

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 146 520**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
21 N° d'enregistrement national : **23 02242**  
51 Int Cl<sup>8</sup> : **G 01 N 21/84 (2023.01), B 21 D 22/20**

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** A1

22 Date de dépôt : 10.03.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.09.24 Bulletin 24/37.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : *PSA AUTOMOBILES SA Société par actions simplifiée (SAS) — FR et CTAG-Fundacion para la Promocion de la Innovacion, Investigacion y Desarrollo Tecnologico Industria Fondation — ES.*

72 Inventeur(s) : AREAL JUAN JOSE, HERRERO RUBEN, Dacal Nieto Angel et Araujo Martinez Ines.

73 Titulaire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par actions simplifiée, CTAG-Fundacion para la Promocion de la Innovacion, Investigacion y Desarrollo Tecnologico Industria Fondation.

74 Mandataire(s) : STELLANTIS AUTO SAS Société par actions simplifiée.

54 Procédé et système de contrôle de pellicule d'huile sur tôle d'emboutissage pour véhicule automobile.

57 L'invention a pour objet un procédé de contrôle d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle métallique apte à être mise en forme par emboutissage afin de réaliser une structure de véhicule automobile. Le procédé de contrôle comprend les étapes suivantes: obtention (110) de données d'image, via au moins une caméra hyper-spectrale, d'une tôle métallique avec une pellicule d'huile, les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse réalisées à plusieurs longueurs d'onde dans une plage de longueurs d'onde s'étendant de 380 nm à 2500 nm; comparaison (112) des données d'image à un critère de conformité; génération (114) d'un signal d'anomalie lorsque les données d'image diffèrent du critère de conformité.

Figure à publier avec l'abrégé: Figure 3



FR 3 146 520 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Procédé et système de contrôle de pellicule d'huile sur tôle d'emboutissage pour véhicule automobile**

- [0001] L'invention traite de la surveillance d'une installation d'emboutissage pour l'industrie automobile. Plus précisément, l'invention concerne la détection d'anomalies dans une pellicule d'huile à la surface d'une tôle avant emboutissage. L'invention a également pour objet un procédé de contrôle d'une pellicule d'huile. L'invention a également pour objet un système d'inspection de tôle huilées.
- [0002] La structure d'un véhicule automobile rassemble une pluralité de tôles embouties puis soudées les unes aux autres. Ces tôles embouties sont conformées par emboutissage, procédé impliquant des éléments de matrice montés dans une presse hydraulique. Afin de contrôler les contraintes lors de leur déformation, mais également afin de faciliter la sortie des matrices, les tôles sont lubrifiées avant leur entrée dans la presse hydraulique. L'huile est appliquée en amont de la presse hydraulique, selon une couche autant homogène que possible.
- [0003] Les cadences de productions élevées dans le domaine automobile sont susceptibles de générer des hétérogénéités sur la couche d'huile. Ce manque d'huile ne permet pas d'assurer une lubrification adéquate. Un frottement indésirable se produit à l'interface de contact entre la tôle emboutie et les matrices ; ce qui use prématurément ces dernières. En parallèle, le glissement de la tôle lors de sa déformation ne suit plus des critères prédéfinis, ce qui génère des contraintes internes dans la tôle produite ; et des déchirements dans certains cas. De même, des corps étrangers peuvent se déposer sur les faces de la tôle avant emboutissage.
- [0004] Ces phénomènes nuisent dans le temps à la qualité des tôles embouties produites. Il existe un besoin de surveiller l'homogénéité du revêtement de lubrification sur un tôle à emboutir. Il existe un besoin d'analyser la qualité d'une pellicule d'huile à la surface d'un flan de tôle destiné à être embouti. Un contrôle visuel n'apporte pas la précision requise ; en plus d'être limité en termes de cadence.
- [0005] L'invention a pour objectif de répondre à au moins un des problèmes ou inconvénients rencontrés dans l'art antérieur. En particulier, l'invention a pour objectif d'améliorer le contrôle d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle. L'invention a également pour objectif de préserver une matrice d'emboutissage et la précision d'identification d'anomalies sur une tôle lubrifiée destinée à être emboutie.
- [0006] Selon un premier aspect, l'invention propose un procédé de contrôle d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle métallique apte à être mise en forme par emboutissage ; remarquable en ce que le procédé de contrôle comprend les étapes suivantes :

obtention de données d'image d'une tôle métallique avec une pellicule d'huile, les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse réalisées à plusieurs longueurs d'onde dans une plage de longueurs d'onde s'étendant de 380 nm à 2500 nm; comparaison des données d'image à un critère de conformité ; génération d'un signal d'anomalie lorsque les données d'image diffèrent du critère de conformité.

- [0007] Préférentiellement, à l'étape de comparaison, le procédé comprend une estimation d'épaisseur de pellicule d'huile sur la tôle métallique grâce à un modèle régressif qui est fonction des mesures d'intensité lumineuse aux longueurs d'onde dans la plage de longueurs d'onde ; et le critère de conformité comprend une épaisseur minimale ; à l'étape de génération, le procédé de contrôle génère le signal d'anomalie lorsque l'estimation d'épaisseur est inférieure à l'épaisseur minimale.
- [0008] Préférentiellement, l'étape de comparaison comprend une recherche d'une signature d'impureté dans les données d'image, et à l'étape de comparaison le critère de conformité comprend une absence de signature d'impureté dans les données d'image ; à l'étape de génération, le procédé de contrôle génère le signal d'anomalie en cas d'identification de la signature d'impureté dans les données d'image.
- [0009] Préférentiellement, le procédé de contrôle comprend une étape d'acquisition des données d'image sous la forme de pixels, les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse pour chaque pixel ; à l'étape de comparaison les mesures d'intensité lumineuse de chaque pixel sont chacune comparées au critère de conformité.
- [0010] Préférentiellement, la plage de longueurs d'onde s'étend de 380 nm à 1700 nm.
- [0011] Préférentiellement, la plage de longueurs d'onde s'étend de 400 nm à 1000 nm.
- [0012] Préférentiellement, à l'étape d'obtention, les mesures d'intensité lumineuse sont réalisées à au moins dix longueurs d'onde.
- [0013] Préférentiellement, à l'étape d'obtention, les mesures d'intensité lumineuse sont réalisées à au moins quarante longueurs d'onde.
- [0014] Préférentiellement, à l'étape d'obtention, les mesures d'intensité lumineuse sont réalisées à au moins deux-cent longueurs d'onde.
- [0015] On aura bien compris que l'invention propose un procédé de contrôle de qualité ; tant quantitatif que qualitatif ; d'une pellicule d'huile de lubrification d'une tôle mécanique. Le procédé l'obtention de données de vision par ordinateur dans le domaine visible et le domaine infra rouge ; puis la comparaison de ces données à au moins un critère correspondant ; puis l'émission d'un signal d'hétérogénéité en cas de divergence par rapport au critère.
- [0016] L'invention utilise une pluralité de mesures dans une plage de longueur d'ondes étendue qui permet à la fois d'identifier des hétérogénéités de la pellicule d'huile sur la tôle métallique. Le champ de longueurs d'onde permet une observation fine et

pertinente de la pellicule d'huile ; ainsi que l'identification des cas où elle est absente. Ce champ permet également de détecter des particules déposées à la surface de la tôle, dans la pellicule d'huile, puisqu'elles y forment des variations chromatiques et/ou de réflexion.

- [0017] Le document US11353440B2 présente un système de mesure avec un réseau de diodes laser qui sont configurées pour générer de la lumière ayant une ou plusieurs longueurs d'onde. En complément, un système de détection est pourvu d'un photodétecteur, d'une lentille et d'un filtre spectral à une entrée du ou des photodétecteurs. Des données de spectroscopie dans l'infrarouge sont utilisées afin de créer des images illustrant l'épaisseur de déversements de pétrole sur l'eau. Alors que les données dans le visible changent à peine avec l'épaisseur du pétrole, dans le proche infrarouge, la variation des spectres de réflectance dépend beaucoup plus de l'épaisseur. Toutefois ce document ne traite pas d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle métallique.
- [0018] Préférentiellement, les mesures d'intensité lumineuse comprennent au moins une mesure à une longueur d'onde supérieure ou égale à 700 nm, plus préférentiellement supérieure ou égale à 800 nm.
- [0019] Préférentiellement, les mesures d'intensité lumineuse comprennent des mesures à des longueurs d'onde qui diffèrent d'au moins 100 nm, plus préférentiellement d'au moins 500 nm.
- [0020] Préférentiellement, l'huile est une huile de lubrification.
- [0021] Préférentiellement, les longueurs d'onde sont contiguës.
- [0022] Préférentiellement, les longueurs d'onde sont associées à une résolution spectrale égale à la différence entre les longueurs d'ondes successives.
- [0023] Préférentiellement, les longueurs d'onde sont homogènement réparties dans la plage de longueurs d'onde.
- [0024] Préférentiellement, le procédé de contrôle comprend une étape d'illumination de la pellicule d'huile avec une source lumineuse dont le spectre d'émission couvre ladite plage de longueurs d'onde.
- [0025] Préférentiellement, le procédé comprend une étape de transmission des données d'image.
- [0026] Préférentiellement, le procédé comprend une étape d'acquisition d'une image hyper-spectrale de la tôle métallique, ladite image hyper-spectrale comprenant les données d'image pour une pluralité de pixels formant les données d'image ; chaque pixel étant associé à des données d'image à chaque longueur d'onde de mesure.
- [0027] Préférentiellement, à l'étape d'acquisition les données d'image comprennent un hypercube, et le procédé comprend une étape de conversion de l'hypercube en une matrice.
- [0028] Préférentiellement, avant l'étape de comparaison, le procédé comprend une étape de

filtrage des données d'image.

- [0029] Préférentiellement, avant l'étape d'obtention et/ou avant l'étape d'acquisition, le procédé de contrôle comprend une étape de segmentation qui supprime des données d'image de pixels en dehors de la tôle métallique.
- [0030] Préférentiellement, à l'étape d'obtention, les données d'image comprennent des données de longueurs d'onde pour plusieurs pixels ; et à l'étape de comparaison les longueurs d'onde desdits pixels sont comparées au critère de conformité.
- [0031] Préférentiellement, le modèle régressif est un modèle régressif linéaire ou non linéaire.
- [0032] Selon un autre aspect, l'invention propose un système de contrôle d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle métallique apte à être mise en forme par emboutissage ; remarquable en ce que le système de contrôle comprend un dispositif de traitement de données avec un processeur configuré pour mettre en œuvre le procédé de contrôle selon l'invention.
- [0033] Préférentiellement, le système de contrôle comprend en outre une source lumineuse halogène avec un spectre d'émission couvrant la plage de longueurs d'onde, et au moins une caméra hyper-spectrale.
- [0034] Préférentiellement, le système de contrôle est avant la presse selon le sens d'arrivée de la tôle métallique.
- [0035] Selon un autre aspect, l'invention propose un système de contrôle d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle métallique apte à être mise en forme par emboutissage ; remarquable en ce que le système de contrôle est configuré pour : obtenir et/ou acquérir des données d'image d'une tôle métallique recouverte d'une pellicule d'huile, les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse réalisées à plusieurs longueurs d'onde réparties dans une plage de longueurs d'onde de 380 nm à 1700 nm ; comparer les données d'image à un critère de conformité d'hétérogénéité ; générer un signal d'anomalie lorsque les données d'image diffèrent du critère de conformité.
- [0036] Selon un autre aspect, l'invention propose un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui, lorsque le programme est exécuté par un ordinateur, conduisent celui-ci à mettre en œuvre le procédé de contrôle selon l'invention.
- [0037] Selon un autre aspect, l'invention propose une installation d'emboutissage de tôles métalliques, l'installation d'emboutissage comprenant une presse apte à mettre en forme les tôles métalliques ; remarquable en ce que l'installation d'emboutissage comprend un système de contrôle selon l'invention.
- [0038] Préférentiellement, l'installation d'emboutissage comprend en outre une unité de lubrification avant le système de contrôle ; un bras de manutention entre le système de contrôle et la presse ; une zone de rebuts ; l'installation d'emboutissage étant

configurée de sorte que le bras de manutention transfère sélectivement une tôle métallique dans la presse ou la zone de rebus.

- [0039] Chaque caractéristique introduite par l'expression « préférentiellement » donnée en relation avec l'un des aspects de l'invention s'applique à tous les autres aspects de l'invention.
- [0040] L'invention sera bien comprise et d'autres aspects et avantages apparaîtront clairement à la lecture de la description qui suit, donnée en référence aux figures annexées et énumérées ci-dessous.
- [0041] La [Fig.1] illustre une installation d'emboutissage selon l'invention.
- [0042] La [Fig.2] représente un système de contrôle selon l'invention.
- [0043] La [Fig.3] est un diagramme d'un procédé de contrôle selon l'invention.
- [0044] Dans la description qui suit, le terme « comprendre » est synonyme de « inclure » et n'est pas limitatif en ce qu'il autorise la présence d'autres éléments dans l'installation d'emboutissage, le système de contrôle ou d'autres étapes dans le procédé de contrôle auquel il se rapporte. Il est entendu que le terme « comprendre » inclut les termes « consister en ». Les termes « externe » et « interne » désigneront respectivement ce qui est orienté vers l'extérieur du véhicule et vers l'intérieur du véhicule.
- [0045] Par le terme « hyper-spectral », on entend : qui couvre une plage d'ondes électromagnétiques couvrant le domaine visible et au moins une portion du domaine infrarouge.
- [0046] Dans la présente description, une « intensité lumineuse » correspond à une intensité d'une onde électromagnétique.
- [0047] Dans la présente description, les plages de valeurs comprennent les bornes qui les délimitent.
- [0048] Dans la présente description, les caractéristiques techniques sont définies dans la configuration de fonctionnement de l'installation d'emboutissage et du système de contrôle, à moins que le contraire ne soit mentionné explicitement.
- [0049] Au travers de la description, les différentes figures utilisent les mêmes signes de référence pour désigner des entités identiques ou similaires.
- [0050] La [Fig.1] représente une installation d'emboutissage 10 de tôles métalliques 12. Les tôles embouties 14 qui en sortent rentrent dans la fabrication d'un véhicule automobile, notamment de sa caisse.
- [0051] L'installation d'emboutissage 10 est alimentée en tôles métalliques 12 brutes. En entrée, une tôle métallique 12 est également appelée flan de tôle. Chaque tôle métallique 12 est généralement issue d'une bobine (non représentée) et coupée à une longueur prédéfinie ; et optionnellement selon un contour d'ébauche. Cela permet une optimisation de la tôle consommée. La tôle métallique 12 forme généralement une feuille. Elle présente une épaisseur constante ; par exemple comprise entre 0.60 mm et 0.85 mm. Elle est plane. La tôle métallique 12 comprend de l'acier. Alternativement,

elle comprend un alliage d'aluminium. Des alliages de cuivre sont également envisagés.

- [0052] L'installation d'emboutissage 10 comprend une unité de lubrification 16, également appelée module d'application d'huile. L'unité de lubrification 16 comprend un rouleau applicateur (non représenté). En fonction de la pression du rouleau applicateur sur la tôle métallique 12, l'épaisseur de la pellicule d'huile 18 varie. La présence d'une particule est également susceptible de perturber la précision apportée par le rouleau. L'unité de lubrification 16 est optionnellement couplée à un dispositif de nettoyage (non représenté) de la tôle métallique 12, par exemple afin d'assurer un meilleur accrochage de la pellicule d'huile 18.
- [0053] L'installation d'emboutissage 10 comprend également un système de contrôle 20 de pellicule d'huile 18 sur la tôle métallique 12. Le système de contrôle 20 permet de vérifier l'acceptabilité de la pellicule d'huile 18. Elle permet de vérifier si la lubrification ainsi appliquée répond à cahier des charges ; et notamment si l'épaisseur de pellicule d'huile 18 respecte un critère de conformité. Le système de contrôle 20 est configuré pour estimer si la pellicule d'huile 18 est suffisante, et si d'éventuelles particules sont présentes. En effet, des particules de bois ou de plastique (non représentées) peuvent se déposer à la surface de la tôle métallique 12 avant ou après lubrification. Des telles particules sont également susceptibles de détériorer les matrices de la presse. La pellicule d'huile 18 comprend une épaisseur comprise entre 0.01 mm et 0.50 mm ; préférentiellement entre 0.02 mm et 0.30 mm ; plus préférentiellement entre 0.05 mm et 0.20 mm. A titre d'exemple, la pellicule d'huile 18 présente une masse surfacique de 0.50 g/m<sup>2</sup> à 2.00 g/m<sup>2</sup>. Préférentiellement, la pellicule d'huile 18 présente une masse surfacique 1.20 g/m<sup>2</sup>, +/- 0.2 g/m<sup>2</sup>. Ces valeurs optimisent les conditions d'emboutissage de la tôle métallique 12 et la durée de conservation de avant emboutissage. Le système de contrôle 20 comprend des moyens optiques. Les moyens optiques comprennent avantageusement au moins une caméra hyper-spectrale 22. Selon une option, des moyens d'éclairage sont ajoutés. Les moyens d'éclairage comprennent avantageusement une source lumineuse halogène 24, également appelé lampe halogène.
- [0054] L'installation d'emboutissage 10 comprend en outre un bras de manutention 26. Le bras de manutention 26 est apte à saisir la tôle métallique 12 et à la déplacer. En fonction des conclusions du système de contrôle 20, le bras de manutention 26 dépose la tôle métallique 12 sélectivement dans une zone de rebus 28 en cas de non-conformité ; ou dans une presse 30 lorsque la pellicule d'huile 18 respecte le ou les critères de conformité souhaités.
- [0055] La presse 30 est notamment une presse hydraulique. Elle permet de bomber la tôle métallique 12. Des découpes et des pliages peuvent également être réalisés. Selon une

option, l'installation d'emboutissage 10 comprend plusieurs presses 30 (une seule représentée). Le transfert de l'une à l'autre peut être réalisé par le bras de manutention 26, par d'autres bras de manutention (non représentés), ou par un tapis convoyeur (non représenté).

- [0056] Chaque tôle emboutie 14 peut être utilisée pour former une caisse ou des ouvrants d'un véhicule automobile. La tôle emboutie 14 peut former une portion de longeron, une partie de plancher, une doublure d'ouvrant, un panneau de peau de carrosserie.
- [0057] Le contrôle de conformité est effectué sur les deux faces de la tôle métallique ; par exemple en la retournant avec le bras de manutention.
- [0058] L'huile de la pellicule d'huile 18 comprend de l'huile d'emboutissage ou huile de formage. L'huile d'emboutissage est par exemple une huile minérale. L'huile d'emboutissage présente également des propriétés anti-corrosion. Ainsi, l'invention apporte un bénéfice puisqu'elle optimise la protection de la tôle métallique avant emboutissage. La durée de stockage de la tôle métallique avant emboutissage est allongée.
- [0059] Généralement, l'huile est un lubrifiant.
- [0060] La [Fig.2] présente un système de contrôle d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle métallique. Le système de contrôle est destiné à être intégré dans une installation d'emboutissage. L'installation d'emboutissage correspond à celle présentée en relation avec la [Fig.1].
- [0061] Le système de contrôle 20 comprend une pluralité de caméras hyper-spectrales 22. Les caméras hyper-spectrales 22 peuvent être réparties suivant la surface de la tôle métallique 12 et/ou sur un portique au-dessus de la zone d'inspection 32. Les caméras hyper-spectrales 22 comprennent des capteurs différents. Les caméras hyper-spectrales 22 comprennent chacune une bande spectrale propre. La combinaison des bandes spectrales couvre la plage de longueurs d'onde de 380 nm à 2500 nm. Dans le présent mode de réalisation, trois caméras hyper-spectrales 22 sont représentées. Cependant, le système de contrôle 20 peut comprendre tout autre nombre de caméras hyper-spectrales 22.
- [0062] En complément, le système de contrôle 20 comprend une pluralité de sources lumineuses halogènes 24, par exemple au moins six. Les sources lumineuses halogènes 24 sont intercalées entre les caméras hyper-spectrales 22 et/ou montées à différentes hauteurs. Préférentiellement, les sources lumineuses halogènes 24 sont identiques et ont un même spectre d'émission.
- [0063] Par souci de clarté, la suite de la description sera donnée en relation avec une seule caméra hyper-spectrale 22. Toutefois, les caractéristiques suivantes s'appliquent à chaque caméra hyper-spectrale 22. Par souci de clarté, la suite de la description sera donnée en relation avec une seule source lumineuse halogène 24. Toutefois, les caractéristiques suivantes s'appliquent à chaque source lumineuse halogène 24.

- [0064] Le système de contrôle 20 comprend une zone d'inspection 32 dans laquelle la tôle métallique 12 est positionnée en vue de son analyse. La zone d'inspection 32 est surplombée par la caméra hyper-spectrale 22 qui est montée à un portique. La caméra hyper-spectrale 22 présente un champ de vision couvrant au moins la zone d'inspection 32, préférentiellement au moins la tôle métallique 12.
- [0065] La caméra hyper-spectrale 22 est apte à fournir des données d'image, notamment des données hyper-spectrales. Elle est apte à mesurer des intensités lumineuses à plusieurs longueurs d'ondes. Par exemple, la caméra hyper-spectrale 22 est configurée pour effectuer des mesures : à au moins dix longueurs d'ondes, ou à au moins vingt longueurs d'ondes, ou à au moins quarante longueurs d'ondes, ou à au moins cent longueurs d'ondes, ou à au moins deux cent longueurs d'ondes, ou à au moins quatre cent longueurs d'ondes. Les longueurs d'ondes sont avantageusement contiguës.
- [0066] La tôle métallique 12 est réfléchissante. Elle peut former un miroir. Elle est apte, en tant que telle, et notamment avant application de la pellicule d'huile 18 ; à réfléchir au moins toutes les longueurs d'ondes du domaine visible. Les données d'image sont alors des données de réflexion. Cet aspect optimise la précision d'analyse de la pellicule d'huile.
- [0067] Pour chaque longueur d'onde, la caméra hyper-spectrale 22 présente une résolution spectrale inférieure ou égale à 10 nanomètres (nm), préférentiellement inférieure ou égale à 3 nm. Les longueurs d'onde auxquelles la caméra hyper-spectrale 22 effectue ses mesures sont comprises dans une plage s'étendant de 380 nm à 2500 nm ; préférentiellement de 380 nm à 1700 nm ; préférentiellement de 400 nm à 1000 nm. Chacune de ces plages offre un compromis entre la précision et la quantité de données à traiter.
- [0068] Ces plages couvrent le domaine visible et une partie du domaine de l'infrarouge. Combiner au moins partiellement le domaine visible et l'infrarouge permet à la fois de reconnaître des particules de bois ou de plastique ; mais également d'analyser l'épaisseur de la pellicule d'huile 18. Cette analyse permet d'identifier un manque, comme une quantité trop importante d'huile. Le système de contrôle 20 permet donc de déterminer une surconsommation.
- [0069] Les longueurs d'onde sont associées à la résolution spectrale qui est égale à la différence entre les longueurs d'ondes successives. Ainsi, toute la plage de longueur d'onde est couverte, ce qui améliore la précision d'estimation d'épaisseur de pellicule d'huile 18.
- [0070] La caméra hyper-spectrale 22 offre des données d'image sous la forme de pixels représentatifs de la tôle métallique 12. Pour chaque pixel, les données d'image comprennent des mesures d'intensité lumineuse réalisées entre 380 nm et 2500 nm, préférentiellement entre 380 nm et 1700 nm, plus préférentiellement entre 400 nm et 1000 nm. Pour chaque pixel, les données d'image peuvent être synthétisées sous la forme

d'un graphique 34 représentant l'intensité lumineuse ( $i$ ) en fonction de la longueur d'onde ( $L$ ).

- [0071] Chaque graphique 34 obtenu présente un profil spécifique, qui peut être comparé ; par exemple à une signature spécifique correspondant à une famille de débris. En effet, une particule ou une impureté en plastique présentera des pics 36 spécifiques. Il en va de même pour une impureté en bois. La détection et l'analyse de tels pics 36 permet d'identifier les impuretés ; mais également d'en déterminer la composition. De telles données sont stockées en vue de remonter à la source de la pollution.
- [0072] Selon une alternative de l'invention, chaque graphique 34 est comparé à un graphique de conformité. En cas de divergence d'intensité au-delà d'un seuil d'intensité ; un signal d'anomalie est émis. La divergence d'intensité est une divergence cumulée ou une divergence pour des pics spécifiques.
- [0073] Le système de contrôle 20 comprend en outre une source lumineuse halogène 24. La source lumineuse halogène 24 génère un rayonnement lumineux couvrant la plage de longueurs d'onde. Son spectre d'émission englobe la plage de longueurs d'onde qui sont captées via la caméra hyper-spectrale 22. La source lumineuse halogène 24 est à distance de la caméra hyper-spectrale 22 afin de ne pas en perturber les mesures. Son rayonnement est dirigé vers la tôle métallique 12. Selon une option, plusieurs sources lumineuses halogènes sont utilisées, par exemple avec différents rayonnements.
- [0074] Le système de contrôle 20 comprend un dispositif de traitement de données 40 avec un processeur 42 et une mémoire 44. Le processeur 42 peut comprendre un ou plusieurs microprocesseurs ou microcontrôleurs électroniques programmables. De plus, le processeur 42 peut comprendre une unité centrale de traitement (CPU), une mémoire (en plus ou comme la mémoire séparée et illustrée par le numéro de référence 44) et une interface d'entrée/sortie (E/S) à travers laquelle le processeur 42 peut recevoir une pluralité de signaux d'entrée issus de la caméra hyper-spectrale 22. Une telle interface d'E/S est également configurée pour générer une pluralité de signaux de sortie comprenant, mais sans s'y limiter, ceux utilisés pour contrôler le bras de maintenance et/ou fournir des données à l'affichage 46. Le processeur 42 est également apte à générer un signal d'anomalie lorsque les données d'image diffèrent d'un critère de conformité.
- [0075] L'affichage 46 représente la tôle métallique 12 selon une apparence variant en fonction de l'épaisseur de pellicule d'huile estimée. L'affichage 46 affiche une image virtuelle, notamment représentative de longueurs d'onde en dehors du domaine visible ; c'est-à-dire à des longueurs d'onde au-delà de 780 nm.
- [0076] La mémoire 44 est prévue pour le stockage de données et d'instructions ou de code (c'est-à-dire un logiciel) pour et lisible et/ou inscriptible par le processeur 42. La mémoire 44 peut comprendre diverses formes de mémoire non volatile (c'est-à-dire

non transitoire). La mémoire non volatile comprend une mémoire flash ou mémoire morte (ROM), tout type de mémoire morte programmable (par exemple, PROM, EPROM, EEPROM). La mémoire 44 comprend optionnellement une mémoire volatile, y compris une mémoire vive (RAM), une mémoire vive statique (SRAM), une mémoire vive dynamique à accès aléatoire (DRAM), et une mémoire vive dynamique synchrone (SDRAM). Selon l'invention, la mémoire peut être interne au processeur, ou alternativement former un composant séparé.

- [0077] Le dispositif de traitement de données 40 peut être propre au système de contrôle 20, ou intégré à l'installation d'emboutissage qui commande également la presse et le bras de manutention.
- [0078] Le dispositif de traitement de données 40 peut être un ordinateur. Il peut être une carte électronique programmable.
- [0079] La [Fig.3] présente un procédé de contrôle d'une pellicule d'huile à la surface d'une tôle métallique. Le procédé de contrôle est implémenté dans un système de contrôle tel que celui présenté en relation avec la [Fig.2] et/ou une installation d'emboutissage selon la [Fig.1].
- [0080] Le procédé de contrôle comprend les étapes suivantes, préférentiellement effectuées dans l'ordre qui suit :
- [0081] illumination 100 de la pellicule d'huile sur la tôle métallique avec une source lumineuse présentant un spectre d'émission, par exemple variant de 380 nm à 2500 nm ;
- [0082] acquisition 102 de données d'image sous la forme d'un hypercube ; à l'aide des moyens optiques, notamment de la caméra hyper-spectrale ; les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse réalisées à plusieurs longueurs d'onde dans une plage de longueurs d'onde s'étendant de 380 nm à 2500 nm ;
- [0083] conversion 104 de l'hypercube des données d'image en une matrice ;
- [0084] segmentation 106 des données d'image de sorte à supprimer des données de pixels en dehors de la tôle métallique, et à ne conserver que celles propre à la tôle métallique ;
- [0085] filtrage 108 des données d'image de sorte à supprimer les mesures d'intensité lumineuse inférieures à un seuil d'intensité ;
- [0086] obtention 110, par un dispositif de traitement de données, de données d'image d'une tôle métallique avec une pellicule d'huile ;
- [0087] comparaison 112 des données d'image à un critère de conformité ;
- [0088] génération 114 d'un signal d'anomalie lorsque les données d'image diffèrent du critère de conformité.
- [0089] L'étape d'acquisition 102 est une étape d'acquisition de données d'image hyper-spectrale.
- [0090] A l'étape d'acquisition 102, les données d'image comprennent un hypercube avec

plusieurs matrices empilées, et à l'étape de conversion 104 l'hypercube est transformé en une matrice étendue. L'hypercube est entendu comme un tableau de données tridimensionnel, et la matrice est entendue comme un tableau de données bi-dimensionnel. Selon une option de l'invention, la plage de longueurs d'onde s'étend de 380 nm à 1700 nm ; préférentiellement de 400 nm à 1000 nm.

- [0091] A l'étape d'acquisition 102, les données d'image sont acquises sous la forme de pixels dont l'ensemble représente la tôle métallique. Les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse pour chacun de ces pixels. A l'étape de comparaison 112 les mesures d'intensité lumineuse aux différentes longueurs d'onde de chaque pixel sont comparées au critère de conformité.
- [0092] A l'étape d'obtention 110 les données d'image sont reçues par le processeur ou la mémoire du dispositif de traitement de données.
- [0093] Selon une alternative de l'invention, le dispositif de traitement de données est externe au système de contrôle. Ainsi, l'étape de comparaison peut s'effectuer de manière centralisée dans une même usine.
- [0094] A l'étape d'obtention 110, les mesures d'intensité lumineuse sont réalisées à au moins dix longueurs d'onde, préférentiellement à au moins quarante longueurs d'onde ; plus préférentiellement à au moins deux-cent longueurs d'onde ; encore plus préférentiellement à au moins quatre-cent longueurs d'onde. Ces nombres de longueurs d'onde permettent d'augmenter la précision de l'observation ; et donc la fiabilité de l'estimation d'épaisseur de la pellicule d'huile, tout comme la fiabilité de détection de particules.
- [0095] A l'étape d'obtention 110, au moins une mesure d'intensité lumineuse est à une longueur d'onde supérieure ou égale à 700 nm ou 800 nm ; c'est-à-dire dans le domaine infrarouge. Ce domaine d'onde électromagnétique apporte un gain en matière d'estimation de l'épaisseur. Les mesures d'intensité lumineuse comprennent des mesures à des longueurs d'onde qui diffèrent d'au moins 100 nm, préférentiellement d'au moins 500 nm. Cela augmente la capacité à identifier une anomalie.
- [0096] A l'étape de comparaison 112, le procédé comprend une estimation d'épaisseur de pellicule d'huile sur la tôle métallique grâce à un modèle régressif qui est fonction des mesures d'intensité lumineuse dans la plage de longueurs d'onde. Le modèle régressif comprend un polynôme dont les variables correspondent aux mesures d'intensité lumineuse pour chaque longueur d'onde de la plage de longueurs d'onde. Le critère de conformité comprend, entre autres, une épaisseur minimale. L'épaisseur minimale est une épaisseur minimale de pellicule d'huile à respecter. Selon une option, le critère de conformité comprend également une épaisseur maximale de pellicule d'huile. A l'étape de génération 114, le procédé génère le signal d'anomalie lorsque l'estimation d'épaisseur est inférieure à l'épaisseur minimale ; et optionnellement lorsque

l'estimation d'épaisseur dépasse l'épaisseur maximale.

- [0097] L'étape de comparaison 112 comprend également une recherche d'une signature d'impureté dans les données d'image. La mémoire du dispositif de traitement de données comprend une bibliothèque de signatures d'impuretés. Ces signatures d'impuretés peuvent être définies expérimentalement, ou par apprentissage automatique. L'apprentissage automatique est effectué par entraînement supervisé. Dans ce cas, le critère de conformité correspondant comprend une absence de signature d'impureté dans les données d'image. A l'étape de génération 114, le procédé génère le signal d'anomalie à condition que le processeur aboutisse à l'identification de la signature d'impureté dans les données d'image.
- [0098] Le signal d'anomalie comprend un signal sonore ou un signal visuel. Le signal visuel comprend alors l'affichage de la tôle avec la représentation d'une partie présentant un déficit d'huile ; ou la localisation d'une impureté.
- [0099] Selon une alternative, le signal d'anomalie est transformé puis transmis au bras de manutention de sorte à ce qu'il place la tôle métallique dans la zone de rebus.
- [0100] Selon une option de l'invention, le procédé comprend une étape de transmission des données d'image ; notamment via un réseau de télécommunication. En effet, le dispositif de traitement de données peut être à distance du système de contrôle.
- [0101] Selon une option de l'invention, le dispositif de traitement de données est partagé par plusieurs systèmes de contrôle.
- [0102] L'invention comprend la combinaison de tous les modes de réalisation présentés par toutes les figures.

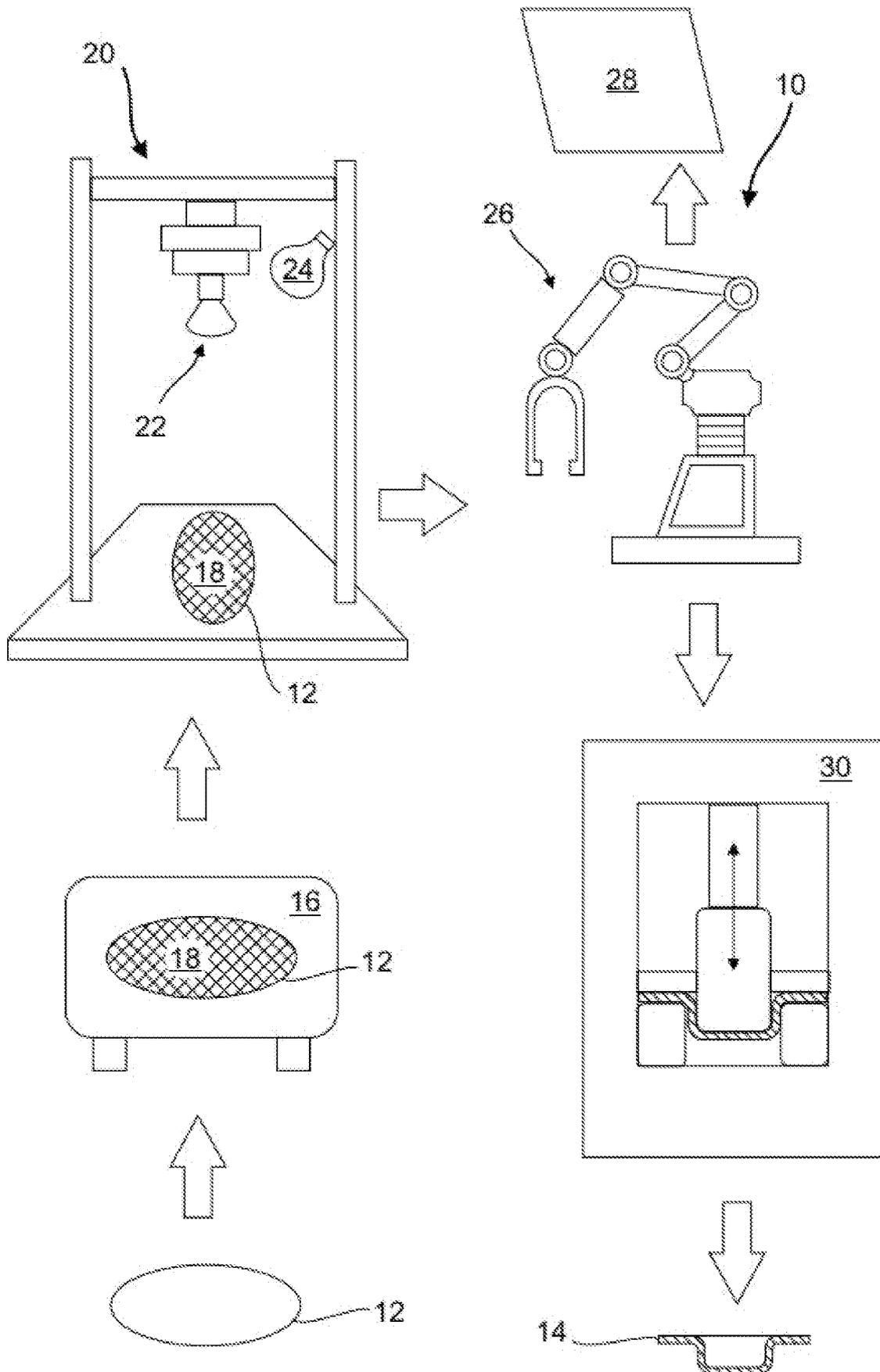
## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de contrôle d'une pellicule d'huile (18) à la surface d'une tôle métallique (12) apte à être mise en forme par emboutissage ; caractérisé en ce que le procédé de contrôle comprend les étapes suivantes :
- obtention (110) de données d'image d'une tôle métallique (12) avec une pellicule d'huile (18), les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse réalisées à plusieurs longueurs d'onde dans une plage de longueurs d'onde s'étendant de 380 nm à 2500 nm ;
  - comparaison (112) des données d'image à un critère de conformité ;
  - génération (114) d'un signal d'anomalie lorsque les données d'image diffèrent du critère de conformité.
- [Revendication 2] Procédé de contrôle selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'à l'étape de comparaison (112), le procédé comprend une estimation d'épaisseur de pellicule d'huile (18) sur la tôle métallique (12) grâce à un modèle régressif qui est fonction des mesures d'intensité lumineuse aux longueurs d'onde dans la plage de longueurs d'onde ; et le critère de conformité comprend une épaisseur minimale ; à l'étape de génération (114), le procédé de contrôle génère le signal d'anomalie lorsque l'estimation d'épaisseur est inférieure à l'épaisseur minimale.
- [Revendication 3] Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que l'étape de comparaison (112) comprend une recherche d'une signature d'impureté dans les données d'image, et à l'étape de comparaison (112) le critère de conformité comprend une absence de signature d'impureté dans les données d'image ; à l'étape de génération (114), le procédé de contrôle génère le signal d'anomalie en cas d'identification de la signature d'impureté dans les données d'image.
- [Revendication 4] Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le procédé de contrôle comprend une étape d'acquisition (102) des données d'image sous la forme de pixels, les données d'image comprenant des mesures d'intensité lumineuse pour chaque pixel ; à l'étape de comparaison (112) les mesures d'intensité lumineuse de chaque pixel sont chacune comparées au critère de conformité.
- [Revendication 5] Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en

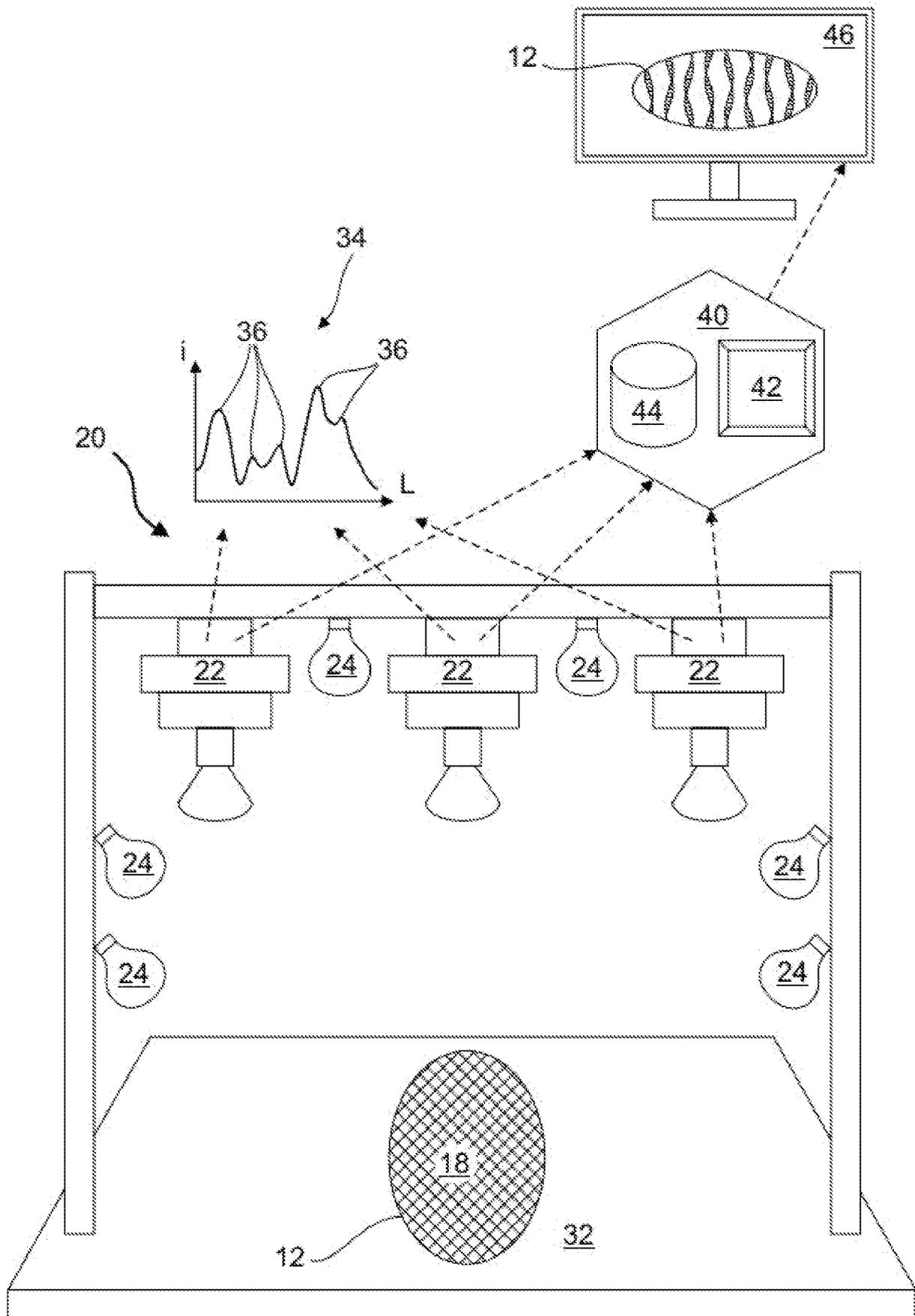
ce que la plage de longueurs d'onde s'étend de 380 nm à 1700 nm ; préférentiellement de 400 nm à 1000 nm.

- [Revendication 6] Procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'à l'étape d'obtention (110), les mesures d'intensité lumineuse sont réalisées à au moins dix longueurs d'onde, préférentiellement à au moins quarante longueurs d'onde ; plus préférentiellement à au moins deux-cent longueurs d'onde.
- [Revendication 7] Système de contrôle (20) d'une pellicule d'huile (18) à la surface d'une tôle métallique (12) apte à être mise en forme par emboutissage ; caractérisé en ce que le système de contrôle (20) comprend un dispositif de traitement de données avec un processeur configuré pour mettre en œuvre le procédé de contrôle selon l'une des revendications 1 à 6.
- [Revendication 8] Système de contrôle (20) selon la revendication 7, caractérisé en ce que le système de contrôle (20) comprend en outre une source lumineuse halogène (24) avec un spectre d'émission couvrant la plage de longueurs d'onde, et au moins une caméra hyper-spectrale (22).
- [Revendication 9] Installation d'emboutissage (10) de tôles métalliques (12), l'installation d'emboutissage (10) comprenant une presse (30) apte à mettre en forme les tôles métalliques (12) ; caractérisée en ce que l'installation d'emboutissage (10) comprend un système de contrôle (20) selon l'une des revendications 7 à 8.
- [Revendication 10] Installation d'emboutissage (10) selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'installation d'emboutissage (10) comprend en outre une unité de lubrification (16) avant le système de contrôle (20) ; un bras de manutention (26) entre le système de contrôle (20) et la presse (30) ; une zone de rebus (28) ; l'installation d'emboutissage (10) étant configurée de sorte que le bras de manutention (26) transfère sélectivement une tôle métallique (12) dans la presse (30) ou la zone de rebus (28).

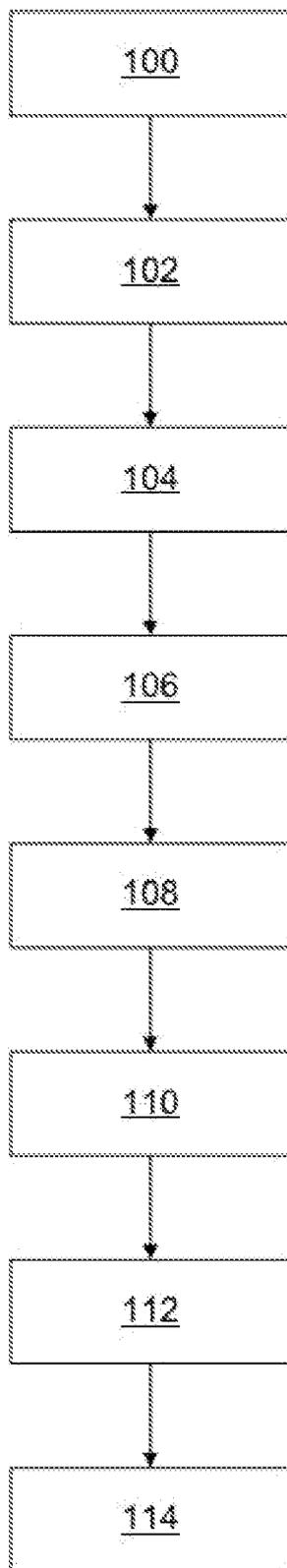
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]





**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2302242 FA 917429**

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 **06-10-2023**  
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
<b>DE 102020101613 A1</b>	<b>29-07-2021</b>	<b>DE 102020101613 A1</b>	<b>29-07-2021</b>
		<b>WO 2021148160 A1</b>	<b>29-07-2021</b>
-----			
<b>DE 102018126837 A1</b>	<b>30-04-2020</b>	<b>CN 113164999 A</b>	<b>23-07-2021</b>
		<b>DE 102018126837 A1</b>	<b>30-04-2020</b>
		<b>EP 3817864 A1</b>	<b>12-05-2021</b>
		<b>ES 2928437 T3</b>	<b>18-11-2022</b>
		<b>PL 3817864 T3</b>	<b>27-12-2022</b>
		<b>WO 2020083540 A1</b>	<b>30-04-2020</b>
-----			
<b>DE 102005041173 A1</b>	<b>09-03-2006</b>	<b>AUCUN</b>	
-----			
<b>DE 102021114259 A1</b>	<b>08-12-2022</b>	<b>AUCUN</b>	
-----			