



(12) Translation of
European patent specification

(11) NO/EP 2973815 B1

NORWAY

(19) NO
(51) Int Cl.
C01B 3/50 (2006.01)
C01B 3/34 (2006.01)
C10G 3/00 (2006.01)
C10K 3/04 (2006.01)
H01M 8/04111 (2016.01)
H01M 8/0668 (2016.01)

Norwegian Industrial Property Office

(21)	Translation Published	2019.02.18
(80)	Date of The European Patent Office Publication of the Granted Patent	2018.09.19
(86)	European Application Nr.	14719446.8
(86)	European Filing Date	2014.03.13
(87)	The European Application's Publication Date	2016.01.20
(30)	Priority	2013.03.15, US, 201361787587 P 2013.03.15, US, 201361787697 P 2013.03.15, US, 201361787879 P 2013.03.15, US, 201361788628 P 2013.09.30, US, 201361884376 P 2013.09.30, US, 201361884545 P 2013.09.30, US, 201361884565 P 2013.09.30, US, 201361884586 P 2013.09.30, US, 201361884605 P 2013.09.30, US, 201361884635 P 2013.10.11, US, 201361889757 P
(84)	Designated Contracting States:	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
(73)	Proprietor	ExxonMobil Research and Engineering Company, 1545 Route 22 East P.O. Box 900 Clinton Township, Annandale, NJ 08801-0900, USA
(72)	Inventor	BERLOWITZ, Paul, J., 4 Nicole Terrace, Glen Gardner, NJ 08826, USA BARCKHOLTZ, Timothy, Andrew, 224 Johnson Road, Whitehouse Station, NJ 08889, USA HERSHKOWITZ, Frank, 509 Lyons Road, Basking Ridge, NJ 07920, USA
(74)	Agent or Attorney	OSLO PATENTKONTOR AS, Postboks 7007 M, 0306 OSLO, Norge

(54) Title **INTEGRATED OPERATION OF MOLTEN CARBONATE FUEL CELLS**

(56) References

Cited:

US-A1- 2005 123 810, 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], Doe ET AL: "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>, I Pilatowski ET AL: "Cogeneration Fuel Cell-Sorption Air conditioning Systems" In: "Cogeneration Fuel Cell-Sorption Air conditioning Systems", 2 June 2011 (2011-06-02), XP055127522, ISBN: 978-1-84-996027-4 page 34, UMBERTO DESIDERI ET AL: "MCFC-based CO2 capture system for small scale CHP plants", INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY, vol. 37, no. 24, 1 December 2012 (2012-12-01), pages 19295-19303, XP055125101, ISSN: 0360-3199, DOI: 10.1016/j.ijhydene.2012.05.048, CAMPANARI S ET AL: "CO2 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]

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/>

Krav

1. Fremgangsmåte for å produsere elektrisitet og hydrogen eller syntesegass, ved anvendelse av en smeltet karbonatbrenselcelle som omfatter en anode og katode, idet fremgangsmåten omfatter en innføring av en brennstoffstrøm
5 omfattende et reformerbart brennstoff inn i anoden av smeltet karbonatbrenselcellen, et internt reformingselement assosiert med anoden, eller en kombinasjon derav; innføring av en katodeinnløpsstrøm omfattende CO₂ og O₂ inn i katoden av smeltet karbonatbrenselcellen; generering av elektrisitet i smeltet karbonatbrenselcellen ved en drivstoffutnyttelse på 65% eller mindre, særlig 60%
10 eller mindre, 55% eller mindre, 50% eller mindre, 45% eller mindre, 40% eller mindre, 35% eller mindre, 30% eller mindre, 25% eller mindre, eller 20% eller mindre; og ved en cellespenning er et forhold mellom den cellespenningen og en celle maksimal spenning på 0,65 eller mindre, spesielt 0,64 eller mindre, 0,63 eller mindre, 0,62 eller mindre eller 0,61 eller mindre; generering av en anodeeksos fra
15 et anodeutløp av smeltet karbonatbrenselcellen; og separering fra anodeeksosen en H₂-holdig strøm, en syntesegassholdig strøm eller en kombinasjon derav, hvor brennstoffutnyttelsen er forholdet mellom mengden hydrogen oksidert i anoden for produksjon av elektrisitet i forhold til det reformerbare hydrogeninnholdet i anodeinngang, hvori det reformbare hydrogeninnholdet i brennstoffet er antallet
20 H₂-molekyler som kan avledes fra et brennstoff ved å reforme brennstoffet og deretter drive vanngassendringsreaksjonen til fullføring for å maksimere H₂-produksjonen.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, videre omfattende å reformere det
25 reformerbare brennstoffet, hvori minst 90% av det reformerbare brennstoffet innføres i anoden av smeltet karbonatbrenselcellen, det indre reformingselement assosiert med anoden av smeltet karbonatbrenselcellen, eller kombinasjonen derav, blir omformet i et enkelt gjennomløp gjennom anoden av smeltet karbonatbrenselcellen.
30
3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, hvori et reformerbart hydrogeninnhold i det reformerbare brennstoff innført i anoden, det indre reformingselementet assosiert med anoden, eller kombinasjonen derav, er minst 75% større enn en mengde hydrogen oksydert for å generere elektrisitet, spesielt minst 100% større
35 enn en mengde hydrogen oksidert for å generere elektrisitet.

4. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvori en CO_2 -utnyttelse av katoden er minst 50%, spesielt minst 60%.
5. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvori
5 anodebrennstoffstrømmen omfatter minst 10 vol% inerte forbindelser, minst 10 vol% CO_2 eller en kombinasjon derav.
6. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvori
anodeeksosen omfatter H_2 og CO med et molforhold mellom H_2 og CO fra 1,5:1 til
10 10,0:1, spesielt fra 3,0:1 til 10:1.
7. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvori den
 H_2 -holdige strømmen inneholder minst 90% H_2 , spesielt 95 vol% H_2 eller 98 vol%
15 H_2 .
8. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvori at
katodeinnløpsstrømmen omfatter 20 vol% CO_2 eller mindre, spesielt 15 vol% CO_2
eller mindre eller 12 vol% CO_2 eller mindre.
- 20 9. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, som videre
omfatter gjenvinning av minst en del av den H_2 -holdige strømmen til en
forbrenningsturbin.
10. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvori at
25 minst 90 vol% av det reformerbare brenselet er metan.
11. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvori at
smeltet karbonatbrenselcellen drives med et termisk forhold fra 0,25 til 1,5,
spesielt fra 0,25 til 1,25, fra 0,25 til 1,0, fra 0,25 til 0,9, eller fra 0,25 til 0,85, hvor
30 termisk forhold er varmen som frembringes ved eksoterme reaksjoner i
brenselcellesammenstillingen dividert med den endoterme varmetilførselen av
reformeringsreaksjoner som forekommer i brenselcellesammenstillingen.
12. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor et
35 forhold av netto mol syntesegass i anodeeksosen til mol CO_2 i en katodeeksos er
minst 2,0: 1, spesielt minst 2,5: 1 eller minst 3: 1, hvor netto mengde syntesegass
i anodeeksosen er definert som det kombinerte antall mol H_2 og antall mol CO som

er tilstede i anodeeksosen, oppveid av mengden H_2 og CO tilstede i anodeinnløpet.

13. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvori at brenselutnyttelsen i anoden er 50% eller mindre, spesielt 45% eller mindre, 40%
5 eller mindre, 35% eller mindre, 30% eller mindre eller 25% eller mindre eller 20% eller mindre; og en CO_2 -utnyttelse i katoden er minst 60%, spesielt minst 65%, minst 70% eller minst 75%.

14. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvori at
10 smeltet karbonatbrenselcellen drives for å generere elektrisk kraft ved en strømtetthet på minst 150 mA/cm^2 og minst 40 mW/cm^2 av spillvann, spesielt minst 50 mW/cm^2 , minst 60 mW/cm^2 , minst 80 mW/cm^2 eller minst 100 mW/cm^2 spillvarme; fremgangsmåten omfatter videre å utføre en effektiv mengde av en endoterm reaksjon for å opprettholde en temperaturforskjell mellom et anodeinnløp
15 og anodeutløpet på 100°C eller mindre, spesielt 80°C eller mindre eller 60°C eller mindre; eventuelt hvor utførelsen av den endoterme reaksjonen forbruker minst 40% av spillvarmen, spesielt minst 50%, minst 60% eller minst 70% av spillvarmen, hvor spillvarmen beregnes som $(V_0 - V_A) \cdot I$, og bygger på differansen mellom den faktiske driftsspenningen V_A og den ideelle spenningen V_0 for en
20 brenselcelle som gir strømtetthet I .

15. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor en elektrisk virkningsgrad for smeltet karbonatbrenselcellen er mellom 10% og 40%, og en total brenselcelleffektivitet for den smeltet karbonatbrenselcellen er minst
25 55%, hvor elektrisk virkningsgrad er den elektrokjemiske kraften som produseres av brenselcellen dividert med raten av nedre oppvarmingsverdi av brennstoffinnsatsen til brenselcellen, hvor den nedre oppvarmingsverdi er entalpien av forbrenning av en brenselkomponent til dampfase, fullt oksyderte CO_2 - og H_2O -produkter, og hvor total brenselcelleffektivitet er den elektrokjemiske kraften som
30 genereres av brenselcellen, pluss verdien på nedre oppvarmingsverdi av syntesegassen produsert av brenselcellen, delt på raten av nedre oppvarmingsverdi av brennstoffinnsatsen til anoden.