

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年6月3日(03.06.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/106400 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 31/00 (2006.01) G01N 21/892 (2006.01)
G01N 21/88 (2006.01) G01N 21/91 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/038690

(22) 国際出願日: 2020年10月14日(14.10.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-213856 2019年11月27日(27.11.2019) JP

(71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 原 亜怜(HARA Asato); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 村上 翔真(MURAKAMI Syoma); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 木谷 靖(KITANI Yasushi); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).

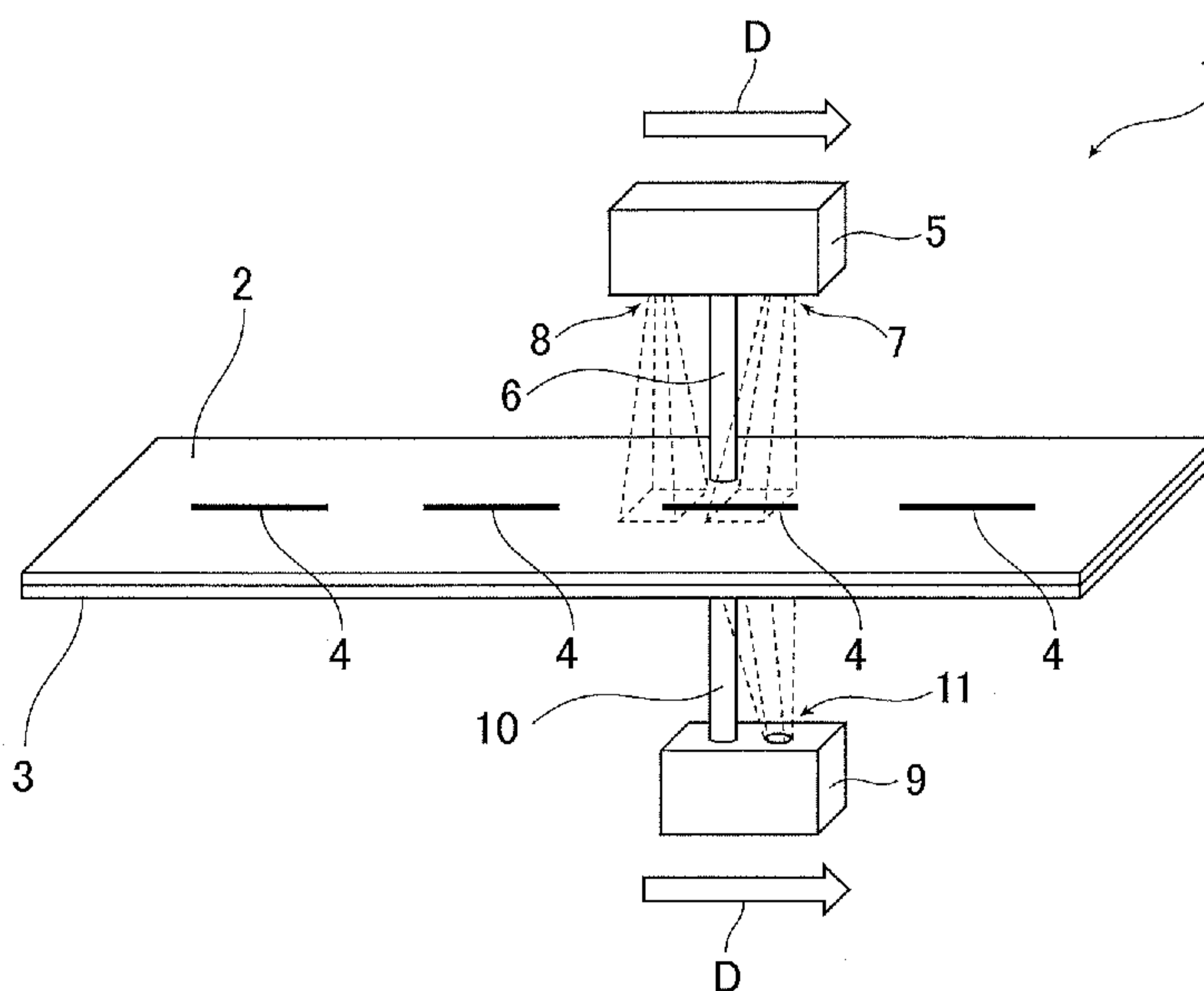
(74) 代理人: 熊坂 晃, 外(KUMASAKA Akira et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目7番1号 J F E テクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: WELD INSPECTING DEVICE

(54) 発明の名称: 溶接検査装置

[図1]



(57) Abstract: A weld inspecting device 1 detects welding defects 14 in welded portions 4 of metal plates 2, 3, and includes a liquid application head 5 which is disposed on one surface side of the metal plates, and which is capable of traveling in the welding direction of the metal plates, and an air ejecting head 9 which is disposed on the other surface side of the metal plates, and which is capable of traveling in the welding direction of the metal plates, wherein: the liquid application head 5 includes a liquid application nozzle which projects toward said one surface side of the metal plates, and which applies a liquid for sealing the welded portions; and the air ejecting head 9 includes an air ejecting nozzle which projects toward the

WO 2021/106400 A1

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

other surface side of the metal plates, and which ejects air 13 onto the welded portion to which the liquid has been applied.

(57) 要約: 溶接検査装置 1 は、金属板 2、3 の溶接部 4 における溶接欠陥 14 を検出するものであって、金属板の一方面側に配置されて金属板の溶接方向に進行可能な液体塗布ヘッド 5 と、金属板の他方面側に配置されて金属板の溶接方向に進行可能なエア噴射ヘッド 9 と、を有し、液体塗布ヘッド 5 は、金属板の一方面側へ突出し、溶接部をシールする液体を塗布する液体塗布ノズルを有し、エア噴射ヘッド 9 は、金属板の他方面側へ突出し、液体を塗布された溶接部にエア 13 を噴射するエア噴射ノズルを有する。

明 細 書

発明の名称：溶接検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、簡便かつ正確な溶接欠陥の検出を可能にする溶接検査装置に関する。

背景技術

[0002] 溶接は、従来から多くの構造部材を接合する際に用いられている。しかし、溶接の過程で、様々な溶接欠陥が発生するという問題もある。

[0003] 例えば薄鋼板の溶接では、溶接部を貫通する割れと呼ばれる溶接欠陥が発生することがある。このような溶接欠陥は、製品の気密性及び耐食性に対して悪影響を与える。そこで、溶接欠陥を画像認識装置等によってオンラインにて検出し、再溶接を施す等の対策を講じる必要がある。

[0004] 近年、高強度化に伴って薄鋼板を合金化処理するケースが多いほか、レーザー溶接に代表される幅狭の溶接が実用化されているといった事情がある。これらの場合、従来のオンラインの検査方法では検出できない程度に微小な割れ等の溶接欠陥が発生しうる。

[0005] 溶接欠陥をより詳細に判定する方法として、オフラインでの断面観察試験、浸透探傷試験、及び放射線透過試験等が挙げられる。断面観察試験では、正確な判定ができるものの、溶接部を切り出す必要があるため時間的・作業的なコストが大きいという問題がある。浸透探傷試験は、断面観察試験ほどの時間はかからないものの、なお長時間を要する検査方法であり、かつレーザー溶接などの幅狭でアンダーフィルが大きい溶接部の場合には溶接良否の判定が正確にできないという問題もある。さらに放射線透過試験は、高エネルギーの放射線が必要であり、放射線の漏洩を防ぐ観点から大型の検出装置が必要なので、工場での実適用は難しい。

[0006] レーザ溶接によって形成された溶接部の割れ等の欠陥を検出する方法を開示した文献として、以下の特許文献1及び特許文献2が知られている。

[0007] 特許文献1では、溶接ビートに溶接割れが発生している場合には、熱影響部の幅が小さくなることを利用し、熱影響部の幅にしきい値を設けて、画像認識にてその値を下回った場合に溶接不良と判定する技術が開示されている。特許文献2では、溶接ビートに溶接割れが発生している場合には、割れの内部が断熱層として機能して割れ部分の冷却が遅延することを利用し、溶接部から離れた箇所での温度履歴を計測し、冷却速度があるしきい値よりも遅くなった場合に溶接不良と判定する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2008-196866号公報

特許文献2：特開2008-279497号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 上述したように、レーザ溶接等において溶接部の幅が狭くなっていく傾向にあり、溶接部の幅が狭くなると溶接欠陥も微小になる。この場合、正常な溶接部と溶接割れ等が生じた溶接部との間の熱影響部の幅の差、もしくは温度変化の差は小さくなる。このため、特許文献1記載の熱影響部の幅によるしきい値処理もしくは特許文献2記載の温度の時間変化のしきい値処理に基づく判定では、正確に溶接部の良否を判定できなくなる。

[0010] 本発明はこのような問題に鑑みて完成されたものであり、溶接部に発生する微小な溶接欠陥であっても、オンラインにて簡便かつ正確に検出できる溶接検査装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するための手段は、以下の通りである。

[1] 金属板の溶接部における溶接欠陥を検出する溶接検査装置であって、
金属板の一方面側に配置されて金属板の溶接方向に進行可能な液体塗布へ

ッドと、

金属板の他方面側に配置されて金属板の溶接方向に進行可能なエア－噴射ヘッドと、を有し、

前記液体塗布ヘッドは、金属板の一方面側へ突出し、溶接部をシールする液体を塗布する液体塗布ノズルを有し、

前記エア－噴射ヘッドは、金属板の他方面側へ突出し、液体を塗布された溶接部にエア－を噴射するエア－噴射ノズルを有する溶接検査装置。

[2] 前記液体塗布ヘッドは、前記液体塗布ノズルよりも進行方向の前方に、溶接部を撮影するカメラを有する [1] に記載の溶接検査装置。

[3] 前記エア－噴射ヘッドは、前記エア－噴射ノズルよりも進行方向の前方に、溶接部を撮影するカメラを有する [1] 又は [2] に記載の溶接検査装置。

[4] 前記液体塗布ノズルは、前記エア－噴射ノズルよりも進行方向の前方に、配置される [1] から [3] までのいずれかに記載の溶接検査装置。

[5] 前記液体塗布ヘッドは、前記液体塗布ノズルよりも進行方向の後方に、液体中で発生する泡を撮影する後方カメラを有する [1] から [4] までのいずれかに記載の溶接検査装置。

発明の効果

[0012] 本発明によると、金属板の他方面側から噴射されたエア－が溶接欠陥部分を通り、一方面側に塗布された液体が泡立つことを利用して溶接欠陥を検出することにより、微小な溶接欠陥であっても、簡便かつ正確に溶接欠陥を検出できる。

また、液体塗布ヘッド及びエア－噴射ヘッドが溶接方向へ進行することにより、オンラインでの検出が可能となるので、オフラインで行う検出装置及び検出方法に比べて、検査時間を大幅に短縮できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明に係る溶接検査装置の一例を示す斜視図である。

[図2]図2は、本発明に係る溶接検査装置の一例を示す側面図である。

[図3]図3は、溶接欠陥が発生した場合の溶接継手の上面図である。

[図4]図4は、図3に示す溶接継手のA-A線断面図である。

[図5]図5は、検査対象物の一例である自動車用骨格部品を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して、本発明の一実施形態について具体的に説明する。尚、本発明は当該実施形態に限定されるわけではない。

[0015] 図1は、上下に重ね合わせた金属板2と金属板3とを、金属板2、3の長手方向に形成された複数の溶接部4によって重ね溶接を行った例を示す。溶接は、通常一方向に向かって行われ、当該方向を溶接方向と称する。溶接方向は、溶接部4の長手方向と一致し、図1の例では金属板2、3の長手方向とも一致する。当該重ね溶接では通常レーザー溶接が用いられるので、微小な溶接欠陥が発生しやすく、従来の溶接検査方法では当該溶接欠陥を検出しにくい。

[0016] <溶接検査装置>

図1に示すように、本発明に係る溶接検査装置1は、液体塗布ヘッド5とエアースプレーヘッド9とを有する。液体塗布ヘッド5は、金属板の一方面側（表面側）へ突出する筒状の液体塗布ノズル6を有する。エアースプレーヘッド9は、金属板の他方面側（裏面側）へ突出する筒状のエアースプレーノズル10を有する。図2のように、液体塗布ノズル6によって金属板2の表面に液体12が塗布され、エアースプレーノズル10によって金属板3の裏面からエアースプレー13が噴射される。

[0017] 液体塗布ヘッド5及びエアースプレーヘッド9は、溶接方向に沿って移動する。図1にて、液体塗布ヘッド5及びエアースプレーヘッド9が進行する方向を、進行方向Dと称する。尚、液体塗布ヘッド5とエアースプレーヘッド9とは、同期して移動することが好ましい。これにより、検査時間を短くするとともに、液体を塗布してから時間をあけてエアースプレーヘッドを走査させることで液体が蒸発してしまい、割れを正確に検出できなくなるのを防止することがで

きる。

[0018] エアー噴射ノズル10は、液体塗布ノズル6によって液体を塗布された後の溶接部4に対してエアーを噴射する。エアーの噴射よりも液体の塗布を確実に先に行うという観点から、液体塗布ノズル6は、エアー噴射ノズル10よりも進行方向の前方に配置されることが望ましい。

[0019] 詳細については後述するが、液体12を塗布された溶接部4の裏側からエアー13を噴射すると、溶接欠陥がある場合には溶接部4の表面側の液体中に泡が検出される。当該泡の有無によって、溶接欠陥の有無を判定できる。

[0020] 液体塗布ヘッド5は、液体塗布ノズル6よりも進行方向前方にカメラ7を有することが好ましい。また、エアー噴射ヘッド9は、エアー噴射ノズル10よりも進行方向前方にカメラ11を有することが好ましい。当該カメラ7及びカメラ11は、撮影画像の明暗情報等をもとに溶接部4を認識可能な装置であればよい。より具体的な一例では、カメラ7及びカメラ11は、金属板2及び金属板3の表裏面を撮影した後に、制御装置（図示せず）へと撮影画像を出力する。制御装置は、画像処理を行って溶接部4の位置を把握し、次いで液体塗布ヘッド5及びエアー噴射ヘッド9の動作を制御する。具体的には、制御装置は、液体塗布ヘッド5及びエアー噴射ヘッド9を、溶接部4の溶接方向に追従して移動させる。尚、カメラ7又はカメラ11と、制御装置とは一体化した装置を用いてもよい。

[0021] さらに液体塗布ヘッド5は、液体塗布ノズル6よりも進行方向後方にて、後方カメラ8を有することが好ましい。後方カメラ8は、溶接部裏面からのエアー噴射時に、溶接部4の表面側を撮影する。後方カメラ8によって取得された撮影画像が、図示しない表示装置に表示されるようにしてもよい。あるいは、制御装置が撮影画像から溶接部4の表面の液体中の泡立ちの有無を識別することで、溶接欠陥の有無を判定するようにしてもよい。この場合、溶接欠陥の検査を自動で行うことができる。

[0022] 後方カメラ8は、進行方向に関して、少なくとも検査中において前述したエアー噴射ノズル10と同等の位置（対向する位置）に設けられることが望

ましい。これにより、後方カメラ8は、エアー噴射がなされている溶接部4を確実に撮影できる。

[0023] 上述のように、カメラ7又はカメラ11による溶接部4の追従機能と、後方カメラ8による泡の判定機能とを組み合わせることで、自動で溶接部4の検査が可能となる。

[0024] 図1、2を用いて溶接検査装置1の動作についてより詳細に説明する。まず、所定の溶接部4に対し、金属板2の表面側で液体塗布ヘッド5が進行方向Dに移動しながら、液体12が溶接方向に沿って溶接部4の表面に塗布されていく。次に液体12が塗布された後の溶接部4の裏面側から、エアー噴射ヘッド9によってエアー13が噴射される。なお、エアー噴射ヘッド9は、検査時間の短縮のために、進行方向Dに向かって移動しながらエアー13を噴射してもよい。あるいは、エアー噴射ヘッド9は、精度よく検査を行うために、エアー13を噴射するときには移動を停止してもよい。泡の判定は、目視で行うこともできるし、後方カメラ8により取得された撮影画像を用いて行うこともできる。撮影画像を用いる場合には、エアー噴射中の溶接部4を確実に撮影できるように、進行方向Dにおける後方カメラ8の撮影視野内にエアー噴射ノズル10によるエアー13の噴射位置が裏面に含まれるようになっている。

[0025] 次に、図3及び図4を用いて、本発明に係る溶接検査装置によって溶接欠陥が検出される原理を説明する。図3は溶接部4近傍の上面図であり、図4は図3のA-A断面図である。図4は、エアー13を噴射することで、溶接部4における溶接欠陥14を検出している状態を示す。尚、本発明における溶接部4は、溶接時に母材が溶融した部分にあたる溶融部と、その周辺において溶接熱により組織変化を生じた熱影響部(HAZ)とを含む。また図3のように、溶接欠陥14は、溶接始端部Sから溶接終端部Eまでの全体に伝播することが多い。

[0026] まず、溶接部4の表面側にシール用の液体12が塗布される。液体12は、溶接部4の表面をシールできる程度の表面張力を有し、エアーの噴射によ

って泡沫現象を生じるものであればよい。液体 1 2 の具体例として公知のガス漏れ検出液等のように、界面活性剤もしくは高分子化合物等の発泡因子を含有する液体を用いることができる。

[0027] 次に、液体 1 2 が塗布された溶接部 4 を対象として、金属板 3 の裏面側からエア− 1 3 を噴射する。図 3 及び図 4 の例のように、溶接部 4 に溶接欠陥 1 4（具体的には溶接部の板厚方向全長に及ぶ割れ）が存在すると、エア− 1 3 は当該溶接欠陥 1 4 を通って金属板 2 の表面側へと到る。エア− 1 3 は、溶接部 4 の表面側の液体 1 2 を通過する際に、泡 1 5 を発生させる。

[0028] 一方で、溶接部 4 に溶接欠陥が存在しない場合、例えば溶接部 4 の厚さ方向全長に及ぶ割れが存在しないときには、金属板 3 の裏面側から噴射されたエア− 1 3 は、金属板 2 の表面側まで到ることはなく、液体 1 2 において泡 1 5 を発生させることはない。

[0029] このように、溶接部 4 の裏面側からエア− 1 3 を噴射し、この際に溶接部 4 の表面側の液体 1 2 で観察される泡 1 5 の有無によって、溶接欠陥 1 4 の有無が判定される。このように、泡の観察を行うことで微小な溶接欠陥の有無を判定でき、従来に比べて簡便かつ正確な検出が可能となる。また、オンラインでの検出作業を行えることから、従来に比べて検出作業にかかる期間を大幅に短縮できる。特に、上記溶接検査装置が、合金化された薄鋼板の溶接部、及びレーザー溶接によって形成された溶接部等に適用された場合、微小な溶接欠陥であっても確実に検出できる。

[0030] 尚、上述した溶接検査装置を用いて溶接欠陥の検出を行った後、溶接部 4 を溶接方向と垂直な断面で切り出して、切断面を光学顕微鏡等で観察すれば、溶接欠陥 1 4 の有無をより確実に認定できる。

[0031] 以下に溶接検査装置の好ましい各種条件について説明する。尚、本発明は、以下の好適条件に限定されるわけではない。

[0032] <液体 1 2 の粘度： μ (Pa · s) >

液体 1 2 の粘度が大きい場合、エア− 1 3 が液体 1 2 によりブロックされ、溶接欠陥 1 4 を通過できないことがある。一方で、液体 1 2 の粘度が小さ

い場合、貫通した溶接欠陥14がある金属板2、3に対して噴射されたエア13が、溶接部4の表面に塗布した液体12を泡立てることなく、液体12を通過することがある。これらの観点から、液体12の粘度 μ は、 $0.003 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下とすることが好ましい。さらに好ましくは $0.005 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $0.5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の範囲である。

[0033] <液体12の塗布量： a (ml / mm^2) >

液体12の塗布量が少ない場合、溶接部4の表面全体に液体12が広がらず、溶接部4の表面を完全にシールすることができないことがある。この場合、エア13が液体12の塗布されていない部分を通過することで、泡15が発生せず溶接欠陥14を検出できないという問題が起こりうる。一方で、液体12の塗布量が多い場合、液体12が溶接部4から流出して溶接部4の表面をシールできなくなる可能性がある。これらの観点から、溶接部4の単位表面積あたりに塗布する液体12の量 a は、 $0.0001 \text{ ml} / \text{mm}^2$ 以上 $0.003 \text{ ml} / \text{mm}^2$ 以下とすることが好ましい。さらに好ましくは $0.0005 \text{ ml} / \text{mm}^2$ 以上 $0.002 \text{ ml} / \text{mm}^2$ 以下の範囲である。

[0034] <液体塗布ノズル6の直径： $\Phi 1$ (mm) >

液体塗布ノズル6の直径が小さい場合、ノズルの先端が目詰まりを起こす可能性がある。一方で、液体塗布ノズル6の直径が大きい場合、ノズルの内径が溶接部4の幅より大きくなり、液体12が溶接部4の外側に流出する可能性がある。これらの観点から、液体塗布ノズル6の直径 $\Phi 1$ は、 0.1 mm 以上 5.0 mm 以下とすることが好ましい。さらに好ましくは 0.5 mm 以上 $\sim 3 \text{ mm}$ 以下の範囲である。

[0035] <液体塗布ノズル6と金属板2の表面との距離： $d 1$ (mm) >

上記距離 $d 1$ が小さい場合、金属板2に接触した液体12と後から供給される液体12とが干渉し、液体塗布ノズル6から適切に液体12を供給できない可能性がある。一方、上記距離 $d 1$ が大きい場合、目的の箇所に液体12を塗布することができない可能性がある。これらの観点から、液体塗布ノズル6と金属板2の表面との間の距離 $d 1$ は、 1.0 mm 以上 5.0 mm 以

下とすることが好ましい。さらに好ましくは1.5 mm以上～4 mm以下の範囲である。

[0036] <液体12の送給速度： V (mm/s)>

液体12の送給速度が小さい場合、液体12の塗布作業に要する時間が過大となる。一方で、液体12の送給速度が大きい場合、液体12が溶接部4の表面から飛び散り、上手く表面をシールできない可能性がある。これらの観点から、液体12の送給速度 V は、1.0 mm/s以上1000 mm/s以下とすることが好ましい。さらに好ましくは5.0 mm/s以上100 mm/s以下の範囲である。

[0037] <エアー13の送給量： b (ml/min)>

エアー13の送給量が少ない場合、板厚方向に貫通する溶接欠陥14が存在する場合でも、エアー13が当該溶接欠陥14を通過しない可能性がある。一方でエアー13の送給量が多い場合、エアー13が金属板表面の液体12を吹き飛ばしてしまい、溶接欠陥14が検出できない可能性がある。これらの観点から、エアー13の送給量 b は、10 ml/min以上50 ml/min以下とすることが好ましい。さらに好ましくは15 ml/min以上40 ml/min以下の範囲である。

[0038] <エアー噴射ノズル10と裏面側の金属板3のなす角度： θ (deg)>

角度 θ が30°よりも小さい場合、エアー13が溶接欠陥14を通過しにくくなり、溶接欠陥14を検出できない可能性がある。一方で、エアー13の溶接欠陥14における通過しやすさを考えると、 θ は90°に近い方が望ましい。よって、上述の θ は30°以上90°以下とすることが好ましい。さらに好ましくは45°以上90°以下の範囲である。尚、上述の θ を算出する際に、エアー噴射ノズル10が傾斜する方向は特に限定されない。

[0039] <エアー噴射ノズル10の内径： $\Phi 2$ (mm)>

内径 $\Phi 2$ が小さい場合、エアー13が溶接欠陥14から外れた位置に噴射された際に、溶接欠陥14を検出することが難しい。一方で、上述の $\Phi 2$ が大きい場合、噴射するエアー13の圧力を確保できず、エアー13が板厚方

向に貫通した溶接欠陥14を通過することができず、溶接欠陥14を検出することが難しいことがある。以上の観点から、 $\phi 2$ は0.1mm以上5.0mm以下とすることが望ましい。さらに望ましくは1.0mm以上4.0mm以下の範囲である。

[0040] <エアースプレーノズル10と裏面側の金属板3との間の距離： d_2 (mm)>

距離 d_2 が小さい場合、エアースプレー13が溶接欠陥14から外れた位置に噴射された際に、溶接欠陥14を検出することが難しい。一方で上述の d_2 が大きい場合、エアースプレー13が金属板3の裏面に到達するまでに広がってしまい、圧力を確保できず、溶接欠陥14を検出することが難しいことがある。以上の観点から、 d_2 は1.0mm以上5.0mm以下とすることが好ましい。さらに好ましくは1.5mm以上4.0mm以下の範囲である。

[0041] <検査対象物>

本発明に係る溶接検査装置を適用可能な検査対象物の一例として、自動車用骨格部品が挙げられる。自動車用骨格部品の具体例を図5に示す。図5では、断面形状が略ハット形状のフレーム部品である鋼板2と、パネル部品である鋼板3とが用いられる。当該自動車用骨格部品は、フレーム部品（鋼板2）のフランジ部2bと、当該フランジ部2bに対向するパネル部品（鋼板3）の一部とが溶接されて、閉断面を構成する。

[0042] 前述した自動車用骨格部品の具体例として、例えば、センターピラー、及びルーフレール等が挙げられる。これらの部材には、一般的に高張力鋼板からなる薄鋼板が使用され、フランジ部の重ね溶接ではレーザー溶接が用いられることも多いので、微小な溶接欠陥が発生する可能性が高い。本発明に係る溶接検査装置を用いることで、当該微小な溶接欠陥も簡易かつ正確に検出できる。

実施例 1

[0043] 以下、本発明の作用及び効果について、実施例を用いて説明する。尚、本発明は以下の実施例に限定されるわけではない。

[0044] 本実施例では、供試材として表1に示す成分組成の鋼板を用いた。より具

体的には、鋼種 A 又は B のいずれかの成分組成を備えた鋼板 2 枚を、重ね溶接した。鋼材の板厚は、鋼種 A が 1.2 mm、1.6 mm 及び 2.0 mm のいずれかであり、鋼種 B が 1.6 mm であった。重ね溶接する際の鋼板 2 と鋼板 3 は、ともに同じ板厚とした。鋼板 2、3 の長手方向長さは、いずれも 500 mm であった。尚、鋼板 2 は、図 5 に示すように縦壁部 2 a とフランジ部 2 b とを有するハット型であり、図 5 と同様の態様で鋼板 2 と鋼板 3 とが重ね溶接された。具体的には、ハット型の鋼板 2 と底板（鋼板 3）とを重ね合わせた後、重ね合わせた鋼板 2 のフランジ部 2 b の表面側から長手方向に沿って複数箇所（20箇所）のレーザ溶接を断続的に行って溶接部 4 を形成した。この際、溶接欠陥の判定の有効性を調べるため、20箇所のすべての溶接部 4 に溶接欠陥が含まれるように溶接を行った。尚、試験片のサイズは、縦壁部 2 a の高さが 40 mm、フランジ部 2 b の長手方向長さが 500 mm、フランジ部 2 b の幅が片側 20 mm であった。

[0045] 次に溶接欠陥の判定を以下の手順で行った。

(1) ハット型試験片のフランジ部に形成された 20箇所の溶接部 4 に、表面側から液体 1 2 を塗布し、裏面側からエアー 1 3 を噴射した後に、液体 1 2 に泡 1 5 が発生するかどうかを確認した。

(2) 20箇所の溶接部 4 のそれぞれについて、溶接終端部 E から 5 mm 離れた箇所を溶接方向と垂直に切り出し、断面観察を実施した。

(3) (1) で表面の液体 1 2 に気泡が発生した溶接箇所と、(2) で溶接欠陥 1 4 がみられた溶接箇所が 20箇所全てで一致していれば合格、一つでも一致していない場合には不合格とした。得られた結果を表 2 に示す。

[0046]

[表1]

鋼種	強度 (MPa)	成分組成 (質量%)												
		C	Si	Mn	P	S	Ti	Nb	Cr	Mo	B	Al	N	
A	980	0.21	1.5	2.0	0.004	0.0007	—	—	—	—	—	—	0.031	0.0025
B	1180	0.18	1.4	2.7	0.003	0.0009	—	—	—	—	—	—	0.025	0.0035

残部はFeおよび不可避免的の不純物

[0047]

[表2]

試番	鋼種	TS (MPa)	鋼板2板厚 t ₂ (mm)	鋼板3板厚 t ₃ (mm)	総板厚 T (mm)	液体粘度 μ (Pa·s)	液体塗布量 a (ml/mm ²)	液体ノズル径 φ ₁ (mm)	液体ノズル-鋼板2間距離 d ₁ (mm)	液体送給速度 V (mm/s)	エア-送給量 b (ml/min)	エア-送給角度 θ (deg)	エア-ノズル径 φ ₂ (mm)	エア-ノズル-鋼板3間距離 d ₂ (mm)	溶接欠陥検出可否	備考
1	A	980	1.2	1.2	2.4	0.1	0.001	2.0	2.0	10	25	90	2.0	2.0	○	本発明例
2	A	980	1.6	1.6	3.2	0.1	0.001	2.0	2.0	10	25	90	2.0	2.0	○	本発明例
3	A	980	2.0	2.0	4.0	0.1	0.001	2.0	2.0	10	25	90	2.0	2.0	○	本発明例
4	B	1180	1.6	1.6	3.2	0.1	0.001	2.0	2.0	10	25	90	2.0	2.0	○	本発明例

○:合格
x:不合格

[0048] 表2に示すように、本発明例のNo. 1～No. 4のいずれの場合も、上述した好適条件を満たしており、より正確に溶接欠陥を検知できた。すなわち、No. 1～No. 4の液体粘度μは0.1 Pa·sであり、0.003 Pa·s以上1 Pa·s以下の条件を満たしている。これにより、エア-1

3がハット型金属板2の液体12を通過することができ、溶接部4の表面に塗布した液体12を泡立てることができた。

[0049] No. 1～No. 4の液体12の塗布量aは 0.001 ml/mm^2 であり、 0.0001 ml/mm^2 以上 0.003 ml/mm^2 以下の条件を満たしている。このため、液体12が溶接部4全体に塗布され、溶接部4の表面を完全にシールすることができた。

[0050] No. 1～No. 4の液体ノズル6の $\Phi 1$ は 2.0 mm であり、 0.1 mm 以上 5.0 mm 以下の条件を満たしている。よって、液体ノズル6が目詰まりを起こすことなく、液体12が溶接部4の外側に流れてしまうのを確実に防止できた。

[0051] No. 1～No. 4の液体ノズル6と金属板2との間の距離d1は 2.0 mm であり、 1.0 mm 以上 5.0 mm 以下の条件を満たしている。これにより、供給のタイミングが異なる液体12同士が干渉することなく、溶接部4に液体12を塗布していない箇所が生じるのを防止することができた。

[0052] No. 1～No. 4の液体12の送給速度Vは 10 mm/s であり、 1.0 mm/s 以上 1000 mm/s 以下の条件を満たす。このため、塗布時間の短縮化を図りつつ、溶接部4に液体12をシールすることができた。

[0053] No. 1～No. 4のエアー13の送給量bは 25 ml/min であり、 10 ml/min 以上 50 ml/min 以下の条件を満たし、エアー13の送給角度 θ は 90° であり、 30° 以上 90° 以下の条件を満たす。これにより、溶接欠陥14にエアー13を確実に通過させ、泡15を発生させることができた。

[0054] No. 1～No. 4のエアー噴射ノズル10の径 $\Phi 2$ は 2.0 mm であり、 0.1 mm 以上 5.0 mm 以下の条件を満たす。また、No. 1～No. 4のエアー噴射ノズル10と金属板3との間の距離d2は 2.0 mm であり、 1.0 mm 以上 5.0 mm 以下の条件を満たす。このため、エアー13が溶接欠陥14から外れることなく、噴射するエアー13の圧力を確保して、泡15を発生させることができた。

[0055] 以上の通り、好適条件のすべてを満たす本発明例N o. 1～N o. 4において、正確な溶接欠陥14の有無の判定結果が得られた。

[0056] 本発明の実施形態は、上記実施形態に限定されず、種々の変更を加えることができる。例えば、上記実施形態において、金属板が高張力鋼等の鋼材である場合の溶接部の検査について例示しているが、これに限らず、軟鋼、めっき鋼板、ステンレス鋼、耐熱鋼、アルミニウム合金などの金属板の溶接部の検査についても適用することができる。これに伴い、溶接方法は、上述したレーザー溶接に限らず、金属板の種類に適した公知の溶接方法を適用することができる。さらに、溶接検査装置1が重ね合せ溶接の検査を行う場合について例示するが、突合せ溶接にも適用することができる。

符号の説明

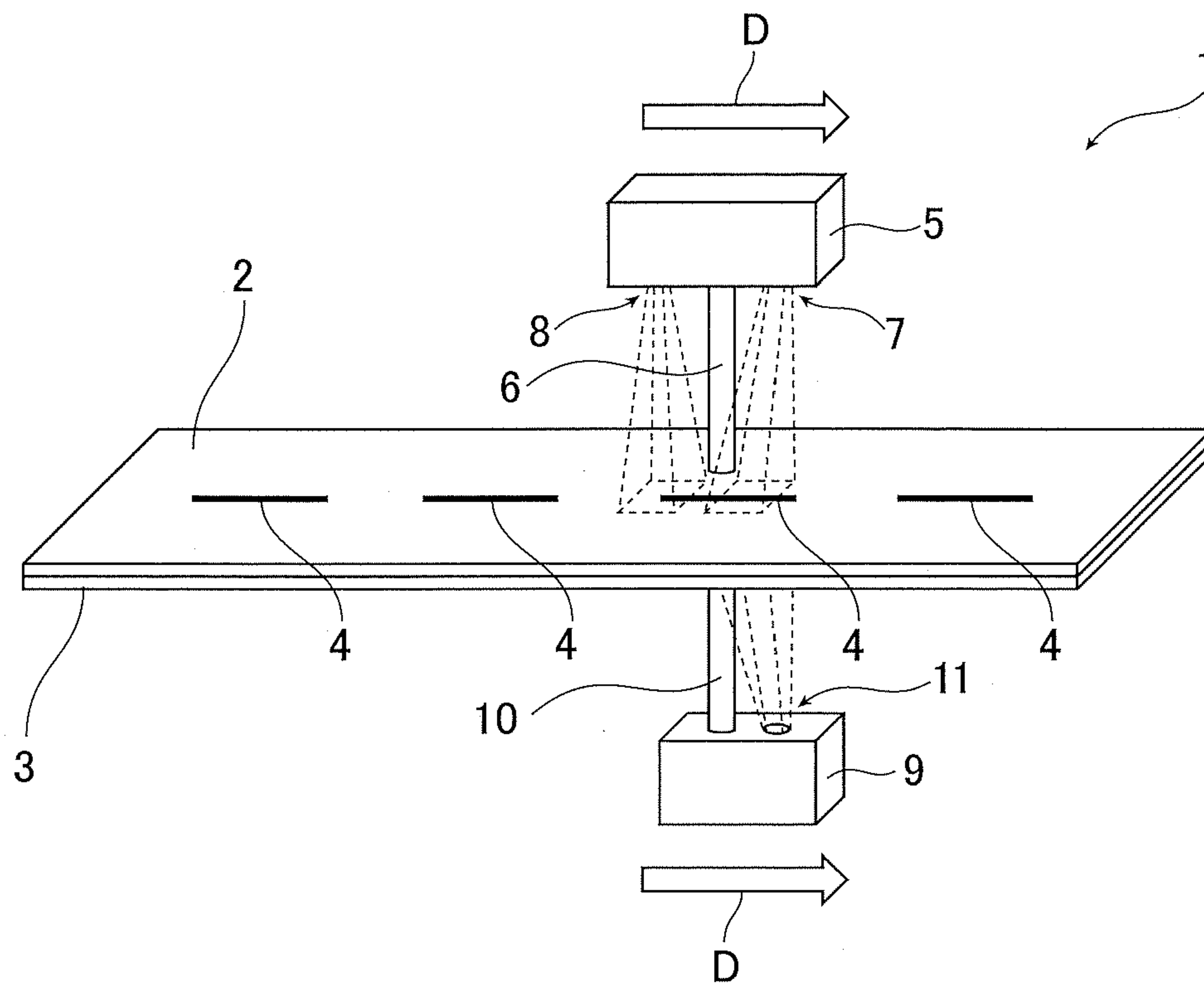
[0057]	1	溶接検査装置
	2、3	金属板（鋼板）
	2 a	縦壁部
	2 b	フランジ部
	4	溶接部
	5	液体塗布ヘッド
	6	液体塗布ノズル
	7	カメラ
	8	後方カメラ
	9	エア－噴射ヘッド
	10	エア－噴射ノズル
	11	カメラ
	12	液体
	13	エア－
	14	溶接欠陥
	D	進行方向
	E	溶接終端部

S 溶接始端部

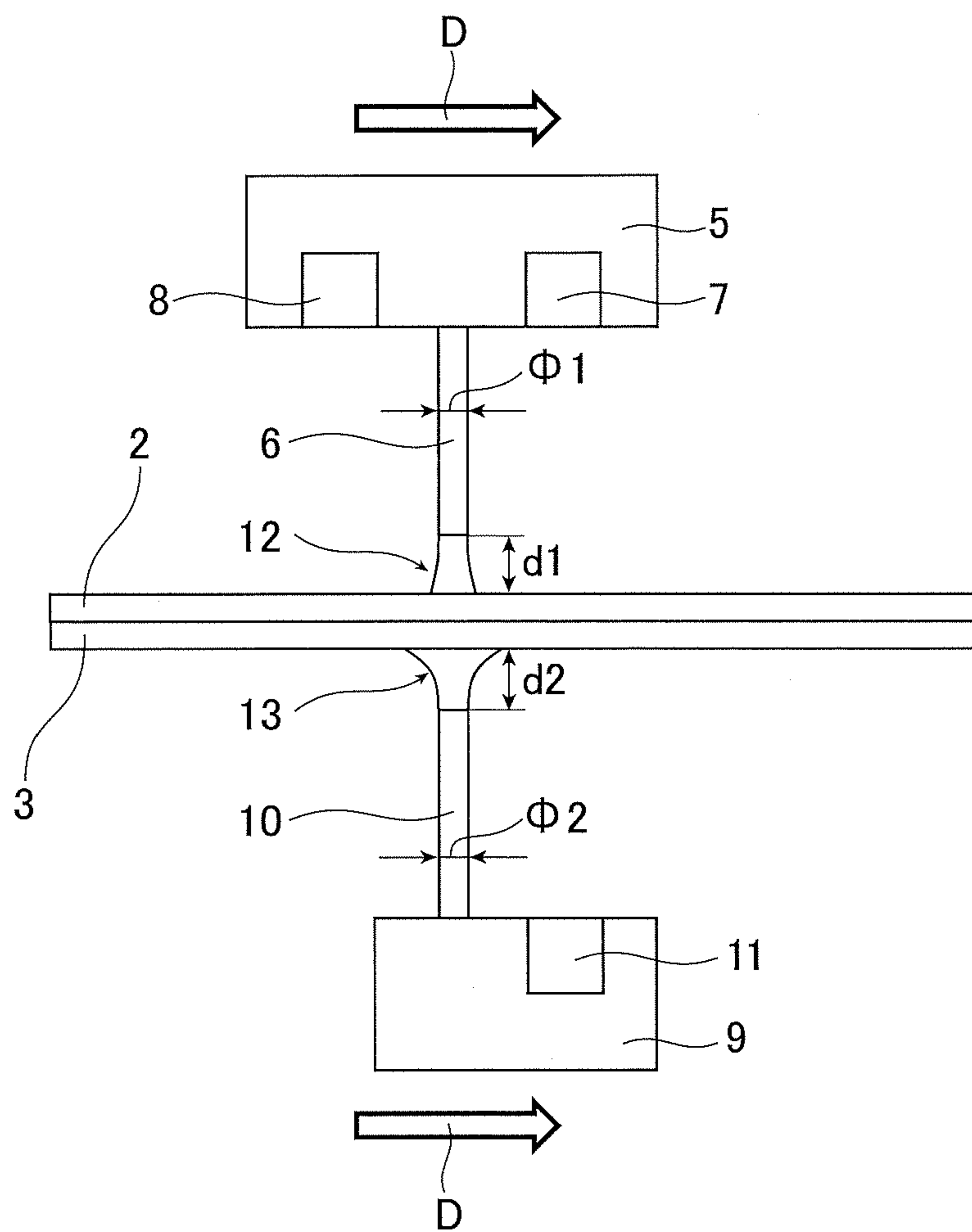
請求の範囲

- [請求項1] 金属板の溶接部における溶接欠陥を検出する溶接検査装置であって、
- 金属板の一方面側に配置されて金属板の溶接方向に進行可能な液体塗布ヘッドと、
- 金属板の他方面側に配置されて金属板の溶接方向に進行可能なエア一噴射ヘッドと、を有し、
- 前記液体塗布ヘッドは、金属板の一方面側へ突出し、溶接部をシールする液体を塗布する液体塗布ノズルを有し、
- 前記エア一噴射ヘッドは、金属板の他方面側へ突出し、液体を塗布された溶接部にエア一を噴射するエア一噴射ノズルを有する溶接検査装置。
- [請求項2] 前記液体塗布ヘッドは、前記液体塗布ノズルよりも進行方向の前方に、溶接部を撮影するカメラを有する請求項1に記載の溶接検査装置。
- [請求項3] 前記エア一噴射ヘッドは、前記エア一噴射ノズルよりも進行方向の前方に、溶接部を撮影するカメラを有する請求項1又は2に記載の溶接検査装置。
- [請求項4] 前記液体塗布ノズルは、前記エア一噴射ノズルよりも進行方向の前方に、配置される請求項1から3までのいずれか一項に記載の溶接検査装置。
- [請求項5] 前記液体塗布ヘッドは、前記液体塗布ノズルよりも進行方向の後方に、液体中で発生する泡を撮影する後方カメラを有する請求項1から4までのいずれか一項に記載の溶接検査装置。

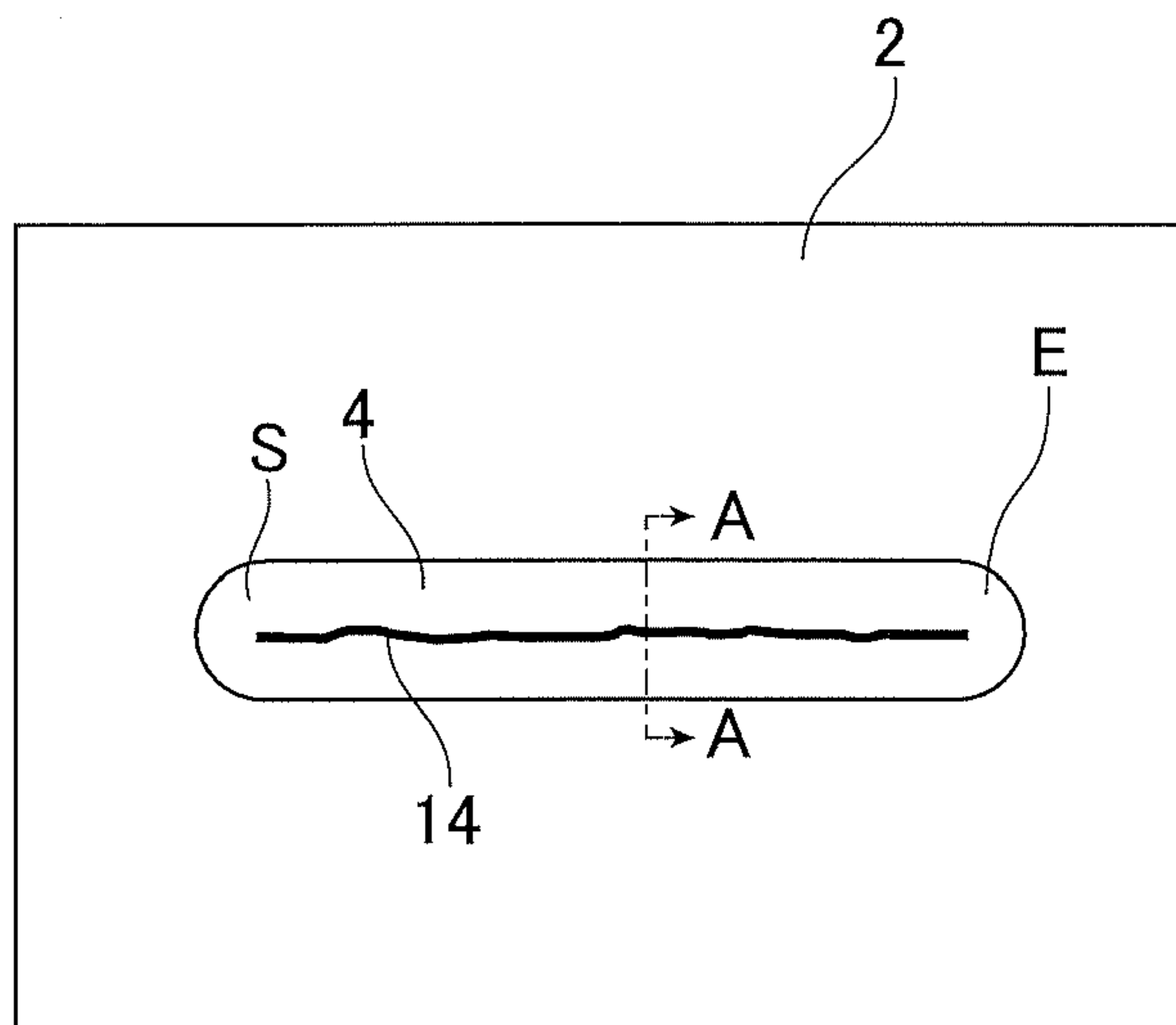
[図1]



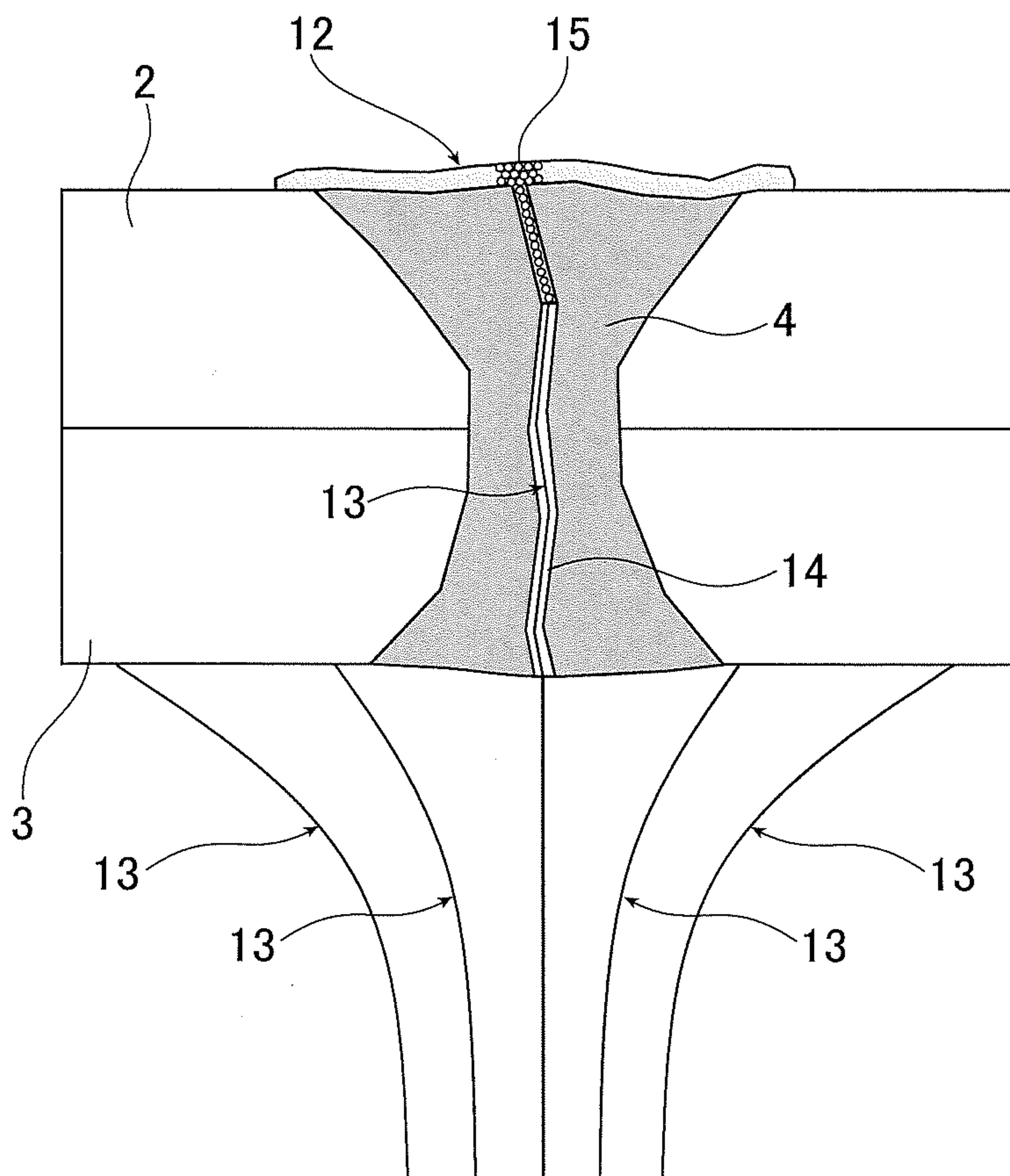
[図2]



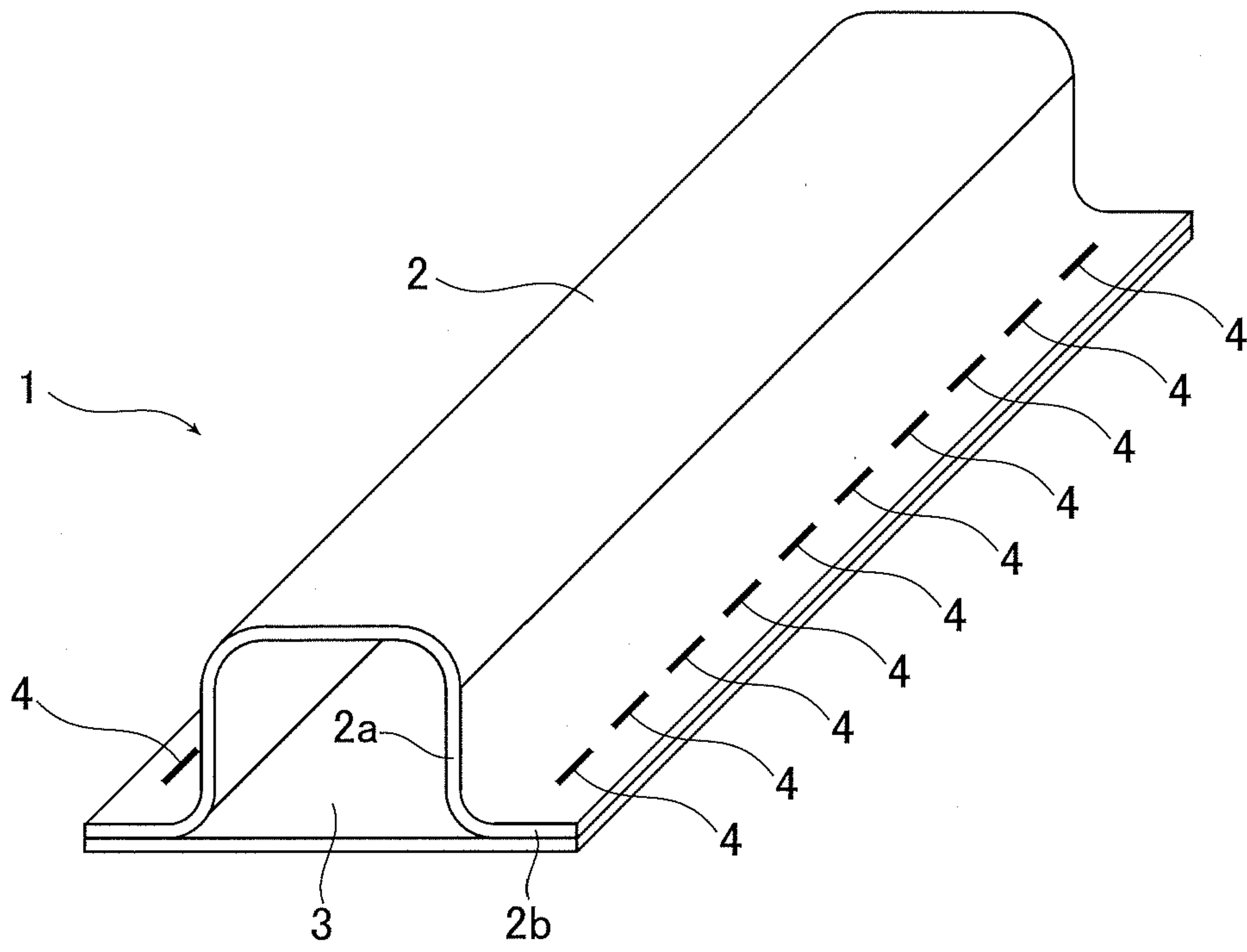
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/038690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23K31/00(2006.01)i, G01N21/88(2006.01)i, G01N21/892(2006.01)i, G01N21/91(2006.01)i
 FI: B23K31/00L, G01N21/88Z, G01N21/892B, G01N21/91Z
 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)

Int.Cl. B23K31/00, G01N21/88, G01N21/892, G01N21/91, G01M3/12

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, 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.
Y	JP 60-3535 A (KAWASAKI STEEL CORP.) 09 January 1985 (1985-01-09), specification, column 1, lines 15-18, column 3, line 18 to column 4, line 15, column 5, lines 16-18, fig. 1, 2	1-5
Y	JP 2000-180384 A (JGC CORPORATION) 30 June 2000 (2000-06-30), paragraphs [0163]-[0165], fig. 17	1-5
Y	JP 2002-139398 A (NIKKI PLANTEC KK) 17 May 2002 (2002-05-17), paragraphs [0002], [0003], [0051]-[0058], fig. 11-14	1-5
Y	JP 2013-34999 A (DAIDO STEEL CO., LTD.) 21 February 2013 (2013-02-21), paragraphs [0019], [0021], fig. 1	2-5
Y	JP 2006-167676 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 29 June 2006 (2006-06-29), paragraphs [0019], [0020], [0030], [0031], fig. 3, 4, 6	2-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family 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 application or patent 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
 09 November 2020

Date of mailing of the international search report
 17 November 2020

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/038690

JP 60-3535 A	09 January 1985	(Family: none)
JP 2000-180384 A	30 June 2000	(Family: none)
JP 2002-139398 A	17 May 2002	(Family: none)
JP 2013-34999 A	21 February 2013	(Family: none)
JP 2006-167676 A	29 June 2006	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23K 31/00(2006.01)i; G01N 21/88(2006.01)i; G01N 21/892(2006.01)i; G01N 21/91(2006.01)i FI: B23K31/00 L; G01N21/88 Z; G01N21/892 B; G01N21/91 Z		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23K31/00; G01N21/88; G01N21/892; G01N21/91; G01M3/12 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2020年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2020年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 60-3535 A（川崎製鉄株式会社）09.01.1985（1985 - 01 - 09） 明細書第1欄第15 - 18行、第3欄第18行 - 第4欄第15行、第5欄第16 - 18行、第1 - 2図	1-5
Y	JP 2000-180384 A（日揮株式会社）30.06.2000（2000 - 06 - 30） 段落0163 - 0165、図17	1-5
Y	JP 2002-139398 A（日揮プランテック株式会社）17.05.2002（2002 - 05 - 17） 段落0002 - 0003、0051 - 0058、図11 - 14	1-5
Y	JP 2013-34999 A（大同特殊鋼株式会社）21.02.2013（2013 - 02 - 21） 段落0019、0021、図1	2-5
Y	JP 2006-167676 A（日産自動車株式会社）29.06.2006（2006 - 06 - 29） 段落0019 - 0020、0030 - 0031、図3 - 4、6	2-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 09.11.2020	国際調査報告の発送日 17.11.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 奥隅 隆 3P 1958 電話番号 03-3581-1101 内線 3324	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/038690

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 60-3535 A	09.01.1985	(ファミリーなし)	
JP 2000-180384 A	30.06.2000	(ファミリーなし)	
JP 2002-139398 A	17.05.2002	(ファミリーなし)	
JP 2013-34999 A	21.02.2013	(ファミリーなし)	
JP 2006-167676 A	29.06.2006	(ファミリーなし)	