

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 50061 B1** (51) Cl. internationale : **G01N 21/94**  
(43) Date de publication : **31.08.2023**

---

(21) N° Dépôt :  
**50061**

(22) Date de Dépôt :  
**31.05.2018**

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:  
**PCT/EP2019/064190 31.05.2018**

(71) Demandeur(s) :  
**Universidad del Pais Vasco, Barrio Sarriena, s/n 48940 Leioa Vizcaya (ES)**

(72) Inventeur(s) :  
**SCHÄFER, Thomas ; RAFANIELLO, Iliane**

(74) Mandataire :  
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : **EP18382376.4**

---

(54) Titre : **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE DÉTECTION ET DE SURVEILLANCE D'ENCRASSEMENT DE SURFACE**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de détection et de suivi d'encrassement de surface à l'échelle nanométrique en tant qu'outil de suivi prédictif ou temps réel. L'invention concerne également des dispositifs pour la mise en oeuvre dudit procédé, et des utilisations dudit procédé, notamment pour optimiser les procédures de nettoyage de dispositifs ou de composants de ceux-ci encrassés par des flux de salissures.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de détection d'encrassement de surface comprenant :
  - a) le fait de prévoir une première surface agencée pour être en contact avec un flux de matière encrassante ;
  - 5 b) le fait de prévoir un système de capteur comprenant au moins une unité capteur sensible aux surfaces, un matériau de dépôt étant déposé sur ladite unité capteur sensible aux surfaces, le matériau de dépôt présentant une deuxième surface agencée pour être en contact avec un flux de matière encrassante ;
  - 10 la deuxième surface présentant toutes les propriétés physico-chimiques de la première surface, lesdites propriétés physico-chimiques de la première surface étant responsables du dépôt de matière encrassante sur ladite première surface ;
  - ladite unité capteur sensible aux surfaces étant adaptée pour générer des signaux en réponse au dépôt de matière encrassante sur la deuxième
  - 15 surface en une quantité allant de 1 ng/cm<sup>2</sup> à 0,1 mg/cm<sup>2</sup> ; et
  - le système de capteur étant connecté à un système d'acquisition et de surveillance de données adapté pour surveiller lesdits signaux générés par ladite unité capteur sensible aux surfaces ;
  - 20 c) le fait de soumettre la deuxième surface à un flux de matière encrassante ;
  - d) le fait d'acquérir et de surveiller lesdits signaux générés par ladite unité capteur sensible aux surfaces pour détecter la quantité d'encrassement déposée sur la deuxième surface par zone de la surface ;
  - les première et deuxième surfaces étant des surfaces inorganiques, ou les
  - 25 première et deuxième surfaces comprenant un polymère organique ;
  - le procédé comprenant une étape e) consistant à considérer la quantité de matière encrassante déposée sur la deuxième surface et détectée à l'étape

- d), comme étant représentative de la quantité de matière encrassante déposée sur la première surface lorsque ladite première surface est soumise à un flux de matière encrassante sous conditions correspondantes ;
- 5 la première surface étant plus grande que la deuxième surface ; et les première et deuxième surfaces étant indépendantes l'une de l'autre.
2. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape c) la première surface est soumise au même flux de matière encrassante auquel la deuxième surface est soumise à l'étape c).
- 10 3. Le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel à l'étape c) la première et la deuxième surface sont soumises au même flux de matière encrassante en divisant un flux de matière encrassante en amont des première et deuxième surfaces en au moins deux sous-flux séparés de matière encrassante, et en soumettant la première surface à l'un desdits
- 15 sous-flux de matière encrassante, et en soumettant la deuxième surface à l'autre desdits sous-flux de matière encrassante.
4. Le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première surface a une surface d'au moins 10 cm<sup>2</sup> et la deuxième surface a une surface allant de 10 nm<sup>2</sup> à 5 cm<sup>2</sup>.
- 20 5. Le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la première surface et la deuxième surface sont faites d'un matériau différent.
6. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la première surface et la deuxième surface sont faites du même matériau.
- 25 7. Un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, le dispositif comprenant :

une source de flux de matière encrassante ;

un système de capteur comprenant au moins une unité capteur sensible aux surfaces, un matériau de dépôt étant déposé sur ladite unité capteur sensible aux surfaces, le matériau de dépôt présentant une deuxième surface agencée pour être en contact avec un flux de matière encrassante ;

des moyen pour acheminer un flux de matière encrassante depuis ladite source de flux de matière encrassante vers la deuxième surface et vers une première surface agencée pour être en contact avec le flux de matière encrassante ;

la deuxième surface présentant toutes les propriétés physico-chimiques de la première surface, lesdites propriétés physico-chimiques de la première surface étant responsables du dépôt de matière encrassante sur ladite première surface ;

ladite unité capteur sensible aux surfaces étant adaptée pour générer des signaux en réponse à l'encrassement déposé sur la deuxième surface en une quantité allant de 1 ng/cm<sup>2</sup> à 0,1 mg/cm<sup>2</sup> ;

et un système d'acquisition et de surveillance de données, connecté au système de capteur, et adapté pour acquérir et surveiller lesdits signaux générés par ladite unité capteur sensible aux surfaces et adapté pour détecter la quantité de matière encrassante déposé sur la deuxième surface par zone de la surface ;

les première et deuxième surfaces étant des surfaces inorganiques, ou les première et deuxième surfaces comprenant un polymère organique ;

la première surface étant plus grande que la deuxième surface ; et

les première et deuxième surfaces étant indépendantes l'une de l'autre.

8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel les moyens pour acheminer un flux de matière encrassante depuis ladite source de flux de matière encrassante vers la deuxième surface et vers la première surface comprennent
- des moyens pour acheminer un flux de matière encrassante depuis ladite source de flux de matière encrassante jusqu'à des moyens pour diviser ledit flux de matière encrassante en au moins deux sous-flux séparés de matière encrassante ;
  - des moyens pour acheminer l'un desdits sous-flux de matière encrassante depuis les moyens pour diviser ledit flux de matière encrassante vers la première surface ; et
  - des moyens pour acheminer l'autre desdits sous-flux depuis les moyens pour diviser ledit flux de matière encrassante vers la deuxième surface.
9. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, ou dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 8, dans lequel l'unité capteur sensible aux surfaces est adaptée pour détecter l'épaisseur de la masse de matière encrassante déposé sur la surface, l'épaisseur étant de 1 nm à 1000 nm.
10. Le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ou 9, ou dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans lequel le système de capteur comprend au moins deux unités de capteur sensible aux surfaces, dont l'une est une unité capteur optique sensible aux surface et dont l'autre est une unité capteur acoustique sensible aux surface.
11. Le procédé ou dispositif selon la revendication 10, dans lequel l'unité capteur optique sensible aux surface est adaptée pour détecter l'accumulation de matière encrassante sans que le flux de matière encrassante interfère avec la détection.

12. Le procédé ou dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 11, dans lequel l'unité capteur optique sensible aux surface est une unité capteur à résonance de plasmon en surface multi-paramètres (MP-SPR).
13. Le procédé ou dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, dans lequel l'unité capteur acoustique sensible aux surface est une microbalance à cristal de quartz avec contrôle de dissipation (QCM-D).
14. Procédé de détection et de nettoyage d'une surface encrassée, comprenant les étapes consistant à :
- i. détecter l'encrassement de surface avec le procédé tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 6 ou 9 à 13 ;
  - ii. arrêter le flux de matière encrassante après que des signaux en réponse à l'accumulation de matière encrassante ont été générés par l'unité capteur sensible aux surfaces ;
  - iii. soumettre ensuite la deuxième surface, ou les première et deuxième surfaces, à un flux d'agent de nettoyage ;
- comprenant en outre le fait de surveiller les performances de la première ou deuxième surface, les étapes i à iii étant mises en œuvre avant qu'une perte des performances surveillées ne soit détectée.
15. Le procédé selon la revendication 14, dans lequel les première et deuxième surfaces sont une membrane de filtration, et dans lequel les performances de surface de la première ou de la deuxième surface sont contrôlées en surveillant le flux de filtrat résultant de la soumission de la deuxième surface, ou de la deuxième et de la première surface, au flux de la matière d'encrassement.