



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008104238/28, 04.02.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.02.2008

(45) Опубликовано: 27.05.2009 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1141595 A, 23.02.1985. RU 2080606 C1,
27.05.1997. SU 1213549 A, 23.02.1986. US
5333169 A, 26.07.1994. GB 1173967 A,
10.12.1969.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, ГОУ
ВПО "УГТУ-УПИ", Центр интеллектуальной
собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Хохлов Константин Олегович (RU),
Матяш Юлия Игоревна (RU)

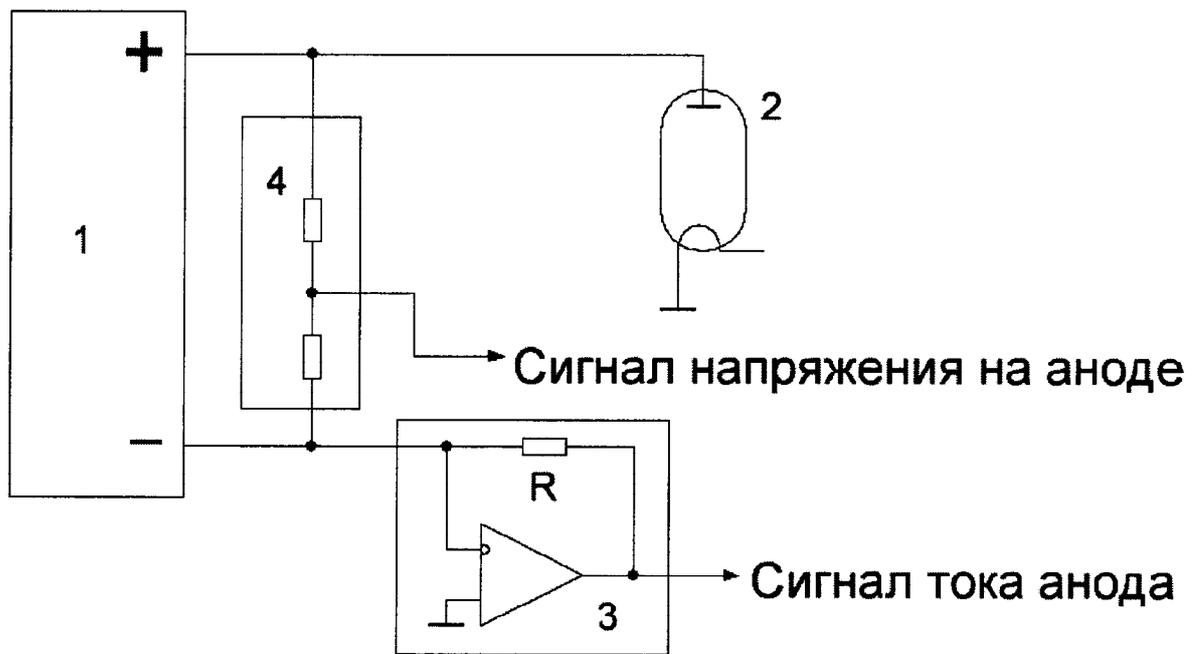
(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Уральский государственный
технический университет - УПИ" (RU)**(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ ТОКА АНОДА И НАПРЯЖЕНИЯ НА АНОДЕ РЕНТГЕНОВСКОЙ ТРУБКИ**

(57) Реферат:

Использование: для измерения тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки. Сущность: заключается в том, что измеритель тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки содержит рентгеновскую трубку с заземленным катодом, источник высокого напряжения, плюсовой вывод которого подключен к аноду рентгеновской трубки, датчик анодного тока, вход которого подключен к минусовому выводу источника высокого напряжения, и делитель напряжения, подключенный

параллельно источнику высокого напряжения, при этом датчик анодного тока выполнен в виде преобразователя тока в напряжение на операционном усилителе с резистором в цепи отрицательной обратной связи, к входу которого подключен минусовой вывод источника высокого напряжения. Технический результат: упрощение схемы измерения и стабилизации тока анода рентгеновской трубки, а также расширение диапазона стабилизированных рабочих токов анода рентгеновской трубки. 2 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008104238/28, 04.02.2008**

(24) Effective date for property rights:
04.02.2008

(45) Date of publication: **27.05.2009 Bull. 15**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, GOU VPO
"UGTU-UPI", Tsentr intellektual'noj
sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Khokhlov Konstantin Olegovich (RU),
Matjash Julija Igorevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet - UPI" (RU)**

(54) DEVICE FOR MEASURING ANODE CURRENT AND VOLTAGE ACROSS ANODE OF X-RAY TUBE

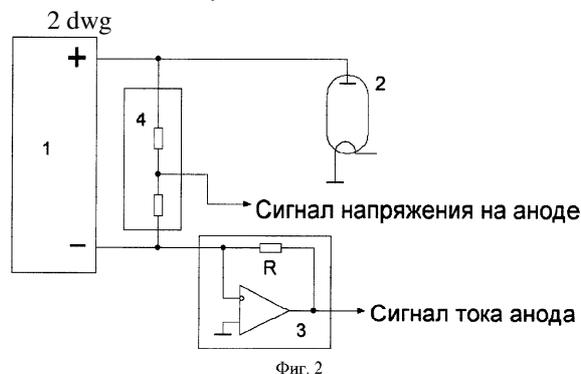
(57) Abstract:

FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: present invention can be used for measuring anode current and voltage across the anode of an X-ray tube. The device for measuring anode current and voltage across the anode of an X-ray tube has an X-ray tube with a grounded cathode, a high voltage source, the pole terminal of which is connected to the anode the X-ray tube, an anode current sensor, the input of which is connected to the minus terminal of the high voltage source, and a voltage divider, connected in parallel to the high voltage source. The anode current sensor is made in form of a current-to-voltage converter on an operational amplifier with a resistor in a negative feedback circuit, the input of which is connected to

the minus terminal of the high voltage source.

EFFECT: simple circuit for measuring and stabilising anode current of an X-ray tube, as well as a wider range of stabilised operational anode currents of an X-ray tube.



RU 2 3 5 7 3 8 5 C 1

RU 2 3 5 7 3 8 5 C 1

Заявленное изобретение относится к области рентгентехники, а именно к портативным рентгеновским генераторам, применяющимся при рентгенофлюоресцентном анализе, преимущественно - к проблеме измерения и стабилизации тока анода и напряжения на аноде рентгеновских излучателей (рентгеновских трубок, далее - РТ) с заземленным катодом, в переносных рентгенофлюоресцентных спектрометрах.

Известны устройства (Авт.св. СССР №784032, H05G 1/32; Авт.св. СССР №711708, H05G 1/32), предназначенные для питания РТ, имеющие в своем составе измерители тока анода и напряжения на аноде. В качестве датчика анодного тока трубки используется токоизмерительный резистор. Резистор является преобразователем тока анода в сигнал напряжения, который служит для измерения и/или является сигналом обратной связи для стабилизации тока анода. В качестве измерителя напряжения на аноде используется измерительный делитель напряжения.

Известны устройства (Авт.св. СССР №1221767, H05G 1/34; Авт.св. СССР №514456, H 05G 1/34), предназначенные для питания РТ, имеющие в своем составе измерители тока анода. В качестве датчика анодного тока трубки используется токоизмерительный резистор, который включен в разрыв цепи между общим проводом и одним из выводов высоковольтного источника питания.

Известно устройство (Авт.св. СССР №1141595, H05G 1/32), содержащее измеритель тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки, который необходим для выработки сигналов обратной связи анодного тока и напряжения на аноде с целью измерения и стабилизации этих параметров у рентгеновской трубки с заземленным катодом в составе рентгеновского аппарата. Фиг.1 демонстрирует измеритель тока анода и напряжения на аноде, который содержит источник высокого напряжения 1, представляющий собой высоковольтный умножитель напряжения, рентгеновскую трубку 2, датчик анодного тока 3 и делитель напряжения 4. Ток анода рентгеновской трубки 2 измеряется датчиком анодного тока 3, представляющим собой токоизмерительный резистор, который включен в разрыв цепи между общим проводом и минусовым выводом источник высокого напряжения 1. Такое включение позволяет формировать сигнал обратной связи на резисторе относительно общего провода, который пропорционален току анода. Делитель напряжения 4 предназначен для измерения напряжения на аноде. Он представляет собой высоковольтный резистивный делитель, вырабатывающий сигнал обратной связи относительно общего провода, пропорциональный напряжению на аноде РТ. Приведенный измеритель тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки выбран в качестве прототипа.

Прототип имеет недостаток, заключающийся в том, что сигналы, соответствующие току анода и напряжению на аноде имеют различную полярность относительно общего провода. Этот недостаток приводит к необходимости предусматривать дополнительные электрические цепи (двуполярный источник питания измерительных и стабилизирующих узлов, дополнительный источник питания, инвертор сигнала тока анода и т.п.).

Заявляемое изобретение позволяет упростить схему измерения и стабилизации тока анода РТ, а также значительно расширить диапазон стабилизированных рабочих токов анода РТ без существенного усложнения (даже с упрощением) схемотехнических решений.

Поставленная задача решается следующим образом.

Измеритель тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки, содержащий рентгеновскую трубку с заземленным катодом, источник высокого напряжения,

плюсовой вывод которого подключен к аноду рентгеновской трубки, датчик анодного тока, вход которого подключен к минусовому выводу источника высокого напряжения, и делитель напряжения, подключенный параллельно источнику высокого напряжения, отличающийся тем, что датчик анодного тока выполнен в виде преобразователя тока в напряжение на операционном усилителе с резистором в цепи отрицательной обратной связи, к входу которого подключен минусовой вывод источника высокого напряжения.

Разработан измеритель тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки (фиг.2), содержащий источник высокого напряжения 1, рентгеновскую трубку 2, датчик анодного тока 3 и делитель напряжения 4.

Устройство работает следующим образом. Источник высокого напряжения 1 вырабатывает высокое напряжение, необходимое для питания анода рентгеновской трубки 2. Минусовой вывод источника высокого напряжения 1 подключен к входу датчика анодного тока 3. Датчик анодного тока 3, предназначенный для формирования сигнала, пропорционального току анода, представляет собой преобразователь тока в напряжение, выполненный на операционном усилителе (ОУ) с резистором R в цепи отрицательной обратной связи. Особенностью такой схемы является значение потенциала на инвертирующем входе ОУ, который равен потенциалу общего провода, при условии, что ОУ находится в линейном режиме работы (так называемый «виртуальный ноль»). Таким образом, минусовой вывод источника высокого напряжения 1 подключен к нулевому потенциалу через «виртуальный ноль», и на плюсовом выводе источника высокого напряжения 1 формируется положительное высокое напряжение относительно общего провода, которое подается на анод РТ 2. Анодный ток является вытекающим с входа датчика анодного тока 3 на минусовой вывод источника высокого напряжения 1. Следовательно, на выходе схемы преобразователя тока в напряжение формируется положительное напряжение $U=R \cdot I_a$, которое и является сигналом обратной связи, пропорциональным току анода. Делитель напряжения 4 предназначен для измерения напряжения на аноде РТ, который вырабатывает положительное напряжение сигнала относительно общего провода, и этот сигнал пропорционален напряжению на аноде. Для исключения протекания тока делителя через контур протекания тока анода нижний вывод делителя 4 подключен к точке «виртуального нуля». Такое включение устраняет погрешность измерения тока анода, вследствие протекания тока делителя через резистор обратной связи R. В результате получаем как сигнал анодного тока, так и сигнал напряжения на аноде одинаковой полярности. В данном случае - положительной относительно общего провода. Проведенные испытания показали уверенное измерение и стабилизацию тока анода в пределах 5 микроампер - 5 миллиампер (цифры ограничены только способностью РТ и ОУ - в конкретном случае - AD820).

Заявляемый измеритель тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки имеет следующие преимущества:

- не требует двуполярных или дополнительных источников питания; и
- дополнительных преобразователей напряжений для цепей измерения и стабилизации, или инверторов сигналов, что существенно упрощает и удешевляет схему рентгеновских генераторов, содержащих такой измеритель;
- позволяет использовать для питания рентгеновских генераторов, содержащих заявляемый измеритель, однополярный источник питания (батарею или аккумулятор).

Перечисленные преимущества особенно важны для переносной рентгеновской

аппаратуры.

Формула изобретения

5 Измеритель тока анода и напряжения на аноде рентгеновской трубки, содержащий
рентгеновскую трубку с заземленным катодом, источник высокого напряжения,
плюсовой вывод которого подключен к аноду рентгеновской трубки, датчик
анодного тока, вход которого подключен к минусовому выводу источника высокого
10 напряжения, и делитель напряжения, подключенный параллельно источнику высокого
напряжения, отличающийся тем, что датчик анодного тока выполнен в виде
преобразователя тока в напряжение на операционном усилителе с резистором в цепи
отрицательной обратной связи, к входу которого подключен минусовой вывод
источника высокого напряжения.

15

20

25

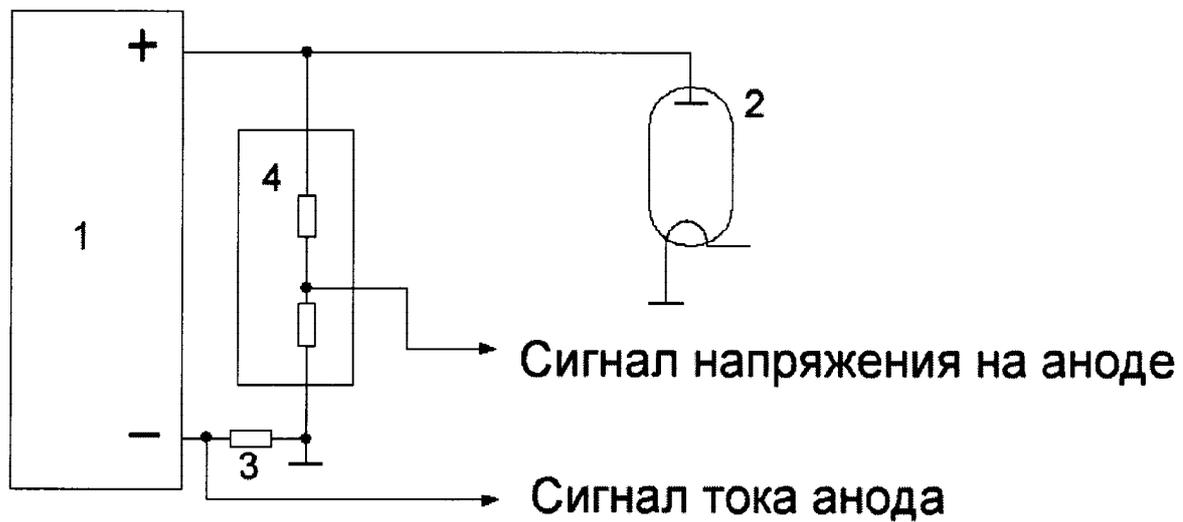
30

35

40

45

50



Фиг. 1



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **05.02.2010**

Дата публикации: **20.11.2011**

RU 2 357 385 C1

RU 2 357 385 C1