PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets [7] :		(11) Numéro de publication internationale:
B21J 3/00, C23C 24/04	**A1**	**WO 00/54907**
		(43) Date de publication internationale: 21 septembre 2000 (21.09.00)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00630

(22) Date de dépôt international: 15 mars 2000 (15.03.00)

(30) Données relatives à la priorité:
99/03155 15 mars 1999 (15.03.99) FR

(71) Déposant *(pour tous les Etats désignés sauf US)*: DACRAL S.A. [FR/FR]; 120, rue Galilée, Z.A.E.T. de Creil St. Maximin, F–60100 Creil (FR).

(72) Inventeurs; et
(75) Inventeurs/Déposants *(US seulement)*: CAVALIERE, David [FR/FR]; 11, rue Cyrille de Foor, F–60160 Montataire (FR). BEGUE, Denis [FR/FR]; 39, rue J.F. Kennedy, F–60510 Bresles (FR).

(74) Mandataires: MARTIN, Jean–Jacques etc.; Cabinet Regimbeau, 26, avenue Kléber, F–75116 Paris (FR).

(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée
Avec rapport de recherche internationale.

(54) Title: METHOD FOR FORMING METAL PARTS BY COLD DEFORMATION

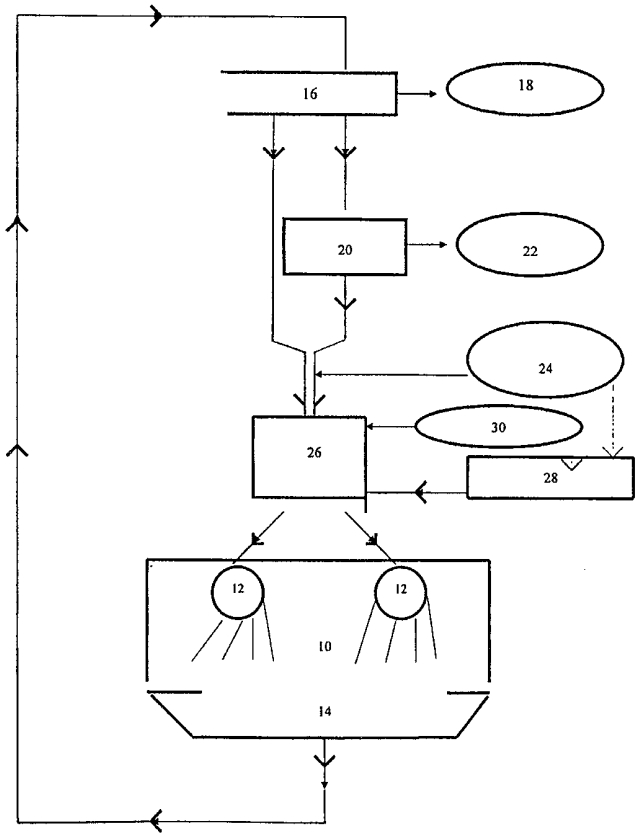
(54) Titre: PROCEDE DE FORMAGE DE PIECES METALLIQUES PAR DEFORMATION A FROID

(57) Abstract

The invention concerns a method for forming metal parts by cold deformation, consisting in: (i) mechanically depositing a metal zinc layer on the free surface of the blank of the part to be produced; and (ii) forming said part by plastic deformation.

(57) Abrégé

La présente invention concerne le formage de pièces métalliques par déformation à froid. Le procédé selon l'invention implique les opérations de: i) dépôt mécanique d'une couche à base de zinc métallique à la surface libre de l'ébauche de la pièce à réaliser, et ii) formage de ladite pièce par déformation plastique.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	**ES**	Espagne	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovénie
AM	Arménie	**FI**	Finlande	**LT**	Lituanie	**SK**	Slovaquie
AT	Autriche	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Sénégal
AU	Australie	**GA**	Gabon	**LV**	Lettonie	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	**GB**	Royaume-Uni	**MC**	Monaco	**TD**	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	**GE**	Géorgie	**MD**	République de Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbade	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tadjikistan
BE	Belgique	**GN**	Guinée	**MK**	Ex-République yougoslave de Macédoine	**TM**	Turkménistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Grèce			**TR**	Turquie
BG	Bulgarie	**HU**	Hongrie	**ML**	Mali	**TT**	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	**IE**	Irlande	**MN**	Mongolie	**UA**	Ukraine
BR	Brésil	**IL**	Israël	**MR**	Mauritanie	**UG**	Ouganda
BY	Bélarus	**IS**	Islande	**MW**	Malawi	**US**	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	**IT**	Italie	**MX**	Mexique	**UZ**	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	**JP**	Japon	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Pays-Bas	**YU**	Yougoslavie
CH	Suisse	**KG**	Kirghizistan	**NO**	Norvège	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	République populaire démocratique de Corée	**NZ**	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			**PL**	Pologne		
CN	Chine	**KR**	République de Corée	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Roumanie		
CZ	République tchèque	**LC**	Sainte-Lucie	**RU**	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Soudan		
DK	Danemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Suède		
EE	Estonie	**LR**	Libéria	**SG**	Singapour		

PROCEDE DE FORMAGE DE PIECES METALLIQUES PAR DEFORMATION A FROID

La présente invention concerne de façon générale le formage de pièces métalliques par déformation à froid.

Parmi les différents procédés de formage à froid, on mentionnera tout d'abord l'extrusion métallique ou forgeage à froid, qui correspond à un procédé de formage consistant à faire écouler la masse métallique sous un effort de compression entre un poinçon et une matrice. On peut ainsi obtenir différentes pièces de forme géométrique bien définie. Ce type de déformation nécessite des presses verticales ou horizontales comprenant un ou plusieurs postes de travail équipé ou non de transferts.

Une autre technique de déformation à froid, voisine de l'extrusion, est connue sous le nom de frappe à froid. Dans ce cas, une ou plusieurs étapes de déformation sont réalisées en une seule machine, généralement des machines horizontales comprenant un ou plusieurs postes. Ces postes de travail sont généralement alimentés par un fil métallique qui est soumis à une déformation plastique sous des efforts généralement plus faibles que dans le cas de l'extrusion proprement dite.

On peut enfin mentionner à titre d'exemple de procédé de formage à froid, le tréfilage qui constitue en fait une étape intermédiaire ou préliminaire de préformage, à partir d'une bobine de fil pour obtenir des tronçons de diamètre plus faible, généralement destiné à alimenter un poste de frappe à froid. Ce type de déformation est principalement utilisé en amont de la fabrication de vis et de boulons.

Cette technologie de formage à froid est applicable à un très grand nombre d'aciers et d'alliages généralement non ferreux. Les opérations s'effectuent généralement à température ambiante à partir de lopins, d'ébauches ou de flans ayant subi une opération de préparation spécifique.

A titre d'exemple de types de déformation possible à froid, on mentionnera l'écrasage, le préformage, le filage direct ou le filage inverse, le filage direct en creux ou en enfilade, le filage latéral, l'étirage, le refoulage, le calibrage ou encore l'ogivage.

Les aciers extrudables susceptibles d'être soumis à de telles déformations à froid appartiennent à différentes catégories, notamment les aciers d'usage général non alliés, mais de préférence les aciers non alliés spéciaux pour traitements thermiques, généralement des aciers fins au carbone, les aciers alliés spéciaux pour traitements thermiques, les aciers inoxydables ou encore les aciers microalliés. Ces derniers sont aptes au formage à froid sans recuit et acquièrent par écrouissage des niveaux de résistance mécanique élevée tout en conservant une ductilité résiduelle acceptable.

L'une des difficultés principales à résoudre dans le cadre de cette technologie de déformation à froid de pièces métalliques réside dans l'obligation d'avoir recours, avant formage, à des traitements préalables de surface impliquant la plupart du temps des opérations successives plus ou moins longues et coûteuses, parfois relativement difficiles à mettre en œuvre et dont l'efficacité ne donne pas entière satisfaction.

La qualité des traitements de surface, par exemple spécifiques à l'extrusion, conditionne le bon résultat obtenu à la suite des opérations de déformation. Le but essentiel de ces traitements de surface avant formage est bien sûr de diminuer le plus possible les frottements s'exerçant dans les outillages.

Ce sont précisément les forces mises en jeu dans ce type d'opérations de formage à froid qui constituent l'obstacle majeur au développement de ces techniques d'extrusion.

Il est donc essentiel de pouvoir diminuer les forces de frottement de façon à éviter le plus possible le grippage de la pièce, à réduire l'effort nécessaire à l'extrusion, et à minimiser l'usure des outillages.

Ces opérations de prétraitement principalement fondées sur la lubrification des lopins ou des ébauches, peuvent devoir être mises en œuvre entre deux opérations de déformation successives, que les pièces soient ou non soumises à un recuit.

Dans le cas des aciers au carbone ou des aciers faiblement alliés, le prétraitement implique tout d'abord un dégraissage alcalin, un décapage à l'acide sulfurique en présence d'un inhibiteur qui a pour but de limiter l'attaque du métal lui-même, puis une phosphatation, et enfin la lubrification proprement dite.

L'opération de phosphatation a pour but de former une première couche d'adhérence, généralement poreuse, de phosphate de zinc qui est destinée à recevoir le lubrifiant. Le dépôt de ce lubrifiant, généralement constitué par du stéarate de zinc résultant de la réaction de savons réactifs avec la couche de phosphate de zinc, est difficile à maîtriser dans la pratique. Il est en effet nécessaire d'adapter l'épaisseur de la couche de stéarate de zinc, en fonction des sollicitations mécaniques auxquelles les pièces à déformer seront soumises. Cette adaptation est d'autant plus difficile à maîtriser qu'elle implique le contrôle d'une réaction chimique qui se développe en profondeur dans l'épaisseur des couches appliquées et dont la cinétique s'étend sur plusieurs heures.

En conséquence, l'opération de lubrification implique généralement une immersion du matériau préalablement phosphaté dans des bains chauds de savons réactifs.

Toutefois, cette combinaison entre la couche de phosphate de zinc et de stéarate de zinc, peut rester insuffisante pour éviter les contacts entre la pièce métallique et l'outillage.

Dans les cas où la couche de stéarate de zinc ne donne pas satisfaction, il faut alors avoir recours à d'autres produits lubrifiants plus sophistiqués qui nécessitent des dépôts additionnels en immergeant les pièces ou encore par

pulvérisation, non seulement sur les pièces, mais également sur les outillages. De telles opérations requièrent une surveillance constante de la concentration de la solution de lubrification, ainsi que de la température d'application pour obtenir des revêtements qui malheureusement ne sont généralement pas assez réguliers.

Dans l'état de la technique antérieure, il était jusqu'à présent considéré comme indispensable de procéder à une étape préalable de phosphatation pour permettre à la fois une bonne adhérence et la formation de stéarate de zinc remplissant la fonction de lubrifiant pour la pièce à déformer. Dans un certain nombre d'applications, et principalement dans le cadre de la frappe à froid, il est impératif, après formage de la pièce, de déphosphater cette dernière avant de procéder au traitement thermique pour éviter tout risque de diffusion du phosphore dans l'acier. De tels traitements thermiques, généralement conduits à des températures de l'ordre de 850 à 900°C, sont indispensables et conduisent effectivement à des modifications de la microstructure des pièces formées. Un tel inconvénient de la technique antérieure lié à l'obligation d'avoir recours à une opération de déphosphatation avant le traitement thermique, est particulièrement grave dans le cas de la formation de vis et de boulons, où l'on observe des problèmes de fragilisation des pièces destinées à être soumises à des efforts permanents qui engendrent souvent des ruptures en fatigue.

La présente invention a précisément pour but de réduire, voire de supprimer totalement, les inconvénients précédemment cités. L'invention vise plus particulièrement un procédé de formage de pièces métalliques par déformation à froid, dans une première opération de dépôt mécanique d'une couche à base de zinc métallique à la surface libre de la pièce à réaliser, cette couche pouvant éventuellement contenir et/ou être revêtue par une couche de lubrifiant, pour procéder ensuite au formage de ladite pièce par déformation plastique du métal.

Un tel procédé de formage à froid a permis de faciliter grandement les phénomènes de déformation plastique en réduisant les forces de frottement mises en jeu, et pouvant même aller jusqu'à réduire le nombre d'étapes intermédiaires au cours du processus de formage.

Le procédé selon l'invention permet de s'affranchir de tous les inconvénients liés à l'utilisation d'un prétraitement par phosphatation des ébauches ou lopins métalliques. Enfin, il s'est avéré que certaines pièces produites par un tel procédé de formage impliquant un pré-dépôt mécanique d'une couche à base de zinc métallique, permettait d'obtenir des pièces dont la durée de vie en fatigue était améliorée.

En fonction du procédé de formage utilisé, il peut être suffisant de déposer sur le lopin métallique une seule couche à base de zinc métallique à la surface libre de ce dernier. Une telle couche constituée de zinc ou plus généralement d'un alliage de zinc et de fer, voire d'un mélange de particules de zinc et de fer, peut être appliquée dans le cadre de la présente invention à raison d'une quantité comprise entre 50 et 250 mg/dm^2 de métal d'apport. Pour certaines applications particulières, on pourra même se satisfaire de quantités déposées plus faibles.

Une telle couche peut être suffisante pour remplir elle-même la fonction de lubrification pour des opérations de formage à froid au cours desquelles la déformation plastique du métal est obtenue sous des efforts relativement faibles.

Le dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique est avantageusement obtenu par une opération de grenaillage à l'aide de billes d'acier présentant au moins une couche extérieure comprenant soit du zinc pur soit un alliage à base de zinc.

Un tel dépôt mécanique d'une couche à base de zinc métallique peut également être assuré par une opération de grenaillage à l'aide d'un mélange de billes d'acier et de billes

constituées par un cœur d'acier et présentant en surface au moins une couche extérieure à base d'un alliage de zinc ou une couche extérieure de zinc pur.

Enfin, ce dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique peut également être obtenu par grenaillage à l'aide de billes réalisées essentiellement à base d'un alliage de fer, le grenaillage étant réalisé en présence d'une poudre de zinc ou de semoule de zinc qui se trouve donc appliqué sous l'effet mécanique du grenaillage.

Le terme de bille ou microbille utilisé dans le cadre de la présente invention pour décrire les opérations de grenaillage doit s'entendre au sens large, c'est-à-dire englober tous types de formes de particules ou microparticules à projeter à la surface des pièces.

La machine de grenaillage utilisée pour réaliser cette première couche sur les lopins ou ébauches métalliques à déformer, peut par exemple être réalisée conformément au diagramme schématique illustré sur la figure 1 annexée.

On observe sur cette figure, que la machine comporte principalement une chambre de grenaillage 10 pouvant par exemple comporter deux turbines de projection 12 entre lesquels vont défiler les pièces à traiter. Les turbines de projection 12 vont donc projeter les microbilles d'alliage de fer ou d'alliage à base de zinc sur les surfaces des pièces à traiter, en présence le cas échéant d'une poudre ou de semoule de zinc. La partie inférieure de cette chambre de grenaillage 10 est équipée d'un dispositif 14 de recyclage des billes de grenaillage. Ces billes sont ensuite amenées vers un séparateur granulométrique 16 de manière à écarter des billes de diamètre devenu trop faible. Ainsi, on élimine en particulier les poussières métalliques 18 générées lors de l'opération de grenaillage. Dans le cas où l'on utilise uniquement des billes revêtues d'un alliage à base de

zinc, après un tri granulométrique des billes, ces dernières sont amenées vers un séparateur magnétique 20 qui permet d'effectuer un tri entre les billes d'acier recouvert d'un alliage à base de zinc et les billes d'acier épuisées en zinc, c'est-à-dire qui ont perdu une grande partie de cet alliage à base de zinc, les billes d'acier épuisées en zinc sont récupérées au poste 22. A la sortie de ce séparateur magnétique 20, il est en outre prévu un dispositif 24 de mesure de la teneur en zinc des billes de grenaillage.

En réponse à cette mesure de teneur en zinc, le réservoir 26 des microbilles qui est destiné à alimenter les turbines de projection 12 du dispositif de grenaillage 10, va être ou non réalimenté avec des billes neuves en 28, c'est-à-dire chargées ou rechargées en zinc. Le réservoir 26 est en outre avantageusement équipé d'un système de contrôle de niveau 30.

Il est donc ainsi possible de réaliser, de manière continue ou discontinue, le dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique à la surface des lopins ou ébauches à former.

On dépose ainsi à la surface des lopins ou ébauches métalliques une couche à base de zinc et/ou d'un alliage de zinc et de fer ou d'un mélange de zinc et de fer à raison de 50 à 250 mg/dm^2. La nature de cette couche n'est pas compacte, puisqu'elle résulte en fait de l'agrégation d'une multitude de particules de zinc et/ou de fer, qui lui confère donc une sorte de structure microporeuse ou aérée. Pour certaines opérations de formage à froid, cette seule couche peut être suffisante pour jouer un rôle efficace de lubrification avant le formage proprement dit.

Pour d'autres applications au formage de pièces de forme et de structure plus sophistiquées, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer une couche de lubrifiant sur la couche à base de zinc métallique précédemment déposée. Le lubrifiant est de

préférence appliqué sous une forme liquide, ce qui lui permet de bien s'imprégner dans la couche de base. En fonction de la quantité de lubrifiant appliqué, on observera une sorte de saturation de la couche précédente à base de zinc métallique, ou un revêtement plus complet en surépaisseur de cette dernière. La quantité de lubrifiant appliqué va donc également varier en fonction de la nature et de la forme exacte des pièces à réaliser. Dans la pratique, il s'est avéré qu'une telle quantité de lubrifiant pouvait être efficacement appliquée à raison d'une quantité pouvant atteindre 300 mg/dm^2.

L'application de la couche de lubrifiant s'effectue de préférence sous forme liquide, aussi bien par pulvérisation que par trempage. Le lubrifiant peut en particulier être appliqué sous la forme d'une suspension aqueuse à base de particules de graphite. Il est cependant parfaitement possible d'envisager le remplacement du graphite par d'autres lubrifiants tels que le bisulfure de molybdène, le téflon, voire des solutions aqueuses de copolymères tels que des copolymères de styrène et d'anhydride d'acide maléique en milieu alcool éthoxylé.

Il est enfin également possible d'avoir recours à une composition aqueuse de polypropylène éventuellement additionnée de poudre de graphite, de nitrure de bore, de polytétrafluoroéthylène, de poudre de talc, de stéarate de zinc, et/ou de bisulfure de molybdène.

De façon classique, la viscosité de ces solutions, suspension ou émulsion, sera ajustée de manière en soi connue par adjonction des quantités nécessaires d'émulsifiant et/ou d'agent épaississant. Enfin, il est également possible d'ajouter à ces liquides de lubrification, des additifs assurant un complément de protection des pièces métalliques.

Après application de la couche à base de zinc métallique éventuellement suivie de l'application de la couche de lubrifiant, l'ébauche métallique est ensuite soumise à

l'opération de formage qui sera principalement une opération de forgeage à froid, de frappe à froid ou de tréfilage.

Dans la pratique, il a été possible de réaliser des pièces telles que des arbres d'entraînement et des arbres de turbine, en réduisant considérablement les phénomènes de frottements et de déformations souvent observés dans la technique antérieure.

Ce type de pièces de formes relativement complexes, ont été réalisées par forgeage à froid à l'aide d'une presse de 8 000 kN.

On rappellera également que les ébauches cylindriques utilisées pour la réalisation de ces pièces peuvent être directement soumises à la première opération de dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique par une opération de grenaillage, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours aux opérations de préparation de ladite ébauche métallique, comme dans la technique antérieure.

En variante, il convient d'observer que le procédé selon l'invention peut éventuellement regrouper les deux opérations de dépôt mécanique d'une couche à base de zinc et de l'application de lubrifiant au cours d'une seule et même étape. C'est ainsi qu'il peut être envisagé de réaliser le dépôt mécanique du zinc par un grenaillage de billes à base d'un alliage de fer en présence de poudre ou de semoule de zinc, mélangée directement à un lubrifiant sous forme solide également à l'état pulvérulent, par exemple le PTFE ou le bisulfure de molybdène.

Afin de démontrer les avantages procurés par le procédé de l'invention en comparaison avec un prétraitement classique par phosphatation, on indiquera ci-après les résultats d'essais comparatifs de frottement de simulation au cours desquels un échantillon en acier 21 B3 subit une déformation plastique localisée à l'aide d'un indenteur en carbure de tungstène G30.

Les conditions de ce test de compression-translation permettent de simuler le tréfilage et l'extrusion qui sont deux opérations classiques largement représentatives du formage de pièces métalliques par déformation à froid.

Les conditions expérimentales précises de ce test sont par exemple rappelées dans l'ouvrage intitulé : *Vortragstexte des Symposiums, Neuere Entwicklungen in der Massivumbormung in Fellbach bei Stuttgart, am 19. Und 20. Mai 1999, unter der leitung von Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Klaus Siegert, Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart, in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V.*, 1999 by MAT-INFO Werkstoff-Informationsgesellschaft mbH Hamburger Allee 26, D-60486 Frankfurt.

Essais comparatifs relatifs au coefficient de frottement μ**

phosphatation + savon, comparé à un
dépôt mécanique de zinc + lubrifiant sous forme de suspension aqueuse de graphite.

Moyenne des coefficients de frottement calculée pour des longueurs de frottement comprises entre 5 et 35 mm	**Tréfilage : RS* = 14,7 % def. Plast. 0,18 pression de contact = 800 MPa**	**Tréfilage + extrusion avant : RS* = 14,7 % def. Plast. 0,18 pression de contact = 800 MPa RS* = 31 % def. Plast. 0,80 pression de contact = 1380 MPa**
Phosphatation + savon réactif	μ = 0,062	μ = 0,10
Dépôt mécanique de zinc + lubrifiant sous forme de suspension aqueuse de graphite	μ = 0,054	μ = 0,085

Essais comparatifs relatifs au coefficient de frottement μ**

phosphatation + savon + huile d'extrusion, comparé à un dépôt mécanique de zinc + lubrifiant sous forme de suspension aqueuse de graphite + huile d'extrusion.

L'huile utilisée est une huile MHE 68 qui répond aux spécifications de la norme ISO 6743/7.

Moyenne des coefficients de frottement calculée pour des longueurs de frottement comprises entre 5 et 35 mm	**Tréfilage + extrusion avant : RS* = 14,7 % def. Plast. 0,18 pression de contact = 800 MPa RS* = 31 % def. Plast. 0,80 pression de contact = 1380 MPa**
Phosphatation + savon réactif + huile de frappe durant l'extrusion	μ = 0,12
Dépôt mécanique de zinc + lubrifiant sous forme de suspension aqueuse de graphite + huile de frappe durant l'extrusion	μ = 0,082

* RS = taux de réduction en section

$$RS = 100\frac{di^2 - df^2}{di^2}$$

avec di = diamètre initial, et
df = diamètre final

** μ désigne le coefficient de frottement qui représente le rapport de la force de translation (Ft) s'étendant dans la direction tangente au déplacement de l'indenteur à la force de compression exercée par l'indenteur en direction normale (Fn).

Des variations du procédé selon l'invention ont été faites à partir de modifications de poids de couche de dépôt de zinc mécanique. Ces variations ont été faites entre 0 mg/dm^2 et 200 mg/dm^2.

Les résultats de l'étude montrent que pour des opérations simples de tréfilage, un poids de couche de zinc de 50 mg/dm^2 semble être suffisant dans la pratique.

En revanche, pour des opérations chaînées de tréfilage suivi d'une extrusion avant, un poids de couche compris entre 50 mg/dm^2 et 100 mg/dm^2 semble représenter une optimisation du procédé selon l'invention.

REVENDICATIONS

1- Procédé de formage de pièces métalliques par déformation à froid, caractérisé en ce qu'il implique les opérations de :

i) dépôt mécanique d'une couche à base de zinc métallique à la surface libre de l'ébauche de la pièce à réaliser, et

ii) formage de ladite pièce par déformation plastique.

2- Procédé selon la revendication 1, caractérisé par une application supplémentaire d'une couche de lubrifiant sur la couche à base de zinc métallique précédemment appliquée et préalablement à l'opération de formage.

3- Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique est assuré par grenaillage de billes présentant au moins une couche extérieure comprenant un alliage à base de zinc.

4- Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique est assuré par un grenaillage à l'aide d'un mélange de billes constituées par un alliage à base de fer et de billes présentant au moins une couche extérieure comprenant un alliage à base de zinc.

5- Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique est assuré par un grenaillage de billes à base d'un alliage de fer en présence de poudre de zinc.

6- Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'application de la couche de lubrifiant s'effectue sous forme liquide, en particulier par application d'une suspension liquide à base de particules de graphite.

7- Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'application de la couche de lubrifiant s'effectue sous forme solide, en particulier sous forme de bisulfure de molybdène ou de téflon.

8- Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le dépôt mécanique de la couche à base de zinc métallique est constitué par des particules de zinc, un mélange de particules de zinc et de particules de fer, ou encore des particules d'alliages zinc-fer, de préférence à raison de 50 à 250 mg/dm^2.

9- Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la couche de lubrifiant appliquée peut atteindre 300 mg/dm^2.

10- Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la déformation à froid est une opération de frappe à froid.

11- Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la déformation à froid est une opération de forgeage à froid, ou d'extrusion métallique.

12- Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que l'opération de déformation à froid est une opération de tréfilage.

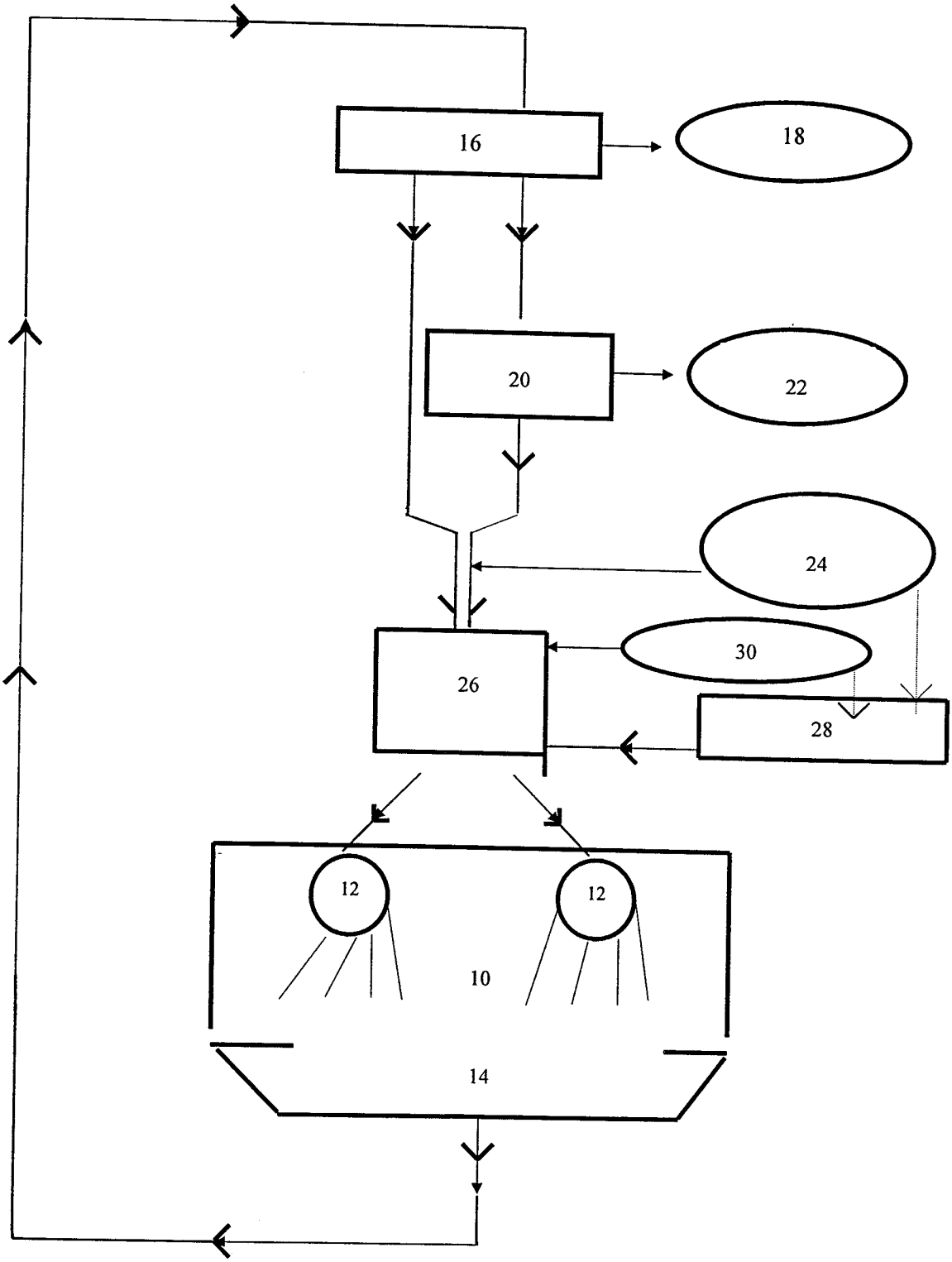


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte onal Application No
PCT/FR 00/00630

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B21J3/00 C23C24/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B21J C23C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 041 620 A (HUTTENWERK OBERHAUSEN AG) the whole document	1
A	---	5
A	FR 2 407 034 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 25 May 1979 (1979-05-25) page 3 -page 4	1,2,5,7

A	EP 0 177 786 A (NIPPON DACRO SHAMROCK CO ;DOWA IRON POWDER CO LTD (JP)) 16 April 1986 (1986-04-16) page 4, paragraph 5 -page 5	3,4

A	EP 0 647 505 A (ENTREPOSE MONTALEV) 12 April 1995 (1995-04-12)	3

A	US 4 753 094 A (SPEARS RICHARD L) 28 June 1988 (1988-06-28)	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 May 2000	15/05/2000

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Gerard, O

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Inte onal Application No
PCT/FR 00/00630

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1041620 A		DE 1287402 B	
		NL 6507544 A	17-12-1965
FR 2407034 A	25-05-1979	CH 630112 A	28-05-1982
		BR 7806999 A	10-07-1979
		DE 2751838 A	03-05-1979
		GB 2011279 A,B	11-07-1979
		JP 1338268 C	29-09-1986
		JP 54065145 A	25-05-1979
		JP 61003572 B	03-02-1986
		PL 210475 A	02-07-1979
		US 4228670 A	21-10-1980
EP 0177786 A	16-04-1986	JP 1686681 C	11-08-1992
		JP 3049989 B	31-07-1991
		JP 61067773 A	07-04-1986
		AU 562978 B	25-06-1987
		AU 4694985 A	20-03-1986
		BR 8504350 A	08-07-1986
		CA 1243561 A	25-10-1988
		DE 3568458 D	06-04-1989
		KR 8904790 B	27-11-1989
EP 0647505 A	12-04-1995	FR 2710866 A	14-04-1995
		DE 69423066 D	30-03-2000
US 4753094 A	28-06-1988	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem › Internationale No
PCT/FR 00/00630

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B21J3/00 C23C24/04

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B21J C23C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	GB 1 041 620 A (HUTTENWERK OBERHAUSEN AG) le document en entier	1
A		5
A	FR 2 407 034 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 25 mai 1979 (1979-05-25) page 3 -page 4	1,2,5,7
A	EP 0 177 786 A (NIPPON DACRO SHAMROCK CO ;DOWA IRON POWDER CO LTD (JP)) 16 avril 1986 (1986-04-16) page 4, alinéa 5 -page 5	3,4
A	EP 0 647 505 A (ENTREPOSE MONTALEV) 12 avril 1995 (1995-04-12)	3
A	US 4 753 094 A (SPEARS RICHARD L) 28 juin 1988 (1988-06-28)	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
8 mai 2000	15/05/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Gerard, O

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. e internationale No
PCT/FR 00/00630

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
GB 1041620	A		DE	1287402 B	
			NL	6507544 A	17-12-1965
FR 2407034	A	25-05-1979	CH	630112 A	28-05-1982
			BR	7806999 A	10-07-1979
			DE	2751838 A	03-05-1979
			GB	2011279 A,B	11-07-1979
			JP	1338268 C	29-09-1986
			JP	54065145 A	25-05-1979
			JP	61003572 B	03-02-1986
			PL	210475 A	02-07-1979
			US	4228670 A	21-10-1980
EP 0177786	A	16-04-1986	JP	1686681 C	11-08-1992
			JP	3049989 B	31-07-1991
			JP	61067773 A	07-04-1986
			AU	562978 B	25-06-1987
			AU	4694985 A	20-03-1986
			BR	8504350 A	08-07-1986
			CA	1243561 A	25-10-1988
			DE	3568458 D	06-04-1989
			KR	8904790 B	27-11-1989
EP 0647505	A	12-04-1995	FR	2710866 A	14-04-1995
			DE	69423066 D	30-03-2000
US 4753094	A	28-06-1988	AUCUN		