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

(11) EP 0 979 879 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
12.11.2003 Bulletin 2003/46

(51) Int Cl.[7]: **C23C 2/02**

(21) Numéro de dépôt: **99401700.2**

(22) Date de dépôt: **07.07.1999**

(54) **Procédé de galvanisation d'une bande métallique**

Verfahren für die Feuerverzinkung eines Metallbandes

Method for the galvanization of metallic strip

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

(30) Priorité: **13.08.1998 FR 9810392**

(43) Date de publication de la demande:
16.02.2000 Bulletin 2000/07

(73) Titulaire: **L'air Liquide, S.A. à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(72) Inventeur: **Cantacuzene, Serban**
91300 Massy (FR)

(74) Mandataire: **Mellul-Bendelac, Sylvie Lisette et al**
L'Air Liquide,
Service Propriété Industrielle,
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
GB-A- 2 082 206
US-A- 4 053 663
US-A- 4 107 357
US-A- 4 557 953

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 114 (C-1171), 24 février 1994 (1994-02-24) & JP 05 306448 A (NIPPON STEEL CORP), 19 novembre 1993 (1993-11-19)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 537 (C-1003), 6 novembre 1992 (1992-11-06) & JP 04 202633 A (NIPPON STEEL CORP), 23 juillet 1992 (1992-07-23)**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 979 879 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] L'invention est relative à un procédé de galvanisation d'une pièce métallique (bande, tôle...) dans une ligne de galvanisation en continu, la ligne de galvanisation comprenant, disposés en série et reliés les uns aux autres par des conduits pour former une gaine de circulation d'une atmosphère réductrice le plus souvent essentiellement composée d'un gaz inerte tel l'azote ou l'argon, et d'hydrogène, un four de préchauffage, un four de recuit, un poste de refroidissement et un poste de trempe de ladite pièce métallique dans un bain de zinc liquide ou d'un alliage de zinc, dans lequel, avant de plonger la pièce métallique dans le bain liquide, on l'expose à cette atmosphère réductrice pour éliminer des oxydes présents sur la surface de la pièce métallique.

[0002] On parlera dans la description qui suit de « bande » métallique pour fixer les esprits, ainsi que indifféremment de bain de zinc liquide ou d'un alliage de zinc liquide, sans que l'appellation choisie puisse être considérée comme restrictive. On sait en effet que l'industrie utilise des alliages extrêmement variés, notamment dans leur teneur en zinc et/ou en aluminium.

[0003] Généralement donc, une ligne de galvanisation en continu comprend au moins quatre zones de traitement de la bande métallique à galvaniser : une zone de préchauffage, une zone de recuit, une zone de refroidissement et une zone de trempe comprenant un bain de zinc dans lequel est plongée la bande métallique à galvaniser.

[0004] On connaît des lignes de galvanisation dans lesquelles la zone de préchauffage comprend un four équipé de brûleurs à flamme nue servant d'une part à réchauffer rapidement la bande métallique à traiter à une température typiquement comprise entre 400° C et 700° C, et d'autre part à soumettre à une pyrolyse les huiles de laminage présentes sur la surface de la bande.

[0005] Pour prévenir une oxydation de la bande métallique ainsi traitée, on fait fonctionner les brûleurs en défaut d'air pour assurer une atmosphère non oxydante vis-à-vis du fer.

[0006] Pour pouvoir assurer une bonne galvanisation c'est à dire notamment une bonne adhérence entre couche et bande métallique, il est indispensable d'éliminer toute couche d'oxyde en surface avant de plonger la bande métallique dans le bain de zinc. Ceci est réalisé en exposant la bande métallique dans le four de recuit à une atmosphère réductrice constituée le plus souvent d'un mélange d'azote et d'hydrogène, la teneur en hydrogène étant en général comprise entre 15% et 40%.

[0007] A cet effet, les différentes zones de traitement de la ligne de galvanisation sont reliées les unes aux autres par des conduits pour former une gaine de circulation de l'atmosphère réductrice.

[0008] Pour régénérer constamment cette atmosphère réductrice dans cette gaine et conserver ainsi son caractère réducteur, le mélange d'azote et d'hydrogène est injecté dans un conduit également appelé trompe ou cloche dont une extrémité plonge dans le bain de zinc et dont l'autre extrémité est raccordée à l'extrémité de sortie du poste de refroidissement, de sorte que l'atmosphère réductrice circule en sens opposé au sens de défilement de la bande métallique à traiter.

[0009] A l'heure actuelle, pour une ligne de galvanisation donnée, le débit du mélange d'azote et d'hydrogène et la teneur en hydrogène de ce mélange sont maintenus à un même niveau, indépendamment des caractéristiques et de la vitesse de défilement des bandes métalliques à traiter.

[0010] En pratique, pour permettre aussi bien le traitement de bandes métalliques de grande largeur que celles présentant une petite largeur, pour accommoder tant les faibles vitesses de défilement que les vitesses élevées, le débit du mélange d'azote et d'hydrogène et la teneur en hydrogène de ce mélange sont fixés à un niveau élevé de façon à permettre le traitement même des cas les plus défavorables, c'est-à-dire les bandes métalliques de grandes dimensions surfaciques et/ou traitées à des vitesses élevées. Mais on le conçoit, cet excès de qualité que représente un mélange riche en hydrogène injecté à un débit élevé entraîne un coût non négligeable pour cette atmosphère réductrice. D'autre part les conditions d'injection d'atmosphère étant fixées, alors que la surface a traiter par unité de temps peut varier, la production de vapeur d'eau dans l'enceinte du fait de la réduction des oxydes va bel et bien faire varier le caractère réducteur de l'atmosphère et donc entraîner des variations de qualité du produit final.

[0011] L'invention vise à proposer un procédé permettant d'optimiser l'utilisation de l'atmosphère réductrice en vue de réduire le coût engendré par celle-ci dans l'exploitation de la ligne de galvanisation ainsi que mieux maintenir le niveau de qualité des produits qui sortent de la ligne.

[0012] A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de galvanisation d'une bande métallique dans une ligne de galvanisation en continu, la ligne de galvanisation comprenant, disposés en série et reliés les uns aux autres par des conduits pour former une gaine continue de circulation d'une atmosphère réductrice comportant un gaz inerte et de l'hydrogène, un four de préchauffage, un four de recuit, un poste de refroidissement et un poste de trempe de ladite bande métallique dans un bain de zinc liquide ou d'un alliage de zinc liquide, dans lequel, avant de plonger la bande métallique dans le bain, on l'expose à cette atmosphère réductrice pour éliminer des oxydes présents sur sa surface, caractérisé en ce que pour renouveler l'atmosphère réductrice dans ladite gaine, on y injecte le gaz inerte et l'hydrogène en réglant le débit d'hydrogène en fonction de la quantité de surface de bande métallique à traiter par unité de temps.

[0013] Le procédé selon l'invention peut de plus comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- on détermine la quantité de surface de bande métallique à traiter par unité de temps à partir de la

largeur de la bande métallique à traiter et à partir de la vitesse de défilement de celle-ci dans la ligne de galvanisation ;

- on maintient, en au moins un point de ladite gaine, le rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère , sensiblement à un niveau prédéfini ;
- on maintient ledit rapport à un niveau prédéfini en au moins un point du four de recuit ;
- on injecte le gaz inerte au niveau d'un premier emplacement dans ladite gaine, et de l'hydrogène ou bien un mélange gaz inerte/hydrogène au niveau d'un second emplacement distant du premier emplacement et plus éloigné du bain liquide dudit poste de trempe ;
- on injecte le gaz inerte, et l'hydrogène ou le mélange gaz inerte/hydrogène, dans le conduit de raccordement dudit poste de refroidissement audit poste de trempe ;
- on fixe le débit de gaz inerte injecté dans la gaine au niveau du premier emplacement, et on règle le débit d'hydrogène ou de mélange gaz inerte/hydrogène injecté au niveau du second emplacement, en fonction d'une valeur de consigne de teneur en vapeur d'eau au niveau d'un point du four de recuit ;
- on fixe le débit de gaz inerte injecté dans la gaine au niveau du premier emplacement, et on règle le débit d'hydrogène ou de mélange gaz inerte/hydrogène injecté au niveau du second emplacement, de façon à effectuer ledit maintient en au moins un point du four de recuit dudit rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère sensiblement audit niveau prédéfini ;
- on règle le débit de gaz inerte injecté dans la gaine au niveau du premier emplacement, en fonction d'une valeur de consigne de teneur en vapeur d'eau au niveau d'un point du four de recuit ;
- on règle le débit de gaz inerte injecté dans la gaine au niveau du premier emplacement, de façon à effectuer ledit maintient en au moins un point du four de recuit dudit rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère sensiblement audit niveau prédéfini ;
- on injecte le gaz inerte dans la gaine au niveau du premier emplacement à débit sensiblement constant, et on injecte en outre du gaz inerte dans le four de recuit, le débit de gaz inerte injecté dans le four de recuit étant réglé en fonction d'une valeur de consigne de teneur en vapeur d'eau au niveau d'un point du four de recuit ;
- on injecte le gaz inerte dans la gaine au niveau du premier emplacement à débit sensiblement constant, et on injecte en outre du gaz inerte dans le four de recuit, le débit de gaz inerte injecté dans le four de recuit étant réglé de façon à effectuer ledit maintient en au moins un point du four de recuit, dudit rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère sensiblement audit niveau prédéfini.

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante, donnée à titre d'exemple, sans caractère limitatif, en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'une ligne de galvanisation en continu fonctionnant selon un procédé conforme à l'invention ;
- la figure 2 montre une courbe représentant l'évolution du logarithme du rapport de la teneur en vapeur d'eau sur la teneur en hydrogène de l'atmosphère en un point du four de recuit, en fonction de la surface de bande métallique traitée, ceci pour un réglage d'atmosphère donné.

[0015] Sur la figure 1 est représentée de façon schématique une ligne 1 de galvanisation d'une bande métallique 3, par exemple en acier.

[0016] La ligne de galvanisation 1 comprend, disposés en série, un four 5 de préchauffage, un four 7 de recuit, un poste 9 de refroidissement et un poste 11 de trempe comprenant un bain 13 de zinc liquide ou d'alliage liquide.

[0017] Le four 5 de préchauffage est par exemple équipé de brûleurs 15 à flamme nue servant d'une part à réchauffer rapidement la bande métallique 3 à traiter, à une température typiquement comprise entre 400° C et 700° C, et d'autre part à soumettre à une pyrolyse les huiles de laminage présentes sur la surface de la bande.

[0018] Le four 7 de recuit est par exemple équipé de résistances électriques ou de tubes radiants schématisés en 8.

[0019] Le poste 9 de refroidissement sert à refroidir la bande métallique 3 en sortie du four 7 de recuit, à une valeur par exemple proche de 470°C.

[0020] Par ailleurs, le four 5 de préchauffage, le four 7 de recuit, le poste 9 de refroidissement et le poste 11 de trempe, qui ont chacun une forme de tunnel, sont reliés les uns aux autres par des conduits 17, 19 et 21 pour former avec ceux-ci une gaine continue 23 de circulation d'une atmosphère réductrice essentiellement composée d'azote et d'hydrogène.

[0021] De plus, le conduit 21 reliant l'extrémité de sortie du poste 9 de refroidissement au poste 11 de trempe est incliné vers le bas et plonge avec son extrémité 25 dans le bain liquide 13. Ce conduit 21 est souvent appelé trompe ou cloche.

[0022] En outre, la ligne de galvanisation 1 comprend selon l'invention, d'une part, un injecteur 30 d'un gaz inerte, par exemple d'azote, disposé dans la paroi de la trompe 21 au niveau d'un premier emplacement 30A situé au voisinage de l'extrémité 25 de la trompe plongée dans le bain liquide 13, au dessus de celui-ci, et d'autre part, un injecteur d'hydrogène 31 (ou d'un mélange d'hydrogène et d'un gaz inerte) disposé dans la paroi de la

trompe 21 au niveau d'un second emplacement 31A situé au voisinage de l'extrémité 33 de celle-ci qui est raccordée au poste 9 de refroidissement.

[0023] Cette disposition avantageuse où l'azote est injecté au niveau du premier emplacement 30A qui se trouve à proximité de l'extrémité 25 de la trompe 21 plongée dans le bain de liquide 13, permet dans la partie inférieure de la trompe 21 de former un tampon qui empêche l'hydrogène injecté à distance au niveau de l'emplacement 31A de se dissoudre dans le bain de zinc liquide 13.

[0024] Comme on peut le constater à la lecture de la figure, l'injecteur 30 est relié à un conduit d'alimentation 32 dans lequel est disposé un organe 34 de régulation de débit et l'injecteur 31 est relié à un conduit d'alimentation 36 dans lequel est disposé un organe 38 de régulation de débit.

[0025] En outre, la ligne 1 comprend des moyens 40 de détermination et de réglage de la vitesse de défilement de la bande métallique 3.

[0026] Par ailleurs, une prise d'échantillon de gaz 42 à l'intérieur du four de recuit, par exemple en milieu de four ou encore dans le dernier 1/3 du four, permet de renvoyer des prélèvements d'atmosphère à des fins d'analyse, par exemple comme représenté sur la figure vers un analyseur 47 de la teneur en hydrogène du prélèvement, et vers un analyseur 46 de la teneur en vapeur d'eau du prélèvement.

[0027] Bien entendu, en lieu et place de cette analyse ex-situ, on pourrait également sans sortir du cadre de la présente invention, utiliser une sonde à oxygène dans le four, sonde qui délivre un potentiel corrélé au rapport H_2/H_2O.

[0028] Les moyens 40, ainsi que les analyseurs 46 et 47, sont reliés à une unité 50 de traitement de données (par exemple un automate programmable), unité apte à son tour à commander le fonctionnement des deux régulateurs de débit 34 et 38.

[0029] Lors de son traitement, la bande métallique 3 guidée par des rouleaux 27 passe successivement dans le four 5 de préchauffage pour être amenée à une température située ici entre 400°C et 700°C, puis dans le four 7 de recuit pour assurer ses caractéristiques métallurgiques, dans le poste 9 de refroidissement pour être amenée à une température proche de 470°C et enfin dans le poste 11 de trempe afin d'être recouverte de zinc.

[0030] En même temps, l'unité 50 relève comme décrit précédemment, la vitesse de défilement de la bande métallique 3, le point de rosée ainsi que la teneur en hydrogène de l'atmosphère en au moins un point (42) du four 7 de recuit, et commande par l'intermédiaire des régulateurs 34 et 38 les débits d'azote et/ou d'hydrogène injectés dans la trompe 21, en conformité avec l'un des modes de mise en oeuvre de l'invention décrits plus haut dans la présente description.

[0031] L'unité 50 règle ces débits d'azote et d'hydrogène en fonction de la quantité de surface de la bande métallique à traiter par unité de temps.

[0032] Avantageusement, pour déterminer la quantité de surface de la bande métallique à traiter par unité de temps, on prend en compte la vitesse de défilement de la bande dans la ligne fournie par les moyens 40, et la largeur de la bande 3.

[0033] Afin d'illustrer plus clairement cette notion de réglage des débits en fonction de la quantité de surface de la bande métallique à traiter par unité de temps (facteur que l'on évalue en ne considérant qu'une face de la bande), considérons la courbe présentée figure 2, qui a été obtenue pour un acier donné ayant une application dans l'industrie du bâtiment, dans les conditions suivantes

- injection en 30A: de l'azote d'origine cryogénique, à un débit de 50 Nm^3/h; injection en 31A: de l'ammoniac craqué, à un débit de 70 Nm^3/h (de telles conditions donnent donc globalement un débit de mélange de 120 Nm^3/h, un débit d'hydrogène de 52,5 Nm^3/h, et une concentration d'hydrogène dans le mélange de 43,8%) ;
- le point de prélèvement d'atmosphère (42) était situé à environ 1m de la fin du four de recuit (en considérant le sens de déplacement de la bande) ;
- la vitesse de la ligne était comprise entre 25 et 80 m/min, pour une largeur de bande toujours comprise dans l'intervalle allant de 1m à 1,20m.

[0034] On voit bien alors sur cette figure l'augmentation du rapport H_2O/H_2 dans le four de recuit lorsque la surface traitée par unité de temps (S/t) croit, signe d'une production croissante de vapeur d'eau. On constate donc qu'il est possible sur cette courbe de définir pour cette ligne de galvanisation et ce réglage moyen de gaz qui a été mis en oeuvre, deux grands domaines de surface traitée par unité de temps : un domaine où S/t est inférieur à environ $50m^2/min$, et un domaine où S/t est compris entre environ $50m^2/min$ et $90m^2/min$.

[0035] Il apparaît alors avantageux pour des conditions de production correspondant au premier domaine, de diminuer le débit d'hydrogène injecté en 31 et/ou la teneur en hydrogène du mélange, en se permettant ainsi de dégrader légèrement le rapport H_2O/H_2 en ramenant le point de rosée de l'atmosphère autour de -15°C, alors que pour des conditions de production correspondant au second domaine, il serait avantageux d'améliorer le point de rosée de l'atmosphère (diminution du rapport H_2O/H_2) en augmentant le débit d'hydrogène injecté en 31 etlou la teneur en hydrogène du mélange, et permettre ainsi au point de rosée de l'atmosphère de descendre au voisinage de -15 à -20°C, compte tenu de l'acier traité sur cette ligne.

[0036] On peut alors proposer pour chacun des domaines les conditions suivantes :

- pour le domaine où S/t est inférieur à environ $50m^2/min$: un débit de mélange N2/H2 de 130 Nm^3/h,

pour un débit d'hydrogène de 27 Nm^3/h, et une concentration d'hydrogène dans le mélange de 20,7% ;

- pour le domaine où S/t est compris entre environ $50m^2/min$ et $90m^2/min$: un débit de mélange N2/H2 de 150 Nm^3/h, pour un débit d'hydrogène de 48,5 Nm^3/h, et une concentration d'hydrogène dans le mélange de 32,3%

[0037] L'ensemble permettant de maintenir constant le débit d'hydrogène rapporté à S/t, à une valeur voisine de 0,009 m^3 d'hydrogène par m^2 de bande.

[0038] La figure 2 illustre donc un exemple d'abaques qu'il est possible de réaliser sur une ligne donnée, pour un ou plusieurs aciers traité(s), en adoptant un réglage de gaz moyen, et en balayant une gamme typique de variation de la surface traitée par unité de temps (qui tient compte de la gamme de vitesse de ligne habituellement pratiquée, et de la gamme de largeurs de produits traités sur la ligne considérée), la lecture de ces abaques permettant de déterminer les modifications des réglages d'alimentation en gaz qu'il est avantageux d'adopter dans chaque cas.

[0039] On a décrit dans ce qui précède un mode de réalisation où le débit d'azote injecté par l'intermédiaire de l'injecteur 30 est maintenu constant lors du fonctionnement de la ligne de galvanisation et seul le débit d'hydrogène en 31 est réglé et modifié en fonction de la quantité de surface de bande métallique à traiter.

[0040] Mais on conçoit que selon le cas considéré (amélioration ou dégradation du point de rosée de l'atmosphère), l'on puisse également ou en remplacement agir sur l'injection de gaz inerte au point 30A.

[0041] Selon une autre variante du procédé selon l'invention, on réalise un zonage en hydrogène de la zone de refroidissement, en injectant, outre de l'azote dans la gaine 23 au niveau du premier emplacement 30A à un débit sensiblement constant, et l'hydrogène au niveau de l'emplacement 31A, de l'azote dans le four 7 de recuit, de préférence dans la dernière portion de sortie de celui-ci. Et dans ce cas de figure, on peut régler le débit d'azote injecté dans le four 7 de recuit en fonction d'une valeur de consigne du point de rosée au niveau de ce four.

[0042] Cette disposition permet d'une part d'élever localement la concentration d'hydrogène au niveau du poste 9 de refroidissement, protégeant ainsi la surface de la bande contre une oxydation avant d'être plongée dans le bain de zinc 13, et d'autre part de contribuer au refroidissement de la bande 3.

[0043] On voit donc que selon ses multiples mode de mise en oeuvre, le procédé de l'invention permet non seulement de réduire la consommation d'hydrogène et ainsi le coût d'exploitation pour régénérer l'atmosphère réductrice, mais d'autre part d'obtenir plus sûrement et dans des conditions économiques qui ne soient pas la simple mise en place d'un excès de qualité d'atmosphère, une constance des caractéristiques des produits que sort la ligne de galvanisation.

Revendications

1. Procédé de galvanisation d'une bande métallique (3) dans une ligne (1) de galvanisation en continu, la ligne (1) de galvanisation comprenant, disposés en série et reliés les uns aux autres par des conduits (17, 19, 21) pour former une gaine continue (23) de circulation d'une atmosphère réductrice comportant un gaz inerte et de l'hydrogène, un four (5) de préchauffage, un four (7) de recuit, un poste (9) de refroidissement et un poste (11) de trempe de ladite bande métallique dans un bain (13) de zinc liquide ou d'un alliage de zinc liquide, dans lequel, avant de plonger la bande métallique (3) dans le bain (13), on l'expose à cette atmosphère réductrice pour éliminer des oxydes présents sur sa surface, **caractérisé en ce que** pour renouveler l'atmosphère réductrice dans ladite gaine (23), on y injecte le gaz inerte et l'hydrogène en mettant en oeuvre des moyens (34, 38) permettant la régulation du débit d'hydrogène en fonction de la quantité de surface de la bande métallique à traiter par unité de temps, pour permettre ainsi l'optimisation de l'utilisation de l'atmosphère réductrice lors de changements de largeur des bandes et / ou de la vitesse de défilement de la bande au cours du procédé de galvanisation.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'on détermine la quantité de surface de la bande métallique à traiter par unité de temps à partir de la largeur de la bande métallique (3) à traiter et à partir de la vitesse de défilement de celle-ci dans la ligne de galvanisation (1).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'on maintient, en au moins un point de ladite gaine (23), le rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère sensiblement à un niveau prédéfini.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on maintient ledit rapport à un niveau prédéfini en au moins un point du four de recuit.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on injecte le gaz inerte au niveau d'un premier emplacement (30A) dans ladite gaine (23), et de l'hydrogène ou bien un mélange gaz inerte/hydrogène au niveau d'un second emplacement (31A) distant du premier emplacement (30A) et plus éloigné du bain liquide (13) dudit poste de trempe (11).

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'on injecte le gaz inerte, et l'hydrogène ou le mélange gaz inerte/hydrogène, dans le conduit (21) de raccordement dudit poste (9) de refroidis-

sement audit poste de trempe (11).

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'on fixe le débit de gaz inerte injecté dans la gaine (23) au niveau du premier emplacement (30A), et **en ce que** l'on règle le débit d'hydrogène ou de mélange gaz inerte/hydrogène injecté au niveau du second emplacement (31A), en fonction d'une valeur de consigne de teneur en vapeur d'eau au niveau d'un point du four de recuit (7).

8. Procédé selon la revendication 5 ou 6 dans sa dépendance à la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'on fixe le débit de gaz inerte injecté dans la gaine (23) au niveau du premier emplacement (30A), et **en ce que** l'on règle le débit d'hydrogène ou de mélange gaz inerte/hydrogène injecté au niveau du second emplacement (31A), de façon à effectuer ledit maintient en au moins un point du four de recuit dudit rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère sensiblement audit niveau prédéfini.

9. Procédé selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** l'on règle le débit de gaz inerte injecté dans la gaine (23) au niveau du premier emplacement (30A), en fonction d'une valeur de consigne de teneur en vapeur d'eau au niveau d'un point du four de recuit (7).

10. Procédé selon la revendication 5 ou 6, dans sa dépendance à la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'on règle le débit de-gaz inerte injecté dans la gaine (23) au niveau du premier emplacement (30A), de façon à effectuer ledit maintient en au moins un point du four de recuit dudit rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère sensiblement audit niveau prédéfini.

11. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'on injecte le gaz inerte dans la gaine (23) au niveau du premier emplacement (30A) à débit sensiblement constant, et **en ce que** l'on injecte en outre du gaz inerte dans le four de recuit (7), le débit de gaz inerte injecté dans le four de recuit (7) étant réglé en fonction d'une valeur de consigne de teneur en vapeur d'eau au niveau d'un point du four de recuit (7).

12. Procédé selon la revendication 6, dans sa dépendance à la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'on injecte le gaz inerte dans la gaine (23) au niveau du premier emplacement (30A) à débit sensiblement constant, et **en ce que** l'on injecte en outre du gaz inerte dans le four de recuit (7), le débit de gaz inerte injecté dans le four de recuit (7) étant réglé de façon à effectuer ledit maintient en au moins un point du four de recuit, dudit rapport entre la concentration d'hydrogène et la concentration en vapeur d'eau de l'atmosphère sensiblement audit niveau prédéfini.

13. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit gaz inerte est de l'azote.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Feuerverzinken eines Metallbandes (3) in einer kontinuierlichen Feuerverzinkungsanlage (1), wobei die Feuerverzinkungsanlage (1) umfasst, in Serie angeordnet und untereinander durch Rohrleitungen (17, 19, 21) verbunden, um einen kontinuierlichen Zirkulationskanal (23) einer reduzierenden Atmosphäre zu bilden, die ein Inertgas und Wasserstoff enthält, einen Vorwärmofen (5), einen Glühofen (7), eine Abkühlstation (9), eine Tauchstation (11) für das Metallband in ein Bad (13) mit flüssigem Zink oder einer flüssigen Zinklegierung, wobei, bevor das Metallband (3) in das Bad (13) getaucht wird, es dieser reduzierenden Atmosphäre ausgesetzt wird, um die an seiner Oberfläche vorhandenen Oxyde zu beseitigen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Erneuern der reduzierenden Atmosphäre das Inertgas und der Wasserstoff in den Kanal (23) eingepresst werden, indem die Einrichtungen (34, 38) eingesetzt werden, welche die Regelung der Durchflussmenge von Wasserstoff abhängig von der zu behandelnden Oberflächengröße des Metallbandes pro Zeiteinheit ermöglichen, um auf diese Weise die Optimierung der Verwendung der reduzierenden Atmosphäre während Veränderungen der Breite der Bänder und/oder der Durchlaufgeschwindigkeit des Bandes im Verlaufe des Feuerverzinkungsverfahrens zu ermöglichen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pro Zeiteinheit zu behandelnde Oberflächengröße aufgrund der Breite des zu behandelnden Metallbandes (3) und aufgrund seiner Durchlaufgeschwindigkeit durch die Feuerverzinkungsanlage (1) bestimmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**, an mindestens einem Punkt des Kanals (23), das Verhältnis zwischen der Wasserstoffkonzentration und der Wasserdampfkonzentration der Atmosphäre im Wesentlichen auf einem vorbestimmten Niveau gehalten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis mindestens an einem Punkt des Glühofens auf einem vorbestimm-

ten Niveau gehalten wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Inertgas in Höhe einer ersten Stelle (30A) in den Kanal (23) eingepresst wird, und Wasserstoff oder aber ein Gemisch aus Inertgas/Wasserstoff in Höhe einer zweiten Stelle (31A) eingepresst wird, die von der ersten Stelle (30A) entfernt ist und noch weiter von dem Flüssigkeitsbad (13) der Tauchstation (11) entfernt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Inertgas, und der Wasserstoff oder das Gemisch aus Inertgas/Wasserstoff, in die Anschlussrohrleitung (21) der Abkühlstation (9) der Tauchstation (11) eingepresst wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchflussmenge des in den Kanal (23) in Höhe der ersten Stelle (30A) eingepressten Inertgases festgelegt wird, und dadurch, dass die in Höhe der zweiten Stelle (31A) eingepresste Durchflussmenge von Wasserstoff oder von Gemisch aus Inertgas/Wasserstoff abhängig von einem Sollwert des Gehaltes an Wasserdampf in Höhe eines Punktes des Glühofens (7) geregelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, in Abhängigkeit von Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Kanal (23) in Höhe der ersten Stelle (30A) eingepresste Durchflussmenge von Inertgas festgelegt wird, und dadurch, dass die in Höhe der zweiten Stelle (31A) eingepresste Durchflussmenge von Wasserstoff oder von Gemisch aus Inertgas/Wasserstoff so geregelt wird, dass an mindestens einem Punkt des Glühofens die Beibehaltung des Verhältnisses zwischen der Wasserstoffkonzentration und der Wasserdampfkonzentration der Atmosphäre im Wesentlichen auf dem vorbestimmten Niveau durchgeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Höhe der ersten Stelle (30A) in den Kanal (23) eingepresste Durchflussmenge von Inertgas abhängig von einem Sollwert des Gehaltes an Wasserdampf in Höhe eines Punktes des Glühofens (7) geregelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, in Abhängigkeit von Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in Höhe der ersten Stelle (30A) in den Kanal (23) eingepresste Durchflussmenge von Inertgas so geregelt wird, dass an mindestens einem Punkt des Glühofens die Beibehaltung des Verhältnisses zwischen der Wasserstoffkonzentration und der Wasserdampfkonzentration der Atmosphäre im Wesentlichen auf dem vorbestimmten Niveau durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Inertgas in Höhe der ersten Stelle (30A) mit im Wesentlichen konstanter Durchflussmenge in den Kanal (23) eingepresst wird, und dadurch, dass außerdem Inertgas in den Glühofen (7) eingepresst wird, wobei die in den Glühofen (7) eingepresste Durchflussmenge von Inertgas abhängig von einem Sollwert des Gehaltes an Wasserdampf in Höhe eines Punktes des Glühofens (7) geregelt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 6, in Abhängigkeit von Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Inertgas in Höhe der ersten Stelle (30A) mit im Wesentlichen konstanter Durchflussmenge in den Kanal (23) eingepresst wird, und dadurch, dass außerdem Inertgas in den Glühofen (7) eingepresst wird, wobei die in den Glühofen (7) eingepresste Durchflussmenge von Inertgas so geregelt wird, dass an mindestens einem Punkt des Glühofens die Beibehaltung des Verhältnisses zwischen der Wasserstoffkonzentration und der Wasserdampfkonzentration der Atmosphäre im Wesentlichen auf dem vorbestimmten Niveau durchgeführt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Inertgas Stickstoff ist.

Claims

1. Process for galvanizing a metal strip (3) in a continuous galvanizing line (1), the galvanizing line (1) comprising, placed in series and connected to each other by ducts (17, 19, 21) in order to form continuous ducting (23) for circulating a reducing atmosphere which comprises an inert gas and hydrogen, a preheat furnace (5), an annealing furnace (7), a cooling station (9) and a station (11) for dipping the said metal strip into a bath (13) of liquid zinc or of a liquid zinc alloy, in which process, before the metal strip (3) is dipped into the bath (13), it is exposed to this reducing atmosphere in order to remove oxides present on its surface, **characterized in that**, in order to replenish the reducing atmosphere in the said ducting (23), the inert gas and the hydrogen are injected into it by using means (34, 38) allowing the hydrogen flow rate to be adjusted depending on the area of the metal strip to be treated per unit time, in order thus to optimize the use of the reducing atmosphere during changes of strip width and/or of strip run speed during the galvanizing process.

2. Process according to Claim 1, **characterized in**

that the area of metal strip to be treated per unit time is determined from the width of the metal strip (3) to be treated and from the speed at which the latter runs through the galvanizing line (1).

3. Process according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the ratio of the hydrogen concentration to the water vapour concentration of the atmosphere is maintained, at least at one point in the said ducting (23), substantially at a predefined level.

4. Process according to Claim 3, **characterized in that** the said ratio is maintained at a predefined level at least at one point in the annealing furnace.

5. Process according to one of the preceding claims, **characterized in that** the inert gas is injected at a first location (30A) into the said ducting (23) and hydrogen, or an inert-gas/hydrogen mixture, is injected at a second location (31A) a certain distance from the first location (30A) and further away from the liquid bath (13) of the said dipping station (11).

6. Process according to Claim 5, **characterized in that** the inert gas and the hydrogen, or the hydrogen inert-gas mixture, are/is injected into the duct (21) which connects the said cooling station (9) to the said dipping station (11).

7. Process according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the flow rate of inert gas injected into the ducting (23) at the first location (30A) is fixed and **in that** the flow rate of hydrogen or of mixture injected at the second location (31A) is adjusted depending on a set-point value of the water vapour content at a point in the annealing furnace (7).

8. Process according to Claim 5 or 6 in its dependence on Claim 4, **characterized in that** the flow rate of inert gas injected into the ducting (23) at the first location (30A) is fixed and **in that** the flow rate of hydrogen or of mixture injected at the second location (31A) is adjusted so as to carry out the said operation of maintaining, at least at one point in the annealing furnace, the said ratio of the hydrogen concentration to the water vapour concentration of the atmosphere substantially at the said predefined level.

9. Process according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the flow rate of inert gas injected into the ducting (23) at the first location (30A) is adjusted depending on a set-point value of the water vapour content at a point in the annealing furnace (7).

10. Process according to Claim 5 or 6, in its dependence on Claim 4, **characterized in that** the flow rate of inert gas injected into the ducting (23) at the first location (30A) is adjusted so as to carry out the said operation of maintaining, at least at one point in the annealing furnace, the said ratio of the hydrogen concentration to the water vapour concentration of the atmosphere substantially at the said predefined level.

11. Process according to Claim 6, **characterized in that** the inert gas is injected into the ducting (23) at the first location (30A) at a substantially constant flow rate and **in that** inert gas is also injected into the annealing furnace (7), the flow rate of inert gas injected into the annealing furnace (7) being adjusted depending on a set-point value of the water vapour content at a point in the annealing furnace (7).

12. Process according to Claim 6, in its dependence on Claim 4, **characterized in that** the inert gas is injected into the ducting (23) at the first location (30A) at a substantially constant flow rate and **in that** inert gas is also injected into the annealing furnace (7), the flow rate of inert gas injected into the annealing furnace (7) being adjusted so as to carry out the said operation of maintaining, at least at one point in the annealing furnace, the said ratio of the hydrogen concentration to the water vapour concentration of the atmosphere substantially at the said predefined level.

13. Process according to one of the preceding claims, **characterized in that** the said inert gas is nitrogen.

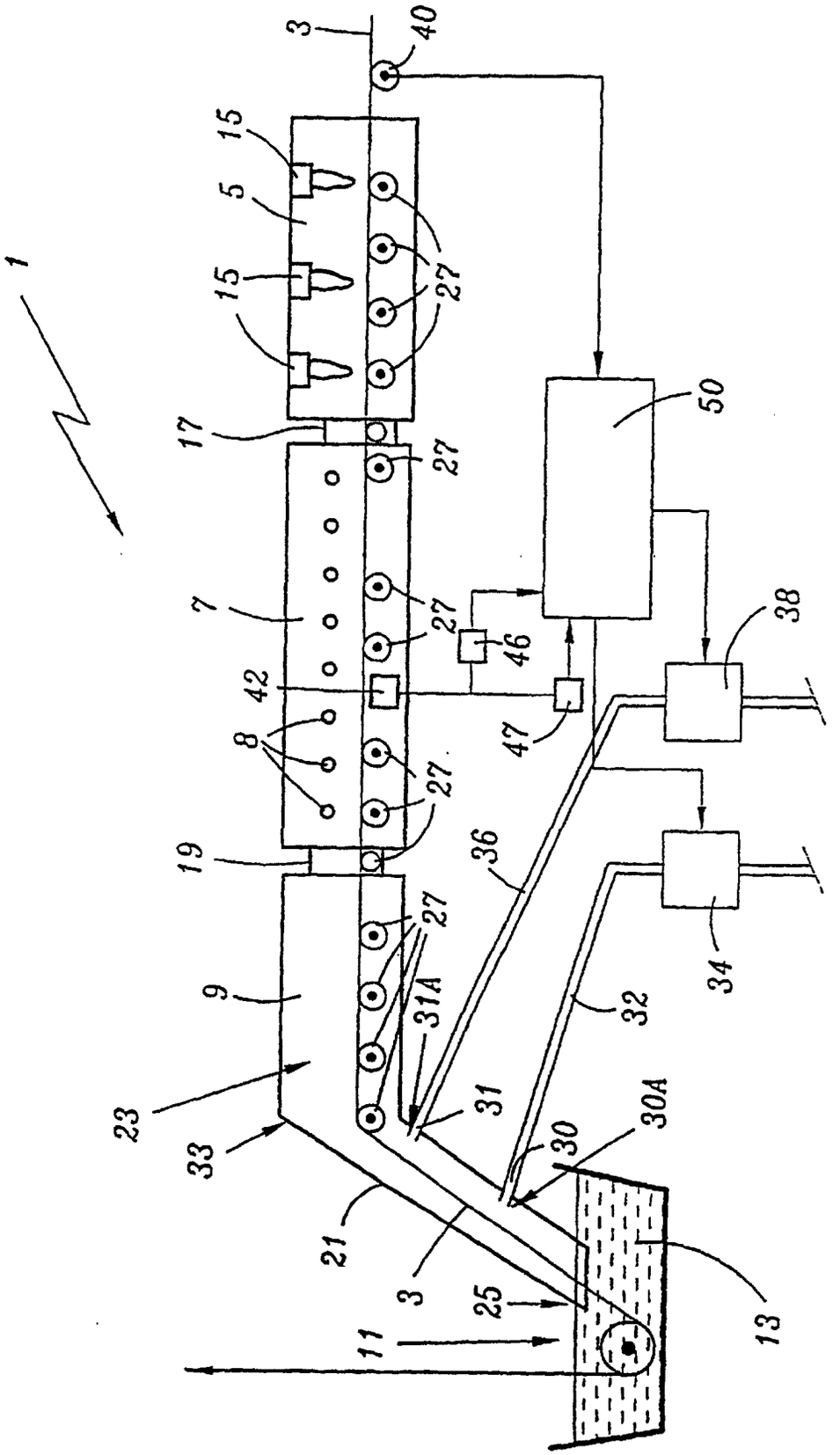

1
3
40
15
5
15
27
15
27
17
27
50
7
27
27
46
38
42
47
8
27
36
19
27
9
31A
32
34
23
31
30A
33
30
21
3
25
13
11

FIG.1

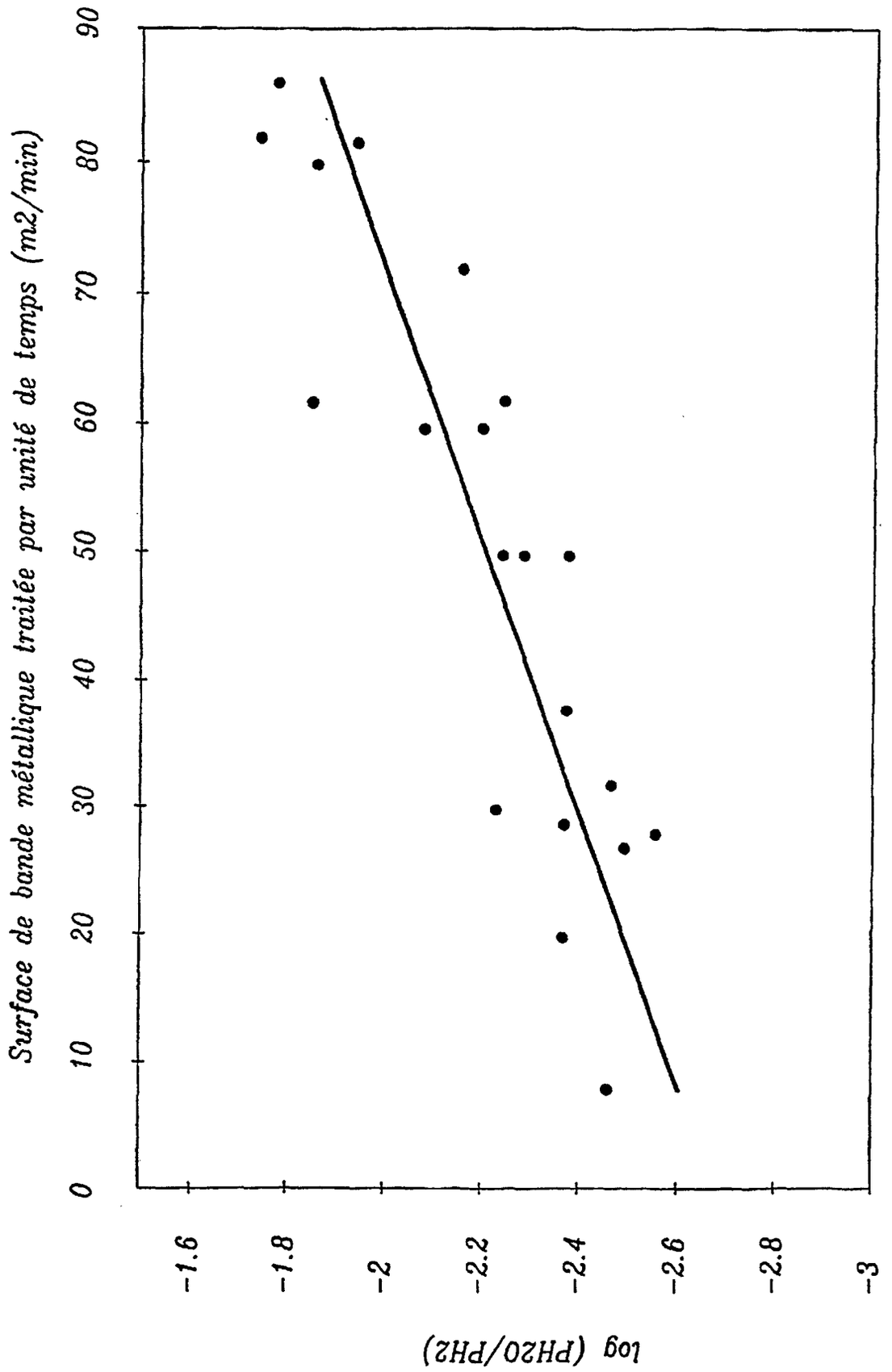

Surface de bande métallique traitée par unité de temps (m2/min)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
-1.6
-1.8
-2
-2.2
-2.4
-2.6
-2.8
-3
log (PH2O/PH2)

FIG.2