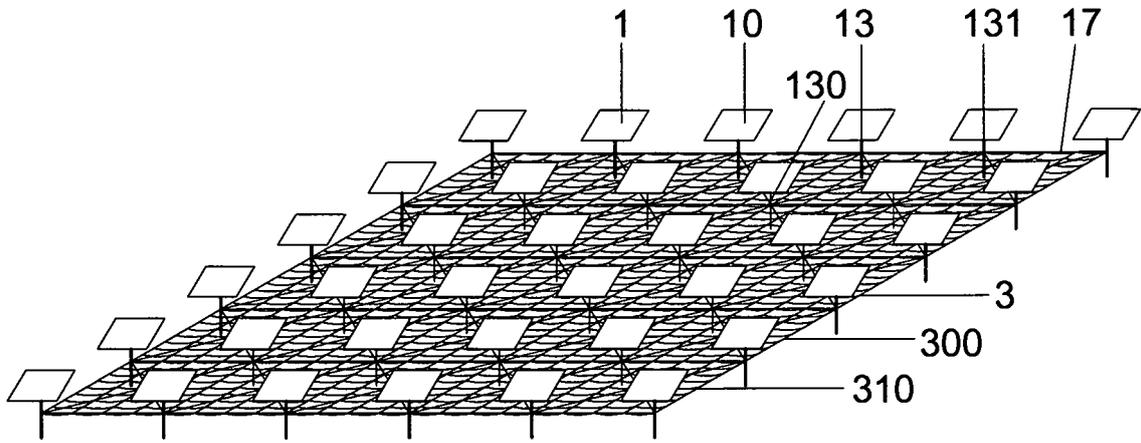


FIG. 18

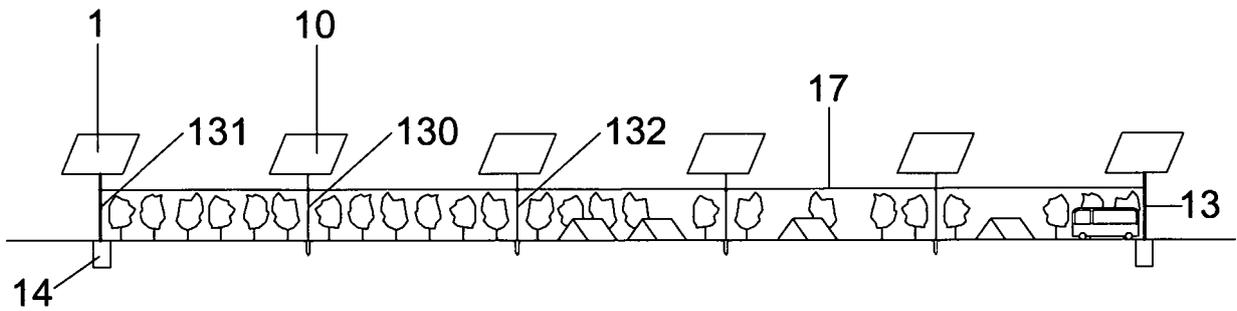


FIG. 19