(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 836 652**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **02 02732**

(51) Int Cl[7] : **B 29 C 65/14,** B 29 C 65/16, 53/56, B 29 D 23/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 04.03.02.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 05.09.03 Bulletin 03/36.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *SOLVAY SA Société anonyme belge* — BE.

(72) **Inventeur(s) :** MATZ PIERRE, BEULLEKENS FREDERIC et DEHENNEAU CLAUDE.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** SOLVAY SA.

(54) PROCEDE DE SOUDAGE DE BANDES MULTICOUCHES EN MATIERE PLASTIQUE A L'AIDE D'UN RAYONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE ET TUBE COMPOSITE EN RESULTANT.

(57) Procédé pour assembler par soudure au rayonnement laser IR des bandes multicouches en matière plastique qui comprennent une couche orientée transparente au rayonnement et une couche absorbant ce rayonnement, les bandes étant soudées suivant la même technique sur un support préformé en matière plastique. Tube composite résultant du soudage de ces bandes sur une âme en matière plastique.

FR 2 836 652 - A1

Procédé de soudage de bandes multicouches en matière plastique à l'aide d'un rayonnement électromagnétique et tube composite en résultant

La présente invention concerne un procédé pour assembler des bandes multicouches en matière plastique à l'aide d'un rayonnement électromagnétique.

Pour des applications diverses, on cherche souvent à produire un assemblage en matière plastique qui améliore les propriétés de résistance mécanique des composants de l'assemblage.

Il est par exemple connu de réaliser des structures composites en matière plastique de haute rigidité et de haute résistance mécanique par assemblage d'éléments en matière plastique orientée selon la technique du soudage. On peut notamment comprimer des empilements de fibres en matière plastique orientée maintenues à une température proche de leur température de fusion de manière à maintenir en contact intime les parties superficielles fondues et réaliser leur assemblage par soudage.

Ce procédé est toutefois long à mettre en œuvre et difficile à contrôler. Il n'est vraiment utilisable que lorsqu'il s'agit d'assembler des éléments compacts en matière plastique (demande de brevet GB-A-2 253 420).

On connaît aussi par le brevet européen EP-B1-0 904 441 un procédé de réalisation de grilles formées de deux réseaux de bandes parallèles en matière plastique orientée, soudés au laser infrarouge, les deux réseaux de bandes faisant entre eux un angle proche de 90 °. Chaque bande est une structure à deux couches comprenant une couche transparente au rayonnement infrarouge et une couche chargée en noir de carbone qui absorbe le rayonnement.

Ce procédé fournit toutefois une structure qui reste souple et ne convient pas pour la réalisation de corps creux devant résister à la pression.

L'invention a pour but de fournir un procédé qui ne présente pas les inconvénients des procédés connus et qui convienne pour la réalisation de corps creux étanches capables de résister à la pression.

Un autre but de l'invention est de facilité les opérations d'assemblage lorsqu'elles sont effectuées par la technique du soudage.

A cet effet l'invention concerne un procédé d'assemblage de bandes multicouches, comprenant le soudage des bandes à l'aide d'un rayonnement électromagnétique, les bandes comprenant au moins une couche en matière plastique, orientée dans au moins une direction, et transparente à ce rayonnement

et au moins une couche absorbant partiellement l'énergie transportée par ce rayonnement, selon lequel une face d'au moins une bande de l'assemblage est soudée sur un support préformé en matière plastique.

Par procédé d'assemblage des bandes, on entend désigner un procédé qui associe les bandes entre elles et le support préformé afin qu'ils se comportent, du point de vue de leurs caractéristiques mécaniques, comme s'ils ne formaient plus qu'un corps unique.

Le procédé selon l'invention s'adresse à des bandes multicouches, c'est-à-dire à des bandes formées par la superposition d'au moins deux couches de composition distincte.

Dans ce procédé, l'assemblage est effectué par soudage des bandes les unes sur les autres et sur le support préformé. Par soudage, on désigne la technique d'assemblage qui consiste à fondre de la matière sur une faible profondeur de la surface des bandes à assembler, puis à presser les bandes ensemble et sur le support de manière telle que les surfaces fondues se touchent et que la matière en fusion qui les compose s'interpénètre.

Selon l'invention, la fusion est obtenue par illumination de la surface des bandes à souder au moyen d'un rayonnement énergétique.

Dans le procédé conforme à l'invention, ce rayonnement énergétique est un rayonnement électromagnétique. L'illumination peut se faire après pose de chaque couche individuelle de bandes, pendant l'opération d'enroulage ou après que celle-ci soit achevée sur toute la longueur du tube. Elle peut aussi se faire en une seule étape, après pose de toutes les couches de bandes, simultanément à l'opération d'enroulage de la dernière bande ou, au contraire, après que la dernière couche de bandes ait été posée sur la totalité de la longueur du tube.

La matière des bandes du procédé selon l'invention est constituée de matière plastique. Par matière plastique, on entend désigner toute matière comprenant au moins un polymère en résine de synthèse.

Comme matière plastique, peuvent convenir tous les types de matière thermoplastique.

Par matière thermoplastique, on désigne tout polymère thermoplastique, y compris les élastomères thermoplastiques, ainsi que leurs mélanges. On désigne par le terme "polymère" aussi bien les homopolymères que les copolymères (binaires ou ternaires notamment). Des exemples de tels copolymères sont, de manière non limitative : les copolymères à distribution aléatoire, les copolymères séquencés, les copolymères à blocs et les copolymères greffés.

Tout type de polymère ou de copolymère thermoplastique dont la température de fusion est inférieure à la température de décomposition convient. Les matières thermoplastiques de synthèse qui présentent une plage de fusion étalée sur au moins 10 degrés Celsius conviennent particulièrement bien. Comme exemple de telles matières, on trouve celles qui présentent une polydispersion de leur masse moléculaire.

En particulier, on peut utiliser des polyoléfines, des polyhalogénures de vinyle, des polyesters thermoplastiques, des polycétones, des polyamides et leurs copolymères. Un mélange de polymères ou de copolymères peut aussi être utilisé, de même qu'un mélange de matières polymériques avec des charges inorganiques, organiques et/ou naturelles comme, par exemple, mais non limitativement : le carbone, les sels et autres dérivés inorganiques, les fibres naturelles ou polymériques.

Les polyoléfines ont donné de bons résultats. Parmi les polyoléfines, le polyéthylène de haute densité (PEHD) est préféré.

Dans le procédé d'assemblage selon l'invention, on met en œuvre des bandes en matière plastique qui ont une structure multicouche. De préférence, elles comprennent au moins une couche orientée. Par couche orientée, on entend une couche de matière plastique dont au moins 20 % en poids des chaînes moléculaires des polymères qui interviennent dans sa composition sont disposées dans au moins une même direction. Les couches orientées peuvent l'être dans plusieurs directions distinctes. Chacune des bandes peut ainsi comprendre des couches orientées simultanément dans plus d'une direction. Les bandes peuvent aussi, en variante, comprendre des couches orientées chacune dans une seule direction, différente pour chaque bande. De manière plus préférée, les couches orientées des bandes sont orientées dans une seule et même direction.

Selon l'invention, au moins une couche orientée des bandes mises en œuvre dans le procédé est transparente au rayonnement électromagnétique employé pour la soudure. Par le vocable "transparente", on désigne une couche qui n'absorbe pas plus de 100 J/g de matière de la couche transparente.

Dans le procédé conforme à l'invention, les bandes mises en œuvre comprennent aussi au moins une couche absorbant partiellement l'énergie transportée par le rayonnement électromagnétique. Par absorption partielle, on désigne une absorption de l'énergie du rayonnement qui n'est pas inférieure à 300 J/g de matière de la couche absorbante.

Selon l'invention, une face d'au moins une bande de l'assemblage est en outre soudée sur un support en matière plastique. La matière plastique du support peut être identique à celle de la couche transparente des bandes. Elle peut aussi, au contraire, constituer une matière plastique de nature différente de celle de la couche transparente des bandes.

De préférence, la soudure d'une face d'au moins une bande de l'assemblage est réalisée suivant la même technique de soudage au rayonnement électromagnétique que celle employée pour souder les bandes entre elles.

Le support en matière plastique sur lequel sont soudées les bandes peut être indifféremment de structure orientée ou non orientée.

De préférence, la structure du support en matière plastique n'est pas orientée.

Le nombre de bandes que l'on peut souder dans le procédé conforme à l'invention pour constituer l'assemblage peut varier dans de larges limites. On préfère généralement souder un nombre pair de bandes. En particulier, des résultats intéressants ont été obtenus lorsqu'on soude au moins deux bandes. Particulièrement intéressants sont les résultats obtenus lorsqu'on soude au moins quatre bandes. De préférence, on soude au plus huit bandes.

Selon un mode de réalisation préféré du procédé selon l'invention, le rayonnement électromagnétique utilisé a une longueur d'onde d'au moins 700 nm. De même, on préfère utiliser un rayonnement électromagnétique dont la longueur d'onde est au plus de 1200 nm.

De manière particulièrement préférée, le rayonnement électromagnétique est un rayonnement infrarouge. Une source IR à spectre continu sur l'ensemble de la gamme de fréquences émises peut convenir, en particulier les sources émettant principalement dans la gamme des longueurs d'onde non absorbées par les couches transparentes des bandes. De telles sources IR sont par exemple celles à très courte longueur d'onde, telles que celles émettant aux environs de 1000 nm.

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec un rayonnement infrarouge cohérent de type laser. Des exemples de sources d'un tel rayonnement sont les lasers à diode et les lasers Nd:YAG (laser à grenat d'aluminate d'yttrium dopé au néodyme).

Selon un mode de réalisation particulièrement intéressant du procédé conforme à l'invention, les bandes sont enroulées et soudées autour d'un support de forme tubulaire. Le résultat obtenu par le procédé d'assemblage est dans ce

cas un tube renforcé par au moins une couche de bandes en matière plastique orientée.

Le support tubulaire est généralement en matière plastique. La nature de cette matière plastique est choisie parmi celles qui sont compatibles au soudage avec la matière plastique des couches absorbantes des bandes. Avantageusement, on peut choisir une matière plastique non orientée pour le support tubulaire.

Dans le procédé conforme à l'invention, la nature de la matière responsable de l'absorption du rayonnement peut être diverse. Elle est choisie parmi les compositions qui sont aptes à se mélanger aisément à la matière plastique des couches absorbantes dans lesquelles ces compositions sont incorporées. De bons résultats ont été obtenus avec du noir de carbone. De préférence, l'absorption du rayonnement électromagnétique n'est pas totale. Par ailleurs, un taux d'absorption suffisant pour dégager de la chaleur doit être respecté. En pratique, des taux d'absorption d'au moins 300 J/g de matière de la couche absorbante ont donné de bons résultats.

Une forme de réalisation intéressante du procédé selon l'invention, compatible avec les formes de réalisation décrites ci-dessus consiste à réaliser un tube dont les bandes enroulées et soudées à sa périphérie extérieure présentent un angle par rapport à la direction du tube allant de 40 à 70 ° d'angle. D'excellents résultats ont été obtenus lorsque cet angle est proche de 55 ° d'angle. On s'arrange en outre pour que chaque épaisseur de bande soudée sur l'épaisseur précédente soit croisée avec cette dernière. En pratique, de bons résultats ont été obtenus lorsque l'angle par rapport à la direction du tube est l'opposé de celui de l'épaisseur de bande précédente.

L'invention concerne aussi un tube composite en matière plastique comprenant une âme en matière plastique non orientée, sur laquelle est soudée au moins deux épaisseurs adjacentes de bandes multicouches enroulées et soudées entre elles, selon lequel au moins une couche de chaque bande est constituée d'une matière plastique transparente aux rayonnements électromagnétiques et orientée dans au moins une direction et selon lequel au moins une autre couche de chaque bande comprend une matière absorbant ces rayonnements électromagnétiques.

De préférence, les épaisseurs adjacentes de bandes sont croisées, c'est-à-dire qu'elles sont disposées de manière à former entre elles un angle allant de 80 à 140 ° d'angle.

Les termes particuliers définis plus haut dans le cas du procédé conforme à l'invention ont ici la même signification pour le tube composite. Les différentes variantes du procédé décrites plus haut peuvent aussi se retrouver dans le tube composite conforme à l'invention.

De préférence, les couches des bandes comprenant de la matière absorbante sont orientées au même titre que les couches transparentes. L'orientation peut être totalement indépendante de celle des couches transparentes. Alternativement, on préfère que l'orientation des couches absorbantes soit disposée dans la même direction que celle des couches transparentes.

Une forme de réalisation particulière du tube selon l'invention comporte des bandes constituées d'une seule couche de matière orientée transparente située entre deux couches plus minces comprenant la même matière plastique, orientée dans la même direction, que la couche transparente et comprenant en outre une matière absorbant ce rayonnement. Dans cette forme de réalisation, la couche transparente de chacune des bandes présente avantageusement une absorption des rayonnements électromagnétiques de longueur d'onde allant de 700 à 1200 nm qui ne dépasse pas 100 J/g de matière de la couche transparente.

Les exemples qui suivent sont donnés en vue d'illustrer l'invention, sans en limiter en aucune manière la portée.

On a tout d'abord réalisé une bande bicouche par coextrusion dans une filière plate de 400 mm de large et de 5 mm d'ouverture alimentée par un feedblock en demi-lune connecté à deux extrudeuses, la première de 60 mm de diamètre, à fourreau rainuré et vis d'extrusion barrière tournant à 0,8333 t/s et débitant à 50 kg/h un polyéthylène haute densité de SOLVAY POLYOLEFIN EUROPE de marque ELTEX® PE 100 TUB 121 identique à la résine commerciale hormis l'absence de pigment pour la couche transparente et la deuxième de 30 mm de diamètre, munie d'une vis pour polyoléfine tournant à 0,1667 t/s et débitant 0,5 kg/h pour la couche absorbante. La résine utilisée dans la deuxième extrudeuse pour la couche absorbante a été la résine commerciale ELTEX® PE 100 TUB 121 qui comprend une charge de noir de carbone.

La feuille bicouche sortant de la filière est ensuite passée dans une calandre lisseuse à 50 °C et a été transformée en bande orientée par conditionnement thermique à 115 °C en passant sur un groupe de six cylindres de conditionnement suivi d'un étirage en deux passes successives dans un train d'étirage dont les cylindres évoluent à vitesse croissante (680 % d'étirage en

première passe et 30 % en seconde passe). La bande orientée a ensuite été refroidie et a subi un léger retrait de l'ordre de 10 % dans le sens longitudinal.

Les bandes orientées ont ensuite été enroulées manuellement sur une âme tubulaire en polyéthylène haute densité ELTEX® PE 100 TUB 121 de 50 mm de diamètre extérieur et de 3,2 mm d'épaisseur de telle manière à croiser deux épaisseurs successives selon un angle de + 55 ° et de - 55 ° par rapport à l'axe du tube, la couche chargée en noir de carbone étant dirigée vers le tube.

On a ensuite enroulé les bandes sur la totalité de la surface extérieure du tube, après quoi le soudage de ces bandes entre elles et sur le tube a été effectué par balayage de la totalité de la surface de ce tube portant les bandes enroulées au moyen d'une source laser à diode de marque COHERENT® de 30 W de puissance et de 800 nm de longueur d'onde dont le faisceau a été collimaté à 8 mm de diamètre. La vitesse linéaire de soudage et d'avancement du tube dans le faisceau laser a été de 0,72 m/min.

La résistance à l'éclatement du tube obtenu a ensuite été comparée à celle d'un tube identique n'ayant pas subi la dernière opération de soudage des bandes à l'aide du rayonnement laser. Les résultats obtenus ont été les suivants :

	Bandes soudées	**Bandes posées, non soudées**
Pression d'éclatement, MPa	12	8

On voit que le soudage des bandes a apporté un supplément de résistance à l'éclatement de 50 %.

Le tube avec les bandes soudées obtenu n'étant composé que d'un seul type de résine, comprenant localement du noir de carbone, on peut facilement recycler les chutes de fabrication vers le processus de fabrication de l'âme tubulaire.

REVENDICATIONS

1. - Procédé d'assemblage de bandes multicouches, comprenant le soudage des bandes à l'aide d'un rayonnement électromagnétique, les bandes comprenant au moins une couche en matière plastique, orientée dans au moins une direction, et transparente à ce rayonnement et au moins une couche absorbant partiellement l'énergie transportée par ce rayonnement, caractérisé en ce qu'une face d'au moins une bande de l'assemblage est soudée sur un support préformé en matière plastique.

2. - Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'on soude au moins deux bandes.

3. - Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'au moins une couche de la matière plastique des bandes est orientée dans une seule direction.

4. - Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rayonnement électromagnétique a une longueur d'onde allant de 700 à 1200 nm.

5. - Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rayonnement électromagnétique est un rayonnement laser.

6. - Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le support préformé en matière plastique est un support tubulaire en matière plastique non orientée.

7. - Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la matière responsable de l'absorption du rayonnement électromagnétique est du noir de carbone.

8. - Tube composite en matière plastique comprenant une âme en matière plastique non orientée, sur laquelle est soudée au moins deux épaisseurs adjacentes de bandes multicouches enroulées et soudées entre elles, caractérisé en ce qu'au moins une couche de chaque bande est constituée d'une matière plastique transparente aux rayonnements électromagnétiques et orientée dans au

moins une direction et en ce qu'au moins une autre couche de chaque bande comprend une matière absorbant ces rayonnements électromagnétiques.

9. - Tube selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les couches comprenant de la matière absorbante sont aussi orientées.

10. - Tube selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les bandes sont constituées d'une couche de matière orientée, transparente au rayonnement électromagnétique de longueur d'onde allant de 700 à 1200 nm et située entre deux couches plus minces comprenant la même matière plastique orientée dans la même direction que la couche transparente et comprenant en outre une matière absorbant ce rayonnement.

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

2836652

N° d'enregistrement national

FA 617371
FR 0202732

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	GB 2 276 584 A (BRITISH GAS PLC) 5 octobre 1994 (1994-10-05) * le document en entier *	1-10	B29C65/14 B29C65/16 B29C53/56 B29D23/00
A	DE 199 54 440 A (KTD PLASTICON KUNSTSTOFFTECHNI) 7 juin 2001 (2001-06-07) * colonne 5, ligne 40 - ligne 66; figure 5 *	1-10	
A	GB 2 103 147 A (PA MANAGEMENT CONSULT) 16 février 1983 (1983-02-16) * page 1, ligne 93 - ligne 99; revendications 10,12,13 * * page 1, ligne 126 - page 2, ligne 2 *	1-7	
A	EP 0 337 776 A (INTERLAKE INC) 18 octobre 1989 (1989-10-18) * revendications 1-4; figure 4 *	1-7	
D,A	EP 0 904 441 B (AKZO NOBEL NV) 10 mai 2000 (2000-05-10) * colonne 3, ligne 25 - ligne 33 *	1-7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) B29C B29D F16L

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
14 novembre 2002	Carré, J

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0202732 FA 617371

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 14-11-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
GB 2276584	A	05-10-1994	AU	672500 B2	03-10-1996
			AU	6383394 A	24-10-1994
			BR	9404798 A	15-06-1999
			DE	69414951 D1	14-01-1999
			DE	69414951 T2	08-07-1999
			EP	0644826 A1	29-03-1995
			ES	2127388 T3	16-04-1999
			WO	9422661 A1	13-10-1994
			JP	7507975 T	07-09-1995
			PL	306545 A1	03-04-1995
			RU	2116889 C1	10-08-1998
			US	5888331 A	30-03-1999
DE 19954440	A	07-06-2001	DE	19954440 A1	07-06-2001
GB 2103147	A	16-02-1983	AUCUN		
EP 0337776	A	18-10-1989	US	4906320 A	06-03-1990
			AT	108722 T	15-08-1994
			AU	608149 B2	21-03-1991
			AU	3303289 A	19-10-1989
			CA	1316224 A1	13-04-1993
			DE	68916833 D1	25-08-1994
			EP	0337776 A2	18-10-1989
			JP	2024116 A	26-01-1990
			MX	170799 B	15-09-1993
			US	4969969 A	13-11-1990
EP 0904441	B	31-03-1999	NL	1003313 C2	17-12-1997
			AT	192790 T	15-05-2000
			DE	69701981 D1	15-06-2000
			DE	69701981 T2	12-10-2000
			DK	904441 T3	07-08-2000
			EP	0904441 A1	31-03-1999
			GR	3033716 T3	31-10-2000
			JP	2001511851 T	14-08-2001
			CA	2257944 A1	18-12-1997
			WO	9747796 A1	18-12-1997
			ES	2145611 T3	01-07-2000
			PT	904441 T	31-10-2000
			US	2002005246 A1	17-01-2002

EPO FORM P0465