

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 63063 B1** (51) Cl. internationale : **C01B 3/04; B01J 29/12**

(43) Date de publication :
29.12.2023

(21) N° Dépôt :
63063

(22) Date de Dépôt :
03.05.2019

(30) Données de Priorité :
07.05.2018 CH 20180000568

(71) Demandeur(s) :
• **Synhelion SA, Via Cantonale 19 6900 Lugano (CH)**
• **ENI S.p.A., Piazzale Enrico Mattei, 1 00144 Roma (IT)**

(72) Inventeur(s) :
AMBROSETTI, Gianluca ; GOOD, Philipp

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

(86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : EP19726891.5

(54) Titre : **RÉACTEUR-RÉCEPTEUR SOLAIRE**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de préparation d'un gaz synthétique à l'aide d'un rayonnement solaire, selon lequel le réacteur d'un réacteur-récepteur est chauffé à une température de réduction plus élevée à travers un rayonnement solaire, périodiquement, pour un processus de réduction, par l'intermédiaire d'une ouverture ménagée dans ce dernier pour le rayonnement solaire, puis est refroidi à une température d'oxydation plus basse pour un processus d'oxydation en présence d'un gaz d'oxydation, la lumière solaire étant guidée à travers une chambre d'absorption vers un absorbeur conçu sous forme de réacteur, qui comprend un matériau pouvant être réduit/oxydé, et un gaz absorbant le rayonnement du corps noir de l'absorbeur étant alimenté à travers la chambre d'absorption, et cette dernière étant conçue de façon à ce que la réflexion de l'absorbeur à travers l'ouverture soit sensiblement absorbée par le gaz. L'invention permet ainsi d'éviter des pertes de rayonnement à travers la réflexion du rayonnement du corps noir hors de l'ouverture optique. La chaleur de la réflexion peut cependant être utilisée directement dans le fluide transportant la chaleur et offre une utilisation flexible. Le réacteur-récepteur est de fabrication simple et représente un réacteur-récepteur peu onéreux.

Revendications

1. Procédé de production de syngaz à l'aide du rayonnement solaire (3), dans lequel le réacteur d'un récepteur-réacteur (4, 50, 60, 70, 80, 100) est chauffé périodiquement par le rayonnement solaire (3) par l'intermédiaire d'une ouverture (13) prévue dans celui-ci pour le rayonnement solaire (3) pour un processus de réduction jusqu'à une température de réduction supérieure (T_o) et est ensuite refroidi pour un processus d'oxydation en présence d'un gaz oxydant jusqu'à une température d'oxydation inférieure (T_u), caractérisé, en ce que la lumière solaire est guidée à travers une chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) sur un absorbeur (14, 61, 105) réalisé sous la forme d'un réacteur, qui présente un matériau réductible/oxydable, et en ce qu'un matériau (55, 56) du corps noir de l'absorbeur (14, 61, 105) est guidé à travers la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) et celle-ci est formée de telle sorte que 80% ou plus du rayonnement du corps noir (55, 56) de l'absorbeur (14, 61, 105) se trouvant sur un chemin vers l'ouverture (13) est absorbé.
2. Procédé de production de gaz de synthèse à l'aide du rayonnement solaire (3) selon la revendication 1, dans lequel 85% ou plus, de préférence 90% ou plus, de manière particulièrement préférée 95% ou plus du rayonnement du corps noir (55, 56) de l'absorbeur (14, 61, 105) passant sur le trajet vers l'ouverture (13) est absorbé, de manière la plus préférée étant essentiellement absorbé par le gaz.
3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise comme gaz absorbant dans l'infrarouge un gaz au moins oxydant, de préférence de la vapeur d'eau ou du CO_2 , qui est conduit à travers la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) vers l'absorbeur (14, 61, 105), de telle sorte qu'il participe à la réaction d'oxydoréduction dans la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) et qu'il est réduit par l'absorbeur (14, 61, 105) dans la phase d'oxydation.
4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise comme gaz absorbant dans l'infrarouge un gaz ayant une pression partielle d'oxygène à une température, régnant pendant la phase de réduction du réacteur d'oxydoréduction (4, 50, 60, 70, 80, 100), égale ou inférieure à la valeur la plus élevée de la pression partielle d'oxygène de la vapeur d'eau

ou du CO₂ à cette température, et ce gaz étant envoyé, au moins pendant la phase de réduction, à travers la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) vers l'absorbeur (14, 61, 105), de manière à ce que celui-ci soit réduit en présence de ce gaz.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel le gaz au moins oxydant est conduit en aval de l'absorbeur (14, 61, 105) dans une station de séparation (9) et, dans celle-ci, le gaz de synthèse en est séparé, le gaz oxydant étant de préférence renvoyé en circuit vers la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101), tout en étant refroidi dans ce circuit dans le sens d'écoulement en amont de l'absorbeur (14, 61, 105) dans un échangeur de chaleur (7).
6. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel le gaz au moins oxydant passe à travers l'absorbeur (14, 61, 105) pendant le processus de réduction et/ou pendant le processus d'oxydation de l'absorbeur, de préférence de telle sorte qu'il se réchauffe par convection.
7. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le gaz absorbant est évacué du réacteur récepteur (4, 50, 60, 70, 80, 100) après l'absorption du rayonnement du corps noir de l'absorbeur (14, 61, 105) sous forme de fluide transportant de la chaleur, sans participer à la réaction d'oxydoréduction, et dans lequel un gaz au moins oxydant est amené à l'absorbeur (14, 61, 105) séparément du gaz absorbant pour la réaction d'oxydoréduction.
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel le gaz au moins oxydant est amené au côté de l'absorbeur (14, 61, 105) opposé à l'espace d'absorption.
9. Procédé selon la revendication 7, dans lequel le gaz au moins oxydant est conduit à travers l'absorbeur (14, 61, 105), l'absorbeur (14, 61, 105) étant de préférence formé par un faisceau de conduites (105) pour le gaz oxydant.
10. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise comme gaz absorbant dans l'infrarouge un gaz hétéropolaire, de préférence un gaz ou un mélange des gaz CO₂, vapeur d'eau, CH₄, NH₃, CO, SO₂, SO₃, HCl, NO, et NO₂.
11. Procédé selon la revendication 1, dans lequel du gaz chauffé par absorption du rayonnement du corps noir (55, 56) de l'absorbeur (14, 61, 105) est retiré de la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) dès qu'il est partiellement chauffé et/ou qu'un gaz partiellement

chauffé est introduit dans la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101), 67, 71, 101), et dans lequel l'alimentation dans la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) a lieu à l'endroit respectif où la température dans la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) correspond sensiblement à la température du gaz partiellement chauffé.

12. Procédé selon la revendication 1, dans lequel on utilise comme matériau réductible/oxydable du dioxyde de cérium (CeO_2), du CeO_2 dopé, ou des perovskites.
13. Récepteur de réacteur solaire (4, 50, 60, 70, 80, 100) avec une ouverture optique (13) pour le rayonnement du soleil, un absorbeur (14, 61, 105) disposé dans le chemin de la lumière incidente (3), un réacteur d'oxydoréduction pour une réaction d'oxydoréduction et un dispositif de transport dans lequel un gaz oxydant est conduit de manière opérationnelle vers le réacteur et à partir de celui-ci, caractérisé en ce que l'absorbeur (14, 61, 105) est réalisé sous la forme d'un réacteur redox, en ce qu'entre l'ouverture (13) pour le rayonnement du soleil et l'absorbeur (14, 61, 105), dans le trajet de la lumière incidente (3) et dans le trajet du rayonnement du corps noir (55, 56) de l'absorbeur (14, 61, 105), il y a une différence de température entre les deux, 61, 105) est disposée une chambre d'absorption (15, 67, 71, 101), et en ce que l'agencement de transport présente un agencement de circuit - conduite (6, 8) dans lequel circule un fluide transportant de la chaleur, le circuit étant conçu de telle sorte que le fluide transportant de la chaleur dans la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) et être refroidi dans l'échangeur de chaleur (7), le fluide de transport de chaleur étant un gaz absorbant l'infrarouge qui absorbe le rayonnement du corps noir (55, 56) de l'absorbeur (14, 61, 105) passant par l'ouverture (13).
14. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 13, dans lequel le fluide de transport de chaleur est composé et l'agencement de transport ainsi que l'espace d'absorption (15, 67, 71, 101) sont formés de telle sorte que, lors du fonctionnement du réacteur, le fluide de transport de chaleur absorbe $\geq 80\%$, de préférence $\geq 90\%$ et de manière tout à fait préférée $\geq 94\%$ du rayonnement de corps noir (55, 56) de l'absorbeur (14, 61, 105) qui se trouve sur un chemin à travers l'ouverture (13) pour le rayonnement (3) du soleil.
15. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 13, dans lequel le fluide de transport de chaleur est un gaz réductible pendant l'oxydation de l'absorbeur (14, 61, 105), et dans lequel le matériau réductible/oxydable de l'absorbeur (14, 61, 105) est disposé sur celui-

ci de manière à se trouver de façon opérationnelle dans le trajet d'écoulement du fluide de transport de chaleur, de sorte que le fluide est réduit pendant la phase d'oxydation du réacteur redox.

16. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 13, dans lequel le fluide de transport de chaleur est un gaz absorbant l'infrarouge ayant une pression partielle d'oxygène qui, à une température régnant pendant la phase de réduction du réacteur d'oxydoréduction, est égale ou inférieure à la valeur la plus élevée de la pression partielle d'oxygène de la vapeur d'eau ou du CO₂ à cette température, et le circuit (6, 8) étant conçu pour conduire ce gaz à travers la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) jusqu'à l'absorbeur (14, 61, 105) au moins pendant la phase de réduction, de telle sorte que l'absorbeur (14, 61, 105) soit réduit en fonctionnement pendant sa phase de réduction en présence de ce gaz.
17. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 13, dans lequel le dispositif de conduite de circuit (6, 8) présente en outre une station de séparation (9) qui est conçue pour séparer le syngaz du fluide transportant la chaleur et le mettre à disposition pour le prélèvement du circuit.
18. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 13, dans lequel le matériau réductible/oxydable est disposé sur la surface de l'absorbeur (14, 61, 105) tournée vers la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) et, de préférence, l'absorbeur (14, 61, 105) est réalisé en forme de plaque.
19. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 13, dans lequel l'absorbeur (14, 61, 105) est conçu pour le passage d'un fluide transportant de la chaleur et la surface de la zone traversée est constituée au moins en partie d'un matériau réductible/oxydable.
20. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 13, dans lequel le réacteur-récepteur (4, 50, 60, 70, 80, 100) présente en outre un dispositif de conduite pour au moins le gaz oxydant, qui le conduit séparément du gaz absorbant.
21. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 20, dans lequel l'absorbeur (14, 61, 105) est associé à l'agencement de conduites de circulation (6, 8) et à l'autre agencement

de conduites (10, 10') pour le gaz oxydant et forme une paroi de séparation entre le trajet d'écoulement du fluide de transport de chaleur et celui du gaz oxydant.

22. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 20, dans lequel l'absorbeur (14, 61, 105) est conçu comme un tronçon de l'autre agencement de conduites (10, 10') et présente au moins une conduite (105) pour le gaz au moins oxydant, sur la paroi intérieure de laquelle est disposé un matériau réductible/oxydable.
23. Récepteur de réacteur solaire selon la revendication 22, dans lequel l'absorbeur (14, 61, 105) est conçu comme un faisceau de conduites (105) pour au moins le gaz oxydant.
24. Récepteur de réacteur selon la revendication 13, dans lequel le gaz est un gaz hétéropolaire, de préférence un gaz ou un mélange des gaz CO₂, vapeur d'eau, CH₄, NH₃, CO, SO₂, SO₃, HCl, NO, et NO₂.
25. Réacteur-récepteur selon la revendication 13, dans lequel le matériau réductible comprend du dioxyde de cérium (CeO₂), du CeO₂ dopé, ou des perovskites.
26. Réacteur-récepteur selon la revendication 13, dans lequel l'agencement de transport présente une ou plusieurs conduites (51 à 51'', 52 à 52'') reliées à une chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) pour un gaz transportant de la chaleur, qui sont disposées de telle sorte que la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) peut être prélevé du gaz partiellement chauffé et/ou du gaz partiellement chauffé peut être amené à un endroit où la température du gaz dans la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) correspond essentiellement à la température du gaz amené partiellement chauffé.
27. Réacteur-récepteur selon la revendication 13, dans lequel les parois de la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) et/ou de l'absorbeur (14, 61, 105) sont exemptes de moyens de refroidissement activés en fonctionnement normal, notamment de canaux de refroidissement.
28. Réacteur-récepteur selon la revendication 13, dans lequel le dispositif de transport et la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) sont conçus pour une surpression du fluide transportant la chaleur.

29. Réacteur-récepteur selon la revendication 13, dans lequel un absorbeur secondaire (64) présentant de préférence un matériau réductible/oxydable est prévu dans la chambre d'absorption et est disposé et conçu de telle sorte qu'il peut être chauffé par le rayonnement de l'absorbeur (14, 61, 105) et qu'en fonctionnement, il agit à son tour dans la chambre d'absorption (15, 67, 71, 101) par l'intermédiaire de son propre rayonnement, étant de préférence conçu en forme de plaque et, de préférence, ne faisant sensiblement pas d'ombre à l'absorbeur (14, 61, 105).