



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 46882

(13) C2

(51) 6 G01T1/29,7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ РОЗТАШУВАННЯ ДЖЕРЕЛ ВИПРОМІНЮВАННЯ

1

(21) 99074058

(22) 14 10 1998

(24) 17 06 2002

(86) PCT/FR98/02211, 14 10 1998

(31) 97/12892

(32) 15 10 1997

(33) FR

(46) 17 06 2002, Бюл. № 6, 2002 р

(72) Лен Фредерік, FR, Галь Олів'є, FR, Гоше Жан-Клод, FR

(73) КОМПАНІ ЖЕНЕРАЛЬ ДЕ МАТЬЕР НЮКЛЕЕР, FR

(56) Патентна заявка Франції №8500088

(57) 1 Пристрій для визначення місця розташування джерел випромінювання (2), які можуть розташовуватись в зоні, що містить камеру з точковою діафрагмою (4), стінка якої функціонує як екрануюча оболонка (6), що поглинає зазначене проміння, засоби (16, 33) закриття камери з точковою діафрагмою, які є прозорими для радіоактивного випромінювання джерела, пристрій також містить засоби (24-28, 70-72) формування зображень в камері з точковою діафрагмою, повернені до цього отвору (32), для одержання, по-перше, зображення джерел внаслідок їх радіоактивного випромінювання і, по-друге, зображення області внаслідок видимого світла з цієї області, при відкритому затворі, який відрізняється тим, що деяка частина (36) екрануючої оболонки, в якій розміщений отвір (32), може вільно переміщатися і прикріплена до оптичної системи (34), яка забезпечує різке зображення у видимому світлі на потрібну глибину простору, що різко зображується, причому ця оптична система може бути замінена на точкову діафрагму (32) для створення зображення області, і, навпаки, для формування зображення джерел

2 Пристрій за п 1, який відрізняється тим, що рухома частина (36) екрануючої оболонки і оптичної системи (34) можуть вільно обертатися навколо осі (40), паралельної осі (18) камери (4)

3 Пристрій за п 2, який відрізняється тим, що форма рухомої частини (36) екрануючої оболонки може бути такою самою, як форма стінки камери з точковою діафрагмою, коли цей отвір знаходиться в такому положенні, що може формуватись зображення джерел

4 Пристрій за будь-яким з пп 2 і 3, який

2

відрізняється тим, що містить механізм (48) редуктора з двигуном, прикріпленим до стінки камери (4) і ззовні камери, та здатний обертати механізм, який складається з рухомої частини (36) екрануючої оболонки і оптичної системи (34), відносно центральної лінії (40), паралельної центральній лінії (18) камери (4)

5 Пристрій за будь-яким з пп 1-4, який відрізняється тим, що оптична система (34) містить дві лінзи (58, 60), вибрані для фокусування зображення на засобі формування зображення, і діафрагму (82), розміщену між двома лінзами (58, 60), апертуру (66) якої визначено так, щоб одержати потрібну глибину простору, що різко зображується

6 Пристрій за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що засіб закриття містить рухомий затвор (16), прозорий для радіоактивного проміння від джерел, і розміщений між засобом формування зображення і рухомою частиною (36) екрануючої оболонки

7 Пристрій за будь-яким з пп 1-5, який відрізняється тим, що засіб закриття містить елемент (33), який є непрозорим для видимого світла і прозорим для радіоактивного проміння від джерел, і який постійно закриває отвір (32)

8 Пристрій за будь-яким з пп 1-7, який відрізняється тим, що засіб формування зображення містить люмінесцентний екран (24), прозорий у видимому діапазоні і здатний перетворювати радіоактивне проміння від джерел на випромінювання видимого світла, затвор для запобігання попаданню на екран видимого світла з області, пристрій також містить камеру (26), оптично сполучену з екраном і здатну формувати зображення джерел у вигляді електричних сигналів через випромінювання світла, що приймаються камерою від екрана, і зображення області через видиме світло, що приймаються з цієї області за допомогою екрана при відкритому затворі

9 Пристрій за будь-яким з пп 1-7, який відрізняється тим, що засіб формування зображень містить пристрій з двома плівками (70, 72), одна з цих двох плівок є чутливою до радіоактивного проміння від джерел, а інша - до видимого світла

(13) C2

(11) 46882

(19) UA

Даний винахід стосується пристрою для визначення місця розташування джерел випромінювання

Він особливо застосовний до виявлення джерел випромінювання, які можуть знаходитись в кімнаті, наприклад, таких як елемент з високим ступенем активності, або які можуть випадково бути наявними в кімнаті

Пристрій для визначення місця розташування джерел випромінювання раніше був описаний у такому документі, що його має бути вказано

(1) патентна заявка Франції №8500088 від 4 січня 1985 (див також EP-A-0188973 і US-A-4797701)

Пристрій, описаний у зазначеній вище патентній заявці, виявляє джерела випромінювання, використовуючи камеру з точковою діафрагмою, в якій плівку, чутливу до радіоактивного випромінювання, та плівку, чутливу до видимого світла, приміщують в область, де, ймовірно, можуть розташовуватись джерела випромінювання, разом з фотографічним затвором, який відкривається, щоб зробити фотознімок у видимому світлі, і який є прозорим для випромінювання від джерел

Джерела випромінювання можуть бути виявлені в їх довкіллі після того, як ці плівки проявлять та сумістять (але не в реальному часі)

Вдосконалення пристрою, описаного в документі (1), відомо з такого документа, що його має бути вказано

(2) патентна заявка Франції №8913281 від 11 жовтня 1989 (див також EP-A-0425333 і US-A-5204533)

Варіант втілення пристрою, описаного в цьому документі (2), показаний схематично на фіг 1

Цей пристрій виконаний з метою визначення місця розташування джерел випромінювання 2 в реальному часі і, особливо, джерел гамма-проміння (наприклад, рентгенівського або бета-проміння)

Пристрій містить камеру з точковою діафрагмою 4, встановлену в корпусі 6, що захищає камеру 4 від гамма-проміння

Екрануюча оболонка, таким чином, поглинає проміння від джерел 2 і паразитне проміння від інших джерел, які можуть бути поза полем

Корпус 6 може бути виготовлений з відповідного матеріалу, такого як сплав на основі вольфраму, відомого під назвою "денал" (Denal)

Засіб 8 є обертовою опорою корпусу 6 і, отже, пристрою

Корпус 6 містить коліматор 10, повернений до камери 4

Стінка коліматора 10 складається з двох коаксialьних конусів з однаковим кутом при вершині, протилежних один одному відносно їх спільної вершини, в якій виконано отвір для формування точкової діафрагми 12

Цей коліматор 10 може містити частину 14, непрозору для видимого світла, що виходить з області дослідження, але проникну для гамма-

проміння, навколо точкової діафрагми 12, у випадку, коли активність джерел гамма-проміння, які мають бути виявлені (точкова діафрагма з подвійною діафрагмою), є недостатньою

Крім того, коліматор 10 може бути замінним так, щоб можна було вибрати коліматор з одинарною або подвійною діафрагмою з кутом при вершині, що відповідає передбачуваній активності джерел 2 гамма-проміння, які мають виявлятися

Крім того, замінюючи коліматор 10, можна збільшувати або зменшувати предметне поле, що охоплюється пристроєм, залежно від звуження та фокусної відстані, вибраних для цього коліматора

Пристрій також містить механічний затвор 16, призначений для запобігання проникненню видимого світла з області, в якій розташовані джерела 2, в камеру 4, у той самий час дозволяючи проходити гамма-промінню

Цей затвор 16 є камерою з ірисовою діафрагмою або, наприклад, металевою пластиною, що відводиться, яка перпендикулярна осі 18 камери 4 (ось двох конусів, що утворюють оптичну ось пристрою), і розташована поблизу точкової діафрагми 12 з боку камери 4

Переміщеннями пластини, що утворює затвор 16, керують за допомогою віддаленого електромеханічного засобу 20, який сам управляється блоком дистанційного управління 22

Цей блок дистанційного управління у разі необхідності може бути розміщений на великій відстані від пристрою

Пристрій також містить люмінесцентний екран 24 в камері 4, повернений до точкової діафрагми 12, який перебуває в контакті з круговим виступом всередині корпусу 6 на тому ж рівні, що і нижня частина конічної поверхні коліматора 10

Позаду екрану 24 розташована камера 26, під'єднана до засобу 28 збирання, обробки і відображення в реальному часі електричних сигналів, що видаються камерою, та запам'ятовуючий пристрій 30

Коли затвор 16 закритий, зображення джерел гамма-проміння одержують по закінченні певного часу (кілька секунд, наприклад, 10с)

Ці зображення зберігають у першій області пам'яті засобу 28

Управляючи апертурою затвора 16, зображення (у видимому світлі) області, що спостерігається, яка містить джерела 2, одержують потім майже миттєво

Ці друге зображення також зберігають в другій області пам'яті в засобі 28, що відрізняється від першої області пам'яті

Після обробки зображень і особливо забарвлення "плям", викликаних активністю джерел 2, для точної ідентифікації цих джерел і відрізняючи їх "яскравість" гамма-проміння від яскравості (у видимому світлі) об'єктів, які знаходяться в області, що спостерігається, але які не випромінюють ніяких гамма-променів, перші і другі зображення відображають накладеними на

екрані засобу 28 так, щоб джерела гамма-проміння можна було ідентифікувати

Слід зазначити також, що люмінесцентний екран 24 є прозорим у видимому діапазоні і здійснює перетворення гамма-проміння від джерел 2, що попадають на нього через точкову діафрагму 12, на видиме проміння за допомогою камери 26, що формує у вигляді електричних сигналів зображення виду, що попадає в поле зору камери через точкову діафрагму 12 (коли затвор 16 відкритий)

Вхідне вікно камери 26 розташоване в контакт з екраном 24, екран, таким чином, приміщено між точковою діафрагмою 12 та камерою 26

Вибір матеріалу екрану залежить від активності джерел, що мають виявлятися

Якщо активність дуже низька, може використовуватися екран на NaI, якщо вона не надто сильна, може використовуватися екран на германаті вісмуту (BGO), і якщо активність сильна, може використовуватися сцинтилюючий пластиковий екран, наприклад, достатній, для виявлення рентгенівського або бета-проміння

Одним з можливих прикладів реалізації, що ніяким чином не є обмежуючим, може бути використання камери 26, що розповсюджується компанією LHESA, камера має чутливість  $10^7$  люкс і містить перетворювач даних зображення з оптичними волокнами 26a, у якого плоска "вхідна" поверхня перебуває в контакт з екраном 24, електронно-оптичний перетворювач (ЕОП) зображення 26 b розташований за перетворенням даних зображення, за яким розміщена матриця передачі зарядів (ПЗЗ, CCD), на фіг. 1 позначена 26c

ЕОП 26b з'єднаний з матрицею 26c за допомогою оптоволоконного перетворювача 26d зображення

Вдосконалення пристрою, описаного в документі (2), також відоме у названому далі документі, що має вказуватись

(3) патентна заявка Франції №9403279 від 21 березня 1994 (див також EP-A-0674188 і US-A-5557107)

Цей відомий з документа (3) пристрій містить копматор, встановлений перед камерою з точковою діафрагмою, що містить два напів-копматори, які вільно переміщуються навколо спільної осі обертання

Даний копматор виконує такі три функції

проста взаємозамінність копматора,

можливість зміни від діапазону спостереження у видимому світлі до діапазону спостереження гамма-проміння (затвор), та

зміна фокусної відстані копматора

У пристрої, показаному на фіг. 1, якість зображення у видимому світлі залежить головним чином від розміру діафрагми, що використовується для формування цього зображення

Цей розмір також не повинен бути занадто великим для запобігання геометричному розмиванню, а також не повинен бути занадто малим для запобігання розмиванню через дифракцію

Як видно, зроблено спробу оптимізувати якість

зображення у видимому світлі, використовуючи точкову діафрагму, яка складається з подвійної діафрагми, а саме, малої діафрагми, адаптованої для формування цього видимого зображення, і більшої діафрагми, адаптованої для формування зображення джерел випромінювання (наприклад, гамма-проміння)

Однак, навіть після оптимізації апертури в діафрагмі якість зображень у видимому світлі, отримана за допомогою пристрою, зображеного на фіг. 1, не є задовільною

Те ж саме вірно для пристрою, описаного в документі (1)

Задача цього винаходу полягає в тому, щоб подолати зазначений вище недолік, пропонуючи пристрій для визначення місцезнаходження джерел випромінювання, здатний ідентифікувати ці джерела на зображенні їх середовища у видимому світлі з кращою якістю, ніж це можливо за допомогою пристрою, поданого на фіг. 1, або такого, що його описано в документі (1)

Більш точно, метою даного винаходу є пристрій для визначення місцезнаходження джерел випромінювання, які можуть розташовуватись в зоні, цей пристрій містить камеру з точковою діафрагмою, стінка якого виконує функцію екрануючої оболонки, що поглинає зазначене проміння, і засіб закриття камери з точковою діафрагмою, що є прозорим для джерела випромінювання, причому цей пристрій також містить засіб формування зображень в камері з точковою діафрагмою, повернутий до цієї точкової діафрагми, для отримання, по-перше, зображення джерел внаслідок їх випромінювання і, по-друге, зображення області внаслідок видимого світла від цієї області, при відкритому затворі, цей пристрій відрізняється тим, що деяка частина екрануючої оболонки, в якій розташована точкова діафрагма, встановлена з можливістю вільного переміщення і прикріплена до оптичної системи, яка забезпечує різкі зображення у видимому світлі на необхідну глибину простору, що різко зображується, ця оптична система може бути замінена на точкову діафрагму для створення зображення області, і навпаки, для формування зображення джерел

Збільшення оптичної системи повинно бути точно таким самим, як збільшення точкової діафрагми, що формує зображення джерел

Згідно з одним більш прийнятним варіантом втілення пристрою, відповідно до винаходу, рухома частина екрануючої оболонки і оптичної системи можуть вільно переміщатися при обертанні відносно осі, паралельної центральній лінії камери

Більш прийнятно, форма частини екрануючої оболонки, що переміщається, відповідає для точного відтворення стінки камери з точковою діафрагмою, коли ця точкова діафрагма знаходиться в положенні, в якому може формуватись зображення джерел

Пристрій може також містити механізм редуктора з двигуном, прикріплений до стінки камери та ззовні камери, і призначений для обертання вузла, утвореного рухомою частиною екрануючої оболонки і оптичною системою

навколо осі, паралельної осі камери

Більш прийнятно, оптична система містить дві лінзи, призначені для управління фокусуванням зображення на засобі формування зображення, і

діафрагму, розташовану між двома лінзами, апертура якої вибрана виходячи з умови отримання необхідної глибини простору, що різко зображується

Діаметр цього отвору або "зіниці", що керує апертурою оптичної системи, повинен бути оптимізований, по-перше, щоб максимізувати апертуру цієї оптичної системи, і, по-друге, для одержання точно сфокусованого зображення у потрібному діапазоні глибин простору, що різко зображується (наприклад, 1м - 10м)

Засіб закриття може містити рухомий затвор, прозорий для проміння від джерел, і розміщений між засобом формування зображення і частиною екрануючої оболонки, що переміщується

Однак, в одному більш прийнятному прикладі втілення, який є простим у виготовленні, цей засіб закриття містить елемент, що є непрозорим для видимого світла і прозорим для радіоактивного випромінювання від джерел, та постійно закриває точкову діафрагму

Засіб закриття камери з точковою діафрагмою, що є прозорим для радіоактивного випромінювання від джерел, більш прийнятно складається з речовини, вибраної для мінімізації послаблення джерел

Наприклад, можуть використовуватись тонкий алюміній і берилій для гамма-проміння

Згідно з першим наведеним варіантом реалізації пристрою відповідно до винаходу, засіб формування зображення містить люмінесцентний екран, прозорий у видимому діапазоні і здійснюючий перетворення радіоактивного проміння від джерел на проміння видимого світла, затвор, що захищає екран від попадання на нього видимого світла з області, пристрій також містить камеру, яку оптично сполучено з екраном і яка здійснює передачу зображення джерел у вигляді електричних сигналів за допомогою радіоактивного випромінювання світла, приймаючого від екрану, і зображення області за допомогою видимого світла, приймаючого з цієї області через екран, при відкритому затворі

Згідно з другим наведеним варіантом реалізації, засіб формування зображення містить пристрій з двома плівками, одна з цих двох плівок є чутливою до радіоактивного випромінювання від джерел, а інша - до видимого світла з області

Даний винахід буде краще зрозумілий з опису поданих нижче прикладів реалізації пристрою, наведених лише для інформації і які ніяким чином не є обмежувальними, з посиланням на креслення, що додаються, де

фіг 1 є схематичним зображенням поперечного перерізу відомого пристрою для визначення місця розташування джерел випромінювання, причому креслення вже описано вище,

фіг 2 є схематичним і частковим зображенням поперечного перерізу наведеного варіанту втілення пристрою відповідно до винаходу, що

містить барабан, розташований в положенні, необхідному для отримання зображення джерел,

фіг 3 є схематичним зображенням поперечного перерізу оптичної системи, що утворює частину пристрою, показаного на фіг 2, і

фіг 4 є схематичним і частковим зображенням поперечного перерізу пристрою, зображеного на фіг 2, причому барабан розміщений в положенні, що забезпечує зображення (у видимому світлі) області, в якій розташовані джерела

Пристрій, відповідно до винаходу, зображений на фіг 2, є ідентичним пристрою, зображеному на фіг 1, за винятком фронтальної частини пристрою, в якому точкова діафрагма розташована так, як подано на фіг 1

На фіг 2 зображено лише відповідну фронтальну частину пристрою

У випадку, показаному на фіг 2, точкова діафрагма, позначена 32 в цьому випадку, зарезервована для отримання зображень радіоактивних джерел випромінювання, які мають виявлятися

Більш прийнятно, ця точкова діафрагма 32 закрита завжди тонкою смужкою 33 з легкого матеріалу, непрозорого для видимого світла і прозорого для гамма-проміння

Точкова діафрагма 32 може також бути закритою (від видимого світла) за допомогою рухомого затвора подібно до затвора 16, показаного на фіг 1

Цей затвор потім розташовують між люмінесцентним екраном (не показаний на фіг 2) і фронтальною частиною пристрою, що його зображено на фіг 2

Крім того, зображений на фіг 2 пристрій містить оптичну систему 34, адаптовану для одержання зображень області (у видимому світлі), в якій виявлені джерела

Точкова діафрагма 32 розміщена в частині 36 екрануючої оболонки, що утворює стінку камери з точковою діафрагмою 4, і ця частина 36 вільно переміщується так, що вона при необхідності може замінюватись оптичною системою 34, для отримання зображення області у видимому світлі

Фіг 2 показує, що механічна частина, яка складається з рухомої частини 36, може створити ідеальну точкову діафрагму для отримання зображень у гамма-промінні

Цей тип рухомої частини повинен бути механічно оброблений з максимально можливою точністю, можливою як результат досягнень в керованій комп'ютером механічній обробці

Факт використання рухомої частини екрануючої оболонки, форма якої точно відповідає корпусу 6 пристрою, означає, що екрануюча оболонка навколо камери може бути однорідною, наскільки можливо, щоб фоновий шум, викликаний паразитним випромінюванням, що проходить крізь екрануючу оболонку, був постійним, наскільки можливо

Фіг 2 показує, що вузол, утворений цією рухомою частиною 36 екрануючої оболонки і оптичною системою 32, формує різновидність барабана 38

Цей барабан 38 може вільно обертатися навколо осі 40, на кожному боці якого розташовані

точкова діафрагма 32 та оптична система 34, оптично сполучена з оптичною віссю 18 камери 4

Оптична система 34 встановлена на опорній частині 42, яку прикріплено до екрануючої частини 36 кронштейном 44

У випадку, показаному на фіг. 2, барабан 38 розміщений в позиції для можливого прийняття зображення джерел гамма-проміння, а точкова діафрагма 32 розташована на центральній лінії 18 камери 4

Ця точкова діафрагма завжди блокована смужкою 33 або рухомим затвором, зазначеним вище, в закритому положенні (коли застосовується цей тип затвора)

З іншого боку, у випадку, показаному на фіг. 4, барабан 38 розміщений в положенні для можливого прийому зображення в області видимого світла, а центральна лінія 46 оптичної системи співпадає з віссю 18 камери 4

Рухомий затвор (у зазначеному вище варіанті) потім переводиться у відкрите положення (можливо лише на певний час, як вибрано користувачами)

Пристрій, зображений на фіг. 2, обладнано механізмом 48, що містить двигун 50 і редукторний механізм 52, та прикріпленим за допомогою підтримуючої пластини 54 до фронтальної поверхні корпусу 6 пристрою

Цей механізм редуктора з двигуном 48 здійснює обертання барабана 38 за допомогою механічного шпінделя 56, центрованим на (геометричній) центральній лінії 40

Більш прийнятним є виконання частини механізму руху барабана 38, по можливості з легкого металу, наприклад, такого як алюміній,

Один більш прийнятний варіант втілення оптичної системи 34 схематично зображено на фіг. 3

Оптична система 34, зображена на фіг. 3, містить дві лінзи 58 і 60, у якій загальна оптична ось утворює ось 46 оптичної системи 34

Ці дві лінзи утворюють дволінзовий об'єктив і відділяються від зониції 66 діафрагмою 62

В показаному прикладі ці лінзи є плоскоопуклими, і їх опуклі поверхні повернуті одна до одної

Ці дві лінзи і зв'язана діафрагма встановлені в

оправці 64, яку розміщують в опорній частині 42, показану на фіг. 2

Слід зазначити, що оптична система 34 встановлена так, що фокус зображення розміщений на "вхідній" поверхні камери 26, ця "вхідна" поверхня є спільною площиною для екрану 24 і механізму редуктора 26а

Внаслідок такої конструкції збільшення є однаковим для зображення у видимому світлі і для зображення гамма-проміння, і два зображення можуть накладатись

Дві лінзи здійснюють фокусування на камеру 26, або, більш точно, на "вхідну" поверхню (визначену вище) цієї камери, для отримання різких зображень у видимому світлі

Крім того, діаметр зониції 66, включеної в діафрагму 62, оптимізовано згідно з компромісом між більшим значенням діаметру для захоплення максимальної кількості світла і зменшення впливу ефектів дифракції, та малим діаметром, щоб забезпечити більшу глибину простору, що різко зображується

У показаному прикладі оптична система або об'єктив оптимізований для глибини простору, що різко зображується, яка змінюється від 1м до нескінченності

Таким чином, покращується якість зображень у видимому світлі порівняно з тим, яке можна одержати відомим пристроєм, зображеним на фіг. 1

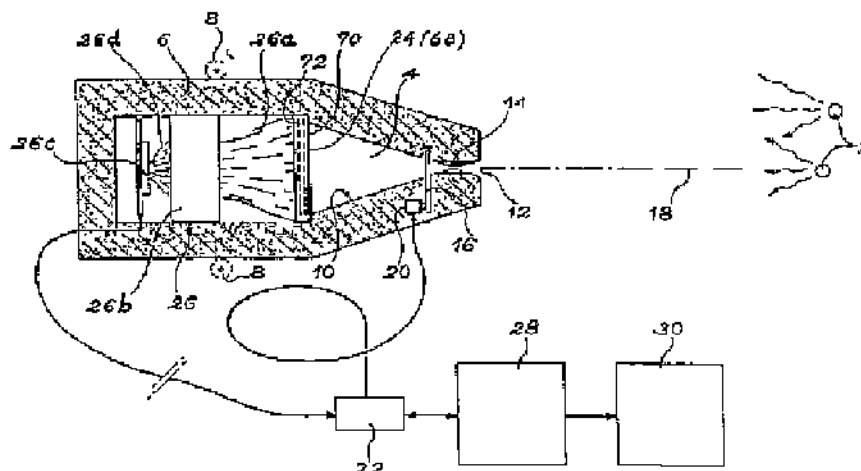
Підвищення якості зображень у видимому світлі може визначатись кількісно за допомогою відеошаблонів

Винахід не обмежується використанням оптичної системи, показаної на фіг. 1, що містить екран 24 і камеру 26

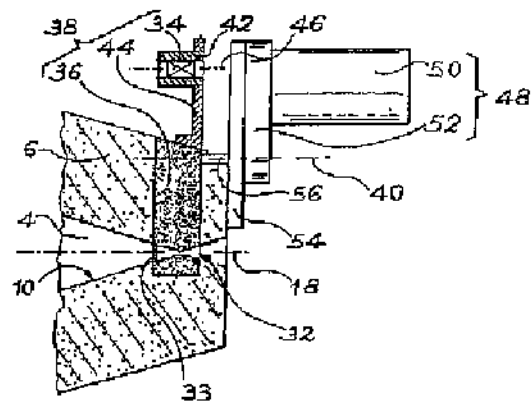
Наприклад, в іншому прикладі втілення винаходу використовуються рухома екрануюча частина і оптична система в пристрої з двома чутливими плівками такими, які описано в документі (1)

В цьому випадку, як показано дуже схематично на фіг. 1, екран 24 і камера 26, та корпус 22 і пристрої 28 й 30 усунені, а дві плівки 70 і 72 замінюють екран 24 у відповідній касеті 68

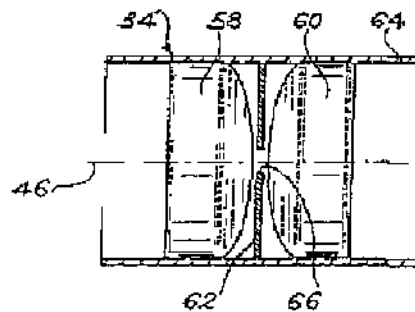
Плівка 70 чутлива лише до видимого світла, а інша плівка 72 чутлива тільки до гамма-проміння



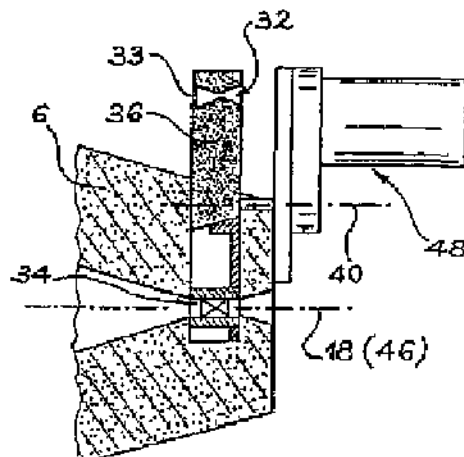
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий компет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71