

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 12360

(54) Procédé et appareil pour fabriquer des articles par enroulement de filaments.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 29 D 23/12, 3/02; F 03 D 11/00.

(22) Date de dépôt..... 15 juillet 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : US, 23 juillet 1981, n° 286,129.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 28-1-1983.

(71) Déposant : UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION. — US.

(72) Invention de : Dale Evans Smith et Warren Hill Pinter.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : R. Baudin,
10, rue de la Pépinière, 75008 Paris.

- 1 -

La présente invention concerne un procédé et appareil pour fabriquer des articles par enroulement de filaments et plus spécifiquement un tel procédé et appareil qui se caractérise par une capacité accrue de maintenir une largeur
5 de bande de filaments constante pour une résistance et une précision de dimensions optimales de l'article fini.

La popularité des techniques d'enroulement de filaments pour la fabrication d'articles finis ayant une résistance accrue augmente continuellement. De telles techniques
10 d'enroulement de filaments consistent généralement à enrouler des filaments de haute résistance disposés dans une matrice d'un liant, autour d'un gabarit ou mandrin ayant une forme correspondant à la forme requise pour l'article fini
15 et en durcissant ensuite la matière de la matrice.

De telles techniques d'enroulement de filaments sont généralement mises en oeuvre sur des installations associées qui, en général, comprennent un dispositif pour soutenir et faire tourner le mandrin ou gabarit, un dispositif pour
20 imprégner en continu une bande continue de matière filamenteuse au moyen d'un système de résine et une tête d'enroulement qui se déplace en un mouvement de va-et-vient le long de la longueur du mandrin tout en se déplaçant latéralement et à pivotement par rapport au mandrin pour maintenir
25 une orientation convenable des filaments lorsque le filament imprégné est enroulé autour du mandrin.

Il est généralement admis que pour empêcher la formation de vides indésirables dans l'article fini et pour augmenter la précision de dimensions de celui-ci, conserver
30 une largeur de bande convenable pendant le procédé d'enroulement est impératif. Dans les procédés et appareils connus dans la technique pour enrouler des filaments, un oeillet d'enroulement est utilisé pour guider la bande de filaments imprégnés vers le mandrin. Lorsque de fortes densités de
35 filaments (contact filament-à-filament) sont requises, il est généralement admis qu'un oeillet d'enroulement de forme curviligne est nécessaire. L'oeillet d'enroulement établit un "angle d'enroulement" défini par cette partie de la bande de filaments s'étendant entre l'oeillet d'enroulement et le
40 mandrin et l'axe longitudinal de cette partie de la bande

- 2 -

pénétrant dans l'oeillet. On comprendra que lors de l'enroulement de filaments sur des formes symétriques telles que des cylindres, l'angle d'enroulement reste constant aussi
5 longtemps que les positions relatives de l'oeillet d'enroulement et de l'axe de rotation du cylindre restent constantes. Cependant, on comprendra de même que l'angle d'enroulement variera pour un oeillet d'enroulement et un axe de mandrin fixes si la forme en section transversale du mandrin
10 est asymétrique, par rapport à l'axe d'enroulement comme dans le cas où le mandrin a une forme en section transversale aérodynamique. On peut voir que la variation de l'angle d'enroulement des fils, par rapport à l'oeillet d'enroulement, résulte en un changement significatif de la quantité
15 de contact sur la ligne entre l'oeillet d'enroulement courbé et les fils. Lorsque les fils sont tirés plus haut dans l'oeillet et que la quantité de contact sur la ligne avec l'oeillet augmente, la force normale sur l'oeillet est accrue ce qui augmente la composante de la force de réaction
20 de l'oeillet agissant vers le centre de la bande et la largeur de la bande diminue. Un angle d'enroulement des fils plus bas résulte en moins de contact sur la ligne avec l'oeillet, des forces de réaction de l'oeillet moindres vers le centre de la bande et la largeur de la bande augmente.
25 Dans certaines installations modernes d'enroulement de filaments, la position de l'oeillet d'enroulement peut être continuellement ajustée pendant le procédé d'enroulement pour compenser les faibles variations de l'angle d'enroulement. Cependant, un tel appareil d'enroulement de filament
30 généralement n'a pas la capacité d'ajustement suffisante de la position de l'oeillet d'enroulement pour compenser des variations d'angle d'enroulement extrêmes rencontrées lors de l'enroulement de grands articles d'asymétrie élevée tels que les pales aérodynamiques de turbines éoliennes
35 mentionnées ci-dessus.

Par conséquent, il est un but principal de la présente invention de réaliser un procédé et un appareil amélioré pour l'enroulement de filaments avec lequel la largeur constante de bande de filaments est préservée.

40 Il est un autre but de la présente invention de

- 3 -

réaliser un tel appareil et procédé avec lequel la largeur de bande de filaments est conservée malgré l'assymétrie extrême de la section transversale du mandrin.

5 Il est un autre but de la présente invention de réaliser un tel procédé et appareil qui peuvent aisément être adaptés aux techniques et appareils d'enroulement de filaments connus dans la technique.

10 Il est encore un autre but de la présente invention de réaliser un tel procédé et appareil qui ajoute peu aux dépenses des procédés et installations d'enroulement de filaments connus.

Selon la présente invention, le procédé d'enroulement de filaments comprenant les étapes de réaliser une bande continue de filaments allongés, traiter la bande au moyen d'une matière adhésive et faire passer la bande au travers d'un oeillet d'enroulement avant l'enroulement autour d'un mandrin, comprend l'étape de tirer la bande au travers d'un dispositif de guidage fixé par rapport à l'oeillet d'enroulement après le passage de la bande au travers de l'oeillet d'enroulement et avant l'enroulement autour du mandrin. Toute variation de l'angle d'enroulement se produit entre le dispositif de guidage et le mandrin plutôt qu'entre le mandrin et l'oeillet d'enroulement. Par conséquent l'angle d'enroulement à l'oeillet d'enroulement reste constant durant la totalité du procédé d'enroulement de filaments, garantissant ainsi une largeur de bande constante. Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif de guidage comprend une paire de barres droites généralement écartées entre lesquelles la bande de filaments est tirée de sorte qu'une variation de l'angle d'enroulement à partir de ce dispositif de guidage ne résulte pas en une variation correspondante des forces de réaction transversales appliquées sur la bande par le dispositif de guidage, et ainsi la largeur de bande constante est maintenue.

Pour que l'invention puisse être mieux comprise, référence est faite aux figures suivantes où:

La figure 1 est une vue en élévation schématique de l'appareil montré dans la figure 2 montrant divers

- 4 -

dispositifs de guidage pour manipuler une bande de filaments et un dispositif pour appliquer une matière adhésive sur la bande.

5 La figure 2 est une vue partielle en perspective d'un dispositif d'enroulement de filaments employant la présente invention lorsque l'appareil est utilisé pour la fabrication d'un article ayant une forme en section transversale aérodynamique.

10 La figure 3 est une vue en perspective schématique d'un oeillet d'enroulement curvilligne guidant la matière filamentaire vers un mandrin de section transversale asymétrique au cours d'un procédé d'enroulement de filaments connu dans la technique.

15 Selon la présente invention, dans la figure 1 un appareil d'enroulement de filaments est montré généralement en 10, comprenant une tête d'enroulement 15, un dispositif 20 pour former une pluralité de filaments en une bande, un dispositif 25 pour traiter la bande de filaments avec
20 de la matière adhésive où la matière adhésive est appliquée au moyen d'un rouleau ou tambour 55 et un dispositif 30 pour guider la bande vers la tête d'enroulement. Le dispositif 20 de formation de la bande, le dispositif 25 de traitement par de la matière adhésive et le dispositif de
25 guidage 30 sont bien connus dans la technique d'enroulement de filaments et sont habituels dans les appareils d'enroulement de filaments connus et donc ne font pas partie de la présente invention. Le dispositif 20 de formation de la bande comprend un peigne 35 dont les dents s'étendent vers
30 l'extérieur entre lesquelles sont tirées une pluralité de filaments allongés fournis à la machine à partir d'une pluralité de bobines de filaments (non représentées) d'une matière bien connue dans la technique. Les filaments peuvent être formés à partir de matières telles que S Glass,
35 E Glass, Graphite, Kevlar etc.

Des barres 40, 45 et 50 sont prévues pour maintenir une tension de bande convenable au voisinage du peigne. Le dispositif 25 de traitement pour la matière adhésive comprend un grand rouleau 55 fournissant la matière adhésive,
40 ve, partiellement immergé dans un bain 60 convenable de

- 5 -

matière adhésive et tournant sur lui-même par frottement avec les filaments en contact sur sa surface, la rotation du rouleau dans le bain 60 ayant pour effet que la surface supérieure du rouleau est continuellement approvisionnée en matière adhésive qui est transférée aux filaments individuels lorsque les filaments passent au-dessus du rouleau. Après avoir appliqué une matière adhésive convenable, on guide la bande de filaments vers la tête d'enroulement 15 au moyen du premier dispositif de guidage 30, comprenant des barres de tension 65, 70 et 75 arrangées selon une manière convenable. Une forme 95 est soutenue de façon à pouvoir subir une rotation sur ses extrémités selon toute manière convenable et tourne au moyen d'un dispositif de commande convenable (non représenté) tel qu'un moteur électrique. Une extrémité de la bande de filaments est fixée à la forme, la rotation de celle-ci tirant la bande au travers de la tête d'enroulement 15, lorsque la tête 15 se déplace en un mouvement de va-et-vient le long de la longueur de la forme, parallèlement à l'axe d'enroulement 97, (dans et hors du plan du dessin) déposant ainsi une pluralité de couches enroulées se recouvrant, de bandes traitées à la matière adhésive sur la forme, chaque couche comprenant une pluralité de tours obliques. Lorsque la quantité requise de matières filamenteuses est enroulées autour de la forme, l'article résultant est cuit pour durcir la matière adhésive et la forme est enlevée selon une manière bien connue dans la technique.

Dans la figure 2, la tête d'enroulement 15 comprend un chariot 100, qui, ainsi qu'on l'a expliqué ci-dessus, se déplace en un mouvement de va-et-vient parallèlement à l'axe d'enroulement lorsque la forme 95 tourne sur elle-même tirant ainsi la matière filamenteuse au travers de la tête d'enroulement et autour de la forme de rotation. Typiquement, le chariot 100 comprend un peigne 105 comportant des dents orientées vers le haut entre lesquelles les fibres traitées à la matière adhésive sont tirées et un oeillet d'enroulement 110 au travers duquel les fibres sont tirées, l'oeillet consolidant latéralement les fibres en une bande généralement sans vide pour la déposer sur la

forme 95.

L'oeillet d'enroulement est monté sur une console 112 laquelle, avec le peigne 105 monté sur des rails 115 qui vont et viennent avec le chariot 100. Les rails sont montés sur un anneau rotatif 120 qui est à son tour monté sur le cadre 125 qui est verticalement ajustable sur un dispositif de glissement 130 orienté vers le haut. Les rails sont pourvus d'une pluralité de creux 133 qui reçoivent les extrémités du peigne 105, l'écartement du peigne 105 de l'oeillet d'enroulement 110 étant en partie déterminant pour la largeur de la bande. Ainsi qu'il est connu dans la technique, l'oeillet 110 consolide les fibres en appliquant à celles-ci une force de réaction vers l'intérieur, vers le centre de la bande durant la tension de la bande et du déplacement angulaire de la bande lorsqu'elle passe au travers de l'oeillet. Il sera compris qu'à cause d'une sorte d'effet de came entre les fibres de la bande et l'oeillet 110, lorsque l'angle d'enroulement varie, la force de réaction latérale exercée sur la bande parallèle varie également. Dans la figure 3, la bande est continuellement enroulée autour de la forme 95, et on peut voir que dans la position de la forme 95 représentée par les traits interrompus, la forme tire la bande filamenteuse au travers de l'oeillet, celui-ci comprimant latéralement les filaments et une bande sensiblement constante. Cependant, lorsqu'on tourne la forme de 180° jusqu'à la position représentée en traits pleins, on peut voir que la bande est soulevée vers le haut. Ceci augmente sensiblement le contact sur la ligne entre la bande et l'oeillet, augmentant ainsi la force normale exercée sur l'oeillet, provoquant une augmentation des forces de réactions latérales appliquées à la bande à partir de l'oeillet, diminuant ainsi la largeur de bande. En supposant une largeur optimale correspondant à la position en traits interrompus de la forme 95, c'est-à-dire la largeur correspondant à un contact filament-à-filament côte-à-côte, on comprendra que le rétrécissement de la bande de la manière décrite résultera nécessairement en un tassage des filaments lorsque la bande est enroulée autour de la forme, provoquant ainsi des vides entre les bandes les plus

- 7 -

étroites résultant en vide dans l'article à enrouler et des déviations dans les dimensions souhaitées pour l'article. Bien que la capacité de l'oeillet d'enroulement 110 à se déplacer verticalement avec le cadre 125 et à pivoter avec l'anneau 120 peut, jusqu'à un certain point, compenser la déviation de la disposition angulaire de la bande par rapport à l'oeillet d'enroulement, ainsi qu'on l'a expliqué ci-dessus, il a été déterminé que, lorsqu'on enroule des filaments sur des articles ayant une asymétrie extrême tels que des formes aérodynamiques, les installations existantes en général, n'ont pas une capacité de mouvement vertical de l'oeillet ou la quantité de mouvement disponible n'est pas adéquate.

Le problème associé aux oeillets d'enroulement curvilignes est surmonté selon la présente invention, en utilisant un second dispositif de guidage 135 disposé entre l'oeillet d'enroulement et la forme, et fixé par rapport à l'oeillet d'enroulement, ce second dispositif de guidage guidant la bande filamenteuse depuis l'oeillet d'enroulement et limitant angulairement la bande par rapport à l'oeillet d'enroulement, garantissant ainsi un angle d'enroulement constant (l'angle entre cette partie de la bande tirée depuis l'oeillet d'enroulement et l'axe longitudinal de cette partie de la bande qui est tirée dans l'oeil d'enroulement). Dans le mode de réalisation préféré, le second dispositif de guidage comprend une paire de barres écartées 140 et 145. L'écartement est imposé à une distance minimum pour garantir le passage libre des fils traités entre les barres. Les barres sont montées sur des éléments de charpente 155 qui sont à leur tour montés sur une console 160 fixée sur la console 112 de l'oeillet d'enroulement. Comme on peut le voir dans la figure 2, des écarteurs 165 peuvent être prévus pour obtenir un écartement optimal du second dispositif de guidage de l'oeillet d'enroulement.

Dans le procédé d'enroulement, après le passage de la bande filamenteuse au travers de l'oeillet d'enroulement, la bande passe au travers du second dispositif de guidage. Il sera compris que ce second dispositif de guidage maintient un angle d'enroulement constant par rapport à l'oeil-

- 8 -

let pour maintenir ainsi une largeur de bande constante malgré les variations de l'orientation angulaire de cette partie de la bande s'étendant entre la forme 95 et les barres 5 d'enroulement 140 et 145. Etant donné que les barres 140 et 145 sont droites et n'exercent aucune force de réaction transversale sur la bande, des variations de l'angle d'enroulement à partir des barres ne résultent pas en une variation quelconque de la largeur de bande.

10 Bien entendu diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux procédés et appareil qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

- 9 -

Revendications:

1. Procédé d'enroulement de filaments pour fabriquer un article comprenant les étapes de réaliser une pluralité
5 de filaments allongés continus, former une bande de ces filaments par juxtaposition de ceux-ci, parallèlement l'un à l'autre, traiter cette bande de filaments au moyen d'une matière adhésive de façon que cette matière adhésive soit prélevée par ces filaments, faire passer cette bande
10 au travers d'un oeillet d'enroulement et enrouler ces filaments autour d'un mandrin pour former cet article, caractérisé en ce qu'il consiste à tirer cette bande au travers d'un dispositif de guidage 135 fixé par rapport à cet oeillet d'enroulement (110) après que cette bande
15 soit passé au travers, ce dispositif de guidage 135 ayant pour effet que cet oeillet d'enroulement (110) communique un déplacement angulaire uniforme à cette bande pour maintenir l'uniformité de la largeur de bande ~~quelles~~ que soient les formes des mandrins asymétriques.
- 20 2 Procédé selon la revendication 1, caractérisé, en outre, en ce que ce ~~dispositif~~ de guidage (135) comprend une paire de barres (140, 145) comportant des parties écartées entre lesquelles cette bande est tirée.
3. Appareil pour fabriquer un article par enroulement
25 d'une pluralité de fibres autour d'une forme par la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, comprenant un dispositif 20 pour transformer une pluralité de filaments en une bande, un oeillet d'enroulement (110) pour maintenir une orientation convenable
30 de la bande par rapport à cette forme (95), un premier dispositif (30) pour guider cette bande de filaments vers cet oeillet d'enroulement (110), caractérisé en ce que cet appareil comprend un second dispositif (135) disposé entre cet oeillet d'enroulement (110) et cette forme (95)
35 et fixé par rapport à cet oeillet d'enroulement (110) pour guider cette bande depuis cet oeillet d'enroulement (110) et maintenir angulairement cette bande par rapport à cet oeillet d'enroulement (110) pour ainsi maintenir un angle d'enroulement constant de cette bande par rapport
40 à cet oeillet (110) lorsque cette bande est enroulée

- 10 -

autour de cette forme.

4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé, en outre, en ce que ce second dispositif de guidage (135)
- 5 comprend une paire de barres (140,145) comportant des parties écartées entre lesquelles cette bande filamentaire est reçue.

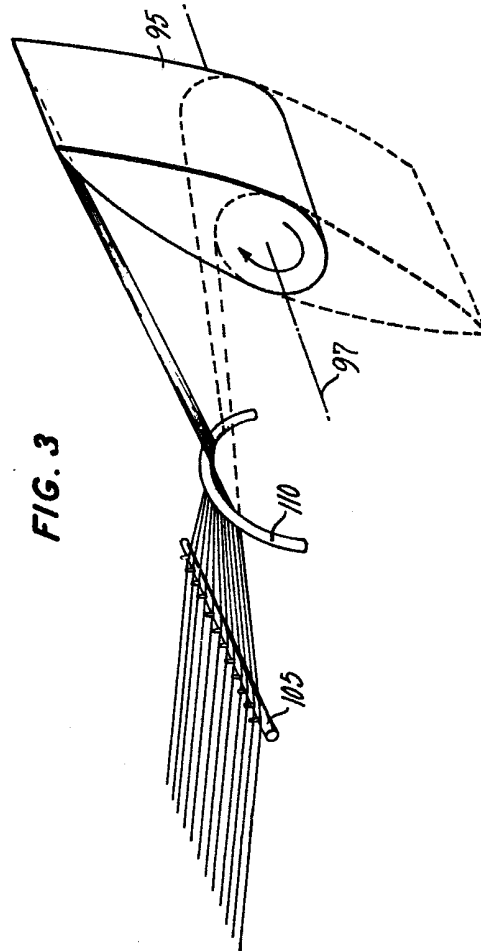


FIG. 3

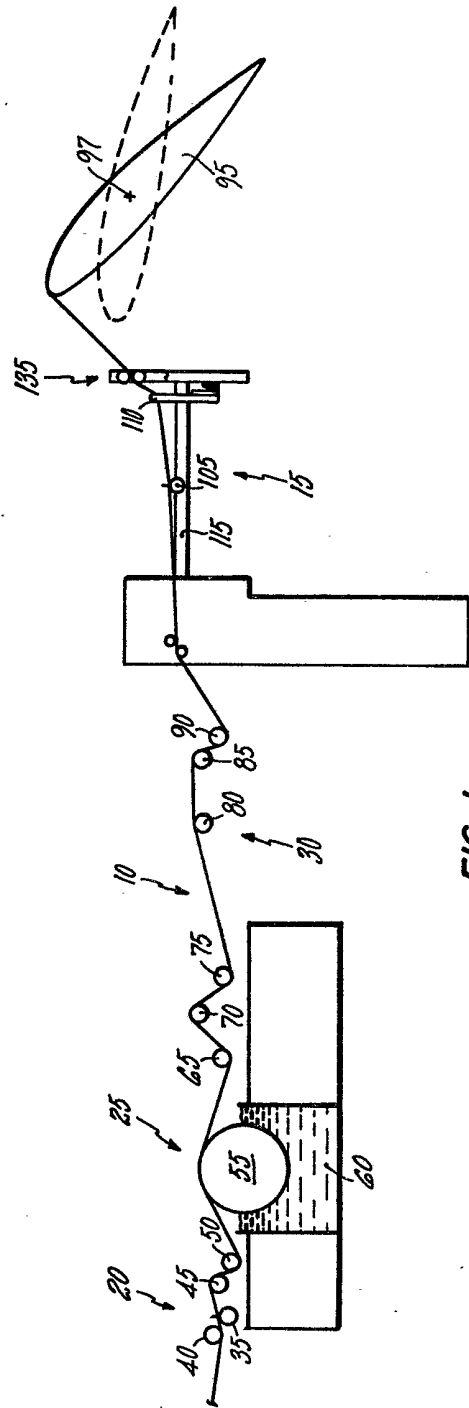


FIG. 1

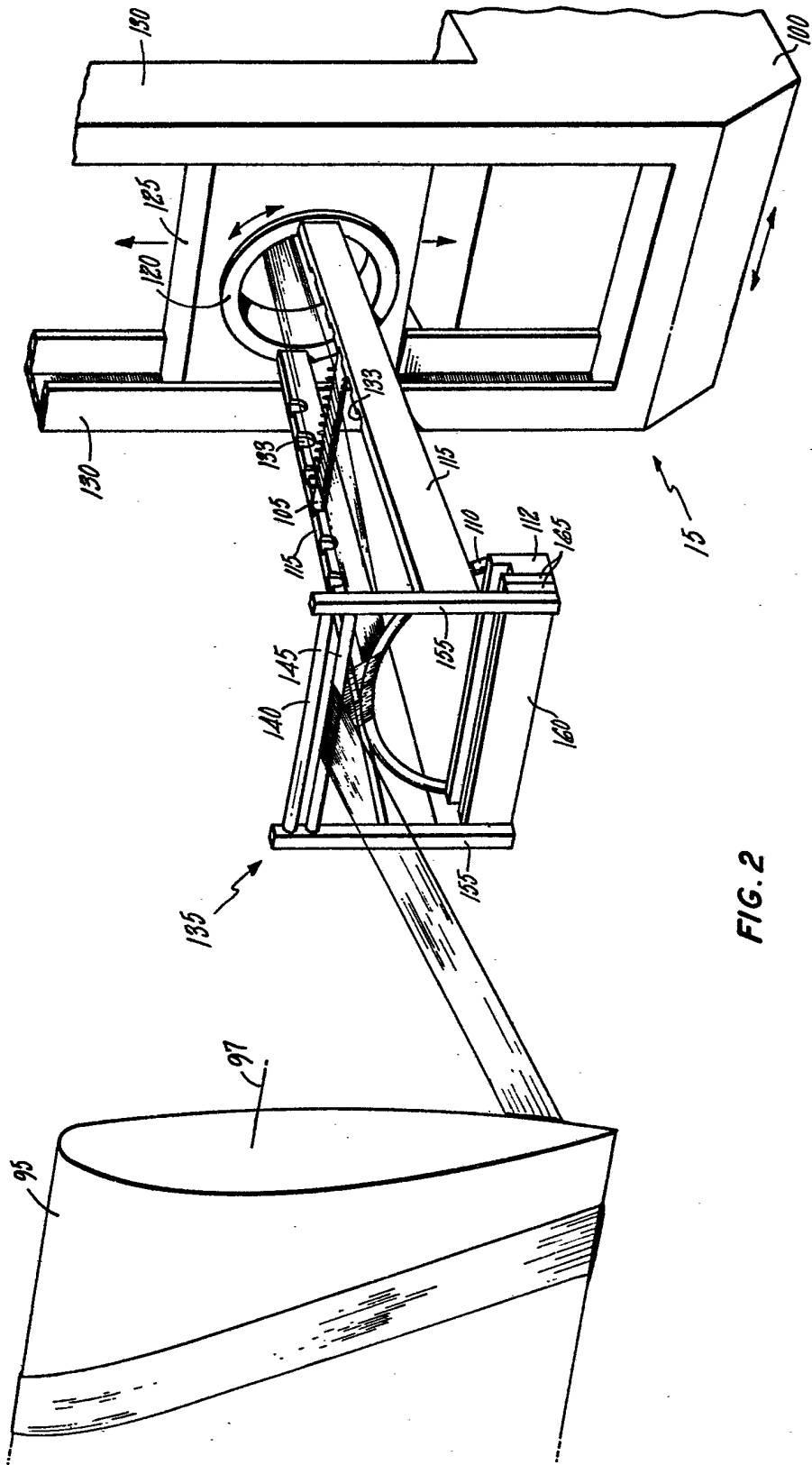


FIG. 2