



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤ Int. Cl.³: H01 S

3/13

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ **FASCICULE DU BREVET** A5

⑪

647 103

⑳ Numéro de la demande: 1867/82

⑦ Titulaire(s):
Electro Scientific Industries, Inc., Portland/OR
(US)

㉔ Date de dépôt: 26.03.1982

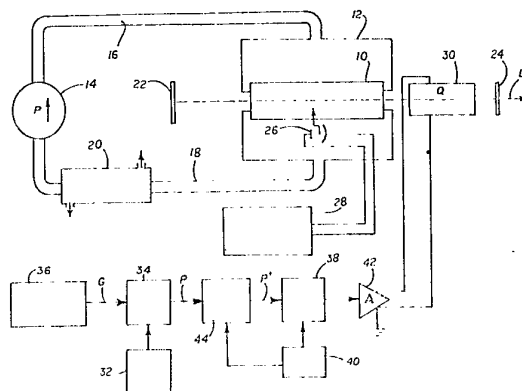
③ Priorité(s): 16.04.1981 US 254895

⑦ Inventeur(s):
Mauck, Michael S., Portland/OR (US)
Neeland, William S., Portland/OR (US)

㉔ Brevet délivré le: 28.12.1984

④ Fascicule du brevet
publié le: 28.12.1984⑦ Mandataire:
Katzarov SA, Genève**⑤ Laser en mode déclenché à sortie stable et son procédé de stabilisation.**

⑤ Les impulsions de déclenchement d'un laser en mode déclenché acousto-optique (10, 24, 30) sont synchronisées électriquement à la phase du signal RF commandant le déclencheur (30), en appliquant les signaux de sortie d'un oscillateur RF (40) à l'entrée d'horloge d'un flip-flop (44) de type D à circuit intégré, et les impulsions de déclenchement laser à l'entrée D du flip-flop (44); de cette façon, le bord d'entrée de chaque impulsion de déclenchement à la sortie du flip-flop (44) se présente toujours en un emplacement particulier sur la forme d'onde RF.



REVENDECATIONS

1. Procédé de stabilisation des impulsions à la sortie d'un laser en mode déclenché, comportant une source d'impulsions de déclenchement laser et une source de signaux RF, caractérisé en ce qu'il comprend une synchronisation des impulsions de déclenchement laser et de la phase des signaux RF.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la synchronisation est obtenue en synchronisant les impulsions de déclenchement laser sur la phase des signaux RF.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la synchronisation est obtenue en synchronisant les signaux RF sur la phase des impulsions de déclenchement laser.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la synchronisation est obtenue en appliquant les impulsions de déclenchement laser à l'entrée d'un flip-flop, les signaux RF à l'entrée d'horloge du flip-flop, et la sortie du flip-flop à l'entrée d'un déclencheur périodique RF, dont la sortie est appliquée au laser en mode déclenché.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le laser en mode déclenché est un laser acousto-optique déclenché, dans lequel la sortie d'un oscillateur à fréquence de répétition est appliquée à un déclencheur à fréquence de répétition, et la sortie d'un oscillateur RF est appliquée à un déclencheur RF, dont la sortie est appliquée au laser en mode déclenché, et en ce que la synchronisation est obtenue en appliquant la sortie du déclencheur à fréquence de répétition à l'entrée retard d'un flip-flop du type D à circuit intégré, la sortie de l'oscillateur RF à l'entrée d'horloge du flip-flop, et la sortie du flip-flop à l'entrée du déclencheur RF.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la synchronisation est obtenue en appliquant une dérivation des impulsions de déclenchement laser à une entrée de la source des signaux RF.

7. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens interconnectant fonctionnellement la source des impulsions de déclenchement laser et la source de signaux RF pour la synchronisation des impulsions de déclenchement laser et de la phase des signaux RF.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la source des impulsions de déclenchement laser comprend un oscillateur à fréquence de répétition, et en ce que les moyens de connexion relient la sortie de l'oscillateur à fréquence de répétition à la source de signaux RF, en vue de réaliser la synchronisation des signaux RF sur la phase des impulsions de déclenchement laser.

9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de connexion comprennent des moyens de synchronisation interconnectant fonctionnellement la sortie de la source des impulsions de déclenchement laser et la sortie de la source de signaux RF, en vue de réaliser la synchronisation des impulsions de déclenchement laser sur la phase des signaux RF.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens de synchronisation comprennent un flip-flop ayant une entrée connectée à la sortie de la source des impulsions de déclenchement laser, une entrée d'horloge connectée à la sortie de la source de signaux RF et une sortie connectée à l'entrée d'un déclencheur RF.

11. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le laser déclenché est un laser acousto-optique déclenché, dans lequel la sortie d'un oscillateur à fréquence de répétition est appliquée à un déclencheur à fréquence de répétition, et la sortie d'un oscillateur RF est appliquée à un déclencheur RF, dont la sortie est appliquée au laser en mode déclenché, et en ce que les moyens de synchronisation comprennent un flip-flop du type D à circuit intégré ayant l'entrée retard connectée à la sortie du déclencheur à fréquence de répétition, une entrée

d'horloge connectée à une sortie de l'oscillateur RF, et une sortie connectée au déclencheur RF.

12. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le laser déclenché est un laser acousto-optique déclenché, dans lequel la sortie d'un oscillateur à fréquence de répétition est appliquée à un déclencheur à fréquence de répétition, et la sortie d'un oscillateur RF est appliquée à un déclencheur RF, dont la sortie est appliquée au laser en mode déclenché, et en ce que les moyens de synchronisation comprennent des moyens connectant la sortie de l'oscillateur à fréquence de répétition à l'oscillateur RF, en vue de réaliser la synchronisation des signaux RF sur la phase des impulsions de déclenchement laser.

L'invention se rapporte à des lasers en mode déclenché et plus particulièrement, à un laser déclenché ayant une sortie à haute stabilité.

Dans les lasers déclenchés de la technique connue, la différence entre la modulation sur le faisceau du laser, par des signaux RF de décroissance différente, contribue à l'instabilité d'une certaine portion de la sortie du laser l'amplitude de cette instabilité étant fonction de la fréquence de répétition des impulsions de déclenchement. L'instabilité est également causée par la variation de la puissance d'entrée, l'alignement de la cavité, ou par tout autre facteur qui module le temps d'accumulation de l'impulsion laser.

L'invention a pour but de fournir un procédé et un laser en mode déclenché de haute stabilité, ce qui est obtenu en synchronisant les impulsions de déclenchement laser et la phase du signal RF.

Ce concept permet d'atteindre le principal but de l'invention, à savoir, de remédier à l'instabilité de la sortie du laser, caractérisant les lasers en mode déclenché de la technique connue.

Un autre but de l'invention est de fournir un laser en mode déclenché de la classe décrite, caractérisé en ce que, lorsqu'on fait varier la fréquence de répétition des impulsions de déclenchement pour produire des impulsions du laser en mode déclenché de fréquence et de répétition différente à la sortie du laser, on obtient une sortie reproductible.

L'objet précité de l'invention, ainsi que d'autres aspects et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée ci-après, qui sera faite en référence au dessin annexé, illustrant des formes d'exécution préférées de l'invention.

Sur ce dessin:

— la figure 1 est une représentation schématique d'un montage électrique, illustrant le procédé et les moyens utilisés pour obtenir une haute stabilité à la sortie d'un laser en mode déclenché, conformément à l'invention;

— la figure 2 est une représentation graphique d'une pluralité de formes d'ondes électriques de signaux électriques et d'une sortie d'un laser, illustrant le fonctionnement d'un laser conventionnel acousto-optique en mode déclenché;

— la figure 3 est une représentation graphique d'une pluralité de formes d'ondes électriques, représentant l'une des ondes de la figure 2, à une échelle de temps agrandie, et illustrant la façon dont elle est synchronisée, conformément à l'invention;

— la figure 4 est une vue partielle d'un schéma électrique d'une variante de la figure 1, illustrant un autre procédé et d'autres moyens permettant d'obtenir une haute stabilité à la sortie d'un laser en mode déclenché, conformément à l'invention.

On a représenté schématiquement à la figure 1, la forme de construction d'un laser conventionnel acousto-optique en

mode déclenché. Un tube allongé 10 Nd: YAG est monté dans un échangeur thermique 12, à travers lequel circule un liquide de refroidissement, au moyen d'une pompe 14 et de conduits de jonction 16 et 18. Un second échangeur thermique 20 entoure une partie du conduit amont 18 pour assurer le refroidissement du liquide avant son retour vers l'échangeur thermique 12. Le second échangeur thermique 20 assure, de façon typique, le refroidissement au moyen d'eau ordinaire.

Les extrémités du tube laser 10 sont exposées de façon que son axe longitudinal s'étende sans obstacle entre des miroirs 22 et 24 montés à distance, à l'extérieur, des extrémités opposées du tube.

Le laser comprend également une source de pompage optique continu. Pour le tube Nd: YAG représenté, la source lumineuse est une lampe à arc au krypton 26, connectée à une source 28 de courant continu.

On a représenté un déclencheur acousto-optique 30, monté entre le miroir 24 et l'extrémité du tube 10 qui lui fait face. Le déclencheur est déclenché à une fréquence de répétition prédéterminée, au moyen d'impulsions de déclenchement P, produites par un oscillateur à fréquence de répétition 32 et appliquées à un déclencheur à fréquence de répétition 34, auquel un signal de porte G est appliqué au moyen d'une source de signal déclencheur 36. Les impulsions de déclenchement P sont normalement appliquées à une porte RF 38, à laquelle un signal RF est appliqué par un oscillateur RF 40. Les impulsions de déclenchement P interrompent le signal RF à l'amplificateur 42, et par conséquent, au déclencheur 30. Durant ce temps d'interruption, une impulsion L à la sortie du laser s'amorce et est émise par le laser.

Conformément à l'invention, on confère à la sortie du laser en mode déclenché, une haute stabilité en synchronisant électriquement le signal de déclenchement et la phase du signal RF commandant le déclencheur. Le blocage du signal de déclenchement pour toute phase particulière du signal RF, produit une impulsion de sortie du laser en mode déclenché plus stable, du fait que l'enveloppe d'atténuation du signal RF, étant fermée par le signal de déclenchement, module le début de l'énergie du laser lorsqu'elle s'accroît dans la cavité du laser. C'est la différence entre la modulation sur le faisceau du laser par des signaux RF décroissants différents, qui contribue, dans une certaine mesure, à l'instabilité à la sortie du laser. Le blocage du signal de déclenchement en une position arbitraire sur le signal RF d'une phase quelconque fixée, a pour effet de rendre similaire chaque enveloppe successive RF d'atténuation, ce qui se traduit par une modulation uniforme des impulsions à la sortie du laser.

En se référant à la figure 1 du dessin, la synchronisation du signal de déclenchement du laser en mode déclenché, avec la phase du signal RF, est obtenue en intercalant, entre la porte à fréquence de répétition 34 et la porte RF 38, un synchroniseur 44 qui fonctionne de façon opérative, de manière à interconnecter la sortie de la porte à fréquence de répétition 34 et l'oscillateur RF 40, afin de synchroniser les impulsions de déclenchement du laser avec la phase des signaux RF.

Une forme d'exécution spécifique du synchroniseur 44 est réalisée au moyen d'un flip-flop du type 7474 D à circuit intégré. Les impulsions de sortie P provenant de la porte à fré-

quence de répétition 34 sont appliquées à l'entrée D du flip-flop; la sortie RF de l'oscillateur 40 est appliquée à l'entrée d'horloge du flip-flop, la sortie du flip-flop étant reliée à l'entrée de la porte RF 38.

En se référant à la figure 3 du dessin, l'une des impulsions P est représentée à une échelle de temps agrandie, pour plus de clarté, associée à une onde sinusoïdale de sortie de l'oscillateur RF. Il y a lieu de noter que la sortie de l'oscillateur RF peut être une onde carrée ou toute autre forme voulue d'onde répétitive. De toute façon, cette sortie de l'oscillateur est appliquée à l'entrée d'horloge du flip-flop, de manière à régler dans le temps ou à synchroniser les impulsions P, afin que les bords d'entrée et de sortie des impulsions P' se présentent toujours en un emplacement particulier sur l'onde sinusoïdale représentée.

Il y a lieu de noter que si le bord de sortie de l'impulsion P n'est pas aligné avec le point arbitraire 46 de synchronisation de phase sur l'onde sinusoïdale, le prochain signal d'horloge génère le bord de sortie de l'impulsion P'. En conséquence, les impulsions P et P' peuvent être d'égale durée, ou de durées plus courtes ou plus longues les unes par rapport aux autres.

Il importe toutefois qu'il y ait synchronisation du bord d'entrée des impulsions P, du fait que c'est le bord d'entrée qui est en liaison avec l'impulsion L de sortie du laser.

Le dispositif de synchronisation qui vient d'être décrit, présente l'avantage que, lorsque la fréquence de répétition de déclenchement est modifiée pour produire, à la sortie du laser, des impulsions du déclencheur de différentes fréquences, une sortie reproductible est obtenue. Ceci se produit en raison du fait que, pour des fréquences différentes, les impulsions de sortie prennent des temps différents pour s'accumuler et être émises à partir du laser. En conséquence, bien que les impulsions du laser pour différentes fréquences de répétition soient modulées par différentes portions de l'enveloppe RF d'atténuation, les impulsions suivantes sont modulées, à chaque fréquence de répétition, par des portions similaires de l'enveloppe RF d'atténuation.

Si aucune synchronisation n'est utilisée, l'amplitude de l'instabilité est une fonction de la fréquence. De même, une instabilité différente est causée par une énergie d'entrée variable, un alignement de la cavité ou un autre facteur modulant le temps d'accumulation d'impulsion du laser.

Dans la forme d'exécution représentée à la figure 4, la synchronisation des impulsions de déclenchement du laser et de la phase des signaux RF est obtenue en synchronisant un oscillateur RF 40' par une dérivation du signal de porte P. Ceci est réalisé, comme représenté, en commandant un oscillateur RF par les signaux de sortie de l'oscillateur à fréquence de répétition 32. De cette manière, le signal RF est synchronisé avec la phase des impulsions de déclenchement P du laser. Ce dispositif est particulièrement approprié pour l'emploi dans des conditions où les impulsions de déclenchement du laser produisent à une fréquence fixe.

Bien que les procédés et les dispositifs précités aient été décrits en se référant à un laser acousto-optique en mode déclenché, l'invention peut également être utilisée avec des lasers électro-optiques en mode déclenché, modifiés pour fournir une excitation RF.

