



(12) PATENT

(19) NO

(11) 332809

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

B01D 53/34 (2006.01)

B01D 53/14 (2006.01)

B01D 53/46 (2006.01)

B01D 53/62 (2006.01)

B01D 53/78 (2006.01)

B01D 53/96 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20101662	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2010.11.26	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2010.11.26	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2012.05.28		
(45)	Meddelt	2013.01.14		
(73)	Innehaver	Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, Institutt for Matematiske Realfag og Teknologi, Postboks 5003, 1432 ÅS, Norge		
(72)	Oppfinner	Espen Olsen, Kirkeveien 17, 1430 ÅS, Norge		
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge		
(54)	Benevnelse	Absorpsjonsmedium og fremgangsmåte for fjerning av karbondioksid fra en gasstrøm, samt anvendelse av absorpsjonsmediet.		
(56)	Anførte publikasjoner	WO 2008/055326 A1 US 2005/0036932 A1 US 3574543 A		
(57)	Sammendrag			

Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for innfangning av karbondioksid, CO₂ fra avgass ved anvendelse av CaO oppløst i en blanding av NAF og CaF₂ som absorpsjonsmedium.

Foreliggende oppfinnelse vedrører innfangning av karbondioksid, CO₂ fra avgass ved anvendelse av kalsiumoksid oppløst i en saltsmelte som absorpsjonsmedium.

I et konvensjonelt varmekraftverk oksideres kull med luft med et forholdstall >>1. I en slik konvensjonelt fyrt kjele er det 10-15% CO₂ i avgassen og temperaturen er ca 800°C ved utløp fra kjelen. Den varme avgassen varmeveksles med vann og genererer overopphetet damp med høyt trykk som benyttes til å drive en turbin som igjen driver en generator for elektrisk strøm. Den elektriske virkningsgraden er forholdsvis lav, ca. 40-60%. Den varme dampen kondenseres før den igjen varmeveksles med de varme avgassene fra forbrenningsprosessen. I kondensasjonsprosessen frigjøres mye varme som kan benyttes til fjernvarmeformål i såkalte CHP (combined heat and power)-anlegg. Dette øker den totale virkningsgraden i et anlegg til i området 70%.

Den mest aktuelle teknologien for rensing av CO₂ fra varmekraftverk er i dag basert på absorpsjon av CO₂ i aminer. Etter dekomprimering og avkjøling i turbinen føres avgassene gjennom en stor reaktor der CO₂ absorberes i en aminbasert væske ved 30-40°C. De øvrige avgassene slippes ut til atmosfæren, mens den CO₂-rike aminvæsken føres inn i et annet kammer der temperaturen heves til 120-130°C og CO₂ frigjøres selektivt. Den frigjorte gassen kan deretter komprimeres til væske og deponeres på dertil egnet sted. Aminabsorbenten avkjøles til 30-40°C og føres inn i absorpsjonskammeret der prosessen starter på nytt. Temperaturvekslingen av store mengder absorbent er energikrevende og senker den elektriske virkningsgraden for anlegget med ca 10%.

En generell termisk energikonverteringsprosess kan representeres av skissen i Figur 2. Varme (Q_H) flyter fra et reservoar med høy temperatur gjennom en maskin til et reservoar med lav temperatur. På veien utføres et arbeid W mens varme Q_L tilføres lavtemperaturreervoaret. Effektiviteten til prosessen er gitt av likning (1).

$$\eta = \frac{W}{Q_H} \quad (1)$$

Den teoretiske virkningsgraden (carnotvirkningsgraden) for en termisk energikonverteringsprosess generelt er gitt ved ligning (2) der T_H og T_L er henholdsvis høy- og lav temperatur i energikonverteringsprosessen.

$$\eta = \frac{T_H - T_L}{T_H} \quad (2)$$

5

Denne representerer en fundamental grense for effektiviteten i termiske prosesser. Generelt er det gunstig med så store temperaturforskjeller som mulig for økt effektivitet.

Ved energigjenvinning fra temperaturvekslingen mellom 130°C og 40°C i en aminrenseprosess er den teoretiske virkningsgraden i henhold til ligning (2) 66,9%. I praksis er den langt lavere samtidig som energien fra gjenvinningsprosessen foreligger som forholdsvis lavkvalitets varmeenergi som primært bare kan benyttes til varmeformål. Et gasskraftverk med aminrensing er skissert i Figur 3.

15

RU2229335 C1 vedrører ved et CO₂ absorpsjonsmiddel som er en blanding av kalsiumoksid med eutektisk blanding av alkalimetallkarbonater fremstilt i form av korn.

JP11028331 A omhandler elektrokjemisk separering av CO₂, hvor CO₂ omdannes til CO₃ ved katoden gjennom en elektrokjemisk reaksjon.

20

JP 10085553 omhandler separering av CO₂, ved å bringe avgassen gjennom en membran hvor fibre består av et sammensatt oksid som danner CO₂ gjennom en kjemisk reaksjon med CO₂ og et oksid.

25

US2005036932 omhandler en fremgangsmåte for å absorbere og fjerne CO₂ fra en avgass. Avgassen blåses gjennom et agglomerat av faste partikler inneholdende CaO og eller Ca(OH)₂ slik at CO₂ i avgassen omdannes til CaCO₃.

Terasaka et al. (Chem. Eng. Technol. 2006, 29 No 9, sider 1118-1121) har beskrevet en prosess der CO₂ absorberes av fast, partikulært litiumsilikat (LiSiO₄) i en slurry med smeltet salt som arbeidsmedium. Det dannes Li₂CO₃ og Li₂SiO₃ som foreligger som faste partikler i slurryen.

30

Kjent teknikk beskriver mange ulike metoder for innfangning av CO₂. Ulempene er i hovedsak størrelsen på renseanleggene og lav energieffektivitet for energikonverteringsprosessen.

Det er et formål med oppfinnelsen å komme frem til en fremgangsmåte for rensing av CO₂ fra avgasser fra forbrenningsanlegg som vil gi en økt virkningsgrad og energikvalitet for energigjenvinningen fra renseprosessen. I tillegg vil det være ønskelig å øke effektiviteten for rensingen av CO₂ ved å benytte raskere kjemiske reaksjoner slik at et renseanlegg kan gjøres fysisk mindre.

Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en fremgangsmåte for fjerning av karbondioksid fra en gasstrøm, der gasstrømmen i et første trinn i et reaksjonskammer bringes i kontakt med et absorpsjonsmedium i smeltet tilstand som omfatter 99-50 vekt% av en blanding av NaF og CaF₂ og 1-50 vekt% av oppløst CaO som reagerer med karbondioksidet og danner et kalsiumkarbonat. Fremgangsmåten utføres ved et trykk nær atmosfæretrykket over absorpsjonsmediet.

Videre vedrører oppfinnelsen anvendelse av et absorpsjonsmedium som omfatter 99 – 50 vekt% av en saltsmelte som er en blanding av NaF og CaF₂ og 1-50 vekt% av oppløst CaO for fjerning av karbondioksid fra en gasstrøm.

Oppfinnelsen tilveiebringer også et absorpsjonsmedium for fjerning av karbondioksid fra en gasstrøm som omfatter 99 – 50 vekt% av en saltsmelte som er en blanding av NaF og CaF₂ og 1-50 vekt% av oppløst CaO.

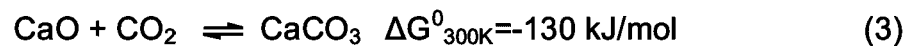
Figurer:

- 20 Fig. 1: Skjematisk fremstilling av konvensjonelt varmekraftverk (B. Sørensen)
- Fig. 2: Skjematisk visualisering av en generell energikonverteringsprosess.
- Fig. 3: Skjematisk fremstilling av gasskraftverk med aminrenseanlegg, fra SINTEF
- Fig. 4: Gibbs fri energi for reaksjon (5). Positive verdier tilsier at reaksjonen går mot venstre. Ved negative verdier går reaksjonen mot høyre.
- 25 Fig. 5: Prinsippskisse for høytemperatur saltsmelteabsorpsjon av CO₂ fra gasskraftverk.
- Fig. 6: Fasediagram CaF₂-NaF.
- Fig. 7: Skisse av eksperimentell apparatur (celle).
- Fig. 8: Gassammensetning ut fra cella ved absorpsjonsforsøk.
- 30 Fig. 9: Gassammensetning ved desorpsjonsforsøk.

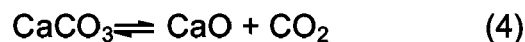
Saltsmelter er benyttet i kjemisk prosessindustri i en rekke sammenhenger. Konkret kan nevnes: Elektrolytt i elektrolyseprosesser, som katalytisk medium i

pyrolyseprosesser og som elektrolytt i batterier og fotoelektrokjemiske solceller. Generelt består saltsmelter av metall-anionforbindelser av forskjellig sammensetning. Disse er svært termodynamisk stabile i seg selv samtidig som de er effektive løsemidler for andre stoffer og elementer. Enkelte saltsmelter viser en viss løselighet av karbon i form av CO₂. Dette gjelder spesielt klorider som M-Cl_x, fluorider M-F_x, nitrater M-(NO₃)_y der M er et metall med valens x eller y/2.

Generelt vil oksider være løselige i saltsmelter med motsatt Lewis syre-basekarakteristikk slik at sure smelter løser basiske oksider og vice versa. Et godt eksempel er CaCl₂ som i seg selv viser svakt sur karakteristikk. Dette gjør at basiske (CaO, MgO) og tildels amfotære oksider løses lett mens sure oksider (SiO₂, TiO₂) vil løses bare i liten grad. Basiske oksider har affinitet for CO₂ under dannelse av karbonater i henhold til likning (3)



Kalsiumkarbonat har i likhet med kalsiumoksid, basiske egenskaper og løses generelt i sure smelter. Dette er imidlertid ikke eksklusivt gyldig siden både CaO og CaCO₃ også løses i fluorider som CaF₂ som oppviser basiske egenskaper. Kalsiumkarbonat er svært stabilt ved romtemperatur, men dekomponerer til CaO og CO₂ i henhold til likning (4) ved temperaturer over 850-900°C. Tabell 1 viser ΔG for reaksjon (3) som funksjon av temperatur. Dette er den motsatte reaksjonen av (4) slik at de samme tallene gjelder for (4) med motsatt fortegn.



Tabell 1: Gibbs fri energi for reaksjon (3) som funksjon av temperatur.

Temp (°C)	ΔG (kJ/mol)
500.000	-56.640
600.000	-41.695
700.000	-26.945
800.000	-12.385
900.000	1.986
1000.000	16.169

1100.000	30.164
1200.000	43.973
1300.000	57.595
1400.000	69.429
1500.000	80.317

Ved å benytte CaO sin affinitet for CO₂, kan reaksjon (3) og (4) benyttes til innfangning av slik gass fra en fortennet gassblanding, for eksempel fra et kullkraft-
 verk, ved å føre gassblandingen gjennom en saltsmelte med løst CaO som
 5 dermed vil trekke til seg karbondioksidet fra gassblandingen og danne CaCO₃.
 Temperaturen på saltsmelter er normalt i området 600-1500°C, og den høye
 temperaturen kombinert med katalytiske egenskaper ved saltsmeltene gjør at slik
 innfangning kan bli meget effektiv.

Gibbs fri energi for reaksjon (3) og (4) for de andre jordalkalimetalloksidene
 10 er beregnet ved hjelp av HSC Thermodynamic software tool, Outotech 2008.

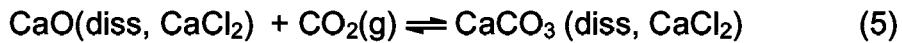
I Figur 4 fremkommer at den fri energi i henhold til (4) for de forskjellige
 jordalkalimetalloksidene skifter fortegn ved høyere temperatur ettersom vi beveger
 oss nedover i det periodiske system. Dette kan utnyttes på den måten at de
 tyngre oksidene benyttes ved absorpsjon i forbrenningsprosesser der avgass-
 15 temperaturen er høy. Det er ønskelig med en stor drivende kraft (stor, negativ
 ΔG) for at prosessene skal gå hurtig. Samtidig er proseshastighet normalt
 økende med økende temperatur. Dette utgjør motstridende effekter ved
 absorpsjon av CO₂ i saltsmelter og et optimalt arbeidspunkt må finnes
 eksperimentelt i hvert enkelt tilfelle. Når oksid og korresponderende karbonat
 20 foreligger oppløst i en saltsmelte vil dette utgjøre et annet medium og omgivelser
 enn når de foreligger i fri form ved enhetsaktivitet som forutsatt i (4), men
 kvalitativt vil oppførselen være lik for de forskjellige kationene. Tilsvarende
 beregninger for alkalimetalloksidene viser at disse er mer stabile slik at vi ikke
 oppnår skifte i fortegn for reaksjon (4) ved aktuelle driftstemperaturer. Dette
 25 gjelder ved de forhold som beregningene er gjort ved (STP, enhetsaktivitet, fast
 fase) og er ikke nødvendigvis representativt når reaktantene foreligger oppløst i en
 saltsmelte. I denne tilstanden vil stabiliteten til forbindelsene være lavere slik at
 alkalimetalloksider/karbonater også fungerer som aktive forbindelser.

CO₂-løseligheten i gassform i saltsmelter er en funksjon av temperatur på den måten at løseligheten går ned ved økende T. Dette er delvis beskrevet i E. Saido, et al., J Chem Eng, Data, 25, (1), 1980, sider 45-47. Løseligheten av gassformig CO₂ er i størrelsesorden 0,1-1% og kan føre til tap i prosesseffektivitet ved dannelse og dekomponering av CaCO₃.

I foreliggende oppfinnelse inngår ikke noen fast-fase reaksjoner siden reaktantene foreligger løst som kompleksjoner i den beskrevne saltsmelten. Dette gjør at kinetikken blir langt raskere enn tidligere teknikk og man slipper å forholde seg til en slurry, men holder alt i væskeform. I stedet for å absorbere CO₂ fra forbrenningsgassene i lavtemperatursonen etter varmeveksling med damp kan man gjøre dette før forbrenningsgassene avkjøles. Umiddelbart etter forbrenning holder gassene temperaturer i området 800-1400°C. For et kullkraftverk foreligger gassene ved tilnærmet atmosfæretrykk og uttak av energi skjer i en konvensjonell dampkjel der vann varmes opp til tilnærmet samme temperatur som avgassene for drift av en dampturbin som igjen driver en elektrisk generator (Figur 1). Det er ingen prinsipielle grunner til at CO₂ ikke skal kunne absorberes fra avgassene i varm og/eller trykksatt tilstand. Saltsmelter som beskrevet over har typisk smeltepunkt i området 600-1412°C, nettopp i temperaturområdet for forbrenningsprosessen. En slik absorpsjonsprosess kan tenkes utført i prinsippet som et aminanlegg, men ved høyere prosessstemperatur. Absorpsjonstemperaturen vil være i området 600 – 1600°C. Den høyere temperaturen antas å gjøre kinetikken i prosessen langt raskere slik at et slikt anlegg kan gjøres fysisk langt mindre enn et aminabsorpsjonsanlegg som fysisk er svært stort. Et slikt anlegg er skissert i Figur 5. For et gasskraftverk vil forbrenningsgassene før turbinen i tillegg foreligge under høyt trykk, noe som ytterligere vil øke effektiviteten til prosessen hvis den plasseres her siden partialtrykket til CO₂ i gassblandingen vil være langt høyere enn ved atmosfæretrykk (10-20 atm).

I følge oppfinnelsen kan varme avgasser ledes gjennom saltsmelter bestående av NaF og CaF₂ ved ca. 850°C der CO₂ absorberes av løst CaO i saltsmelten i et kammer under dannelse av CaCO₃. Smelten med høyt innhold av CaCO₃ føres deretter til et desorpsjonskammer og varmes opp til ca. 950°C for frigjøring av gass.

Teoretisk forklares dette ved likning (5) som forskyves mot venstre ved $T > 850^\circ\text{C}$ når $\Delta G > 0$ (se Tabell 1).



5

De rensede avgassene og CO_2 varmeveksles så i separate kretser med vann for generering av høytemperatur damp som driver en dampturbin for drift av en elektrisk generator. Saltsmelten med løst, regenerert CaO kjøles ned til 800°C før den igjen føres inn i absorpsjonskammeret. I denne prosessen varmeveksles smelten med damp som igjen kan drive en turbin for generering av elektrisk strøm - gjerne den samme som drives av damp generert av de varme avgassene. Fordelen med å rense gassen mens den har høy temperatur vil være en høyere elektrisk virkningsgrad fra den totale energikonverteringsprosessen. Den teoretiske carnotvirkningsgraden (se ligning 2) i en slik prosess for gjenvinning av prosessvarme fra avkjøling av saltsmeltemediet fra 950°C til 800°C i absorpsjonsanlegget vil, - hvis vi antar T_L ca 40°C etter energiuttak fra avkjølingsmediet (og kondensasjon i tilfelle damp) til elektrisk energi samt T_H ca. 800°C , være 95%. Dessuten vil dette kunne generere høykvalitets elektrisk energi i stedet for lavkvalitets vannbåren varme.

20

Alternativt kan veksling av trykk mellom absorpsjons- og desorpsjonskammerene i prinsippet fungere på samme måte som en veksling i temperatur. For et gasskraftverk der en stor andel av energien i brennstoffet knytter seg til hydrogeninnholdet i gassen vil det dessuten eksistere en tredje måte å fjerne CO_2 -utslippet til atmosfæren på, nemlig ved å felle ut karbonet elektrokjemisk fra løst karbonatform i saltsmelten i desorpsjonskammeret. I dette tilfellet vil det genereres elementært karbon som kan tas ut av prosessveien og deponeres. Dette vil være et alternativ til preforbrenningsreformasjon av naturgass til karbon (carbon black) og hydrogen før forbrenning av hydrogenet.

25

En umiddelbar utfordring med konseptet beskrevet over er at vann i forbrenningsgassen som skal renses kan føre til hydrolyse av enkelte saltsmelter - primært klorider, til oksyhydroklorider. Dette kan unngås ved å benytte smelter som ikke er utsatt for dette, fortrinnsvis basiske fluorider eller man kan kjøre en

30

kontinuerlig regenereringsprosess der noe smelte til enhver tid tas ut for behandling.

Saltsmelten som benyttes i fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse omfatter NaF og CaF₂ der innholdet av NaF fortrinnsvis er i området fra 45-95 mol%, foretrukket fra 55-85 mol%, mer foretrukket fra 60-75 mol%.

Mengden av CaO oppløst i saltblandingen fortrinnsvis er i området fra 1-50 vekt%, foretrukket fra 5-35 vekt%, mer foretrukket fra 10-25 vekt%.

Smeltepunktet for absorpsjonsmediet (blandingen av salt + oksid/karbonat) må ligge under temperaturen der metalloksid og metallkarbonat skifter på å være de stabile fasene. Dette fremgår av Tabell 1 og Figur 4. Det er viktig å ha kontroll på smeltepunktet til blandingen. Tilsats av et oksid skal normalt tilsi senkning i smeltepunktet. I foreliggende fremgangsmåte vil temperaturen i reaksjonskammeret fortrinnsvis ligge i området fra 700-1200°C. Det absolutte trykket i reaksjonskammeret vil ligge i området 0,5-200 bar.

15

Eksperimentelt og resultater

En saltblanding bestående av 65 mol% NaF og 35 mol% CaF₂ ble preparert ved å smelte sammen substanser av kjemikaliegrad (Merck) ved 900°C i en digel av Ni. Dette er i nærheten av det eutektiske minimum i systemet NaF-CaF₂ som er skissert i Figur 6. Blandingen ble etter størkning knust til mindre biter for preparering til elektrolytt. 850 g saltblanding ble deretter tilsatt 150 g CaO og fylt i en digel av Ni. Blandingen ble smeltet ned ved 850°C i en gasstett celle skissert i Figur 7. Høyden på smeltefasen var ca 20 cm. En simulert røykgass bestående av 22 vekt% CO₂ + 78 vekt% N₂ (200 ml/min) ble først ført inn i området over smeltefasen gjennom et sentralt plassert nikkellrør og deretter ut gjennom et rør i rustfritt stål. Gassammensetningen ble monitorert ved hjelp av en FTIR-analysator (Thermo Nicolet 6700) utstyrt for gassanalyse for svært nøyaktige målinger av CO₂. Cella hadde et analysevolum på ca 200 ml, noe som sammen med volumet over saltsmelte gjorde at stabile analyser først ble oppnådd etter en viss tid når hele volumet var blitt fylt med gassen fra cella. Trykket i cella vil dermed være tilnærmet atmosfæretrykk over smelteblandingen, mens et visst overtrykk vil eksistere i bunn av cella der gass bobles gjennom smelta. Overtrykket kan anslås til ca 0,03 atm og skyldes tyngden av 20 cm smeltesøyle med tetthet ca 2,2 g/cm³.

30

Da stabile verdier samsvarende med gassblandingsens spesifikasjoner ble oppnådd (22 vekt% CO₂) ble det sentrale gasstilførselsrøret senket ned i smelta til 1 cm over bunnen mens gass hele tiden ble tilført. Gasstrømmens sammensetning ble monitorert og etter kort tid ble CO₂-innholdet i gasstrømmen observert å synke. Etter ca 20 minutter var CO₂-innholdet i gasstrømmen sunket til ca 500 ppm. Ni-røret ble deretter hevet over smelta igjen og gassammensetningen ble igjen funnet å stige for så å stabilisere seg ved 22 vekt%. Resultatene fra gassanalysene er skissert i Figur 8. Cella ble deretter etterlatt i varm tilstand over natta uten gasstrøm.

Dagen etter ble gasstilførselen endret til argon (Ar 5.0) og 250 ml/min ført gjennom Ni-røret som igjen var nedsenket i saltsmelteblandingen. Et visst initielt innhold av CO₂ ble målt – noe som sannsynligvis skyldtes rester fra gårsdagen som fortsatt fantes i rørføringer og analysevolum. Dette sank imidlertid raskt og da CO₂-innholdet ble målt til under 100 ppm ble temperaturen på ovnskontrolleren økt til 950°C. Temperatur i området over smelteblandingen ble monitorert og da denne steg over ca 900°C ble CO₂ igjen observert i gasstrømmen som nå besto av Ar. Ettersom temperaturen økte til 950°C steg innholdet av CO₂ og nådde en topp ved ca 0,3% for så å falle. Dette ble tolket som at CO₂ nå ble frigjort ved at reaksjon [9] nå gikk mot venstre pga endret termodynamikk i henhold til Tabell 1 og Figur 4. Forløpet er skissert i Figur 9.

De eksperimentelle parametre er oppsummert nedenfor.

Smelte: 35% CaF₂/65% NaF tilsatt 15% CaO.

Absorpsjonstemperatur: 850°C, Desorpsjonstemperatur: 950°C.

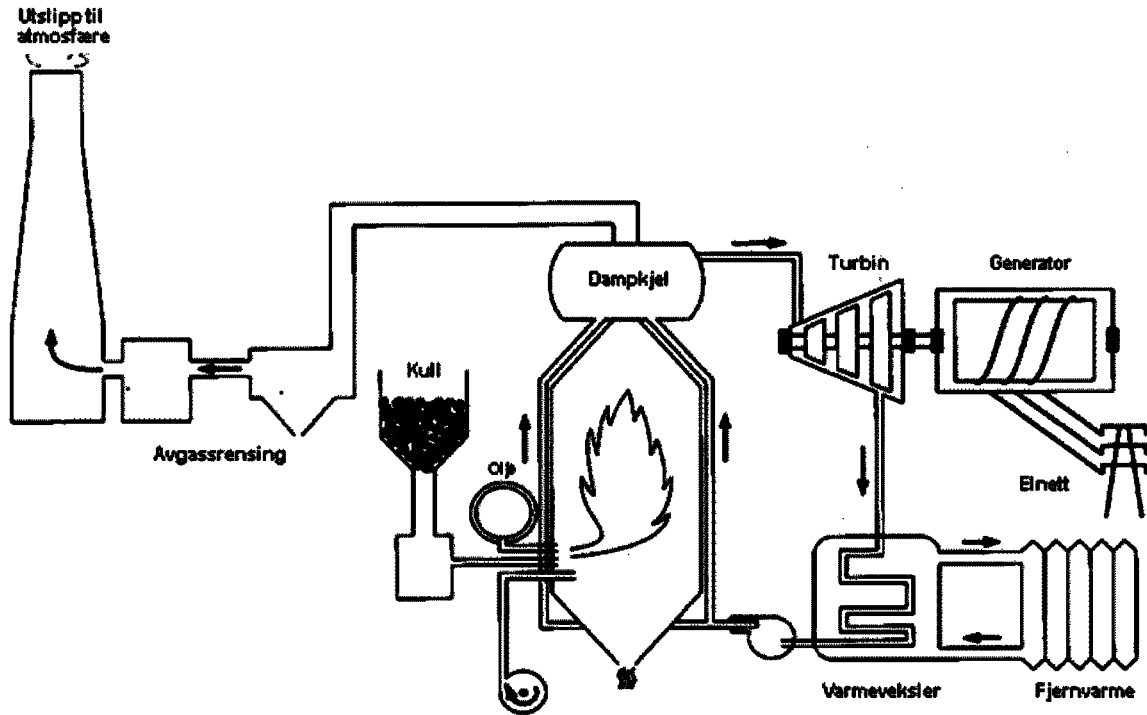
Trykk: Tilnærmet atmosfæretrykk, anslått overtrykk i innløp 0,03 bar.

Gassammensetning inn: Absorpsjon – 22% CO₂ rest N₂,
Desorpsjon 100% Ar (5.0). Renhetsgrad >99.995%.

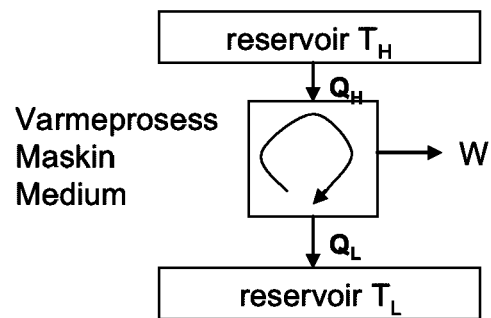
P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåte for fjerning av karbondioksid fra en gasstrøm, karakterisert ved at gasstrømmen i et første trinn i et reaksjonskammer bringes i kontakt med et absorpsjonsmedium i smeltet tilstand som omfatter 99 - 50 vekt% av en blanding av NaF og CaF₂ og 1 - 50 vekt% av oppløst CaO som reagerer med karbondioksidet og danner kalsiumkarbonat, fremgangsmåten utføres ved et trykk nær atmosfæretrykket over absorpsjonsmediet.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor blandingen av NaF og CaF₂ inneholder 45 – 95 mol% NaF.
3. Fremgangsmåte ifølge kravene 1 eller 2, der det absolutte trykket i reaksjonskammeret befinner seg i området 0,5 – 200 bar.
4. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av kravene 1 til 3, der temperaturen i reaksjonskammeret befinner seg i området 700 – 1200 °C.
5. Fremgangsmåte ifølge kravene 1 til 4, hvor absorpsjonsmediet i et neste trinn føres til et desorpsjonskammer, oppvarmes over smeltepunktet og frigjør CaO og karbondioksid.
6. Anvendelse av et absorpsjonsmedium som omfatter 99 - 50 vekt% av en saltsmelte som er en blanding av NaF og CaF₂ og 1 - 50 vekt% av oppløst CaO for fjerning av karbondioksid fra en gasstrøm.
7. Absorpsjonsmedium for fjerning av karbondioksid fra en gasstrøm, karakterisert ved at det består av 99 - 50 vekt% av en saltsmelte som er en blanding av NaF og CaF₂ og 1- 50 vekt% av oppløst CaO.
8. Absorpsjonsmedium ifølge krav 7, hvor blandingen av NaF og CaF₂ inneholder 45 – 95 mol% NaF.

1/5

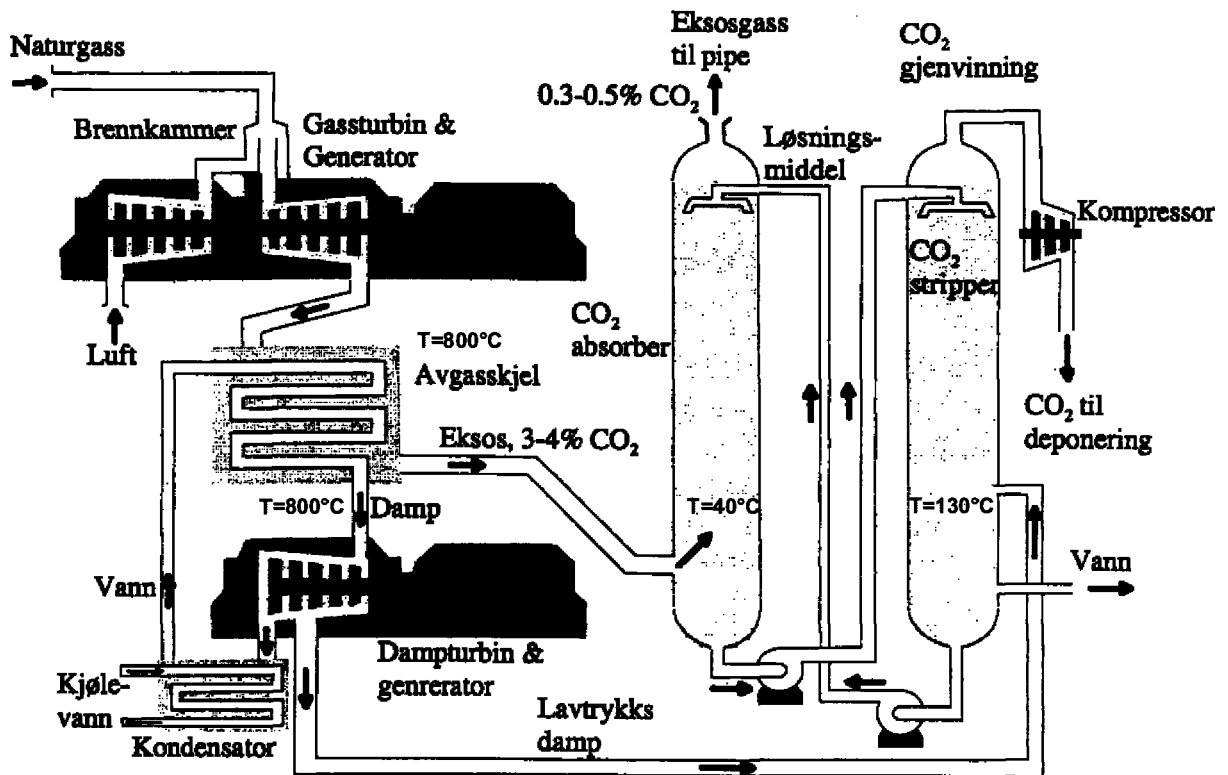


Figur 1

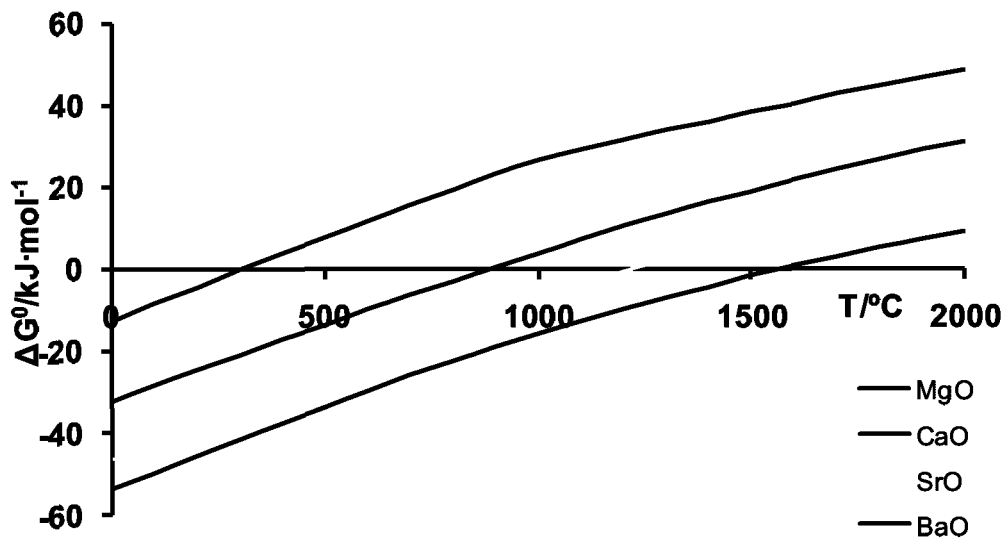


Figur 2

2/5

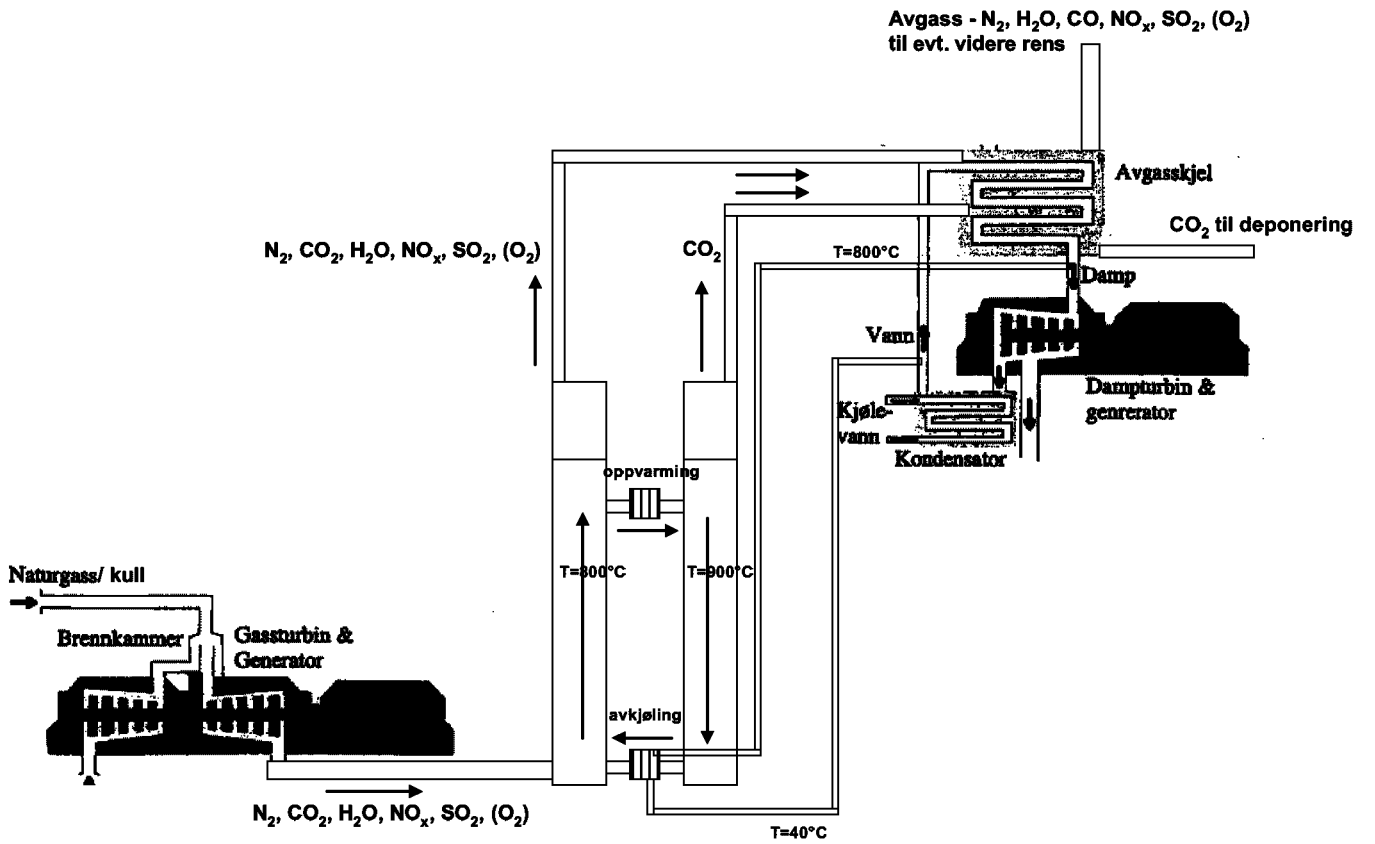


Figur 3



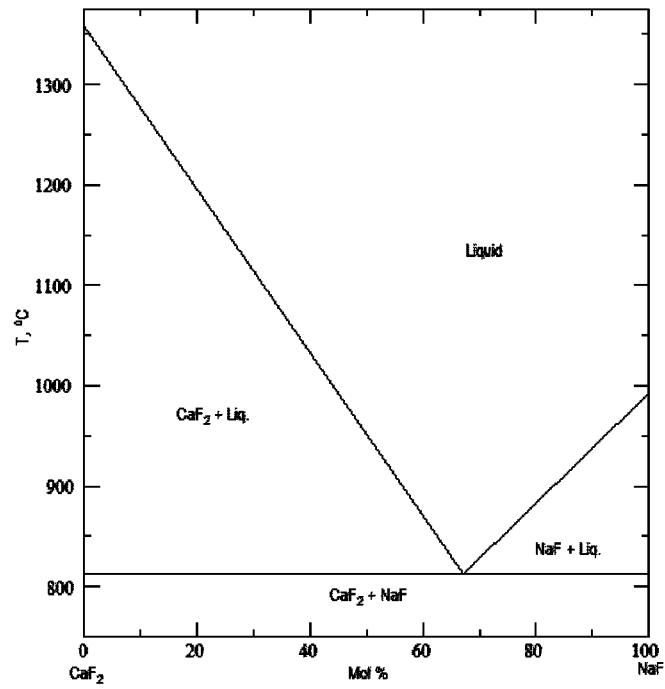
Figur 4

3/5

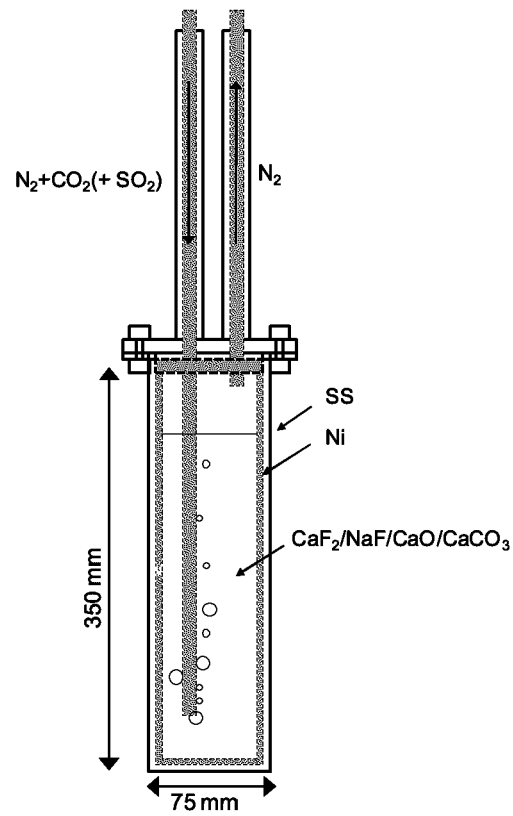


Figur 5

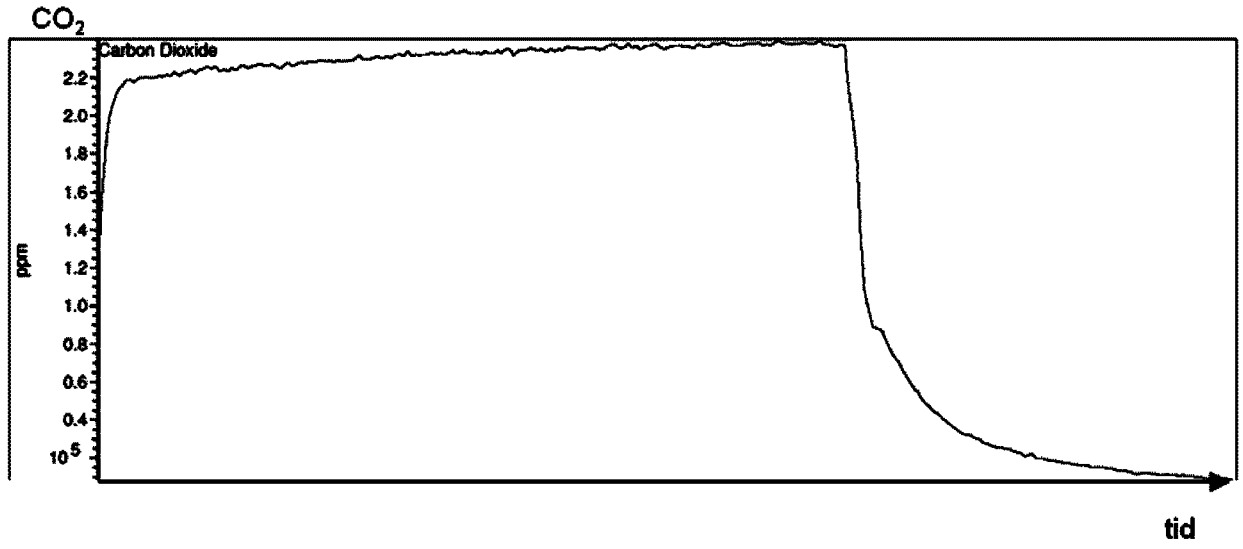
4/5



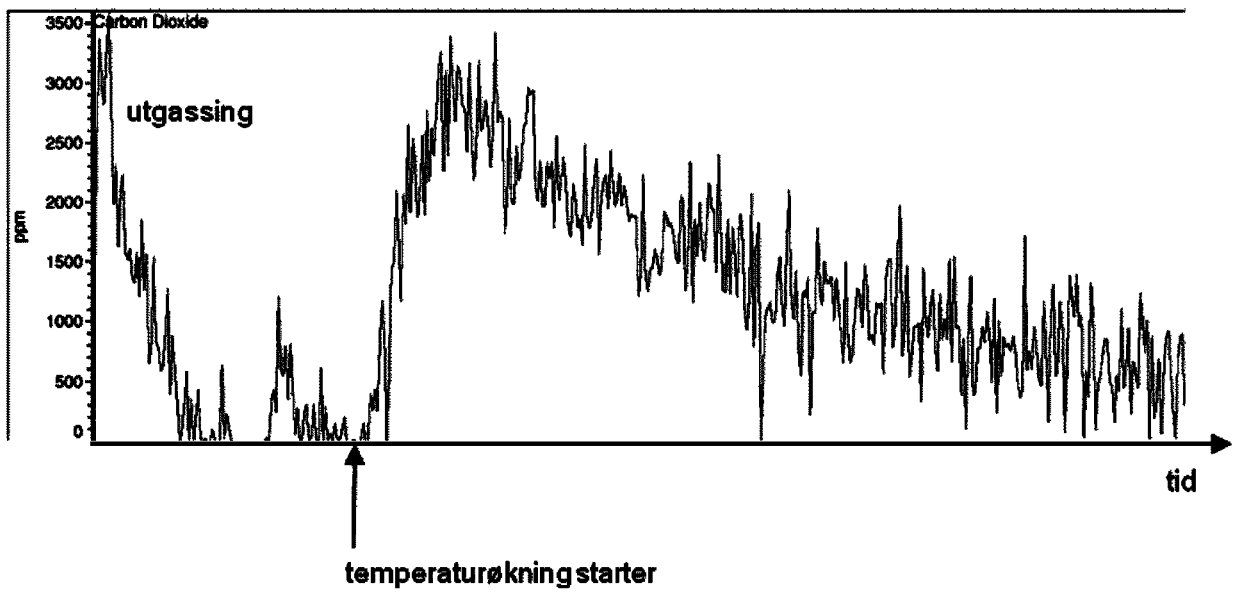
Figur 6



Figur 7



Figur 8



Figur 9