

(19)



(11)

EP 3 641 963 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
25.08.2021 Bulletin 2021/34

(51) Int Cl.:
B21J 15/04 ^(2006.01) **B21J 15/14** ^(2006.01)
B21J 15/28 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18755529.7**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2018/051935

(22) Date de dépôt: **27.07.2018**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2019/020959 (31.01.2019 Gazette 2019/05)

(54) PROCÉDÉ DE RIVETAGE POUR AÉRONEF

NIETVERFAHREN FÜR FLUGZEUGE

RIVETING METHOD FOR AIRCRAFT

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **28.07.2017 FR 1757206**

(43) Date de publication de la demande:
29.04.2020 Bulletin 2020/18

(73) Titulaire: **Safran**
75015 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **PICARD, Sylvaine**
77550 Moissy-Cramayel (FR)
• **LE GUILLOUX, Yann**
77550 Moissy-Cramayel (FR)

(74) Mandataire: **Brevalex**
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 302 258 EP-A1- 2 546 022
WO-A1-2013/053350 WO-A1-2016/174444
DE-A1-102014 106 312

EP 3 641 963 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention se rapporte à un système de rivetage pour la fabrication d'un aéronef. Plus précisément, l'invention concerne le contrôle d'opérations de rivetage.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Des rivets sont largement utilisés dans l'industrie aéronautique, pour assembler de manière non démontable des pièces d'aéronef par sertissage. Ces rivets pour aéronef sont soumis à des sollicitations mécaniques et thermiques importantes. Par ailleurs, ils sont généralement choisis de manière à perturber au minimum l'écoulement d'air autour des pièces d'aéronef.

[0003] Les opérations de rivetage sont largement automatisées. Elles sont réalisées à l'aide d'une tête de rivetage qui porte plusieurs outils impliqués dans les opérations de rivetage.

[0004] Certaines opérations de rivetage peuvent être contrôlées en temps réel automatiquement, notamment à l'aide d'une courbe d'efforts exercés sur un rivet en fonction du déplacement d'une tête de rivetage. Un tel procédé de contrôle est par exemple divulgué dans la demande EP 1 302 258.

[0005] Cependant, les opérations de contrôle du rivetage sont généralement effectuées par des opérateurs spécialisés, une fois que tous les rivets d'une pièce ont été assemblés.

[0006] Il existe un besoin de vérifier l'assemblage correct de rivets pour aéronef, de manière fiable, dans un temps limité, le plus rapidement possible après le rivetage et sans gêner le rivetage.

[0007] Un procédé de rivetage connu de l'état de la technique est décrit dans le document EP 2 546 022, qui forme la base du préambule des revendications 1 et 9.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0008] L'invention vise à résoudre au moins partiellement les problèmes rencontrés dans les solutions de l'art antérieur.

[0009] A cet égard, l'invention a pour objet un procédé de rivetage comprenant le rivetage d'une première pièce d'aéronef à une deuxième pièce d'aéronef, au moyen d'un système de rivetage comprenant un outillage de rivetage et un dispositif plénoptique d'acquisition d'images.

[0010] L'outillage de rivetage est configuré pour assembler la première pièce à la deuxième pièce par rivetage, l'outillage de rivetage comprenant une tête de rivetage destinée à venir en contact de la première pièce et/ou de la deuxième pièce. Le dispositif plénoptique d'acquisition d'images est solidaire de la tête de rivetage.

[0011] Selon l'invention, le procédé de rivetage comprend une prise d'image plénoptique du rivet et des alen-

tours du rivet, par le dispositif d'acquisition d'images après rivetage de la première pièce à la deuxième pièce. Le procédé comprend la détection du positionnement et de l'état de surface du rivet, à partir de l'image plénoptique prise par le dispositif d'acquisition d'images.

[0012] Grâce au procédé de rivetage selon l'invention, le contrôle de l'état du rivet et du positionnement du rivet est effectué dès que le rivetage a eu lieu. Le dispositif plénoptique d'acquisition d'images utilisé présente un faible encombrement et il ne perturbe pas le rivetage. Les déplacements du dispositif d'acquisition d'images et de la tête de rivetage associés sont limités. Le recours à une image plénoptique du rivet et de ses alentours rend ainsi le contrôle précis, fiable, rapide et mis en œuvre sur le même équipement.

[0013] Une image plénoptique est une image bidimensionnelle échantillonnant à la fois l'intensité des rayons lumineux provenant d'une scène et la direction des dits rayons. Bien entendu, une prise d'image plénoptique peut s'entendre comme la prise d'une pluralité d'images.

[0014] L'invention peut comporter de manière facultative une ou plusieurs des caractéristiques suivantes combinées entre elles ou non.

[0015] Avantageusement, le procédé de rivetage comprend la reconstruction tridimensionnelle du rivet et des alentours du rivet, à partir de l'image prise par le dispositif d'acquisition d'images.

[0016] Avantageusement, le procédé de rivetage comprend la comparaison du positionnement détecté du rivet à une position de référence du rivet, et la comparaison de l'état de surface détecté du rivet à un état de surface de référence du rivet.

[0017] Selon une particularité de réalisation, le procédé de rivetage comprend la signalisation d'un défaut de positionnement et/ou d'état de surface du rivet, notamment lorsqu'un défaut d'affleurement d'une tête du rivet et/ou une entaille du rivet ont été détectés.

[0018] Selon une forme de réalisation avantageuse, le rivet est un rivet aveugle.

[0019] Selon une autre forme de réalisation avantageuse, le rivet a une tête destinée à affleurer à une surface de la première pièce et/ou à une surface de la deuxième pièce, une fois qu'il est assemblé.

[0020] De préférence, le rivet est un rivet à tête fraisée.

[0021] Selon une autre particularité de réalisation, le procédé de rivetage comprend le rivetage d'un premier rivet, pour assembler la première pièce à la deuxième pièce par un procédé de rivetage tel que défini ci-dessus. Le procédé comprend en outre le rivetage d'un deuxième rivet, pour assembler la première pièce à la deuxième pièce par un procédé de rivetage tel que défini ci-dessus.

[0022] Avantageusement, le procédé de rivetage comprend la comparaison du positionnement détecté du deuxième rivet au positionnement détecté du premier rivet.

[0023] Selon une forme de réalisation avantageuse, le procédé de rivetage comprend la comparaison de l'état de surface détecté du deuxième rivet à l'état de surface

28 une fois que le rivet 20 a été installé. L'extrémité supérieure du corps 24 forme une tête 26 du rivet, une fois que le rivet 20 a été installé.

[0040] A une première étape représentée à la figure 2a, le rivet 20 est inséré dans un orifice 15 qui traverse la première pièce 11 et la deuxième pièce 13. Cet orifice 15 comprend une partie fraisée au niveau de la première pièce 11, qui est destinée à retenir la tête fraisée 26.

[0041] A une étape intermédiaire représentée à la figure 2b, la tige 22 du rivet est tirée vers le haut selon une direction d'assemblage X-X par une riveteuse 68, à l'opposé de la première pièce 11 et de la deuxième pièce 13. La riveteuse 68 est typiquement une pince à river comprenant une mâchoire 69 pour enserrer la tige 22.

[0042] A une étape finale représentée à la figure 2c, la tige 22 s'est scindée en une portion supérieure de la tige 22b et une portion inférieure 22a. La portion supérieure 22b est enlevée par la pince à river 68 selon la flèche C. La portion inférieure 22a est restée pour assembler la première pièce 11 à la deuxième pièce 13. L'extrémité supérieure du corps forme la tête fraisée 26 qui affleure à la surface supérieure de la première pièce 11. L'affleurement de la tête 26 permet de limiter les perturbations aérodynamiques créées par le rivet 20 à la surface de la première pièce 11.

[0043] La tête 23 de la tige et l'extrémité inférieure du corps 24 se sont aplaties contre la deuxième pièce 13, pour former la rivure 28. La première pièce 11 est alors rivetée à la deuxième pièce 13.

[0044] La figure 3a représente un premier défaut d'affleurement possible pour le rivet 20. Dans ce cas, il existe un jeu j_1 entre la surface supérieure de la tête de rivet 20 et la surface supérieure de la première pièce 11, ce qui peut conduire à des perturbations aérodynamiques de l'écoulement à proximité de la première pièce 11.

[0045] La figure 3b représente un deuxième défaut d'affleurement possible pour le rivet 20. Dans ce cas, il existe un jeu j_2 entre la surface latérale de la tête de rivet 20 et la surface supérieure de la première pièce 11, ce qui peut conduire à des perturbations aérodynamiques de l'écoulement à proximité de la première pièce 11 et éventuellement à une moins bonne tenue mécanique du rivet 20.

[0046] Le système de rivetage 5 comprend un outillage de rivetage 30 et un système de contrôle 50 qui est utilisé pour détecter les défauts d'assemblage éventuels du rivet 20 tels que ceux représentés aux figures 3a et 3b.

[0047] En référence aux figures 4 et 5, l'outillage de rivetage 30 comprend une tête de rivetage 40, des moyens de déplacement de la tête de rivetage 32 et un système de commande 36. L'outillage de rivetage 30 est configuré pour assembler la première pièce 11 d'aéronef à la deuxième pièce 13 d'aéronef par des rivets aveugles 20, de manière automatisée.

[0048] La tête de rivetage 40 comprend un barillet 42 rotatif. Elle porte des outils de rivetage 62, 64, 66, 68 et un dispositif d'acquisition d'images 52 qui fait partie du système de contrôle 50 de rivetage. La tête de rivetage

40 est destinée à venir en contact de la première pièce 11 et/ou de la deuxième pièce 13 pour les assembler par rivetage.

[0049] Le barillet 42 comporte des logements 43 qui sont répartis circonférentiellement autour de l'axe longitudinal X-X de la tête de rivetage 40. L'axe longitudinal X-X de la tête de rivetage 40 correspond à la direction d'assemblage du rivet 20 lorsque le rivet 20 est en train d'être assemblé. Le barillet 42 est rotatif autour de l'axe longitudinal X-X de la tête de rivetage.

[0050] Les logements 43 servent à loger les différents outils de rivetage 62, 64, 66, 68 qui sont impliqués dans les différentes opérations nécessaires au rivetage. Au moins un des logements 43 sert à loger le dispositif d'acquisition d'images 52.

[0051] Les outils de rivetage 62, 64, 66, 68 comprennent un premier outil de perçage 62, un deuxième outil de perçage 64, un outil d'insertion 66 de rivet et la riveteuse 68 qui a été décrite ci-dessus en référence aux figures 2a à 2c. Le premier outil de perçage 62 sert à percer l'orifice traversant 15 qui traverse la première pièce 11 et la deuxième pièce 13. Le deuxième outil de perçage 64 sert à réaliser un alésage dans la première pièce pour loger la tête fraisée 26 dans la partie supérieure de l'orifice traversant 15. L'outil d'insertion 66 sert à insérer le corps 24 du rivet et la tige 22 de rivet selon la direction d'assemblage X-X.

[0052] La direction d'assemblage X-X, une première direction latérale Y-Y et une deuxième direction latérale Z-Z forment un repère orthonormé centré sur la tête de rivet 20. Il est par exemple représenté aux figures 2a à 2c et aux figures 3a à 3b.

[0053] A la figure 4, un premier des logements 43 loge le premier outil de perçage 62. Un deuxième logement 43 loge le deuxième outil de perçage 64. Un troisième logement 43 loge l'outil d'insertion 66. Un quatrième logement 43 loge la riveteuse 68. Un cinquième logement loge le dispositif d'acquisition d'images 52.

[0054] Les moyens de déplacement 32 de la tête de rivetage comprennent un moteur et un bras au bout duquel est situé la tête de rivetage 40. Le moteur est apte à faire tourner le barillet 42 autour de l'axe longitudinal X-X de la tête de rivetage 40, pour amener à tour de rôle chacun des outils de rivetage 62, 64, 66, 68 et le dispositif d'acquisition d'images 52 en vis-à-vis de l'endroit où le rivet 20 est destiné à être installé. Le bras est destiné à déplacer la tête de rivetage 40 en translation, notamment selon direction d'assemblage X-X, la première direction latérale Y-Y et la deuxième direction latérale Z-Z.

[0055] Le système de commande 36 sert à commander aux moyens de déplacement 32 le déplacement du barillet 42. Il sert également à commander le fonctionnement de chacun des outils de rivetage 62, 64, 66, 68 indépendamment les uns des autres, ainsi que le fonctionnement du dispositif d'acquisition d'images 52.

[0056] En référence conjointe aux figures 4 et 5, le système de contrôle 50 comprend le dispositif d'acquisition d'images 52 et une unité de contrôle 58.

[0057] Le dispositif d'acquisition d'images 52 est un dispositif plénoptique d'acquisition d'image. Il comprend un capteur plénoptique 54. Il comporte aussi une source lumineuse 56. Le dispositif d'acquisition d'images 52 est logé dans le logement 43. Il est solidaire de la tête de rivetage 40.

[0058] Le capteur plénoptique 54 comprend un système optique 55 et une unité de traitement 57. Il est configuré pour prendre une ou plusieurs images du rivet 20 une fois qu'il a été assemblé. Le capteur plénoptique 54 est un dispositif d'acquisition d'images numériques qui capte l'intensité lumineuse du rivet 20, et qui échantillonne les directions d'arrivée des rayons lumineux provenant du rivet 20. Par une approche de triangulation des rayons provenant d'un même point sur le rivet, il est possible de reconstruire la position de ce point. Si cette opération est réalisée pour tous les points vus par capteur plénoptique 54, une reconstruction tridimensionnelle du rivet et de sa surface avoisinante est obtenue.

[0059] Le système optique 55 comprend une pluralité de micro-objectifs formant une matrice.

[0060] L'unité de traitement 57 est configurée pour traiter le signal qu'elle reçoit du système optique 55, pour former l'image du rivet 20.

[0061] La source lumineuse 56 est destinée à éclairer le rivet 20, de manière à ce que le capteur plénoptique 54 puisse prendre en image le rivet 20. Elle est préférentiellement située dans le logement 43 du capteur plénoptique 54 ou à proximité de la zone à imager.

[0062] L'unité de contrôle 58 est une unité informatique. Elle est reliée à l'unité de traitement 57. Elle comporte notamment une mémoire et un microprocesseur. L'unité de contrôle 58 est configurée pour détecter le positionnement et l'état de surface du rivet 20 à partir des images prises par le dispositif d'acquisition d'images 52. Pour cela elle réalise la reconstruction tridimensionnelle du rivet 20 et elle utilise également au moins une image bidimensionnelle du rivet 20 et de sa surface avoisinante. L'unité de contrôle 58 est alors configurée pour comparer le positionnement du rivet 20 détecté à une position de référence. Elle est aussi configurée pour comparer l'état de surface du rivet 20 détecté à un état de surface de référence pour le rivet 20.

[0063] Elle est configurée pour en déduire un défaut de mise en place du rivet 20 tel qu'un défaut d'affleurement d'une tête du rivet 26 et/ou une entaille du rivet ou un défaut dit cosmétique comme une tâche ou une rayure qui se verrait dans l'image bidimensionnelle. Les défauts d'affleurement détectés sont notamment ceux représentés aux figures 3a et 3b. Si elle ne détecte aucun défaut de mise en place du rivet 20, l'unité de contrôle 58 valide la mise en place du rivet 20.

[0064] L'unité de contrôle 58 est également configurée pour comparer le positionnement et l'état de surface du rivet 20 par rapport au positionnement et à l'état de surface d'autres rivets. Elle permet ainsi d'établir des statistiques de mise en place des rivets 20.

[0065] Elle est configurée pour être reliée à un aver-

tisseur sonore, tactile et/ou visuel pour avertir un opérateur en cas d'une erreur d'assemblage du rivet 20 et/ou d'un nombre d'erreurs d'assemblage de rivets 20 anormalement élevé.

5 **[0066]** Le procédé de rivetage d'un premier rivet 20 est décrit en référence à la figure 6. Le procédé de rivetage 100 commence par la mise en place du premier rivet 20 par l'outillage de rivetage 30, à l'étape 101.

10 **[0067]** Puis, le dispositif d'acquisition d'images 52 prend des images du rivet 20 et de la première pièce 11 et/ou de la deuxième pièce 13 alentours du rivet 20 à l'étape 103, une fois que le rivet 20 a été mis en place et qu'il assemble la première pièce 11 à la deuxième pièce 13.

15 **[0068]** L'unité de traitement 57 et unité de contrôle 58 détectent alors le positionnement du rivet 20, à l'étape 105. Elles détectent également l'état de surface du rivet 20, à l'étape 105.

20 **[0069]** L'unité de contrôle 58 compare le positionnement du rivet 20 détecté à un positionnement de référence du rivet 20 par rapport à la première pièce 11 et par rapport à la deuxième pièce 13, à l'étape 107. L'unité de contrôle 58 compare l'état de surface du rivet 20 à l'état de surface de référence pour le rivet 20.

25 **[0070]** L'unité de contrôle 58 peut alors valider la mise en place du rivet 20 si elle n'a détecté aucun défaut lié à la mise en place du rivet 20 tel qu'un défaut d'affleurement ou une entaille du rivet 20.

30 **[0071]** En variante, l'unité de contrôle 58 peut détecter un défaut lié à la mise en place du rivet 20. Dans ce cas, l'outillage de rivetage 30 et/ou un opérateur peuvent retirer le rivet 20 défectueux pour en installer un nouveau.

35 **[0072]** A l'étape 109, l'unité de contrôle 58 compare la mise en place du premier rivet 20, c'est-à-dire le positionnement et l'état de surface du premier rivet 20, avec le positionnement et l'état de surface d'autres rivets. Elle établit notamment des statistiques sur la mise en place des rivets, à l'étape 111.

40 **[0073]** En cas de défaut de mise en place du premier rivet 20 détecté par l'unité de contrôle 58, un opérateur est susceptible d'être averti par le système de contrôle 50, à l'étape 113. En particulier, un opérateur est averti en cas de défauts récurrents de mise en place de rivets 20, pour limiter d'éventuelles erreurs ultérieures.

45 **[0074]** Les étapes 103, 105, 107, 111 et 113 forment conjointement un procédé d'inspection du rivetage qui est mis en œuvre une fois que le rivet a été mis en place à l'étape 101.

50 **[0075]** Une fois que le premier rivet 20 a été mis en place et que l'inspection du premier rivet 20 a eu lieu, le procédé de rivetage 100 est réitéré avec un deuxième rivet 20 qui est différent du premier rivet. Le procédé est réitéré jusqu'à ce que la première pièce 11 soit assemblée par sertissage par rivets à la deuxième pièce 13.

55 **[0076]** Le dispositif d'acquisition d'images 52 est configuré pour prendre des images du rivet 20 une fois qu'il a été assemblé à la première pièce 11 et à la deuxième pièce 13, pour contrôler rapidement son état et son po-

sitionnement, sans gêner le rivetage.

[0077] En particulier, la prise d'images plénoptiques du rivet 20 et de ses alentours, c'est-à-dire d'images avec des zones de mise au point variables selon la direction d'assemblage X-X, selon la première direction latérale Y-Y et selon la deuxième direction latérale Z-Z par le dispositif d'acquisition d'images 52, facilite l'analyse ultérieure de ces images par l'unité de contrôle 58 pour conclure sur l'état et la position du rivet 20 une fois qu'il est mis en place.

[0078] Le dispositif plénoptique d'acquisition d'images 52 présente un encombrement limité, ce qui permet de le loger dans le barillet 42 et de ne pas gêner les opérations de rivetage.

[0079] Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme du métier à l'invention qui vient d'être décrite sans sortir du cadre de l'exposé de l'invention.

[0080] En particulier, certaines étapes du procédé de rivetage 100 peuvent avoir lieu simultanément. Par exemple, l'étape 105 de détection du positionnement et de l'état de surface du rivet peut se faire simultanément à l'étape 107 de comparaison du positionnement et de l'état de surface du rivet 20. En variante ou en plus, l'étape 105 de détection du positionnement et de l'état de surface du rivet peut être effectuée par l'unité de traitement 57 simultanément à l'étape 103 de prise d'images.

[0081] La détection du positionnement et la détection de l'état du rivet 20 peuvent être effectuées visuellement par un opérateur sur la base des images prises par le dispositif plénoptique d'acquisition d'images 52, au moins en ce qui concerne certains rivets 20.

[0082] En variante, la source lumineuse 56 est intégrée au capteur plénoptique 54.

[0083] En variante ou en plus, l'unité de contrôle 58 est logée dans le logement 43 du capteur plénoptique 54.

[0084] En variante, les moyens de déplacement 32 sont configurés pour avancer et/ou reculer le dispositif plénoptique d'acquisition d'images 52 relativement à son logement 43.

[0085] En variante, l'outil d'insertion de rivet 66 est remplacé par un outil d'insertion de la tige et par un outil d'insertion du corps.

[0086] La riveteuse 68 peut former un unique outil de rivetage avec l'outil d'insertion de rivet 66. La forme de la riveteuse 68 est susceptible de varier, en particulier si le rivet 20 est un rivet à bouterolles.

[0087] Le rivet 20 peut être remplacé par un rivet plein. Par ailleurs, la tête 26 du rivet peut être bombée, en particulier si le rivet 20 ne risque pas d'engendrer de perturbation aérodynamiques pour l'aéronef.

[0088] La première pièce 11 et la deuxième pièce 13 peuvent être formés par différents segments de carter de la turbomachine 1.

Revendications

1. Procédé de rivetage comprenant le rivetage d'une première pièce (11) d'aéronef à une deuxième pièce (13) d'aéronef, au moyen d'un système de rivetage (5) comprenant :

un outillage de rivetage (30) configuré pour assembler la première pièce (11) à la deuxième pièce (13) par rivetage, l'outillage de rivetage (30) comprenant une tête de rivetage (40) destinée à venir en contact de la première pièce (11) et/ou de la deuxième pièce (13), et un dispositif plénoptique d'acquisition d'images (52), solidaire de la tête de rivetage (40), **caractérisé en ce que** le procédé de rivetage comprend en outre :

une prise d'image plénoptique (103) d'un rivet et des alentours du rivet, par le dispositif d'acquisition d'images (52) après rivetage de la première pièce (11) à la deuxième pièce (13), et la détection (105) du positionnement et de l'état de surface du rivet, à partir de l'image plénoptique prise par le dispositif d'acquisition d'images (52).

2. Procédé de rivetage selon la revendication précédente, comprenant la reconstruction tridimensionnelle du rivet et des alentours du rivet.
3. Procédé de rivetage selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant la comparaison (107) du positionnement détecté du rivet à une position de référence du rivet et la comparaison de l'état de surface détecté du rivet à un état de surface de référence du rivet.
4. Procédé de rivetage selon la revendication précédente, comprenant la signalisation (113) d'un défaut de positionnement et/ou d'état de surface du rivet, notamment lorsqu'un défaut d'affleurement d'une tête du rivet et/ou une entaille du rivet ont été détectés.
5. Procédé de rivetage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le rivet est un rivet aveugle et/ou dans lequel le rivet a une tête destinée à affleurer une surface de la première pièce (11) et/ou à une surface de la deuxième pièce (13) après rivetage, tel qu'un rivet à tête fraisée.
6. Procédé de rivetage pour aéronef, comprenant :

le rivetage d'un premier rivet pour assembler la première pièce (11) à la deuxième pièce (13), par un procédé de rivetage selon l'une quelcon-

que des revendications précédentes,
le rivetage d'un deuxième rivet pour assembler
la première pièce (11) à la deuxième pièce (13),
par un procédé de rivetage selon l'une quelcon-
que des revendications précédentes.

7. Procédé de rivetage selon la revendication précé-
dente, comprenant la comparaison (109) du posi-
tionnement détecté du deuxième rivet au position-
nement détecté du premier rivet et/ou la comparai-
son de l'état de surface détecté du deuxième rivet à
l'état de surface détecté du premier rivet. 10
8. Procédé de rivetage selon la revendication précé-
dente, comprenant l'établissement (111) de statisti-
ques de mise en place des rivets. 15
9. Système de rivetage (5) pour aéronef, comprenant
un outillage de rivetage (30) configuré pour assem-
bler une première pièce (11) d'aéronef à une deuxiè-
me pièce (13) d'aéronef par rivetage, l'outillage de
rivetage (30) comprenant une tête de rivetage (40)
destinée à venir en contact de la première pièce (11)
et/ou de la deuxième pièce (13), 20
caractérisé en ce que le système de rivetage (5) 25
comprend un dispositif plénoptique d'acquisition
d'images (52), configuré pour prendre une image
plénoptique du rivet et des alentours du rivet après
rivetage de la première pièce (11) à la deuxième
pièce (13) par le rivet, le dispositif d'acquisition 30
d'images (52) étant solidaire de la tête de rivetage
(40).
10. Système de rivetage (5) selon la revendication pré-
cédente, dans lequel la tête de rivetage (40) 35
comprend :

un barillet rotatif (42) qui comporte des loge-
ments répartis circonférentiellement autour d'un
axe longitudinal de la tête de rivetage (40), et 40
des outils de rivetage (62, 64, 66, 68) qui sont
différents les uns des autres et qui réalisent dif-
férentes opérations impliquées dans le rivetage,
les outils de rivetage (62, 64, 66, 68) étant des-
tinés à être logés dans les logements (43) du 45
barillet, le dispositif d'acquisition d'images (52)
étant logé dans un des logements (43) du ba-
rillet.
11. Système de rivetage (5) selon la revendication pré-
cédente, dans lequel les outils de rivetage compren-
nent un outil de perçage (62, 64) d'un orifice traver-
sant la première pièce (11) et la deuxième pièce (13),
un outil d'insertion (66) d'une tige de rivet et/ou d'un
corps de rivet, et/ou une riveteuse (68). 50 55

Patentansprüche

1. Nietverfahren, welches die Vernietung eines ersten
Teils (11) eines Flugzeuges mit einem zweiten Teil
(13) eines Flugzeuges über ein Nietsystem (5) um-
fasst, welches Folgendes aufweist:

ein Nietwerkzeug (30), das zum Verbinden des
ersten Teils (11) mit dem zweiten Teil (13) durch
Vernietung ausgeführt ist, wobei das Nietwerk-
zeug (30) einen Nietsetzkopf (40) aufweist, der
zur Kontaktierung des ersten Teils (11) und/oder
des zweiten Teils (13) bestimmt ist, sowie
eine plenoptische Bilderfassungsvorrichtung
(52), die mit dem Nietsetzkopf (40) fest verbun-
den ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Nietver-
fahren weiterhin Folgendes umfasst:

eine plenoptische Bildaufnahme (103) von
einem Niet und der Umgebung des Niets
durch die Bilderfassungsvorrichtung (52)
nach Vernietung des ersten Teils (11) mit
dem zweiten Teil (13), sowie
die Erfassung (105) der Positionierung und
des Oberflächenzustandes des Niets an-
hand des durch die Bilderfassungsvorrich-
tung (52) aufgenommenen plenoptischen
Bildes.
2. Nietverfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
mit der dreidimensionalen Rekonstruktion des Niets
sowie der Umgebung des Niets.
3. Nietverfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, mit dem Vergleich (107) der erfassten Po-
sitionierung des Niets mit einer Bezugsposition des
Niets und dem Vergleich des erfassten Oberflächen-
zustandes des Niets mit einem Bezugsflächen-
zustand des Niets.
4. Nietverfahren nach dem vorhergehenden Anspruch,
mit der Anzeige (113) eines Fehlers der Positionie-
rung und/oder des Oberflächenzustandes des Niets,
insbesondere wenn ein Bündigkeitsfehler eines
Nietkopfes und/oder einer Nietkerbe erfasst worden
sind.
5. Nietverfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, wobei der Niet ein Blindniet ist und/oder
wobei der Niet einen Kopf aufweist, der dazu be-
stimmt ist, mit einer Oberfläche des ersten Teils (11)
und/oder mit einer Oberfläche des zweiten Teils (13)
nach der Vernietung bündig abzuschließen, wie z.
B. ein Senkkopfniet.
6. Nietverfahren für Flugzeuge, mit:

der Vernietung eines ersten Niets zur Verbindung des ersten Teils (11) mit dem zweiten Teil (13) durch ein Nietverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 der Vernietung eines zweiten Niets zur Verbindung des ersten Teils (11) mit dem zweiten Teil (13) durch ein Nietverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

7. Nietverfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, das den Vergleich (109) der erfassten Positionierung des zweiten Niets mit der erfassten Positionierung des ersten Niets und/oder den Vergleich des erfassten Oberflächenzustandes des zweiten Niets mit dem erfassten Oberflächenzustand des ersten Niets aufweist. 10
8. Nietverfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, mit der Erstellung (111) von Nietsetzstatistiken. 15
9. Nietsystem (5) für Flugzeuge, mit einem Nietwerkzeug (30), das zur Verbindung eines ersten Teils (11) des Flugzeuges mit einem zweiten Teil (13) des Flugzeuges durch Vernietung ausgeführt ist, wobei das Nietwerkzeug (30) einen Nietsetzkopf (40) aufweist, der zur Kontaktierung des ersten Teils (11) und/oder des zweiten Teils (13) bestimmt ist, 20
dadurch gekennzeichnet, dass das Nietsystem (5) eine plenoptische Bilderfassungsvorrichtung (52) umfasst, die zum Aufnehmen eines plenoptischen Bildes des Niets und der Umgebung des Niets nach Vernietung des ersten Teils (11) mit dem zweiten Teil (13) durch den Niet ausgeführt ist, wobei die Bilderfassungsvorrichtung (52) mit dem Nietsetzkopf (40) fest verbunden ist. 25
10. Nietsystem (5) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Nietsetzkopf (40) Folgendes umfasst: 30
 eine drehbare Trommel (42), die umfänglich um eine Längsachse des Nietsetzkopfes (40) verteilte Aufnahmen aufweist, sowie Nietwerkzeuge (62, 64, 66, 68), welche sich voneinander unterscheiden und welche unterschiedliche, an der Vernietung beteiligte Arbeitsvorgänge durchführen, wobei die Nietwerkzeuge (62, 64, 66, 68) zur Aufnahme in den Aufnahmen (43) der Trommel bestimmt sind, wobei die Bilderfassungsvorrichtung (52) in einer der Aufnahmen (43) der Trommel aufgenommen ist. 35
11. Nietsystem (5) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Nietwerkzeuge ein Bohrwerkzeug (62, 64) für eine das erste Teil (11) und das zweite Teil (13) durchsetzende Bohrung, ein Einführwerkzeug (66) für einen Nietschaft und/oder einen Nietkörper und/oder ein Nietsetzwerkzeug (68) aufwei- 40

sen.

Claims

1. A riveting method comprising riveting a first aircraft part (11) to a second aircraft part (13), by means of a riveting system (5) comprising: 5
 a riveting tooling (30) configured to assemble the first part (11) to the second part (13) by riveting, wherein the riveting tooling (30) comprises a riveting head (40) that is intended to come into contact with the first part (11) and/or the second part (13), and 10
 a plenoptic image acquisition device (52), wherein the plenoptic image acquisition device (52) is secured to the riveting head (40), **characterized in that** the riveting method further comprises: 15
 capturing a plenoptic image (103) of a rivet and of the surroundings of the rivet, by the image acquisition device (52), after riveting the first part (11) to the second part (13), and detecting (105) the positioning and the surface condition of the rivet, from the plenoptic image captured by the image acquisition device (52). 20
2. The riveting method according to the preceding claim, comprising the three-dimensional reconstruction of the rivet and of the surroundings of the rivet. 25
3. The riveting method according to any one of the preceding claims, comprising comparing (107) the detected positioning of the rivet to a reference position of the rivet and comparing the detected surface condition of the rivet to a reference surface condition of the rivet. 30
4. The riveting method according to the preceding claim, comprising signalling (113) a positioning and/or surface condition defect of the rivet, in particular when a rivet head flushness defect and/or a notch of the rivet have been detected. 35
5. The riveting method according to any one of the preceding claims, wherein the rivet is a blind rivet and/or wherein the rivet has a head intended to be flush with a surface of the first part (11) and/or a surface of the second part (13) after riveting, such as a countersunk head rivet. 40
6. The riveting method for aircraft, comprising: 45
 riveting a first rivet to assemble the first part (11) to the second part (13), by a riveting method 50

according to any one of the preceding claims,
riveting a second rivet to assemble the first part
(11) to the second part (13), by a riveting method
according to any one of the preceding claims.

5

7. The riveting method according to the preceding claim, comprising comparing (109) the detected positioning of the second rivet to the detected positioning of the first rivet and/or comparing the detected surface condition of the second rivet to the detected surface condition of the first rivet. 10
8. The riveting method according to the preceding claim, comprising establishing (111) rivet placement statistics. 15
9. A riveting system (5) for aircraft, comprising a riveting tooling (30) configured to assemble a first aircraft part (11) to a second aircraft part (13) by riveting, the riveting tooling (30) comprising a riveting head (40) intended to come into contact with the first part (11) and/or the second part (13),
characterised in that the riveting system (5) comprises a plenoptic image acquisition device (52), configured to capture a plenoptic image of the rivet and the surroundings of the rivet after riveting the first part (11) to the second part (13) by the rivet, wherein the image acquisition device (52) is secured to the riveting head (40). 20 25 30
10. The riveting system (5) according to the preceding claim, wherein the riveting head (40) comprises:

a rotary barrel (42) which includes housings distributed circumferentially around a longitudinal axis of the riveting head (40), and
riveting tools (62, 64, 66, 68) which are different from each other and which perform various operations involved in riveting,
wherein the riveting tools (62, 64, 66, 68) are intended to be housed in the housings (43) of the barrel, wherein the image acquisition device (52) is housed in one of the housings (43) of the barrel. 35 40 45
11. The riveting system (5) according to the preceding claim, wherein the riveting tools comprise a tool for drilling (62, 64) an orifice passing through the first part (11) and the second part (13), a tool for inserting (66) a rivet pin and/or a rivet body, and/or a riveter (68). 50

55

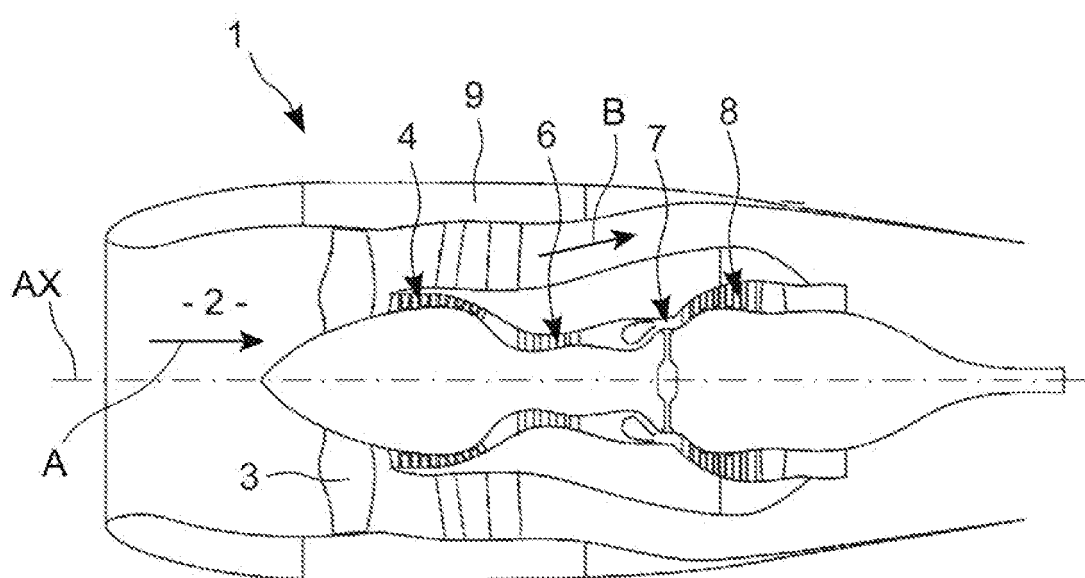


FIG. 1

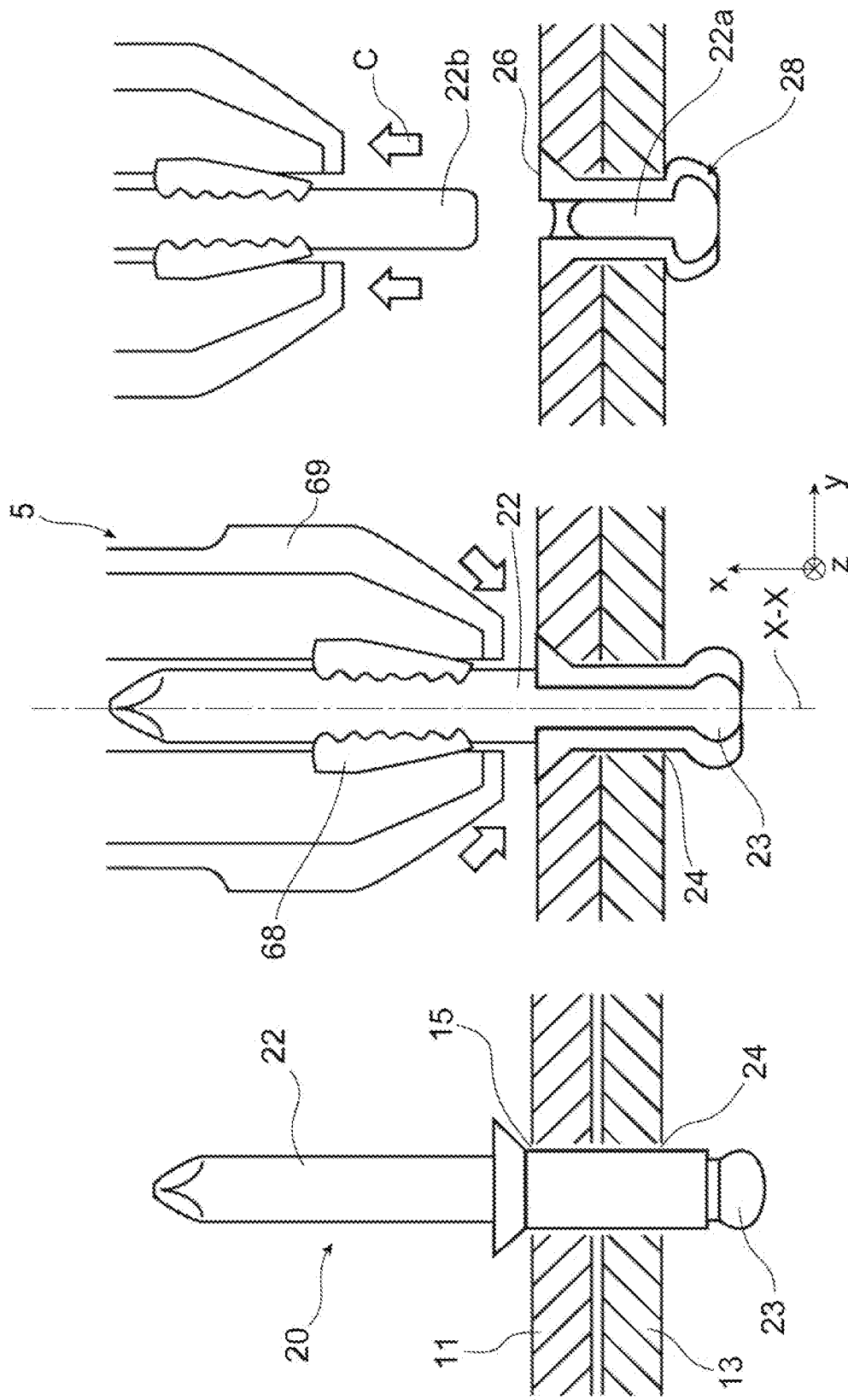


FIG. 2a

FIG. 2b

FIG. 2c

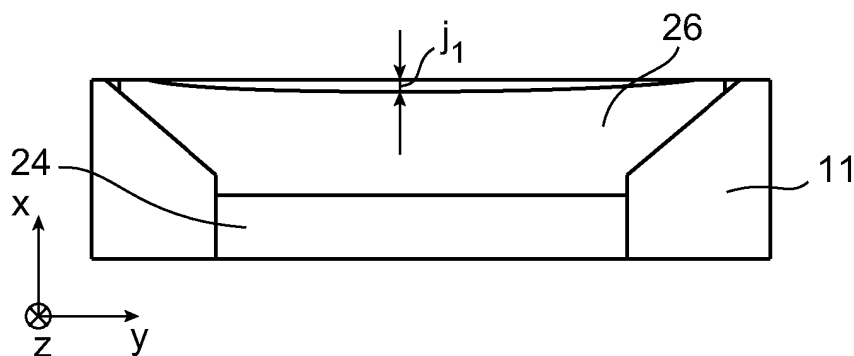


FIG. 3a

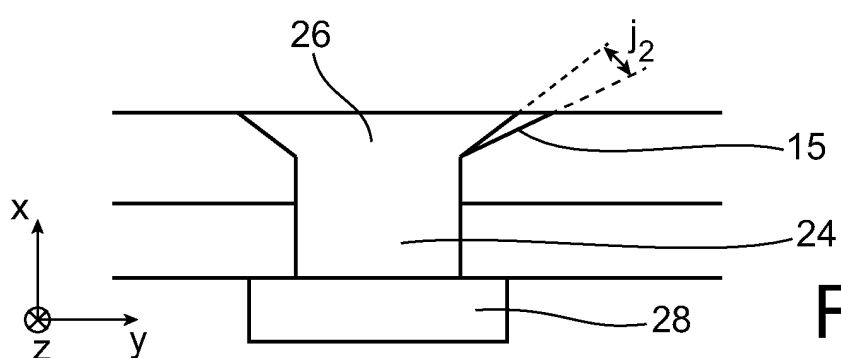


FIG. 3b

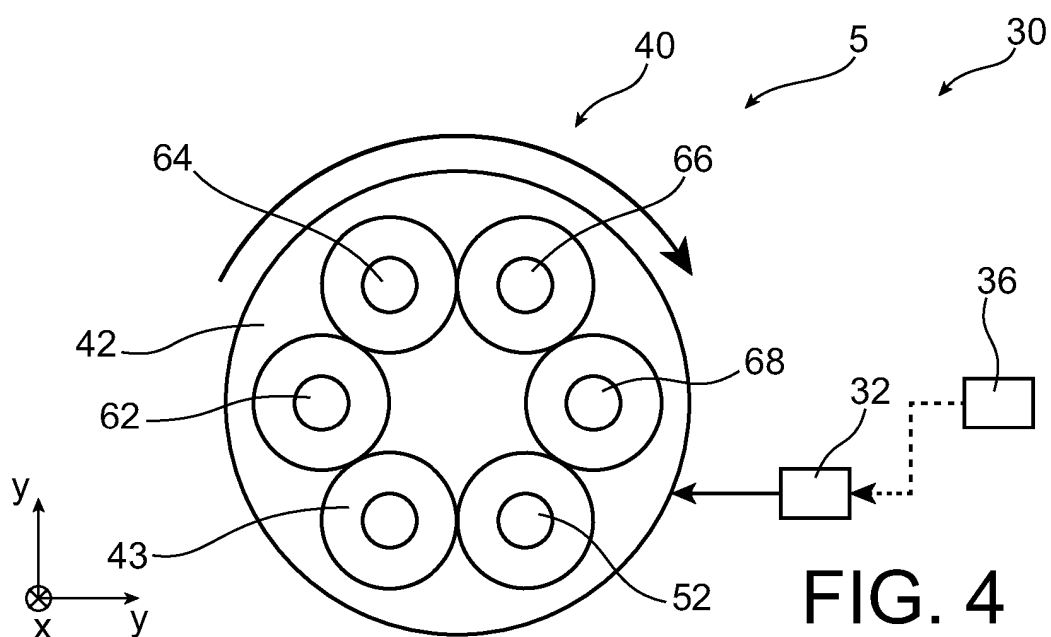


FIG. 4

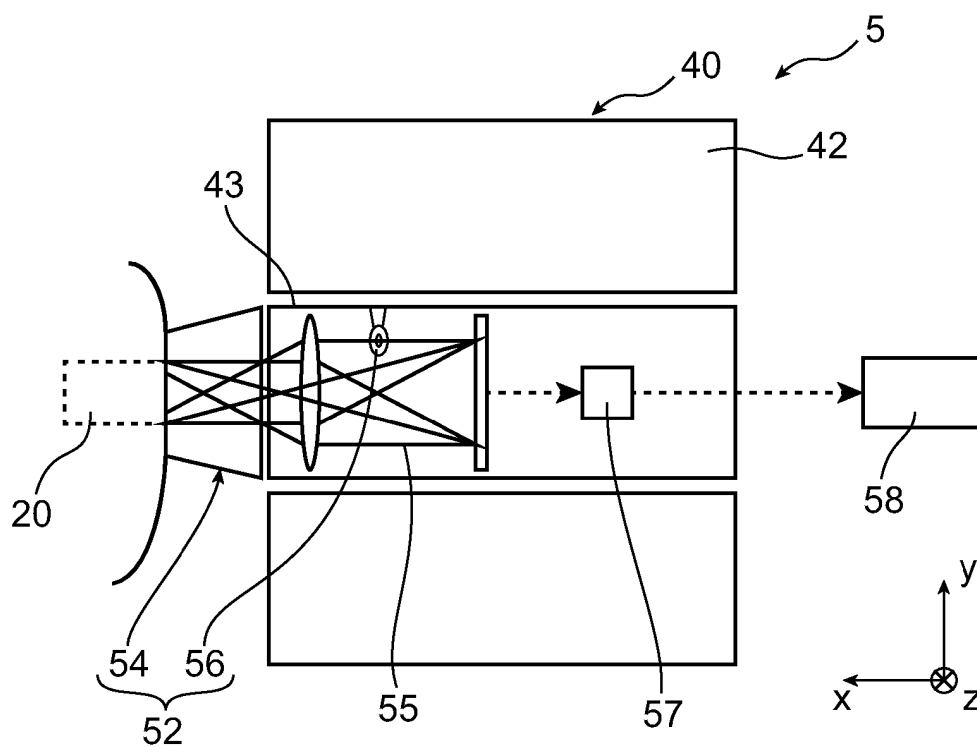


FIG. 5

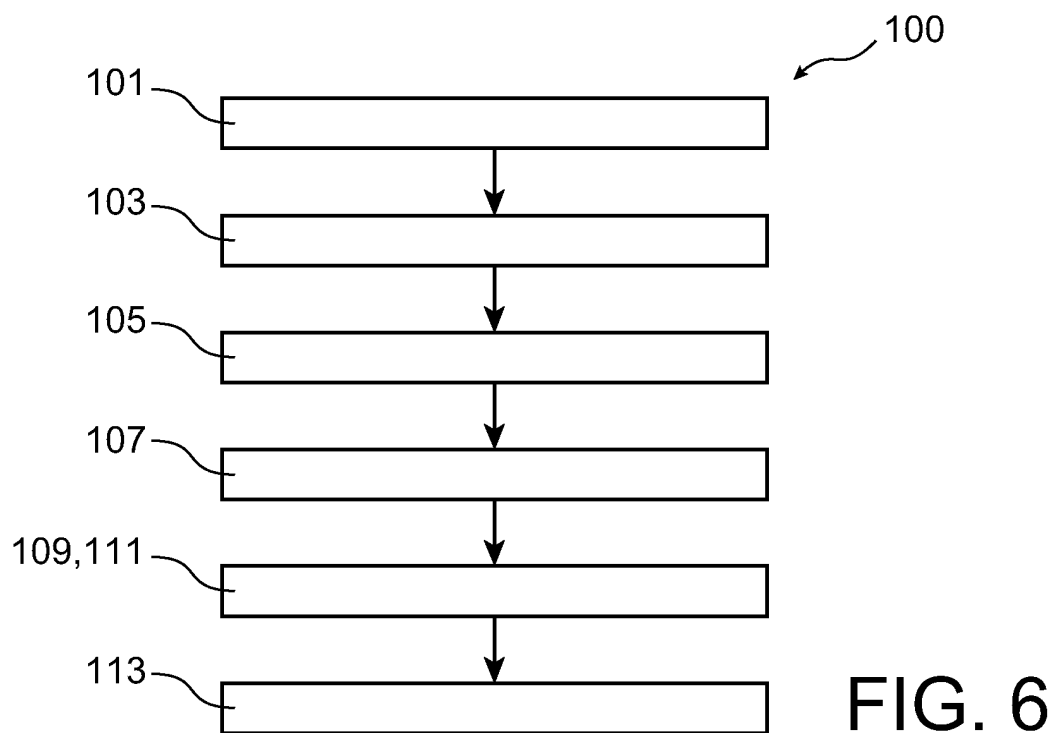


FIG. 6

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 1302258 A [0004]
- EP 2546022 A [0007]