(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 1 148 762 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
08.10.2008 Bulletin 2008/41

(51) Int Cl.:
H05B 6/02 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **01400868.4**

(22) Date de dépôt: **04.04.2001**

(54) **Dispositif de chauffage par induction à flux transverse à circuit magnétique de largeur variable**

Induktionsheizung mit transversalem Magnetfluss und variabler Breite des Induktors

Induction heating device having transverse flux and variable width inductor

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

(30) Priorité: **19.04.2000 FR 0005062**

(43) Date de publication de la demande:
24.10.2001 Bulletin 2001/43

(73) Titulaires:
- **Fives Celes**
  68610 Lautenbach (FR)
- **ARCELOR France**
  93200 Saint Denis (FR)
- **ELECTRICITE DE FRANCE**
  75008 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
- **Anderhuber, Marc**
  57140 Saulny (FR)
- **Chaignot, Jean-Philippe**
  90000 Belfort (FR)
- **Couffet, Claude**
  93100 Montreuil (FR)
- **Hellegouarc'h, Jean**
  94170 Le Perreux sur Marne (FR)
- **Paya, Bernard**
  77140 Fromontville (FR)
- **Pierret, René**
  57050 Metz (FR)
- **Neau, Yves**
  77690 Montigny sur Loing (FR)
- **Uring, Jean-Camille**
  68000 Colmar (FR)
- **Pateau, Olivier**
  77670 Saint Mammes (FR)
- **Griffay, Gérard**
  57280 Hauconcourt (FR)
- **Daubigny, Alain**
  54190 Villerupt (FR)
- **Roehr, Philippe**
  68610 Lautenbach (FR)

(74) Mandataire: **Peaucelle, Chantal et al**
Cabinet Armengaud Aîné
3, Avenue Bugeaud
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 308 182
GB-A- 2 144 609
US-A- 4 258 241
US-A- 4 587 392
US-A- 4 678 883

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 1 148 762 B1

Description

[0001] La présente invention est relative à un dispositif de chauffage au défilé, par induction électromagnétique, de bandes magnétiques ou amagnétiques de faible et moyenne épaisseurs (de l'ordre de 0,05 à 50 millimètres). Elle vise plus particulièrement un dispositif de chauffage par induction à flux transverse.

[0002] De façon connue, le chauffage au défilé par induction électromagnétique d'une bande métallique est réalisé à l'aide de bobinages qui sont disposés de manière à entourer la bande à chauffer en créant un champ magnétique parallèle à la surface extérieure de cette bande selon la direction de défilement (flux longitudinal, cf. figure 1a). On obtient ainsi une distribution en anneau des courants induits qui parcourent la bande en déplacement continu au niveau de sa surface périphérique, ce qui se traduit par un échauffement dont l'homogénéité de température transversale est généralement considérée comme satisfaisante.

[0003] Lorsqu'il s'agit de chauffer des bandes magnétiques de faible épaisseur, le rendement de ce type de chauffage à flux longitudinal est élevé. Cependant, il chute fortement, + pour ces matériaux, dès que l'on dépasse la température du point de Curie (environ 750°C). Ceci est notamment dû au fait que la perméabilité relative du matériau à chauffer décroît rapidement au cours du procédé de chauffage jusqu'à atteindre la valeur de 1 à cette même température. Le rendement est également limité pour les matériaux amagnétiques (acier inoxydable, aluminium ...), quelle que soit la température du produit.

[0004] Selon une autre solution connue pour le chauffage au défilé par induction de produits métalliques plats, on dispose deux bobinages de part et d'autre du produit à réchauffer, en regard de chacune des grandes faces de ce dernier de façon à créer un champ magnétique perpendiculaire aux grandes faces du produit selon la technique dite du flux transverse (cf. figure 1b).

[0005] L'inconvénient principal de ce type d'installation réside dans le fait que la distribution en boucle des courants induits par le flux magnétique traversant ne permet généralement pas d'atteindre une homogénéité en température satisfaisante, notamment les extrémités dans le sens de la largeur de la bande (les rives) sont trop ou pas assez chauffées suivant les dimensions relatives des bobinages et du circuit magnétique utilisés par rapport à la largeur de bande.

[0006] Pour résoudre ce problème, on a déjà proposé d'utiliser un chauffage par induction électromagnétique à flux transverse dans lequel les inducteurs comportent des circuits magnétiques. Ces derniers ont pour but de guider le flux magnétique générés par les bobinages afin d'agir sur la distribution des courants induits.

[0007] Cependant, de tels dispositifs ont pour désavantage de ne pas être facilement modifiables afin de s'adapter aux largeurs de bande à chauffer. Pour pallier un tel inconvénient, on connaît par exemple un dispositif de chauffage par induction électromagnétique décrit dans le brevet américain n° 4, 678, 883 dans lequel les inducteurs sont constitués d'une pluralité de barrettes magnétiques couplées entre elles (par "couplées", on entend des barrettes qui coopèrent entre elles de façon à ce que le flux magnétique engendré par les inducteurs puisse passer d'une barrette à l'autre barrette), disposées parallèlement à la direction de déplacement de la bande à chauffer et pouvant être individuellement déplacées perpendiculairement à la surface de ladite bande de manière à adapter la distribution de flux à la largeur de la bande, suivant les dimensions de cette dernière.

[0008] Or, même ce type de chauffage par induction électromagnétique ne permet pas de correctement contrôler les fluctuations de température au niveau des rives de la bande à chauffer. En effet, les barrettes magnétiques en retrait par rapport à ladite bande continuent d'exercer une influence, certes plus faible, sur la distribution de flux magnétique et donc sur la température et il en résulte que la courbe de distribution de température montre une concentration des courants induits sur les rives.

[0009] Par ailleurs, on connaît également EP-A-0 667 731 qui divulgue un dispositif de chauffage par induction électromagnétique à flux transverse dans lequel on fait varier la longueur des bobinages afin d'adapter la distribution de flux aux largeurs de bande. Pour ce faire, ce document propose de réaliser ces bobinages en assemblant deux inducteurs opposés en forme de J qui peuvent translater librement dans une direction parallèle à la largeur de bande. Comme pour le brevet américain mentionné ci-dessus, ce dispositif ne permet pas d'obtenir une homogénéité transversale en température très satisfaisante.

[0010] EP-A-0 308 182 décrit un dispositif de chauffage par induction transverse dans lequel la largeur totale des ensembles bobinages-noyau magnétique peut être modifiée selon la largeur de la pièce à chauffer. Les circuits magnétiques constitués par des armatures ou barrettes magnétiques ne sont pas indépendants des bobinages électriques qui sont donc déplacés avec les noyaux magnétiques, ce qui complique l'installation, notamment pour l'alimentation électrique des bobinages à déplacer. En outre, la masse à déplacer est augmentée de celle des bobinages.

[0011] US 4 587 392A concerne également un dispositif de chauffage par induction dans lequel le bobinage électrique doit être déplacé avec les barrettes magnétiques pour un réglage de largeur.

[0012] US 4 258 241A concerne un dispositif de chauffage par induction à fente dans lequel des pièces allongées, tels que des arbres, disposées parallèlement les unes aux autres sont introduites et déplacées suivant une direction orthogonale à la grande dimension des pièces. Des zones espacées axialement des pièces sont chauffées en passant entre des conducteurs parallèles à la direction de déplacement des pièces. Les conducteurs électriques peuvent être déplacés suivant une direction parallèle à la grande dimension des pièces et

orthogonale à la direction d'avance de ces pièces pour modifier la position des zones chauffées des pièces. Là encore, les conducteurs électriques sont déplacés.

[0013] Compte-tenu des inconvénients des solutions de l'état antérieur de la technique rappelée ci-dessus, la présente invention se propose d'apporter une solution originale en réalisant un dispositif de chauffage par induction électromagnétique à flux transverse dont le circuit magnétique, réalisé par une pluralité de barrettes magnétiques indépendantes, s'adapte à la largeur de la bande à chauffer. Ce dispositif permet ainsi d'améliorer l'homogénéité thermique dans le sens de la largeur de la bande à chauffer.

[0014] A cet effet, l'invention apporte un dispositif de chauffage par induction électromagnétique d'une bande métallique défilant dans une direction déterminée comprenant au moins un bobinage électrique disposé en regard d'au moins une des grandes faces de ladite bande afin de chauffer cette dernière par induction à flux magnétique cransverse, chaque bobinage étant associé à au moins un circuit magnétique, chaque circuit étant divisé en une pluralité de barrettes magnétiques non couplées entre elles et disposées parallèlement à la direction de défilement de la bande, ledit dispositif étant caractérisé en ce que ledit circuit magnétique, constitué de ladite pluralité de barrettes, indépendantes les unes des autres, s'adapte à la largeur de la bande à chauffer en écartant ou en rapprochant lesdites barrettes les unes des autres, de manière à adapter en continu la distribution dudit flux magnétique aux dimensions caractéristiques de ladite bande.

[0015] Ainsi, grâce à la présente invention, quelle que soit la largeur de la bande à chauffer, le volume donc le poids du circuit magnétique reste invariable.

[0016] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, le dispositif de chauffage par induction électromagnétique comporte également des écrans en matériaux de bonne conductibilité électrique placés dans l'entrefer de part et d'autre de la bande et au niveau des rives de cette dernière, de manière à optimiser l'homogénéité de la température transversale.

[0017] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on donne à la surface du circuit magnétique qui est en regard de l'une des grandes faces de la bande à chauffer un profil "polaire" adapté (bisinusoidal par exemple) par découpage des tôles magnétiques constituant ce circuit de façon à obtenir une meilleure distribution du flux magnétique, et plus particulièrement au niveau des rives de ladite bande. Par profil "polaire", on entend une surface du circuit magnétique qui est courbe dans les trois directions de l'espace.

[0018] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-après, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation et d'application dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les dessins :

- les figures 1a et 1b illustrent des dispositifs de chauffage par induction électromagnétique connus de l'art antérieur, respectivement à flux longitudinal et flux transverse ;
- les figures 2a et 2b sont des vues partielles, en perspective du dispositif de chauffage par induction selon l'invention dans deux positions ;
- les figures 3a et 3b sont des vues partielles, en perspective du dispositif de la figure 1 muni d'écrans en matériaux de bonne conductibilité électrique couplés à des plots magnétiques ;
- la figure 4 est une vue schématique et partielle d'un exemple de profil polaire (surface du circuit magnétique en regard de la bande à chauffer) ;
- la figure 5 est une vue schématique et partielle d'une installation classique de recuit brillant d'acier inoxydable.

[0019] Si on se réfère aux dessins, ec plus particulièrement aux figures 2a et 2b, on voit que le dispositif de chauffage par induction électromagnétique à flux transverse selon la présente invention comprend notamment deux armatures magnétiques respectivement 1 et 1' pourvues d'au moins un bobinage électrique 2 et disposées face-à-face de part et d'autre d'une bande 4 à chauffer. Cette dernière peut être par exemple guidée dans l'entrefer défini entre les circuits magnétiques à l'aide de rouleaux (non représentés) et ainsi être transférée dans la zone de chauffage. Son déplacement est généralement continu lors du procédé de chauffage selon l'invention.

[0020] En variante, et selon l'application désirée de ce dispositif de chauffage, on peut disposer au moins une armature magnétique 1 pourvue d'au moins un bobinage électrique 2 en regard de seulement l'une des grandes faces de la bande 4 à chauffer.

[0021] Selon la technique connue dite du flux transverse, le flux magnétique engendré par les bobinages électriques 2 traverse la bande à chauffer 4 et induit dans celle-ci un courant qui circule dans le plan de ladite bande et qui se ferme en boucle au niveau des rives. Pour ce faire, le ou les bobinages 2 sont alimentées à l'aide d'un courant alternatif à fréquence moyenne (par exemple, de l'ordre de 50 à 20000 Hz environ).

[0022] Pour assurer le guidage du flux magnétique engendré par les bobinages 2 notamment au niveau des rives de ladite bande, on dispose un circuit magnétique 6 sur toute ou une partie de la longueur desdits bobinages. Ce circuit est constitué d'une pluralité de barrettes magnétiques 8 disposées parallèlement à la direction de défilement de la bande 4 à chauffer.

[0023] Selon l'invention, les barrettes 8 composant le circuit magnétique 6 ne sont pas couplées entre elles et sont disposées parallèles les unes par rapport aux autres. Ces barrettes sont donc indépendantes les unes

des autres et elles sont aussi indépendantes des bobinages électriques. En outre, elles peuvent coulisser à l'aide de moyens 10 au niveau des bobinages électriques 2 de manière à s'écarter ou se rapprocher les unes des autres, les bobinages électriques restant fixes. Ainsi, l'espacement entre deux barrettes adjacentes peut être agrandi ou rétréci, en continu, sous l'action desdits moyens 10. Il en résulte que la distribution de flux magnétique peut être adaptée aux dimensions de la bande 4, et notamment à sa largeur (cf. figure 2b).

[0024] Cette caractéristique essentielle de la présente invention permet d'obtenir, non seulement un dispositif de chauffage à induction adaptable à différentes largeurs de la bande à chauffer, mais surtout l'homogénéité thermique obtenue dans le sens de la largeur de ladite bande reste optimale quelque soit la largeur de celle-ci.

[0025] En effet, le positionnement spatial des barrettes magnétiques associé à un profil polaire adapté, permettent d'agir sur la circulation des courants induits et donc de maîtriser la distribution de température transversale.

[0026] Les moyens 10 permettant de faire coulisser, en continu, les barrettes magnétiques 8 au niveau des bobinages électriques 2, mais sans déplacer ces derniers, sont constitués notamment par au moins deux rails 11 et 11' parallèles disposés de chaque côté de la surface de la bande 4 et perpendiculairement à la direction de déplacement de celle-ci. Ces rails supportent une pluralité d'armatures 12, chacune de ces armatures étant fixée à au moins une barrette 8. De préférence, on alterne le support des armatures de deux barrettes adjacentes sur les deux rails 11 et 11' de manière à réduire l'encombrement lorsque la largeur du circuit magnétique 6 est minimale (cas où l'espacement entre les barrettes est minimal). Les armatures viennent coulisser sur les rails à l'aide de galets 13 ou analogues de façon indépendante entre elles ce qui permet un ajustement très précis, optimal et en continu de la largeur du circuit magnétique et donc de la distribution de flux. Ainsi, on peut réaliser par exemple une largeur du circuit magnétique variant de 800 à 1500 millimètres.

[0027] Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, l'espacement entre deux barrettes magnétiques 8 adjacentes peut être ajusté manuellement ou automatiquement afin d'obtenir la distribution magnétique souhaitée.

[0028] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention (cf. figures 3a et 3b), afin d'optimiser l'homogénéité de la température transversale de la bande à chauffer, on dispose des écrans 14 dans l'entrefer de part et d'autre de ladite bande et au niveau des rives de cette dernière. De tels écrans sont réalisés en matériau possédant une bonne conductibilité électrique par exemple du type cuivre, aluminium ou argent. Ils ont pour fonction d'ajuster le flux magnétique au niveau des rives de la bande afin de maîtriser la température des rives de ladite bande.

[0029] De plus, ces écrans sont également fixés sur des armatures 15 supportées par des rails par l'intermédiaire de galets ou analogues de manière à pouvoir être animés d'un mouvement de translation suivant la largeur de la bande utilisée. En variante, on peut également fixer ces écrans directement sur les barrettes magnétiques d'extrémité qui sont en regard des rives de la bande à chauffer.

[0030] Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on peut également disposer des plots magnétiques 16 sur les armatures 15 supportant les écrans 14 de manière à affiner la distribution du flux magnétique sur la largeur de la bande, notamment de tels plots permettent de combler d'éventuelles hétérogénéités de température. Ces plots magnétiques 16 peuvent être couplés aux écrans 15 de bonne conductibilité électrique et/ou aux barrettes magnétiques 8 ou bien être disposés sans écrans.

[0031] Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention (cf. figure 4), on donne à la surface du circuit magnétique 6 de chaque armature (1, 1') qui est en regard de l'une des grandes faces de la bande 4 un profil "polaire", adapté de façon à obtenir une distribution maîtrisée du flux magnétique généré par les bobinages électriques 2, en particulier au niveau des rives de ladite bande.

[0032] Selon encore une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on ajoute une spire en court-circuit (non représentée) de part et d'autre du dispositif de chauffage, perpendiculairement aux barrettes du circuit magnétique et enlaçant la bande en déplacement afin de réduire les champs magnétiques de fuite aux extrémités de l'inducteur.

[0033] On décrira maintenant un exemple d'application avantageuse du dispositif de chauffage à induction électromagnétique selon l'invention.

[0034] La figure 5 représente une vue schématique et partielle d'une installation de recuit brillant, par exemple d'acier inoxydable. Une telle ligne de recuit est disposée sur un seul brin vertical dont la hauteur totale ne doit pas excéder 50 mètres environ. La bande à chauffer 18 qui est guidée par des rouleaux 19, traverse sur cette hauteur, d'abord une zone de chauffage 20 puis une zone de refroidissement 21. De façon connue pou r une bande d'acier non magnétique, celle-ci entre dans la zone de chauffage à température ambiante (20°C environ), doit en ressortir à une température de 1150°C et être ensuite refroidie pour atteindre une température de 100°C en fin de ligne.

[0035] On connaît des dispositifs de chauffage à gaz ou à résistances électriques dont la hauteur sur une telle ligne est de 30 mètres environ ce qui laisse peu de place pour le refroidissement de la bande. En conséquence, de tels dispositifs fonctionnent avec une vitesse de déplacement de la bande à chauffer typiquement de l'ordre de 60 mètres par minute.

[0036] Le dispositif de chauffage par induction électromagnétique selon l'invention appliqué à une telle installation a pour avantage de pouvoir réduire la hauteur d'encombrement de la zone de chauffage jusqu'à 10 mètres

environ, ce qui ménage beaucoup plus de place pour le refroidissement et permet ainsi d'atteindre une vitesse de ligne de 120 mètres par minute pour de l'acier inoxydable ayant une épaisseur de 0,5 millimètre environ.

[0037] La présente invention telle que décrite précédemment offre donc de multiples avantages. Elle permet à partir d'un dispositif de chauffage par induction électromagnétique utilisant des circuits magnétiques à largeur variable de créer un flux magnétique de forte intensité pour des fréquences moyennes. Cette densité de flux magnétique permet d'atteindre une densité de puissance transmise à la bande à chauffer, supérieure à celle des moyens de chauffage connus. Grâce aux caractéristiques de l'invention, il n'existe pas de matière magnétique dans les espaces inter-barrettes, contrairement aux systèmes selon l'état antérieur de la technique. De plus, le rendement électrique de ce dispositif est supérieur à celui des technologies connues. En outre, un tel dispositif permet d'obtenir une homogénéité thermique satisfaisante dans le sens de la largeur de la bande.

Revendications

1. Dispositif de chauffage par induction électromagnétique d'une bande (4) métallique défilant dans une direction déterminée comprenant au moins un bobinage électrique (2) disposé en regard d'au moins une des grandes faces de ladite bande afin de chauffer cette dernière par induction à flux magnétique transverse, chaque bobinage étant associé à au moins un circuit magnétique (6), comportant une pluralité de barrettes magnétiques (8) disposées parallèlement à la direction de défilement de la bande, ledit dispositif étant **caractérisé en ce que** :

   - les barrettes magnétiques (8) sont non couplées entre elles, sont indépendantes les unes des autres, et sont indépendantes des bobinages électriques (2) ;
   - les barrettes (8) sont montées de manière à pouvoir coulisser à l'aide de moyens (10) au niveau des bobinages électriques (2) de manière à s'écarter ou se rapprocher les unes des autres, les bobinages électriques (2) restant fixes, ce qui permet d'adapter en continu la distribution de flux magnétique à la largeur de la bande.

2. Dispositif de chauffage selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il comporte des écrans (14) de bonne conductibilité électrique disposés dans l'entrefer défini par lesdits circuits magnétiques, de part et d'autre de la bande et au niveau des rives de ladite bande de manière à ajuster le flux magnétique aux extrémités de ladite bande dans le sens de sa largeur.

3. Dispositif de chauffage selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**il comporte des plots (16) magnétiques disposés dans l'entrefer défini par lesdits circuits magnétiques, de part et d'autre de la bande et au niveau des rives de ladite bande, de manière à optimiser la distribution du flux magnétique.

4. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens (10) comportent au moins un rail (11, 11') de chaque côté de la bande (4) et perpendiculaire à la direction de défilement de cette dernière, ledit rail supportant à l'aide de galets (13) ou analogues une pluralité d'armatures (12), chacune desdites armatures étant fixée à au moins une barrette magnétique (8) de manière à permettre aux armatures (12) supportant lesdites barrettes d'être écartées ou rapprochées les unes des autres, par coulissement sur lesdits rails (11, 11').

5. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface du circuit magnétique (6) de chaque armature (1,1') qui est en regard de l'une des grandes faces de ladite bande, possède un profil "polaire" adapté afin d'obtenir une distribution maîtrisée du flux magnétique.

6. Dispositif de chauffage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il comporte au moins une spire en court-circuit disposée de part et d'autre de ladite armature (1,1') de façon à enlacer la bande (4) pour réduire les champs magnétiques de fuite aux extrémités de l'inducteur.

Claims

1. Heating device by electromagnetic induction of a metal plate (4) running in predefined direction, which comprises at least one electrical winding (2) arranged opposite at least one of the large faces of the said plate in order to heat the latter by transverse magnetic flux induction, each winding being connected to at least one magnetic circuit (6), which comprises a plurality of magnetic bars (8) arranged parallel to the running direction of the plate, said device being **characterised in that**:

   - the magnetic bars (8) are not connected together, are independent of one another and are independent of the electrical windings (2);
   - the bars (8) are mounted so that they are able to slide by way of means (10) at the level of the electrical windings (2) so as to move away from one another or approach one another, the electrical windings (2) remaining fixed, which makes it possible to continually adjust the distribution

of magnetic flux to the width of the plate.

2. Heating device according to claim 1, **characterised in that** it comprises screens (14) with good electrical conductivity arranged in the air gap defined by said magnetic circuits, on either side of the plate and at the edges of said plate so as to adjust the magnetic flux to the ends of said plate in the direction of its width.

3. Heating device according to one of claims 1 or 2, **characterised in that** it comprises magnetic contacts (16) arranged in the air gap defined by the said magnetic circuits on either side of the plate and at the edges of the said plate so as to optimise the distribution of magnetic flux.

4. Heating device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the means (10) comprise at least one rail (11, 11') on each side of the plate (4) and perpendicular to the running direction of the latter, said rail supporting by means of rollers (13) or the like a plurality of armatures (12), each of said armatures being fixed to at least one magnetic bar (8) so as to allow the armatures (12) supporting the said bars to be moved away from one another or closer towards one another by sliding on said rails (11,11').

5. Heating device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the surface of the magnetic circuit (6) of each armature (1,1'), which faces one of the large surfaces of the said plate has a "polar" profile adjusted to obtain a controlled distribution of the magnetic flux.

6. Heating device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises at least one short-circuit coil arranged on either side of said armature (1,1'), so as to clasp the plate (4) to reduce the magnetic field losses at the ends of the inductor.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erwärmen eines in einer bestimmten Richtung durchlaufenden Metallbandes (4) durch elektromagnetische Induktion, welche wenigstens eine Elektrospule (2) umfasst, die über mindestens einer der großen Flächen dieses Bandes angeordnet ist, um dieses durch Induktion mit einem transversen Magnetfluss zu erwärmen, wobei die Spulen jeweils mit mindestens einem Magnetkreis (6) verbunden sind und jeder Magnetkreis eine Vielzahl Magnetstäbe (8) aufweist, die parallel zur Durchlaufrichtung des Bandes angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Magnetstäbe (8) unter einander nicht gekoppelt sind, unabhängig voneinander sind und unabhängig von den Elektrospulen (2) sind,
- die Magnetstäbe (8) so angeordnet sind, dass sie sich in Bezug auf die Elektrospulen (2) mit Hilfe von Mitteln (10) verschieben lassen, so dass sie sich voneinander beabstanden oder einander annähern, wobei die Elektrospulen (2) ortsfest bleiben, was eine kontinuierliche Anpassung der Magnetflussverteilung an die Breite des Bandes ermöglicht.

2. Erwärmungsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Abschirmungen (14) mit guter elektrischer Leitfähigkeit umfasst, die in dem von den Magnetkreisen gebildeten Luftspalt auf beiden Seiten des Bandes an dessen Kanten derart angeordnet sind, dass der Magnetfluss an den Enden des Bandes in Richtung von dessen Breite eingestellt wird.

3. Erwärmungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie Magnetschuhe (16) enthält, die in dem von den Magnetkreisen gebildeten Luftspalt auf beiden Seiten des Bandes an dessen Kanten derart angeordnet sind, dass die Magnetflussverteilung optimiert wird.

4. Erwärmungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (10) auf jeder Seite des Bandes (4) quer zu dessen Durchlaufrichtung mindestens eine Schiene (11,11') enthalten, die mittels Rollen (13) oder dergleichen eine Vielzahl von Halterungen (12) trägt, wobei jede dieser Halterungen an wenigstens einem Magnetstab (8) auf eine Art und Weise befestigt ist, die es den die Magnetstäbe tragenden Halterungen (12) ermöglicht, durch Bewegung auf den Schienen (11,11') beabstandet oder einander angenähert zu werden.

5. Erwärmungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des Magnetkreises (6) jedes Magnetankers (1,1'), die sich gegenüber einer der großen Flächen des Bandes befindet, ein "polares" Profil besitzt, das angepaßt ist, um eine beherrschte Verteilung des Magnetflusses zu erhalten.

6. Erwärmungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie auf beiden Seiten des Magnetankers (1,1') derart mindestens eine Kurzschlusswindung enthält, dass das Band (4) abgeschirmt wird, um den Austritt des Magnetfeldes an den Enden des Induktors zu verringern.

Flux Longitudinal

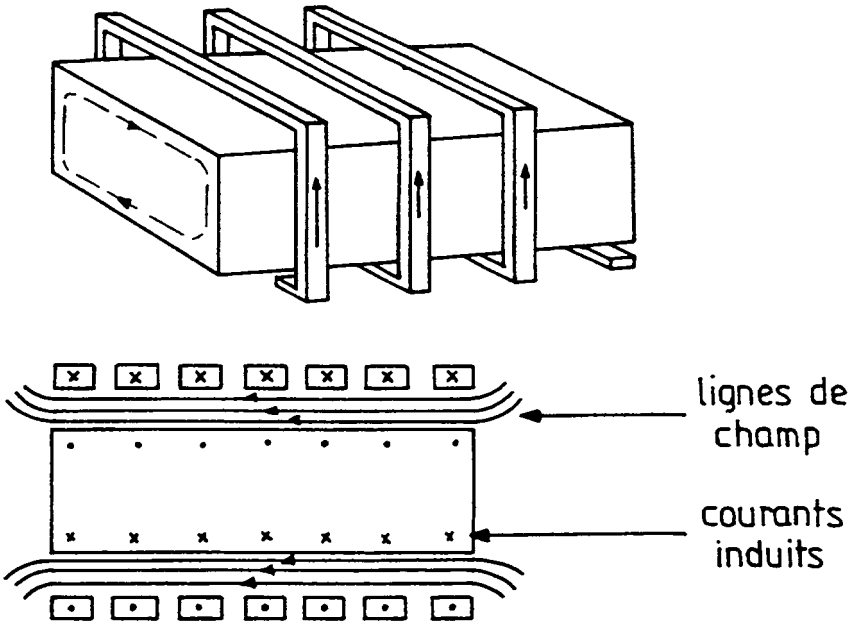


FIG. 1a

Flux Transverse

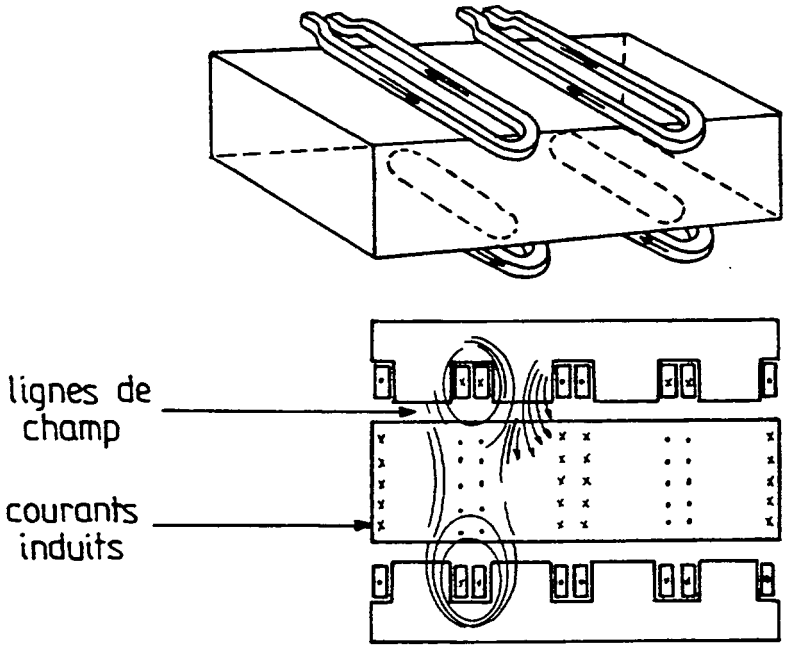


FIG.1b

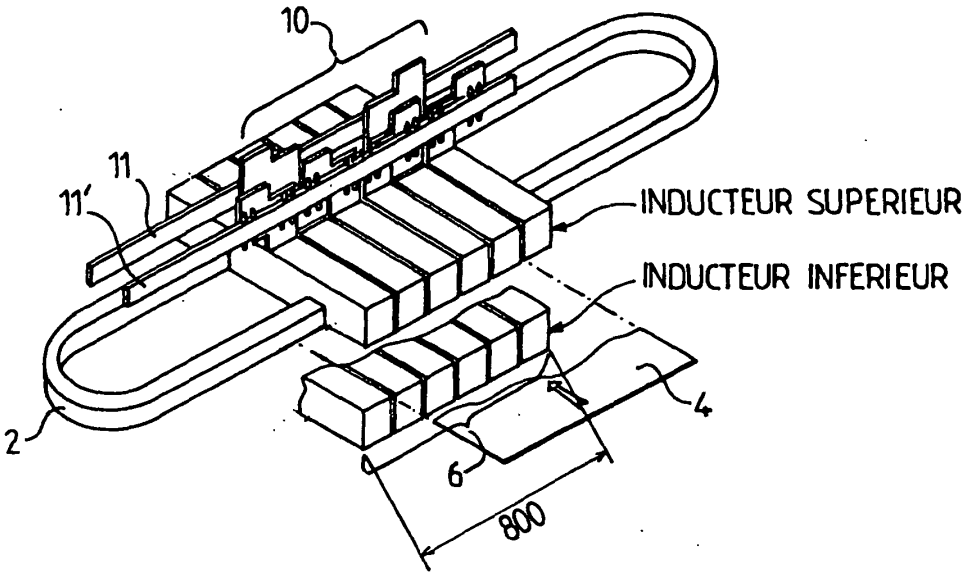

10
11
11'
INDUCTEUR SUPERIEUR
INDUCTEUR INFERIEUR
2
4
6
800

FIG. 2a

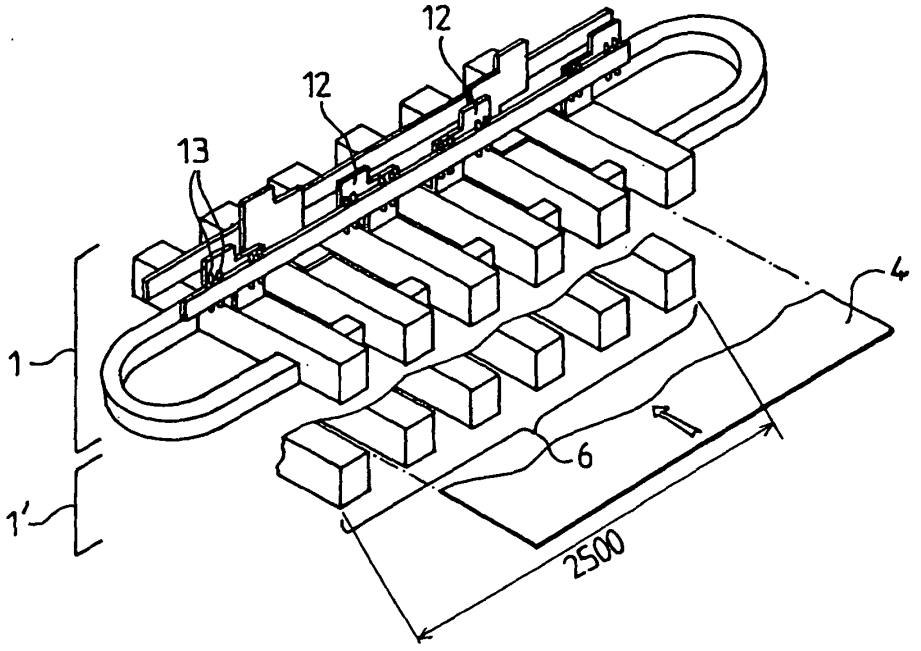

12
12
13
1
1'
4
6
2500

FIG. 2b

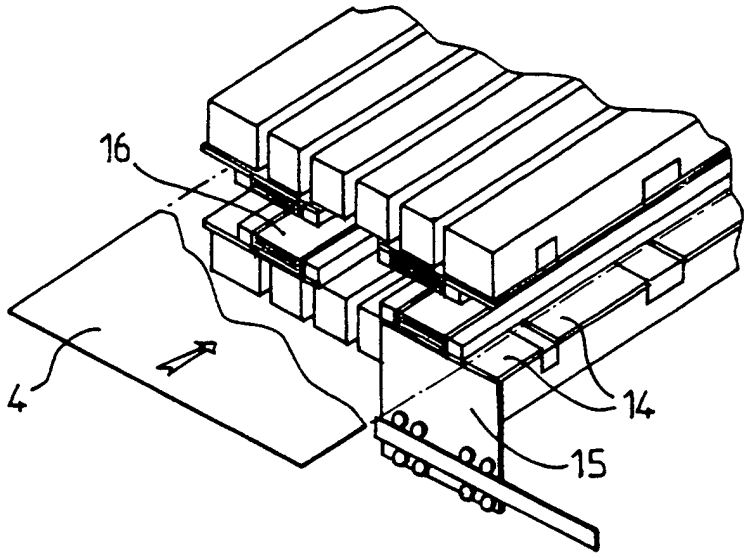


FIG. 3a

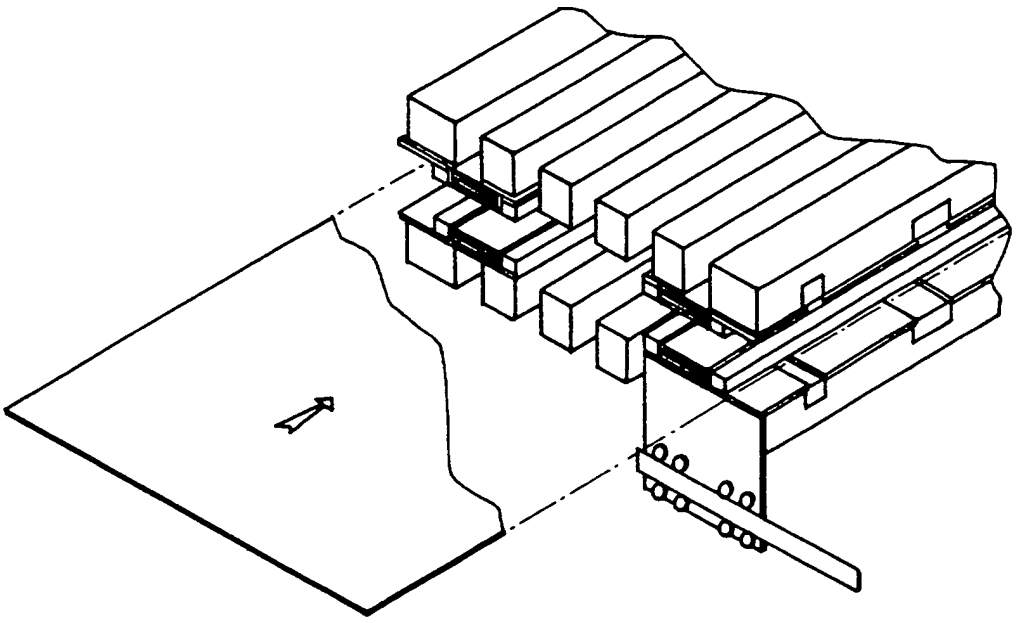


FIG. 3b

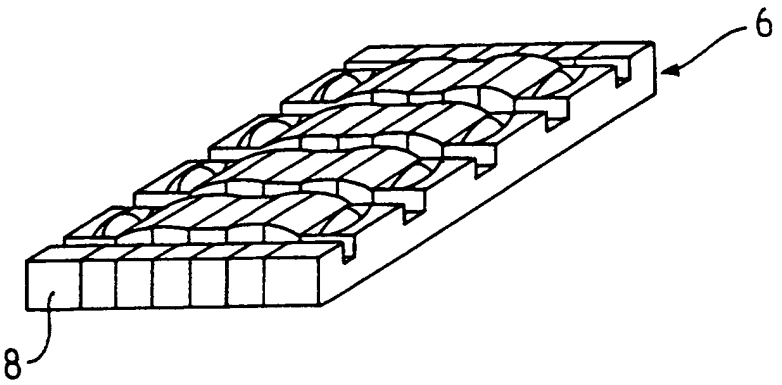

6
8

FIG.4

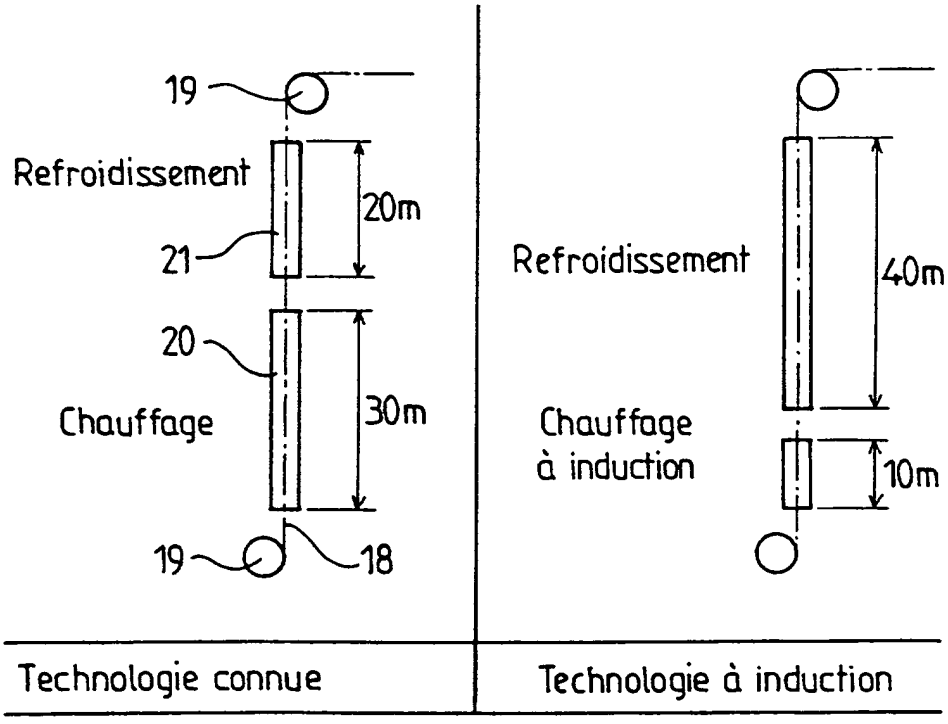

19
Refroidissement
20m
21
20
Chauffage
30m
19
18
Refroidissement
40m
Chauffage
à induction
10m
Technologie connue
Technologie à induction

FIG.5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0667731 A **[0009]**
- EP 0308182 A **[0010]**
- US 4587392 A **[0011]**
- US 4258241 A **[0012]**