



**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

⑰ Numéro de la demande: 2931/83

⑳ Date de dépôt: 27.05.1983

㉓ Priorité(s): 28.05.1982 GB 8215716

㉔ Brevet délivré le: 15.01.1986

④⑤ Fascicule du brevet  
publié le: 15.01.1986

⑦③ Titulaire(s):  
Glaverbel, Bruxelles (BE)

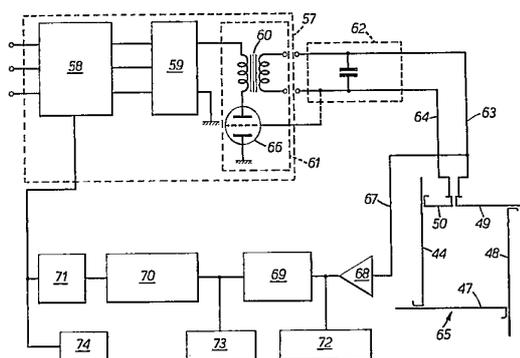
⑦② Inventeur(s):  
Smets, Jacques, Bruxelles (BE)  
Laurent, Michel, Nivelles (BE)

⑦④ Mandataire:  
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,  
Patentanwälte, Basel

⑤④ **Procédé et dispositif pour la fabrication d'un vitrage.**

⑤⑦ Pour le scellement d'un vitrage au moyen d'un agent de liaison activé in situ par chauffage inductif, un inducteur (65) est alimenté par un générateur aperiodique (57) dont la valeur de la puissance de sortie est déterminée en fonction de la fréquence instantanée de résonance du circuit d'inducteur telle qu'influencée par la charge.

Ce procédé s'applique notamment à la fabrication de vitrages multiples soudés ou collés.



1. Procédé de fabrication d'un vitrage comprenant des feuilles jointes l'une à l'autre le long du bord du vitrage au moyen d'un agent de liaison activable par la chaleur, qui est conducteur de l'électricité et/ou en contact avec une matière conductrice de l'électricité, et qui est activé *in situ* par chauffage inductif, caractérisé en ce que le chauffage inductif est réalisé au moyen d'un inducteur alimenté par un générateur apériodique dont la puissance de sortie est déterminée en fonction de la fréquence instantanée de résonance du circuit de l'inducteur telle qu'influencée par la charge.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les signaux indicatifs de la fréquence de résonance sont transmis à un calculateur dans lequel sont mémorisées des informations relatives aux valeurs de puissance de sortie du générateur appropriées à différentes fréquences de résonance pour un ou plusieurs temps de chauffage donnés, et en ce que la valeur de la puissance de sortie est déterminée automatiquement par des signaux de sortie provenant du calculateur.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le générateur est enclenché avec une première puissance de sortie pendant une période initiale au cours de laquelle la fréquence de résonance est déterminée, et la puissance de sortie du générateur est ensuite augmentée à une valeur appropriée à la fréquence de résonance établie.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'inducteur a la forme d'une ou de plusieurs boucles constituées par un ou plusieurs conducteurs disposés, par rapport à la course périphérique du ou des joints à former, de telle manière que l'agent de liaison soit chauffé simultanément en tous points le long de ces joints, le lieu de la boucle, vu perpendiculairement à son plan, étant espacé d'une manière uniforme de la course du ou des joints à former d'une distance, en tous points le long de cette course, inférieure à 30 mm.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que deux feuilles sont jointes simultanément à des moyens d'espacement intercalaires disposés le long du bord du vitrage par une étape unique de chauffage par induction dans laquelle la boucle inductrice est disposée de manière que le plan de la boucle soit disposé symétriquement entre les feuilles.

6. Dispositif de chauffage par induction pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un inducteur alimenté par un générateur apériodique et des moyens de contrôle automatique de la puissance de sortie du générateur en fonction de la fréquence instantanée de résonance du circuit de l'inducteur, telle qu'influencée par la charge.

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend un calculateur dans lequel sont mémorisées des informations concernant les valeurs de puissance de sortie du générateur appropriées à différentes fréquences de résonance pour un ou plusieurs temps de chauffage donnés, et en ce que le calculateur est connecté au circuit de l'inducteur et au générateur pour régler automatiquement la puissance de sortie dudit générateur.

8. Dispositif selon l'une des revendications 6 ou 7, caractérisé en ce que l'inducteur a la forme d'une boucle à l'intérieur de laquelle on peut disposer un panneau de manière que le parcours de la boucle entoure sa périphérie.

9. Dispositif de chauffage par induction selon la revendication 8, caractérisé en ce que la boucle est de forme polygonale et comprend des conducteurs rectilignes formant les côtés du polygone.

10. Dispositif selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce que la dimension de la boucle est ajustable, et en ce qu'au moins certains des conducteurs de la boucle sont maintenus en contact électrique l'un avec l'autre de manière amovible ou mobile pour permettre la modification des dimensions de la boucle.

11. Dispositif selon les revendications 9 et 10, caractérisé en ce que les conducteurs formant les côtés adjacents du polygone sont mobiles dans une direction qui est oblique par rapport à eux-mêmes,

de telle sorte que les conducteurs de chaque côté sont mis en contact ou hors contact avec les conducteurs des deux côtés adjacents du polygone.

12. Dispositif selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce qu'au moins un côté de la boucle inductrice est entièrement mobile parallèlement à elle-même et par rapport à un ou plusieurs autres côtés de la boucle.

13. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'au moins un côté de la boucle inductrice est porté par une poutre mobile et guidée.

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un vitrage comprenant des feuilles jointes l'une à l'autre le long du bord du vitrage au moyen d'un agent de liaison activable par la chaleur, qui est conducteur de l'électricité et/ou en contact avec une matière conductrice de l'électricité, et qui est activé *in situ* par chauffage inductif.

On peut appliquer un tel procédé par exemple dans la fabrication de vitrages creux, les feuilles étant solidarifiées l'une à l'autre au moyen d'un intercalaire. Les intercalaires peuvent par exemple comprendre un ou plusieurs rails métalliques d'espacement qui sont solidarifiés aux bords métallisés des feuilles au moyen de soudure fondue *in situ*. En variante, on peut utiliser une composition adhésive activable par la chaleur pour solidarifier les feuilles à un intercalaire en métal, en verre ou en une autre matière. En variante encore, les intercalaires peuvent être constitués eux-mêmes d'un agent de liaison activable par la chaleur.

Différentes propositions pour solidarifier l'assemblage des composants d'un vitrage creux au moyen d'une étape de chauffage par induction sont décrites dans la littérature, par exemple dans les brevets britanniques N<sup>os</sup> 831166, 1307843 et 1506282. La plupart des propositions antérieures sont de nature générale, en ce sens qu'elles citent le chauffage par induction comme un des moyens possibles pour chauffer *in situ* un agent de liaison, mais donnent au mieux très peu d'informations concernant la forme du dispositif de chauffage par induction et les procédures à suivre.

Dans les brevets cités ci-dessus, le brevet britannique N<sup>o</sup> 831166 décrit simplement que les composants assemblés, dans le cas de feuilles de verre et d'une bande d'espacement intercalaire en cuivre, peuvent être placés sur un convoyeur et entraînés à l'intérieur d'un four-tunnel. Dans ce dernier, l'assemblage est porté à 500°C et il est ensuite déplacé devant un champ magnétique alternatif. Le courant induit augmente suffisamment la température de la bande d'espacement pour fusionner les bords de l'anneau avec les feuilles de verre. Dans ce procédé, le chauffage est suffisant pour fondre les portions de verre qui sont en contact avec l'anneau de métal, de façon à ne pas nécessiter d'autre agent de liaison. Mais la description indique que le métal peut être revêtu d'une couche d'agent de liaison tel que de la poudre de verre facilement fusible ou du borax, afin d'améliorer le mouillage du métal par le verre fondu.

Le brevet britannique N<sup>o</sup> 1307843 décrit que l'agent de liaison destiné à solidarifier les feuilles de verre d'un double vitrage à un intercalaire métallique peut être activé *in situ* en soumettant l'assemblage à un traitement de chauffage électrique tel qu'un chauffage par induction ou par résistance. Mais il ne donne pas d'information à propos du dispositif ou des processus de chauffage électrique appropriés.

Le brevet britannique N<sup>o</sup> 1506282, qui, de même, concerne le chauffage du ou des rails d'espacement d'un double vitrage au moyen de courants de Foucault, comprend une esquisse des procédures possibles. La description dit que le ou les rails d'espacement peuvent être chauffés entièrement au moyen de courants de Foucault. Il assure que des résultats satisfaisants peuvent être obtenus dans de nombreux cas si une portion relativement large du rail d'es-

pacement est chauffée graduellement au moyen de courants de Foucault à la température nécessaire pour le scellement du joint. On fait progresser ensuite la chaleur successivement et graduellement le long du rail d'espacement, par exemple par un déplacement lent et successif de la source de courants de Foucault par rapport au rail d'espacement dans la direction longitudinale. Dans une forme de réalisation spécifique, on utilise des bobines à haute fréquence. Une portion longitudinale du rail d'espacement, correspondant sensiblement au diamètre du champ à haute fréquence, est chauffée lentement à la température de scellement avant que l'assemblage ne soit déplacé pour amener successivement les zones de bord adjacentes à travers ce champ.

Lorsqu'on estime la valeur d'un procédé de chauffage par induction pour la fabrication de joints de vitrages dans des conditions industrielles de production en série, différents facteurs doivent être considérés. Le plus important est évidemment la qualité des joints du vitrage et la bonne reproductibilité d'un joint standard donné. Les joints du vitrage doivent non seulement avoir une certaine rigidité minimale pour résister aux forces imposées au panneau lorsqu'il est utilisé, mais ils doivent aussi être de qualité uniforme autour du panneau.

La formation de joints satisfaisant à un standard de qualité donné dépend de la création d'une quantité appropriée de chaleur dans l'agent de liaison activable par la chaleur. Habituellement, la température à laquelle l'agent de liaison est porté et le temps de chauffage doivent être maintenus dans certaines limites. Par exemple, lorsqu'on fabrique des vitrages dans lesquels les bords métallisés des feuilles de verre sont soudés à un intercalaire métallique, il est important que la soudure soit chauffée suffisamment pour être fondue, de manière à obtenir un bon mouillage sur les bords métallisés des feuilles et sur l'intercalaire, et pour produire des cordons de soudure bien conformés. Mais l'état de fusion ne doit pas persister au-delà d'un temps très court, car il apparaîtrait un risque de corrosion du métal en contact, particulièrement les bords métallisés des feuilles.

L'effet de chauffage d'un dispositif de chauffage par induction fonctionnant à une puissance donnée à l'entrée de l'inducteur dépend d'un nombre de facteurs comprenant la composition du panneau à chauffer et ses dimensions, et aussi la distance qui le sépare de l'inducteur. Une quantité appréciable d'essais peut être requise pour établir les valeurs appropriées au dispositif pour des circonstances particulières. Le contrôle du dispositif de chauffage pour assembler différents panneaux, et en particulier pour assembler des panneaux de dimensions différentes, par exemple d'épaisseur différente et/ou de longueur et de largeur différentes, implique dès lors une difficulté considérable.

Le but de la présente invention est de fournir un procédé de chauffage par induction qui, en raison de la façon dont il s'adapte, est très approprié à une utilisation dans une chaîne de production industrielle de vitrages et à son utilisation dans la fabrication de vitrages dont les spécifications sont différentes.

La présente invention fournit un procédé de fabrication d'un vitrage comprenant des feuilles jointes l'une à l'autre le long du bord du vitrage au moyen d'un agent de liaison activable par la chaleur, qui est conducteur de l'électricité et/ou en contact avec une matière conductrice de l'électricité, et qui est activé *in situ* par chauffage inductif, caractérisé en ce que le chauffage inductif est réalisé au moyen d'un inducteur alimenté par un générateur aperiodique dont la puissance de sortie est déterminée en fonction de la fréquence instantanée de résonance du circuit de l'inducteur telle qu'influencée par la charge.

Dans ce procédé, le contrôle de l'effet de chauffage est simplifié parce que la fréquence de résonance s'ajuste automatiquement sur l'impédance de la charge, et cela est en soi indicatif des besoins en énergie de chauffage pour le scellement du vitrage. Cela permet l'utilisation de l'énergie appropriée pour former le joint.

Les valeurs de la puissance de sortie du générateur relatives à un ou plusieurs temps de chauffage et valables pour former les joints de

caractéristiques données dans des vitrages de différentes dimensions peuvent être déterminées par des essais. Elles peuvent être enregistrées comme références pour les besoins du contrôle lorsque le dispositif de chauffage par induction est utilisé dans la fabrication successive de vitrages de types et/ou de dimensions différents. Dès que la fréquence de résonance du circuit inducteur a été déterminée, la valeur correspondante appropriée de la puissance de sortie du générateur nécessaire à la jonction des composants du vitrage en un temps de chauffage standard, ou en un temps choisi dans une gamme de temps de chauffage, peut aisément être déterminée à partir de l'information enregistrée.

Dans des formes préférées de réalisation de l'invention, la combinaison appropriée des valeurs de la puissance de sortie du générateur et du temps de chauffage est déterminée par un calculateur auquel sont fournis des signaux indicatifs de la fréquence de résonance et dans lequel sont mémorisées des informations relatives aux valeurs de puissance de sortie du générateur appropriées à différentes fréquences de résonance pour un ou plusieurs temps de chauffage donnés.

Ce procédé est un moyen aisé et rapide de réglage de la puissance utilisée pour solidariser des vitrages dans une production en série, par exemple la production en série de vitrages de différentes dimensions.

En pratique, dans la production de vitrages en série, il est souhaitable que les vitrages se déplacent le long de la chaîne de production selon un plan déterminé, et cela implique un temps de chauffage fixe. Le calculateur mémorise les informations concernant la puissance de sortie optimale pour une gamme de fréquences, de manière à obtenir un joint de bonne qualité. Ces informations sont obtenues par des essais pratiques. La fonction principale du calculateur est dès lors de contrôler la puissance de sortie du générateur suivant uniquement la valeur de la fréquence de résonance du circuit inducteur, telle qu'influencée par la charge.

Evidemment, dans certains cas, le temps de chauffage est variable et peut être préajusté pour s'adapter au vitrage à fabriquer. Un circuit programmeur de temps peut être placé entre le générateur et l'inducteur.

Avantageusement, le générateur est enclenché avec une première puissance de sortie pendant une période initiale au cours de laquelle la fréquence de résonance est déterminée, et la puissance de sortie du générateur est ensuite augmentée à une valeur appropriée à la fréquence de résonance établie. Cette disposition favorise l'économie d'énergie. Il est spécialement préféré que la puissance de sortie initiale soit la puissance de sortie minimale à laquelle travaille le générateur utilisé.

De préférence, le circuit de charge comprend un ou plusieurs inducteurs qui sont entièrement ou partiellement mobiles, de manière à modifier la distance entre l'inducteur et le vitrage, et en ce que ce procédé est utilisé dans la fabrication successive de vitrages de dimensions différentes moyennant un ajustement approprié des inducteurs pour s'adapter à de telles dimensions différentes.

L'inducteur peut être constitué par une ou plusieurs bobines mais, de préférence, l'inducteur a la forme d'une ou de plusieurs boucles constituées par un ou plusieurs conducteurs disposés par rapport à la course périphérique du ou des joints à former, de telle manière que l'agent de liaison soit chauffé simultanément en tous points le long des joints. L'application de l'invention selon cette méthode procure comme avantage le fait que la jonction périphérique des vitrages eut être effectuée très rapidement, et au moyen d'un dispositif très simple qui ne nécessite pas de déplacement relatif de l'inducteur le long du joint pendant l'opération de chauffage.

Dans des formes de réalisation particulièrement recommandées, l'inducteur a la forme d'une boucle, tel que décrit ci-dessus, qui est constituée d'un ou de plusieurs conducteurs sous forme de barre ou de tube. Le champ de courants induits créé par la boucle est très efficacement distribué en relation avec le vitrage, de sorte que le rapport entre la chaleur produite et la puissance consommée est très élevé.

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les conducteurs formant la boucle sont de section rectangulaire.

Dans la fabrication d'un vitrage polygonal, on peut utiliser une boucle inductrice de forme similaire comprenant des conducteurs rigides qui forment les côtés du polygone de la boucle. La boucle inductrice peut aisément être maintenue dans la position de travail requise au poste de chauffage, par exemple par des supports aux extrémités des conducteurs et/ou par un petit nombre de supports placés entre ces extrémités.

On peut utiliser l'invention pour la fabrication de vitrages dans lesquels les feuilles sont solidarisées à une ou plusieurs bandes d'espacement intercalaires, par exemple un ou plusieurs rails métalliques d'espacement. Un rail d'espacement unique peut être utilisé s'il est plié pour former un cadre de la même forme que le vitrage. En variante, plusieurs rails d'espacement peuvent être utilisés bout à bout. Par exemple, lors de la fabrication d'un vitrage polygonal, il peut y avoir un rail d'espacement rectiligne s'étendant le long de chaque côté du polygone. De tels rails d'espacement peuvent être connectés l'un à l'autre par leurs extrémités, par exemple par l'intermédiaire de pièces de coin. Lorsqu'on utilise un ou plusieurs rails métalliques d'espacement, il n'est pas nécessaire que l'agent de liaison soit conducteur de l'électricité.

Dans la fabrication de vitrages au moyen d'une ou plusieurs bandes d'espacement intercalaires, le procédé de chauffage par induction selon l'invention peut être utilisé pour solidariser les deux feuilles aux intercalaires ou pour y solidariser seulement une des feuilles, l'autre feuille étant solidarisée aux intercalaires par toute autre méthode. Lorsqu'on utilise l'invention pour solidariser les deux feuilles aux intercalaires, les deux feuilles peuvent être solidarisées simultanément aux intercalaires au moyen d'une étape de chauffage par induction. Elles peuvent aussi être solidarisées aux intercalaires par des opérations successives.

On peut également utiliser l'invention pour la fabrication de vitrages dans lesquels les feuilles sont directement solidarisées l'une à l'autre au moyen d'un agent de liaison activable par la chaleur. Si le vitrage est un vitrage dans lequel les feuilles sont solidarisées en relation espacée, cela signifie en fait que l'agent de liaison, qui doit être formé à partir de la matière conductrice de l'électricité ou en contact avec elle, sert également d'intercalaire.

De préférence, l'inducteur est sous la forme d'une boucle, tel que décrit ci-dessus, et est disposé de manière que (regardé perpendiculairement à son plan, c'est-à-dire le plan contenant l'axe longitudinal de l'inducteur), le lieu de la boucle soit espacé d'une manière substantiellement uniforme de la course du joint à former. Cette condition est habituellement très favorable à une utilisation efficace de la source d'énergie.

La dimension de l'espace entre la boucle inductrice et le vitrage a un effet sur la puissance consommée pour solidariser un vitrage donné.

De préférence, la distance entre le joint à former et les conducteurs en tous points le long du joint est inférieure à la hauteur (mesurée parallèlement à la dimension de l'épaisseur du vitrage) des conducteurs composant la boucle. En variante ou en complément, on préfère que la distance entre le joint à former et les conducteurs de la boucle en tous points le long du joint à former soit inférieure à 30 mm.

Dans les formes préférées de réalisation de l'invention, la matière conductrice de l'électricité qui constitue l'agent de liaison ou est en contact avec lui forme un parcours conducteur continu autour du bord du panneau. Cette disposition donne un bien meilleur transfert de puissance depuis la boucle inductrice, puisque la boucle et la matière conductrice agissent alors comme un transformateur, et la matière conductrice est chauffée par le courant qui circule.

Dans les formes préférées de réalisation de l'invention, le procédé est utilisé pour joindre simultanément deux feuilles à des moyens d'espacement intercalaires disposés le long du bord du panneau par une étape unique de chauffage par induction, dans laquelle la boucle inductrice est disposée de manière que le plan de la boucle soit

disposé substantiellement symétriquement entre les feuilles. De telles formes de réalisation présentent l'avantage important qu'une solidification efficace des deux feuilles peut être obtenue très rapidement avec un bon couplage entre la boucle et la matière conductrice au bord de chaque feuille.

Avantageusement, la boucle a une telle disposition symétrique par rapport à l'épaisseur du vitrage et est composée d'un ou de plusieurs conducteurs dont la dimension (mesurée parallèlement à la dimension de l'épaisseur du panneau) est inférieure à l'écartement entre les feuilles. On a trouvé que, dans ces conditions, la puissance consommée pour un effet de chauffage donné le long des joints est moindre que si l'on utilise un ou plusieurs conducteurs dont la dimension est égale ou supérieure audit écartement.

De préférence, l'inducteur a la forme d'une boucle comprenant une pluralité de conducteurs qui sont mobiles l'un par rapport à l'autre pour modifier la dimension de la boucle. Une boucle ajustable présente l'avantage que, lorsqu'on fabrique des vitrages d'une dimension donnée, la distance entre l'inducteur et le joint à former peut être modifiée pour changer l'effet de chauffage, par exemple pour s'adapter à différents agents de liaison activables par la chaleur. Un autre avantage important d'une boucle ajustable est qu'on peut l'utiliser pour chauffer l'agent de liaison le long du bord d'un second vitrage de dimension différente du premier, après avoir adapté la boucle à ce second vitrage. La distance boucle - vitrage peut dans ces circonstances être constante pour toutes les dimensions de vitrages.

Dans les meilleures formes de réalisation de l'invention, on utilise une boucle rectangulaire composée de conducteurs qui sont mobiles l'un par rapport à l'autre, de sorte que chacune des longueurs et largeur du rectangle peut être modifiée.

Dans certaines formes de réalisation de l'invention, la boucle comprend une pluralité de conducteurs rectilignes et les conducteurs adjacents sont maintenus en contact électrique l'un avec l'autre de manière amovible ou mobile, de sorte que les conducteurs peuvent être disposés dans différentes positions relatives pour modifier les dimensions ou les dimensions et la forme de la boucle. Les contacts entre les conducteurs peuvent être d'un type permettant un mouvement relatif de glissement des conducteurs adjacents. En variante, on peut utiliser des connexions sous forme d'attaches amovibles.

Dans d'autres formes de réalisation de l'invention, la boucle comprend une pluralité de conducteurs rectilignes connectés électriquement en série par des conducteurs électriques qui sont flexibles. De cette manière, le mouvement relatif des parties rectilignes est possible pour modifier les dimensions ou les dimensions et la forme de la boucle. On peut utiliser de telles connexions flexibles au lieu ou en complément de contacts amovibles ou mobiles entre les conducteurs rectilignes tels que décrits ci-dessus. Lorsque les deux types de connexions sont utilisés, les conducteurs flexibles préservent l'intégrité de la boucle dans le cas de rupture ou de défaillance de chacun desdits contacts.

Chacun d'une série de conducteurs de forme tubulaire constituant la boucle peut être refroidi de façon indépendante par passage de fluide réfrigérant le long du tube.

Le ou les conducteurs tubulaires peuvent être constitués de toute matière appropriée. Dans une forme particulière de réalisation de l'invention, on utilise des barres tubulaires en cuivre revêtu de chrome. Pour réaliser la connexion directe entre les barres, il convient de pourvoir les barres ou certaines d'entre elles de pièces de contact rapportées, par exemple de pièces réalisées en argent.

Une large variété d'agents de liaison peut être utilisée pour la mise en œuvre de l'invention.

Dans certaines formes de réalisation de l'invention, l'agent de liaison activable par la chaleur est de la soudure. Avant d'être soudées, les feuilles vitreuses doivent être métallisées le long du joint à former. Il est avantageux d'appliquer de la soudure le long des bords métallisés des feuilles avant l'assemblage des feuilles, ou des feuilles et de l'intercalaire si on en utilise, assemblage préparatoire à l'étape de chauffage par induction. De telles applications préalables

de soudure sont recommandées pour favoriser la formation de joints de haute qualité. L'utilisation de joints de soudure trouve une application particulière, par exemple, dans la fabrication de vitrages doubles comprenant des feuilles de verre assemblées au moyen d'un intercalaire métallique disposé aux parties marginales du vitrage.

Dans d'autres procédés selon l'invention, l'agent de liaison utilisé est un adhésif activable par la chaleur. On peut utiliser par exemple un adhésif du type hot-melt. Dans ce cas, l'activation par la chaleur n'est autre qu'une opération de fusion ou de ramollissement et la liaison se produit lors du refroidissement de l'adhésif. Des compositions adhésives appropriées sensibles à la chaleur englobent des compositions polymères comprenant un copolymère d'éthylène avec un ou plusieurs monoesters aliphatiques hydroxy ou époxy de l'acide acrylique ou méthacrylique, ou avec de l'acide méthacrylique et avec un ester vinylique ou un ester acrylique ou méthacrylique, tels que décrit dans les brevets britanniques N<sup>os</sup> 1227943 et 1307843.

Comme autres exemples de types d'agents de liaison activables par la chaleur que l'on peut utiliser pour la mise en œuvre de l'invention, on peut citer des compositions élastomères vulcanisables basées sur un ou plusieurs caoutchoucs butyl seuls ou en combinaison avec d'autres polymères tels que des copolymères éthylène/acétate de vinyl ou du polyisobutylène, des compositions basées sur un ou plusieurs terpolymères éthylène/propylène, particulièrement des terpolymères d'éthylène et de propylène avec un diène, par exemple du polyisobutylène, et des compositions basées sur un copolymère butadiène/styrène ou un copolymère butadiène/acrylonitrile. Des informations utiles concernant ces types d'agents de liaison et les agents de réticulation ou de vulcanisation utilisés conjointement avec eux sont contenues dans le brevet britannique N<sup>o</sup> 1589878.

Des éléments conducteurs de l'électricité peuvent être présents en contact superficiel externe le long du joint avec la composition adhésive activable par la chaleur, comme on l'a cité ci-dessus. Par exemple, dans certaines formes de réalisation de l'invention, on utilise un rail métallique d'espacement et cette bande est solidarisée aux feuilles du vitrage par ladite composition adhésive. En variante, les feuilles du vitrage peuvent être connectées en relation espacée au moyen d'une bande ou d'un ruban d'espacement qui est constitué de ladite composition adhésive. Les bords des feuilles portent dans ce cas des revêtements conducteurs de l'électricité, par exemple des revêtements de cuivre, en contact avec une telle bande ou un tel ruban.

Dans certains cas, de la matière conductrice de l'électricité peut être incorporée à l'adhésif activable par la chaleur au lieu ou en complément de la matière conductrice de l'électricité qui est en contact superficiel externe avec l'adhésif. Par exemple, une composition adhésive du type caoutchouc vulcanisable peut inclure des particules de matière ferromagnétique telle que des matières choisies parmi le fer, le nickel et le cobalt et leurs alliages, par exemple un alliage Fe/Ni, Ni/Cr ou Ni/Mn, ainsi que le carbone, le cuivre, l'argent, l'or, l'aluminium, le silicium et leurs alliages, et de la ferrite de baryum.

La liaison entre les feuilles du vitrage peut être continue sur sa périphérie, ou elle peut être interrompue en une ou plusieurs roues localisées. Une telle interruption peut par exemple être destinée à permettre l'introduction de gaz dans l'espace entre les feuilles.

L'invention comprend également un dispositif destiné à la mise en œuvre du procédé selon l'invention tel que décrit ci-dessus. Le dispositif selon l'invention comprend des moyens de chauffage par induction destinés à chauffer par induction un agent de liaison activable par la chaleur présent le long du bord d'un assemblage de feuilles se faisant face pour provoquer la solidarisation des feuilles l'une à l'autre, caractérisé en ce qu'il comprend un inducteur alimenté par un générateur apériodique et des moyens de contrôle automatique de la puissance de sortie du générateur en fonction de la fréquence instantanée de résonance du circuit de l'inducteur, telle qu'influencée par la charge.

Le dispositif comprend de préférence un calculateur dans lequel sont mémorisées des informations concernant les valeurs de puissance de sortie du générateur appropriées à différentes fréquences de

résonance pour un ou plusieurs temps de chauffage donnés, et le calculateur est connecté au circuit de l'inducteur et au générateur pour régler automatiquement la puissance de sortie dudit générateur.

Dans des formes préférées de réalisation de l'invention, l'inducteur a la forme d'une boucle à l'intérieur de laquelle on peut disposer un panneau de manière que le parcours de la boucle entoure sa périphérie. Les conducteurs de la boucle peuvent être supportés par des poutres rigides formant les côtés d'un cadre-support. De préférence, la boucle est de forme polygonale et comprend des conducteurs rectilignes formant les côtés du polygone.

Avantageusement, la dimension de la boucle est ajustable. Des constructions de boucles adaptées à cette fin sont telles que décrites ci-avant et illustrées ci-après.

Au moins certains des conducteurs de la boucle sont de préférence maintenus en contact électrique l'un avec l'autre de manière amovible ou mobile pour permettre la modification des dimensions de la boucle.

Avantageusement, les conducteurs formant les côtés adjacents du polygone sont mobiles dans une direction qui est oblique par rapport à eux-mêmes, de telle sorte que les conducteurs de chaque côté sont mis en contact ou hors contact avec les conducteurs des deux côtés adjacents du polygone. Cette disposition permet d'augmenter la surface entourée par les conducteurs pour enlever un vitrage qui est scellé et y insérer un autre assemblage à solidariser. Lorsque la boucle est ajustable en dimensions, cette caractéristique a également un effet favorable sur la réduction de la fatigue des contacts entre les conducteurs successifs pendant un tel ajustement.

De préférence, au moins un côté de la boucle inductrice est entièrement mobile parallèlement à elle-même et par rapport à un ou plusieurs autres côtés de la boucle. Au moins un côté de la boucle inductrice est porté par une poutre mobile et guidée.

Ainsi qu'on le décrit précédemment, la boucle est de préférence formée par des conducteurs tubulaires de section rectangulaire.

Des formes préférées de réalisation de l'invention seront maintenant décrites plus en détail en se référant aux dessins schématiques annexés dans lesquels:

la fig. 1 est une vue isométrique de moyens de support pour une boucle inductrice utilisée lors de la mise en œuvre de l'invention,

la fig. 2 est une vue en plan d'un support pour un conducteur de la boucle de la fig. 1;

la fig. 3 est une vue en coupe représentant le conducteur de la fig. 2 positionné de façon adjacente à un panneau à solidariser;

la fig. 4 est une représentation schématique dans le plan de la boucle inductrice;

la fig. 5 illustre comment les moyens de support de la boucle, et dès lors la boucle elle-même, peuvent être ajustés en dimensions;

la fig. 6 est un schéma bloc montrant l'alimentation en courant de la boucle inductrice et son contrôle;

la fig. 7 est un graphique illustrant une séquence particulière d'alimentation de puissance, et

la fig. 8 est un graphique illustrant les relations entre le périmètre du vitrage, la fréquence de résonance et la puissance de sortie du générateur pour une solidarisation optimale d'un type particulier de vitrage dans un dispositif particulier.

Dans la fig. 1, un châssis fixe est constitué par une paire de portiques 1, 2 dont les linteaux 3, 4 sont interconnectés par des rails fixes horizontaux 5, 6. Le rail 5 s'étend au-delà du portique 2 pour une raison qui sera expliquée plus tard. Les rails fixes 5, 6 supportent des chariots 7, 8 portant le rail 9 qui est mobile sélectivement le long des rails fixes entre les linteaux des portiques, restant en tout temps parallèle à ces linteaux. Le chariot 8 est illustré plus en détail dans la fig. 5. Dans la fig. 5, le rail fixe 5 est pourvu d'une crémaillère 10 et d'un chemin de roulement 11 supportant des galets 12 reliés au chariot 8. Le chariot 8 est pourvu de galets guides 13 et est entraîné par un pignon 14 engrenant la crémaillère 10. Le pignon est entraîné par un arbre de transmission 15 également représenté dans la fig. 1. L'arbre 15 entraîne également un pignon similaire sur le chariot 7 pour la synchronisation du mouvement des deux chariots.

Revenant maintenant à la fig. 1, le rail fixe 6 est également pourvu d'un chemin de roulement 11 pour des galets tels que 12 fixés au chariot 7 qui lui est associé.

Les linteaux 3, 4 supportent également des chariots indiqués en 16, 17. Ceux-ci supportent un second rail mobile 18 qui est mobile le long des linteaux 3, 4 entre les rails fixes 5, 6, restant en tout temps parallèle à ces rails fixes. Les chariots 16, 17 sont entraînés par une disposition de crémaillère et de pignon similaire à celle illustrée à la fig. 5. Des galets et des chemins de roulement pour les chariots 16, 17 sont de nouveau indiqués en 12 et 11, respectivement, dans la fig. 1. Un arbre de transmission pour les chariots 16, 17 est indiqué en 19 dans la fig. 1.

Le second rail mobile 18 se déplace en dessous du premier rail mobile 9, et ensemble ils délimitent la position d'un autre chariot 20 qui peut glisser le long de ces deux rails.

Une poutre-support 21 est portée sous le rail fixe 5. Une extrémité de cette poutre 21 est portée par une entretoise 22 qui est assujettie, par exemple par soudure, au chariot 8. L'autre extrémité est portée par une entretoise 23, elle-même portée par un trolley 24 mobile le long d'une piste 25 portée par une extension 26 du rail 5 qui se projette au-delà du portique 2.

Une seconde poutre-support 27 est portée sous le rail mobile 9. Une extrémité de cette seconde poutre 27 est supportée par une entretoise 28 fixée au chariot mobile 20, et son autre extrémité est fixée à un trolley 29 mobile le long d'une piste 30 portée par une extension 31 du rail mobile 9.

Une troisième poutre-support 32 est portée par des entretoises 33, 34 respectivement fixées aux chariots 16, 17, de manière à être fixée sous le second rail mobile 18. Une quatrième poutre-support 35 est fixée par des entretoises 36, 37 sous le linteau 4 du portique 2.

Les poutres-supports 21, 27, 32 et 35 sont toutes portées au même niveau, les trois premières étant mobiles et la quatrième 35 étant fixe.

En dessous de chacune des poutres-supports 21, 27, 32 et 35 sont montés les supports des conducteurs de la boucle inductrice, respectivement 38, 39, 40, 41, dont les trois derniers sont uniquement indiqués schématiquement en traits interrompus.

Un de ces supports des conducteurs de la boucle inductrice 38 est représenté plus en détail dans les fig. 2 et 3.

Le support 38 comprend une poutre en T 42 à laquelle est boulonnée une armature 43 qui porte un conducteur 44 d'une boucle inductrice.

Dans une variante, conçue par exemple pour la solidarisation de vitrages triples en une seule opération, un conducteur d'une seconde boucle (non représenté) est porté par l'armature 43 à une distance verticale appropriée du conducteur 44. Les deux boucles inductrices peuvent être connectées séparément à une alimentation, ou elles peuvent être connectées en série.

La poutre en T 42 est montée sur deux paires de guides 45 portés par la poutre-support 21 près de ses extrémités. Ces guides 45 sont parallèles entre eux mais inclinés d'environ  $15^\circ$  sur l'axe de la poutre 21, quoique cet angle puisse être modifié. Un vérin pneumatique 46 est fixé par une de ses extrémités à la poutre en T 42 et par son autre extrémité à la poutre-support 21. Le vérin 46 agit parallèlement aux guides 45.

D'autres éléments conducteurs 47, 48, 49, 50 de la boucle inductrice (fig. 4) sont montés de la même façon sous d'autres poutres-supports 27, 32 et 35. On notera dans la fig. 4 qu'un côté de la boucle inductrice rectangulaire est formé de deux éléments conducteurs 49, 50. Cette disposition est due à ce que l'on a trouvé plus convenable d'alimenter la boucle en courant à partir d'un endroit le long d'un côté plutôt qu'en un coin. Il convient également mieux d'alimenter en courant le côté de la boucle qui se trouve en dessous de la poutre support fixe 35 (fig. 1).

Ainsi que le montre la fig. 3, l'élément conducteur 44 est une barre rectangulaire creuse, par exemple en cuivre, de manière que l'on puisse y faire s'écouler un fluide réfrigérant. Les autres éléments conducteurs sont de construction similaire.

A chaque coin de la boucle, un point de contact 51, par exemple en argent, est attaché à une extrémité d'un élément conducteur 44, 47, 48, 50.

Si on désire ajuster la dimension de la boucle inductrice, on actionne les vérins pneumatiques 46 de manière que les points de contact 51 soient écartés de l'élément conducteur contre lequel ils s'appuient. Un des arbres de transmission 15 et 19 ou les deux sont animés d'un mouvement de rotation comme il convient.

La rotation de l'arbre de transmission 15 provoque le déplacement du premier rail mobile 9, et dès lors de la seconde poutre-support 27 et de l'élément conducteur 47, parallèlement à lui-même. Elle provoque également le déplacement de la première poutre-support 21 et, de ce fait, de l'élément conducteur 44, le long de son axe.

La rotation de l'arbre de transmission 19 provoque le déplacement du second rail mobile 18 et dès lors de la troisième poutre-support 32 et de son élément conducteur 48, parallèlement à lui-même. Elle provoque également le déplacement du chariot 20 de manière que la seconde poutre-support 27 et son élément conducteur 47 soient déplacés le long de leurs axes.

Le retrait préalable des points de contacts 51 évite le frottement. Après ajustement de la dimension de la boucle, les vérins pneumatiques 46 agissent en sens inverse de manière à presser fermement les points de contact contre le conducteur suivant de la boucle pour assurer une bonne connexion électrique.

Dans un mode opératoire préféré, les vérins 46 sont actionnés pour séparer les conducteurs de la boucle avant l'enlèvement du vitrage terminé. Cela est effectué même pendant la production d'une série de vitrages de mêmes dimensions, pour réduire le risque d'endommagement des vitrages et des conducteurs pendant l'enlèvement d'un vitrage terminé et le positionnement du vitrage suivant. Les vérins sont évidemment actionnés en sens inverse avant la solidarisation du vitrage suivant.

Comme la quatrième poutre-support 35 (fig. 1) est fixe, le coin formé par l'élément conducteur 50 qu'elle porte (fig. 4) et l'élément conducteur suivant 44 occupe une position fixe. Cela permet de fournir un point de repère convenable pour localiser un angle du vitrage à solidariser.

Un détail d'un exemple d'un tel vitrage est représenté à la fig. 3. Il comprend deux feuilles de verre 52, 53 ayant des bords métallisés et revêtus de soudure entre lesquelles est placé un intercalaire 54 également revêtu de soudure. Le vitrage est placé sur un support 55. Il est maintenu en position par des dispositifs de serrage tels que 56 qui sont portés par les poutres-supports telles que 21. Il est maintenu à un niveau tel que les éléments conducteurs de la boucle sont disposés symétriquement par rapport à l'intercalaire 54.

On préfère que le support 55 pour le vitrage soit mobile verticalement, de manière à positionner ces vitrages sur ce support en dessous du niveau de la boucle et à enlever les vitrages terminés à partir de ce niveau inférieur. Le déplacement vers le haut du support 55 peut être limité pour s'assurer qu'un vitrage porté par lui soit placé au niveau correct pour l'opération de solidarisation.

La boucle inductrice est alimentée par le circuit représenté à la fig. 6.

Le courant principal est amené à un générateur apériodique indiqué dans son ensemble en 57. Celui-ci comprend un transformateur à haute tension 58 contrôlé par thyristor et un circuit redresseur 59 à haute tension dont l'énergie est délivrée au transformateur apériodique 60 d'un circuit oscillant 61.

Les impulsions haute fréquence provenant du transformateur apériodique 60 traversent un circuit adaptateur 62 et, par les connexions 63, 64, arrivent aux éléments conducteurs 49, 50 de la boucle inductrice, ici représentée en 65.

Le contrôle de la grille de la triode 66 du circuit oscillateur est effectué de façon connue par une contre-réaction provenant du circuit adaptateur 62, par exemple au moyen d'un circuit du type Heurtey. De cette manière, le circuit adaptateur 62 peut être placé

près de la boucle inductrice 65 et à une certaine distance du générateur apériodique 57.

Les oscillations dans la connexion 63 sont contrôlées *via* la connexion 67 et l'amplificateur 68 par un circuit de contrôle 69. Ce dernier communique des signaux appropriés à un circuit mémoire programmable 70 et ensuite à un convertisseur analogique/digital 71. Celui-ci à son tour communique un signal de contrôle au circuit à thyristor du transformateur à haute tension 58. De cette façon, la puissance de sortie de ce dernier est contrôlée en fonction de la fréquence de résonance de l'ensemble. Un fréquencemètre 72, un dispositif d'affichage 73 du registre d'adressage de la mémoire et un voltmètre 74 de contrôle du signal sont destinés à vérifier les opérations.

En fonctionnement, la boucle inductrice 65 est ajustée en dimensions si nécessaire et le vitrage à solidariser est mis en place. Le générateur est alors enclenché avec la puissance minimale (P1 dans la fig. 7) de manière que la fréquence de résonance du circuit, telle que déterminée par la charge, soit stabilisée et enregistrée par le circuit de contrôle 69 (dans la fig. 6). Le circuit de contrôle 69 communique un signal à une adresse correspondant à cette fréquence dans le registre d'adressage de la mémoire. De là, un signal correspondant à la puissance optimale de sortie du générateur pour cette fréquence est communiqué *via* le convertisseur analogique/digital 71 au circuit à thyristor 58 pour augmenter la puissance du générateur jusqu'au niveau requis (P2 dans la fig. 7). Ce dernier est maintenu pendant le temps nécessaire à la solidarisation.

Pour une solidarisation optimale, un nombre de facteurs régit la fréquence d'oscillation et la puissance de sortie. Ceux-ci comprennent:

1. Temps nécessaire à la solidarisation.
2. Sections des conducteurs de la boucle.
3. Type et dimensions de l'agent de liaison et de la matière conductrice le long des joints à former.
4. Distance joint - boucle.
5. Périmètre du vitrage et de la boucle.

Dans une ligne de production particulière, on souhaite avoir un temps de chauffage total de 8,8 s pour être en synchronisme avec le reste de la ligne. Les conducteurs de la boucle sont des tubes rectangulaires en cuivre de 8 mm de haut et de 12 m de large et dont les parois ont une épaisseur de 1 mm. On souhaite fabriquer des vitrages doubles ayant un espace intermédiaire de 12 mm au moyen d'intercalaires de cuivre en U revêtus de soudure et disposés aux bords des vitrages, ainsi que le représente la fig. 3. Les bords intérieurs des

conducteurs de la boucle suivent un parcours distant de 3 à 5 mm des bords des feuilles du vitrage et les conducteurs sont placés symétriquement par rapport aux intercalaires en U. On souhaite fabriquer des vitrages de différentes dimensions.

Dans ces circonstances, la fréquence de résonance du système peut être fonction du périmètre du vitrage. Cela est représenté par la courbe inférieure de la fig. 8. La moitié inférieure de l'ordonnée correspond au périmètre du vitrage et la courbe permet ainsi d'obtenir les fréquences de résonance qui augmentent le long de l'abscisse.

A chaque fréquence de résonance correspond une puissance de sortie optimale déterminée par le signal de contrôle à communiquer au pont à thyristor du générateur apériodique. Celle-ci doit être déterminée par des essais.

Les puissances de sortie optimales pour la solidarisation dans les circonstances décrites ci-dessus sont indiquées dans la courbe supérieure de la fig. 8. Les valeurs de tension de contrôle correspondant à ces puissances de sortie sont programmées à différentes adresses dans le registre à mémoire 70. Un très bon contrôle peut être obtenu lorsque les valeurs de tension correspondant à des accroissements de 100 Hz de la fréquence de résonance sont ainsi programmées.

A titre d'exemple spécifique, si on souhaite solidariser un vitrage d'un type décrit ci-dessus qui mesure 835 × 740 mm, soit un périmètre de 3,15 m, la dimension de la boucle inductrice est ajustée, si nécessaire, de la manière décrite et le vitrage est positionné à l'intérieur de la boucle. Le générateur est alors enclenché avec une faible valeur (P1 dans la fig. 7). Dans cet exemple particulier, le générateur apériodique utilisé était fabriqué par Masser de Bruxelles. La puissance de sortie stable minimale était de 16 kW et cette valeur a été atteinte environ 0,5 s après sa mise en marche. Pendant les deux secondes suivantes, on a laissé le courant oscillant se stabiliser et on a trouvé que sa fréquence était de 24,3 kHz, ainsi que prévu. Cette fréquence était affichée sur le fréquencemètre 72 et a été communiquée au circuit de contrôle 69. Ce dernier a choisi alors l'adresse mémoire correspondante dans le registre à mémoire 70, comme indiqué sur l'écran du registre d'adressage 73. Le signal approprié a alors été communiqué au convertisseur analogique/digital 71 pour lui faire émettre une tension de contrôle (affichée par le voltmètre 74). Cette tension agit sur le circuit à thyristor 58 afin d'augmenter la puissance de sortie du générateur à la valeur optimale de 25,4 kW (P2 dans la fig. 7). Quelque 8,8 s après la connexion, le générateur a été déconnecté et le courant oscillant dans la boucle inductrice s'arrêta en 1 s environ. Le vitrage terminé fut ensuite enlevé et, à l'inspection, on lui trouva une bonne solidarisation.

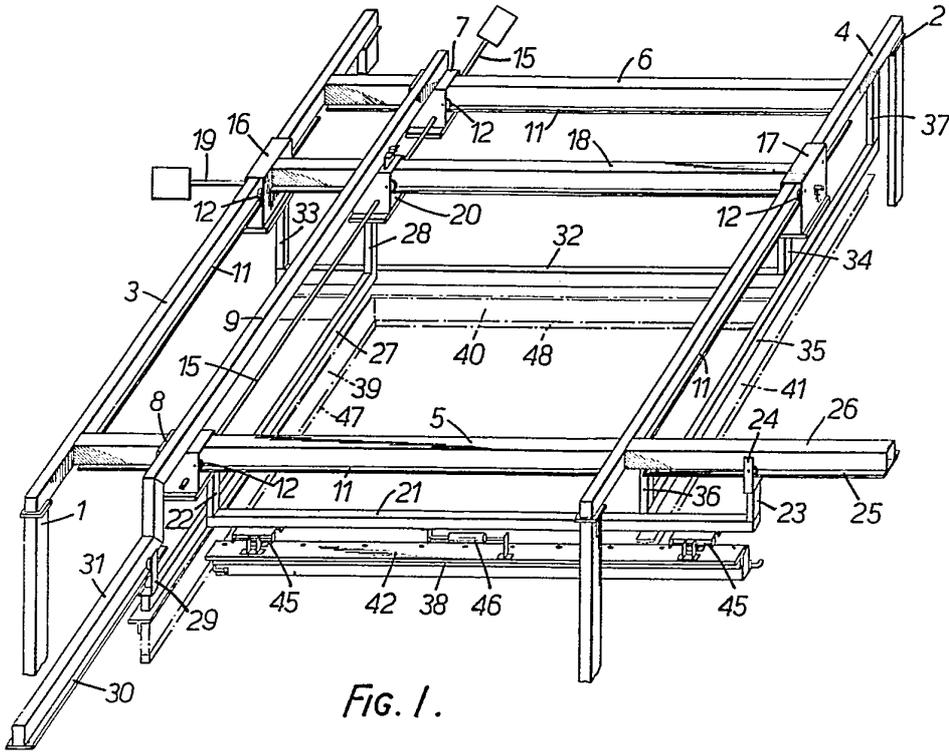


FIG. 1.

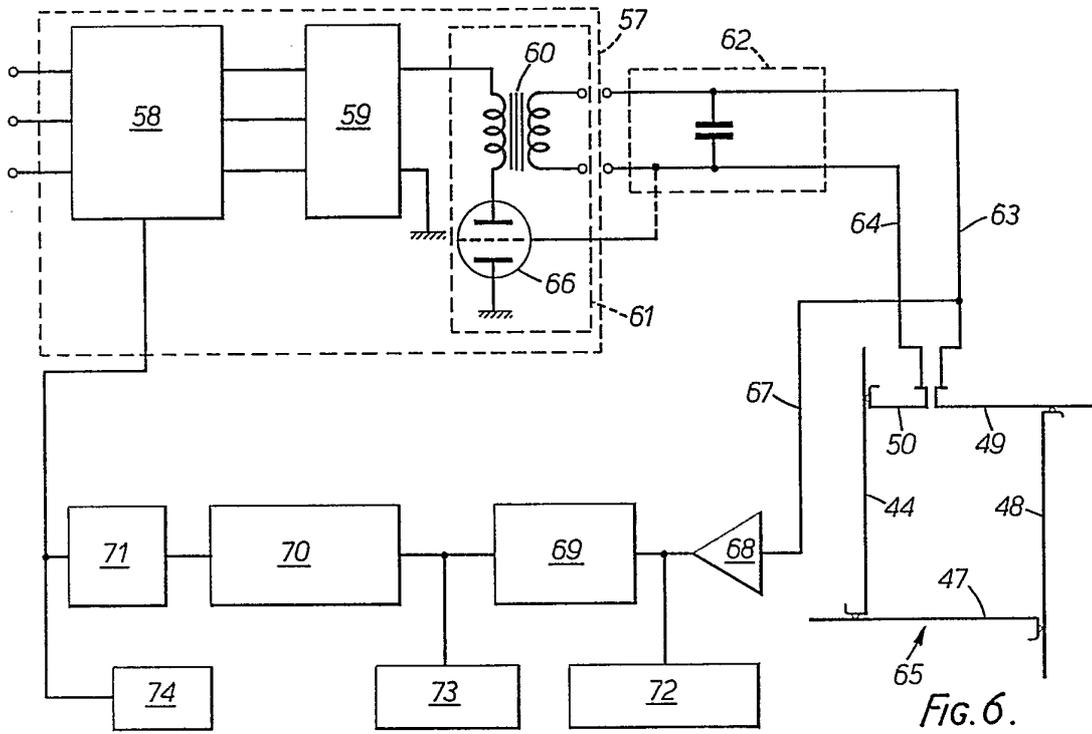


FIG. 6.

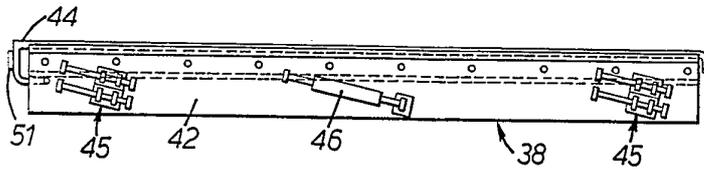


FIG. 2.

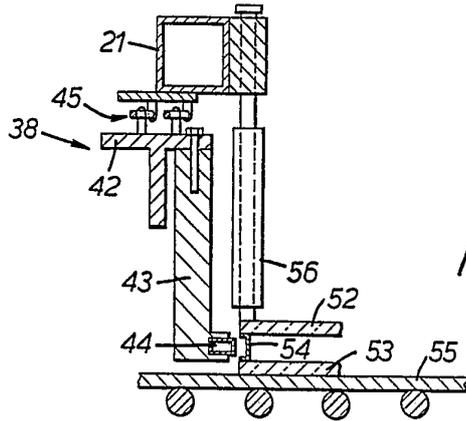


FIG. 3.

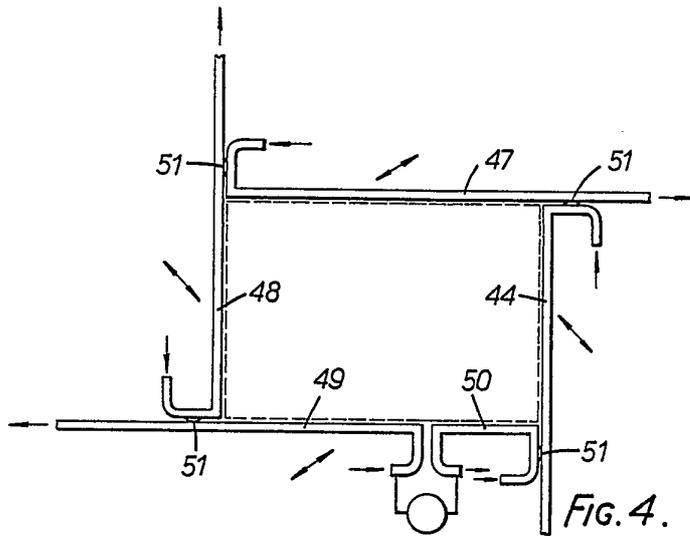


FIG. 4.

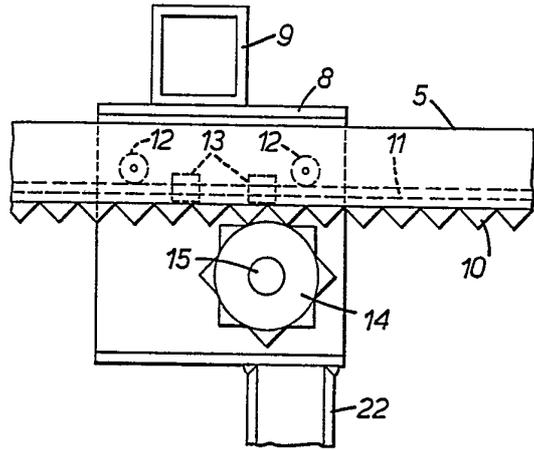


FIG. 5.

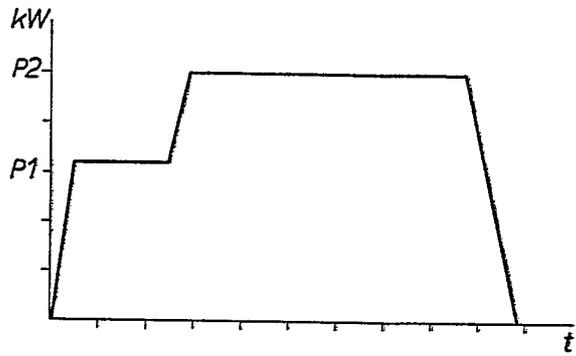


FIG. 7.

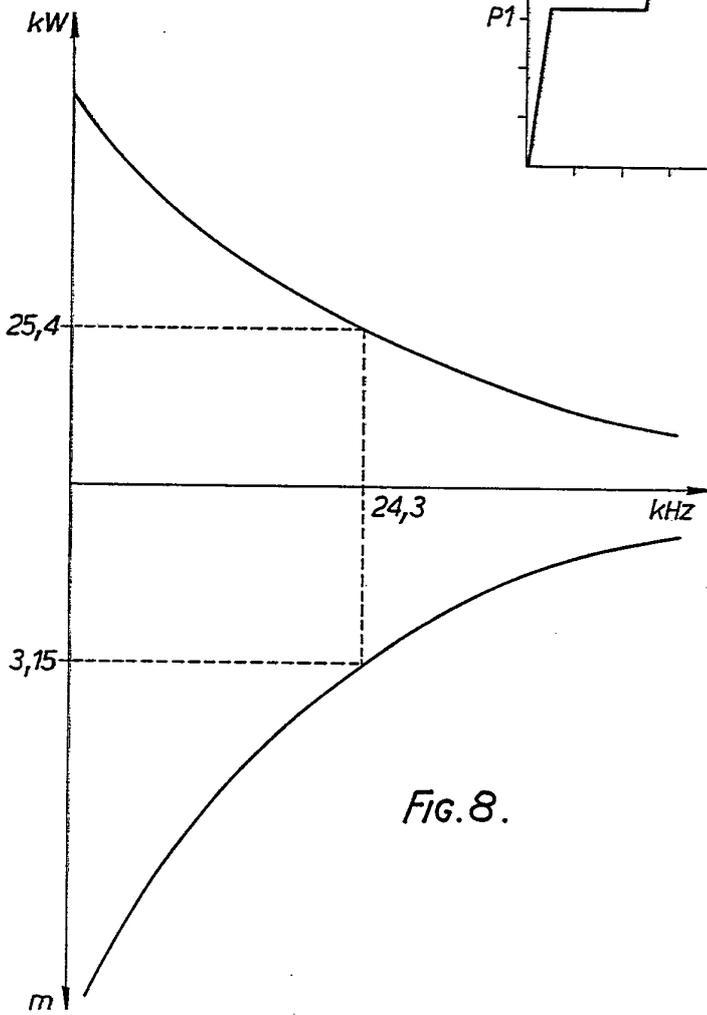


FIG. 8.