



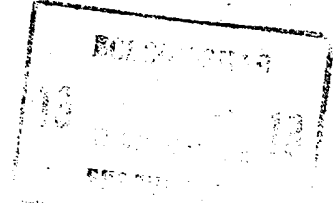
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1135286 A

(51) 4 G 01 N 9/24

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3602871/24-25  
(22) 06.06.83  
(46) 15.12.85. Бюл. № 46  
(71) Научно-исследовательский институт электронной интроскопии при Томском ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени политехническом институте им. С.М. Кирова  
(72) В.Б. Сорокин  
(53) 621.039.8(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 880105, кл. G 01 N 9/24, 1980.  
Авторское свидетельство СССР № 723870, кл. G 01 N 9/24, 1978.  
(54)(57) ЭЛЕКТРОННЫЙ ПЛОТНОМЕР, содержащий источник электронов, канал для проводки электронов, детектор электронов, выполненный в виде совокупности детектирующих секций, межсекционных экранов и двух узлов суммирования выходных сигналов детек-

тирующих секций, измеритель разности узлов суммирования выходных сигналов детектирующих секций, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерения плотности, детектирующие секции разделены на две группы, детектирующие секции первой группы соединены с первым узлом суммирования выходных сигналов секций, а детектирующие секции второй группы соединены со вторым узлом суммирования выходных сигналов секций, перед входными апертурами детектирующих секций первой группы расположены поглотители электронов, а перед входными апертурами детектирующих секций второй группы расположены поглотители электронов, выполненные с возможностью перемещения за пределы входных апертур указанной второй группы, а выходы узлов суммирования соединены с входами измерителя разности.

(19) SU (11) 1135286 A

Изобретение относится к области измерения плотности материалов радиационными методами, в частности, к устройствам для контроля плотности материалов по обратному рассеянию электронов.

Известен электронный плотномер, содержащий источник электронов, коллиматор, имеющий канал для проводки электронов от источника и внутренний канал регистрации, ограниченный коническими поверхностями, соосными с каналом для проводки электронов от источника и пересекающими его поверхность, детекторы электронов, расположенные, как и источник, по одну сторону от опорного для контролируемого объекта торца коллиматора, имеющего радиус пересечения с внешней поверхностью коллиматора, выбираемый в зависимости от энергии электронов от источника и контролируемого объекта, причем один из детекторов, расположенный во внутреннем канале регистрации коллиматора, имеет телесный угол регистрации, ограниченный внутренним каналом регистрации, и второй детектор — на внешней поверхности коллиматора — имеет телесный угол регистрации, ограниченный внешней поверхностью коллиматора, изменитель отношения, входы которого соединены с детекторами.

Выходные сигналы детекторов этого плотномера, каждый из которых благодаря регистрации обратно рассеянных электронов чувствителен к изменениям плотности объекта, имеют компоненты, соответствующие регистрации тормозного излучения от источника электронов, из канала коллиматора для проводки электронов от источника и возникающего в объекте, интенсивность которого определяется как материалом объекта, так и его толщиной, особенно если она не превышает пробега электронов в материале объекта. Вследствие практической нечувствительности компонентов сигналов, соответствующих тормозному излучению из объекта, к его плотности и различной чувствительности разных детекторов к изменениям толщины вследствие различных телесных углов регистрации детекторов, этот электронный плотномер имеет ограниченную точность из-за погрешности, обусловленной флуктуациями толщины

контролируемых объектов, и зависящей от толщины объекта чувствительности сигналов детекторов к изменениям плотности.

Из известных технических решений ближайшим к изобретению по своей технической сущности является электронный плотномер, содержащий источник электронов, канал для проводки электронов, детектор электронов, выполненный в виде совокупности детектирующих секций, межсекционных экранов и двух узлов суммирования выходных сигналов детектирующих секций.

Однако вследствие меньшего различия в телесных углах регистрации секций детектора, расположенных против вырезов и секцией детектора, расположенных между вырезами коллиматора, чувствительности компонентов сигналов детекторов, соответствующих регистрации тормозного излучения к изменениям толщины объекта, различаются мало, однако чувствительности выходных сигналов в целом к изменениям толщины различаются сильно, так как компонент сигнала, соответствующий регистрации тормозного излучения для секций детектора, расположенных против вырезов, составляет гораздо меньшую долю сигнала, чем для секций детектора, расположенных между вырезами. Поэтому наличие компонентов сигналов секций детекторов, соответствующих регистрации тормозного излучения, при меньшей чувствительности к изменениям плотности из-за практической нечувствительности к ним секций, расположенных против вырезов, определяет низкую точность известного плотномера.

Целью изобретения является повышение точности измерения плотности.

Поставленная цель достигается тем, что в электронном плотномере, содержащем источник электронов, канал для проводки электронов, детектор электронов, выполненный в виде совокупности детектирующих секций, межсекционных экранов и двух узлов суммирования выходных сигналов детектирующих секций, дополнительно содержит измеритель разности, детектирующие секции первой группы соединены с первым узлом суммирования выходных сигналов секций, а детектирующие секции второй группы соединены со вторым

узлом суммирования выходных сигналов секций, перед входными апертурами детектирующих секций первой группы расположены поглотители электронов, а перед входными апертурами детектирующих секций второй группы расположены поглотители электронов, выполненные с возможностью перемещения за пределы входных апертур указанной второй группы, а выходы узлов суммирования соединены со входами измерителя разности.

Выходные сигналы секций первой группы, перед входными апертурами которых расположены поглотители электронов, соответствуют регистрации тормозного излучения. Выходные сигналы секций второй группы, перед входными апертурами которых расположены поглотители электронов, перемещаемые за пределы входных апертур секций, в положении поглотителя за пределами апертур секций соответствуют регистрации как обратно рассеянных электронов, так и тормозного излучения, а в положении поглотителя перед входными апертурами секций — выходные сигналы секций равны компонентам выходных сигналов этих секций, соответствующим регистрации тормозного излучения в положении поглотителя за пределами апертур. Выходной сигнал устройства суммирования выходных сигналов секций первой группы изменением коэффициентов передачи секций или устройства суммирования устанавливается равным выходному сигналу устройства суммирования выходных сигналов секций второй группы при расположении перемещаемых поглотителей перед апертурами секций второй группы, что соответствует нулевому выходному сигналу измерителя разности. Выходной же сигнал измерителя разности в положении перемещаемого поглотителя за пределами апертур секций второй группы, при котором ведется контроль плотности, в этом случае вследствие чередования секций разных групп пропорционален суммарному компоненту выходных сигналов секций второй группы, соответствующему регистрации только обратно рассеянных электронов независимо от объекта контроля источника электронов и т.д.

Чувствительность выходного сигнала измерителя разности к изменениям

плотности равна чувствительности компонента сигнала детектора, соответствующего регистрации только обратно рассеянных электронов, т.е. выше, чем чувствительность выходного сигнала детектора известного плотномера.

Независимость выходного сигнала измерителя разности от интенсивности тормозного излучения обеспечивает также и отсутствие погрешности, обусловленной зависимостью интенсивности тормозного излучения от толщины объекта. Этим достигается более высокая точность контроля плотности.

На фиг. 1 изображена схема плотномера; на фиг. 2 — разрезы А-А, Б-Б, В-В, Г-Г на фиг. 1; на фиг. 3 — график зависимости чувствительности выходного сигнала измерителя разности к изменениям плотности контролируемого объекта от соотношения между выходным сигналом устройства суммирования выходных сигналов секций первой группы и компонентом выходного сигнала устройства суммирования выходных сигналов секций второй группы, соответствующим регистрации тормозного излучения; на фиг. 4 — графики зависимости выходных сигналов устройства суммирования выходных сигналов секций второй группы и измерителя разности при выходном сигнале устройства суммирования секций первой группы, равном компоненту выходного сигнала устройства суммирования выходных сигналов секций второй группы, соответствующему регистрации тормозного излучения.

Предлагаемый электронный плотномер содержит (фиг. 1 и 2) коллиматор с каналом 1 диаметром  $2r_0$  для проводки электронов от источника 2 на контролируемый объект 3, устанавливаемый на торец коллиматора 4, имеющий радиус торца  $R_0$ . Детектор, охватывающий коллиматор, выполнен из двенадцати секций 5, представляющих собой секторы кольцевого пластмассового сцинтиллятора. Секции разделены поглощающими электроны экранами 6. Нечетные секции детектора, составляющие первую группу, оптически соединены с устройством суммирования выходных сигналов секций первой группы, выполненного в виде кольцевого световода 7 с оптически соединенным с ним фотоумножителем 8. Четные сек-

ции детектора, составляющие вторую группу, оптически соединены с устройством суммирования выходных сигналов секций второй группы, выполненного в виде кольцевого световода 9 с оптически соединенным с ним фотоумножителем 10. Выходы фотоумножителей 8 и 10 соединены с измерителем 11 разности выходных сигналов устройств суммирования. Перед входными апертурами секций второй группы расположены поглотители 12 электронов, выполненные в виде пластин из материала с низким атомным номером, например из графита, толщиной, превышающей пробег обратно рассеянных электронов в материале поглотителя. Такие же поглотители 13, но перемещаемые за пределы входных апертур секций, расположены перед входными апертурами секций первой группы.

Детектор во внутреннем канале регистрации коллиматора выполнен аналогично описанному детектору, охватывающему коллиматор.

Выходы измерителей разности, соответствующих детектору, охватывающему коллиматор, и детектору во внутреннем канале регистрации, соединены со входами измерителя отношений, выходной сигнал которого является мерой плотности объекта.

Перед проведением контроля плотности объектов перемещаемые поглотители секций первой группы устанавливаются в положение перед апертурами секций.

Пучок электронов от источника 2 проходит по каналу 1 для проводки электронов от источника 2 на контролируемый объект 3. Обратное рассеянные контролируемым объектом 3 электроны, возникающее в объекте тормозное излучение, а также тормозное излучение, прошедшее через элементы конструкции плотномера от канала 1 для проводки электронов от источника 2 на контролируемый объект 3, и непосредственно от источника 2 падают на поглотители перед апертурами секций обеих групп. При этом ввиду низкого атомного номера материала поглотителей обратно рассеянные электроны полностью поглощаются поглотителями перед апертурами практически без генерирования тормозного излучения в нем, а тормозное из-

лучение проходит через поглотители практически без поглощения.

Световое излучение секций, пропорциональное интенсивности падающего на них тормозного излучения, поступает от секций первой группы в кольцевой световод 7, а от секций второй группы — в кольцевой световод 9. Выходные сигналы фотоумножителя 8 и фотоумножителя 10, пропорциональные интенсивности тормозного излучения, регистрируемой секциями соответственно первой и второй групп, поступают на измеритель разности и путем подбора коэффициентов передачи фотоумножителей на выходе измерителя разности оператор устанавливает нулевой сигнал. Благодаря чередованию секций первой и второй групп изменение интенсивности тормозного излучения из объекта, канала коллиматора и от источника практически не изменяет нулевой выходной сигнал измерителя разности.

После этого поглотители перед апертурами секций первой группы перемещают в положение вне пределов входной апертуры секций и в таком положении перемещаемых поглотителей проводят контроль плотности объектов. При этом секции первой группы облучаются как тормозным излучением, так и обратно рассеянными электронами, а на выходе измерителя разности сигнал пропорционален результату регистрации только обратно рассеянных электронов секциями первой группы, так как компонент выходного сигнала фотоумножителя 8, соответствующий регистрации тормозного излучения  $U_{T2}$ , равен выходному сигналу фотоумножителя 10  $U_1$  ( $U_1/U_{T2} = 1$ ). Это соответствует (фиг. 3) наибольшему значению чувствительности 5 выходного сигнала измерителя разности к изменениям плотности. При неполной компенсации компонента  $U_{T2}$  сигналом фотоумножителя  $10U_1$  ( $U_1/U_{T2} = 1$ ) за счет уменьшения коэффициента передачи фотоумножителя  $U_1$ , что соответствует моделированию известного плотномера, чувствительность поступающего на измеритель отношений сигнала к изменениям плотности уменьшается в зависимости от радиуса торца коллиматора в 3-20 раз, а значит чувствительность предлагаемого плотномера к изменениям плотности пре-

восходит чувствительность известного плотномера соответственно более, чем в 3-20 раз.

Выходной сигнал измерителя 11 разности (фиг. 1)  $U_2 - U_1$  при толщинах объектов, больших глубины контроля  $d_0$ , не зависит от толщины объектов (см. кривая 15, фиг. 4) и, значит предлагаемый плотномер не имеет погрешности, обусловленной изменением толщины. Выходной же сигнал устройства суммирования выходных сигналов секций первой группы, которые аналогичны детектору известного плотномера, зависит за счет компоненты  $U_{12}$  от толщины объектов при всех толщинах (см. кривая 16) и, следовательно, известный плотномер имеет погрешность, обусловленную флуктуациями толщины объектов при всех толщинах объектов.

Меньшая погрешность, обусловленная флуктуациями неконтролируемых свойств объектов, и более высокая чувствительность к изменениям конт-

ролируемого параметра — плотности, определяет более высокую точность предлагаемого плотномера по сравнению с известными.

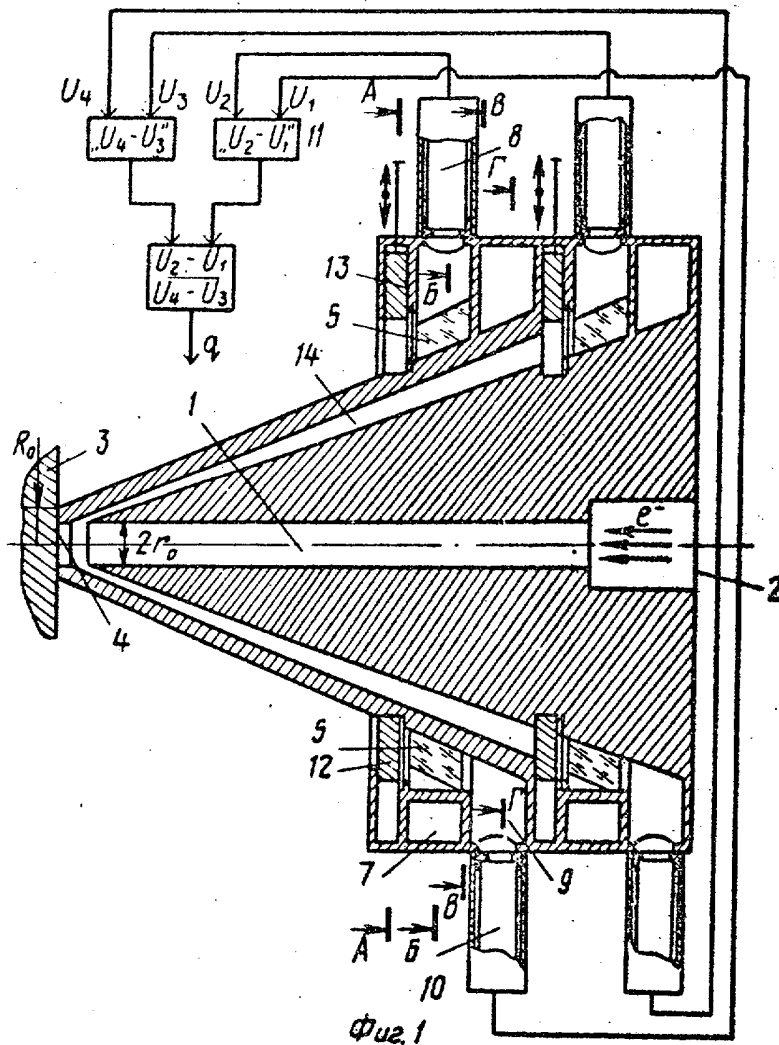
5

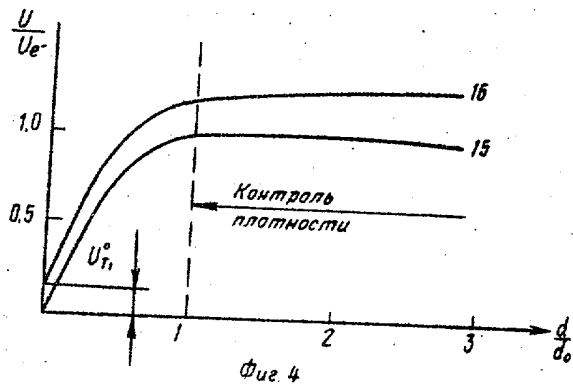
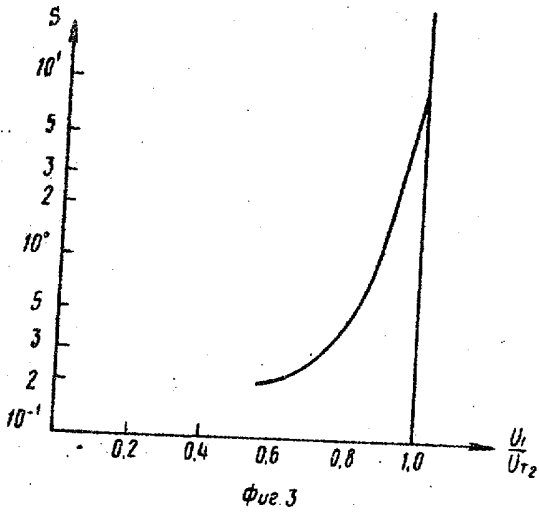
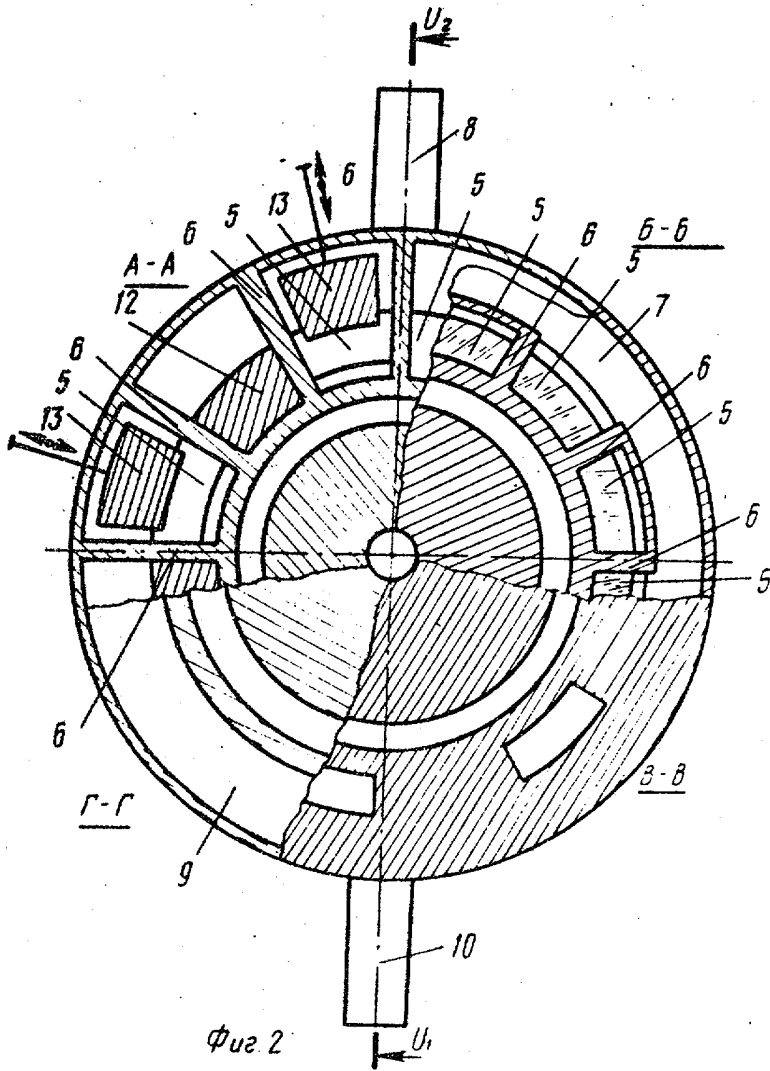
10

15

20

Предлагаемый плотномер обеспечивает высокопроизводительный неразрушающий контроль распределения плотности в материалах порошковой металлургии, например в порошковом прокате с точностью не худшей, чем точность используемого в порошковой металлургии гидростатического взвешивания, применение которого для этих целей однако не требует разрушения контролируемого объекта. Оценка ожидаемого экономического эффекта без учета качественно новых возможностей предлагаемого плотномера при замене гидростатического взвешивания, которое может быть принято за базовый объект, дает более 100 тыс. руб. для лаборатории, производящей 40000 измерений в год.





**ВНИИПИ** Заказ 8128/2 Тираж 896 **Подписное**

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4