



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010137904/14, 14.04.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.04.2008

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **14.04.2008**(43) Дата публикации заявки: **20.03.2012** Бюл. № 8(45) Опубликовано: **27.11.2012** Бюл. № 33(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **JP 2001120531 A, 08.05.2001. EP 0993272 A1, 19.04.2000. US 2008018645 A, 24.01.2008. US 2003169847 A, 11.09.2003. JP 2006271722 A, 17.10.2006. JP 2005058309 A, 10.03.2005. RU 31946 U1, 10.09.2003. RU 2158537 C1, 10.11.2000.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **13.09.2010**(86) Заявка РСТ:
JP 2008/057260 (14.04.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/128129 (22.10.2009)

Адрес для переписки:

**109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", Ю.Б.Перегудовой**

(72) Автор(ы):

МАСУО Кагухиро (JP)

(73) Патентообладатель(и):

ШИМАДЗУ КОРПОРЕЙШН (JP)**(54) РЕНТГЕНОВСКОЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО**

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицинской технике, а именно к рентгеновским устройствам. Устройство содержит средства излучения рентгеновских лучей, регистрации рентгеновских изображений, первое средство крепления для удержания средства излучения рентгеновских лучей и средства регистрации рентгеновского изображения напротив друг друга, второе средство крепления для удержания первого средства крепления с возможностью его поворота вокруг первой оси, первое приводное средство, третье

опорное средство для удержания второго средства крепления с возможностью его поворота вокруг второй оси, перпендикулярной первой оси, второе приводное средство для поворота второго средства крепления и средство управления приводом для регулирования скорости приводного движения первого приводного средства и второго приводного средства. Средство управления приводом выполнено с возможностью управления приводными средствами так, чтобы выполнялись следующие условия: (А) одно из средств

крепления поворачивается в установившемся режиме с угловой скоростью $a \cdot \sin(t)$, а другое средство крепления поворачивается с угловой скоростью $b \cdot \cos(t)$, средства излучения рентгеновских лучей и регистрации осуществляют прецессию по круговой или эллиптической орбите, где a и b - максимальная угловая скорость соответствующего средства крепления в установившемся режиме, t - время, и (В) одно из средств крепления находится в периоде запуска в течение времени ΔT_1 , от положения с исходным углом φ_1 и с угловой скоростью $f(t)$, а другое средство крепления находится в периоде запуска в течение времени

ΔT_2 , от положения с исходным углом φ_2 и с угловой скоростью $g(t)$, при этом выполняется система уравнений, где ΔT - длительность поворота из положения с углом φ_1 , φ_2 до положения с углом, при котором достигается установившийся режим, при повороте с угловой скоростью $a \cdot \sin(t)$ и $b \cdot \cos(t)$ соответственно. Использование изобретения позволяет обеспечить безопасность и быстроту прецессии, снижение вибраций при переходе системы в установившийся режим и после достижения установившегося режима. 1 з.п. ф-лы, 9 ил.

RU 2 4 6 7 6 9 3 C 2

RU 2 4 6 7 6 9 3 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
A61B 6/02 (2006.01)
G01N 23/04 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010137904/14, 14.04.2008**

(24) Effective date for property rights:
14.04.2008

Priority:

(22) Date of filing: **14.04.2008**

(43) Application published: **20.03.2012 Bull. 8**

(45) Date of publication: **27.11.2012 Bull. 33**

(85) Commencement of national phase: **13.09.2010**

(86) PCT application:
JP 2008/057260 (14.04.2008)

(87) PCT publication:
WO 2009/128129 (22.10.2009)

Mail address:

**109012, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", Ju.B.Peregudovoj**

(72) Inventor(s):

MASUO Katsukhiro (JP)

(73) Proprietor(s):

ShIMADZU KORPOREJShN (JP)

(54) X-RAY DIAGNOSTIC APPARATUS

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention refers to medical equipment, namely to X-ray apparatuses. An apparatus comprises X-ray emitters, X-ray image recorders, a first fastener for keeping the X-ray emitter facing the X-ray image recorder, a second fastener for keeping the first fastener rotating about a first axis, a first drive, a third seat for keeping the second fastener rotating about a second axis perpendicular to the second axis, a second drive for make the second fastener rotating about the second fastener and a drive control for drive speed adjustment of the first drive and the second drive. The drive control is integrated to control the drives so that to observe the following conditions: (A) one of the fasteners rotates in a specified mode at angular speed $a \cdot \sin(t)$, while the other fastener rotates at angular speed $b \cdot \cos(t)$, the X-ray emitters and image recorders moves in a circular or elliptical

orbit, wherein a and b is peak angular speed of the matched fastener in the specified mode, t is time, and (B) one of the fasteners is found in a period of start-up for a period of time ΔT_1 , from a position at an initial angle φ_1 and at angular speed $f(t)$, while the other fastener is found in a period of start-up for a period of time ΔT_2 , from a position at an initial angle φ_2 and at angular speed $g(t)$ with performing an equation system, wherein ΔT_2 is a rotation length from a position at an angle φ_1, φ_2 to a position at an angle to achieve the specified mode at rotation at angular speed $a \cdot \sin(t)$ and $b \cdot \cos(t)$ respectively.

EFFECT: use of the invention enables higher safety and speed of precessional motion, lower vibration accompanying system transfer into the specified mode and following achievement of the specified mode.

2 cl, 9 dwg

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к рентгеновскому диагностическому устройству, используемому для получения изображений, и в частности к способу, при котором собираются динамические изображения, когда средство излучения рентгеновских лучей и средство регистрации рентгеновских лучей, расположенные друг против друга, совершают движение (прецессию) по круговой или эллиптической орбите, причем орбиты расположены в различных, но параллельных друг другу плоскостях.

Уровень техники

Как видно из фиг.8, рентгеновское диагностическое устройство для визуализации органов кровообращения включает в себя следующие компоненты: С-образную скобу 103, которая удерживает средство 101 излучения рентгеновских лучей и средство 102 регистрации рентгеновского изображения, расположенные друг против друга; средство 104 крепления, которое удерживает С-образную скобу 103 так, чтобы она могла плавно поворачиваться; средство 105 крепления, которое удерживает средство 104 крепления так, чтобы оно могло поворачиваться вокруг оси Y (горизонтальной оси, перпендикулярной оси поворота, вокруг которой плавно поворачивается С-образная скоба); приводное средство 113 поворота, которое плавно поворачивает С-образную скобу 103; приводное средство 114 поворота, которое поворачивает средство 104 крепления; и средство 106 управления приводом, управляющее приводными средствами 113 и 114 поворота.

При использовании вышеописанного рентгеновского диагностического устройства известный способ получения трехмерных динамических изображений заключается в том, что поворачивают С-образную скобу 103 с угловой скоростью $a \cdot \sin(t)$ и поворачивают средство 104 крепления с угловой скоростью $b \cdot \cos(t)$, при этом средство 101 излучения рентгеновских лучей и средство 102 регистрации рентгеновского изображения осуществляют так называемое прецессионное перемещение по соответствующим круговой или эллиптической орбитам, расположенным в плоскостях, параллельных друг другу (см., к примеру, ссылку 1 на патент).

Ссылка 1 на патент: патент №3500778

Раскрытие изобретения

Задачи, решаемые настоящим изобретением

Хотя в известном рентгеновском диагностическом устройстве соответствующие средства перемещаются в установившемся режиме по круговой или эллиптической орбитам, при этом не рассмотрено перемещение данных средств до установившегося режима.

На фиг.9 изображен график угловой скорости поворота С-образной скобы 103 и средства А крепления, которые входят в состав рентгеновского диагностического устройства, соответствующего известному уровню техники. По горизонтальной оси отложено время t , а по вертикальной - угловая скорость. Угловые скорости поворота С-образной скобы 103 и средства А крепления являются тригонометрическими функциями со сдвигом по фазе, равном $\pi/2$. Это значит, что их угловые скорости никогда не равны 0 одновременно, когда достигнут установившийся режим. С-образная скоба 103 и средство 104 крепления удерживают тяжелый предмет, к примеру средство 101 излучения рентгеновских лучей или средство 102 регистрации рентгеновского изображения, поэтому они не могут быть ускорены мгновенно. При этом если они ускоряются быстро, вся система будет вибрировать. Такие вибрации могут доставить дискомфорт пациенту; кроме того, вибрации, возникшие при

переходе системы в установившийся режим, могут сохраняться и после достижения установившегося режима, в результате непрерывно регистрируемые изображения будут дрожать.

5 Кроме того, пространство вокруг рентгеновского диагностического устройства занято дополнительными устройствами, к примеру диагностическим столом, на котором расположен пациент, устройствами для введения контрастного вещества и стойкой для капельного внутривенного вливания. Если компоненты рентгеновского устройства перемещаются за пределами круговой орбиты, соответствующей
10 установившемуся режиму, то они могут задеть данные дополнительные устройства, пациента или оператора, что может быть опасно.

Желательно, чтобы перед прецессией соответствующих средств можно было наблюдать изображение из одной точки прецессионной орбиты и подтвердить его с помощью рентгеноскопии. То есть желательно, чтобы при задании позиции начала
15 прохода по прецессионной орбите угол, под которым будет выполняться рентгенография, подтверждался бы рентгеноскопией.

Задачей настоящего изобретения является решение вышеописанных проблем и обеспечение безопасной и быстрой прецессии.

20 Способы решения проблем

Для решения вышеописанных задач настоящее изобретение должно включать в себя следующие компоненты: средство излучения рентгеновских лучей; средство регистрации рентгеновского изображения; первое средство крепления для удержания
25 средства излучения рентгеновских лучей и средства регистрации рентгеновского изображения так, чтобы они были расположены напротив друг друга; второе средство крепления для удержания первого средства крепления с возможностью поворота вокруг первой оси; первое приводное средство для поворота первого средства
30 крепления; третье средство крепления для удержания второго средства крепления с возможностью поворота вокруг второй оси, перпендикулярной первой оси; второе приводное средство для поворота второго средства крепления; средство управления приводом для регулирования скорости вращения первого приводного средства и второго приводного средства, при этом средство управления приводом управляет первым и вторым приводными средствами так, чтобы:

35 (А) в установившемся режиме первое средство крепления или второе средство крепления поворачивалось с угловой скоростью $a \cdot \sin(t)$, а другое средство крепления поворачивалось с угловой скоростью $b \cdot \cos(t)$, так чтобы средство излучения рентгеновских лучей и средство регистрации рентгеновских лучей осуществляли прецессионное движение по круговой или эллиптической орбите, где a и b -
40 максимальная угловая скорость соответствующего средства крепления в установившемся режиме, t - время; и

(В) одно из средств крепления находится в периоде запуска в течение времени ΔT_1 , от положения с исходным углом φ_1 и с угловой скоростью $f(t)$, а другое средство
45 крепления находится в периоде запуска в течение времени ΔT_2 , от положения с исходным углом φ_2 и с угловой скоростью $g(t)$, при этом при условии, что установившийся режим достигается в момент времени T , выполняются все нижеприведенные уравнения, где параметр ΔT - длительность поворота из положения
50 с углом φ_1, φ_2 до положения с углом, при котором достигается установившийся режим, при повороте с угловой скоростью $a \cdot \sin(t)$ и $b \cdot \cos(t)$ соответственно:

$$\int_{t=T-\Delta T_1}^T f(t)dt = \int_{t=T-\Delta T}^T a \cdot \sin(t)dt$$

$$\int_{t=T-\Delta T_1}^T g(t)dt = \int_{t=T-\Delta T}^T b \cdot \cos(t)dt$$

$$f(T)=a \cdot \sin(T), f(T-\Delta T_1)=0$$

$$g(t)=b \cdot \cos(t), G(T-\Delta T_2)=0$$

$$\left| \frac{d}{dt} f(t) \right| \leq |a| \quad (T - \Delta T_1 \leq t \leq T)$$

$$\left| \frac{d}{dt} g(t) \right| \leq |b| \quad (T - \Delta T_2 \leq t \leq T)$$

$$\varphi_1 = -a \cdot \cos(T - \Delta T)$$

$$\varphi_2 = b \cdot \sin(T - \Delta T)$$

Уравнение 2

Принцип действия

Ниже указан технический смысл соотношений уравнения 2.

(1) Технический смысл значений интегралов от $f(t)$ и $g(t)$

Значение интеграла от $f(t)$ соответствует углу, на который поворачивается одно из вышеуказанных средств крепления за время его движения от $t=T-\Delta T_1$ до T . Точно так же значение интеграла от $g(t)$ соответствует углу, на который поворачивается другое из вышеуказанных средств крепления за время его движения от $t=T-\Delta T_2$ до T .

(2) Технический смысл значений интегралов от $a \cdot \sin(t)$ и $b \cdot \cos(t)$ и ΔT

Предполагая, что одно из вышеуказанных средств крепления находится в установившемся режиме поворота от $t=T-\Delta T$ до T , значение интеграла от $a \cdot \sin(t)$ соответствует углу, на который поворачивается данное средство крепления. Точно так же значение интеграла от $b \cdot \cos(t)$ соответствует углу, на который поворачивается одно из средств крепления, полагая, что другое из вышеупомянутых средств крепления перемещается в позицию, соответствующую началу установившегося режима поворота, за время от $t=T-\Delta T$ до T .

(3) Технический смысл равенства значений интегралов, упомянутых выше в (1) и (2)

Это аналогично использованию графиков скоростей $f(t)$ и $g(t)$ для соответствующих временных интервалов ΔT_1 и ΔT_2 для поворота одного и другого средства крепления на угол, на который они бы повернулись одновременно и мгновенно при повороте с угловой скоростью, соответствующей установившемуся режиму, за период ΔT .

(4) Технический смысл $f(T-\Delta T_1)=0$, $f(T)=a \cdot \sin(T)$, $g(T-\Delta T_2)=0$ и $g(t)=b \cdot \cos(T)$

Они отражают тот факт, что угловая скорость соответствующих средств в начале запуска равна 0, и угловая скорость данных средств в момент завершения запуска ($t=T$) равна угловой скорости средств в установившемся режиме.

(5) Технический смысл того, что абсолютные значения производных от $f(t)$ и $g(t)$ меньше абсолютных значений a и b

Эти условия означают, что ускорение соответствующих средств во время запуска не превышает максимального ускорения в установившемся режиме.

(6) Технический смысл $\varphi_1 = -a \cdot \cos(T - \Delta T)$ и $\varphi_2 = b \cdot \sin(T - \Delta T)$

Эти условия означают, что угол поворота в период запуска находится на круговой или эллиптической орбите и этот угол в момент T такой, что он находится на круговой орбите при этой угловой скорости в данный момент времени.

Если выполняются все из вышеуказанных условий (1)-(6), то запуск начинается с круговой или эллиптической орбиты и ускорение соответствующих средств во время запуска не превышает максимального ускорения в установившемся режиме, при этом прецессия в установившемся режиме начинается в момент времени T .

Кроме того, настоящее изобретение характеризуется тем, что средство управления приводом управляет первым приводным средством и вторым приводным средством так, чтобы за период запуска средство излучения рентгеновских лучей и средство регистрации рентгеновских лучей перемещались бы по круговой или эллиптической орбитам, соответствующим перемещению данных средств в установившемся режиме.

Эффекты, достигаемые при осуществлении изобретения

Из вышеописанного следует, что настоящее изобретение позволяет устранить возникновение вибрации от периода запуска до прецессии в установившемся режиме, а значит, и исключить дрожание снятых изображений и ослабить ощущение страха у пациента. Кроме того, настоящее изобретение позволяет снизить до минимума риск задевания рентгеновским диагностическим устройством близлежащих предметов, к примеру, диагностического стола, на котором расположен пациент, устройств для введения в пациента контрастного вещества, стойки для инфузии и множества других устройств, а также пациента и оператора.

Краткое описание чертежей

Фиг.1 - схематичный вид рентгеновского диагностического устройства, соответствующего настоящему изобретению.

Фиг.2 - схематичный вид прецессии по настоящему изобретению.

Фиг.3 - график периода запуска в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг.4 - графики зависимостей, показывающие соотношение между углами поворота в период запуска в соответствии с одним вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг.5 - траектория перемещения средства регистрации рентгеновского излучения, соответствующая одному варианту выполнения настоящего изобретения.

Фиг.6 - графики зависимостей, показывающие соотношение между углами поворота в период запуска в соответствии с другим вариантом выполнения настоящего изобретения.

Фиг.7 - траектория перемещения средства регистрации рентгеновского излучения, соответствующая другому варианту выполнения настоящего изобретения.

Фиг.8 - схематичный вид рентгеновского диагностического устройства, известного из уровня техники.

Фиг.9 - график скорости прецессии в установившемся режиме согласно известному уровню техники.

Перечень позиций

1. Рентгеновская трубка
2. Средство регистрации рентгеновского изображения
3. С-образная скоба (средство крепления)
4. Средство крепления
5. Средство крепления
6. Контроллер привода
7. Потолочные рельсы
8. Генератор напряжения
9. Устройство для обработки изображения
10. Монитор
11. Блок управления
12. Панель управления
121. Устройство ввода данных

122. Ручной переключатель
 123. Ножной переключатель
 124. Устройство отображения

5
 13. Серводвигатель
 14. Серводвигатель
 41. Ведущая шестерня
 31. Зубчатая полоса

М. Пациент

10
 Т. Диагностический стол
 101. Средство излучения рентгеновских лучей
 102. Средство регистрации рентгеновского изображения
 103. С-образная скоба

15
 104. Средство крепления
 105. Средство крепления
 113. Приводное средство поворота
 114. Приводное средство поворота
 106. Средство управления приводом.

20 Лучший вариант осуществления изобретения

Далее со ссылкой на прилагаемые чертежи описаны варианты выполнения настоящего изобретения.

Вариант 1 выполнения

25 На фиг.1 изображен схематичный вид рентгеновского диагностического устройства, которое соответствует настоящему изобретению и включает в себя следующие компоненты: С-образную скобу 3, которая удерживает средство 1 излучения рентгеновских лучей и средство 2 регистрации рентгеновского изображения так, чтобы данные средства были расположены против друг друга; средство 4
 30 крепления, удерживающее С-образную скобу 3 так, чтобы она могла плавно поворачиваться; средство 5 крепления, удерживающее средство 4 крепления так, чтобы средство 4 крепления могло поворачиваться вокруг оси Y; серводвигатель 13, который плавно поворачивает С-образную скобу 3; и серводвигатель 14, который поворачивает средство 4 крепления. Ось вращения серводвигателя 13 сопряжена с
 35 осью вращения ведущей шестерни 41, которая расположена на средстве 4 крепления, при этом ведущая шестерня 41 входит в зацепление с зубчатой полосой 31, которая расположена на С-образной скобе 3. При данной конфигурации вращение серводвигателя 13 приводит к повороту ведущей шестерни 41, что в свою очередь
 40 вызывает плавное перемещение С-образной скобы. Предусмотрен также контроллер 6 привода, управляющий серводвигателями 13 и 14.

В настоящем изобретении серводвигатели 13 и 14 служат приводными средствами поворота, а контроллер 6 привода - средством управления приводом. Однако в
 45 рамках настоящего изобретения приводное средство поворота может быть не серводвигателем, а любым другим двигателем, к примеру простым двигателем постоянного тока или двигателем переменного тока, не имеющим встроенного управления с обратной связью, но способным перемещать С-образную скобу 3 или средство 4 крепления с заданной угловой скоростью. Однако при использовании
 50 серводвигателя прецессия может быть осуществлена точнее.

Средство 5 крепления закреплено так, что оно может поступательно перемещаться относительно потолочных рельсов 7. Средство 5 крепления может быть закреплено не на потолочных рельсах, а расположено на полу, при этом данное средство может

быть установлено на полу или потолочных рельсах с помощью других деталей. В частности, допустимо предусмотреть средство крепления, которое удерживает средство 5 крепления так, чтобы средство 5 крепления могло поворачиваться вокруг оси Z поворота, перпендикулярной осям X и Y поворота, и закрепить средство 5 крепления на вышеуказанных потолочных рельсах 7 или полу.

В то же время пациент М размещается на диагностическом столе Т, и стол Т или С-образная скоба 3 перемещаются так, чтобы изучаемая область пациента М располагалась между средством 1 излучения рентгеновских лучей и средством 2 регистрации рентгеновского изображения. Кроме того, рентгеновское диагностическое устройство включает в себя генератор 8 высокого напряжения, подающий высокое напряжение, соответствующее заданным условиям, на средство 1 излучения рентгеновских лучей, устройство 9 для обработки изображений, которое обрабатывает сигналы, поступающие от средства 2 регистрации рентгеновских изображений, и формирует изображения, и монитор 10 (не показан), который отображает сформированные изображения.

Кроме того, рентгеновское диагностическое устройство включает в себя блок 11 управления, который подает команды на контроллер 6 привода, генератор 8 высокого напряжения и устройство 9 для обработки изображений. С блоком 11 управления соединена панель 12 управления, которая включает в себя следующие компоненты: устройство 121 ввода данных, используемое, к примеру, для задания параметров изображения и рентгеновского излучения и установки С-образной скобы 3 в заданное положение; ручной переключатель 122 для начала рентгенографии; ножной переключатель 123 для выполнения рентгеноскопии; и устройство 124 для отображения различной информации, к примеру, параметров рентгеновского излучения.

На устройстве 121 ввода данных расположен переключатель для перемещения в исходное положение прецессии. После того как нажат переключатель, блок 11 управления подает на контроллер 6 привода команду, и С-образная скоба 3 перемещается в заранее отмеченное исходное положение прецессии. Контроллер 6 привода, на который поступила команда, подает ее на серводвигатели 13 и 14, в результате С-образная скоба перемещается в исходное положение.

Оператор управляет устройством 121 ввода данных и выбирает режим прецессии в качестве параметров изображений. Затем задаются параметры рентгеновской визуализации (рентгеноскопии, рентгенографии). После этого приводятся в действие переключатели, расположенные на устройстве 121 ввода данных, для перемещения С-образной скобы в исходное положение прецессии.

Когда при данных условиях оператор приводит в действие ножной переключатель 123, блок 11 управления подает на генератор 8 высокого напряжения команду об излучении рентгеновских лучей. Одновременно на устройство 9 для обработки изображений подается команда об обработке сигналов, поступающих от средства регистрации рентгеновских изображений, и генерации изображений. Генератор 8 высокого напряжения подает на средство 1 излучения рентгеновских лучей высокое напряжение, которое соответствует параметрам рентгеноскопии. Средство 1 излучения рентгеновских лучей излучает рентгеновские лучи в соответствии с данным высоким напряжением. Рентгеновские лучи, проходящие через изучаемую область пациента М, поступают на средство 2 регистрации рентгеновских изображений. Затем средство 2 регистрации рентгеновских изображений формирует на выходе сигнал в соответствии с поступившим излучением. Устройство 9 для обработки

изображений получает команды от блока 11 управления, обрабатывает сигналы, исходящие от средства 2 регистрации рентгеновских изображений, и генерирует изображения, которые отображаются на мониторе 10.

5 Оператор проверяет рентгеноскопическое изображение, которое отобразилось на мониторе 10, чтобы убедиться, что изучаемая область расположена рядом с центром изображения; если необходимо провести ангиографию с введением контрастного вещества, то оператор нажимает на переключатель 122, чтобы видеть
10 рентгеноскопические изображения, отображаемые на мониторе, по которым можно судить, что контрастное вещество достигло главной изучаемой области. После того как нажат ручной переключатель 122, блок 11 управления подает команду на контроллер 6 привода для начала прецессии.

Управление запуском

15 После того как контроллер 6 привода, управляющий серводвигателями 13 и 14, получает команду от блока 11 управления, контроллер 6 начинает запуск. Управление запуском детально проиллюстрировано на фиг. 2. На фиг.2(a) изображен вид в перспективе траектории перемещения рентгеновской трубки 1 и регистратора 2 рентгеновского изображения. Фиг.2(b) соответствует изображению на фиг.2(a), если на
20 него смотреть в направлении оси Z. В этой специальной системе координат вектор, соединяющий рентгеновскую трубку 1 с регистратором 2 рентгеновских изображений, совпадает с осью Z тогда, когда угол φ_1 поворота C-образной скобы 3 равен 0 и угол φ_2 поворота средства 4 крепления равен 0. Угол φ_1 поворота C-образной скобы 3 принимается положительным, если поворот происходит по часовой стрелке
25 относительно оси X (на фигуре - направление стрелки φ_1). Угол φ_2 поворота средства 4 крепления принимается положительным, если поворот происходит против часовой стрелки относительно оси Y (на фигуре - направление стрелки φ_2).

(i) Определение исходного положения S и положения E установившегося режима
30 Исходное положение (S на фиг.2(a)) C-образной скобы 3 и средства 4 крепления соответствует $\varphi_{0S1} = -\pi/6$ (-30 градусов) и $\varphi_{0S2} = 0$. Принимая во внимание то, что в качестве длины запуска используется расстояние, равное $1/4$ полного периода перемещения в установившемся режиме, C-образная скоба 3 должна повернуться на
35 $\pi/6$, а средство 4 крепления - на $\pi/6$ к моменту достижения положения (E на фиг.2(a), $\varphi_{0E1} = 0$, $\varphi_{0E2} = \pi/6$), соответствующей началу работы в установившемся режиме. Отношение большей оси к меньшей оси эллиптической или круговой орбиты перемещения средства 1 излучения рентгеновских лучей и 2-мерного регистратора 2 излучения, определяемое такими условиями, как исходное положение, соответствует в
40 настоящем изобретении отношению a к b. В данном примере осуществления настоящего изобретения $\varphi_{0S1} = \pi/6$ соответствует a, а $\varphi_{0E2} = \pi/6$ соответствует b. То есть средство 1 излучения рентгеновских лучей и двумерный регистратор 2 излучения перемещаются по круговым орбитам.

(ii) Вычисление времени, необходимого для запуска, на основе длины запуска
45 Пусть скорость C-образной скобы 3 описывается функцией $f(t)$; если C-образная скоба 3 перемещается в течение времени ΔT_1 и конечный момент равен T, то выполняется следующее уравнение:

$$50 \int_{t=T-\Delta T_1}^T f(t)dt = \frac{\pi}{6} = \int_{t=T-\Delta T}^T \frac{\pi}{6} \cdot \sin(t)dt$$

Уравнение 4

Кроме того, пусть функция $g(t)$ представляет собой скорость средства (4) крепления,

если средство 4 крепления перемещается в течение времени ΔT_2 и конечный момент времени равен T , то выполняется следующее уравнение:

$$\int_{t=T-\Delta T_2}^T g(t)dt = \frac{\pi}{6} = \int_{t=T-\Delta T}^T \frac{\pi}{6} \cdot \cos(t)dt$$

Уравнение 5

В соответствии с настоящим изобретением размерность t не обязательно выражается в секундах, но может быть нормированной по времени 2π для осуществления цикла перемещения в установившемся режиме. Вышеописанный параметр аналогичен использованию в качестве длины запуска расстояния, соответствующего $1/4$ периода перемещения в установившемся режиме, поэтому ΔT принимает значение $\pi/2$.

(ii) Вычисление времени, необходимого для запуска, на основе длины запуска

Функции $f(t)$ и $g(t)$ в вышеуказанных уравнениях 4 и 5 могут быть фиксированными при любых условиях или изменяемыми в зависимости от условий. В данном примере осуществления настоящего изобретения использованы функции, изображенные на фиг.3. Эти функции удовлетворяют следующему условию: изменение скорости в период запуска не превышает соответствующего максимального ускорения. Это условие позволяет устранить искажения изображений из-за вибрации системы и создать пациенту чувство безопасности.

$$\left| \frac{d}{dt} f(t) \right| \leq |a| \quad (T - \Delta T_1 \leq t \leq T)$$

$$\left| \frac{d}{dt} g(t) \right| \leq |b| \quad (T - \Delta T_2 \leq t \leq T)$$

Уравнение 6

В этом случае вычисляются значения ΔT_1 и ΔT_2 , удовлетворяющие этим уравнениям. Контроллер 6 привода использует вычисленные значения ΔT_1 и ΔT_2 в качестве основы для формирования команд скорости, подаваемых на серводвигатели 13 и 14.

На фиг.4 показано соотношение между угловой скоростью и углом поворота в период запуска, когда осуществляется вышеописанное управление. На фиг.4(a) показано изменение угловой скорости при повороте С-образной скобы 3. На этой фигуре пунктирная линия отражает скорость в установившемся режиме, а $f(t)$ - скорость в период запуска. На левом графике фиг.4(b) изображен угол поворота за период запуска в качестве значения интеграла (площадь заштрихованной области). На правом графике фиг.4(b) изображен угол, равный значению интеграла (площади заштрихованной области), когда для привода используется та же угловая скорость, что и в установившемся режиме. Функция $f(t)$ выбирается так, чтобы площади заштрихованных областей, изображенных в левой и правой частях фиг.4(b), были равны между собой. В данном примере осуществления настоящего изобретения угловая скорость при повороте С-образной скобы 3 во время запуска та же, что и в установившемся режиме. Аналогично на фиг.4(c) и 4(d) изображены угловая скорость и угол поворота средства 4 крепления за период запуска. Функция $g(t)$ определяется так, чтобы площади заштрихованных областей, изображенных в левой и правой частях фиг.4(d), были равны между собой. В данном примере осуществления настоящего изобретения $g(t)=b/2\cos(t+\Delta T_2)$.

Позиция Е, изображенная на фиг.2, достигается в момент времени $t=T$. В данном примере осуществления настоящего изобретения сначала начинает поворачиваться средство 4 крепления со скоростью $g(t)$, а затем - и С-образная скоба 3 со скоростью $f(t)$.

5 Работа в установившемся режиме

Одновременно с завершением запуска блок 11 управления подает на генератор 8 высокого напряжения команду об излучении рентгеновских лучей. В то же время команда подается и на устройство 9 обработки изображений для обработки сигнала, исходящего от средства 2 регистрации рентгеновских изображений, и формирования изображений. К этому времени С-образная скоба 3 уже завершила свой запуск и перемещается в установившемся режиме по орбите прецессии. Генератор 8 высокого напряжения подает на рентгеновскую трубку 1 высокое напряжение в соответствии с заданными условиями, в результате рентгеновская трубка 1 излучает рентгеновские лучи. Излученные рентгеновские лучи проходят через изучаемую область пациента М и поступают на средство 2 регистрации рентгеновских изображений, которое выдает сигналы в соответствии с характеристиками падающего излучения. Устройство 9 обработки изображений получает команды от блока 11 управления, обрабатывает сигналы, поступающие от средства 2 регистрации рентгеновских изображений, и формирует изображения, которые отображаются на мониторе 10. Кроме того, устройство 9 обработки изображений включает в себя средство 91 хранения изображений, в котором серии изображений сохраняются. Последовательность вышеописанных операций выполняется непрерывно и одновременно с прецессией в установившемся режиме, которая вызвана перемещением С-образной скобы 3 и средства 4 крепления с помощью серводвигателей 13 и 14, поэтому на мониторе 10 отображаются трехмерные динамические изображения. Что касается момента подачи команды об излучении рентгеновских лучей от блока 11 управления на генератор 8 высокого напряжения, то эта команда может подаваться не в момент завершения запуска, а перед завершением или после него. Кроме того, желательно, чтобы подавался сигнал (так называемый сигнал готовности), необходимый для прогрева рентгеновской трубки 1, когда начат запуск, поскольку излучение рентгеновских лучей может быть начато непосредственно после подачи команды об излучении рентгеновских лучей.

Завершение получения изображения

Когда оператор прекращает активацию ручного переключателя 122, блок 11 управления подает на генератор 8 высокого напряжения команду о прекращении излучения рентгеновских лучей. При этом на устройство 9 обработки изображений поступает команда о прекращении сбора изображений. Кроме того, на средство 6 управления приводом поступает команда об остановке С-образной скобы. Желательно, чтобы С-образная скоба замедлялась при остановке так же плавно, как и ускорялась при вышеописанном запуске. Однако даже если устройство вибрирует, больше не нужно уменьшать скорость так, чтобы она изменялась с тем же в общем ускорением, что и при запуске, поскольку вибрация гасится к моменту следующего запуска. К тому же для устранения чувства страха у пациента желательно, чтобы С-образная скоба останавливалась как можно быстрее. Однако в интересах безопасности, как и при запуске, желательно, регулировать скорость поворота, так чтобы рентгеновская трубка 1 или регистратор 2 рентгеновских изображений оставались в пределах круговой орбиты.

На фиг.5 изображена орбита рентгеновской трубки в плоскости X-Y, когда

выполняется вышеописанное управление. Поскольку сначала поворачивается средство 4 крепления, рентгеновская трубка 1 перемещается по траектории, которая расположена за пределами эллиптической орбиты, соответствующей перемещению трубки в установившемся режиме. При этом возникает риск задевания устройством расположенных рядом стоек для инфузии, электрокардиографических устройств или устройств для введения контрастного вещества. Поэтому далее описан другой вариант выполнения настоящего изобретения (вариант 2), когда устройство управляется так, чтобы траектория перемещения лежала внутри круговой или эллиптической орбиты.

Вариант 2 выполнения

Поскольку конструкция контроллера 6 привода в отношении функций, отличных от функции запуска, та же, что и в первом примере осуществления настоящего изобретения, данная функция здесь не описана.

(ii) Вычисление времени, необходимого для запуска, на основе длины прохода

Функции $f(t)$ и $g(t)$, приведенные в уравнениях 4 и 5, могут быть фиксированными при всех условиях или переменными в зависимости от условий. В данном примере осуществления настоящего изобретения использованы те же функции, что изображены на фиг.6. Смысл отдельных графиков, приведенных на фиг.6, соответствует смыслу графиков, приведенных на фиг.4. Соответствующие функции удовлетворяют следующим условиям. При выполнении условия, что изменение скорости в течение периода запуска не превышает соответствующих максимальных значений ускорения, сначала начинает поворачиваться С-образная скоба 3 со скоростью $f(t)$, а затем - и средство 4 крепления со скоростью $g(t)$. Это позволяет устранить искажения на изображениях из-за вибраций устройства (фиг.7) и создать у пациента ощущение безопасности. Кроме того, во время запуска средство 1 излучения рентгеновских лучей и двумерный регистратор 2 излучения перемещаются внутри круговой орбиты, соответствующей установившемуся режиму.

На основе вычисленных значений ΔT_1 и ΔT_2 контроллер 6 привода подает на серводвигатели 13 и 14 команду по скорости. На фиг.4 изображены функции $f(t)$ и $g(t)$, наложенные друг на друга, при этом горизонтальная ось соответствует времени t . Позиция E, изображенная на фиг.2, достигается в момент времени $t=T$. В данном примере осуществления настоящего изобретения, поскольку значение ΔT_2 изначально больше, поэтому средство 4 крепления сначала поворачивается со скоростью $g(t)$, и за ним С-образная скоба 3 поворачивается со скоростью $f(t)$.

Таким образом, в соответствии с настоящим изобретением режим работы с использованием требуемого значения ускорения достигается при использовании разных моментов начала работы для двух осей. Однако в зависимости от используемых функций $f(t)$ и $g(t)$ перемещение данных средств может начаться и одновременно.

Формула изобретения

1. Рентгеновское диагностическое устройство, содержащее:
 средство излучения рентгеновских лучей;
 средство регистрации рентгеновских изображений;
 первое средство крепления для удержания средства излучения рентгеновских лучей и средства регистрации рентгеновского изображения напротив друг друга;
 второе средство крепления для удержания первого средства крепления с возможностью его поворота вокруг первой оси;
 первое приводное средство для поворота первого средства крепления;

третье средство крепления для удержания второго средства крепления с
возможностью его поворота вокруг второй оси, перпендикулярной первой оси;
второе приводное средство для поворота второго средства крепления; и
средство управления приводом для регулирования скорости приводного движения
5 первого приводного средства и второго приводного средства;

при этом средство управления приводом выполнено с возможностью управления
первым приводным средством и вторым приводным средством так, чтобы
выполнялись следующие условия:

10 (А) одно из средств крепления, первое средство крепления или второе средство
крепления, поворачивается в установившемся режиме с угловой скоростью $a \cdot \sin(t)$, а
другое средство крепления поворачивается с угловой скоростью $b \cdot \cos(t)$, так что
средство излучения рентгеновских лучей и средство регистрации рентгеновского
излучения осуществляют прецессию по круговой или эллиптической орбите, где a и b -
15 максимальная угловая скорость соответствующего средства крепления в
установившемся режиме, t - время; и

(В) одно из средств крепления находится в периоде запуска в течение времени ΔT_1
от положения с исходным углом φ_1 и с угловой скоростью $f(t)$, а другое средство
20 крепления находится в периоде запуска в течение времени ΔT_2 от положения с
исходным углом φ_2 и с угловой скоростью $g(t)$, при этом при условии, что
установившийся режим достигается в момент времени T , выполняются все
нижеприведенные уравнения, где ΔT - длительность поворота из положения с углом
25 φ_1, φ_2 до положения с углом, при котором достигается установившийся режим, при
повороте с угловой скоростью $a \cdot \sin(t)$ и $b \cdot \cos(t)$ соответственно:

$$\int_{t=T-\Delta T_1}^T f(t)dt = \int_{t=T-\Delta T}^T a \cdot \sin(t)dt$$

$$30 \int_{t=T-\Delta T_2}^T g(t)dt = \int_{t=T-\Delta T}^T b \cdot \cos(t)dt$$

$$f(T)=a \cdot \sin(T), f(T-\Delta T_1)=0$$

$$g(T)=b \cdot \cos(T), g(T-\Delta T_2)=0$$

$$35 \left| \frac{d}{dt} f(t) \right| \leq |a| \quad (T - \Delta T_1 \leq t \leq T)$$

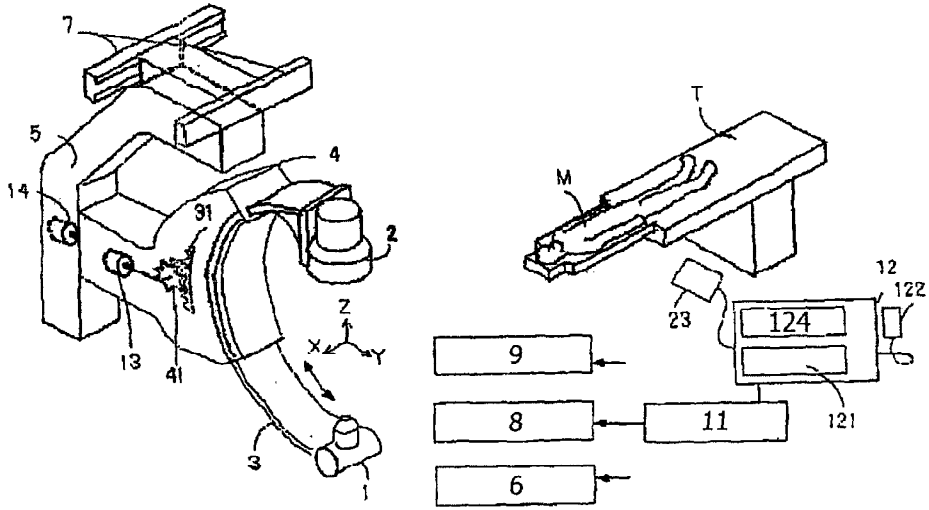
$$\left| \frac{d}{dt} g(t) \right| \leq |b| \quad (T - \Delta T_2 \leq t \leq T)$$

$$\varphi_1 = -a \cdot \cos(T - \Delta T)$$

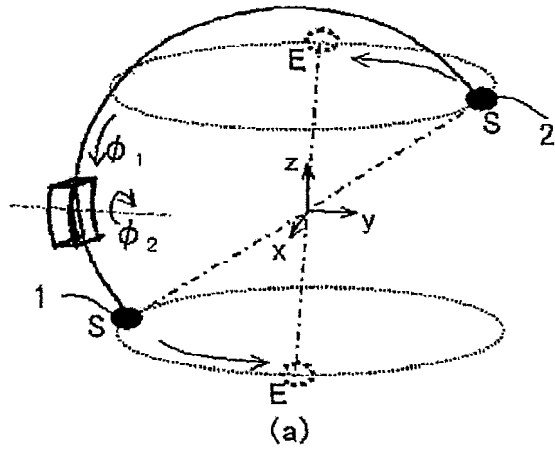
$$40 \varphi_2 = b \cdot \sin(T - \Delta T)$$

2. Рентгеновское диагностическое устройство по п.1, в котором средство
управления приводом выполнено с возможностью управления первым приводным
средством и вторым приводным средством так, чтобы в период запуска средство
45 излучения рентгеновских лучей и средство регистрации рентгеновских лучей
перемещались по траектории, расположенной внутри круговой или эллиптической
орбиты, соответствующей установившемуся режиму.

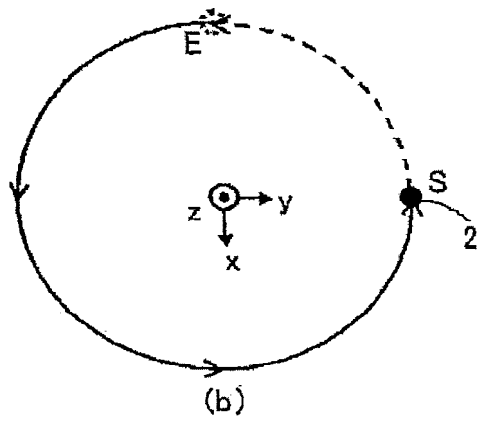
50



Фиг.1

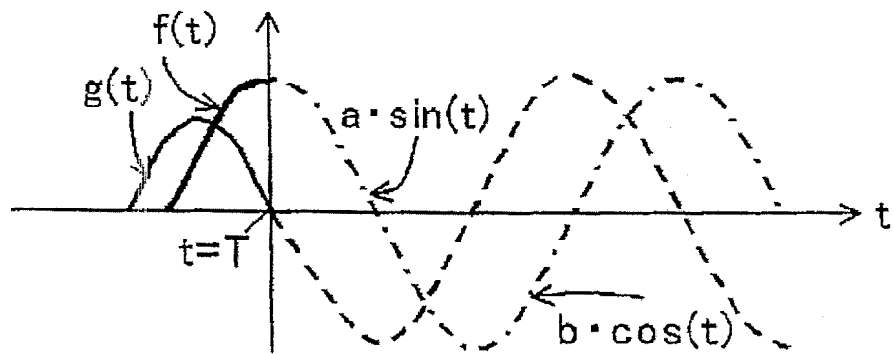


(a)

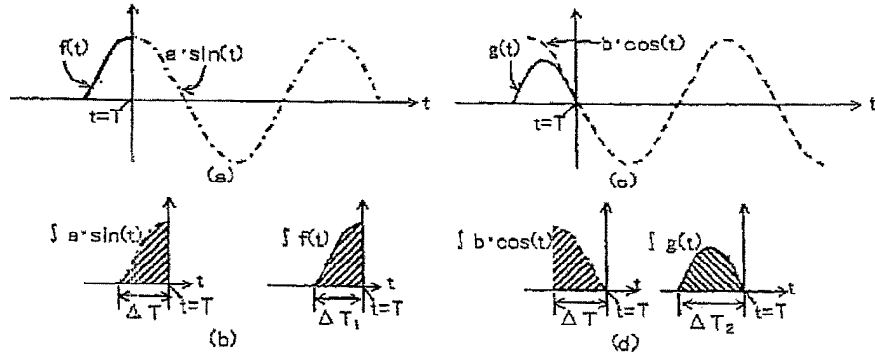


(b)

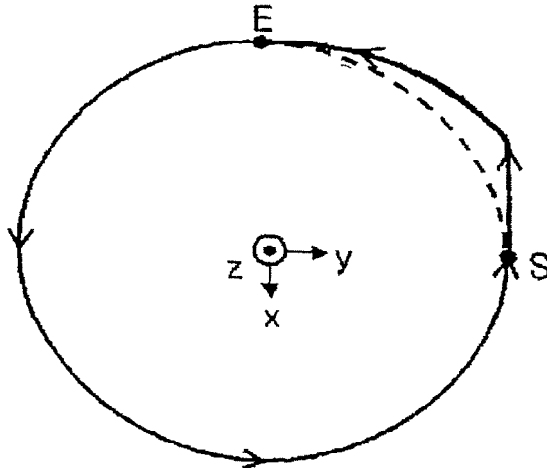
Фиг.2



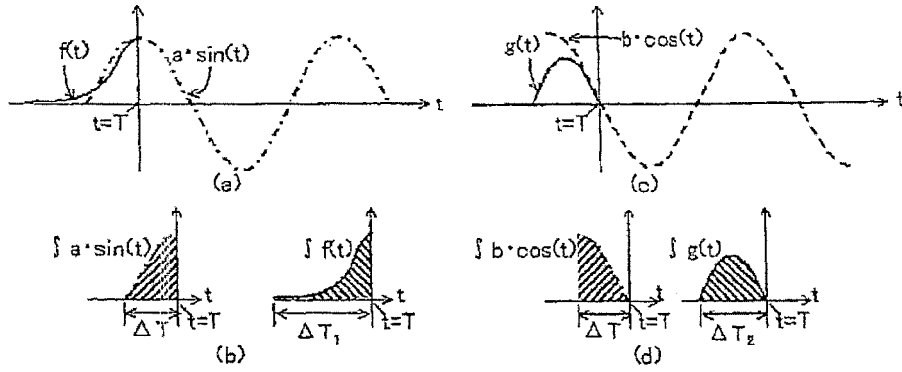
Фиг.3



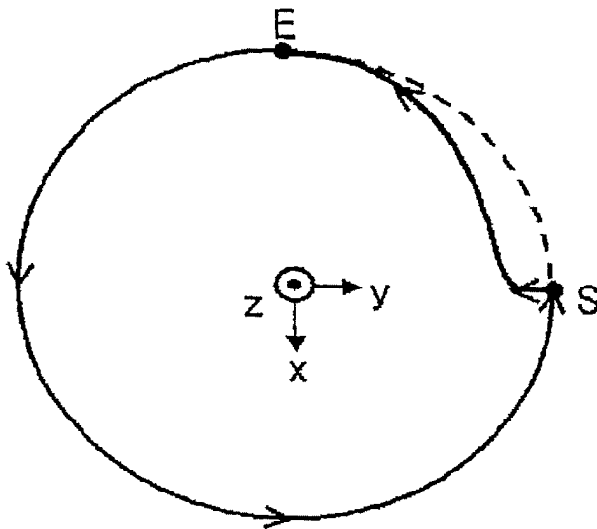
Фиг.4



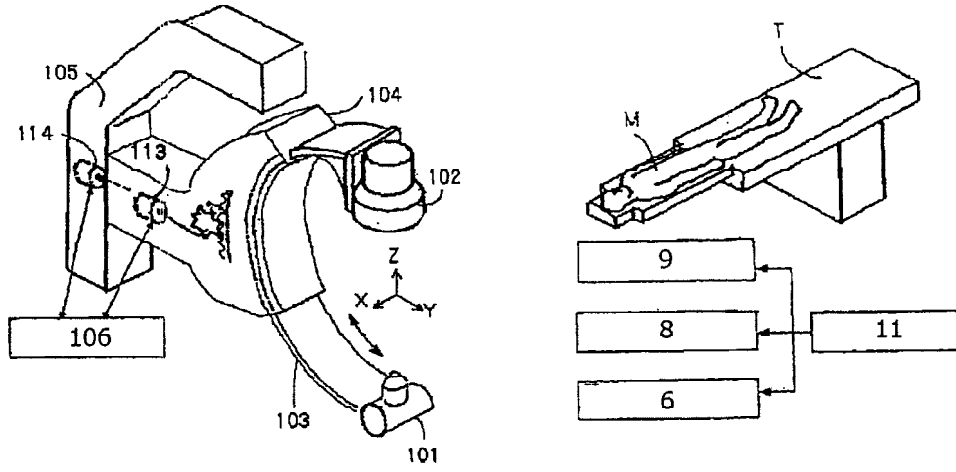
Фиг.5



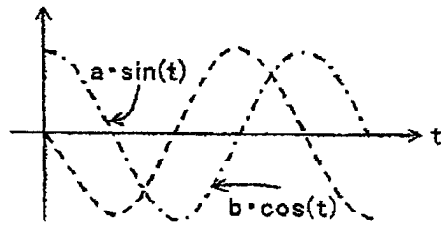
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8



Фиг.9