



(11)

EP 1 669 465 A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
14.06.2006 Bulletin 2006/24

(51) Int Cl.:
C21D 8/04 ^(2006.01) **C21D 9/48** ^(2006.01)
B21B 1/22 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05370037.3**

(22) Date de dépôt: **23.11.2005**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **13.12.2004 FR 0413221**

(71) Demandeur: **DMS
Société Anonyme
59139 Noyelles les Seclin (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Marchal, Alain, DMS Société Anonyme
59139 Noyelles les Seclin (FR)**
• **Bourdon, Francis, DMS Société Anonyme
59139 Noyelles les Seclin (FR)**

(74) Mandataire: **Duthoit, Michel Georges André
Bureau Duthoit Legros Associés
Conseil en Propriété Industrielle
96/98, Boulevard Carnot,
B.P. 105
59027 Lille Cedex (FR)**

(54) **Procédé et dispositif pour le laminage et le recuit d'une bande d'acier inoxydable**

(57) L'invention concerne un procédé de recuit (4) d'une bande d'acier inoxydable, dans lequel on effectue, dans un ordre indifférent, au moins les étapes suivantes :
- on chauffe (2) ladite bande d'acier inoxydable sous une atmosphère réductrice,
- on refroidit (2) ladite bande d'acier inoxydable,
- on imprime (23) en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

L'invention concerne également un dispositif de re-

cuit (4) pour la mise en oeuvre du procédé, le dispositif de recuit comprenant:

- un four vertical (2) pour chauffer sous atmosphère réductrice ladite bande d'acier inoxydable,
- des moyens pour la circulation d'un gaz de refroidissement (2) pour refroidir ladite bande d'acier inoxydable,
- un dispositif de laminage comprenant au moins une paire de rouleaux à surface rugueuse (23) pour imprimer en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

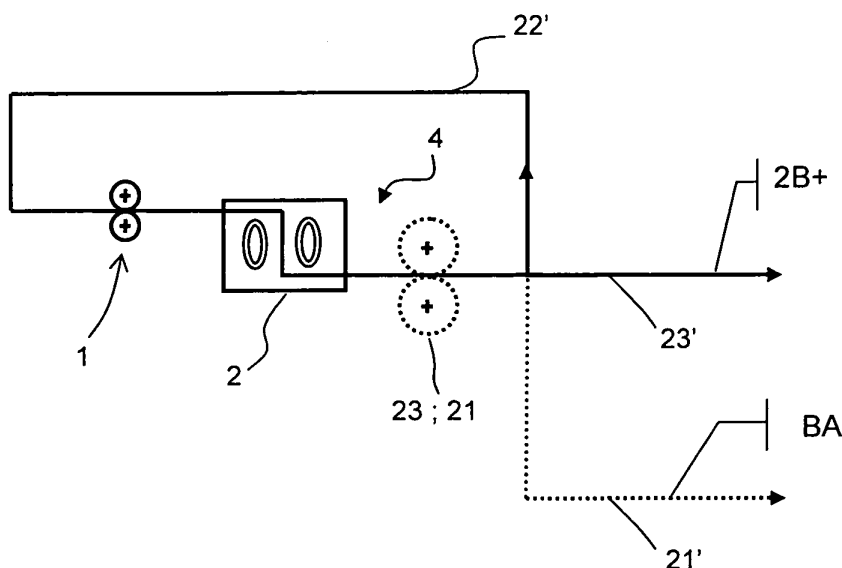


FIG. 3

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de recuit d'une bande d'acier inoxydable.

[0002] Dans le domaine de l'industrie métallurgique, il est connu de fabriquer des bobines de tôle en faisant subir au métal une ou plusieurs étapes de laminage à froid.

[0003] Pour ce faire, une bande de tôle défile sur un circuit déterminé et est laminée entre deux rouleaux pour réduire son épaisseur.

[0004] Ce faisant, la matière se durcit et perd sa ductilité du fait des fortes contraintes subies.

[0005] Pour pouvoir retravailler la bande métallique, on connaît alors des procédés de recuit qui consistent à ramener la matière dans un état stable. La matière est alors adoucie et retrouve ainsi sa ductilité.

[0006] On distingue alors deux types de recuits, un recuit dit intermédiaire, et un recuit dit final.

[0007] Pour obtenir une épaisseur de tôle désirée, il est souvent nécessaire de soumettre la bande de métal inoxydable à plusieurs étapes successives de laminage à froid. Dans ce cas, la bande d'acier inoxydable circule en suivant un circuit fermé pour passer plusieurs fois entre les rouleaux de laminage.

[0008] Néanmoins, après chaque séquences de passages entre lesdits rouleaux, on doit adoucir la bande de métal pour effectuer une nouvelle séquence : c'est le recuit intermédiaire.

[0009] Après avoir subi une dernière étape de laminage à froid, la tôle ou bande de métal inoxydable doit être adoucie et présenter une finition irréprochable pour être vendable ; c'est le recuit final.

[0010] On comprendra, que la qualité de finition à atteindre après le procédé de recuit intermédiaire n'est pas nécessairement la même que dans le recuit final. On connaît ainsi un procédé adapté : le recuit et le décapage par agent chimique.

[0011] Le recuit final peut être soit un recuit brillant, soit ledit recuit-décapage.

[0012] Le recuit brillant est réalisé dans un four à chambre fermée et sous une atmosphère contrôlée non oxydante qui est composée d'un mélange H_2/N_2 avec une proportion maximale de N_2 à 25 %, voire même du pur H_2 .

[0013] Il est traditionnellement réalisé à l'aide d'un four à résistance électrique, d'un four à moufle fonctionnant au gaz, ou encore, d'un four hydride combinant les deux technologies précédentes

[0014] Le recuit brillant peut être également réalisé au moyen d'un procédé de chauffage par induction à flux magnétique transverse, qui permet d'élever directement la température de la bande.

[0015] Généralement, le four est suivi d'au moins une paire de rouleaux dont la paroi d'enveloppe est polie comme un miroir, dit « skin passant », apte à faire subir à la bande un laminage superficiel.

[0016] Ce procédé de recuit brillant donne de bons résultats et permet d'obtenir des tôles dont la finition est

de qualité, définie BA selon la qualification internationale des métaux.

[0017] Néanmoins, cette qualité de finition présente une trop faible rugosité, qui ne permet pas, par la suite, l'emboutissage aisé desdites tôles. En effet, une surface trop lisse est défavorable à l'emboutissage.

[0018] Dans ce cas, il est connu de traiter la bande d'acier par le procédé de recuit-décapage qui permet d'obtenir une rugosité de surface suffisante facilitant l'emboutissage.

[0019] Le recuit est alors réalisé dans un four à chambre ouverte. Le contenu en oxygène est contrôlé entre 3 et 6 % en fonction du grade de l'acier. A cause de l'atmosphère oxydante, un traitement chimique de décapage est nécessaire pour enlever la couche d'oxyde, encore appelée calamine.

[0020] Ce traitement chimique implique la mise en oeuvre de différents produits chimiques en fonction du grade de l'acier traité, générant des effluents pouvant se trouver dans un état gazeux ou liquide.

[0021] Des exemples des substances chimiques connues utilisées peuvent être :

- le sulfate de sodium utilisé comme bain d'électrolyse pour l'AISI 300 et l'AISI 400, néanmoins, cette solution génère du Cr^{6+} ;
- de l'acide nitrique (HNO_3) pour la passivation de l'AISI 400, néanmoins la réaction génère des nitrates ;
- un mélange d'acides composés d'acide fluorhydrique (HF) et d'acide nitrique (HNO_3) ; néanmoins, cette réaction génère des fumées de NO_x (de couleur jaune), des nitrates et de fluorides.

[0022] En sortie de cette étape de décapage, la qualité de finition est dite 2D selon la qualification internationale des métaux. La bande de tôle peut ensuite passer entre deux rouleaux poli miroir pour obtenir une faible rugosité en lui faisant subir une très faible elongation.

[0023] Après cette étape, la qualité de finition est dite 2B. Néanmoins, on comprendra que les produits chimiques nécessaires au décapage, ainsi que l'énergie pour les utiliser, notamment pour le chauffage des bains chimiques et l'électrolyse, ainsi que les dispositions à prendre pour la dépollution représentent des coûts significatifs d'exploitation.

[0024] Il est à noter que le procédé connu de recuit et décapage par agents chimiques a une capacité de production comprise généralement entre 180.000 tonnes par an et 230.000 tonnes par an. Le recuit brillant à four traditionnel, quant à lui, a une capacité de production moindre comprise entre 60.000 tonnes par an et 100.000 tonnes par an.

[0025] Le but de la présente invention est de proposer un procédé et un dispositif de recuit qui pallient les inconvénients précités, et notamment s'affranchissant de l'utilisation d'agents chimiques.

[0026] Un autre but de l'invention est de proposer un

procédé de recuit final de bandes d'acier inoxydable, équivalentes aux qualités 2D et 2B, autorisant par la suite les opérations d'emboutissage.

[0027] D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, qui n'est donnée qu'à titre indicatif et qui n'a pas pour but de la limiter.

[0028] L'invention concerne tout d'abord un procédé de recuit d'une bande d'acier inoxydable, ayant préalablement subi au moins une première étape de laminage, dans lequel on effectue, notamment successivement, au moins les étapes suivantes :

- on chauffe sous une atmosphère réductrice ladite bande d'acier inoxydable,
- on refroidit ladite bande d'acier inoxydable,
- on imprime en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

[0029] L'invention concerne également un dispositif de recuit pour la mise en oeuvre du procédé comprenant :

- des moyens pour chauffer sous atmosphère réductrice ladite bande d'acier inoxydable,
- des moyens pour refroidir ladite bande d'acier inoxydable,
- des moyens pour imprimer en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

[0030] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description, accompagnée des dessins en annexe, parmi lesquels :

- la figure 1 est une illustration schématique d'un procédé de laminage à froid comprenant notamment une étape de recuit et de décapage par agent chimique de l'art antérieur,
- la figure 2 est une illustration schématique d'un procédé de laminage à froid comprenant une étape finale de recuit brillant de l'art antérieur,
- la figure 3 est une illustration schématique d'un procédé de laminage à froid comprenant un procédé de recuit conforme à l'invention.

[0031] La figure 1 illustre un procédé de laminage à froid 1, comprenant un procédé de recuit de l'art antérieur, et comprend une première étape 20 de recuit et de décapage par agent chimique. Comme illustrée, la qualité de la bande d'acier inoxydable en sortie de cette étape est dite 2D conformément à la qualification internationale des métaux.

[0032] La bande d'acier inoxydable subit ensuite une étape de laminage superficiel au moyen notamment de rouleaux poli miroir 21. La qualité de la bande d'acier inoxydable à la sortie de cette étape est dite 2B selon la qualification internationale des métaux.

[0033] Le procédé de recuit 20, constitué de l'étape de recuit et décapage, peut constituer un procédé de recuit

intermédiaire. En effet, la bande de métal peut suivre une boucle fermée et subir plusieurs passages dans les rouleaux de laminage jusqu'à l'obtention de l'épaisseur de la bande désirée.

[0034] La figure 2 illustre schématiquement un procédé de laminage à froid comprenant une étape de recuit final de type recuit brillant connu de l'art antérieur. Il est à noter que dans le recuit brillant, aucun traitement chimique n'est nécessaire. Avantagusement, le point de rosée dans chaque four de recuit brillant doit être le plus bas possible.

[0035] Aujourd'hui, on connaît trois technologies disponibles pour les fours de recuit brillant, toutes présentant une conception verticale :

- le four en briques chauffé au moyen de résistances électriques : il s'agit d'une conception ancienne présentant une faible flexibilité et un point de rosée élevé. La capacité de ce four atteint au maximum 15 tonnes par heure,
- les fours de type à moufle chauffés au gaz : il s'agit des fours les plus fiables. Néanmoins, leur capacité est limitée à 10 tonnes par heure en raison de la longueur de leur moufle limitée à 26-27 mètres,
- les fours mixtes : il s'agit d'une combinaison complexe des deux précédentes conceptions autorisant une capacité maximale de 12 à 13 tonnes par heure.

[0036] On connaît également les fours à chauffage à induction à flux magnétique transverse. Les principaux avantages du chauffage à induction sont leur haut rendement électrique, et une puissance surfacique élevée permettant d'atteindre, le plus rapidement possible, la bonne température dans ladite bande.

[0037] Selon l'invention, on adapte le principe du recuit brillant à un procédé permettant l'obtention d'un produit équivalent à celui obtenu dans le recuit décapage par agent chimique.

[0038] L'invention concerne donc un procédé de recuit 4 d'une bande d'acier inoxydable, ayant préalablement subi une première étape de laminage, dans lequel on effectue successivement, dans un ordre indifférent, au moins les étapes suivantes :

- on chauffe ladite bande d'acier inoxydable sous une atmosphère réductrice,
- on imprime en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

[0039] Selon un mode de réalisation, on refroidit efficacement la bande d'acier inoxydable après l'avoir chauffée.

[0040] Selon un mode de réalisation, on effectue, notamment successivement, les étapes suivantes :

- on chauffe ladite bande d'acier inoxydable sous une atmosphère réductrice,
- on refroidit ladite bande d'acier inoxydable, notam-

ment sous une atmosphère réductrice,

- on imprime en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

[0041] L'atmosphère réductrice peut notamment être constituée d'un mélange H_2/N_2 contenant une proportion maximale de N_2 de 25 % ou, à la limite, du pur H_2 .

[0042] Selon diverses variantes, on chauffe au moyen d'un four fonctionnant au gaz, au moyen de résistances électriques ou encore par les techniques de chauffage par induction à flux magnétique longitudinal ou transverse.

[0043] L'implantation des sections de chauffage de la bande sera verticale.

[0044] Avantagusement, on refroidit ladite bande d'acier avec la circulation d'un gaz réducteur.

[0045] Le procédé permettra d'atteindre des capacités de production importante supérieure à 200.000 tonnes/an. Aussi, on mettra en oeuvre un chauffage et un refroidissement rapide, avec des puissances de chauffage de l'ordre du Méga W/m^2 et des vitesses de refroidissement de l'ordre de 100 °C/s.

[0046] Avantagusement, on imprime une rugosité par un laminage superficiel provoquant une très faible élongation de la bande d'acier inoxydable.

[0047] Selon un mode de réalisation, on imprime une rugosité suffisante par laminage superficiel afin de faciliter l'emboutissage de la bande d'acier inoxydable.

[0048] Selon un mode de réalisation, on imprime une rugosité équivalente à la rugosité d'un acier inoxydable de qualité 2D définie par la qualification internationale des métaux. Cette qualité d'acier inoxydable, peut notamment être obtenue, avec les procédés de recuit de l'art antérieur par un procédé de recuit et décapage.

[0049] Selon un autre mode de réalisation, on imprime une rugosité équivalente à la rugosité d'un acier inoxydable de qualité 2B définie par la qualification internationale des métaux. Cette qualité d'acier peut notamment être obtenue, avec les procédés de recuit de l'art antérieur, par une étape de recuit-décapage auquel on ajoute une étape de laminage superficiel au moyen de rouleaux poli miroir.

[0050] L'invention concerne également un dispositif de recuit pour la mise en oeuvre du procédé, le dispositif comprenant :

- des moyens 2 pour chauffer sous atmosphère réductrice ladite bande d'acier inoxydable,
- des moyens 2 pour refroidir ladite bande d'acier inoxydable,
- des moyens 23 pour imprimer en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

[0051] Les moyens pour imprimer en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable sont constitués par un dispositif de laminage comprenant au moins une paire de rouleaux à surface rugueuse.

[0052] Selon un mode de réalisation, les moyens pou

chauffer sont constitués par un four vertical 2 présentant des moyens de chauffage à induction.

[0053] Selon un mode de réalisation, le four vertical 2 comprend tout ou partie des éléments suivants :

- des moyens d'étanchéité d'entrée,
- des moyens pour le contrôle et la mesure de la tension de la bande d'acier inoxydable,
- des moyens d'actionnement pour réguler la tension de la bande d'acier inoxydable,
- des moyens de chauffage à induction à flux magnétique transverse,
- des moyens de refroidissement,
- des moyens d'étanchéité de sortie.

[0054] Les moyens de chauffage à induction peuvent être constitués avantagusement de deux bobines parallèles à ladite bande d'acier et aptes à engendrer un champ magnétique transverse à ladite bande. Ils permettent d'amener la bande d'acier inoxydable à une température jusqu'à 1.200 °C.

[0055] Les moyens de refroidissement permettent d'accélérer la chute de température de ladite bande. Ces moyens de refroidissement peuvent notamment prendre la forme de moyens de circulation de gaz. Avantagusement, le gaz de refroidissement circulant est non oxydant.

[0056] Avantagusement, les moyens de refroidissement permettent une chute de température à une vitesse supérieure ou égale à 100 °C/s.

[0057] Selon un mode de réalisation, le dispositif peut présenter en outre des moyens de mesure de la rugosité de la bande d'acier inoxydable et/ou des moyens d'actionnement aptes à contrôler la pression des rouleaux à surface rugueuse.

[0058] Telle qu'illustrée à la figure 3, une installation de laminage comprend des rouleaux de laminage à froid 1 et un dispositif de recuit conforme à l'invention, composé d'un four vertical à induction transverse 2 et d'un dispositif de laminage superficiel comprenant au moins une paire de rouleaux 23 à surface rugueuse.

[0059] Avantagusement, le dispositif de recuit est situé en aval desdits rouleaux de laminage 1. La bande d'acier inoxydable peut également parcourir un circuit fermé 22' permettant plusieurs séquences de passage de ladite bande entre les rouleaux de laminage 1.

[0060] Après passage entre les rouleaux à surface rugueuse 23, la qualité de ladite bande d'acier inoxydable est dite 2B⁺ (d'une qualité équivalente à la qualité 2B traditionnellement obtenue avec un procédé de recuit décapage).

[0061] Le procédé de recuit trouvera une application particulière dans un procédé de laminage comme procédé de recuit intermédiaire destiné à adoucir la matière et retrouver une ductilité de ladite bande d'acier inoxydable.

[0062] Le procédé de recuit trouvera une autre application dans un procédé de laminage comme procédé de

recuit final. Il sera notamment utilisé comme procédé de recuit final pour des bandes d'acier inoxydables destinées à être embouties. Les aciers inoxydables concernés par ce procédé de recuit seront notamment de deux types à savoir AISI 300 ou AISI 400.

[0063] La principale différence entre un acier inoxydable AISI 300 de qualité 2B obtenu par le procédé de recuit et décapage traditionnel et l'acier inoxydable AISI 300 de qualité 2B⁺ sera son apparence blanc laiteux dans le cas du 2B qui sera grise non polie dans le cas du 2B⁺.

[0064] Le procédé de recuit conforme à l'invention permet de disposer d'une vitesse importante d'élévation en température et d'un rendement énergétique élevé.

[0065] Le procédé conforme à l'invention permet d'éviter d'utiliser des agents chimiques polluants. C'est pourquoi ce procédé de recuit peut être avantageux sur un plan écologique.

[0066] Avantagusement, une même installation de laminage peut être modulable et pourra être équipée, selon l'utilisation, de rouleaux rugueux ou de rouleaux poli miroir. Ainsi, les rouleaux seront démontables pour être changés selon l'utilisation.

[0067] Ainsi, telle qu'illustrée à la figure 3, l'installation est équipée d'un dispositif de laminage superficiel comprenant au moins une paire de rouleaux 23 à surface rugueuse qui permet en sortie 23' d'obtenir une bande d'acier inoxydable de qualité 2B⁺.

[0068] Si l'on désire obtenir, en sortie 21', une qualité d'acier BA, les rouleaux à surface rugueuse 23 peuvent être remplacés par des rouleaux poli miroir 21.

[0069] Par ailleurs, dans le cas où le recuit n'est qu'intermédiaire et que la bande d'acier suit une boucle fermée 22' pour être soumise à une nouvelle séquence de laminage 1, la bande d'acier peut ne pas subir de laminage superficiel et notamment les rouleaux à surface rugueuse 23 ou encore les rouleaux poli miroir 21 peuvent être simplement ouverts.

[0070] Naturellement, d'autres modes de mise en oeuvre, à la portée de l'homme de l'art, auraient pu encore être envisagés sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Procédé de recuit (4) d'une bande d'acier inoxydable, ayant préalablement subi au moins une première étape de laminage (1), dans lequel on effectue au moins les étapes suivantes :

- on chauffe (2) sous une atmosphère réductrice ladite bande d'acier inoxydable,
- on refroidit (2) ladite bande d'acier inoxydable,
- on imprime (23) en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on chauffe au moyen du four fonctionnant au gaz, au

moyen de résistances électriques ou par induction à flux magnétique longitudinal ou transverse.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on refroidit ladite bande d'acier avec la circulation d'un gaz réducteur.

4. Procédé de recuit (4) d'une bande d'acier inoxydable selon l'une des revendications précédentes dans lequel on imprime une rugosité suffisante par laminage superficiel afin de faciliter l'emboutissage de la bande d'acier inoxydable.

5. Procédé de recuit (4) d'une bande d'acier inoxydable selon la revendication 1 dans lequel on imprime une rugosité équivalente à la rugosité d'un acier inoxydable de qualité 2B ou 2D défini par la qualification internationale des métaux.

6. Dispositif de recuit (4) pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 comprenant :

- des moyens (2) pour chauffer sous atmosphère réductrice ladite bande d'acier inoxydable,
- des moyens (2) pour refroidir ladite bande d'acier inoxydable,
- des moyens (23) pour imprimer en surface une rugosité à ladite bande d'acier inoxydable.

7. Dispositif de recuit (4) selon la revendication 6, dans lequel les moyens pour imprimer en surface une rugosité à ladite bande d'acier sont constitués par un dispositif de laminage comprenant au moins une paire de rouleaux (23) à surface rugueuse.

8. Dispositif de recuit selon la revendication 6, dans lequel les moyens pour chauffer sont constitués par un four vertical (2) présentant des moyens de chauffage à induction.

9. Dispositif de recuit (4) selon la revendication 6, dans lequel les moyens pour refroidir la bande sont constitués de moyens pour la circulation d'un gaz de refroidissement.

10. Dispositif de recuit (4) selon la revendication 6, dans lequel le four vertical (2) comprend tout ou partie des éléments suivants :

- des moyens d'étanchéité d'entrée,
- des moyens pour le contrôle et la mesure de la tension de la bande d'acier inoxydable,
- des moyens d'actionnement pour réguler la tension de la bande d'acier inoxydable,
- des moyens de chauffage à induction à flux magnétique transverse,
- des moyens de refroidissement,
- des moyens d'étanchéité de sortie.

11. Dispositif de recuit selon la revendication 6, dans lequel le dispositif présente en outre des moyens de mesure de la rugosité de la bande d'acier inoxydable et des moyens d'actionnement aptes à contrôler la pression d'impression des rouleaux à surface rugueuse. 5
12. Utilisation du procédé de recuit selon la revendication 1 dans un procédé de laminage comme procédé de recuit intermédiaire (4) destiné à adoucir la matière et retrouver une ductilité de ladite bande d'acier inoxydable. 10
13. Utilisation du procédé de recuit selon la revendication 1 dans un procédé de laminage comme procédé de recuit final. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

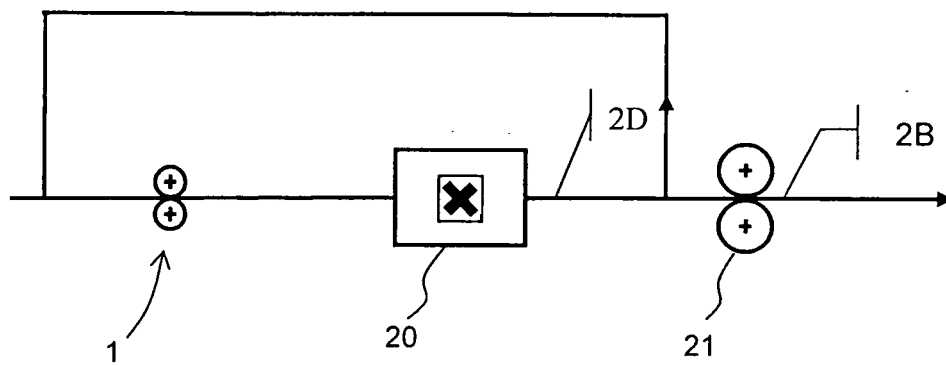


FIG. 1
(ART ANTERIEUR)

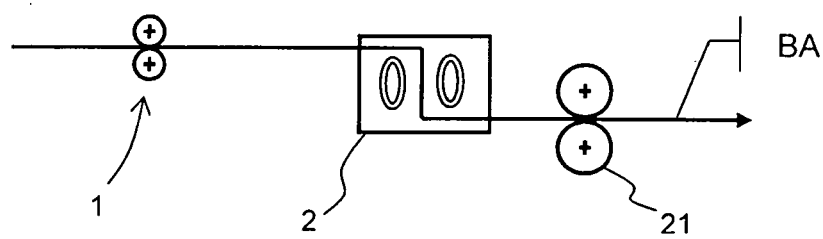


FIG. 2
(ART ANTERIEUR)

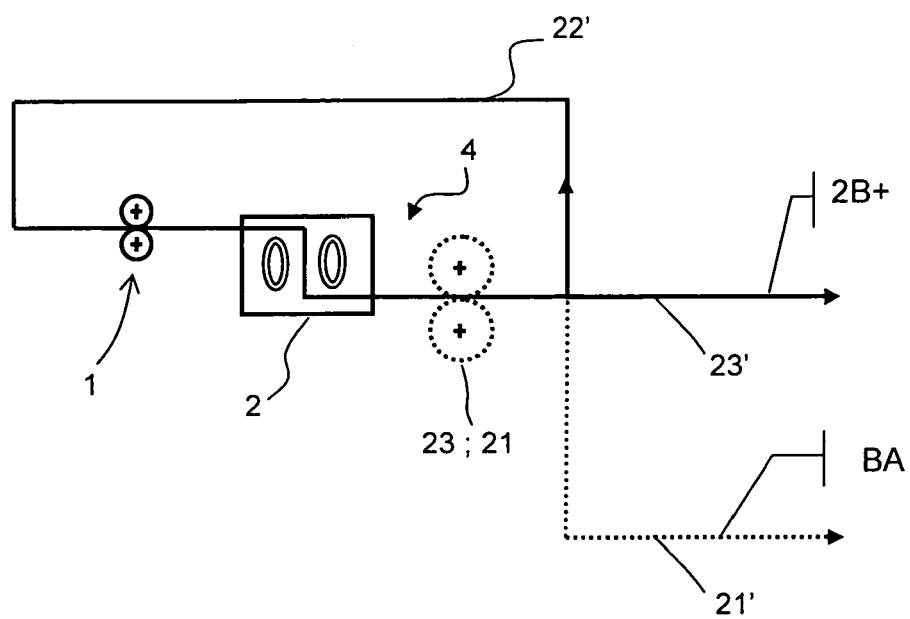


FIG. 3