

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 11 décembre 1985.

③0 Priorité : JP, 11 décembre 1984, n° 261 438/84.

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 24 du 13 juin 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : HAMAMATSU PHOTO-
NICS KABUSHIKI KAISHA. — JP.

⑦2 Inventeur(s) : Koichiro Oba.

⑦3 Titulaire(s) :

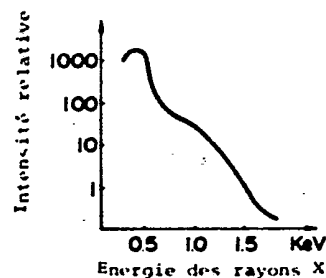
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrbur-
ger.

⑤4 Système d'étalonnage de l'axe des temps d'un tube à éclairs de rayons X.

⑤7 a. Système d'étalonnage de l'axe des temps d'un tube à
éclairs de rayons X.

b. Système caractérisé en ce qu'il comprend une source de
lumière 20 produisant un train d'impulsions lumineuses 4, les
moyens de production d'un train de rayons X utilisant un tube
à rayons X 21 comprenant une photocathode 22, des moyens
de focalisation 23 et une cible à rayons X 24, des moyens
permettant d'exposer la photocathode 22 à un train d'impul-
sions de rayons X, des moyens permettant de faire fonctionner
les moyens de déviation 9 du faisceau d'électrons en synchro-
nisme avec le train des impulsions de lumière 4, et des
moyens de mesure 5 de l'intervalle de temps de l'image
d'éclairs produite.

c. L'invention s'applique à la production des éclairs de
rayons X.



" Système d'étalonnage de l'axe des temps d'un tube à éclairs de rayons X ".

L'invention concerne un système
5 d'étalonnage de l'axe des temps d'un tube à éclairs de rayons X, lorsqu'une impulsion de rayons X de durée extrêmement courte est produite par un canon photo-électronique dans lequel la photocathode du tube à rayons X fonctionnant en mode pulsé, est activée par une
10 impulsion laser de durée extrêmement courte.

Le procédé classique d'étalonnage de l'axe des temps d'un tube à éclairs de rayons X, sera décrit en se référant aux figures 1 et 2.

La figure 1 représente le schéma
15 par blocs d'un exemple de dispositif permettant d'étalonner de manière classique l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X.

La figure 2 est un graphique du spectre de rayons X obtenu à partir de la cible à rayons
20 X utilisée pour produire les rayons X de durée extrêmement courte, dans le dispositif permettant d'étalonner de manière classique l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X.

Un signal d'impulsion laser de durée
25 extrêmement courte est divisé en deux faisceaux, l'un passant à travers un miroir semi-transparent 3, et l'autre étant réfléchi par ce miroir semi-transparent 3. Le

signal d'impulsion laser correspondant au premier faisceau ci-dessus, passe à travers une lame étalonnée 5 dans laquelle on peut produire un train d'impulsions lumineuses 4 séparées par un certain intervalle de temps.

5 Une cible 14 en aluminium (Al) ou en titane (Ti), est exposée au train d'impulsions lumineuses 4 de manière à produire un plasma laser. Cela permet de produire un train d'impulsions de rayons X doux correspondant exactement au train d'impulsions lumineuses.

10 La figure 2 représente la distribution spectrale des impulsions de rayons X doux lorsque la cible 14 est en titane (Ti).

15 La photocathode 10 de type à excitation par rayons X, du tube à éclairs de rayons X, est exposée à un train d'impulsions de rayons X.

La photocathode 10 de type à excitation par rayons X, est stimulée par un train d'impulsions de rayons X doux 15, de manière à émettre un faisceau d'électrons 12.

20 L'autre impulsion lumineuse réfléchie par le miroir semi-transparent 3, est détectée par un détecteur de lumière ultra-rapide 5.

Un circuit générateur de tension de balayage 7 destiné à produire la tension de balayage du tube à éclairs de rayons X, est utilisé pour appliquer la tension de balayage aux électrodes de déviation 9 du tube à éclairs de rayons X 27 lorsque le circuit générateur de tension de déviation 7 est déclenché par le signal de sortie du détecteur de lumière ultra-rapide 5.

30 Le faisceau d'électrons 12 émis par la photocathode 10 de type à excitation par rayons X, est dévié par le champ de déviation produit entre les électrodes de déviation 9.

35 Quand l'image des impulsions lumi-

neuses est formée sur la couche de phosphore 11, en correspondance avec le train d'impulsions de rayons X tombant sur la photocathode 10 de type à excitation par rayons X, on peut étalonner l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X en mesurant à la fois l'intervalle 16 et la demi-largeur 17 de l'image des impulsions lumineuses sur la couche de phosphore 11.

Les rayons X doux produits par le plasma laser utilisé dans le dispositif de la figure 2 permettant d'étalonner l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X, présentent une distribution d'énergie allant de 1,5 KeV à 2,0 KeV. Cette énergie couvre les longueurs d'onde allant des rayons ultra-violets lointains aux rayons X doux.

Chaque impulsion de rayons X doux est délivrée suivant une séquence de temps différente de celle de l'impulsion laser incidente. En d'autres termes, le plasma laser est produit sur la cible ayant absorbé l'énergie laser. La distribution de longueurs d'onde des ondes électromagnétiques (depuis les rayons ultraviolets lointains jusqu'aux rayons X doux) rayonnées par la cible, peut être déterminée à partir de la température du plasma, et la séquence de temps peut être déterminée à partir des caractéristiques transitoires du plasma. Pendant le rayonnement dans la zone des ultraviolets lointains, on observe par exemple une constante de temps relativement longue.

Il existe un seuil d'énergie laser permettant de produire les rayons X doux, c'est-à-dire que les impulsions de rayons X doux ne peuvent être suffisamment stables pour étalonner l'axe des temps.

L'invention a donc pour but de réaliser l'étalonnage de l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X, en utilisant une source de rayons X perfectionnée offrant la possibilité d'étalonner avec

précision l'axe des temps de ce tube à éclairs de rayons X.

A cet effet, l'invention concerne un système d'étalonnage de l'axe des temps d'un tube à éclairs de rayons X, système caractérisé en ce qu'il comprend une source de lumière destinée à produire un train d'impulsions lumineuses d'intervalles prédéterminés ; des moyens permettant de produire un train de rayons X lorsqu'on utilise un tube à rayons X comprenant une photocathode, des moyens de focalisation, et une cible à rayons X, et lorsque cette photocathode est exposée au train des impulsions de lumière ; des moyens permettant d'exposer, à un train d'impulsions de rayons X, la photocathode du tube à éclairs de rayons X dont on veut étalonner l'axe des temps ; des moyens permettant de faire fonctionner les moyens de déviation du faisceau d'électrons du tube à éclairs de rayons X, en synchronisme avec le train des impulsions de lumière, et des moyens permettant de mesurer l'intervalle de temps de l'image d'éclairs produite sur la surface de phosphore du tube à éclairs de rayons X.

L'invention sera décrite en détails en se référant aux dessins ci-joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma par blocs d'un exemple de dispositif permettant d'étalonner de manière classique l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X ;

- la figure 2 est un graphique du spectre de rayons X obtenu à partir de la cible de rayons X destinée à produire des rayons X ou un plasma laser de durée extrêmement courte, qu'on peut utiliser dans le dispositif classique d'étalonnage de l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X ;

- la figure 3 est un schéma par blocs d'un dispositif selon l'invention permettant

d'aligner l'axe des X du tube à éclairs de rayons X ;

- la figure 4 est un graphique de la distribution d'intensités de l'image lumineuse obtenue le long de l'axe des temps sur un écran de phosphore du tube à éclairs de lumière utilisé dans la zone de lumière visible, lorsque la photocathode est excitée par un train d'impulsions lumineuses produites par une lame étalonée ; et

- la figure 5 est un graphique du spectre de rayons X produit par le tube à rayons X utilisé dans le dispositif selon l'invention.

L'impulsion de lumière de durée extrêmement courte 1, représentée sur la figure 3, est produite par un dispositif de laser 20, c'est-à-dire par un laser à l'argon déclenché ou par une diode laser, cette impulsion de lumière tombant sur le miroir semi-transparent 3 de manière à être ensuite divisée en deux chemins.

L'impulsion de lumière traversant le miroir semi-transparent 3 est transformée en un train d'impulsions lumineuses 4 par une lame étalonée 2.

Ces impulsions de lumière, représentées sur la figure 4 sont étalées en passant à travers la lentille 18, puis tombent sur la photocathode 22 du tube à rayons X 21 travaillant en mode pulsé. La photocathode 22 est placée sur la surface intérieure de l'enveloppe sous vide d'un tube à rayons X 21 ayant déjà fait l'objet de la Demande de Brevet Japonais n° 153 663/1983, déposée par l'auteur de la présente invention.

Les photo-électrons émis par la photocathode 22 sont focalisés en un point donné par l'électrode de focalisation 23, puis accélérés par le champ accélérateur, en direction de la cible métallique 24 émettant les rayons X par le côté opposé. Les photo-

électrons focalisés au point ci-dessus viennent frapper la cible métallique 24.

Le spectre des rayons X émis est constitué à la fois par les rayons X caractéristiques de Ti à une énergie de 4,6 KeV, et par les rayons X répartis de façon continue, appelés "A RAYONNEMENT FREINE", comme indiqué sur la figure 5.

Ces rayons X peuvent passer à travers la fenêtre 25 constituée par une plaque de beryllium faisant partie de l'enveloppe sous vide, et sortir de cette enveloppe sous vide du tube à rayons X.

La tension de balayage à appliquer aux électrodes de déviation 9 du tube à éclairs de rayons X, est obtenue en utilisant à la fois le détecteur de lumière ultra-rapide 5 et le circuit générateur de tension de déviation 7. Une partie de l'impulsion laser produite par le dispositif de laser 20, atteint le détecteur de lumière ultra-rapide 5 après avoir été réfléchi par le miroir semi-transparent 3, et produit une impulsion électronique envoyée à son tour au circuit générateur de tension de déviation 7, pour déclencher le fonctionnement de la tension de balayage.

Les faisceaux d'électrons émis par la photocathode du tube à rayons X sont balayés par la tension de balayage appliquée aux bornes des électrodes de déviation 9, en réponse à l'impulsion de déclenchement du détecteur 5, et ces faisceaux tombent sur la couche de phosphore 11 en produisant une image de réponse en temps constituée par un train d'images d'impulsions lumineuses réparties suivant l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X.

Les intervalles de temps d'un train d'impulsions de rayons X produites par le tube de production de rayons X 21, correspondent à ceux d'un train d'impulsions lumineuses tombant sur la photocathode, et

l'axe des temps du tube à éclairs de rayons X peut être étalonné suivant les intervalles de temps des impulsions de lumière arrivant sur la couche de phosphore 11.

Les impulsions de rayons X utilisées pour activer le tube à éclairs de rayons X 21, sont produites par le tube à rayons X, mais pas par le plasma laser, et différentes caractéristiques de rayons X peuvent être obtenues en utilisant sélectivement différents matériaux de cibles.

10 Quand on utilise le "RAYONNEMENT FREINE", on peut modifier très largement la plage de distribution d'énergie des rayons X en modifiant les tensions de fonctionnement du tube à rayons X.

15 Le temps nécessaire pour produire les photo-électrons en réponse au faisceau de lumière incidente, après arrivée de celui-ci sur la photocathode, et le temps nécessaire pour produire les rayons X en réponse au faisceau d'électrons, après arrivée de celui-ci sur la cible, sont des temps respectivement inférieurs
20 à 1 picoseconde.

 Lorsqu'on compare le procédé selon l'invention à l'image d'éclairs de rayons X produite en utilisant le procédé de plasma laser, on constate que l'invention permet d'obtenir la même structure de temps
25 d'image de rayons X que celle de l'image d'impulsions de lumière. Ainsi, la structure de temps d'image de rayons X obtenue selon l'invention, est idéale pour étalonner l'axe des temps.

RE V E N D I C A T I O N S

1°) Système d'étalonnage de l'axe
des temps d'un tube à éclairs de rayons X, système
caractérisé en ce qu'il comprend une source de lumière
5 (20) destinée à produire un train d'impulsions lumineu-
ses (4) d'intervalles prédéterminés ; des moyens permet-
tant de produire un train de rayons X lorsqu'on utilise
un tube à rayons X (21) comprenant une photocathode (22),
des moyens de focalisation (23), et une cible à rayons
10 X (24) et lorsque cette photocathode (22) est exposée au
train des impulsions de lumière (4) ; des moyens permet-
tant d'exposer, à un train d'impulsions de rayons X, la
photocathode (22) du tube à éclairs de rayons X (21)
dont on veut étalonner l'axe des temps ; des moyens (7)
15 permettant de faire fonctionner les moyens de déviation
(9) du faisceau d'électrons du tube à éclairs de rayons
X, en synchronisme avec le train des impulsions de
lumière (4), et des moyens (5) permettant de mesurer
l'intervalle de temps de l'image d'éclairs produite sur
20 la surface de phosphore du tube à éclairs de rayons X
(21).

2°) Système selon la revendication
1, caractérisé en ce que le dispositif de production de
faisceau de lumière (20) est constitué par un dispositif
25 de production d'impulsions laser de durée extrêmement
courte (1), et par une lame étalonnée (2).

3°) Système selon la revendication
1, caractérisé en ce que les moyens de déviation (7) du
faisceau d'électrons du tube à éclairs de rayons X pro-
duisent une tension de déviation en synchronisme avec le
30 train des impulsions de lumière (1).

FIG. 1

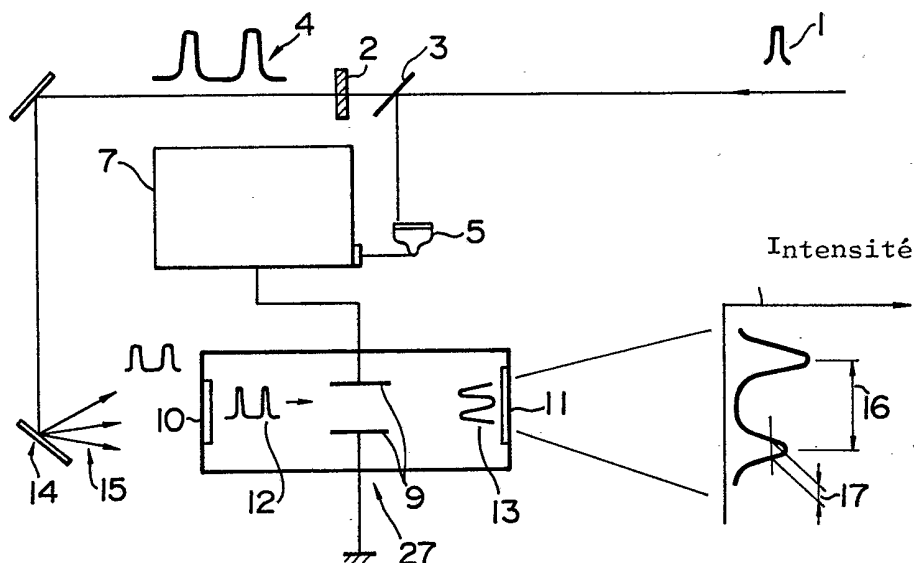


FIG. 2

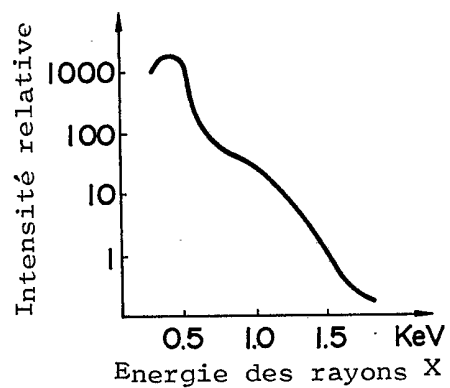
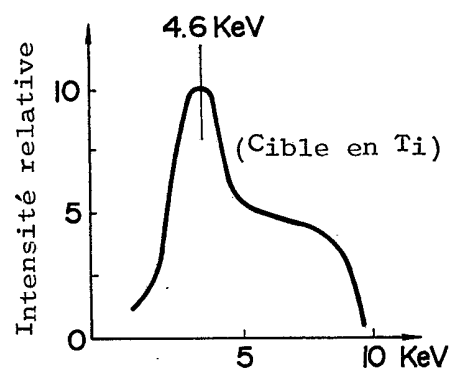


FIG. 5



2574555

FIG. 3

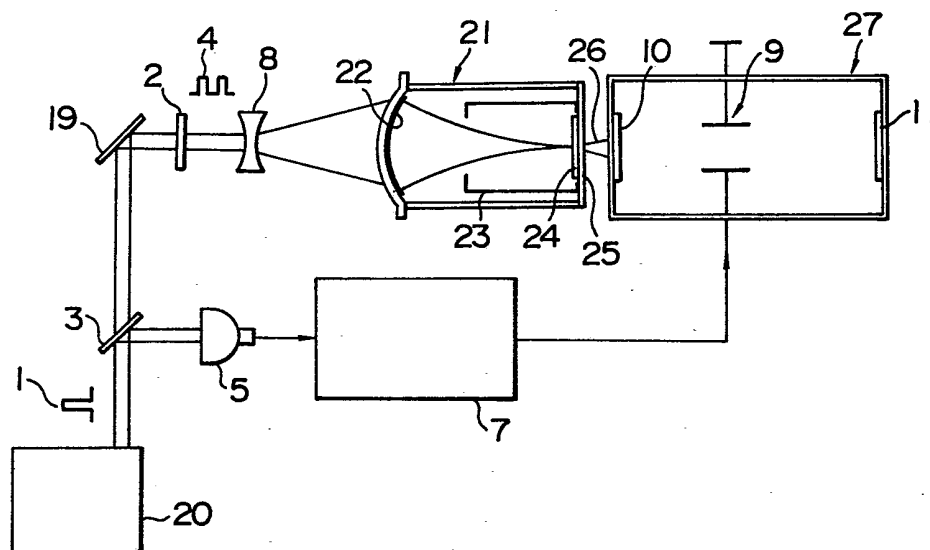


FIG. 4

