

(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  
17. Dezember 2009 (17.12.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2009/150080 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01T 1/24 (2006.01) H01J 37/28 (2006.01)  
H01J 37/244 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/056779

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. Juni 2009 (03.06.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2008 028 487.4 13. Juni 2008 (13.06.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BRUKER AXS MICROANALYSIS GMBH [DE/DE]; Schwarzschildstraße 12, 12489 Berlin (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): Krömer, Robert [DE/DE]; Wolframstraße 67, 12105 Berlin (DE).

(74) Anwalt: Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider; Wallstraße 58/59, 10179 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, 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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

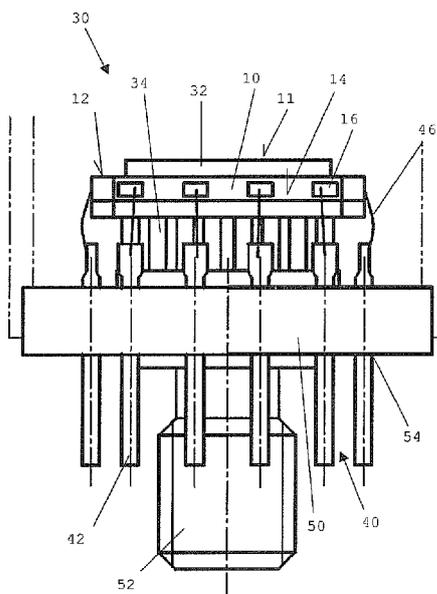
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR HEAD FOR AN X-RAY DETECTOR AND X-RAY DETECTOR CONTAINING SAID SENSOR HEAD

(54) Bezeichnung: SENSORKOPF FÜR EINEN RÖNTGENDETEKTOR SOWIE DIESEN SENSORKOPF ENTHALTENDER RÖNTGENDETEKTOR



Figur 2b

(57) Abstract: The invention relates to a sensor head (30) for an X-ray detector (74), which sensor head is reduced in size and comprises a printed circuit board (10) having a front face (12) and lateral faces (14), a sensor chip (32) which is arranged on the front face (12) of the printed circuit board (10) and which is sensitive to X-rays, a plurality of signal and control connections (40), a plurality of bonding islands (16) which are arranged so as to contact the printed circuit board (10) and which are interconnected via at least one bonding wire (46) each to the signal and control connections (40) in an electrically conductive manner, the bonding islands (16) being arranged on the lateral faces (14) of the printed circuit board (10). The arrangement of the bonding islands (16) on the lateral faces (14) of the printed circuit board (10) and the lateral bonding of the bonding wires (46) together result in a space-saving arrangement of the components of the sensor head (30) which in sum leads to a reduction in size of the sensor head (30).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen verkleinerten Sensorkopf (30) für einen Röntgendetektor (74), umfassend eine Leiterplatte (10) mit einer Stirnfläche (12) und Seitenflächen (14), einen auf der Stirnfläche (12) der Leiterplatte (10) angeordneten für Röntgenstrahlung (72) empfindlichen Sensorchip (32), eine Mehrzahl von

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/150080 A1



---

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderun-

gen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

Signal- und Steueranschlüssen (40), eine Mehrzahl von an der Leiterplatte (10) kontaktierend angeordneten Bondinseln (16), die über jeweils mindestens einen Bonddraht (46) mit den Signal- und Steueranschlüssen (40) elektrisch leitfähig verbunden sind, wobei die Bondinseln (16) an den Seitenflächen (14) der Leiterplatte (10) angeordnet sind. Die erfindungsgemäße Anordnung der Bondinseln (16) an den Seitenflächen (14) der Leiterplatte (10) ermöglicht zusammen mit einem seitlichen Bonden der Bonddrähte (46) eine platzsparende Anordnung der Bauteile des Sensorkopfes (30), die insgesamt zu einer Verkleinerung des Sensorkopfes (30) führt.

**Sensorkopf für einen Röntgendetektor sowie diesen Sensorkopf  
enthaltender Röntgendetektor**

Die Erfindung betrifft einen Sensorkopf für einen Röntgen-  
detektor sowie einen den Sensorkopf enthaltenden Röntgen-  
5 detektor, insbesondere für die Elektronenstrahlmikroanalyse.

Die Elektronenstrahlmikroanalyse ist eine weit verbreitete  
Methode der Elementaranalytik. Dabei wird Röntgenstrahlung,  
die in einem Elektronenmikroskop, insbesondere einem Raster-  
elektronenmikroskop (REM), bei der Abtastung einer Probe  
10 durch einen Elektronenstrahl entsteht, detektiert und ausge-  
wertet. Zunächst nur als Spezialanwendung in Zusammenhang mit  
hierfür besonders ausgelegten Geräten wie z.B. Elektronen-  
strahl-Mikrosonden geplant, hat sich die Elektronenstrahlmik-  
roanalyse zwischenzeitlich zu einer in praktisch jedem REM-  
15 Labor routinemäßig angewendeten Methode entwickelt.

Der entscheidende Schritt hierfür war die Einführung von  
energiedispersiven Röntgendetektoren (EDX-Detektoren), die  
sich durch ihre einfache und robuste Bauweise, Wartungsarmut,  
stabile Arbeitsweise und nicht zuletzt dem relativ großen  
20 erfassten Raumwinkel (engl. solid angle) auszeichnen.

EDX-Detektoren verfügen über ein Eingangsfenster, einen Halb-  
leiterkristall, der axial in Sichtachse des Detektors auf  
einem sogenannten Kühlfinger angeordnet ist, und eine Ver-  
stärkereinheit, die typischerweise einen Feldeffekt-Transis-  
25 tor (FET) und einen Vorverstärker aufweist. Ein EDX-Detektor  
weist ein relativ großes, homogenes Volumen auf, das Röntgen-  
strahlung aus nahezu beliebiger Richtung erfassen kann. Ins-  
besondere der große Raumwinkel der von EDX-Detektoren erfass-  
ten Röntgenstrahlung, d.h. der große Anteil der genutzten  
30 Strahlung an der insgesamt erzeugten, gestattet es, eine Mik-  
roanalyse an gebräuchlichen, abbildenden Elektronenmikrosko-  
pen durchzuführen.

Die Entwicklung der REMs hin zu immer besserer elektronenop-  
tischer Auflösung, die Verbesserung der Elektronendetektoren,  
35 aber auch das vermehrte Interesse an organischen oder ander-  
weitig empfindlichen Proben, haben den üblichen Strahlstrom

soweit sinken lassen, dass in vielen Fällen auch mit EDX-Detektoren deutliche Grenzen gesetzt sind. Diese können derzeit nur durch extrem lange Messzeiten kompensiert werden.

Besonders deutlich wird das Problem bei sogenannten SDD-  
5 Detektoren (Siliziumdrift-detektor, silicon drift detector), die von ihrer physikalischen Wirkungsweise und Bauart her ein Vielfaches der üblichen Strahlungsmenge erfassen könnten. Bei proben- oder gerätebedingter Begrenzung des Strahlstromes besteht der einzige Weg, die erfasste Strahlungsmenge zu ver-  
10 größerern und damit die Messzeit zu verringern, darin, den vom Detektor erfassten Raumwinkel der Strahlung zu erhöhen. Zu diesem Zweck ist ein möglichst geringer Abstand des Detektors zu der Probe wünschenswert.

Dies ist jedoch durch die Detektorgröße und die baulichen  
15 Gegebenheiten des Elektronenmikroskops limitiert. Der zur Bilderzeugung optimale Arbeitsabstand zwischen Polschuh und Probe liegt im Elektronenmikroskop bei ca. 4 mm, wobei eine Vergrößerung dieses Arbeitsabstandes die Bildqualität verschlechtert. Um den EDX-Detektor möglichst nah an der Probe  
20 zu positionieren, müsste der Detektorfinger optimalerweise zwischen Polschuh und Probe im Elektronenmikroskop positioniert werden. Somit besteht das Bedürfnis, die Detektorfinger von EDX-Detektoren möglichst klein zu dimensionieren, um den Arbeitsabstand im Elektronenmikroskop nicht unnötig vergrö-  
25 ßern zu müssen.

Von dieser Reduzierung darf der Sensorchip des SDD-Detektors nicht betroffen sein, da sonst die erfasste Strahlungsmenge und somit die Sensitivität des SDD-Detektors ebenfalls vermindert würde.

30 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung die Detektorgröße eines Röntgendetektors, insbesondere eines SDD-Detektors, idealerweise unter Beibehaltung der Sensorchipfläche zu minimieren.

Die Aufgabe wird nach einem ersten Aspekt der Erfindung durch  
35 einen Sensorkopf mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Weitere erfindungsgemäße Ausgestaltungen sind mit den Merkmalen der Unteransprüche beschrieben.

Die Erfindung betrifft einen Sensorkopf für einen Röntgendetektor, umfassend eine Leiterplatte mit einer Stirnfläche und Seitenflächen, einen auf der Stirnfläche der Leiterplatte angeordneten für Röntgenstrahlung empfindlichen Sensorchip, eine Mehrzahl von Signal- und Steueranschlüssen, eine Mehrzahl von an der Leiterplatte kontaktierend angeordneten Bondinseln, von denen mindestens ein Teil über jeweils mindestens einen Bonddraht mit den Signal- und Steueranschlüssen elektrisch leitfähig verbunden ist, wobei die Bondinseln an den Seitenflächen der Leiterplatte angeordnet sind oder die Leiterplatte an den Seitenflächen Aussparungen aufweist, wobei die Signal- und Steueranschlüsse unterhalb der Aussparungen enden oder in diese hineinreichen und die Bondinseln auf der Stirnfläche der Leiterplatte jeweils neben einer Aussparung angeordnet sind.

Die erfindungsgemäße Anordnung der Bondinseln an den Seitenflächen der Leiterplatte ermöglicht zusammen mit einem seitlichen Bonden der Bonddrähte eine platzsparende Anordnung der Bauteile des Sensorkopfes, was insgesamt eine Verkleinerung des Sensorkopfes ermöglicht.

Alternativ werden die Signal- und Steueranschlüsse in die Aussparungen der Leiterplatte eingerückt. Auch diese Anordnung der Bauteile des Sensorkopfes ist äußerst platzsparend und ermöglicht insgesamt eine deutliche Verkleinerung des Sensorkopfes.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung besitzt die Stirnfläche der Leiterplatte einen achteckigen Umriss, wobei die gegenüberliegenden Seitenflächen gleichlang und die nebeneinanderliegenden Seitenflächen unterschiedlich lang sind. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform besitzt die Leiterplatte vier einander gegenüberliegende lange Seitenflächen und vier einander gegenüberliegende kurze Seitenflächen, die abwechselnd angeordnet sind. Insbesondere der achteckige Umriss der Stirnfläche spart die ungenutzten Eckbereiche einer üblicherweise viereckigen Stirnfläche ein und

ermöglicht eine optimalere Anpassung an den üblicherweise rund ausgestalteten Sensorkopf.

Dabei werden vorzugsweise die Bondinseln an den langen Seitenflächen angeordnet, wobei vorzugsweise zwei bis acht, insbesondere drei bis sechs und am meisten bevorzugt drei oder vier Bondinseln pro langer Seitenfläche vorhanden sind. Insgesamt weist die Leiterplatte mindestens sechs Bondinseln auf, die vorzugsweise regelmäßig auf der Leiterplatte angeordnet sind.

Zwischen den einzelnen Bondinseln befindet sich ein Abstand, der möglichst klein gewählt wird, wobei der Abstand einen Minimalabstand nicht unterschreiten darf. Dieser Minimalabstand muss genau so groß sein, dass die Bondinseln untereinander keinen elektrischen Kontakt aufweisen. Vorzugsweise ist der Abstand zwischen den Mittelpunkten der Bondinseln kleiner als 2 mm. Besonders bevorzugt wird ein Abstand von 1,5 mm und/oder 1,4 mm zwischen den Mittelpunkten der Bondinseln gewählt. Insbesondere entspricht der Abstand zwischen den Bondinseln dem Abstand zwischen den Signal- und Steueranschlüssen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Leiterplatte an den langen Seitenflächen Aussparungen auf. Die Bondinseln sind in dieser Ausführungsform in den Aussparungen angeordnet. Die seitliche Ausdehnung der Aussparungen entspricht der seitlichen Ausdehnung der Bondinseln. Der Abstand zwischen den Mittelpunkten der Bondinseln entspricht dem Abstand bei der Ausführungsform ohne Aussparungen.

Die Gesamtlänge der langen Seitenflächen entspricht mindestens dem Produkt aus der maximalen Anzahl der pro Seite angeordneten Bondinseln und deren Abstand  $A$  zueinander. Die Gesamtlänge der kurzen Seitenflächen wird derart gewählt, dass sich beim Verbinden der langen Seitenflächen eine achteckige Fläche ergibt.

Als Basismaterial für die erfindungsgemäße Leiterplatte kommen alle im Stand der Technik bekannten Materialien in Frage. Beispielsweise kann mit Phenolharz oder Epoxidharz getränktes

Papier, mit Epoxidharz getränktes Glasfasergewebe, Teflon, Polyesterfolie oder Keramik verwendet werden. Die Leiterbahnen bestehen aus den dem Fachmann bekannten leitenden Materialien, vorzugsweise Kupfer. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die erfindungsgemäße Leiterplatte eine Multilayer Verbundkeramik. Die Herstellung von entsprechenden Verbundkeramiken ist dem Fachmann bekannt.

Das Material für die erfindungsgemäßen Bondinseln wird so gewählt, dass es eine elektrische Verbindung zwischen der Leiterplatte und einem Bonddraht herstellt. Insbesondere wird das Material derart gewählt, dass die Bondinsel während des Bondingvorgangs orts- und formfest bleibt. Im Stand der Technik sind entsprechende Materialien, beispielsweise Metalle oder Metallpulver enthaltende Klebstoffe bekannt. Vorzugsweise bestehen die erfindungsgemäßen Bondinseln aus Gold und/oder Aluminium.

Als Sensorchip kommen alle dem Fachmann bekannten für Röntgenstrahlen empfindlichen Sensorchips in Frage. Der Sensorchip kann etwa ein Si(Li)-Detektor, ein HPGe-Detektor, eine PIN-Diode, ein aus Verbindungshalbleitern bestehender Detektor, ein SDD mit externen Transistoren oder ein Silizium-Driftdetektor mit integriertem FET (I-FET SDD) sein. Insbesondere handelt es sich bei dem erfindungsgemäß verwendeten Sensorchip um einen Silizium-Driftdetektor. Der Sensorchip im erfindungsgemäßen Sensorkopf weist eine viereckige oder achteckige Fläche auf. Vorzugsweise ist die Fläche des Sensorchips kleiner oder gleichgroß der Stirnfläche der Leiterplatte.

Zur Stabilisierung der thermischen Verhältnisse und gegebenenfalls zur Erzeugung von Arbeitstemperaturen, die unterhalb der Raumtemperatur liegen, kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auf der von der Stirnfläche abgewandten Seite der Leiterplatte ein Kühlelement, insbesondere ein thermoelektrischer Kühler angeordnet sein.

Der thermoelektrische Kühler umfasst vorzugsweise mehrere Peltier-Elemente, die in einer Halterung angeordnet sind. Die Halterung stellt gleichzeitig die Kalt- und die Warmseite des

thermoelektrischen Kühlers dar, wobei die Kaltseite die der Leiterplatte zugewandte Seite ist. In einer weiteren Ausführungsform ist die Kaltseite des thermoelektrischen Kühlers gleichzeitig die Leiterplatte. Die Diagonale der Kaltseite ist vorzugsweise größer, als die Diagonale der Warmseite des thermoelektrischen Kühlers.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform werden als Signal- und Steueranschlüsse Kontaktstifte verwendet. Bei den erfindungsgemäßen Kontaktstiften handelt es sich um elektrisch leitende Materialien in Stiftform, vorzugsweise vergol-  
det. Zur Isolation und Vermeidung ungewollter elektrischer Leitung sind die Kontaktstifte vorzugsweise von einem röhrenförmigen Glaskörper umschlossen, der an beiden Enden offen ist und somit den Kontaktstift zur Kontaktierung freigibt.

Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung sind die Kontaktstifte auf der von der Stirnfläche abgewandten Seite der Leiterplatte derart angeordnet, dass sich die Längsachsen der Kontaktstifte im Lot mit den Seitenflächen der Leiterplatte befinden. An der der Leiterplatte zugewandten Seite der Kontaktstifte sind die Kontaktstifte über jeweils mindestens einen Bonddraht mit den Bondinseln an den Seitenflächen der Leiterplatte elektrisch leitend mit der Leiterplatte verbunden. Dabei befindet sich der Bonddraht vorzugsweise in einer Ebene mit den Seitenflächen der Leiterplatte und der Längsachse der Kontaktstifte.

Alternativ sind die Kontaktstifte derart angeordnet, dass sich die Längsachsen der Kontaktstifte im Lot mit dem Mittelpunkt der Aussparungen befinden. Dabei können die Kontaktstifte unterhalb der Aussparungen enden oder in diese hineinreichen. Vorzugsweise enden die Kontaktstifte in der Ebene der Stirnfläche der Leiterplatte. Die Bondinseln sind dann direkt neben den Aussparungen auf der Stirnfläche der Leiterplatte angeordnet. Das Bonden erfolgt bei dieser erfindungsgemäßen Lösung von oben.

Erfindungsgemäß ist zumindest ein Teil der vorhandenen Kontaktstifte mit den Bondinseln der Leiterplatte verbunden. Die Anzahl der gebondeten Kontaktstifte ergibt sich aus der

Anzahl der benötigten Signal- und Steueranschlüsse. Insbesondere sind mindestens sechs der Kontaktstifte als Signal- und Steueranschlüsse mit der Leiterplatte verbunden. Zwei weitere Kontaktstifte werden vorzugsweise mit dem thermoelektrischen Kühler verlötet.

In einer weiteren Ausgestaltung ist die Leiterplatte mit der von der Stirnfläche abgewandten Seite auf einem Sockel angeordnet. Der Sockel dient zur mechanischen Befestigung der Bauteile des Sensorkopfes. Vorzugsweise besteht der Sockel aus einem Material mit einer guten Wärmeleitfähigkeit. Geeignete Materialien sind dem Fachmann bekannt, insbesondere wird Kupfer zur Herstellung des Sockels verwendet.

Auf der von der Stirnfläche abgewandten Seite ist auf dem Sockel in einer bevorzugten Ausführungsform weiterhin eine Bodenplatte angeordnet. Diese Bodenplatte weist Bohrungen auf, in denen die Glaskörper, welche die Kontaktstifte enthalten, angeordnet sind. Vorzugsweise entspricht die Länge der Glaskörper der Dicke der Bodenplatte.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Bodenplatte als Ring ausgestaltet, wobei der Sockel durch die zentrale Öffnung der Bodenplatte geführt wird. Die Bodenplatte kann aus allen dem Fachmann bekannten Materialien gefertigt sein, die eine ausreichende Festigkeit aufweisen und in denen das Einfügen von den Bohrungen möglich ist. Insbesondere wird die Bodenplatte aus Edelstahl gefertigt.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung der Bondinseln, der Bonddrähte und der Kontaktstifte werden vorteilhafte, zum Teil unvorhergesehene Effekte erzielt. Zunächst einmal gelingt es, gegenüber dem im Stand der Technik verwendeten Bonding mittels Schlaufen, den Bonddraht in einer kürzeren und damit direkten Verbindung zwischen dem Kontaktstift und der Bondinsel zu führen. Dies stellt eine deutliche Verbesserung des Stands der Technik dar.

Darüber hinaus werden die Bonddrähte nicht mehr wie im Stand der Technik üblich von oben auf den Bondinseln kontaktiert, sondern seitlich. Dies führt ebenfalls zu einer Verkürzung

des Bonddrahts und der Vermeidung der platzaufwendigen Schlaufenbildung.

Die erfindungsgemäße Bondinganordnung ermöglicht die weitere vorteilhafte erfindungsgemäße Anordnung der übrigen Bauteile  
5 des Sensorkopfes. Insbesondere werden erfindungsgemäß die Kontaktstifte nicht wie üblich neben der Leiterplatte, sondern unterhalb, d.h. auf der von der Stirnfläche abgewandten Seite der Leiterplatte angeordnet, was zu einer deutlichen Reduzierung der räumlichen Ausdehnung des Sensorkopfes führt.

10 Der erfindungsgemäße Sensorkopf besitzt einen Durchmesser der kleiner als 14 mm, insbesondere kleiner als 13 mm, bevorzugter kleiner als 12 mm und noch bevorzugter kleiner als 11 mm ist, wobei eine aktive Fläche des Sensorchips  $10 \text{ mm}^2$  beträgt. Somit erreicht man mittels der erfindungsgemäßen Anordnung  
15 gegenüber den im Stand der Technik bekannten Durchmessern von Sensorköpfen eine Reduzierung der räumliche Ausdehnung um bis zu über 25 % bei gleichzeitigem Erhalt der aktiven Fläche des Sensorchips.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft einen Röntgendetektor,  
20 insbesondere einen EDX-Röntgendetektor, der den erfindungsgemäßen Sensorkopf enthält.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

25 Fig. 1 einen grundsätzlichen Aufbau zur Elektronenstrahlmikroanalyse mit einem REM und einem Röntgendetektor 74;

Fig. 2a,b einen erfindungsgemäßen Sensorkopf 30 (Fig. 2b) im Vergleich zu einem Sensorkopf aus dem Stand der Technik (Fig. 2a) in der Seitenansicht;  
30

Fig. 3a - g erfindungsgemäße Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Sensorkopfes 30 im Vergleich zu einem Sensorkopf aus dem Stand der Technik in der Aufsicht; und

Fig. 3h alternative erfindungsgemäße Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Sensorkopfes 30 in der Aufsicht.

Fig. 1 zeigt eine Apparatur zur Elektronenstrahlmikroanalyse, bei der ein insgesamt mit 60 bezeichnetes REM einen Polschuh 62 aufweist, aus welchem ein Elektronenstrahl 64 austritt. Der Elektronenstrahl 64 ist auf eine Probe 66 gerichtet, die von einem Probenhalter 68 gehalten wird, welcher sich auf einem Probentisch 70 befindet. Der aus dem Polschuh 62 des Elektronenmikroskops 60 heraustretende Elektronenstrahl 64 regt die im Probenhalter 68 gehaltene Probe 66 an, infolge dessen Röntgenstrahlung 72 von der Probe 66 emittiert und nachfolgend in einem Röntgendetektor 74 detektiert wird.

Der EDX-Röntgendetektor 74, von dem hier lediglich der so genannte Kühlfinger dargestellt ist, weist einen Sensorkopf 30 mit einem Halbleiterkristall als Sensorchip 32 auf. Eine röntgensensitive Stirnfläche 12 des Sensorchips 32 wird von der eintretenden Röntgenstrahlung 72 bestrahlt. Rückseitig des Sensorkopfes 30 weist der Röntgendetektor 74 eine Kühlvorrichtung 78 auf, die insbesondere ein thermoelektrischer Kühler ist. Auf der der Röntgenstrahlung 72 zugewandten Seite des Sensorchips 32 befindet sich weiterhin eine Magnetfalle 76 deren Aufgabe es ist, Streuelektronen des Elektronenstrahls 64 abzulenken, um den Sensorchip 32 vor diesen zu schützen.

Fig. 2a zeigt einen Sensorkopf 30 für einen Röntgendetektor 74 gemäß dem Stand der Technik in der Seitenansicht. Ein Sensorchip 32, mit einer Fläche 11, die kleiner als eine Stirnfläche 12 einer Leiterplatte 10 ist, ist mittig auf der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 montiert. In den freien Randbereichen der Stirnfläche 12 sind Bondinseln 16 vorhanden. Auf einer von der Stirnfläche 12 abgewandten Seite ist ein thermoelektrischer Kühler 34 angeordnet. Sensorchip 32, Leiterplatte 10 und thermoelektrischer Kühler 34 sind zur mechanischen Befestigung auf einem Sockel 52 montiert, der das Zentrum einer ringförmigen Bodenplatte 50 bildet. Der Durchmesser der Bodenplatte 50 ist größer als die Diagonale

der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10. In den Randbereichen der Bodenplatte 50 befinden sich Bohrungen 54, die derart in der Bodenplatte 50 angeordnet sind, dass sie nicht durch die Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 abgedeckt werden. Die Bohrungen 54 nehmen röhrenförmige Glaskörper 44 mit sich darin befindenden Kontaktstiften 42 auf. Die Kontaktstifte 42 stellen zum Betrieb des Sensorchips 32 benötigte Signal- und Steueranschlüsse 40 dar. Die Länge der Glaskörper 44 entspricht der Dicke der Bodenplatte. Auf der dem Sensorchip 32 zugewandten Seite schließen die Kontaktstifte 42 mit der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 bündig ab. Von den Enden der Kontaktstifte 42 führen Bonddrähte 46 in Form einer Schlaufe zu den Bondinseln 16 auf der Leiterplatte 10.

Fig. 2b zeigt den erfindungsgemäßen Sensorkopf 30 für den Röntgendetektor 74 in der Seitenansicht. Der Sensorchip 32 ist auf der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 montiert. Im Unterschied zum Stand der Technik sind die Bondinseln 16 an den Seitenflächen 14 der Leiterplatte 10 lokalisiert. Auf der von der Stirnfläche 12 abgewandten Seite ist der thermoelektrische Kühler 34 angeordnet. Sensorchip 32, Leiterplatte 10 und thermoelektrischer Kühler 34 sind zur mechanischen Befestigung auf dem Sockel 52 montiert, der das Zentrum der ringförmigen Bodenplatte 50 bildet. Die Bodenplatte 50, weist die Bohrungen 54 auf, die die röhrenförmigen Glaskörper 44 mit den sich darin befindenden Kontaktstiften 42 aufnehmen. Die Kontaktstifte 42 stellen die zum Betrieb des Sensorchips 32 benötigten Signal- und Steueranschlüsse 40 dar. Dabei sind die Bohrungen 54 derart in der Bodenplatte 50 angeordnet, dass die Längsachse der Kontaktstifte 42 mit den Seitenflächen 14 der Leiterplatte 10 im Lot ist. Die Kontaktstiften 42 sind im Vergleich zum Stand der Technik auf der zur Leiterplatte 10 weisenden Seite verkürzt und stehen nur kurz aus der Bodenplatte 50 hervor. Von den Enden der Kontaktstifte 42 führen die Bonddrähte 46 als Verlängerung der Längsachse der Kontaktstifte 42 bis zu den Bondinseln 16 an den Seitenflächen 14 der Leiterplatte 10. Die Bonddrähte 46 sind seitlich an den Bondinseln 16 elektrisch leitend kontaktiert.

Die Fig. 3a zeigt den Sensorkopf 30 für den Röntgendetektor 74 gemäß dem Stand der Technik in der Aufsicht. Die Beschreibung der Bauteile des Sensorkopfes 30 erfolgt von oben nach unten. Der Sensorchip 32 und die darunter liegende Leiterplatte 10 besitzen eine quadratische Grundfläche, wobei die Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 größer als die Fläche 11 des Sensorchips 32 ist. Auf der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 sind entlang der Seitenflächen des Sensorchips 32 jeweils vier Bondinseln 16 lokalisiert. Die Bondinseln 16 sind in regelmäßigen Abständen zueinander angeordnet. Der Abstand A zwischen den Mittelpunkten zweier Bondinseln 16 beträgt typischerweise 1,9 mm. Die Kontaktstifte 42 sind mit den Glaskörpern 44 in den Bohrungen 54 der Bodenplatte 50 angeordnet, wobei der Durchmesser der Bodenplatte 50 größer als die Diagonale der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 ist, so dass die Kontaktstifte 42 außerhalb der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 angeordnet werden. Es sind in der Regel mindestens acht, vorzugsweise acht bis 16 Kontaktstifte 42 in der Bodenplatte 50 angeordnet. Von den Enden der Kontaktstifte 42 führen die Bonddrähte 46 in Form einer Schlaufe zu den Bondinseln 16 auf der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10. Ein Durchmesser D des Sensorkopfes 30 gemäß des Stands der Technik beträgt typischerweise 14 mm bei einer aktiven Fläche des Sensorchips von 10 mm<sup>2</sup>.

Fig. 3b zeigt den erfindungsgemäßen Sensorkopf 30 für den Röntgendetektor 74 in der Aufsicht. Die Beschreibung der Bauteile des Sensorkopfes 30 erfolgt von oben nach unten. Der Sensorchip 32 weist die viereckige Fläche 11 auf. Die sich daran anschließende Leiterplatte 10 weist die achteckige Stirnfläche 12 auf. Von kurzen Seitenflächen 20 und langen Seitenflächen 18 liegen sich jeweils zwei Seitenflächen gegenüber. Die gegenüberliegenden Seitenflächen sind gleichlang. Im Gegensatz zum Stand der Technik sind die Bondinseln 16 an den langen Seitenflächen 18 der Leiterplatte 10 lokalisiert. Es sind jeweils vier Bondinseln 16 pro langer Seitenfläche 18 in regelmäßigen Abständen zueinander angeordnet. Der Abstand A zwischen den Mittelpunkten zweier Bondinseln 16 beträgt 1,9 mm. Die Kontaktstifte 42 mit den Glaskörpern 44 sind in den Bohrungen 54 in der Bodenplatte 50 angeordnet,

deren Durchmesser größer als die Diagonale der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 ist. Es sind in der Regel mindestens acht, vorzugsweise acht bis 16 Kontaktstifte 42 in der Bodenplatte 50 in den Bohrungen 54 angeordnet. Die Längsachsen der Kontaktstifte 42 befinden sich im Lot mit den langen Seitenflächen 18. Die Bereiche der Kontaktstifte 42 und der Glaskörper 44, die sich unterhalb der Leiterplatte 10 befinden und dem Betrachter in der Aufsicht daher nicht zugänglich sind, sind zum besseren Verständnis als Schattenrisse gezeigt. Der Durchmesser D des Sensorkopfes 30 beträgt 12,8 mm.

In den Fig. 3c - 3g sind weitere Ausgestaltungen des Sensorkopfes 30 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt, die eine zunehmende Miniaturisierung erlauben.

Fig. 3c zeigt eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Sensorkopfes 30 für den Röntgendetektor 74 in der Aufsicht. Der Aufbau des Sensorkopfes 30 entspricht dem in Fig. 3b erläuterten Aufbau. Die Bezugszeichen werden analog verwendet. Daher werden im folgenden nur die Abweichungen beschrieben. Die kurzen Seitenflächen 20 sind gegenüber der in Fig. 3b gezeigten Ausführungsform verlängert, so dass die Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 dadurch verkleinert wurde. Der Abstand A zwischen den Mittelpunkten zweier Bondinseln 16 beträgt 1,5 mm. Der Durchmesser D des Sensorkopfes 30 beträgt 12 mm.

Fig. 3d wie Fig. 3c. Die Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 wurde weiter verkleinert. Der Durchmesser D des Sensorkopfes 30 beträgt 11,2 mm.

Fig. 3e wie Fig. 3d. Die Fläche 11 des Sensorchips 32 ist ebenso wie die Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 als Achteck ausgestaltet. Die langen Seitenflächen des Sensorchips 30 befinden sich im Lot mit den langen Seitenflächen 18 der Leiterplatte 10 und sind kürzer ausgestaltet. Die kurzen Seitenflächen des Sensorchips sind länger als die kurzen Seitenflächen 20 der Leiterplatte 10. Der Abstand A zwischen den Mittelpunkten zweier Bondinseln 16 beträgt 1,4 mm. Der Durchmesser D des Sensorkopfes 30 beträgt 10,3 mm.

Fig. 3f wie Fig. 3e. An zwei gegenüberliegenden langen Seitenflächen 18 der Leiterplatte 10 sind drei Bondinseln 16 regelmäßig angeordnet, an den anderen beiden Seitenflächen 18 vier Bondinseln 16. Der Abstand A zwischen den Mittelpunkten zweier Bondinseln 16 beträgt 1,5 mm.

Fig. 3g wie Fig. 3f. Die langen Seitenflächen 18 der Leiterplatte 10 weisen jeweils drei Aussparungen 22 auf. In den Aussparungen 22 sind die Bondinseln 16 angeordnet. Somit sind an jeder langen Seitenfläche 18 der Leiterplatte 10 drei Bondinseln 16 angeordnet. Die Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 ist genau soviel größer als die Fläche 11 des Sensorchips 32, dass der Sensorchip 32 nicht über die Aussparungen 22 hinausragt.

Fig. 3h zeigt eine alternative Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe. Die Leiterplatte 10 weist an den langen Seitenflächen 18 jeweils drei Aussparungen 22 auf. Die Kontaktstifte 42 sind derart angeordnet, dass sich die Längsachsen der Kontaktstifte 42 im Lot mit dem Mittelpunkt der Aussparungen 22 befinden. Dabei sind die Kontaktstifte 42 unterhalb der Leiterplatte 10 angeordnet, wobei die Enden allerdings von oben zugänglich sind. Die Kontaktstifte 42 enden vorzugsweise in der Ebene der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10. Die Bondinseln 16 sind erfindungsgemäß direkt neben den Aussparungen 22 auf der Stirnfläche 12 der Leiterplatte 10 angeordnet. Das Bonden erfolgt bei dieser erfindungsgemäßen Lösung von oben.

## Bezugszeichenliste

|    |    |                             |
|----|----|-----------------------------|
|    | 10 | Leiterplatte                |
|    | 11 | Fläche                      |
| 5  | 12 | Stirnfläche                 |
|    | 14 | Seitenfläche                |
|    | 16 | Bondinsel                   |
|    | 18 | lange Seitenfläche          |
|    | 20 | kurze Seitenfläche          |
| 10 | 22 | Aussparung                  |
|    | 30 | Sensorkopf                  |
|    | 32 | Sensorchip                  |
|    | 34 | thermoelektrischer Kühler   |
|    | 40 | Signal- und Steueranschluss |
| 15 | 42 | Kontaktstift                |
|    | 44 | Glaskörper                  |
|    | 46 | Bonddraht                   |
|    | 50 | Bodenplatte                 |
|    | 52 | Sockel                      |
| 20 | 54 | Bohrung                     |
|    | 60 | REM                         |
|    | 62 | Polschuh                    |
|    | 64 | Elektronenstrahl            |
|    | 66 | Probe                       |
| 25 | 68 | Probenhalter                |
|    | 70 | Probentisch                 |
|    | 72 | Röntgenstrahlung            |
|    | 74 | Röntgendetektor             |
|    | 76 | Magnetfalle                 |
| 30 | 78 | Kühlvorrichtung             |
|    | D  | Durchmesser                 |
|    | A  | Abstand                     |

## Patentansprüche

1. Sensorkopf (30) für einen Röntgendetektor (74), umfassend
- eine Leiterplatte (10) mit einer Stirnfläche (12) und  
5        Seitenflächen (14),
  - einen auf der Stirnfläche (12) der Leiterplatte (10)  
angeordneten für Röntgenstrahlung (72) empfindlichen  
Sensorchip (32),
  - eine Mehrzahl von Signal- und Steueranschlüssen (40),
  - 10    - eine Mehrzahl von an der Leiterplatte (10) kontaktie-  
rend angeordneten Bondinseln (16), von denen mindes-  
tens ein Teil über jeweils mindestens einen Bonddraht  
(46) mit den Signal- und Steueranschlüssen (40)  
elektrisch leitfähig verbunden ist,
  - 15    gekennzeichnet, durch eine der Maßnahmen:  
    (a) die Bondinseln (16) sind an den Seitenflächen (14)  
        der Leiterplatte (10) angeordnet  
    und  
    (b) die Leiterplatte (10) weist an den Seitenflächen (14)  
20        Aussparungen (22) auf, wobei die Signal- und Steuer-  
anschlüsse (40) unterhalb der Aussparungen (22) enden  
oder in diese hineinreichen und die Bondinseln (16)  
auf der Stirnfläche (12) der Leiterplatte (10)  
jeweils neben einer Aussparung (22) angeordnet sind.
- 25    2. Sensorkopf (30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Stirnfläche (12) der Leiterplatte (10) einen  
achteckigen Umriss aufweist, insbesondere mit vier einan-  
der gegenüberliegenden langen Seitenflächen (18) und vier  
einander gegenüberliegenden kurzen Seitenflächen (20).
- 30    3. Sensorkopf (30) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Bondinseln (16) an den langen Seitenflächen (18)  
der achteckigen Grundfläche der Leiterplatte (10) ange-  
ordnet sind.
- 35    4. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Bondinseln  
(16) pro langer Seitenfläche (18) zwei bis acht, insbe-

sondere drei bis sechs, vorzugsweise drei oder vier beträgt.

5. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1a, 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (10) an den Seitenflächen (14) Aussparungen (22) aufweist und die Bondinseln (16) in den Aussparungen (22) angeordnet sind.
6. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bondinseln (16) aus Aluminium oder Gold sind.
7. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (10) eine Multi-layer Verbundkeramik ist.
8. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Durchmesser (D) des Sensorkopfes (30) kleiner als 14 mm, insbesondere kleiner als 13 mm, bevorzugter kleiner als 12 mm und noch bevorzugter kleiner als 11 mm ist, wobei eine aktive Fläche des Sensorchips (32) 10 mm<sup>2</sup> beträgt.
9. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf einer von der Stirnfläche (12) abgewandten Seite der Leiterplatte (10) ein Kühlelement, insbesondere ein thermoelektrischer Kühler (34) angeordnet ist.
10. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensorchip (32) eine viereckige oder achteckige Fläche (11) aufweist, die insbesondere kleiner oder gleichgroß der Stirnfläche (12) der Leiterplatte (10) ist.
11. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Signal- und Steueranschlüsse (40) Kontaktstifte (42) sind, die insbesondere einen Glaskörper (44) aufweisen.
12. Sensorkopf (30) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktstifte (42) auf der von der Stirnfläche

(12) abgewandten Seite der Leiterplatte (10) angeordnet sind, wobei die Kontaktstifte (42) vollständig oder teilweise von der Stirnfläche (12) der Leiterplatte (10) verdeckt werden.

- 5 13. Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (10) mit der von der Stirnfläche (12) abgewandten Seite auf einem Sockel (52) angeordnet ist.
- 10 14. Sensorkopf (30) nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass auf der von der Stirnfläche (12) abgewandten Seite auf dem Sockel (52) eine Bodenplatte (50) angeordnet ist, wobei die Bodenplatte (50) Bohrungen (54) aufweist, in denen die Glaskörper (44) umfassend die Kontaktstifte (42) angeordnet sind.
- 15 15. Röntgendetektor (74), insbesondere EDX-Röntgendetektor, mit einem Sensorkopf (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 14.

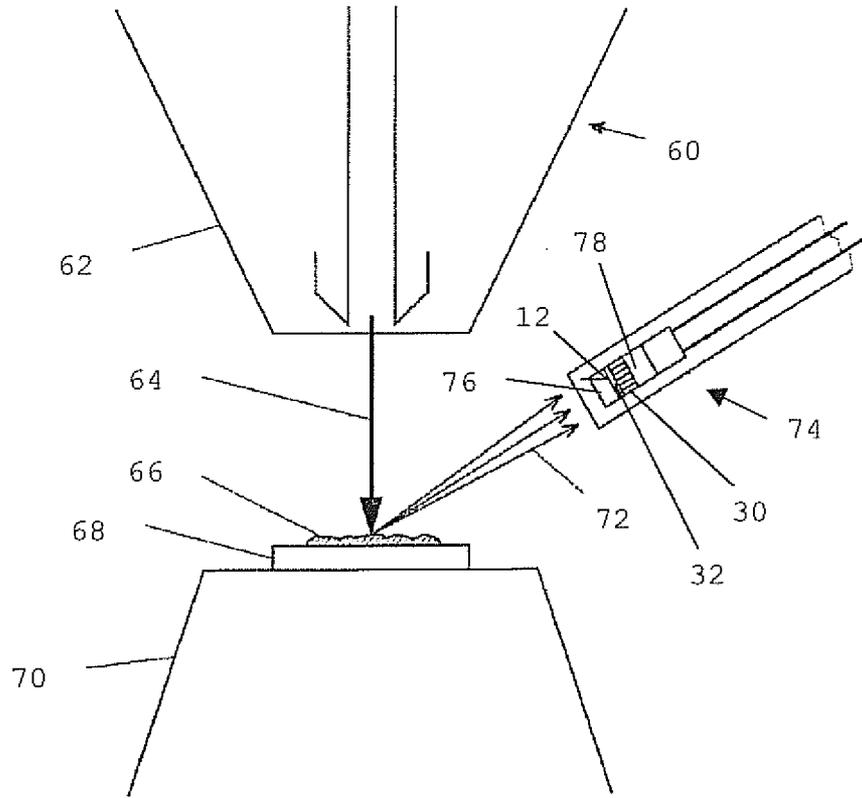
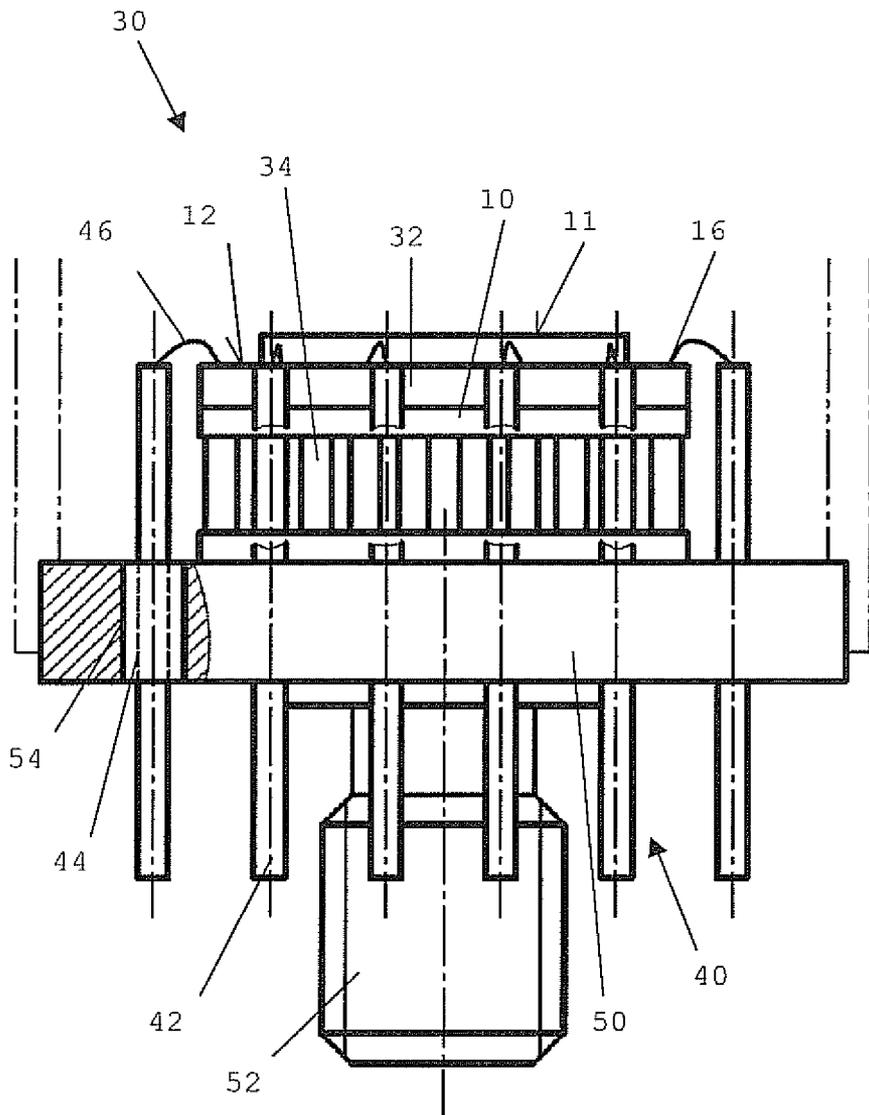
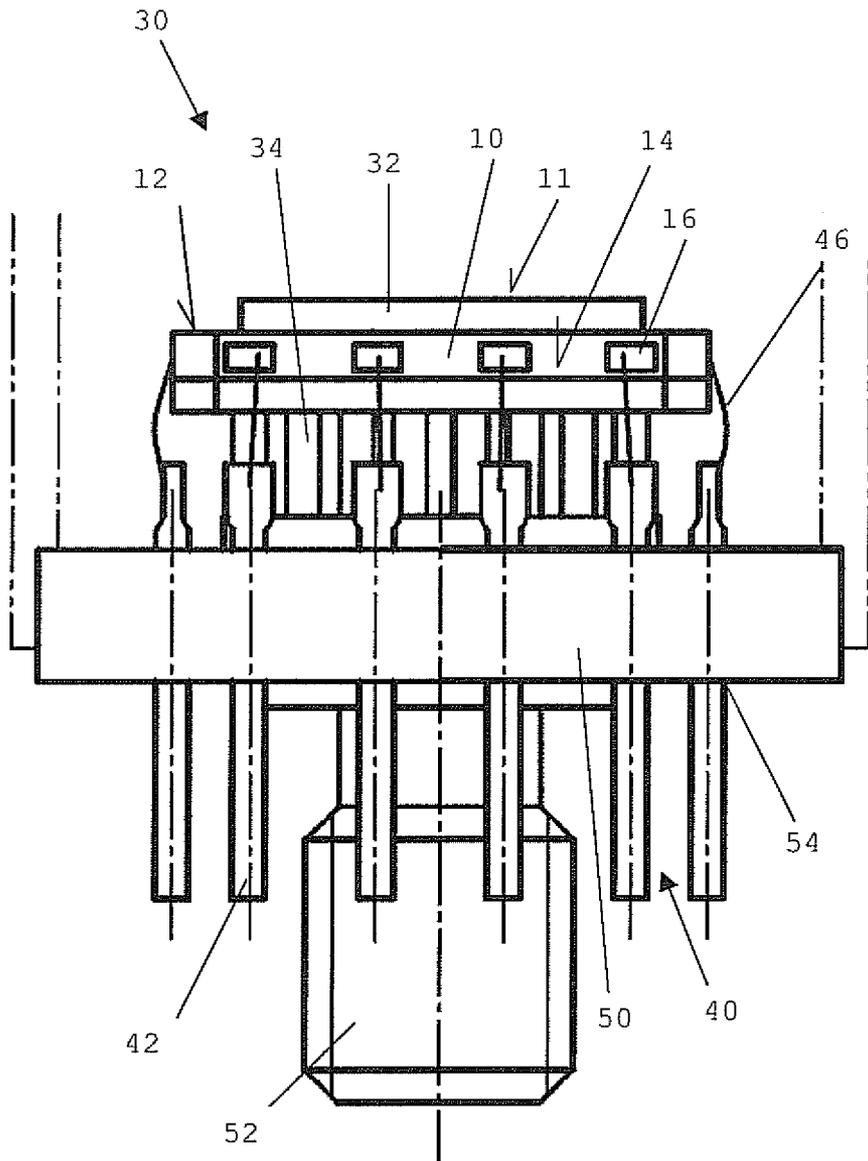


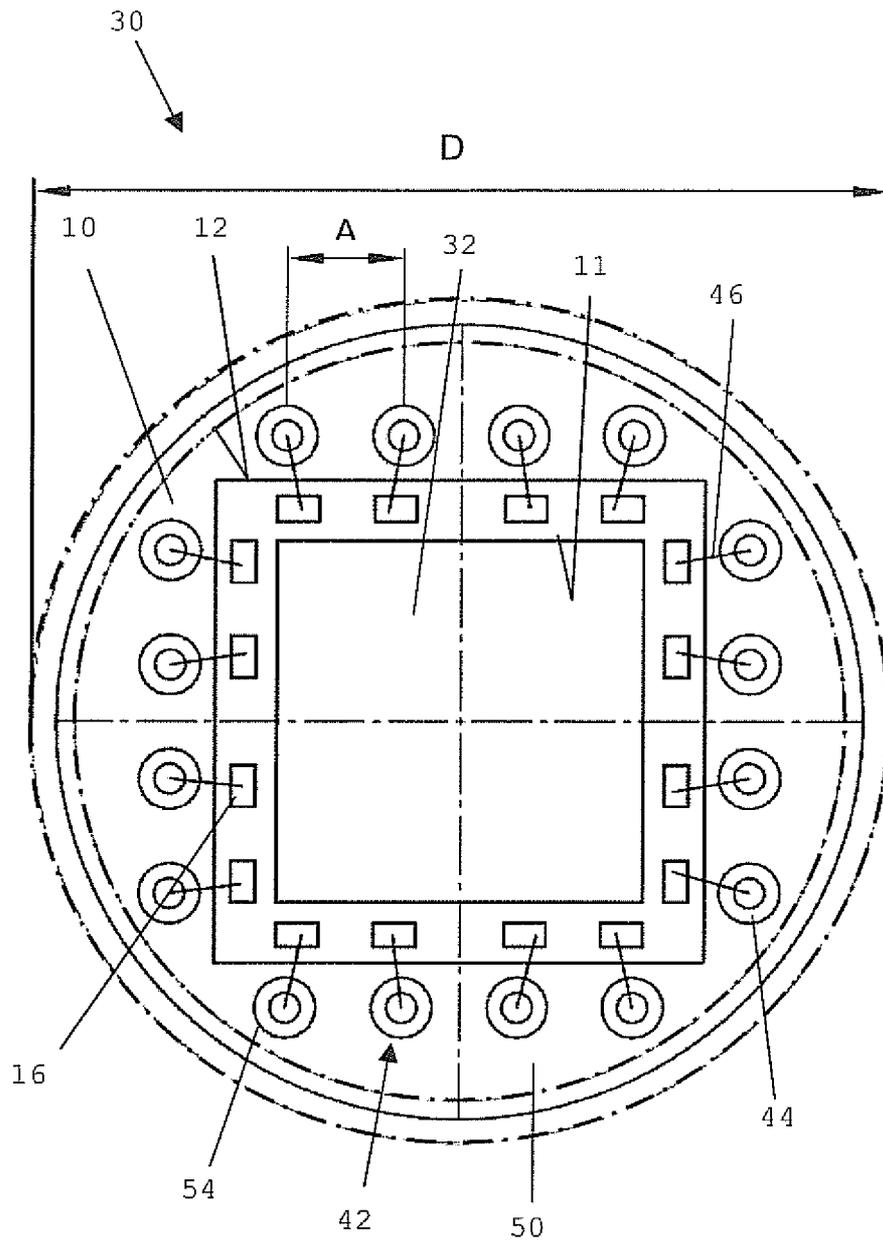
Fig. 1



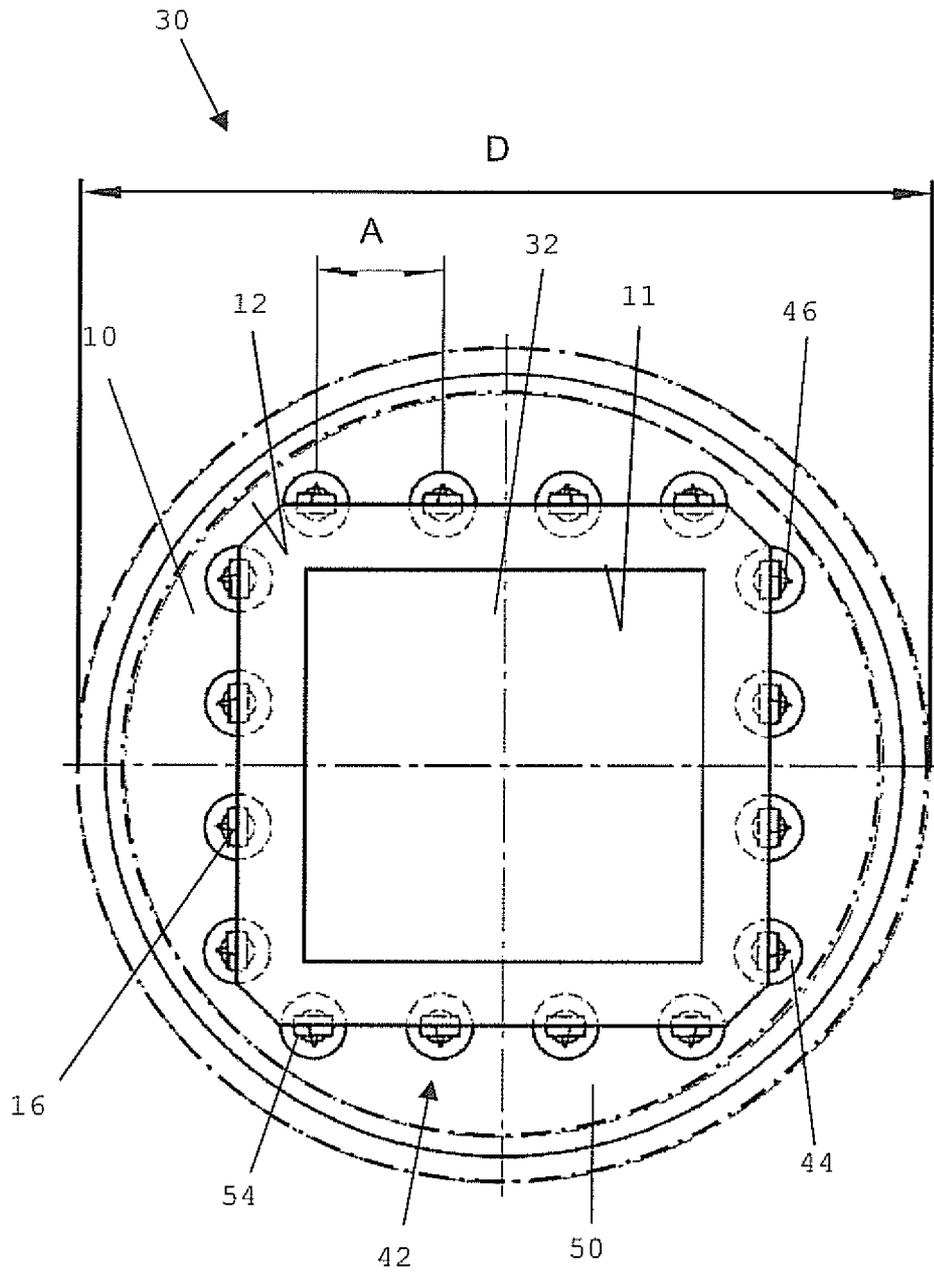
Figur 2a



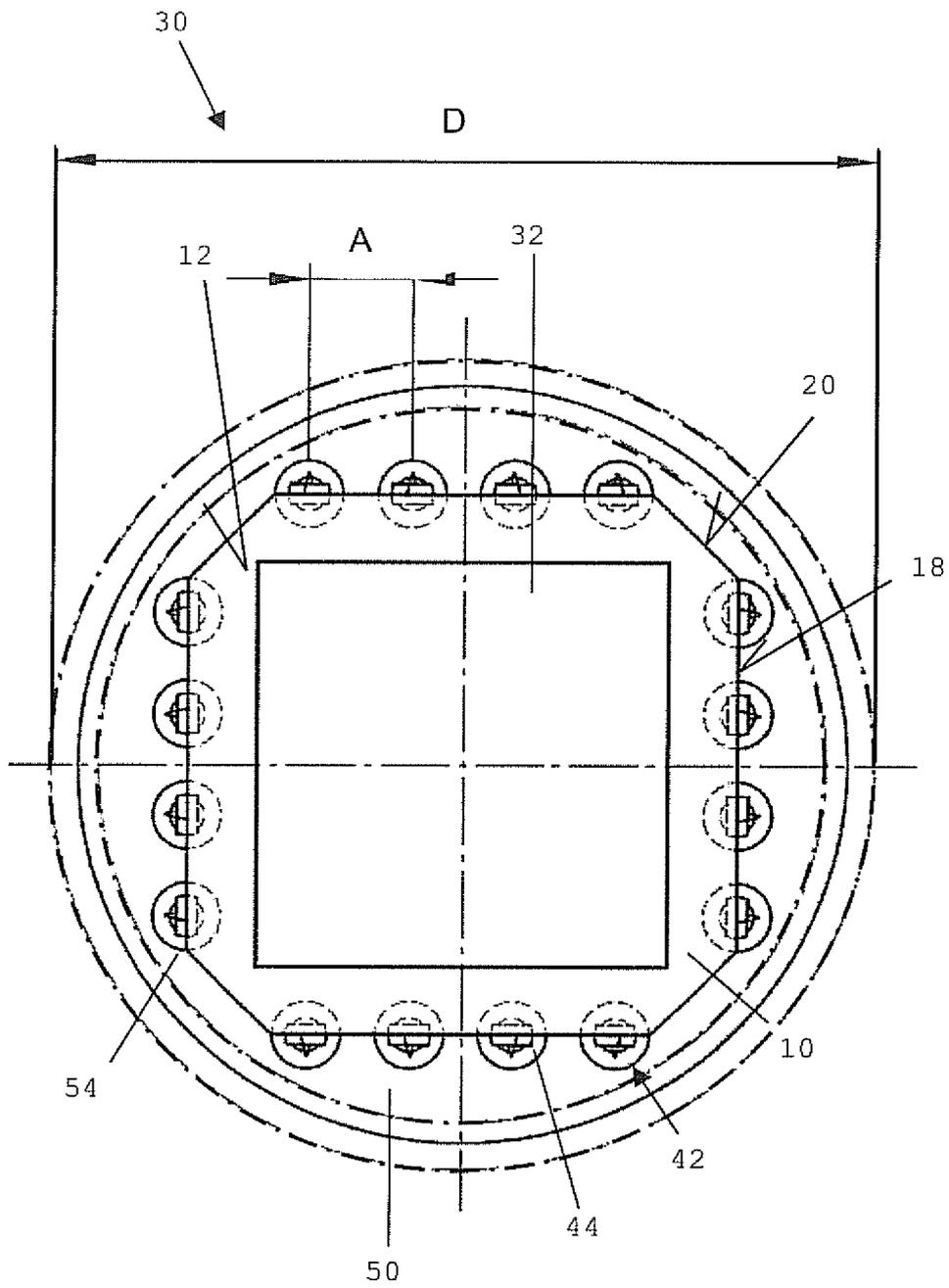
Figur 2b



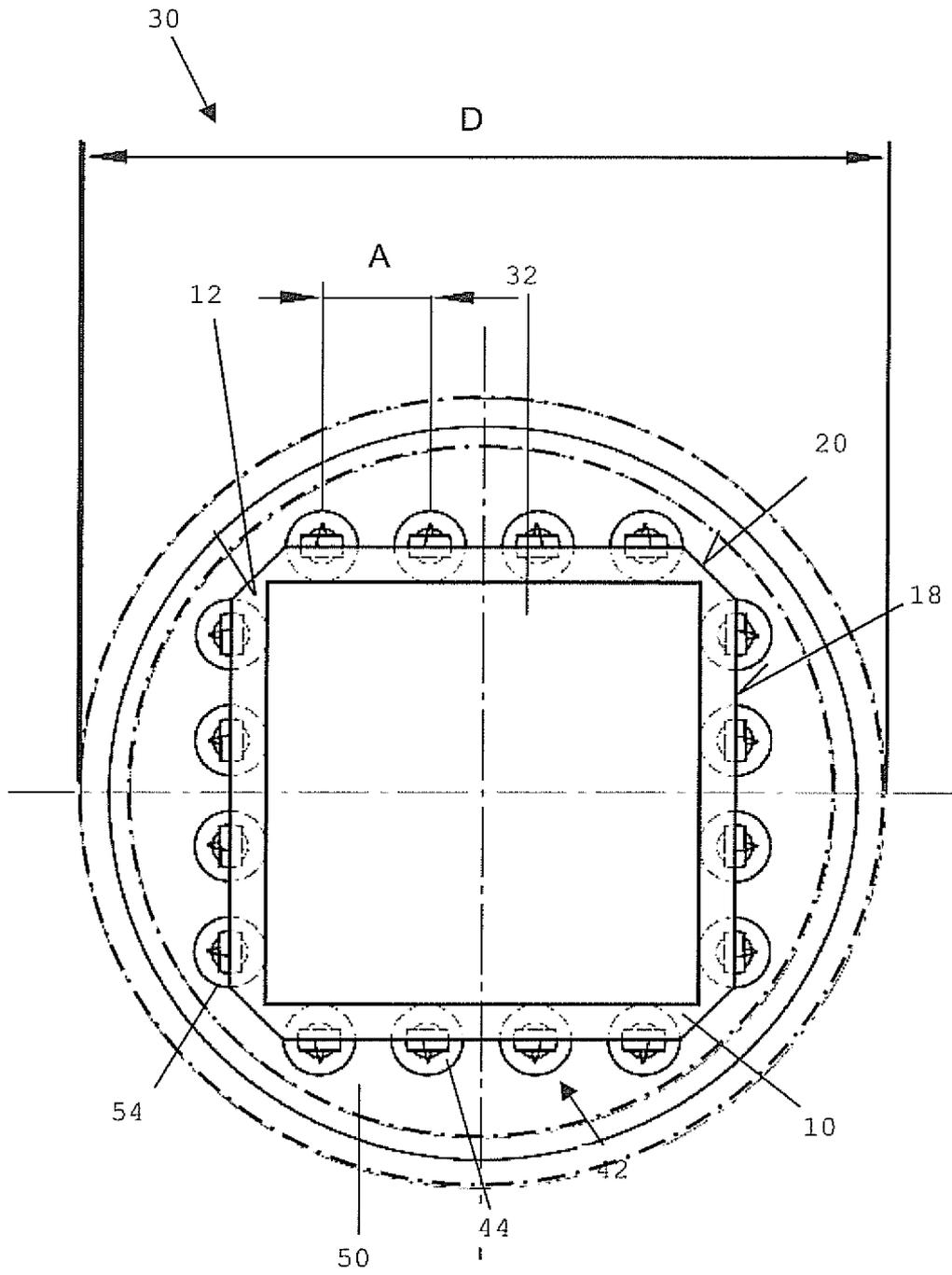
Figur 3a



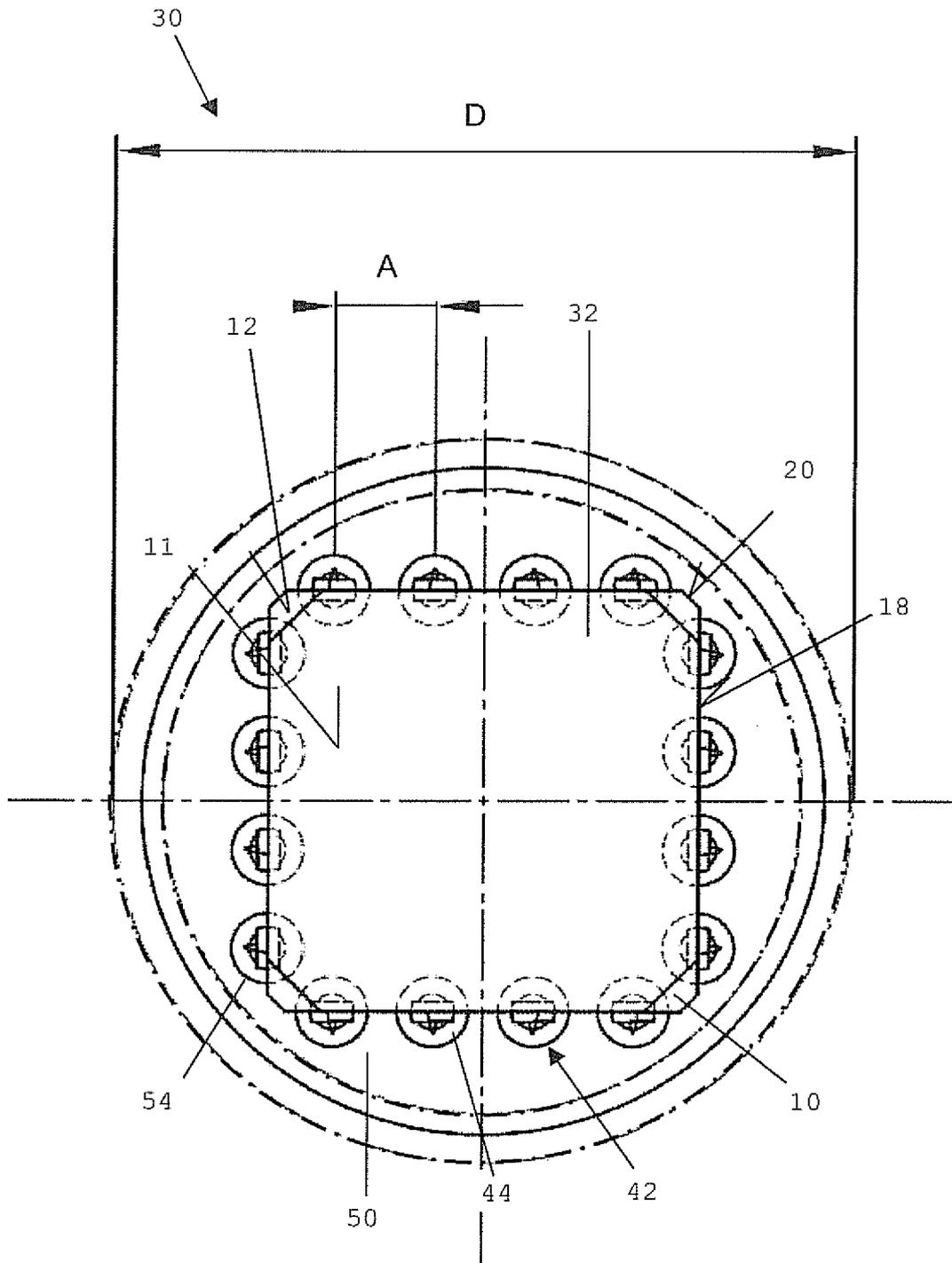
Figur 3b



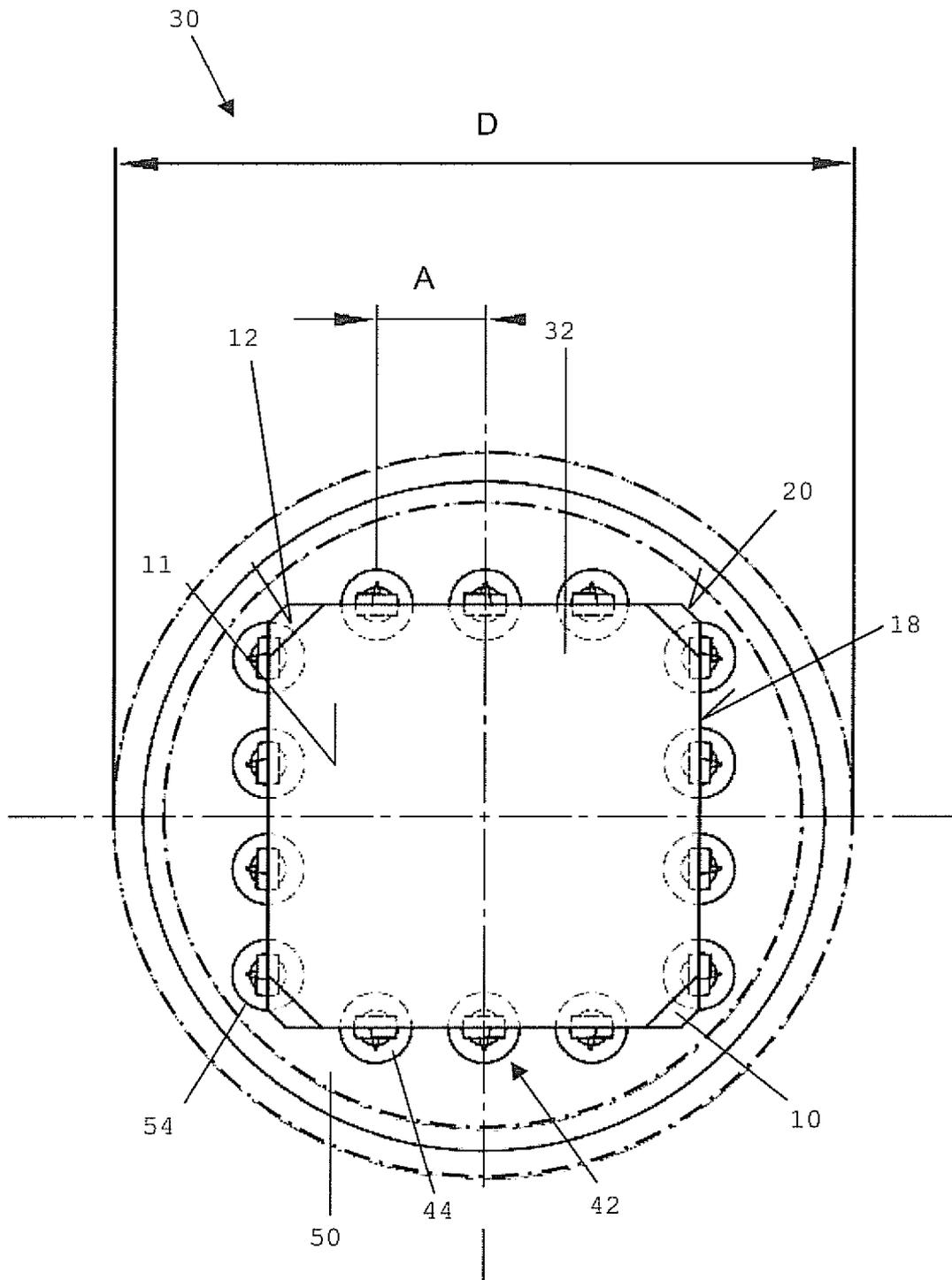
Figur 3c



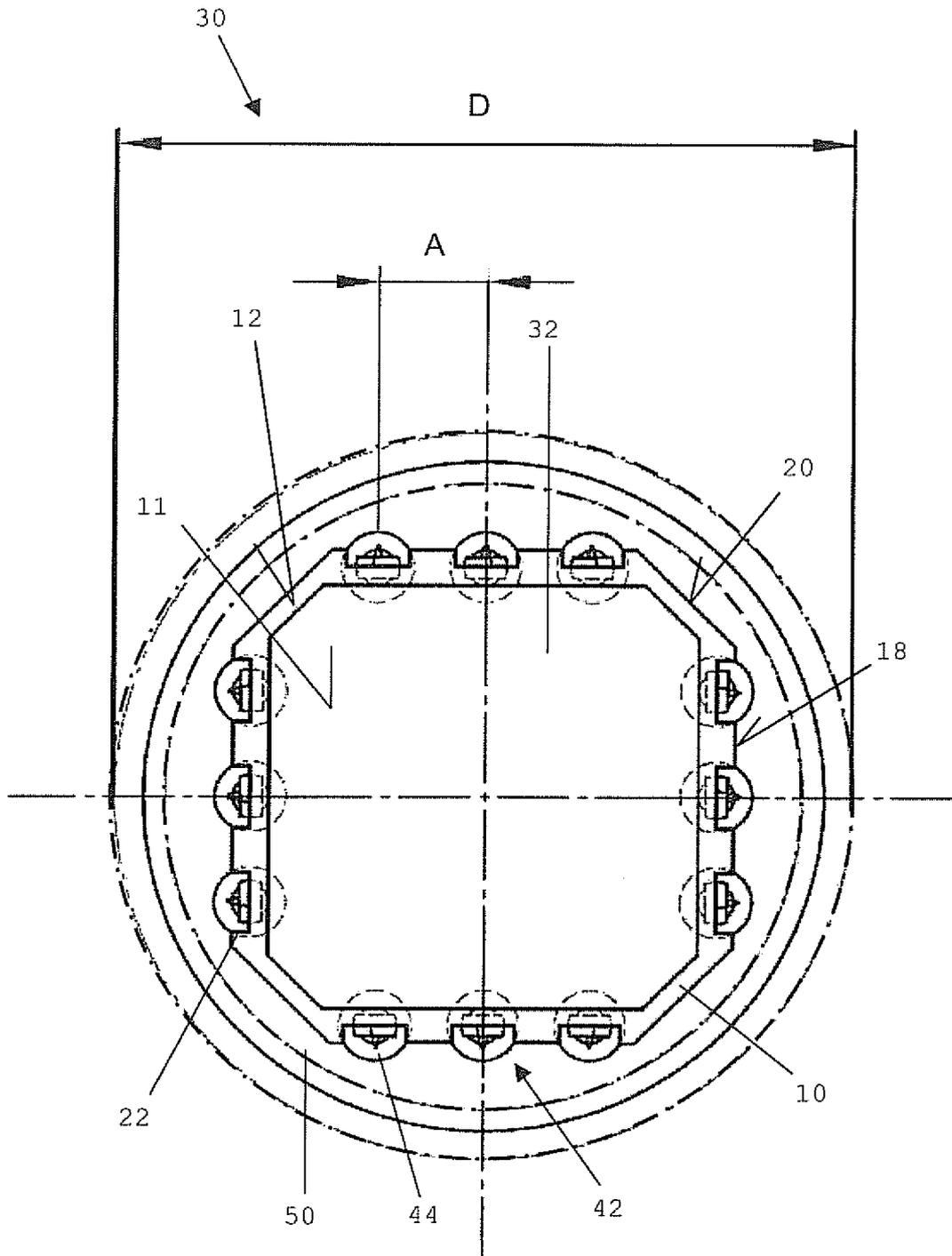
Figur 3d



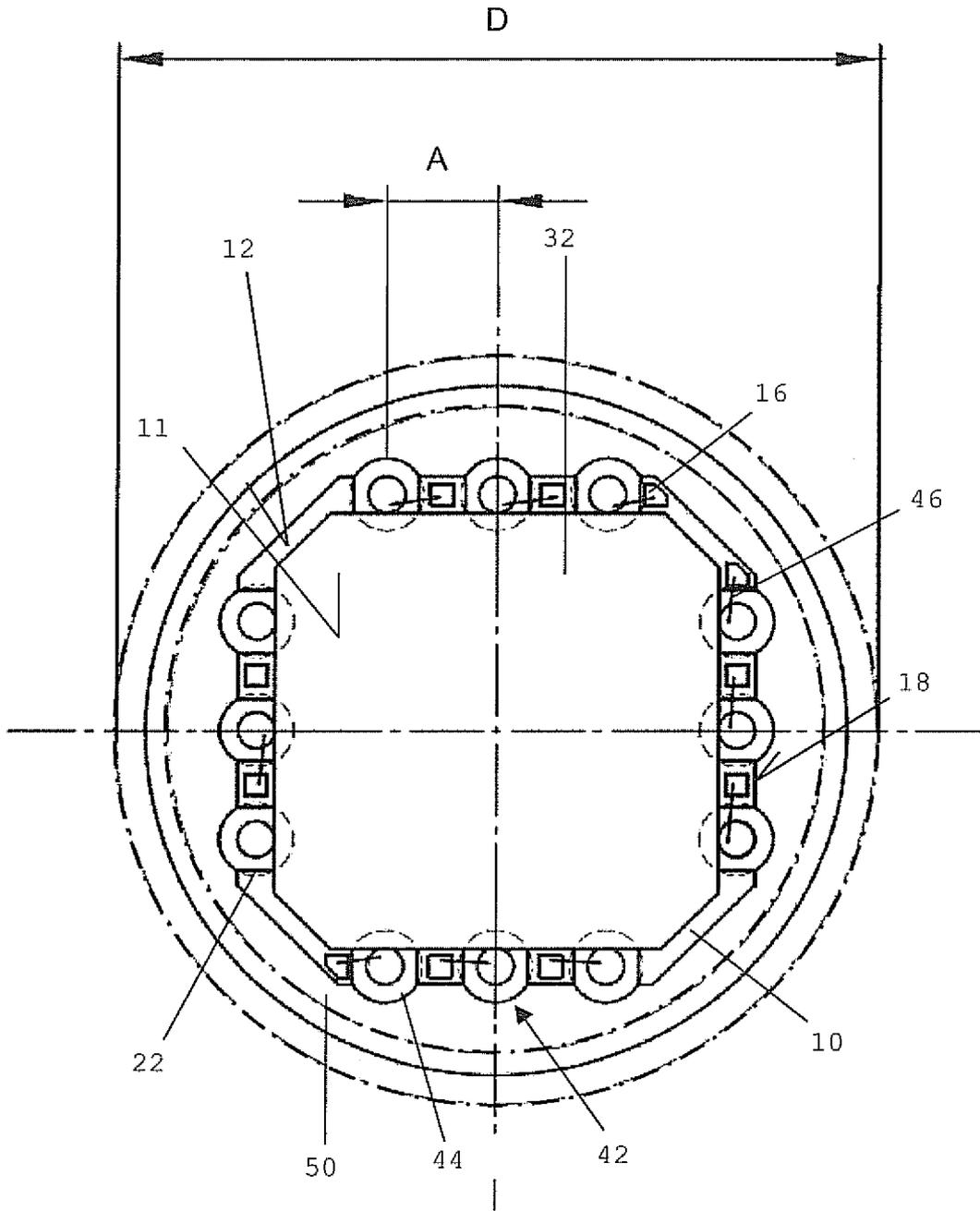
Figur 3e



Figur 3f



Figur 3g



Figur 3h

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/056779

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G01T1/24 H01J37/244 H01J37/28

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)

G01T H01J

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 practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X         | JP 10 012851 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK;<br>MITSUBISHI ELECTRIC CORP)<br>16 January 1998 (1998-01-16)<br>abstract; figure 4 | 1, 15                 |
| A         | US 4 810 881 A (BERGER JEAN L [FR] ET AL)<br>7 March 1989 (1989-03-07)<br>column 13, lines 1-17; figure 14                 |                       |
| A         | JP 04 061173 A (NIPPON MINING CO)<br>27 February 1992 (1992-02-27)<br>abstract; figure 1                                   |                       |

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 document 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

28 Oktober 2009

Date of mailing of the international search report

04/11/2009

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

Krauss, Jan

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|  |
|--|
| International application No<br><b>PCT/EP2009/056779</b> |
|--|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date   |    |            |            |    |            |            |    |            |            |
|--|------------------|-------------------------|--|----|------------|------------|----|------------|------------|----|------------|------------|
| JP 10012851                            | A                | 16-01-1998              | NONE   |    |            |            |    |            |            |    |            |            |
| US 4810881                             | A                | 07-03-1989              | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 15%;">EP</td> <td style="width: 30%;">0245147 A1</td> <td style="width: 15%;">11-11-1987</td> </tr> <tr> <td>FR</td> <td>2598250 A1</td> <td>06-11-1987</td> </tr> <tr> <td>JP</td> <td>63026592 A</td> <td>04-02-1988</td> </tr> </table> | EP | 0245147 A1 | 11-11-1987 | FR | 2598250 A1 | 06-11-1987 | JP | 63026592 A | 04-02-1988 |
| EP                                     | 0245147 A1       | 11-11-1987              |  |    |            |            |    |            |            |    |            |            |
| FR                                     | 2598250 A1       | 06-11-1987              |  |    |            |            |    |            |            |    |            |            |
| JP                                     | 63026592 A       | 04-02-1988              |  |    |            |            |    |            |            |    |            |            |
| JP 4061173                             | A                | 27-02-1992              | NONE   |    |            |            |    |            |            |    |            |            |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/056779

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
 INV. G01T1/24 H01J37/244 H01J37/28

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

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 G01T H01J

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

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| X          | JP 10 012851 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK;<br>MITSUBISHI ELECTRIC CORP)<br>16. Januar 1998 (1998-01-16)<br>Zusammenfassung; Abbildung 4 | 1, 15              |
| A          | US 4 810 881 A (BERGER JEAN L [FR] ET AL)<br>7. März 1989 (1989-03-07)<br>Spalte 13, Zeilen 1-17; Abbildung 14                       |                    |
| A          | JP 04 061173 A (NIPPON MINING CO)<br>27. Februar 1992 (1992-02-27)<br>Zusammenfassung; Abbildung 1                                   |                    |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen</li> <li>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</li> <li>*E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</li> <li>*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)</li> <li>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</li> <li>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*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</li> <li>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</li> <li>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</li> <li>*Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</li> </ul> |
|---|--|

|   |   |
|---|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
| 28. Oktober 2009                                    | 04/11/2009  |

|  |  |
|--|--|
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Krauss, Jan |
|--|--|

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/056779

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | - Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung  |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|--|
| JP 10012851  | A                               | 16-01-1998                        | KEINE  |
| US 4810881   | A                               | 07-03-1989                        | EP 0245147 A1 11-11-1987<br>FR 2598250 A1 06-11-1987<br>JP 63026592 A 04-02-1988 |
| JP 4061173   | A                               | 27-02-1992                        | KEINE  |