

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 490 525

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 20622

(54) Dispositif indicateur de joint de pièces à souder par faisceau électronique explorateur.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **B 23 K 15/00.**

(22) Date de dépôt 25 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 12 du 26-3-1982.

(71) Déposant : INSTITUT ELEKTROSVARKI IMENI E. O. PATONA AKADEMII NAUK UKRAINSKOI
SSR, résidant en URSS.

(72) Invention de : Jury Ivanovich Pastushenko, Gleb Alexandrovich Spynu, Oleg Kuzmich Nazarenko, Viktor Efimovich Lokshin et Vladimir Ivanovich Shapoval.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Dispositif indicateur de joint de pièces à souder
par faisceau électronique explorateur.

La présente invention concerne le soudage électronique et plus particulièrement l'appareillage pour la commande automatique de la position du faisceau électronique de soudage par rapport au joint des pièces à souder ; l'invention est donc relative à un dispositif indicateur de joint de pièces à souder par faisceau électronique explorateur.

10 L'invention peut être avantageusement appliquée dans des systèmes de guidage automatique du faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder.

Le soudage électronique qui se distingue par de hautes possibilités technologiques trouve ces derniers temps un champ d'application de plus en plus large dans divers domaines de l'industrie lorsqu'il s'agit de réunir des métaux réfractaires et réactifs, de même que pour la fabrication de divers articles à partir de matériaux classiques largement répandus tels que l'acier, des alliages 20 d'aluminium, des alliages à base du cuivre.

Une jonction soudée de qualité ne s'obtient que si, à côté du respect des paramètres énergétiques du faisceau électronique de soudage, on assure le positionnement dans l'espace correct de celui-ci par rapport au 25 joint des pièces à souder. Il est évident qu'il est impossible d'obtenir une bonne jonction sans un positionnement et un déplacement précis du faisceau électronique de soudage le long du joint, ceci à cause de l'aspect curviligne du joint dans le cas général. Parlant des 30 particularités du soudage électronique (températures et vitesses élevées de traitement des pièces) qui rendent très difficile la surveillance directe du processus et tenant compte de la tendance de ce genre de soudage à se

répandre encore plus, il y a lieu de faire remarquer l'importance qu'acquiert la mise au point de systèmes automatiques de guidage du faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder.

5 La précision des systèmes automatiques de guidage du faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder dépend beaucoup de celle des dispositifs indicateurs de joint des pièces à souder qui en font partie. Les dispositifs connus d'indication de joint des 10 pièces à souder peuvent être classés en dispositifs mécaniques, électromécaniques, photo-électriques et électroniques. On notera toutefois la simplicité des dispositifs mécaniques qui implique leur basse précision ce qui limite leur domaine d'application.

15 On trouve plus de perfectionnement dans les dispositifs électromécaniques indicateurs de joints des pièces à souder.

C'est ainsi que dans les systèmes de guidage automatique du faisceau électronique de soudage sur le 20 joint des pièces à souder mis au point par la Société "Sciaky" (France) le rôle du dispositif indicateur de joint des pièces à souder est tenu par un tâteur mécanique monté sur le canon et disposé suivant le joint devant le faisceau électronique, ce tâteur étant associé à un organe 25 de formage d'un signal électrique portant une information sur le relief de la surface des pièces à souder. Ce signal électrique permet d'accroître considérablement la précision de guidage du faisceau électronique sur le joint des pièces à souder et d'étendre les capacités fonctionnelles 30 des systèmes qui l'emploient en utilisant par exemple des ordinateurs pour résoudre différents problèmes technologiques ce que pratique avec succès la Société "Sciaky". Cependant on sait que l'association dans un système de dispositifs mécaniques et électriques (et d'autant plus 35 électroniques) fait naître d'importantes difficultés, et on doit donc accepter d'avance des pertes d'information

et de temps aussi bien dans les organes mécaniques mêmes de ces systèmes qu'au point de jonction "mécanique" - "électricité".

- Des difficultés pareilles se font sentir lorsqu'on 5 emploie des dispositifs photo-électriques connus pour l'indication du joint des pièces à souder. Par ailleurs l'utilisation d'appareils optiques dans les dispositifs en question provoque d'autres difficultés supplémentaires.
- Il est par exemple très difficile de maintenir la trans- 10 parence nécessaire des lentilles optiques pendant le soudage parce qu'elles se recouvrent d'un dépôt de substance se détachant de la surface de la pièce à souder sous l'effet du faisceau électronique, ce qui assombrit rapidement l'image de la pièce à souder.
- 15 Les systèmes qui viennent d'être décrits pour le guidage automatique du faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder ont ceci de commun, qu'avant le soudage il est indispensable de réaliser diverses opérations technologiques supplémentaires comme 20 par exemple le rejoindrement de bords des pièces à souder, le traçage le long du joint d'une ligne réfléchissante, etc.

Parmi les systèmes de guidage automatique du faisceau électronique sur le joint des pièces à souder 25 qu'on utilise aujourd'hui les meilleures perspectives sont offertes par ceux qui utilisent des dispositifs électroniques d'indication de joint des pièces à souder. Ces dispositifs présentent à notre avis de nombreux avantages par rapport à ceux qui ont été décrits ci- 30 dessus. Dans les dispositifs électroniques, l'information concernant la position du faisceau électronique de soudage par rapport au joint des pièces à souder est obtenue à l'aide d'électrons se réfléchissant sur la surface de l'objet à souder sous l'effet du faisceau 35 électronique. Convenons de les nommer électrons secondaires. Comme on sait le flux d'électrons secondaires est

déterminé par le courant de faisceau électronique et par le relief de la surface de la pièce à irradier. Dans les dispositifs électroniques en question on utilise le faisceau électronique explorateur pour obtenir l'image du relief de la surface de la pièce à souder. Au moment où le faisceau électronique croise le joint des pièces à souder, on voit changer brusquement l'intensité du flux d'électrons secondaires ce qui est enregistré dans le dispositif par le formage d'une impulsion électrique qui représentera un signal indicateur portant une information sur le relief de la surface des objets à souder. On emploie dans ces dispositifs un faisceau électronique exportateur qui peut être engendré aussi bien par un canon électronique spécial que par un canon ordinaire que l'on met périodiquement au régime de contrôle.

Examinons à titre d'exemple un dispositif connu d'indication de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur (voir brevet US n° 3 426 174). Ce dispositif comprend un émetteur de faisceau électronique explorateur branché sur une source d'alimentation, un collecteur d'électrons secondaires placés dans un écran et installé, pendant le travail, entre ledit émetteur de faisceau électronique explorateur et l'objet à souder, ce collecteur ayant un orifice pour laisser passer le faisceau électronique et une dérivation à courant. On a couplé à cette dérivation à courant une résistance sur laquelle on prélève le signal indicateur, on peut dire donc que cette résistance remplit la fonction de conformateur pour les signaux indicateurs qui transportent l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder et notamment annoncent que le joint se trouve dans la zone d'action du faisceau électronique explorateur. Ces signaux sont ensuite utilisés dans le système de guidage automatique du faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder. Le collecteur est mis sous écran pour être protégé contre l'influence d'électrons

provenant d'autres sources.

Le dispositif qui vient d'être décrit assure la représentation du relief de la surface des pièces à souder avec une erreur qui est fonction de celle de formation du 5 signal portant l'information concernant le relief de la surface des pièces à souder ainsi que fonction d'autr~~s~~ erreurs indépendantes (par exemple erreurs dans le système de déviation électromagnétique de l'émetteur de faisceau électronique explorateur). La précision de fonctionnement 10 de ce dispositif est également affectée par des champs électromagnétiques provenant de l'interaction du faisceau électronique de soudage avec des vapeurs de métal ainsi que par une constante de temps trop grande du conformateur de signaux réalisé, conformateur réalisé à partir d'une 15 résistance. Il manque la protection contre l'influence des pulsations du courant du faisceau électronique explorateur sur la forme du signal portant l'information sur le relief de la surface des objets à souder. Le fait que le collecteur soit muni d'un écran, tubulaire en l'occurrence, 20 procure au dispositif une protection considérable contre l'influence des champs électromagnétiques. Pourtant si l'on veut avoir une protection absolue contre les champs électromagnétiques l'écran devra être réalisé en sorte qu'il puisse recouvrir complètement le collecteur, 25 c'est-à-dire qu'il devra être en contact avec l'objet à souder. Il est évident donc qu'un tel écran limitera sensiblement les capacités technologiques du dispositif.

L'invention vise à mettre au point un dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau 30 électronique explorateur dans lequel le conformateur de signaux indicateurs transportant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder soit conçu de façon à pouvoir neutraliser l'influence négative des pulsations du flux d'électrons primaires du faisceau 35 électronique explorateur et à assurer une plus grande fiabilité de l'information relative au relief de la

surface de l'objet à souder.

Selon l'invention le dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur comprend : un émetteur de faisceau électronique-
5 que explorateur couplé à une source d'alimentation ; et au moins un collecteur d'électrons secondaires placé dans un écran et installé en position active entre ledit émetteur de faisceau électronique explorateur et l'objet à souder, ce collecteur étant muni d'un orifice pour le
10 passage du faisceau électronique explorateur et d'une dérivation à courant à laquelle est relié un conformateur de signaux indicateurs portant l'information sur le relief de la surface des pièces à souder, et il est caractérisé en ce que ledit conformateur de signaux indicateurs est
15 réalisé sous forme d'une unité différentielle. Une des entrées de cette unité différentielle est reliée à la dérivation à courant du collecteur, sa seconde entrée étant connectée à la source d'alimentation de l'émetteur de faisceau électronique explorateur. La sortie de l'unité
20 différentielle qui est aussi celle du dispositif délivre un signal indicateur véhiculant l'information concernant le relief de la surface de l'objet à souder et correspondant à la différence des valeurs du signal portant l'information sur les pulsations du flux d'électrons pri-
25 maires du faisceau électronique explorateur et du signal portant l'information sur le flux d'électrons secondaires qui arrivent au collecteur depuis la zone d'action du faisceau électronique explorateur sur la surface de l'objet à souder.
30 Le fait que le conformateur de signaux indicateurs portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder soit réalisé en forme d'une unité diffé-
rentielle permet de compenser l'influence négative des pulsations du flux d'électrons primaires du faisceau
35 électronique explorateur ainsi que l'influence d'autres sources d'électrons.

Pour assurer la protection contre l'effet des champs magnétiques il est avantageux de réaliser l'unité différentielle à base d'un transformateur différentiel dont l'un des primaires relié à la dérivation à courant du 5 collecteur, dont le second primaire est couplé à la source d'alimentation de faisceau électronique explorateur, et dont les bornes de son secondaire servent de sortie du dispositif.

Dans le but d'élargir la bande passante du 10 dispositif et d'augmenter la précision de l'image du relief de la surface de l'objet à souder il est utile de munir l'unité différentielle d'un convertisseur de courant d'électrons secondaires en tension réalisé à base d'un amplificateur opérationnel, l'entrée inverseuse de celui- 15 ci étant reliée à la dérivation à courant du collecteur, l'entrée sans inversion étant mise à la terre, la sortie de cet amplificateur opérationnel étant couplée à l'une des entrées d'un amplificateur différentiel réalisé à base de l'amplificateur opérationnel. La seconde entrée 20 de l'amplificateur différentiel est connectée à la source d'alimentation de l'émetteur de faisceau électronique explorateur. La sortie de l'amplificateur différentiel est aussi celle du dispositif.

Pour assurer la protection contre l'influence 25 d'autres sources d'électrons il est utile que le dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur soit muni de deux collecteurs placés chacun dans un écran tubulaire et orientés en sorte que les zones de surveillance des collecteurs 30 soient égales et touchent l'une à l'autre. La zone de surveillance de l'un des collecteurs doit coïncider avec la zone d'action du faisceau électronique explorateur. L'unité différentielle doit avoir deux convertisseurs de courant d'électrons secondaires en tension. L'entrée 35 de chacun des convertisseurs de courant d'électrons secondaires en tension doit être reliée à l'un des

collecteurs, leurs sorties étant à coupler aux entrées différentes de l'amplificateur différentiel, la sortie de ce dernier servant à celle du dispositif. Une telle conception du dispositif permet de compenser les parasites engendrés par les électrons provenant d'autres sources.

- 5 Pour visualiser la valeur de dénivellation des bords à souder il est utile de munir le dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur de deux collecteurs placés dans des écrans tubulaires connus et orientés en sorte que les zones de surveillance des collecteurs coïncident avec la zone d'action du faisceau électronique explorateur. L'unité différentielle doit avoir deux convertisseurs de courant d'électrons secondaires en tension. L'entrée de chacun 10 des convertisseurs de courant d'électrons secondaires en tension doit être couplée à l'un des collecteurs tandis que leurs sorties sont à relier aux entrées de l'amplificateur différentiel. Le dispositif doit également être doté d'un amplificateur totalisateur réalisé à base de 15 l'amplificateur opérationnel, l'entrée inverseuse de celui-ci étant en liaison électrique avec les sorties des convertisseurs de courant d'électrons secondaires en tension alors que l'entrée sans inversion est mise à la terre.
- 20 25 Les sorties de l'amplificateur différentiel et de l'amplificateur totalisateur serviront de sorties du dispositif, la sortie de l'amplificateur totalisateur délivrant le signal indicateur portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder, tandis que la sortie de l'amplificateur différentiel délivre le 30 signal portant l'information sur la valeur de dénivellation des pièces à souder.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la 35 description qui va suivre de plusieurs exemples de réalisation et en se référant aux dessins annexés dans

lesquels :

la figure 1 représente l'organigramme du dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur selon l'invention ;

5 la figure 2 représente un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention dans lequel l'unité différentielle est un transformateur différentiel ;

10 la figure 3 représente un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention dans lequel l'unité différentielle comporte un convertisseur de courant d'électrons secondaires en tension ;

15 la figure 4 représente un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention qui comprend deux collecteurs d'électrons secondaires, l'unité différentielle ayant deux convertisseurs de courant d'électrons secondaires en tension ;

20 la figure 5 représente un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention muni de deux collecteurs d'électrons secondaires et d'un amplificateur totalisateur ;

25 la figure 6 représente un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention muni de quatre collecteurs d'électrons secondaires, de deux unités différentes et de deux amplificateurs totalisateurs.

30 Le dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur (figure 1) comprend un émetteur 1 de faisceau électronique explorateur branché sur une source d'alimentation 2, un collecteur 3 d'électrons secondaires placé dans un écran tubulaire 4. Une dérivation à courant 5 du collecteur 3 est en liaison avec un conformateur de signal indicateur portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder, ledit conformateur étant réalisé en forme d'une unité différentielle 6 et ayant des entrées 7, 35 8. Une sortie 9 de l'unité différentielle 6 sert de sortie du dispositif et elle est destinée à la connexion du

système de guidage automatique du faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder. La source 2 d'alimentation de l'émetteur 2 possède une borne 10 pour la liaison avec l'unité différentielle 6.

5 La figure 2 représente un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention dans lequel l'unité différentielle 6 a la forme d'un transformateur différentiel dont les primaires 11, 12 sont connectés en opposition et reliés aux entrées 7, 8 de l'unité 6, tandis que
10 le secondaire 13 est connecté à la sortie 9 de l'unité 6. .
Cette figure montre schématiquement l'émetteur 1 d'un faisceau électronique explorateur 14 représenté conventionnellement, de même qu'un flux 15 d'électrons secondaires, par des lignes à flèches, et un objet à souder 16
15 installé sur un chariot 17. L'émetteur 1 comprend un filament à incandescence 18, une cathode 19 émettant des électrons, une électrode de commande 20, une anode 21, des systèmes électromagnétiques 22, 23 de focalisation et de déviation respectivement. La figure 2 fait voir aussi
20 une zone AB d'action du faisceau électronique et un joint CD des pièces à souder.

Comme on voit dans la figure 3, l'unité différentielle 6 contient un convertisseur 24 de courant d'électrons secondaires en tension réalisé à base d'un
25 amplificateur opérationnel 25 à l'entrée inverseuse duquel est connectée une résistance 26 de réaction et la dérivation à courant 5 du collecteur 3. L'unité 6 comprend en outre un amplificateur différentiel 27 constitué d'un amplificateur opérationnel 28, le régime de travail de
30 celui-ci étant commandé par des résistances 29, 30 à ses entrées et par une résistance 31 de réaction. La sortie de l'amplificateur opérationnel 25 est reliée, par l'intermédiaire de la résistance 30, à l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel 28, la seconde entrée
35 de ce dernier étant couplée, par l'intermédiaire de la résistance 29, à la sortie complémentaire 10 de la source

d'alimentation 2. La sortie 9 de l'unité différentielle 6 est celle de l'amplificateur différentiel 27.

- Le mode de réalisation du conformateur de signaux indicateurs (unité 6) représenté aux figures 2, 3 permet
- 5 d'exclure des inductions électromagnétiques apparaissant lors du soudage sous vide par suite de l'interaction du faisceau électronique avec les vapeurs de métal. Ceci est possible grâce au fait que le transformateur différentiel et les amplificateurs opérationnels sont linéaires et leur
- 10 bande passante est inférieure à la fréquence des oscillations électromagnétiques du plasma qu'on obtient dans l'espace entourant le point focal du faisceau électronique. Une résistance d'entrée peu élevée du transformateur et des amplificateurs opérationnels explique la haute rapidité de fonctionnement du dispositif.
- 15 La liaison avec la source d'alimentation permet d'exclure l'influence des pulsations (de la non stabilité) du faisceau électronique explorateur sur la matérialisation du relief dans la zone d'action de ce faisceau.
- 20 La figure 4 représente un exemple de réalisation du dispositif proposé avec deux collecteurs 3, 32 placés dans des écrans tubulaires 4, 33 et avec deux convertisseurs 24, 34 de courant d'électrons secondaires en tension. Les collecteurs 3, 32 ont des zones de surveillance égales et ils sont installés de façon à voir ces zones se toucher. La zone de surveillance du collecteur 3 coïncide avec la zone AB d'action du faisceau électronique explorateur. L'unité différentielle 6 comprend aussi l'amplificateur différentiel 27. La figure ne donne pas
- 25 l'organisation du convertisseur 34 étant donné qu'il est analogue au convertisseur 24 (figure 3). Notons qu'on a couplé, aux collecteurs 3, 32, les entrées inverseuses des amplificateurs opérationnels faisant partie des convertisseurs 24, 34. Les entrées sans inversion des
- 30 35 amplificateurs opérationnels desdits convertisseurs 24, 34 sont mises à la terre. Les sorties des amplificateurs

opérationnels des convertisseurs 24, 34 sont connectées aux différentes entrées de l'amplificateur différentiel 27, la sortie de ce dernier constituant la sortie 10 du dispositif.

- 5 Ce mode de réalisation du dispositif permet d'éviter que des flux d'électrons secondaires provenant d'autres émetteurs fonctionnant simultanément avec l'émetteur du faisceau explorateur 14 n'exercent leur influence sur le formage du signal indicateur portant
- 10 l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder 16.

La figure 5 représente un exemple de réalisation du dispositif proposé permettant de matérialiser la valeur de dénivellation des pièces à souder. Comme on le voit dans le dessin, les collecteurs 3, 32 placés dans les écrans tubulaires 4, 33 sont orientés de telle sorte que leurs zones de surveillance de dimensions égales soient mises en coïncidence avec la zone AB d'action du faisceau électronique explorateur 14. L'unité différentielle 6 comprend les convertisseurs 24, 34, l'amplificateur différentiel 27 qui ne diffèrent en rien de ceux qui viennent d'être décrits. Le dispositif comporte en outre un amplificateur totalisateur 35 monté à base d'un amplificateur opérationnel 36 avec des résistances 37, 38, 39. La figure 5 fait voir aussi des variantes de disposition réciproque des pièces à souder donnant lieu à une dénivellation.

Les dérivations à courant des collecteurs 3, 32 sont connectées, par l'intermédiaire des convertisseurs 24, 34 de courant d'électrons secondaires, aux entrées de l'amplificateur différentiel 27 de même qu'aux entrées de l'amplificateur totalisateur 35 contenant l'amplificateur opérationnel 36, le régime de fonctionnement de celui-ci étant commandé par des résistances 37, 38 couplées à son entrée inverseuse et par une résistance 39 de réaction, tandis que des sorties 40, 41

des amplificateurs différentiel et totalisateur 27 et 35 respectivement constituent des sorties du dispositif.

Ce mode de conception du dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique 5 explorateur permet d'obtenir un signal indicateur portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder et un signal informant de la valeur de dénivellée des pièces à souder.

Pour se prémunir, lors de la mesure de la dénivelle-
10 lée des pièces à souder, contre des perturbations provenant du travail d'autres sources d'électrons, par exemple en cas de soudage à l'aide de plusieurs émetteurs en même temps, il est intéressant de réaliser le dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau
15 électronique explorateur comme ceci est montré à la figure 6. Le dispositif selon ce mode de conception comporte quatre collecteurs 3, 32, 42, 43 placés dans des écrans tubulaires. Les zones de surveillance des collecteurs 3, 42 coïncident avec la zone AB d'action du
20 faisceau électronique explorateur 14 tandis que les zones de surveillance des collecteurs 32, 43, égales à celles des collecteurs 3, 42, sont en contact avec elles soit avec la zone AB. Les collecteurs 3, 32 et 42, 43 sont regroupés en couples et connectés aux unités différentielles identiques 6, 44 les sorties de celles-ci étant reliées aux entrées des amplificateurs totalisateur 35 et différentiel
25 45. L'unité différentielle 44 de même que l'unité 6 (figures 4, 5, 6) contient deux convertisseurs 46, 47 de courant d'électrons secondaires en tension et un amplificateur différentiel 48. Les sorties des amplificateurs
30 35, 45 servent de sorties du dispositif.

Le dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur faisant l'objet de la présente description fonctionne comme suit.
35 L'émetteur 1 (figure 2) du faisceau électronique explorateur 14 forme un flux d'électrons à partir d'un nuage

d'électrons apparaissant autour de la cathode 19 sous l'effet du chauffage et du bombardement de la cathode par des électrons provenant du filament d'incandescence 18.

La valeur du courant du faisceau électronique 14 est

- 5 définie par les potentiels de commande de l'électrode de commande 20 et de l'anode 21 tandis que les dimensions géométriques dudit faisceau (diamètre, position du foyer) sont déterminées par le champ magnétique du système focalisant 22. Les coordonnées de position de la tache
10 focale du faisceau électronique explorateur 14 sur la surface de l'objet à souder 16 sont définies par le champ magnétique du système de déviation électromagnétique 23, celui-ci étant contrôlé à son tour par un dispositif non représenté.

- 15 Le filament à incandescence 18, la cathode 19, l'électrode de commande 20, l'anode 21 et le système focalisant 22 sont branchés sur la source 2 d'alimentation de l'émetteur 1 du faisceau électronique explorateur 14.

- Le faisceau électronique 14 explorant la zone AB
20 de la surface de l'objet 16, des électrons s'en réfléchissent en formant un flux 15 d'électrons secondaires qui seront captés par le collecteur 3 placé dans un écran tubulaire 4. Ledit écran tubulaire 4 protège le collecteur 3 contre l'influence négative de champs électromagnétiques
25 et sert aussi à former la zone de surveillance de la surface de l'objet à souder (zone depuis laquelle le flux 15 d'électrons secondaires arrive au collecteur).

- Les inégalités de la surface de l'objet 16 dans la zone AB agissent sur le flux 15 d'électrons secondaires en
30 modifiant le courant d'électrons secondaires traversant le collecteur 3 conformément au relief de l'objet dans la zone AB. Si le joint CD de l'objet à souder 16 se situe dans la zone AB, le flux 15 d'électrons secondaires diminuera brusquement au moment où le faisceau 14 aura
35 croisé ce joint. Le contraste du relief de la surface dans la zone AB dans le flux 15 d'électrons secondaires dépend

des caractéristiques de réflexion du matériau dont l'objet à souder est fait et aussi du rapport entre les dimensions des inégalités (par exemple du joint) et le diamètre de la tache focale du faisceau électronique

5 explorateur 14 sur la surface dudit objet de même que de différentes perturbations, notamment des pulsations. L'intensité des pulsations du flux 15 d'électrons secondaires est fonction de la non-stabilité des tensions d'alimentation fournies par la source 2. On utilise l'unité différentielle 6 pour neutraliser les pulsations du flux 15 d'électrons secondaires ou plutôt les pulsations du courant d'électrons secondaires que l'on prélève sur la dérivation à courant du collecteur 3, ces pulsations pouvant provoquer la distorsion du signal portant

10 15 l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder 16.

Comme on le voit dans la figure 1 (et dans les autres figures) l'unité différentielle 6 possède deux entrées 7 et 8. L'entrée 8 reçoit le courant d'électrons secondaires provenant du collecteur 3 par l'intermédiaire de la dérivation à courant 5, l'entrée 7 reçoit le courant fourni par la source 2 d'alimentation de l'émetteur 1. L'unité différentielle 6 "déduit" le courant provenant de la source 2 du courant envoyé par la dérivation à courant 5 ce qui a pour effet que les pulsations égales en valeur de ces courants disparaissent (sont amorties). On arrive de cette façon à accroître la fiabilité de l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder que transporte le signal indicateur

20 25 30 . ce qui fait augmenter la sensibilité du dispositif envers les inégalités de la surface à traiter et surtout envers la grandeur du jeu dans le joint CD de l'objet à souder. On obtient finalement une amélioration de la conduite du soudage électronique.

35 Il est possible de réaliser l'unité différentielle 6 sous forme d'un transformateur différentiel

- (figure 2) dont les primaires 11 et 12 sont couplés en opposition et connectés à la sortie 10 de la source d'alimentation 2 aussi bien qu'à la dérivation à courant 5 du collecteur 3. Les bouts du secondaire de ce transformateur constituent la sortie 9 de l'unité différentielle 6. Dans le cas donné, le transformateur différentiel avec ses enroulements 11, 12 et 13 différentie le courant fourni par le collecteur 3 compte tenu des pulsations du faisceau électronique explorateur 14 tandis que le signal prélevé sur la sortie 9 de l'unité 6 varie conformément au relief de la surface de l'objet 16, c'est-à-dire c'est un signal indicateur qui véhicule l'information concernant le relief de la surface de l'objet à souder 16. La protection contre les parasites d'un tel dispositif est meilleure que dans les systèmes connus. On voit par ailleurs devenir plus simple le problème de détermination du milieu du jeu du joint C/D d'après le signal indicateur du dispositif dans le système de guidage automatique de faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder.
- Dans les cas où l'amplitude d'exploration (zone AB) du faisceau électronique 14 dépasse sensiblement la valeur du jeu dans le joint, le secondaire 13 peut être shunté par une diode ce qui permet d'élargir la bande passante de l'unité 6 et du dispositif entier.
- La bande passante de l'unité 6 peut être agrandie en utilisant dans cette unité un convertisseur 24 de courant d'électrons secondaires en tension et un amplificateur différentiel 27 (figure 3). Le convertisseur 24 comprend un amplificateur opérationnel 25 pourvu d'une contre-réaction (résistance 26), l'entrée inverseuse de cet amplificateur étant en liaison avec la dérivation à courant 5 du collecteur 3. Etant donné la faible résistance d'entrée $\frac{R26}{K}$ de l'amplificateur opérationnel 25 (R26 - valeur de la résistance 26, K - gain d'amplificateur, $K \geq 100000$), l'unité 6 ne subit pas l'influence des inductions magnétiques dues à l'interaction du faisceau

électronique avec des vapeurs de métal lors du soudage en assurant ainsi l'indépendance pratique des mesures du courant d'électrons secondaires à l'égard de la capacité du collecteur 3. Ceci contribue à accroître la rapidité 5 de fonctionnement du dispositif proposé.

L'amplificateur différentiel 27 comprend en outre un amplificateur opérationnel 28 pourvu d'une contre-réaction (résistance 31). On a relié aux entrées de l'amplificateur 28, par l'intermédiaire des résistances 10 29, 30, la sortie 10 de la source d'alimentation 2 et la sortie du convertisseur 24 de courant d'électrons secondaires en tension, tandis que la sortie de l'amplificateur différentiel 27 constitue la sortie 9 de l'unité 6.

Le signal indicateur de sortie délivré par le 15 dispositif est déterminé d'après l'expression :

$$U = (I_1 \cdot R_{26} - U_2) \frac{R_{31}}{R_{29}}$$

pour : I_1 - courant d'électrons secondaires fourni par 20 le collecteur 3 ;
 U_2 - signal prélevé sur la sortie 10 de la source d'alimentation 2 proportionnel au courant du faisceau électronique explorateur 14 ;
25 R_{29}, R_{31} - valeur des résistances 29, 31.

Dans le cas où une même installation de soudage électronique emploie pour le soudage plusieurs émetteurs d'électrons ou bien lorsque l'indication du joint est assurée par un faisceau électronique explorateur 14 de 30 faible puissance fourni par un émetteur auxiliaire, le niveau du fond de perturbations du flux 15 d'électrons secondaires réflexe sur la zone AB d'action du faisceau explorateur dépasse largement le niveau du flux 15 d'électrons secondaires transportant l'information sur le 35 relief de la surface (flux d'information). Dans ce cas, pour obtenir des signaux indicateurs véhiculant

- l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder (dans la zone AB d'action du faisceau électronique explorateur 14), on inclut au dispositif un second collecteur 32 (figure 4) placé dans un écran tubulaire 33.
- 5 Les zones de surveillance des deux collecteurs 3, 32 sont de dimensions égales et se touchent entre elles, celle du collecteur 3 coïncidant avec la zone AB d'action du faisceau électronique explorateur 14. Le collecteur 32 perçoit le flux de perturbations de fond 15 d'électrons
- 10 secondaires qui n'est formé que par des électrons réflexes diffus, tandis que le collecteur 3 perçoit le flux 15 d'électrons secondaires qui est formé aussi bien par les électrons du faisceau 14 réflexes sur la surface de l'objet 16 que par des électrons réflexes diffus.
- 15 Les courants fournis par les collecteurs 3, 32 sont transformés en tensions par les convertisseurs 24, 34. Puis l'amplificateur différentiel 27 déduit la tension du courant du collecteur 32 de la tension du courant du collecteur 3 et ses pulsations sont amorties. La sortie
- 20 de l'amplificateur 27 constitue la sortie 9 du dispositif.

La conduite du soudage électronique dégage la nécessité d'avoir aussi une autre information sur le relief de la surface de l'objet à souder. Il peut y aller par exemple de la valeur et du genre de dénivellation des

25 pièces à souder qui a lieu souvent pendant le soudage en corrompant la qualité du joint de soudure parce que la dénivellation des pièces se répercute sur la précision de guidage du faisceau de soudage sur le joint des pièces à souder. Pour améliorer la précision du guidage du

30 faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder on peut utiliser la version du dispositif proposé comprenant un amplificateur totaliseur (figure 5). Un tel dispositif possède deux collecteurs 3, 32 placés dans des écrans tubulaires 4, 33. Les zones de surveillance des

35 collecteurs 3, 32 coïncident avec la zone AB d'action du faisceau électronique explorateur 14. La dénivellation des

pièces (figure 4a - Z_1 , 4b - Z_2) fait varier le flux 15 d'électrons secondaires et module le courant d'électrons secondaires prélevé sur les collecteurs 3, 32.

La dénivellation étant Z_1 (figure 4a) le flux 15 d'électrons secondaires perçu par le collecteur 3 sera inférieur au flux 15 d'électrons secondaires perçu par le collecteur 32. Et inversement, la dénivellation étant Z_2 (figure 4b) le flux 15 perçu par le collecteur 32 sera inférieur au flux 15 perçu par le collecteur 3. En conséquence, les courants 5 d'électrons secondaires prélevés sur les collecteurs 3, 32 seront différents. La différence de ces courants permet de déterminer la dénivellation des pièces à souder. La somme 10 des courants d'électrons secondaires prélevés sur les collecteurs 3, 32 transporte l'information sur le relief 15 de la surface de l'objet à souder notamment sur la présence du joint dans la zone AB. La figure 5 fait voir les liaisons des collecteurs 3, 32 avec l'amplificateur différentiel 27 et l'amplificateur totalisateur 35. Ce dernier est monté à l'amplificateur opérationnel 36 et 20 aux résistances 37, 38, 39. Les sorties 40 et 41 sont les sorties du dispositif, la sortie 40 délivrant le signal portant l'information sur la valeur de la dénivellation des 25 pièces à souder, la sortie 41 fournissant le signal indicateur véhiculant l'information sur le relief de la pièce à souder. En cas d'absence de dénivellation des pièces à souder on aura un signal nul à la sortie 40.

Les exemples de réalisation du dispositif qui viennent d'être exposés trouvent des applications dans divers systèmes de guidage automatique de faisceau 30 électronique sur le joint des pièces à souder. Les modes de conception représentés dans les figures 2, 3 et 5 ont tous les avantages à être utilisés dans les systèmes de conduite du soudage électronique réalisé à l'aide d'un seul émetteur d'électrons. Pour conduire le soudage 35 électronique faisant appel à deux et plus d'émetteur on aura intérêt à employer le dispositif dans sa version de

- la figure 4 ou bien le système de dispositifs représentés aux figures 3, 4, 5 qui peut être réalisé comme montré à la figure 6. Ce dispositif possède quatre collecteurs 3, 32, 42, 43 placés dans leurs écrans tubulaires.
- 5 Les zones de surveillance des collecteurs 3 et 42 coïncident avec la zone AB d'action du faisceau électronique 14 sur la surface de l'objet 16, tandis que les zones de surveillance des collecteurs 32 et 43 sont en contact avec la zone et sont égales aux zones de surveil-
- 10 lance des collecteurs 3 et 42 soit à la zone AB.

Les collecteurs 3 et 32 ainsi que 42 et 43 sont reliés, par l'intermédiaire des convertisseurs 24, 34 et 46, 47 aux entrées des amplificateurs différentiels 27 et 48 respectivement, aux entrées complémentaires desquels 15 on a couplé la sortie 10 de la source 2 d'alimentation de l'émetteur 1. Les amplificateurs différentiels 27 et 48 délivrent à leur sortie des signaux portant l'information sur le relief de la surface de la zone AB d'action du faisceau électronique explorateur 14 alors que des opérations technologiques sont réalisées par les autres émetteurs électroniques situés à proximité immédiate de l'émetteur 1 (non représentés à la figure 6). L'amplificateur totalisateur 35 fait la somme des signaux provenant des sorties des amplificateurs différentiels 27 et 48 20 et délivre, à sa propre sortie, un signal indicateur portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder, tandis que la sortie de l'amplificateur différentiel 45 fournit un signal égal à la différence des signaux provenant des amplificateurs 27 et 48 et 25 véhiculant l'information sur la valeur de dénivellée des pièces à souder.

Comme on voit de la description qui vient d'être présentée le dispositif indicateur de joint des pièces à souder par faisceau électronique explorateur possède un 35 nombre d'avantages par comparaison à d'autres dispositifs analogues connus. On y est parvenu à supprimer l'influence

des pulsations du flux d'électrons primaires, l'influence négative d'autres sources d'électrons, de champs électromagnétiques, on a élargi la bande passante du dispositif, on a relevé la précision de représentation du relief de 5 la surface de l'objet à souder. Des exemples de réalisation du dispositif ont été présentés qui permettent de mesurer la valeur de dénivellation des pièces à souder.

Les avantages cités du dispositif proposé permettent d'accroître la précision des systèmes de guidage automa-10 tique de faisceau électronique de soudage sur le joint des pièces à souder. Il en résulte une amélioration de la soudure, une diminution des rebuts et de la consommation du métal dans la fabrication d'articles à l'aide du soudage électronique.

15 Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs déjà de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à celui de ses modes d'application, non plus qu'à ceux des modes de réalisation de ses diverses parties, ayant été plus particulièrement envisagés ; elle 20 en embrasse, au contraire, toutes les variantes.

REVENDICATIONS

1. Dispositif indicateur de joint de pièces à souder par faisceau électronique explorateur comprenant :
un émetteur (1) de faisceau électronique explorateur
5 branché sur une source d'alimentation (2) ; et au moins un collecteur (3, 32) d'électrons secondaires placé dans un écran (4, 33) et disposé en position active entre l'émetteur de faisceau électronique explorateur et l'objet à souder, ce collecteur possédant un orifice pour
10 le passage du faisceau électronique explorateur et une dérivation à courant à laquelle est relié un conformateur de signaux indicateurs portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder, caractérisé en ce que le conformateur de signaux indicateurs portant l'informa-
15 tion sur le relief de la surface de l'objet à souder est réalisé sous forme d'une unité différentielle (6), dont l'une des entrées (8) est reliée à la dérivation à courant du collecteur (3, 32), dont la seconde entrée (7) est connectée à la source d'alimentation (2) de l'émetteur (1)
20 de faisceau électronique explorateur, et dont la sortie (9) constitue la sortie du dispositif et délivre un signal indicateur portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder, ce signal correspondant à la différence des valeurs du signal portant l'information
25 sur les pulsations du flux d'électrons primaires du faisceau électronique explorateur et du signal portant l'information sur le flux d'électrons secondaires qui arrivent au collecteur depuis la zone d'action du faisceau électronique explorateur sur la surface de l'objet à
30 souder.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité différentielle (6) est un transformateur différentiel (11, 12, 13), dont l'un des primaires (12) est relié à courant du collecteur (3), dont le second primaire (11) est couplé à la source d'alimentation (2) de l'émetteur de faisceau électronique explorateur, et dont

les bornes de son secondaire (13) servent de sortie du dispositif.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité différentielle (6) comporte un convertisseur (24) de courant d'électrons secondaires en tension réalisé à base d'un amplificateur opérationnel (25), dont l'entrée inverseuse est reliée à la dérivation à courant du collecteur, dont l'entrée sans inversion est mise à la terre, et dont la sortie est couplée à l'une des entrées d'un amplificateur différentiel (27) constitué par un amplificateur opérationnel (28), la seconde entrée de cet amplificateur différentiel (27) étant connectée à la source d'alimentation de l'émetteur de faisceau électronique explorateur et la sortie de cet amplificateur différentiel constituant celle du dispositif.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsqu'il est muni de deux collecteurs (3, 32) d'électrons secondaires, ces collecteurs sont placés dans des écrans tubulaires (4, 33) orientés de façon que les zones de surveillance des collecteurs soient égales entre elles et se touchent, la zone de surveillance de l'un des collecteurs coïncidant avec la zone d'action du faisceau électronique explorateur, l'unité différentielle (6) étant munie de deux convertisseurs (24, 34) de courant d'électrons secondaires en tension, l'entrée de chacun desdits convertisseurs étant reliée à l'un des collecteurs, leurs sorties étant connectées aux entrées différentes d'un amplificateur différentiel (27) dont la sortie constitue celle du dispositif.

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que, lorsqu'il est muni de deux collecteurs (3, 32) d'électrons secondaires, ces collecteurs sont placés dans des écrans tubulaires (4, 33) orientés de façon que les zones de surveillance des collecteurs coïncident avec la zone d'action du faisceau

électronique explorateur, l'unité différentielle (6) ayant deux convertisseurs (24, 34) de courant d'électrons secondaires en tension, l'entrée de chacun desdits convertisseurs étant couplée à l'un des collecteurs 5 tandis que leurs sorties sont reliées aux entrées différentes de l'amplificateur différentiel (27), le dispositif étant en outre muni d'un amplificateur totalisateur (35) réalisé à base d'un amplificateur opérationnel (36), dont l'entrée inverseuse est électriquement reliée aux sorties des convertisseurs de courant 10 d'électrons secondaires en tension, et dont l'entrée sans inversion est mise à la terre, tandis que les sorties des amplificateurs différentiel et totalisateur constituent les sorties du dispositif, la sortie de l'amplificateur 15 totalisateur délivre un signal indicateur portant l'information sur le relief de la surface de l'objet à souder, et la sortie de l'amplificateur différentiel délivre un signal portant l'information sur la valeur de dénivellation des pièces à souder.

2490525

Pl. I/3

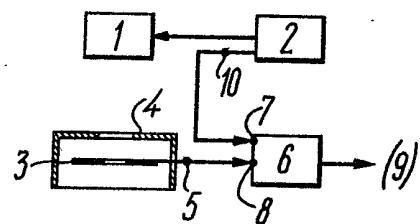


FIG. 1

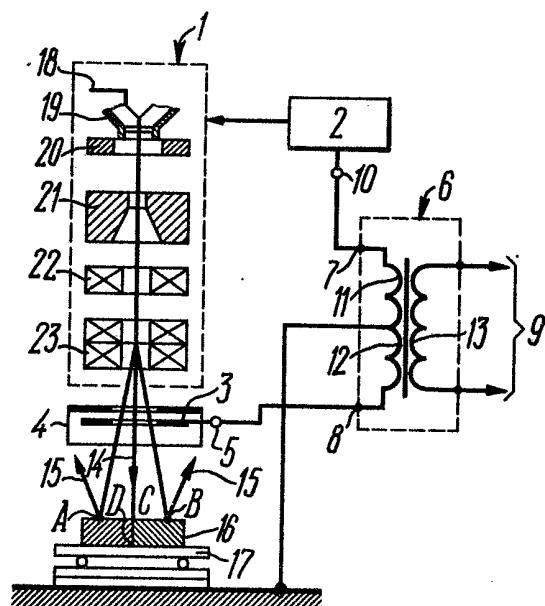


FIG. 2

2490525

Pl. II/3

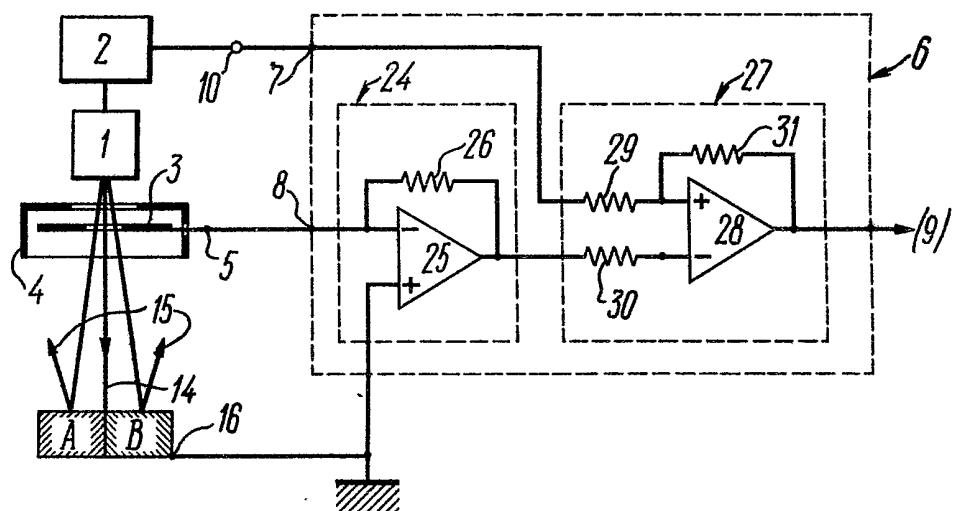


FIG. 3

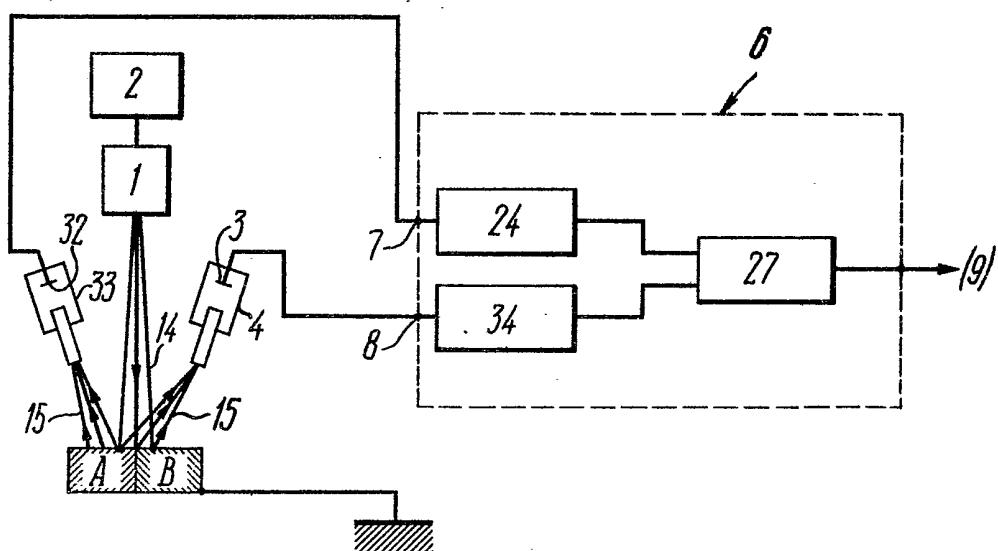


FIG. 4

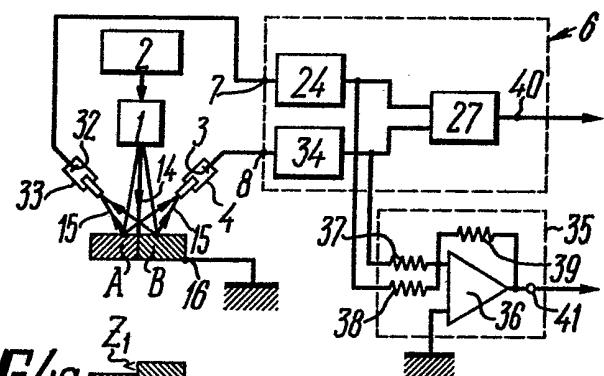


FIG. 4a

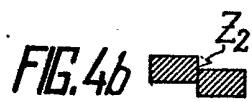


FIG. 5

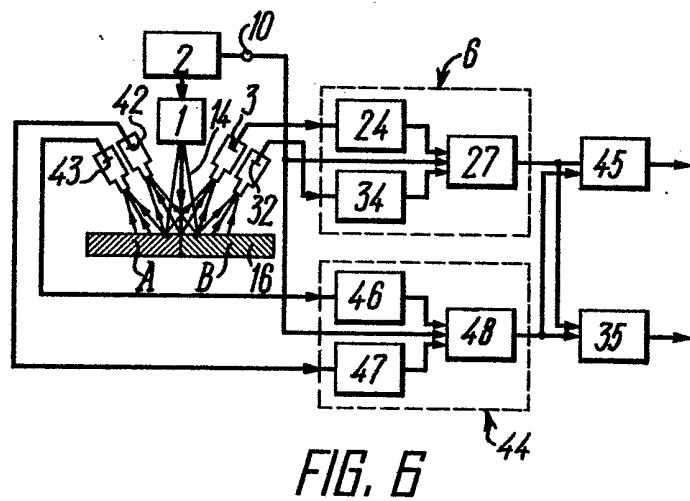


FIG. 6