

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
1. Oktober 2015 (01.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/144514 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 14/50 (2006.01) C01B 31/02 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01) C01B 31/04 (2006.01)
H01L 21/673 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/055641

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. März 2015 (18.03.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 104 009.0 24. März 2014 (24.03.2014) DE

(71) Anmelder: AIXTRON SE [DE/DE]; Dornkaulstraße 2,
52134 Herzogenrath (DE).

(72) Erfinder: JOUVRAY, Alexandre; 16 Kidmans close,
Hilton Huntingdon PE28 9QB (GB). RIPPINGTON,
David Eric; 35 Strollers Way, Stetchworth Newmarket
Suffolk CB8 9TZ (GB). TEO, Kenneth B. K.; 82
Greenhaze Lane, Great Cambourne, Cambridge
Cambridgeshire CB23 5BH (GB). RUPESINGHE, Nalin

L.; 34 Tavistock Road, Cambridge Cambridgeshire CB4
3NB (GB).

(74) Anwälte: GRUNDMANN, Dirk et al.; Rieder & Partner,
Corneliusstraße 45, 42329 Wuppertal (DE).

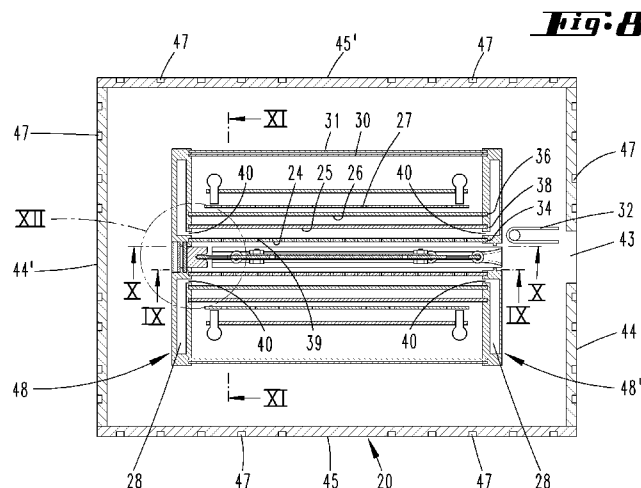
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SUBSTRATE CARRIER THAT CARRIES A SUBSTRATE ON EACH OF TWO BROAD SIDES OF THE
SUBSTRATE CARRIER THAT FACE AWAY FROM EACH OTHER

(54) Bezeichnung : AUF SEINEN BEIDEN VONEINANDER WEGWEISENDEN BREITSEITEN JE EIN SUBSTRAT
TRAGENDER SUBSTRATTRÄGER



(57) Abstract: The invention relates to a substrate carrier and to a CVD reactor interacting with the substrate carrier, said substrate carrier being designed to be arranged in a CVD or PVD reactor (20), in particular for the deposition of carbon nanotubes or graphene, said substrate carrier having a first broad-side surface (2) for accommodating a substrate (6) to be coated and a second broad-side surface (3) facing away from the first broad-side surface (2). In order to improve a device or parts of a device for depositing carbon nanotubes, the first broad-side surface (2) and the second broad-side surface (3) according to the invention each have a substrate accommodation zone (4, 5), in which fastening elements (14, 14', 15) are provided, by means of which a substrate (6) or sections of a substrate (6) can be fastened to the broad-side surface (2, 3). The invention further relates to a CVD reactor having a substrate carrier (1).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/144514 A1



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Die Erfindung betrifft einen Substratträger und einen mit dem Substratträger zusammenwirkenden CVD-Reaktor zur Anordnung in einem CVD- oder PVD-Reaktor (20), insbesondere zum Abscheiden von Kohlenstoff -Nano-Röhrchen, oder Graphene mit einer ersten Breitseitenfläche (2) zur Aufnahme eines zu beschichtenden Substrates (6) und einer von der ersten Breitseitenfläche (2) wegweisenden zweiten Breitseitenfläche (3). Um eine Vorrichtung oder Teile einer Vorrichtung zum Abscheiden von Kohlenstoff -Nano-Röhrchen zu verbessern, wird vorgeschlagen, dass die erste Breitseitenfläche (2) und die zweite Breitseitenfläche (3) jeweils eine Substrat-Aufnahmezone (4, 5) aufweisen, in denen Fixierelemente (14, 14', 15) vorgesehen sind, mit denen jeweils ein Substrat (6) oder Abschnitte eines Substrates (6) an der Breitseitenfläche (2, 3) befestigbar ist. Außerdem betrifft die Erfindung einen CVD-Reaktor mit einem Substratträger (1).

Auf seinen beiden voneinander wegweisenden Breitseiten je ein Substrat tragender Substraträger

Die Erfindung betrifft einen Substraträger und einen mit dem Substraträger
5 zusammenwirkenden CVD-Reaktor, in welchem der Substraträger angeordnet werden kann. Es handelt sich dabei um einen CVD- oder PVD-Reaktor, insbesondere zum Abscheiden von Kohlenstoff-Nano-Röhrchen. Der Substraträger bildet zwei voneinander wegweisende Breitseitenflächen aus.

10 Vorrichtungen zum Beschichten von Substraten zeigen die DE 195 22 574 A1, US 2010/0319766 A1 und US 2013/0084235 A1. Die Substrate liegen teilweise auf Substraträgern; teilweise befinden sich die Substrate aber auch frei zwischen zwei sich gegenüberliegenden Gaseinlassorganen. Die US 2013/0089666 A1 beschreibt ein zwei Breitseitenflächen aufweisendes Kupfersubstrat.

15

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abscheiden von Nano-Röhrchen aus Kohlenstoff. Hierzu werden gasförmige Ausgangsstoffe in eine Prozesskammer gebracht. Dies erfolgt mittels eines Gaseinlassorgans. Innerhalb der Prozesskammer befindet sich ein Substrat, das auf einem Substraträger angeordnet ist. Es wird ein kohlenstoffhaltiges Prozessgas, beispielsweise CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 oder C_6H_6 in die Prozesskammer eingebracht. Vorrichtungen zum Beschichten flexibler Substrate beschreiben u.a. die GB 2 458 776 A oder die JP 2005-133165 A.

20

25 Aus den DE 41 25 334 A1, DE 92 10 359 U1, DE 295 25 989 U1 und DE 40 36 449 A1 sind zu dem Substraträger bekannt, die auf zwei sich gegenüberliegenden Breitseitenflächen Substrataufnahmezonen aufweisen.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung oder Teile einer Vorrichtung zum Abscheiden von Kohlenstoff-Nano-Röhrchen, Graphene oder dergleichen zu verbessern.

Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung.

Der erfindungsgemäße Substratträger besitzt zwei Breitseitenflächen. Die

5 Breitseitenflächen weisen voneinander weg. Jede der beiden Breitseitenflächen bildet eine Substrat-Aufnahmezone aus. Der Substratträger ist bevorzugt ein flacher Körper, der auf jeder seiner beiden voneinander wegweisenden Breitseiten eine Substrat-Aufnahmezone aufweist. Diese kann einen rechteckigen Grundriss aufweisen. Der den Substratträger ausbildende Körper kann aus

10 Quarz bestehen und eine maximale Dicke von 10 mm aufweisen. Seine minimale Kantenlänge beträgt vorzugsweise 100 mm. Die Substrat-Aufnahmezone kann von einem Rand des Körpers begrenzt sein. Es handelt sich bevorzugt um einen gerundeten Rand, um den ein mittlerer Abschnitt eines flexiblen Substrates, beispielsweise aus Al, Ni oder Cu herumlegbar ist, so dass zwei Endab-

15 schnitte des Substrates jeweils auf einer der beiden Substrat-Aufnahmezonen aufliegen kann. Es können aber auch zwei voneinander getrennte Substrate verwendet werden, wobei jeweils ein Substrat auf einer der beiden Breitseiten des Substratträgers mittels eines Fixierelementes befestigt ist. Das Fixierelement kann von mehreren Klemmen, Schrauben oder anderen geeigneten Elementen

20 gebildet sein, mit denen das Substrat oder ein Abschnitt des Substrates fest an der Breitseitenfläche befestigt werden kann. Die Substrat-Aufnahmezone kann darüber hinaus quer zu den zuvor genannten Rändern verlaufende Ränder aufweisen. Bei diesen Rändern kann es sich um Übergangszonen handeln, in denen die Substrat-Aufnahmezone in einen Randabschnitt übergeht. Der

25 Randabschnitt bildet vorzugsweise einen Handhabungsabschnitt aus, an dem der Substratträger gegriffen oder geführt werden kann. Der Handhabungsabschnitt besitzt vorzugsweise Fenster. Die Fenster können einen rechteckigen Querschnitt aufweisen. Die Fenster können Gasdurchtrittsfenster sein. Sie können aber auch zur manuellen Handhabung verwendet werden. Sie bilden dann

30 Griff Fenster aus. Die Fenster können voneinander verschiedene Größen aufweisen. Der Handhabungsabschnitt kann darüber hinaus auch Vorsprünge

ausbilden. Diese Vorsprünge können über die Randkante der Substrat-Aufnahmezone hinausragen und dienen u.a. der Befestigung des Substratträgers innerhalb eines CVD- oder PVD-Reaktors. Die Vorsprünge erstrecken sich in Flächenerstreckungsrichtung und bilden Randabschnitte aus, gegenüber denen eine Randkante der Aufnahmezone zurückspringend verläuft. Der Abstand zweier gegenüberliegender Randkanten der Aufnahmezone ist somit kleiner, als der Abstand zweier gegenüberliegender Ränder zweier voneinander wegweisender Vorsprünge der beiden Handhabungsabschnitte. Der Reaktor beziehungsweise die Prozesskammer kann Führungselemente aufweisen, die insbesondere Nuten besitzen, in welche Nuten die Vorsprünge der Handhabungsabschnitte hineingreifen. Die Vorsprünge der Handhabungsabschnitte bilden somit Führungsabschnitte aus. Die Nuten haben dabei eine Nuttiefe, die geringer ist als der Überstand der Vorsprünge gegenüber der Randkante der Aufnahmezone. Dies hat zur Folge, dass die Randkante der Aufnahmezone entfernt von den Führungselementen liegt. Bevorzugt ist in jeder der vier Ecken des Substratträgers ein Führungsabschnitt vorgesehen, der jeweils über den Rand der Substrat-Aufnahmezone hinausragt. Der CVD-Reaktor kann eine Beladeöffnung aufweisen, die sich in einer Vertikalrichtung erstreckt. In vertikaler Orientierung, also mit einer Randkante nach obenweisend und mit einer anderen Randkante nach untenweisend, kann der Substratträger durch die Beladeöffnung in die Prozesskammer des Reaktorgehäuses hineingeschoben werden. Die Prozesskammer besitzt in Vertikalrichtung sich erstreckende und gegenüberliegende Gaseinlassorgane, jeweils in Form eines Showerheads, also mit einer Gasaustrittsfläche, die eine Vielzahl gleichmäßig verteilter Gasaustrittsöffnungen aufweist. Durch die beiden aufeinander zuweisenden Gasaustrittsflächen kann das oben genannte Prozessgas in die Prozesskammer hineinfließen. Durch eine chemische Zerlegungsreaktion bilden sich auf den beiden voneinander wegweisenden Breitseitenflächen des Substratträgers, also auf den dort aufliegenden Substraten, Nano-Röhrchen. Es handelt sich bevorzugt um eine katalytische Reaktion, die bei etwa 1.000°C auf der Oberfläche des Sub-

strates stattfindet. Dabei bilden sich quer zur Erstreckungsebene des Substrates wachsende Nanoröhrchen oder Graphene aus Kohlenstoff.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand beigefügter
5 Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Explosionsdarstellung eines Substratträgers,

Fig. 2 die Breitseitenansicht eines Substratträgers,

10

Fig. 3 die Schmalseitenansicht eines Substratträgers,

Fig. 4 den Schnitt gemäß der Linie IV-IV in Figur 2, wobei auf jeder der beiden Breitseitenflächen des Substratträgers je ein Substrat 6 angeordnet ist,

15

Fig. 5 eine Darstellung gemäß Figur 4, wobei der Substratträger 1 ein flexibles Substrat 6 trägt, das sich über die Randkante 11 erstreckt,

Fig. 6 eine Seitenansicht auf ein Reaktorgehäuse 20 mit geöffnetem Deckel 46 und angedeutetem, darin angeordnetem Prozesskammergehäuse 19,

20

Fig. 7 das Reaktorgehäuse 20 in der Frontansicht mit geschlossenem Deckel und angedeutetem, darin angeordnetem Prozesskammergehäuse 19,

25 Fig. 8 einen Schnitt gemäß der Linie VIII-VIII in Figur 7,

Fig. 9 einen Schnitt gemäß der Linie IX-IX in Figur 8 mit Blick auf den im Prozesskammergehäuse 19 angeordnetem Substratträger 10,

30 Fig. 10 einen Schnitt gemäß der Linie X-X in Figur 8 mit Blick auf die Gasauslassplatte 24,

Fig. 11 einen Schnitt gemäß der Linie XI-XI in Figur 8 mit Blick auf die prozesskammergehäuseinnenseitige Seite einer Wandung 48 des Prozesskammergehäuses 19,

5

Fig. 12 vergrößert den Ausschnitt XII in Figur 8.

Das in den Zeichnungen dargestellte Reaktorgehäuse 20 besitzt eine quaderförmige Gestalt mit vier Seitenwänden 44, 44'; 45, 45'. Die obere Gehäusewand bildet einen aufschwenkbaren Deckel 46. Im Betrieb des Reaktors ist der Deckel 10 46 geschlossen. Er kann allerdings zu Wartungszwecken geöffnet werden.

Die Seitenwände 44, 44'; 45, 45' besitzen Kanäle 47, durch die eine Kühlflüssigkeit hindurchströmen kann, um die Wände 44, 44'; 45, 45' zu spülen.

15

Eine der Seitenwände 44 besitzt eine sich in Vertikalrichtung erstreckende Öffnung 43. Die Öffnung 43 kann mit einem nicht dargestellten Schieber gasdicht verschlossen werden. Es handelt sich um eine Be- und Entladeöffnung.

20 Innerhalb des Reaktorgehäuses 20 befindet sich ein Prozesskammergehäuse 19, welches ebenfalls eine sich in Vertikalrichtung erstreckende Be- und Entladeöffnung 23 aufweist. Das Prozesskammergehäuse 19 besitzt in seinem Inneren ein unteres Führungselement 21 und ein oberes Führungselement 22. Beide Führungselemente 21, 22 haben eine Leistenform und besitzen aufeinander zu 25 weisende Nuten 21', 22'. Zwei Gaseinlassorgane 24, 25 begrenzen Vertikalseiten einer Prozesskammer. Ein Substratträger 1 kann durch die vertikalen Beladeöffnungen 23, 43 in die Prozesskammer eingeschoben werden. Hierbei greifen Führungsabschnitte 12 des Substratträgers 1 in Nuten 21', 22' der Führungselemente 21, 22 ein. Im eingesetzten Zustand befindet sich der Substratträger 1 30 mittig zwischen den beiden Gaseinlassorganen 24. Alle sechs Wände des quaderförmigen Reaktorgehäuses 20 können Temperierkanäle 47 aufweisen, durch

die eine Temperierflüssigkeit strömen kann, um die Reaktorwände entweder zu kühlen oder aufzuheizen.

Der Substratträger 1 ist ein Flachkörper und besitzt einen im Wesentlichen rechteckigen Grundriss. Er besitzt zwei voneinander wegweisende Breitseitenflächen 2, 3, die jeweils eine Substrat-Aufnahmezone 4, 5 ausbilden. Die voneinander wegweisenden Substrat-Aufnahmezonen 4, 5 haben einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt.

- 10 Die Figur 2 zeigt eine Breitseitenflächen 2 mit der Substrat-Aufnahmezone 4. Die gegenüberliegende Breitseitenflächen 3 ist mit ihrer Substrat-Aufnahmezone 5 identisch ausgebildet.

- 15 Der Flachkörper, aus dem der Substratträger 1 besteht, hat eine Materialstärke, die geringer ist als 10 mm. Die Randkantenlänge des Substratträgers 1 beträgt mindestens 100 mm.

- Die Substrat-Aufnahmezone 4, die zur Substrat-Aufnahmezone 5 gleichgestaltet ist, besitzt zwei erste Ränder 4'. Bei den ersten Rändern 4' handelt es sich um gedachte Linien. Die Substrat-Aufnahmezone 4 besitzt darüber hinaus zweite Ränder, die von Randkanten 11 des Substratträgers 1 ausgebildet sind. Die Randkanten 11 sind verrundet.

- In Eckbereichen der Substrat-Aufnahmezonen 4, 5 befinden sich Fixierelemente 14. Die Fixierelemente 14 sind im Ausführungsbeispiel als Schrauben 14 mit Muttern 14' dargestellt. Die Fixierelemente 14, 14' können aber auch Klemmelemente sein. Mit diesen Fixierelementen 14, 14' wird ein im Wesentliches rechteckiges Substrat 6 auf einer der beiden Substrat-Aufnahmezonen 4, 5 befestigt. Jeweils ein Substrat 6 befindet sich auf einer der beiden Breitseitenflächen 2, 3, so dass die beiden voneinander wegweisenden Substrat-Aufnahmezonen 4, 5 jeweils ein im Wesentlichen rechteckiges Substrat 6

tragen, wobei die Substrate 6 mit den Fixierelementen 14, 14' am Substratträger 1 befestigt sind. Bei den Substraten kann es sich um Kupfer-, Aluminium- oder um Nickelsubstrate handeln, die mit aus Kohlenstoff bestehenden Nanoröhrchen beschichtet werden, die quer zur Erstreckungsebene auf der Substratoberfläche aufwachsen.

Die Randkanten 11 gehen unter Ausbildung einer Einbuchtung 13 in Vorsprünge 12 über. Es handelt sich dabei um die oben erwähnten Führungsvorsprünge. Diese werden von den beiden Endabschnitten von Randabschnitten 7 des Substratträgers 1 ausgebildet. Die Randabschnitte 7 grenzen unmittelbar an die Ränder 4' an. An jeweils einem der beiden voneinander wegweisenden Ränder 4' grenzt ein Randabschnitt 7 an, der jeweils einen Handhabungsabschnitt ausbildet. Die Vorsprünge 12 erstrecken sich in der Erstreckungsebene des Substratträgers 1 und bilden Randabschnitte aus, die von der Randkante 11 beabstandet sind.

Die beiden gleich gestalteten Handhabungsabschnitte 7 besitzen nicht nur die jeweilige Randkante 11 der Substrat-Aufnahmezone 4, 5 überragenden Vorsprünge 12, sondern auch fensterartige Öffnungen 8, 9, 10. Es handelt sich dabei um drei Rechtecköffnungen, durch die Gas hindurchströmen kann, die aber auch zur manuellen Handhabung verwendet werden können. Hierzu werden die Öffnungen 8, 9, 10 als Grifföffnungen verwendet. Die mittlere rechteckige Öffnung kann von einem Greifer eines Handhabungsarmes gegriffen werden.

Wie die Figur 1 zeigt, besitzt der Substratträger 1 diverse Bohrungen 15, 16. Die Bohrungen 16 dienen der Fixierung der Fixierelemente 14 am Substratträger 1. Die Bohrung 15 kann ebenfalls als Befestigungsbohrung für ein Fixierelement verwendet werden. Die Bohrung 15 kann aber auch ein Anschlagelement aufweisen.

Die Figur 4 zeigt eine erste Verwendungsart des Substratträgers 1, bei der der Substratträger 1 auf seinen voneinander wegweisenden Breitseitenflächen 2, 3 jeweils ein Substrat 6 trägt.

- 5 Die Figur 5 zeigt eine zweite Verwendungsart des Substratträgers 1. Hierbei ist das vom Substratträger 1 getragene Substrat 6 flexibel. Es besitzt zwei Endabschnitte, die jeweils einer der beiden Substrat-Aufnahmezonen 4, 5 zugeordnet sind und dort befestigt sind. Ein mittlerer Abschnitt des Substrates 6 liegt an der gerundeten Randkante 11 an. Das Substrat 6 ist somit U-förmig um die Rand-
- 10 kante 11 gefaltet.

Bei dem Substrat kann es sich um eine dünne Kupfer-, Nickel- oder Aluminiumfolie handeln. Mit den Gaseinlassorganen 24 wird ein Prozessgas (H_2 , NH_3 , AR, N_2 , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 oder C_6H_6) in die Prozesskammer eingeleitet. Durch

15 eine chemische, insbesondere katalytische Reaktion zerlegen sich die Kohlenwasserstoffe in Kohlenstoff. Es kann sich dabei um eine pyrolytische Oberflächenreaktion handeln. Auf dem Substrat scheidet sich Graphene ab oder es scheiden sich dort Nano-Tubes ab.

- 20 Der Innenraum des Reaktorgehäuses 20 kann evakuiert werden. Hierzu dient eine nicht dargestellte Vakuumpumpe.

Das Prozesskammergehäuse 19 besitzt sechs Wände, die zu zugeordneten Wänden 44, 44'; 45, 45' beziehungsweise 48, 31, 49, 50 des Reaktorgehäuses 20

25 parallel verlaufen. Die Wände des Prozesskammergehäuses 19 sind von den Wänden des Reaktorgehäuses 20 beabstandet.

Eine Wand 48 des Prozesskammergehäuses 19 bildet Hohlräume 28 aus. Diese Hohlräume 28 sind Bestandteil einer Gaseinspeiseeinrichtung. Der Hohlraum 28

30 kann von außen her mit einem Prozessgas gespeist werden, das, wie weiter unten noch erläutert wird, über Öffnungen 40 in das Innere des Prozesskam-

- mergehäuses 19 eintreten kann. Es sind zwei sich gegenüberliegende Gehäusewände 48, 48' vorgesehen, die mehrteilig ausgebildet sind. Die Gehäusewandung 48' bildet die oben erwähnte Beladeöffnung 23 aus. Beide Gehäusewände 48, 48' besitzen auf ihrer zum Inneren des Prozesskammergehäuses 19 gewandten Seite eine Vielzahl von parallel zueinander und in Vertikalrichtung verlaufenden Halteaussparungen 34 bis 38. Die Halteaussparungen 34 bis 38 werden jeweils von Vertikalnuten gebildet. In den Halteaussparungen 34 bis 38 befinden sich die Ränder von plattenförmigen Elementen 24, 25, 26, 30, 31 des Prozesskammergehäuses 19. Bezogen auf eine Mittelebene hat das Prozesskammergehäuse 19 eine klappsymmetrische Gestalt. In dieser Mittelebene befindet sich der Substratträger 1 beziehungsweise befinden sich die Halteelemente 21, 22 und 33, die jeweils Nuten 21', 22' und 33' aufweisen zur Halterung des Substratträgers 1.
- 15 Auf jeder der beiden Breitseiten des Substratträgers 1 befindet sich ein Gaseinlassorgan jeweils in Form eines Showerheads. Der jeweilige Showerhead wird von einer aus Quarz gefertigten Gaseinlassplatte 24 ausgebildet, die mit zwei voneinander weg weisenden Rändern jeweils in eine Halteaussparung 34 eingeschoben ist. Die Gaseinlassplatte 24 besitzt eine Vielzahl von gleichmäßig über die Fläche der Gaseinlassplatte 24 verteilt angeordnete Gasaustrittsöffnungen 39, zum Austritt eines von einem Trägergas transportierten Prozessgases in die zwischen den beiden sich gegenüberliegenden Gaseinlassplatten 24 angeordnete Prozesskammer.
- 20 25 Bezogen auf die Lage der Prozesskammer rückwärtig der Gaseinlassplatte 24 befindet sich ein Volumen, welches von den oben genannten Gaseinspeiseöffnungen 40 mit Prozessgas beziehungsweise Trägergas versorgt wird, was durch die Gasaustrittsöffnungen 39 in die Prozesskammer eintreten kann.

Parallel zur Gaseinlassplatte 24 erstreckt sich eine Rückwand 25 des Gaseinlassorgans. Die Seitenränder der Rückwand 25 sind in die Halteaussparungen 35 eingeschoben.

- 5 Rückwärtig der Rückwand 25 befindet sich eine weitere Quarzplatte 26, deren Ränder in Halteaussparungen 36 eingeschoben sind.

Rückwärtig der Quarzplatte 26 befindet sich eine Widerstandsheizung 27. Es handelt sich dabei um eine mäanderförmig verlaufende Metallplatte, durch die
10 ein Strom fließen kann, so dass sich das Heizelement 27 aufheizen kann. Die aus Quarz bestehenden Gaseinlassplatte 24, Rückwand 25 und Platte 26 sind im Wesentlichen transparent für die vom Heizelement 27 erzeugte infrarote Strahlung, die das Substrat 6 auf etwa 1.000°C Substrattemperatur aufheizen kann. Es sind Anschlusskontakte vorgesehen, um die beiden Heizelemente 27 zu
15 bestromen.

Rückwärtig des Heizelements 27 befindet sich eine Schirmplatte 29, die auch als Reflektor wirken kann. Diese Schirmplatte 29 ist an der Halterung des Heizelements 27 befestigt, die auch zur Stromversorgung dient.
20

In den parallel zu den Vertikalrändern der Wände 48, 48' verlaufenden Halteaussparungen 37, 38 sind die Ränder eines Reflektors 30 und einer Rückwand 31 eingeschoben.

- 25 Das Prozesskammergehäuse 19 besitzt eine Decke 49, die entfernbar ist. Wird die Decke 49 bei geöffnetem Deckel 46 entfernt, so können die Platten 24, 25, 26, 37, 38 nach oben aus dem Prozesskammergehäuse 19 herausgezogen werden. Sie können dann gereinigt oder ausgetauscht werden. Ebenso einfach lassen sich die Platten 24, 25, 26, 30, 31 wieder in die ihnen zugeordneten Halteaussparungen 34 bis 38 einschieben.
30

Die Bodenplatte 50 besitzt Gasaustrittsöffnungen 41, aus denen das durch die Öffnung 39 in die Prozesskammer eingeströmte Gas aus der Prozesskammer austreten kann. Es sind ferner Gasaustrittsöffnungen 42 vorgesehen, die zum Austritt eines Spülgases dienen, welches in den Raum jenseits der beiden
5 Showerheads, in denen sich das Heizelement 27 befindet, eingespeist wird.

Die oben erwähnten Führungselemente 21, 22, 33 besitzen jeweils eine nutzförmige Ausnehmung 21', 22', 33', welche mit einem abgerundeten Mündungsbereich Findungsflanken für die Randkante des Substratträgers 1 ausbilden.

10

Aus der Figur 9 ist ersichtlich, dass die Randkanten 11 in eingeschobenem Zustand frei sind. Sie besitzen einen Abstand zu den Führungselementen 21 beziehungsweise 22.

15 Vor der Beladeöffnung 23 des Prozesskammergehäuses 19 befindet sich ein um eine Vertikalachse drehbarer Reflektor 32. Im Betrieb der Prozesskammer nimmt der drehbare Reflektor 32 eine Position ein, dass seine Reflektionsfläche vor der Beladeöffnung 23 steht. Soll die Prozesskammer be- beziehungsweise entladen werden, so wird der drehbare Reflektor 32 verschwenkt, so dass die beiden
20 miteinander fluchtenden Öffnungen 23, 43 frei zum Durchtritt des Substratträgers 1 sind.

Die vorstehenden Ausführungen dienen der Erläuterung der von der Anmeldung insgesamt erfassten Erfindungen, die den Stand der Technik zumindest
25 durch die folgenden Merkmalskombinationen jeweils eigenständig weiterbilden, nämlich:

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die erste Breitseitenfläche 2 und die zweite Breitseitenfläche 3 jeweils eine Substrat-Aufnahmezone 4, 5
30 aufweisen, in denen Fixierelemente 14, 14', 15 vorgesehen sind, mit denen je-

weils ein Substrat 6 oder Abschnitte eines Substrates 6 an der Breitseitenfläche 2, 3 befestigbar ist.

5 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Substratträger 1 ein flacher, insbesondere aus Quarz bestehender Körper ist und die Substrat-Aufnahmezonen 4, 5 einen im Wesentlichen rechteckigen Grundriss aufweisen, wobei der Körper insbesondere eine Dicke von maximal 10 mm und eine Kantenlänge von mindestens 100 mm besitzt.

10 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Substrat-Aufnahmezone 4, 5 zwei voneinander wegweisende Ränder 4' aufweist, an die sich jeweils insbesondere materialeinheitlich ein Handhabungsabschnitt 7 anschließt.

15 Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Handhabungsabschnitt 7 fensterartige, insbesondere rechteckige Öffnungen 8, 9, 10 aufweist.

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Handhabungsabschnitt 7 Vorsprünge 12 aufweist, die über quer zu den ersten Rändern 4' sich erstreckende zweite Ränder 11 der Substrat-Aufnahmezone 4 ragen.
20

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass zumindest ein zweiter Rand 11 der Substrat-Aufnahmezone 4, 5 eine insbesondere gerundete Randkante des Substratträgers 1 ist, um die ein flexibles Substrat 6 derart herumlegbar ist, dass das Substrat 6 mit zwei Abschnitten an jeweils einer Substrat-Aufnahmezone 4, 5 befestigbar ist.
25

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der zweite Rand 11 gegenüber einer im Wesentlichen parallel zum zweiten Rand 11 verlaufenden Randkante des Vorsprungs 12 zurückspringend verläuft.
30

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass das Reaktorgehäuse 20 Führungselemente 21, 22, 33 aufweist, entlang derer der Substratträger 1 mit seinen Vorsprüngen 12 verschiebbar ist, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass nur die Vorsprünge 12 in von den Führungselementen 21, 22 gebildeten
5 Nuten 21', 22', 33' eingreifen.

Eine Vorrichtung, die dadurch gekennzeichnet ist, dass der Substratträger 1 in einer vertikalen Ausrichtung durch eine sich in Vertikalrichtung erstreckende Beladeöffnung 23 in den Zwischenraum zwischen zwei Gaseinlassorganen 24
10 des Reaktorgehäuses 20 einschiebbar ist.

Alle offenbarten Merkmale sind (für sich, aber auch in Kombination untereinander) erfindungswesentlich. In die Offenbarung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen
15 (Abschrift der Voranmeldung) vollinhaltlich mit einbezogen, auch zu dem Zweck, Merkmale dieser Unterlagen in Ansprüche vorliegender Anmeldung mit aufzunehmen. Die Unteransprüche charakterisieren mit ihren Merkmalen eigenständige erfinderische Weiterbildungen des Standes der Technik, insbesondere um auf Basis dieser Ansprüche Teilanmeldungen vorzunehmen.

Bezugszeichenliste:

1	Substratträger	22	Führungselement	22'	Nut
2	Breitseitenfläche	23	Be- /Entladeöffnung		
3	Breitseitenfläche	24	Gaseinlassorgan, -platte		
4	Substrat-Aufnahmezone	25	Rückwand		
4'	Rand	26	Quarzplatte		
5	Substrat-Aufnahmezone	27	Heizelement		
5'	Rand	28	Gaseinspeiseeinrichtung; Hohlraum		
6	Substrat	29	Schirmplatte		
7	Handhabungs-/Randabschnitt	30	Reflektor		
8	Öffnung	31	Rückwand		
9	Öffnung	32	drehbarer Reflektor		
10	Öffnung	33	Halteelement		
11	Randkante	33'	Nut, Ausnehmung		
12	Vorsprung/Führungsabschnitt	34	Halteaussparung		
13	Einbuchtung	35	Halteaussparung		
14	Fixierelement/Schraube	36	Halteaussparung		
14'	Fixierelement/Mutter	37	Halteaussparung		
15	Bohrung	38	Halteaussparung		
16	Bohrung	39	Gasaustrittsöffnung		
		40	Gaseinspeiseöffnung		
		41	Gasaustrittsöffnung		
19	Prozesskammergehäuse	42	Gasaustrittsöffnung		
20	Reaktorgehäuse	43	Beladeöffnung		
21	Führungselement	44	Wand		
21'	Nut, Ausnehmung	44'	Wand		

- 45 Wand
- 45' Wand
- 46 Wand, Deckel
- 47 Temperierkanal
- 48 Gehäusewand
- 48' Gehäusewand
- 49 Deckenplatte
- 50 Bodenplatte

ANSPRÜCHE

1. Substratträger zur Anordnung in einem CVD- oder PVD-Reaktor (20), insbesondere zum Abscheiden von Kohlenstoff-Nano-Röhrchen und
5 Graphene, mit einer ersten Breitseitenfläche (2) zur Aufnahme eines zu beschichtenden Substrates (6) und einer von der ersten Breitseitenfläche (2) wegweisenden zweiten Breitseitenfläche (3), wobei die erste Breitseitenfläche (2) und die zweite Breitseitenfläche (3) jeweils eine Substrat-Aufnahmezone (4, 5) aufweisen, in denen Fixierelemente (14, 14', 15)
10 vorgesehen sind, mit denen jeweils ein Substrat (6) oder Abschnitte eines Substrates (6) an der Breitseitenfläche (2, 3) befestigbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratträger (1) ein flacher Körper ist und die Substrataufnahmezone (4, 5) zwei voneinander wegweisende erste Ränder (4') und sich quer zu den ersten Rändern (4') erstreckende zweite Ränder (11) aufweist, wobei sich an die ersten Ränder (4') jeweils ein Handhabungsabschnitt (7) anschließt, der Vorsprünge (12) aufweist, die über die
15 zweiten Ränder (11) hinausragen.
2. Substratträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratträger (1) aus Quarz besteht.
20
3. Substratträger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Substrat-Aufnahmezonen (4, 5) einen im Wesentlichen rechteckigen Grundriss aufweisen.
25
4. Substratträger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der massive flache Körper eine Dicke von maximal 10 mm und eine Kantenlänge von mindestens 100 mm besitzt.

5. Substratträger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Handhabungsabschnitt (7) fensterartige, insbesondere rechteckige Öffnungen (8, 9, 10) aufweist.
- 5 6. Substratträger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein zweiter Rand (11) der Substrat-Aufnahmezone (4, 5) eine insbesondere gerundete Randkante des Substratträgers (1) ist, um die ein flexibles Substrat (6) derart herumlegbar ist, dass das Substrat (6) mit zwei Abschnitten an jeweils einer Substrat-Aufnahmezone (4, 5) befestigbar ist.
10
7. Substratträger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Rand (11) gegenüber einer im Wesentlichen parallel zum zweiten Rand (11) verlaufenden Randkante des Vorsprungs (12) zurückspringend verläuft.
15
8. CVD-Reaktor mit einem Substratträger (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche und einem Reaktorgehäuse (20), dadurch gekennzeichnet, dass das Reaktorgehäuse (20) Führungselemente (21, 22, 33) aufweist, entlang derer der Substratträger (1) mit seinen Vorsprüngen (12) verschiebbar ist, wobei insbesondere vorgesehen ist, dass nur die Vorsprünge (12) in von den Führungselementen (21, 22) gebildeten Nuten (21', 22', 33') eingreifen.
20
- 25 9. CVD-Reaktor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Substratträger (1) in einer vertikalen Ausrichtung durch eine sich in Vertikalrichtung erstreckende Beladeöffnung (23) in den Zwischenraum zwischen zwei Gaseinlassorganen (24) des Reaktorgehäuses (20) einschiebbar ist.
- 30 10. Substratträger oder CVD-Reaktor, gekennzeichnet durch eines oder mehrere der kennzeichnenden Merkmale eines der vorhergehenden Ansprüche.

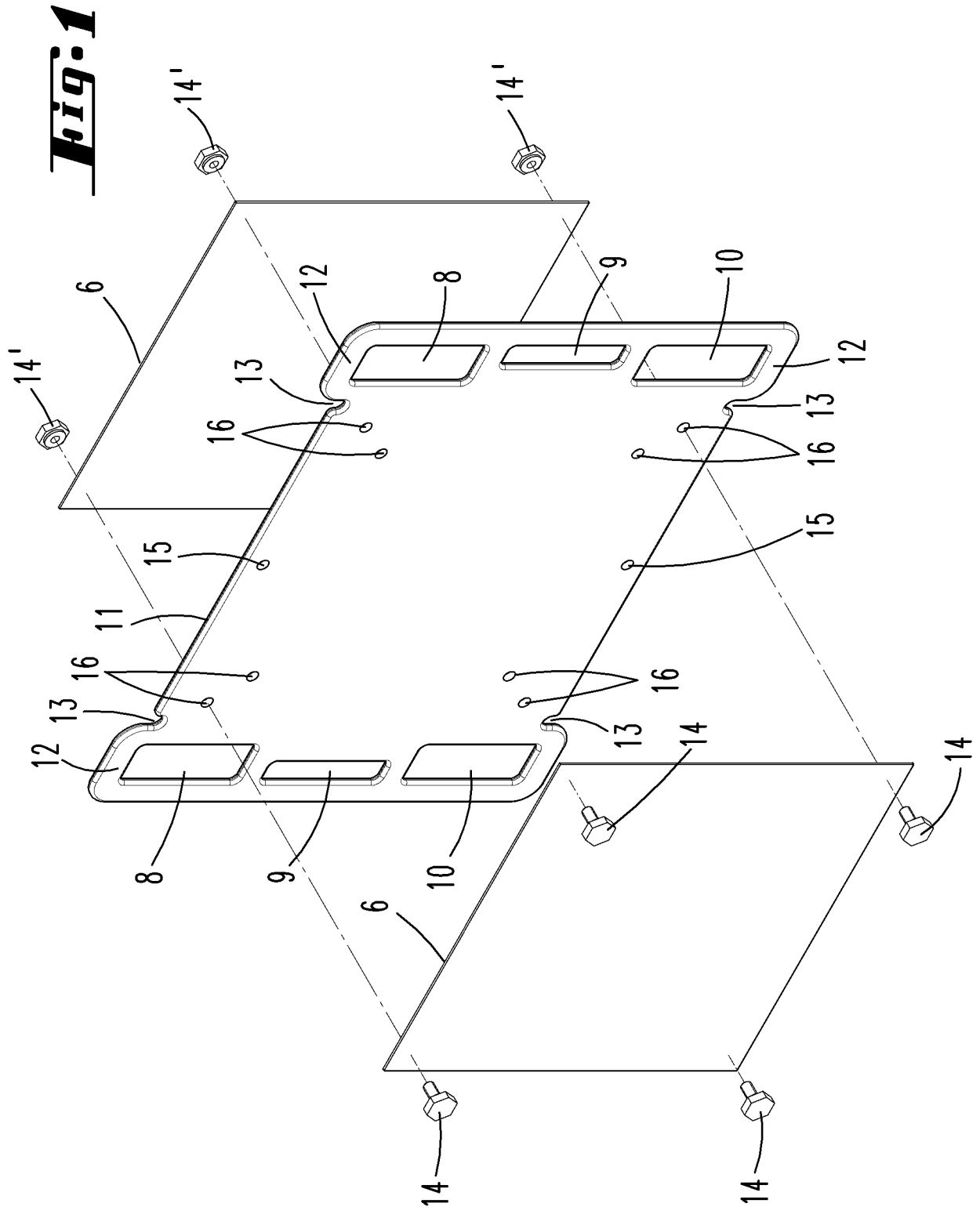
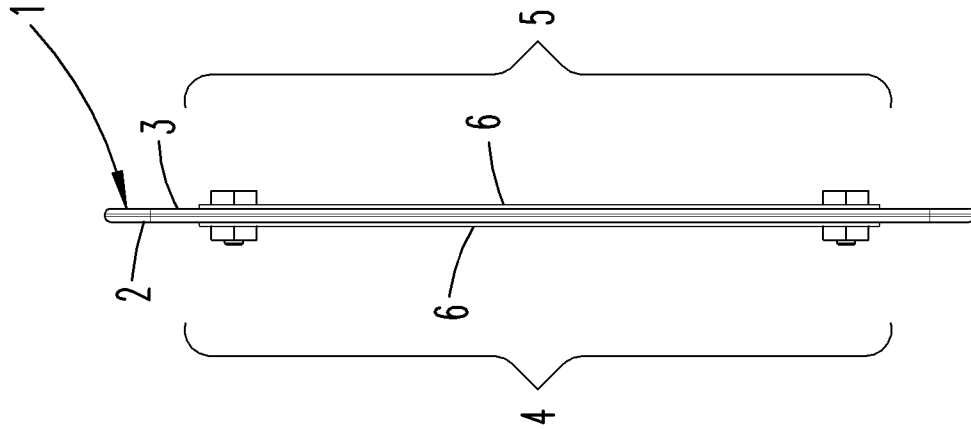


Fig. 3



2:614

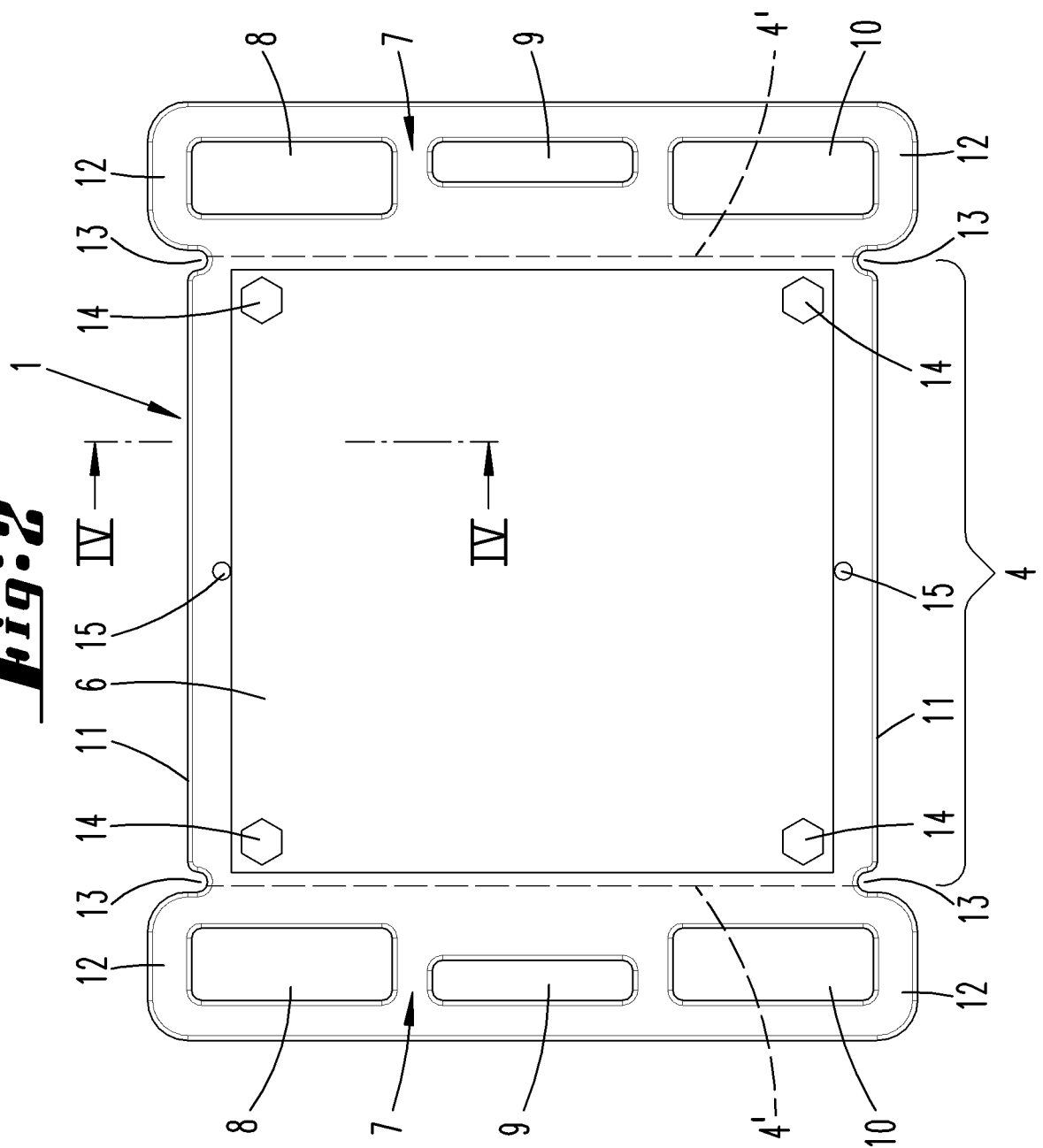


Fig. 4

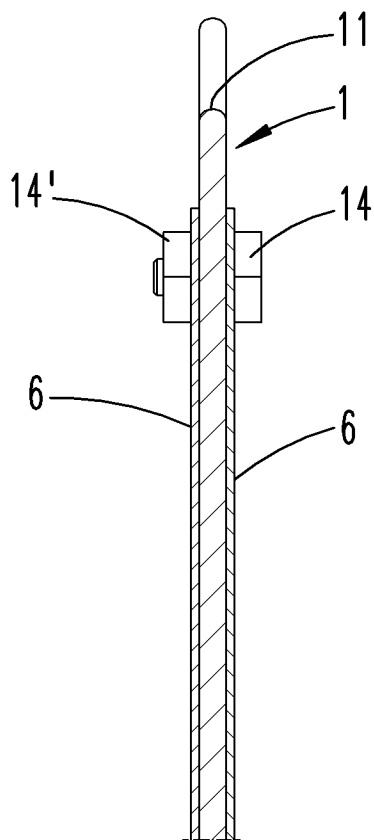


Fig. 5

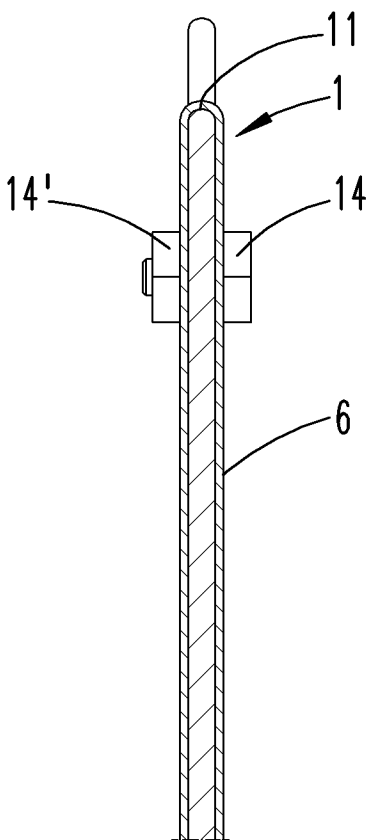


Fig. 6

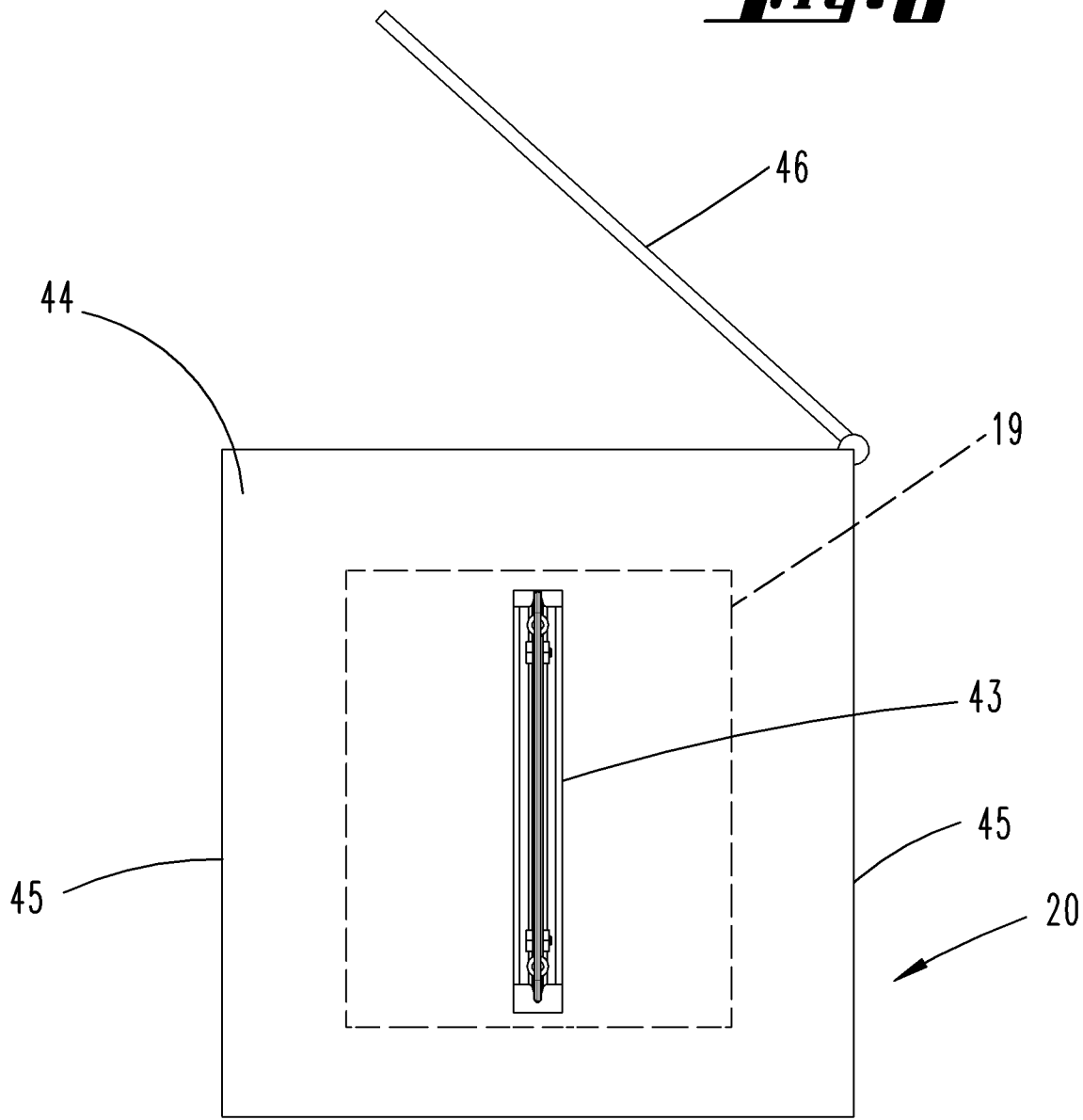
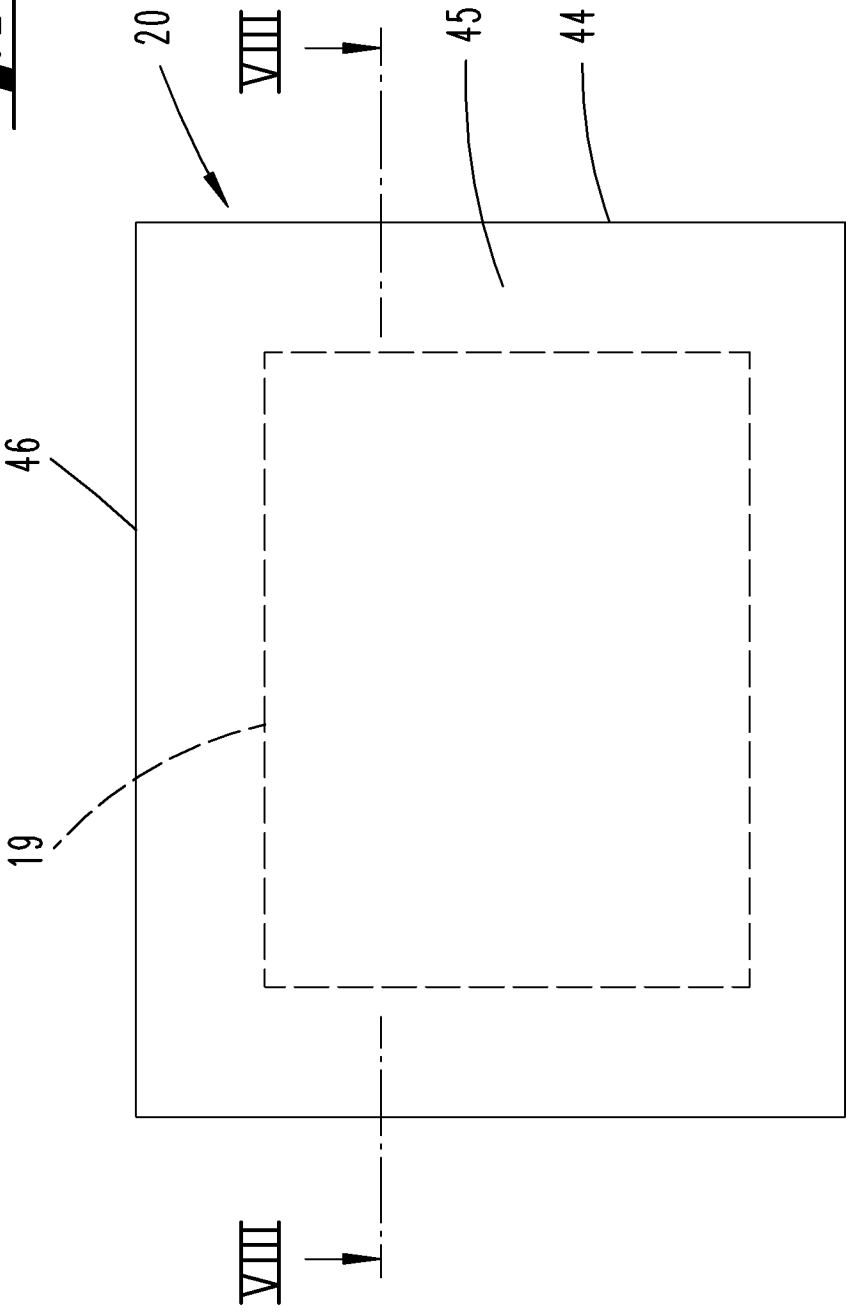
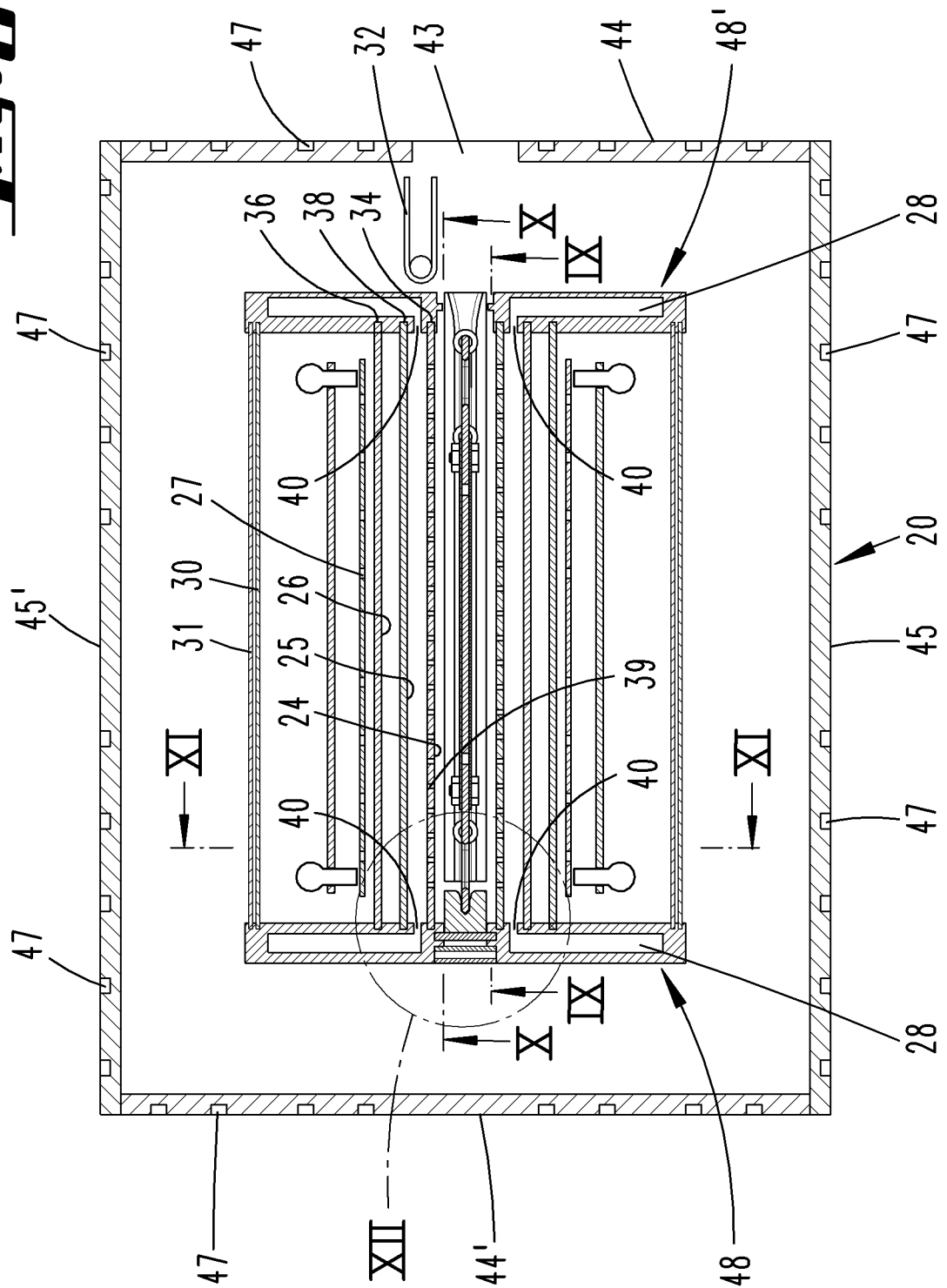


Fig. 7





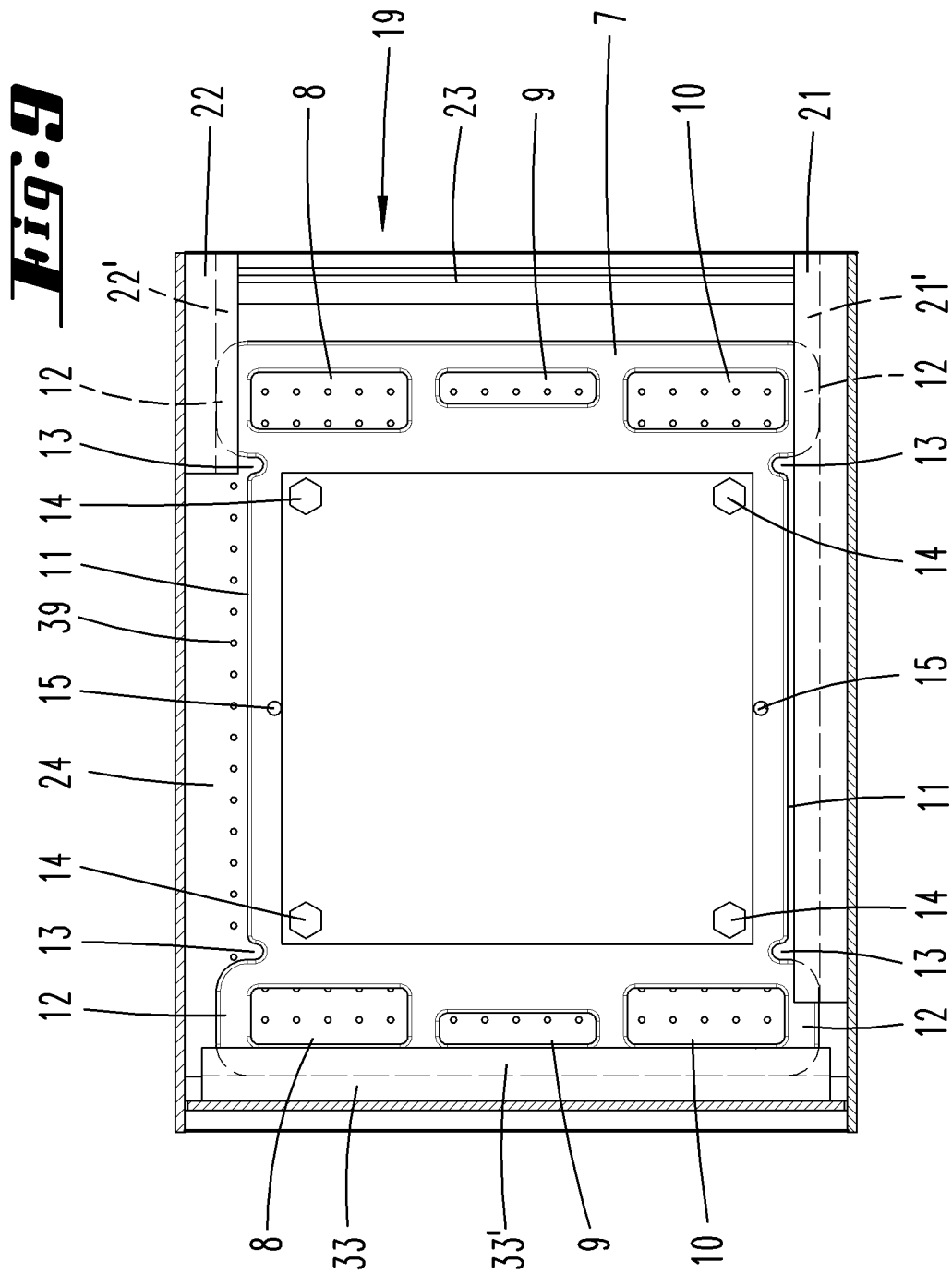
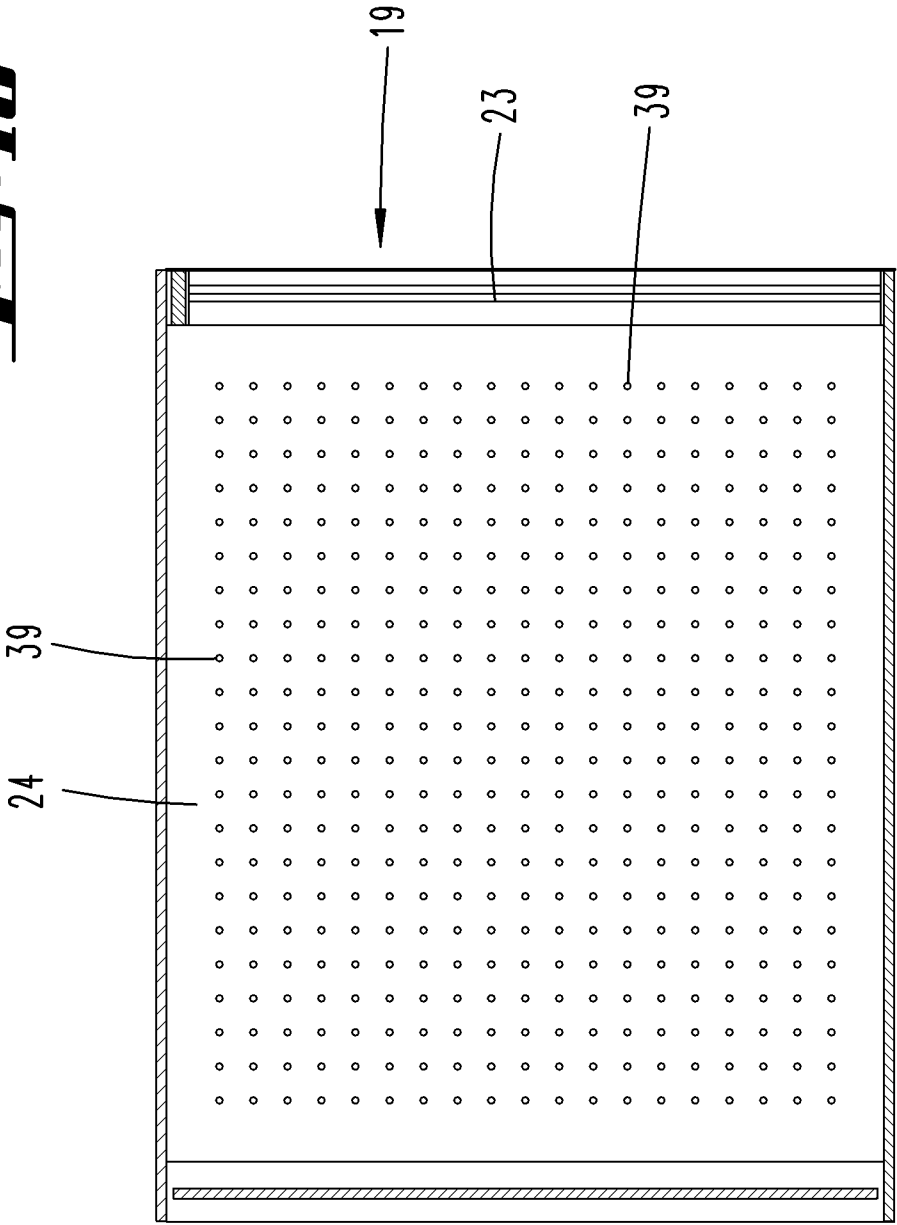


Fig. 10



9/9

Fig. 11

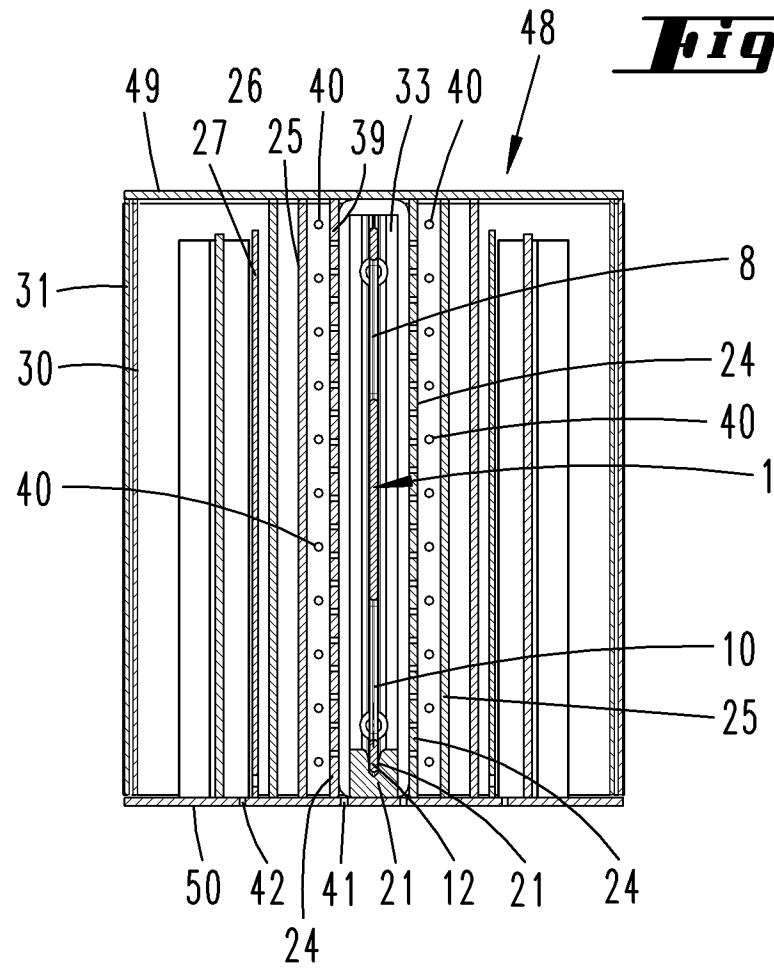
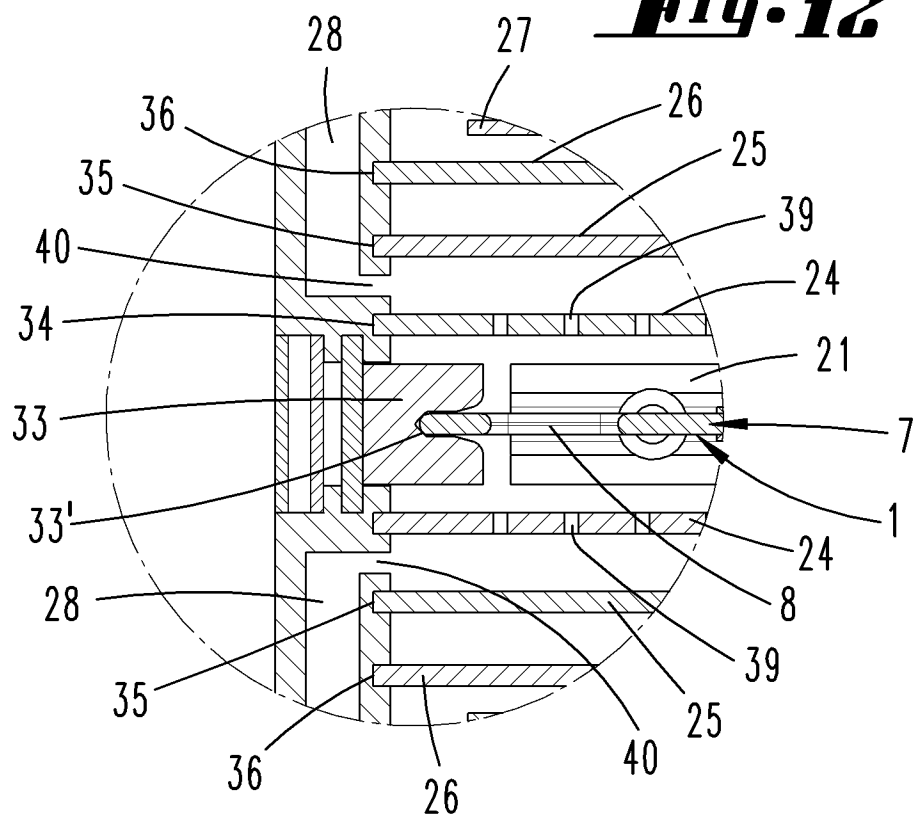


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/055641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C14/50 C23C16/458 H01L21/673 C01B31/02 C01B31/04
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C23C H01L C01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014/038803 A1 (SAMSUNG TECHWIN CO LTD [KR]) 13 March 2014 (2014-03-13)	10
A	paragraph [0004] paragraph [0046]; figures 1,2 figures 1,8	1-9
A	----- KR 2013 0098664 A (NPS CORP [KR]) 5 September 2013 (2013-09-05) paragraph [0030]; figure 1 figures 3,5,7	1-10
A	----- US 2014/017160 A1 (SONG YOUNG-IL [KR] ET AL) 16 January 2014 (2014-01-16) paragraphs [0042], [0043]; figure 1	1-10
A	----- US 2013/017633 A1 (SEO SANG-JOON [KR] ET AL) 17 January 2013 (2013-01-17) paragraphs [0096], [0099]; figure 4 -----	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April 2015

Date of mailing of the international search report

29/04/2015

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kudelka, Stephan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/055641

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2014038803 A1	13-03-2014	KR 20140030977 A WO 2014038803 A1	12-03-2014 13-03-2014

KR 20130098664 A	05-09-2013	NONE	

US 2014017160 A1	16-01-2014	CN 103459316 A KR 20120088524 A US 2014017160 A1	18-12-2013 08-08-2012 16-01-2014

US 2013017633 A1	17-01-2013	CN 102881548 A KR 20130008851 A TW 201303069 A US 2013017633 A1	16-01-2013 23-01-2013 16-01-2013 17-01-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C23C14/50 C23C16/458 H01L21/673 C01B31/02 C01B31/04
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C23C H01L C01B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2014/038803 A1 (SAMSUNG TECHWIN CO LTD [KR]) 13. März 2014 (2014-03-13)	10
A	Absatz [0004] Absatz [0046]; Abbildungen 1,2 Abbildungen 1,8	1-9
A	----- KR 2013 0098664 A (NPS CORP [KR]) 5. September 2013 (2013-09-05) Absatz [0030]; Abbildung 1 Abbildungen 3,5,7	1-10
A	----- US 2014/017160 A1 (SONG YOUNG-IL [KR] ET AL) 16. Januar 2014 (2014-01-16) Absätze [0042], [0043]; Abbildung 1	1-10
A	----- US 2013/017633 A1 (SEO SANG-JOON [KR] ET AL) 17. Januar 2013 (2013-01-17) Absätze [0096], [0099]; Abbildung 4 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/04/2015

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kudelka, Stephan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/055641

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014038803 A1	13-03-2014	KR 20140030977 A	12-03-2014
		WO 2014038803 A1	13-03-2014

KR 20130098664 A	05-09-2013	KEINE	

US 2014017160 A1	16-01-2014	CN 103459316 A	18-12-2013
		KR 20120088524 A	08-08-2012
		US 2014017160 A1	16-01-2014

US 2013017633 A1	17-01-2013	CN 102881548 A	16-01-2013
		KR 20130008851 A	23-01-2013
		TW 201303069 A	16-01-2013
		US 2013017633 A1	17-01-2013
