



(12) Translation of  
European patent specification

(11) NO/EP 2973814 B1

NORWAY

(19) NO  
(51) Int Cl.  
*H01M 8/0668 (2016.01)*  
*C01B 3/34 (2006.01)*  
*C01B 3/50 (2006.01)*  
*H01M 8/14 (2006.01)*  
*C01B 3/48 (2006.01)*  
*C10G 2/00 (2006.01)*  
*C10K 3/04 (2006.01)*  
*C25B 3/02 (2006.01)*

Norwegian Industrial Property Office

---

|      |                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (21) | Translation Published                                                      | 2019.10.21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| (80) | Date of The European<br>Patent Office Publication of<br>the Granted Patent | 2019.06.05                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| (86) | European Application Nr.                                                   | 14719444.3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| (86) | European Filing Date                                                       | 2014.03.13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| (87) | The European Application's<br>Publication Date                             | 2016.01.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| (30) | Priority                                                                   | 2013.03.15, US, 201361787587 P<br>2013.03.15, US, 201361787697 P<br>2013.03.15, US, 201361787879 P<br>2013.03.15, US, 201361788628 P<br>2013.09.30, US, 201361884376 P<br>2013.09.30, US, 201361884545 P<br>2013.09.30, US, 201361884565 P<br>2013.09.30, US, 201361884586 P<br>2013.09.30, US, 201361884605 P<br>2013.09.30, US, 201361884635 P<br>2013.10.11, US, 201361889757 P |
| (84) | Designated Contracting<br>States:                                          | AL ; AT ; BE ; BG ; CH ; CY ; CZ ; DE ; DK ; EE ; ES ; FI ; FR ; GB ; GR ; HR ; HU ;<br>IE ; IS ; IT ; LI ; LT ; LU ; LV ; MC ; MK ; MT ; NL ; NO ; PL ; PT ; RO ; RS ; SE ; SI ;<br>SK ; SM ; TR                                                                                                                                                                                  |
| (73) | Proprietor                                                                 | ExxonMobil Research and Engineering Company, 1545 Route 22 East P.O. Box<br>900 Clinton Township, Annandale, NJ 08801-0900, USA                                                                                                                                                                                                                                                    |
| (72) | Inventor                                                                   | BERLOWITZ, Paul, J., 4 Nicole Terrace, Glen Gardner, NJ 08826, USA<br>BARCKHOLTZ, Timothy, Andrew, 224 Johnson Road, Whitehouse Station, NJ<br>08889, USA<br>HERSHKOWITZ, Frank, 509 Lyons Road, Basking Ridge, NJ 07920, USA                                                                                                                                                      |
| (74) | Agent or Attorney                                                          | OSLO PATENTKONTOR AS, Hoffsvæien 1A, 0275 OSLO, Norge                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

---

(54) Title                    **INTEGRATED POWER GENERATION AND CHEMICAL PRODUCTION USING FUEL CELLS**

## (56) References

Cited:

- DO HYUNG KIM ET AL: "Numerical studies of a separator for stack temperature control in a molten carbonate fuel cell", INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V., BARKING, GB, vol. 36, no. 14, 7 April 2011 (2011-04-07) , pages 8499-8507, XP028226992, ISSN: 0360-3199, DOI: 10.1016/J.IJHYDENE.2011.04.035 [retrieved on 2011-04-19]
- DOE EG&G Technical Services, Inc.: "Fuel Cell Handbook (Sixth Edition)", , 1 November 2002 (2002-11-01), XP055351222, Retrieved from the Internet: URL:<http://www.uniroma2.it/didattica/TMPIE/deposito/FCHandbook6.pdf> [retrieved on 2017-03-10]
- APPLEBY A J ET AL: "CURRENT TECHNOLOGY OF PAFC, MCFC AND SOFC SYSTEMS: STATUS OF PRESENT FUEL CELL POWER PLANTS", ELECTROCHEMICAL HYDROGEN TECHNOLOGIES. ELECTROCHEMICAL PRODUCTION AND COMBUSTION OF HYDROGEN, XX, XX, 1 January 1990 (1990-01-01), pages 425-494, XP009020689,
- GIDDEY S ET AL: "A comprehensive review of direct carbon fuel cell technology", PROGRESS IN ENERGY AND COMBUSTION SCIENCE, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, NL, vol. 38, no. 3, 12 August 2011 (2011-08-12), pages 360-399, XP028474057, ISSN: 0360-1285, DOI: 10.1016/J.PECS.2012.01.003 [retrieved on 2012-01-28]
- APPLEBY A J ET AL: "CURRENT TECHNOLOGY OF PAFC, MCFC AND SOFC SYSTEMS: STATUS OF PRESENT FUEL CELL POWER PLANTS", ELECTROCHEMICAL HYDROGEN TECHNOLOGIES. ELECTROCHEMICAL PRODUCTION AND COMBUSTION OF HYDR, XX, XX, 1 January 1990 (1990-01-01), pages 425-494, XP009020689,
- CAMPANARI S ET AL: "CO<sub>2</sub> capture from combined cycles integrated with Molten Carbonate Fuel Cells", INTERNATIONAL JOURNAL OF GREENHOUSE GAS CONTROL, ELSEVIER LTD, GB, vol. 4, no. 3, 1 May 2010 (2010-05-01), pages 441-451, XP027009346, ISSN: 1750-5836 [retrieved on 2010-04-14]
- CAMPANARI S ET AL: "CO<sub>2</sub> capture from combined cycles integrated with Molten Carbonate Fuel Cells", INTERNATIONAL JOURNAL OF GREENHOUSE GAS CONTROL, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 4, no. 3, 1 May 2010 (2010-05-01), pages 441-451, XP027009346, ISSN: 1750-5836 [retrieved on 2010-04-14]

Enclosed is a translation of the patent claims in Norwegian. Please note that as per the Norwegian Patents Acts, section 66i the patent will receive protection in Norway only as far as there is agreement between the translation and the language of the application/patent granted at the EPO. In matters concerning the validity of the patent, language of the application/patent granted at the EPO will be used as the basis for the decision. The patent documents published by the EPO are available through Espacenet (<http://worldwide.espacenet.com>) or via the search engine on our website here: <https://search.patentstyret.no/>

**Patentkrav**

1. Fremgangsmåte for å drifte en brenselcelle med smeltet karbonat, hvor fremgangsmåten omfatter:

5 innføring av en anodebrenselstrøm omfattende et reformerbart brensel inn i en anodeinngang av en anode til en brenselcelle med smeltet karbonat; innføring av en katodeinnløpsstrøm omfattende  $\text{CO}_2$  og  $\text{O}_2$  inn i et katodeinnløp i en katode til brenselcellen med smeltet karbonat; drifte brenselcellen med smeltet karbonat ved en første driftstilstand for å generere elektrisitet, den første driftstilstanden gir en strømtetthet på minst  $150 \text{ mA/cm}^2$ , den første driftstilstand har tilsvarende basis

10 driftstilstand; genererer en anodeeksos fra en anodeutgang av brenselcellen med smeltet karbonat; og utføre en effektiv mengde av en endoterm reaksjon for å opprettholde en temperaturforskjell mellom anodeinnløpet og anodeutløpet av  $80^\circ\text{C}$  eller mindre, hvor driften av brenselcellen med smeltet karbonat i basedriftstilstand vil resultere i en økning på minst  $100^\circ\text{C}$  mellom anodeinnløpet og anodeutløpet,

15 idet basisdriftstilstanden for brenselcellen med smeltet karbonat er definert som en driftsbetingelse som er den samme som den første driftsbetingelsen, bortsett fra at basedriftstilstanden omfatter en brenselutnyttelse av brenselcellen med smeltet karbonat på 75% og anode-brenselstrømmen i basedriftstilstand omfatter minst 80 volum% metan, hvor drivstoff-utnyttelsesforholdet mellom forholdet mellom

20 hydrogen oksydert i anoden for produksjon av elektrisitet i forhold til det reformerbare hydrogenet av anodeinngangen, hvor det reformerbare hydrogeninnhold av brenselet er antall  $\text{H}_2$ -molekyler som kan avledes fra et brensel ved å reformere brenselet og deretter kjøre vanngassen gjennom en reaksjon til ferdigstilling for å maksimere  $\text{H}_2$ -prosessen, hvor det utføres en

25 effektiv mengde av en endoterm reaksjon som omfatter å utføre en endoterm reaksjon som tilsier at minst 40% av spillvarmen som dannes ved å drive brenselcellen med smeltet karbonat ved første driftstilstand, hvor spillvarmen er beregnet som  $(V_0 - V_A) \cdot I$  basert på differansen mellom den faktiske driftsspenningen  $V_A$  og den ideelle spenningen  $V_0$  for et brenselcelle som leverer

30 strømtetthet  $I$ .

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende tilbakeføring av produktstrømmen fra brenselcellen med smeltet karbonat omfattende et eller flere reaksjonsprodukter frembrakt ved utførelse av den effektive mengden av den endoterme reaksjonen.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2, hvor produktstrømmen tilbakeføres i smeltet tilstand til brenselcellen med smeltet karbonat uten å passere gjennom en anode av brenselcellen med smeltet karbonat.
4. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvor  
5 brenselcellen med smeltet karbonat videre omfatter ett eller flere integrerte endoterme reaksjonstrinn.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 4, hvor minst et integrert endotermt reaksjonstrinn av det ene eller flere integrerte endoterme reaksjonstrinn omfatter et integrert reformeringstrinn, anodebrenselstrømmen føres gjennom det integrerte  
10 reformeringstrinnet før det blir innført i anodeinnløpet av anoden til brenselcellen med smeltet karbonat.
6. Fremgangsmåte ifølge krav 4 eller 5, hvor utføring av en effektiv mengde av en endoterm reaksjon omfatter reformering av et reformerbart brensel.
7. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor  
15 temperaturen ved anodeutløpet, er mindre enn 50 °C høyere enn temperatur ved anodeinnløpet.
8. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor brenselcellen med smeltet karbonat drives for å generere spillvarme på minst 40 mW/cm<sup>2</sup>, spesielt minst 50 mW/cm<sup>2</sup>, eller minst 60 mW/cm<sup>2</sup>, hvor spillvarmen  
20 beregnes som  $(V_O - V_A) \cdot I$  basert på forskjellen mellom den faktiske driftsspenningen  $V_A$  og den ideelle spenningen  $V_O$  for en brenselcelle som leverer strømtetthet  $I$ .
9. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, som i første driftstilstand, gir en strømtetthet på minst 200 mA/cm<sup>2</sup>.
- 25 10. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor, brenselcellen med smeltet karbonat drives med spenning  $V_A$  på mindre enn 0,7 volt, spesielt 0,67 volt eller mindre eller 0,65 volt eller mindre.
11. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvor ingen del av anodeeksosen blir direkte eller indirekte resirkulert til anoden, direkte eller  
30 indirekte resirkulert til katoden, eller en kombinasjon av derav.

12. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor mindre enn 10 volum% av anodeeksosen blir direkte eller indirekte resirkulert til anoden til brenselcellen med smeltet karbonat eller katoden av brenselcellen med smeltet karbonat.
- 5 13. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, videre omfattende en separering fra anodeeksosen en H<sub>2</sub>-holdig strøm, en syngass-strøm eller en kombinasjon derav.
- 10 14. Fremgangsmåte ifølge krav 14, hvor mindre enn 10 volum% H<sub>2</sub> fremstilt i anoden av brenselcellen med smeltet karbonat i en enkelt passering blir direkte eller indirekte resirkulert til anoden til brenselcellen med smeltet karbonat eller katoden i brenselcellen med smeltet karbonat.
- 15 15. Fremgangsmåte ifølge krav 14, hvor mindre enn 10 volum% av den syngassholdige strømmen blir direkte eller indirekte resirkulert til anoden til brenselcellen med smeltet karbonat eller katoden til brenselcellen med smeltet karbonat.
16. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvor utnyttelsen av CO<sub>2</sub> i katoden av brenselcellen er minst 60 %.