



(10) **DE 10 2008 003 815 B4** 2014.07.31

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 003 815.6**
(22) Anmeldetag: **10.01.2008**
(43) Offenlegungstag: **23.07.2009**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **31.07.2014**

(51) Int Cl.: **H05G 1/02 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, 80333, München, DE

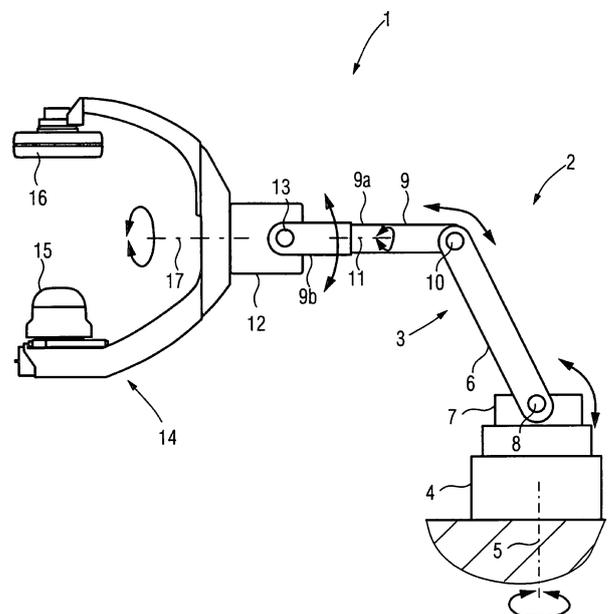
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2005 012 700 A1
DE 10 2008 003 088 A1

(72) Erfinder:
**Groß, Stefan, 92724, Trabit, DE; Heini, Dieter,
92681, Erbendorf, DE**

(54) Bezeichnung: **Röntgeneinrichtung umfassend einen vorzugsweise an einem Roboterarm um eine Drehachse drehbar gelagerten C-Bogen**

(57) Hauptanspruch: Röntgeneinrichtung umfassend einen um eine Drehachse drehbar gelagerten C-Bogen, an dem eine Strahlungsquelle und ein Strahlungsdetektor angeordnet sind, deren Abstand zueinander mittels einer Hubeinrichtung, mittels der die Strahlungsquelle relativ zum Strahlungsdetektor längsbewegbar ist, oder umgekehrt, veränderbar ist, wobei der C-Bogen (14) aus zwei mittels der Hubeinrichtung (27) relativ zueinander bewegbaren Bogenabschnitten (23, 24) besteht, wobei am einen Bogenabschnitt (24) die Strahlungsquelle (15) und am anderen Bogenabschnitt (23) der Strahlungsempfänger (16) angeordnet ist, und wobei der C-Bogen (14) über einen der Bogenabschnitte (24) drehgelagert ist, während der andere Bogenabschnitt (23) an oder in diesem geführt ist, wobei die Bogenabschnitte (23, 24) als Metallgussteile ausgebildet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Röntgeneinrichtung umfassend einen vorzugsweise an einem Roboterarm um eine Drehachse drehbar gelagerten C-Bogen, an dem eine Strahlungsquelle und ein Strahlungsdetektor angeordnet sind, deren Abstand zueinander mittels einer Hubeinrichtung, mittels der der Strahlungsempfänger relativ zur Strahlungsquelle längsbewegbar ist, oder umgekehrt, veränderbar ist.

[0002] Bei bekannten Röntgeneinrichtungen ist der C-Bogen über eine Drehführung um eine üblicherweise horizontal stehende Achse drehbar an einem zumeist bodenseitig aufstehenden Stativ angeordnet. In der Drehführung ist der C-Bogen längs seiner bogenförmigen Führungsbahn um ein Isozentrum drehbar. Vor allem bei Anwendungen, bei denen der C-Bogen mit beachtlicher Geschwindigkeit längs der Drehführung verschoben wird, muss ein besonders leichter C-Bogen verwendet werden, um eine möglichst gute Dynamik zu erreichen. Als Beispiel ist hier eine Angiographie-Röntgeneinrichtung zu nennen. Aus diesem Grund werden üblicherweise C-Bögen aus Strangpressprofilen verwendet, die ein im Querschnitt im Wesentlichen rechteckiges Hohlprofil aufweisen.

[0003] Anstelle eines Bodenstativs und der Anbindung des C-Bogens über die Drehführung, über welche Elemente die erforderlichen Bewegungsfreiheitsgrade für die C-Bogenbewegung und -positionierung realisiert werden, ist es bekannt, den C-Bogen an einem Industrie-Roboter mit einem Roboterarm und einer entsprechenden Steuerungseinrichtung anzuordnen. Bei einer solchen Ausgestaltung werden die benötigten Freiheitsgrade durch die sechs Bewegungsachsen des Roboters gewährleistet. Der C-Bogen ist hier unmittelbar am Roboterarm drehgelagert.

[0004] Bei bekannten Röntgeneinrichtungen ist der Abstand zwischen der Strahlungsquelle und dem Strahlungsdetektor, also der Film-Fokus-Abstand, mittels einer Hubeinrichtung variierbar. Üblicherweise wird der Strahlungsempfänger längs des Zentralstrahls linear bewegt. Die Hubeinrichtung befindet sich dabei direkt benachbart zum Strahlungsempfänger am Ende des C-Bogens. Dies ist insoweit nachteilig, als hierdurch der C-Bogen weit ausladend ist, da sich die Hubeinrichtung zur Ermöglichung des gewünschten Hubs relativ weit radial gesehen nach außen erstreckt. Dies begrenzt mitunter die Bewegbarkeit des C-Bogens, da manche Positionen aufgrund einer möglichen Kollision der ausladenden Hubeinrichtung nicht angefahren werden können. Auch ist der aus der dortigen Anordnung sich ergebende Schwerpunkt des C-Bogens nicht unbedingt ideal.

[0005] Die Offenlegungsschrift DE 10 2005 012 700 A1 offenbart eine Röntgenvorrichtung, bei der an einem gemeinsamen, um eine Rotationsachse rotierbaren Träger in gegenüberliegender und auf die Rotationsachse gerichteter Anordnung eine Röntgenquelle und ein Röntgendetektor angebracht sind. Zur Vereinfachung der Konstruktion der Röntgenvorrichtung wird vorgeschlagen, dass der Träger an der Hand eines sechs Drehachsen aufweisenden Roboters angebracht ist.

[0006] Die nachveröffentlichte Offenlegungsschrift DE 10 2008 003 088 A1 offenbart eine Röntgeneinrichtung umfassend einen C-Bogen, an dem eine Strahlungsquelle nebst Wärmepumpe angeordnet ist, wobei die Strahlungsquelle und die Wärmepumpe zumindest abschnittsweise im Inneren des zumindest abschnittsweise hohlen C-Bogens angeordnet sind.

[0007] Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, eine Röntgeneinrichtung anzugeben, bei der ein C-Bogen zum Einsatz kommt, der trotz Anordnung einer Hubeinrichtung weniger weit ausladend aufgebaut ist.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Röntgeneinrichtung des unabhängigen Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Röntgeneinrichtung kann der verwendete hohle C-Bogen von wenigstens einer Zugangsseite her offen gestaltet sein. Das heißt, dass infolge dieser ein- oder bevorzugt mehrseitig zumindest abschnittsweise offenen Bogenausgestaltung das Gesamtgewicht des C-Bogens zwangsläufig abnimmt, wobei der C-Bogen in seiner Gestaltung natürlich entsprechend den geforderten Festigkeits- und Schwingungskriterien etc. ausgelegt ist. Diese sind jedoch trotz offener Konstruktion ohne weiteres einhalt- beziehungsweise erreichbar. Diese offene Struktur bietet darüber hinaus neben dem Vorteil der Gewichtersparnis auch den besonderen Vorteil, dass grundsätzlich die Möglichkeit besteht, bei Verwendung des C-Bogens in Verbindung mit einem Industrie-Roboter beziehungsweise einem Roboterarm zumindest einen Teil oder näherungsweise alle Elektronikkomponenten, die dem Betrieb der Strahlungsquelle und des Strahlungsempfängers dienen, im Inneren des C-Bogens integrieren zu können. Denn anders als bei bisher bekannten, hohlen C-Bögen, die seitlich jedoch vollständig geschlossen sind, können bei Verwendung des erfindungsgemäßen C-Bogens die Elektronikkomponenten, bei denen es sich üblicherweise um relativ klein dimensionierte Bauteile oder Kabel handelt, im Bogeninneren verlegt werden. Sie müssen also nicht mehr separat angeordnet und über entsprechende Kabel- oder Steuerleitungsverbindungen etc. mit den bogenseitigen Betriebskomponenten verbunden wer-

den, sondern werden zusammen mit dem C-Bogen bewegt. Da es sich aufgrund der hohen Integrationsdichte der Elektronikkomponenten um relativ leichte Bauteile handelt, das heißt, dass das Gewicht sämtlicher zu integrierender Elektronikkomponenten nicht allzu groß ist, ergibt sich eine nur relativ geringe Gewichtszunahme des C-Bogens, so dass nach wie vor die Anforderungen an die hohe Dynamik etc. trotz Integration der Elektronikkomponenten erreicht werden können.

[0010] Insgesamt bietet also der C-Bogen mit der offenen Struktur eine vorteilhafte Einsatzmöglichkeit bei bisher üblichen Röntgeneinrichtungen mit bodenseitigem Stativ, bei denen die Elektronikkomponenten nicht im C-Bogen integriert sind, wobei dieser jedoch gegenüber bisherigen Anlagen leichter ist. Der C-Bogen mit der offenen Struktur bietet auch eine vorteilhafte Einsatzmöglichkeit bei neuartigen Roboter-Röntengeräten, bei denen dann im Bogeninneren zumindest ein Teil oder alle Elektronikkomponenten integriert sind.

[0011] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

[0012] Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer erfindungsgemäßen Röntgeneinrichtung umfassend einen C-Bogen, der an einem Industrie-Roboter angeordnet ist, und

[0013] Fig. 2 eine vergrößerte Prinzipdarstellung des C-Bogens, teilweise im Schnitt.

[0014] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Röntgeneinrichtung **1** umfassend einen Industrie-Roboter **2**, mit einem Roboterarm **3**, der auf einer Basis **4**, die hier bodenseitig angeordnet ist, aufgenommen ist. Der Roboterarm ist an der Basis um eine Vertikalachse **5** insgesamt drehbar. Er ist an der Basis **4** über einen ersten Roboterarm **6** an einem um die Vertikalachse drehbaren Basisteil **7** aufgenommen, an dem er ferner um eine horizontale Achse **8** schwenkbar ist. Am ersten Roboterarm **6** befindet sich ein zweiter Roboterarm **9**, der an ihm um eine zweite horizontale Achse **10** schwenkbar ist. Der zweite Roboterarm **9** besteht aus dem ersten Armabschnitt **9a**, der am ersten Roboterarm **6** angeordnet ist, sowie einem zweiten Armabschnitt **9b**, der seinerseits um eine weitere Achse **11** relativ zum Armabschnitt **9a** verdrehbar ist. Am Armabschnitt **9b** befindet sich ferner eine C-Bogenaufnahme **12**, die um die Achse **13** drehbar ist. Der C-Bogen **14**, an dem eine Strahlungsquelle **15** sowie ein Strahlungsempfänger **16** angeordnet sind, ist seinerseits an der C-Bogenaufnahme **12** um eine weitere Drehachse **17** drehbar. Insgesamt ist hier also ein 6-Achsen-System angegeben, das eine freie Bewegung des C-Bogens **14** im Raum ermöglicht.

[0015] Der C-Bogen **14** ist in Fig. 2 im Detail dargestellt. Der C-Bogen **14** weist ersichtlich eine offene Struktur auf und ist in seinem Inneren hohl. Zwei gegenüberliegende Seiten (in der Seitenansicht in Fig. 2 ist naturgemäß nur die eine Seite sichtbar) sind offen, das heißt, es sind entsprechende Zugangsseiten **18** realisiert, über die Zugang in das Bogeninnere **19** gegeben ist. Die beiden einander gegenüberliegenden Zugangsseiten weisen eine fachwerkartige Struktur beziehungsweise fachwerkartig angeordnete Streben auf, deren Dimensionierung und Anordnung so gewählt ist, dass sich eine bestmögliche Steifigkeit bei geringstem Materialeinsatz realisieren lässt. Diese beiden Zugangsseiten **18**, die üblicherweise mit entsprechenden Verkleidungen geschlossen sind, ermöglichen es nun, Elektronikkomponenten **21**, von denen hier exemplarisch Verschiedene dargestellt sind, im Inneren des C-Bogens **14** integrieren zu können. Diese Elektronikkomponenten **21** dienen dem Betrieb der Strahlungsquelle **15** und des Strahlungsdetektors **16**. Bei diesen Elektronikkomponenten kann es sich um beliebige Komponenten oder auch Kabel etc. handeln. Sie werden über geeignete Befestigungsmittel an den Streben **20** oder den verbleibenden Seitenwänden **22** des C-Bogens befestigt.

[0016] Der C-Bogen **14** selbst besteht aus zwei Bogenabschnitten **23**, **24**, die vorzugsweise jeweils als Metallgussteile ausgeführt sind, um die Fachwerkstruktur auf einfache Weise ausbilden zu können. Der Bogenabschnitt **24** weist einen Befestigungsabschnitt **25** auf, über den er mit einem geeigneten Befestigungsflansch **26** an der C-Bogenaufnahme **12** des Roboterarms **3** angeordnet werden kann. Dieser Befestigungsabschnitt **25** kann integraler Bestandteil des Bogenabschnitts **24** sein, er kann aber auch als separates Gussteil mit dem zweiten, die offene Zugangsseite **18** aufweisenden Bogenteil verbunden werden, um in der Gesamtheit dann den ersten Bogenabschnitt **24** zu bilden.

[0017] Der Bogenabschnitt **23** ist über eine Hubeinrichtung **27**, die wiederum im Inneren des C-Bogens integriert ist, relativ zum lagefest an der C-Bogenaufnahme **12** angeordneten Bogenabschnitt **24** linear verschiebbar. Hierüber ist es möglich, den Abstand des Strahlungsdetektors **16** relativ zur Strahlungsquelle **15** durch Verschieben des Strahlungsdetektors **16** längs des Zentralstrahls **Z** zu variieren. Die Hubeinrichtung **27** umfasst hierzu einen Antriebsmotor **28**, dem ein Getriebe **29** nachgeschaltet ist, über das ein Zahnrad **30** angetrieben wird. Diese Hubmechanik, bestehend aus dem Antriebsmotor **28**, dem Getriebe **29** und dem Zahnrad **30**, ist lagefest am Bogenabschnitt **24** angeordnet. Das Zahnrad **30** kämmt mit einer Zahnstange **31**, die am Bogenabschnitt **23** angeordnet ist. Am Bogenabschnitt **24** beziehungsweise seinem Befestigungsabschnitt **25** sind einander gegenüberliegende Führungsschienen **32** aus-

gebildet, auf denen entsprechende Lafelemente **33** des beweglichen Bogenabschnitts **23** laufen. Hierüber wird eine exakte Linearführung der Bogenabschnitte **23** und **24** zueinander realisiert. Je nach Ansteuerung des Antriebsmotors **28** über die den gesamten Betrieb der Röntgeneinrichtung **1** steuernde Steuerungseinrichtung, die hier nicht näher dargestellt ist, jedoch selbstverständlicherweise vorhanden ist, kann die Bewegung des Zahnrads **30** sowohl hinsichtlich der Drehrichtung als auch der Drehgeschwindigkeit variiert werden, worüber die Bewegungsgeschwindigkeit und Bewegungsrichtung des den Strahlungsempfänger **16** tragenden Bogenabschnitt **23** variiert werden kann. Selbstverständlich ist eine geeignete, hier nicht näher gezeigte Positionsensorik gegeben, die die exakte Positionierung des Bogenabschnitts **23** und damit des Strahlungsempfängers **16** relativ zur Strahlungsquelle **15** erfasst, wobei die Ansteuerung der Hubeinrichtung **27** in Abhängigkeit einer solchen Positionserfassung erfolgen kann.

[0018] Wenngleich hier ein Zahnstangenantrieb dargestellt ist, wäre gleichermaßen auch die Integration eines Spindeltriebs denkbar. Über den Antriebsmotor würde dann eine Antriebsspindel gedreht werden, auf der eine oder mehrere geeignete Spindelmuttern, die mit dem Bogenabschnitt **23** verbunden wären, laufen. Der Bogenabschnitt **23** wäre wiederum über geeignete Linearführungen (Führungsschienen **32**, Lafelemente **33**) linear geführt. Auch wäre es denkbar, an Stelle einer fachwerkartigen Strebenstruktur das Bogeninnere mit Trennwänden kassettenartig zu unterteilen, also eine Art Einschubfächer, die von der Seite her offen sind, zu gestalten. In diese kassettenartigen Einschubfächer können dann die Elektronikkomponenten **21** integriert werden. Um Kommunikations- oder Versorgungsleitungen durch das Bogeninnere ziehen zu können, werden diese Trennwände lokal durchbrochen. Selbstverständlich käme auch hier eine entsprechende Seitenverkleidung zum Einsatz.

[0019] Insgesamt bietet der erfindungsgemäß verwendete C-Bogen die Möglichkeit, beachtlich Gewicht einzusparen, resultierend aus der offenen Bogenstruktur. Die Integration der Hubeinrichtung in das Bogeninnere im unmittelbaren Bereich zur Drehachse **17**, um welche der C-Bogen **14** relativ zur Bogenaufnahme **12** drehbar ist, ist weiterhin hinsichtlich der Optimierung des Bogenschwerpunkts von Vorteil. Die Hubeinrichtung **27** befindet sich in unmittelbarer Umgebung der Befestigung des C-Bogens am Roboterarm, die Linearbewegungsachse, längs welcher der Bogenabschnitt **23** und damit der Strahlungsempfänger **16** relativ zum Bogenabschnitt **24** beziehungsweise der Strahlungsquelle **15** bewegbar ist, steht bei dieser Anordnung senkrecht auf der Drehachse **17**. Ein weiterer Vorteil der Integration der Hubeinrichtung **27** in das Bogeninnere im Bereich der Dre-

hanbindung zum Roboterarm liegt ferner darin, dass der C-Bogen an der Detektorseite nicht mehr so hoch aufbaut, wie bei bekannten Röntgeneinrichtungen. Denn üblicherweise bedurfte die bei bekannten Röntgeneinrichtungen am Bogenende angeordnete Hubeinrichtung eines beachtlichen Bauraums, das heißt, sie erstreckte sich radial gesehen vom Bogenäußeren weg. Dies war mitunter für eine Bogenbewegung ein begrenzender Faktor, das heißt, dass manche Bogenpositionen infolge des weiter ausladenden Bogens nicht angefahren werden konnten.

Bezugszeichenliste

1	Röntgeneinrichtung
2	Industrie-Roboter
3	Roboterarm
4	Basis
5	Vertikalachse
6	Roboterarm
7	Basisteil
8	horizontale Achse
9	Roboterarm
9a	Armabschnitt
9b	zweiter Armabschnitt
10	zweite horizontale Achse
11	weitere Achse
12	C-Bogenaufnahme
13	Achse
14	C-Bogen
15	Strahlungsquelle
16	Strahlungsempfänger
17	Drehachse
18	Zugangsseiten
19	Bogeninnere
20	Streben
21	Elektronikkomponenten
22	Seitenwände
23	Bogenabschnitt
24	Bogenabschnitt
25	Befestigungsabschnitt
26	Befestigungsflansch
27	Hubeinrichtung
28	Antriebsmotor
29	Getriebe
30	Zahnrad
31	Zahnstange
32	Führungsschienen
33	Lafelemente

Patentansprüche

1. Röntgeneinrichtung umfassend einen um eine Drehachse drehbar gelagerten C-Bogen, an dem eine Strahlungsquelle und ein Strahlungsdetektor angeordnet sind, deren Abstand zueinander mittels einer Hubeinrichtung, mittels der die Strahlungsquelle relativ zum Strahlungsdetektor längsbewegbar ist, oder umgekehrt, veränderbar ist, wobei der C-Bogen (**14**) aus zwei mittels der Hubeinrichtung (**27**) re-

lativ zueinander bewegbaren Bogenabschnitten (**23**, **24**) besteht, wobei am einen Bogenabschnitt (**24**) die Strahlungsquelle (**15**) und am anderen Bogenabschnitt (**23**) der Strahlungsempfänger (**16**) angeordnet ist, und wobei der C-Bogen (**14**) über einen der Bogenabschnitte (**24**) drehgelagert ist, während der andere Bogenabschnitt (**23**) an oder in diesem geführt ist, wobei die Bogenabschnitte (**23**, **24**) als Metallgussteile ausgebildet sind.

2. Röntgeneinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubeinrichtung (**27**) benachbart zur Drehachslagerung (**12**, **17**) des C-Bogens (**14**) angeordnet ist.

3. Röntgeneinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Führung des Bogenabschnitts (**23**) Führungsschienen (**32**) vorgesehen sind.

4. Röntgeneinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubeinrichtung (**27**) im Inneren eines oder beider zumindest abschnittsweise hohlen Bogenabschnitte (**23**, **24**) angeordnet ist.

5. Röntgeneinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubeinrichtung einen Antriebsmotor (**28**) und eine über diesen betätigbare Hubmechanik (**29**, **30**, **31**) aufweist.

6. Röntgeneinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubmechanik ein über den Antriebsmotor (**28**) antreibbares stationäres Zahnrad (**30**) und eine an dem zu bewegenden Bogenabschnitt (**23**) angeordnete Zahnstange (**31**), mit der das Zahnrad (**30**) kämmt, umfasst.

7. Röntgeneinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubmechanik eine über den Antriebsmotor (**28**) antreibbare stationäre Gewindespindel aufweist, auf der wenigstens eine mit dem zu bewegenden Bogenabschnitt verbundenen Gewindemutter läuft.

8. Röntgeneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hubeinrichtung einen elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch betätigbaren Stellzylinder aufweist, der mit beiden Bogenabschnitten gekoppelt ist.

9. Röntgeneinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bogenabschnitte (**23**, **24**) Hohlkörper sind, und vorzugsweise an einer oder mehreren ansonsten offenen Seiten eine Versteifungsstreben (**20**) umfassende fachwerkartige Struktur aufweisen.

10. Röntgeneinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der C-Bogen an einem Roboterarm drehbar gelagert ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

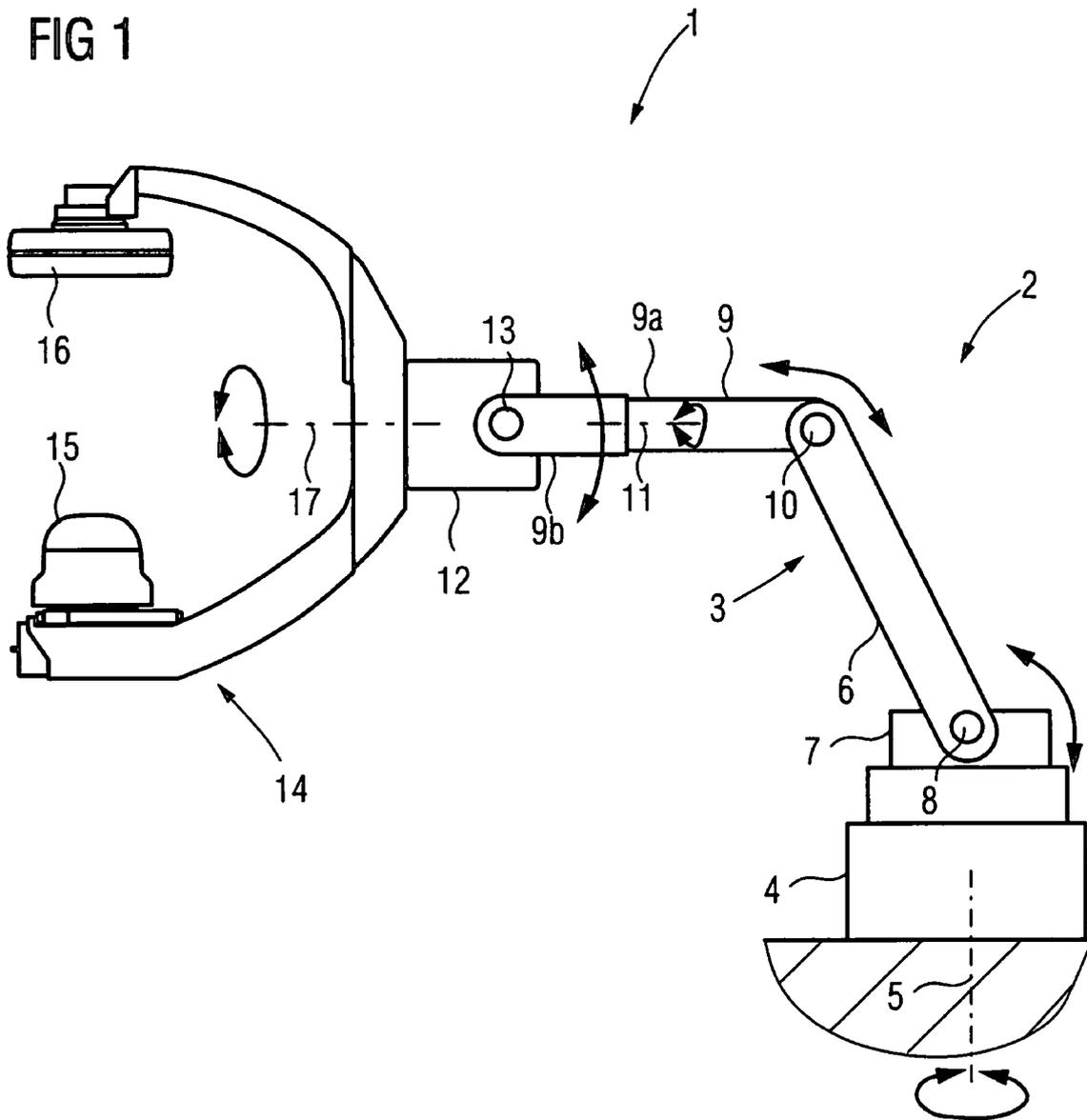


FIG 2

