

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 juin 1986.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPi « Brevets » n° 53 du 31 décembre 1987.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : AGA AKTIEBOLAG. — SE.

⑦2 Inventeur(s) : Steen-Erik Nielsen.

⑦3 Titulaire(s) :

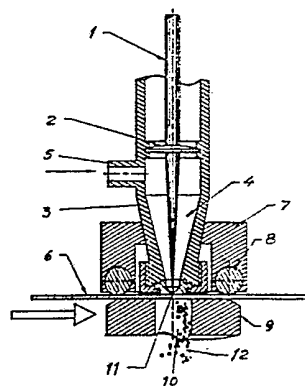
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Regimbeau, Corre, Martin,
Schrimpf, Warcoin et Ahner.

⑤4 Améliorations aux méthodes de découpe de pièces métalliques au laser.

⑤7 a. Améliorations aux méthodes de découpe de pièces
métalliques au laser;

b. Procédé caractérisé en ce que l'on mélange le gaz de
coupe avec au moins un gaz substantiellement inerte tel que,
par exemple, He, N₂, Ar ou CO₂, c'est-à-dire un gaz ou un
mélange de gaz qui ne présente que de faibles tendances
réactives avec le matériau de la pièce à découper 6, et en ce
que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se
situe entre 30 et 90 % du total du gaz de coupe.

c. L'invention permet d'améliorer la qualité d'une découpe
de tôle au laser.



La présente invention se rapporte à un procédé, dans la découpe de pièces métalliques au laser, pour éviter la formation de bavures et de laitier dans l'entaille et pour réaliser une bonne soudabilité et, simultanément, permettre des vitesses de coupe élevées dans la pièce, étant précisé que l'on emploie un gaz de coupe qui contient au moins un gaz actif tel que, par exemple, de l'oxygène.

Comme cela est bien connu dans le métier de l'usinage des métaux, la découpe au laser se réalise normalement en concentrant un faisceau laser sur la pièce métallique à découper. En même temps on souffle un gaz de coupe, normalement de l'oxygène, sur la pièce par l'intermédiaire d'une buse. Le principe de l'équipement de coupe au laser apparaîtra à partir de la description, présentée ci-dessous, des dessins joints concernant cette application. Au moyen d'une lentille on concentre un faisceau laser, par exemple un laser au CO_2 , sur une pièce à découper, par exemple une pièce métallique, à travers un dispositif à buse. On amène le gaz de coupe, l'oxygène, par une conduite d'arrivée, à une chambre sous pression et on le fait sortir sous pression, coaxialement au faisceau laser, par une embouchure de buse en direction de la pièce à découper. Le dispositif à buse est placé sur un élément support dans lequel tournent des billes qui forment portée et contre lesquelles bute la pièce à découper - la tôle métallique. Un élément support est placé contre la face inférieure de la tôle métallique et comporte un trou sous le dispositif à buse. Au cours de l'opération de coupe, la tôle métallique se déplace dans une direction donnée et peut, au cours de ce déplacement, être montée sur, par exemple, une table de coupe mobile à mouvements croisés.

Le but du gaz de coupe - l'oxygène - est double : a) protéger la lentille 2 de l'équipement de découpe des projections et du laitier créés au cours du processus de découpe et b) éliminer, par rinçage, le matériau fondu et le laitier hors de l'entaille qui se forme comme résultat de l'opération de découpe. Dans cette opération, le matériau fondu et le laitier 12 sont évacués par le trou 10 dans l'élément support 9. Si la tôle 6 est en acier carbone ou en acier inoxydable, l'oxygène a un autre but à atteindre, à savoir réagir chimiquement avec l'acier et donc générer de la chaleur, ce qui facilite le processus de découpe. Par conséquent, en plus de la fusion de la tôle sous l'action du faisceau laser, la découpe au laser entraîne une combustion de l'acier du type qui se produit dans la découpe traditionnelle au gaz.

L'art antérieur a préconisé jusqu'ici l'emploi d'un gaz de coupe constitué de jusqu'à 100% d'oxygène, puisqu'un tel gaz de coupe donne les meilleurs résultats en ce qui concerne les vitesses de coupe que l'on peut atteindre et les qualités acceptables de l'entaille. La qualité envisagée ici dépend de plusieurs paramètres. Entre autres, il faut mentionner la vitesse de coupe, la pression du gaz de coupe (c'est-à-dire la pression du gaz dans la buse), le diamètre de la buse (c'est-à-dire le diamètre du trou de l'embouchure de la buse), la distance de buse (c'est-à-dire la distance entre l'embouchure de la buse et la pièce à découper) et enfin la puissance du laser. De façon générale, on peut dire qu'une augmentation de la pression du gaz de coupe donne une augmentation de la vitesse de coupe. Toutefois il faut limiter la pression du gaz de coupe en considération de facteurs tels que les lentilles de focalisation. La découpe au laser à l'oxygène pur comme gaz de coupe implique toutefois certains inconvénients, en particulier en liaison avec la découpe de l'acier inoxydable. Au cours de la fusion du matériau dans la pièce à découper, il se forme des oxydes. Ces oxydes, en même temps que le matériel fondu, sont soufflés à travers l'entaille. Une portion des oxydes et des matériaux fondus se dépose toutefois sur la face inférieure de l'entaille sous forme de bavures. Ces bavures peuvent, en particulier dans l'acier fortement allié, être difficiles à enlever. Dans une opération de découpe à l'oxygène pur comme gaz de coupe, la zone fondue sera mélangée de laitier, c'est-à-dire d'un mélange d'oxydes provenant de la pièce à découper.

Les particules de laitier dans l'entaille peuvent donner lieu à des problèmes dans la soudure qui vient à la suite. C'est ainsi qu'une tôle métallique découpée à l'oxygène pur comme gaz de coupe peut donner un joint soudé contenant des poches de laitier qu'il peut être difficile d'enlever.

5 Une méthode pour éviter les difficultés inhérentes à la formation de l'oxyde et à la formation, qui fait suite, de bavures et de laitier, serait de remplacer l'oxygène du gaz de coupe par un gaz inerte. Toutefois ceci se traduirait par une diminution de la vitesse de coupe aboutissant à une vitesse très faible. Par conséquent un tel processus comporte de sérieux inconvénients.

10

Le but de la présente invention est d'apporter un procédé grâce auquel on puisse éviter les difficultés et les inconvénients mentionnés ci-dessus. Le procédé conforme à la présente invention est substantiellement caractérisé en ce que l'on mélange le gaz de coupe avec au moins

15 un gaz substantiellement inerte tel que, par exemple, He, N₂, Ar ou CO₂, c'est-à-dire un gaz ou un mélange de gaz qui ne présente que de faibles tendances réactives avec le matériau de la pièce à découper, et en ce que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 30 et 90% du total du gaz de coupe.

20 La nature de la présente invention et ses aspects seront plus facilement compris à partir de la brève description des dessins joints et de la discussion qui s'y rapporte.

Sur les dessins joints :

La figure 1 représente le principe d'un équipement de coupe au

25 laser ; et les figures 2 et 3 représentent schématiquement la vitesse de coupe en fonction de la concentration d'oxygène dans le gaz de coupe dans un mélange typique de gaz de coupe.

On a déjà décrit ci-dessus l'équipement correspondant à la figure 1. Le lecteur expérimenté reconnaîtra les chiffres suivants de référence correspondants à la figure 1. Faisceau laser 1, dispositif à buse

30 3, pièce à découper 6, conduite d'arrivée 5, chambre sous pression 4, embouchure de la buse 11, billes formant portée 8, éléments supports 7, 9, trou 10. On amène le gaz de coupe, contenant de l'oxygène mélangé à un gaz inerte, à la chambre sous pression 4 par la conduite d'arrivée 5. Au cours des expériences, on a utilisé comme gaz

35

inertes supplémentaires He, N₂, Ar et CO₂. Pour obtenir le meilleur résultat possible en ce qui concerne la vitesse de coupe et la qualité de l'entaille, il est essentiel de choisir des valeurs convenables pour la position de la lentille, pour le diamètre de l'embouchure de la buse et pour la distance entre l'embouchure de la buse et la pièce à découper. Il faut en outre employer dans la buse une pression convenable de gaz de coupe et il faut employer dans le gaz de coupe un mélange convenable de gaz actif et de gaz inerte. Dans un laser à CO₂, il faut utiliser une puissance supérieure à 400 W. L'ordre de grandeur du diamètre de la buse peut se situer entre 0.8 et 1.2 mm et l'ordre de grandeur de la distance de buse peut se situer entre 0.25 et 0.60 mm. La pression du gaz de coupe dans la buse doit se situer entre 2 et 5 bars. Avec des buses spéciales, on peut utiliser une pression plus élevée pour le gaz de coupe et dans ce cas la pression peut dépasser 7 bars.

Le mélange de gaz de coupe, c'est-à-dire le mélange d'oxygène et d'un gaz inerte doit, comme mentionné ci-dessus, être tel que la concentration de l'oxygène se situe entre 30 et 90% du total du gaz de coupe. Si l'on emploie l'un des gaz inertes He, N₂, Ar ou CO₂, la concentration en oxygène, pour la découpe d'acier fortement allié et d'acier inoxydable, doit se situer entre 40 et 80% du total du gaz de coupe. Si l'on choisit He comme gaz inerte, la concentration en oxygène doit se situer entre 45 et 75% du total du gaz de coupe. Si l'on choisit comme gaz inerte l'un des autres gaz mentionnés ci-dessus, N₂, Ar ou CO₂, la concentration en oxygène doit se situer entre 40 et 70% du total du gaz de coupe.

On a effectué des expériences de découpe sur des pièces sous forme de tôles de différentes épaisseurs en matériaux non alliés et fortement alliés (aciers inoxydables). On a effectué les expériences à différentes distances de buse, le meilleur résultat en coupe étant obtenu pour les distances de buse les plus faibles possibles. Comme référence pratique on peut mentionner 0.3 mm. Comme référence pratique pour le trou de l'embouchure de la buse, on peut indiquer un diamètre de 0.8 mm. Dans les expériences, on a fait varier la vitesse de coupe, la pression du gaz et la position de la lentille pour chaque épaisseur de tôle et pour chaque mélange de gaz de coupe, de façon à déterminer les meilleures conditions de coupe.

L'expérience montre qu'en général la vitesse de coupe décroît quand la teneur en oxygène dans le gaz de coupe décroît. Dans chaque expérience respective, on a déterminé la vitesse de coupe la plus élevée possible pour la meilleure qualité d'entaille possible, pour des mélanges de gaz de coupe constitués d'oxygène mélangé à He, N₂, Ar et CO₂. Ce sont tout d'abord les dimensions des bavures dans l'entaille qui sont décisives pour juger de la qualité de l'entaille. Les figures 2 et 3 indiquent la vitesse de coupe en fonction de la concentration en oxygène dans le gaz de coupe, ce gaz de coupe étant un mélange contenant du He. La figure 2 montre ces relations pour la découpe d'une tôle d'acier inoxydable d'épaisseur 0.5 mm et la figure 3 pour la découpe d'une tôle d'acier inoxydable d'épaisseur 1.0 mm. Ces courbes montrent des exemples typiques de la relation entre la vitesse de coupe, la concentration en oxygène et la qualité de l'entaille. On obtient des courbes d'apparence semblable pour les autres gaz mentionnés ci-dessus.

Le lecteur expérimenté qui examine les figures 2 et 3 verra que la courbe de la vitesse de coupe présente un minimum pour une teneur en oxygène de 90%, et que la courbe croît ensuite en réponse à une diminution de la concentration en oxygène. Si le gaz de coupe est un mélange contenant de l'hélium, on obtient une vitesse de coupe maximale pour un ordre de grandeur de la concentration en oxygène situé entre 45 et 75%. Sur les figures 2 et 3, on a également représenté par un point la vitesse de coupe avec un gaz contenant 100% He. Ici la vitesse de coupe n'est que d'environ 0.5 m/min, un chiffre absolument inacceptable. Ceci met en valeur l'importance de la présence d'oxygène dans le gaz de coupe pour le processus de découpe au laser. En ce qui concerne la qualité de l'entaille, on obtient une amélioration marquée, en particulier pour l'acier inoxydable, si l'on utilise un mélange de gaz comme gaz de coupe. Ceci provient du fait qu'il se crée une bavure sur le bord inférieur de l'entaille lorsque l'on utilise de l'oxygène pur dans l'opération de coupe. Cette bavure peut être difficile à enlever. Ceci s'applique également à des mélanges de gaz dont l'ordre de grandeur de la teneur en oxygène va de 90 à 100%. La plage allant de 80 à 90% est une zone de transition dans laquelle les bavures commencent à prendre la forme de gros plombs de chasse. Ceci devient encore plus manifeste pour des teneurs en oxygène inférieures à

70%. Ici les bavures ont la forme de gros plombs de chasse le long de l'entaille - gros plombs de chasse que l'on peut facilement enlever à l'aide, par exemple, d'une brosse. Par conséquent cette amélioration de la qualité de l'entaille est une conséquence de l'accroissement, mentionné préalablement, de la vitesse de coupe.

Un examen métallurgique effectué à l'aide du microscope électronique a permis de faire apparaître une autre amélioration de la qualité de l'entaille lors de l'utilisation d'un mélange de gaz comme gaz de coupe. Dans une coupe employant un mélange de gaz, on a trouvé que la zone fondue dans l'entaille était plus petite et que cette zone ne contient pas de particules de laitier incrustées. Dans l'opération de soudure qui suit de, par exemple, une tôle d'acier inoxydable, lorsque l'on a employé comme gaz de coupe un mélange de gaz, on obtient pour le cordon de soudure une surface bien lisse.

En utilisant, pour la découpe au laser, un gaz de coupe constitué d'un mélange gazeux comprenant un gaz actif, oxygène, et un gaz inerte tel que He, N₂, Ar ou Co₂, dans lequel l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 30 et 90% du total du gaz de coupe, on peut effectuer sous des conditions acceptables la découpe aussi bien de pièces non alliées que de pièces fortement alliées. Tout en ayant une vitesse de coupe moindre, on obtiendra une meilleure qualité d'entaille. Grâce au procédé conforme à la présente invention, on obtiendra une entaille dans laquelle les bavures soit sont complètement absentes, soit peuvent être très facilement enlevées. De même il ne se produit pas de poche de laitier à la surface de l'entaille, ce qui représente un avantage considérable pour l'opération de soudure qui vient à la suite.

REVENDEICATIONS

1. Procédé, dans la découpe de pièces métalliques au laser, pour éviter la formation de bavures et de laitier dans l'entaille et pour réaliser une bonne soudabilité et, simultanément, permettre des vitesses de coupe élevées dans la pièce, étant précisé que l'on emploie un gaz de coupe qui contient au moins un gaz actif tel que par exemple de l'oxygène, caractérisé en ce que l'on mélange le gaz de coupe avec au moins un gaz substantiellement inerte tel que, par exemple, He, N₂, Ar ou CO₂, c'est-à-dire un gaz ou un mélange de gaz qui ne présente que de faibles tendances réactives avec le matériau de la pièce à découper (6), et en ce que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 30 et 90% du total du gaz de coupe.

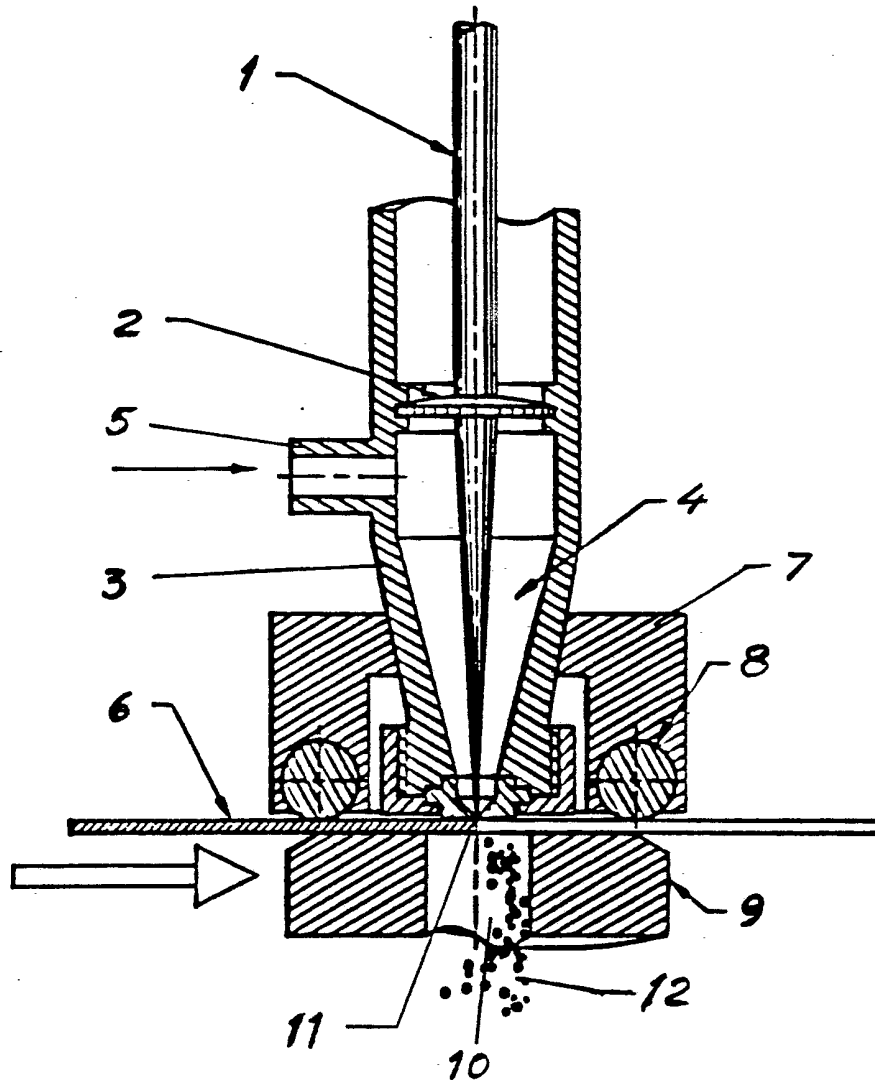
2. Procédé comme revendiqué dans la revendication 1, dans lequel la pièce à découper est constituée d'un matériau fortement allié ou inoxydable, caractérisé en ce que le gaz actif est de l'oxygène mélangé avec au moins l'un des gaz inertes He, N₂, Ar ou CO₂, et en ce que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 40 et 80% du total du gaz de coupe.

3. Procédé comme revendiqué dans la revendication 2, dans lequel on emploie comme gaz inerte He, caractérisé en ce que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 45 et 75% du total du gaz de coupe.

4. Procédé comme revendiqué dans la revendication 2, dans lequel on emploie comme gaz inerte Ar, caractérisé en ce que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 40 et 70% du total du gaz de coupe.

5. Procédé comme revendiqué dans la revendication 2, dans lequel on emploie comme gaz inerte CO₂, caractérisé en ce que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 40 et 70% du total du gaz de coupe.

6. Procédé comme revendiqué dans la revendication 2, dans lequel on emploie comme gaz inerte N₂, caractérisé en ce que l'ordre de grandeur de la concentration en oxygène se situe entre 40 et 70% du total du gaz de coupe.

*Fig 1*

