



(12) Translation of
European patent specification

(11) NO/EP 2973817 B1

NORWAY

(19) NO
(51) Int Cl.
H01M 8/0668 (2016.01)
C01B 3/34 (2006.01)
C01B 3/48 (2006.01)
C01B 3/50 (2006.01)
C10K 3/04 (2006.01)

Norwegian Industrial Property Office

(21)	Translation Published	2019.06.17
(80)	Date of The European Patent Office Publication of the Granted Patent	2019.01.02
(86)	European Application Nr.	14719452.6
(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, 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 LEE, Anita, S., 227 Columbus DrUnit 302B, 07302 Jersey City, NJ, USA
(74)	Agent or Attorney	OSLO PATENTKONTOR AS, Postboks 7007 M, 0306 OSLO, Norge

(54)	Title	INTEGRATION OF MOLTEN CARBONATE FUEL CELLS IN IRON AND STEEL PROCESSING
------	-------	--

(56) References

Cited: US-A- 4 160 663
DE-A1- 4 005 468
US-A- 5 833 734
WO-A2-02/069430

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 fremstilling av jern og/eller stål, hvor fremgangsmåten omfatter: innføring av en brenselstrøm som omfatter et reformerbart brensel i en anode av en brenselcelle av smeltet karbonat, et indre reformeringselement
5 assosiert med anoden, eller en kombinasjon derav; innføring av en katodeinnløpsstrøm omfattende CO_2 og O_2 inn i en katode av brenselcellen med smeltet karbonat; generering av elektrisitet innenfor brenselcellen med den smeltede karbonat; uttrekking fra en anodeeksos, en første gass-strøm omfattende CO , anodeeksosen har et trykk på 500 kPag eller mindre; innføring av den første
10 gass-strøm som er uttrukket fra anodeeksosen til en prosess for fremstilling av jern og/eller stål, hvor katodeinnløpsstrømmen omfatter minst en del av en CO_2 -holdig eksos produsert ved prosessen for produksjon av jern og/eller stål.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, som videre omfatter å bruke strømmen som
15 er generert for å tilføre varme til prosessen for produksjon av jern og/eller stål.
3. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, som videre omfatter uttrekking av en andre gass-strøm omfattende H_2 fra anodeeksosen og bruke den andre gass-strømmen som brensel for oppvarming av prosessen for
20 produksjon av jern og/eller stål.
4. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, som videre omfatter å separere vann fra anodeeksosen, den første gass-strøm som uttrekkes fra anodeeksosen, eller en kombinasjon derav, og vaske et prosess-slagg
25 ved hjelp av det separerte vannet.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 1, som videre omfatter separering av CO_2 fra den CO_2 -holdige eksosen produsert fra prosessen for fremstilling av jern og/eller stål.
30
6. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, som videre omfatter å eksponere den første uttrukne gass-strømmen til en vanngassutskiftskatalysator under effektive forhold for vanngassutskifting før innføring av den uttrukne første gass-strøm inn i prosessen for produksjon av jern og/eller stål.
35
7. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, hvor brenselcellen med smeltet karbonat drives for å generere elektrisitet med et

termisk forhold på 1,0 eller mindre, idet fremgangsmåten videre omfatter overføring av varme fra prosessen for produksjon av jern og/eller stål til brenselcellen med smeltet karbonat, hvor en temperatur av anodeeksosen er høyere enn en temperatur ved et anodeinnløp, hvor det termiske forhold er varmen som frembringes ved eksoterme reaksjoner i en brenselcellesammenstilling dividert med det endoterme varmebehov ved reformeringsreaksjon som forekommer i brenselcellesammenstillingen.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 7, hvor fremgangsmåten videre omfatter overføring av varme fra prosessen for fremstilling av jern og/eller stål fra en ovn til brenselcellen med smeltet karbonat.

9. Fremgangsmåte ifølge krav 7 eller 8, hvor overføring av varme omfatter varmeveksling mellom anodeinnløpsstrømmen og minst en av en jern og/eller stålproduksjonsprosessovn og av en jern og/eller stålproduksjonsprosessseksos.

10. Fremgangsmåte ifølge krav 9, hvor utføring av varmeveksling omfatter å øke en temperatur av anodeinnløpsstrømmen med minst 100 °C.

11. Fremgangsmåte ifølge krav 10, hvor utføring av varmeveksling omfatter å øke en temperatur av anodeinnløpsstrømmen med minst 150 °C.

12. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, som videre omfatter å eksponere den uttrukne gass-strømmen til en vanngassutskiftskatalysator under effektive vanngassutskiftsforhold før innføring av gass-strømmen i prosessen for fremstilling av jern og/eller stål.

13. Fremgangsmåte ifølge hvilket som helst av de foregående krav, som videre omfatter å separere vann fra anodeeksosen, den uttrukne første gass-strøm eller en kombinasjon derav og vaske et prosess-slagg ved bruk av det separerte vannet.

14. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, hvor fremgangsmåten videre omfatter ett eller flere av det følgende:

a) en mengde av det reformerbare brenselet som innføres i anoden, inn i det indre reformeringselementet assosiert med anoden, eller i kombinasjonen derav, gir et reformerbart brenseloverskuddsforhold på minst 1,5, hvor reformerbart brenseloverskuddsforhold er den lavere

- oppvarmingsverdien av det reformerbare brenselet levert til anoden og/eller et reformeringsstadium assosiert med anoden i forhold til den lavere oppvarmingsverdien av hydrogen oksidert i anoden på grunn av brenselcelleanodereaksjonen, hvor lavere oppvarmingsverdi er entalpien av forbrenning av en brenselkomponent til dampfase, fullt oksyderte CO₂- og H₂O-produkter;
- 5 b) reformering av det reformerbare brenselet, hvor i det minste 90 % av det reformerbare brenselet innført i anoden, reformeringsstadiet assosiert med anoden, eller en kombinasjon derav, reformeres i en enkelt passering gjennom anoden;
- 10 c) et forhold på netto mol av syngass som i en brenselcelleanodeeksos til mol av CO₂ i brenselcellekatodeeksosen som er minst 2,0;
- d) en brenselutnyttelse i anoden er 65 % eller mindre, og en CO₂-utnyttelse i katoden er minst 50 %, hvor brenselutnyttelsen er forholdet mellom mengden hydrogen oksidert i anoden for produksjon av elektrisitet i forhold til det reformerbare hydrogeninnholdet i anodeinngangen, hvor det reformerbare hydrogeninnholdet av et brensel er antallet H₂-molekyler som kan avledes fra et brensel ved å reformere brenselet og deretter drive vanngassutkiftsreaksjonen til fullføring for å maksimere H₂-produksjonen;
- 15 e) en elektrisk virkningsgrad for brenselcellen med smeltet karbonat er mellom 10 % og ca. 40 % og en total brenselcelleeffektivitet for brenselcellen er på minst 50 %, hvor elektrisk virkningsgrad er definert som den elektrokjemiske kraften som produseres av brenselcellen delt med frekvensen av lavere varmeverdi av brensel innført til brenselcellen og hvor total brenselcelleeffektivitet er definert som:
- 25 den elektrokjemiske kraften som genereres av brenselcellen, pluss forholdet til lavere varmeverdi av syngass produsert av brenselcellen divideres med forholdet av lavere varmeverdi av brennstoffet innført til anoden, hvor lavere varmeverdi er entalpien av forbrenning av en brenselkomponent til dampfase, fullstendig oksyderte CO₂- og H₂O-produkter;
- 30 f) anodeeksosen har et molforhold H₂:CO på minst 3,0:1; og
- g) minst 90 volum % av det reformerbare brenselet er metan.