(19) SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 923077 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS**
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE PUBLIC

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 923077

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification (IPC^6)
H01M 8/02
H01M 8/24

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **02.07.1992**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **02.07.1992**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **03.01.1993**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

02.07.1991 US 724422

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **Institute of Gas Technology,** 3424 South State Street Chicago, Ill. 60616, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Marianowski, Leonard G.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 • **Schora, Frank C.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
3 • **Petri, Randy J.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
4 • **Lawson, Mark G.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention
Sisäisesti täysin putkitettu polttoainekennopino
Internt fullt rörlagd bränslecellstapel

Sisäisesti täysin putkitettu polttoainekennopino

Tämä keksintö liittyy sisäisesti putkitettuihin ja sisäisesti putkitettuihin ja sisäisesti uudistettuihin pinoihin, erityisesti anodin/kollektorin/erottimen levyn/kollektorin/katodin osarakenteisiin, joissa on sen takia märkätiivisteitä elektrolyytin ja elektrodien välissä elektrolyytin lämmössä tapahtuvan kokoonpanon jälkeen. Osarakenteet antavat kokoonpanon helppouden ja pitkäaikaisen stabiliteetin ja erottimen levyn konstruktio antaa kyvyn omata sisäisiä reformointikammioita, jotka on erotettu anodikammioista ja sijoitettu pinon korkeutta pitkin. Tätä keksintöä voidaan soveltaa erityisesti suliin karbonaatteihin ja kiinteän johtimen/kiinteän oksidin polttoainekennoihin.

Tavallisesti polttoainekennon sähköulostulon yksiköt koostuvat useista sellaisista pinotuista yksittäisistä kennoista, jotka on erotettu passiivisilla tai kaksinapaisilla sähköisesti johtavilla, rautametallista olevilla erottimen levyillä. Yksittäiset kennot on kerrostettu yhteen ja kiinnitetty lujasti yhdeksi ainoaksi pinotuksi yksiköksi halutun polttoainekennon energian ulostulon saavuttamiseksi. Kukin yksittäinen kenno käsittää tavallisesti anodi- ja katodielektorodin, yhteisen elektolyyttilaatan ja polttoaine- ja hapetinkaasun lähteen. Sekä polttoaine- että hapetinkaasut tuodaan putkien kautta niiden vastaaviin reaktanttikammioihin erottimen levyn ja elektrolyyttilaatan väliin. Elektrolyytin ja muiden kennon komponenttien välinen kosketusala polttoaine- ja hapetinkaasujen erottelun säilyttämiseksi ja kaasuvuotojen estämiseksi ja/tai minimoimiseksi tunnetaan märkätiivisteenä. Pääasiallisin tekijä, joka vaikuttaa ennenaikaiseen polttoainekennon rikkoontumiseen, on korroosio ja väsyminen märkätiivisteen alueella. Tätä rikkoontumista kiihdytetään syövyttävän elektrolyytin kosketuksella korkeissa lämpöti-

loissa ja suurilla lämpöjännityksillä, jotka johtuvat suurista lämpötilan vaihteluista kennon lämpövuorottelun aikana, mikä aiheuttaa rakenteen heikkenemistä kiteen sisäisen ja liukutasosäröilyn kautta. Tällaiset rikkoontumiset sallivat epätoivottujen polttoaine- ja/tai hapetinkaasujen kulkea kaasuvuotojen yli ja heittää ne yli laidan, mikä keskeyttää tarkoitetut hapetus- ja pelkistysreaktiot aiheuttaen sillä tavalla kennon virran luomisen käyttöhäiriön ja lopullisen pysähtymisen. Polttoainekennon käyttöolosuhteissa noin 500 - 700 °C:n alueella sulat karbonaattielektrolyytit ovat erittäin syövyttäviä rautametalleille, joita niiden lujuudesta johtuen tarvitaan polttoainekennon koteloa ja erottimen levyjä varten. Sulan karbonaattipolttoaineen kennopinon korkea toimintalämpötila lisää sekä korroosio- että termisiä jännitysongelmia märkätiivisteen alueella, erityisesti kun vierekkäisten materiaalien lämpölaajenemiskertoimet ovat erilaiset.

Tämä keksintö antaa käyttöön polttoaine- ja hapetinkaasujen täydellisen sisäisen putkituksen kokoonpannun pinon yksittäisiin kennoihin ja niistä pois tavalla, joka kennon komponenttien konstruktiosta johtuen antaa käyttöön kokoonpanon helppouden, pitkäaikaisen toiminta-ajan ja polttoainekennon toiminnan stabiilisuuden. Tämä keksintö voi antaa myös sisäisen putkituksen erotetulle reformointikammiolle hiilivetyjä sisältävien polttoaineiden sisäistä kennon reformointia varten myrkyttämättä reformointikatalyyttiä. Reformointimetaanin endoterminen reaktio hiilioksidiksi ja vedyksi suoritetaan hyödyllisesti kennopinon sisällä.

Kaupallisesti käyttökelpoiset sulan karbonaattipolttoaineen kennopinot voivat sisältää jopa noin 600 yksittäistä kennoa, joilla kullakin on tasomainen alue, joka on 0,7 neliömetrin suuruusluokkaa. Pinottaessa tällaisia yksittäisiä kennoja erottimen levyt erottavat yksittäiset kennot, joissa on polttoainetta ja hapetinta, kummankin

ollessa tuotu erottimen levyjen väliin, polttoaineen ollessa tuotu erottimen levyn toisen pinnan ja elektrolyyttimatriisin anodipuolen väliin ja hapettimen ollessa tuotu erottimen levyn toisen pinnan ja toisen elektrolyyttimatriisin katodipuolen väliin.

Paino polttoainekennon kehityksessä on ollut polttoaine- ja hapetinkaasujen ulkoisessa putkituksessa käyttämällä kanavaputkia, jotka voidaan erottaa fyysisesti polttoainekennopinosta. Kunkin kennon tuloaukkojen ja ulostuloaukkojen on oltava avonaisia vastaaviin tulo- ja ulostuloputkiin, jotka on kiinnitettävä kennopinon ulkopuolelle. Sähköisen oikosulkemisen estämiseksi eristettä on käytettävä metalliputkien ja kennopinon välissä. Ulkoisessa putkituksessa on ollut vakavia ongelmia ylläpidettäessä riittävää kaasutiivistystä putki/putken tiiviste/kennopino-rajapinnassa estäen samalla karbonaatin pumppaamisen tiivisteen sisällä kennopinon potentiaaligradienttia pitkin. Useita yhdistelmiä metalliputken eristämiseksi kennopinosta on käytetty mutta vaikeutena on saada käyttöön liukutiiviste, joka on kaasutiivis ja sähköisesti eristävä, samalla kun se on karbonaattia läpäisemätön korkean lämpötilan sulan karbonaattipolttoaineen kennon toimintaolosuhteissa, eikä tyydyttävää ratkaisua ole löydetty. Putkituksen ja tiivistämisen ongelma tulee vaikeammaksi, kun kennojen ja tasomaisten alueiden suurempia määriä käytetään kennopinossa. Kun käytetään suurempaa kennojen lukumäärä, sähköinen potentiaali, joka ajaa karbonaattia tiivitysalueella pinon korkeutta pitkin, kasvaa ja kun kennon tasomainen alue kasvaa, kunkin komponentin lineaariset toleranssit ja kunkin komponentin sivukohdistus tulee erittäin vaikeaksi säilyttää, jotta putken/putken tiivisteen/ja kennopinon välille tiivistetty liitäntäpinta säilytetään.

600 kennoa sisältävät kennopinot voivat olla noin 3 metriä korkeita tuoden esiin ulkoisten putkien vaaditun

jäykkyyden ja kennopinolle tapahtuvan putken pakottamiseen tarvittavien kiinnitysvoimen käyttämisen vakavia ongelmia. Kennokokoonpanon ja kennon toimintaolosuhteiden välisistä lämpögradienteista johtuen esiin tulee differentiaaliset lämpölaajenemiset ja putkia varten käytettyjen materiaalien tarpeellisen lujuuden lähellä toleranseja ja erittäin vaikeita insinööritaidon ongelmia.

Yksittäisten sulan karbonaattipolttoaineen kennojen pinot on tavallisesti rakennettu sopivasti niin, että välikappaleliuskoja on erottimen levyn kehän ympärillä märkätiivisteiden muodostamiseksi ja sisäänotto- ja pakokaasuputkien antamiseksi käyttöön. Useita tiivistysmenetelmiä korkean lämpötilan polttoainekennon märkätiivisteen alueen ympäristössä on paljastettu US-patentissa 4 579 788, jotka paljastavat, että märkätiivisteen liuskat on valmistettu käyttäen hyväksi jauhemetallurgian tekniikoita; US-patentti 3 723 186 paljastaa, että itse elektrolyytti koostuu passiivisista materiaaleista sen kehän ympärillä olevilla alueilla passiivisen kehätiivisteen aikaansaamiseksi elektrolyytin ja kehyksen tai kotelon väliin; US-patentti 4 160 067 paljastaa passiivisten materiaalien sijoittamisen polttoainekennon kotelon tai erottimen päälle märkätiivisteen alueilla tai sen kyllästämisen siihen; US-patentti 3 867 206 paljastaa märkätiivisteen elektrolyytillä kyllästetyn matriisin ja elektodien elektrolyytillä kyllästetyn kehäreunan välissä; US-patentti 4 761 348 paljastaa kaasua läpäisemättömän materiaalin kehäkiskot kaasutiivistystehtävästä huolehtimiseksi anodin ja katodin eristämiseksi vastaavasti hapetin- ja polttoainekaasuista; US-patentti 4 329 403 paljastaa graduloidun elektrolyyttiseoksen asteittaisempaa siirtymistä varten lämpölaajeniskertoimessa, joka kulkee elektrodeista elektrolyytin sisemmälle alueelle; ja US-patentti 3 514 333 paljastaa alkalimetallikarbonaattielektrolyyttien kotelon korkean lämpötilan polttoainekennoissa ohuen alumiinitiivistystii-

visteen käytöllä. Yksikään yllä mainituista patenteista ei käsittele tiivistystä polttoainekennopinon sisällä olevan sisäisen polttoaineen ja hapettimen ympärillä.

Fosforihappopolttoainekennojen, jotka toimivat noin 150 - 220 °C:ssa, kaasutiivistys täyttämällä kennon ainesosien huokoisen materiaalin kehän huokoset piikarbidilla ja/tai piinitriitillä paljastetaan US-patentilla 4 781 727; ja kyllästämällä substraattilevyn reunassa olevat välitilat paljastetaan US-patenteilla 4 786 568 ja 4 824 739. Niiden tiivistys- ja korroosio-ongelmien ratkaisu, joita kohdataan alhaisen lämpötilan elektrolyyttikennoissa, kuten rakeisen passiivisen materiaalin liittäminen polytetrafluoretyleenin kanssa kuten US-patentilla 4 259 389 opetetaan, polyetyleenitiivisteet kuten US-patentilla 3 012 086 opetetaan ja "O"-rengastiivisteet kuten US-patentilla 3 589 941 opetetaan vain polttoaineen sisäistä putkittamista varten eivät ole sopivia korkean lämpötilan karbonaattipolttoainekennoille.

US-patentti 4 510 213 paljastaa siirtymäkehykset, jotka ympäröivät kennoyksiköiden aktiivista osaa polttoaine- ja hepetinputkien antamiseksi käyttöön yksittäisten kennojen kaasuosastoille, jolloin putket eivät kulje kennojen separaattorien eikä elektrolyyttilaattojen kautta. Siirtymäkehykset vaativat monimutkaisen eristämisen vierekkäisten kennojen välissä ja ne on tehty useista erillisistä ja monimutklaisista komponenteista. US-patentti 4 708 916 paljastaa polttoaineen sisäisen putkituksen ja hapettimen ulkoisen putkituksen sulan karbonaattipolttoaineen kennoille, joissa polttoaineputkien ryhmä kulkee elektrodien läpi samoin kuin elektrolyyttien ja separaattoreiden läpi keskiosassa ja yksittäisten kennojen vastakkaisissa päissä lyhennetyn polttoaineen virtausreitin antamiseksi käyttöön. Polttoaineen päätyputket ovat erottimen levyn paksunnetulla reunaseinäalueella, kun taas polttoaineen keskiputket kulkevat paksunnetun keskialueen ja

karbonaatilla kyllästetyn tiivistysnauhan kautta tai käyttöön on annettu katodin läpi ulottuvia erillisiä lieriömäisiä kanavairto-osia.

Sellaista sisäistä putkitusta on yritetty, jossa on käytetty monia putkituksen reikiä kennon vastakkaisilla reunoilla joko polttoaine- ja hapetinkaasujen samansuuntaisen virtauksen tai vastakkaissuuntaisen virtauksen järjestämiseksi. Nämä polttoaineen putkituksen reiät on sijoitettu levennetylle märkätiivisteen kehäalueelle vastakkaisia reunoja pitkin, mutta putkitukset ovat olleet monimutkaisia rakenteita elektrolyytin ulkopuolella tai kulkevat elektrodeista ainakin yhden läpi. Vierekkäisiä putkituksen reikiä käytetään kuitenkin polttoainetta ja hapetinta varten, mikä antaa lyhyitä reittejä lyhyen märkätiivisteen alueen poikki ja kaasujen vuodon samoin kuin välittämättömästi levennetyn tiivisteen kehäalueen, joka pienentää epämieluisasti kennon aktiivista aluetta kuten on esitetty esimerkiksi US-patentissa 4 769 298. Samalla tavalla aiemmat yritykset antaa käyttöön sisäinen putkitus ovat käyttäneet monia putken reikiä levennetyillä märkätiivisteen kehäalueilla kaikista neljästä kennon reunasta kullakin poikkivirtauksen järjestämiseksi mutta jälleen polttoaine- ja hapetinputken samanlaisten monimutkaisten rakenteiden ja reikien väliset lyhyet reitit aiheuttivat kaasujen vuodon ja pienensivät edelleen kennon aktiivista aluetta.

Käytettäessä kaasuunnustuotteita polttoaineena on toivottavaa reformoida hiilivetypitoisia komponentteja polttoaineen vetypitoisuuden kohottamiseksi sisäisellä reformoinnilla polttoainekennopinon sisällä. Tavanomaisten reformointikatalyyttien tiedetään myrkyttyvän sulien karbonaattien elektrolyyteillä johtuen aktiivisista paikoista, jotka peittyvät karbonaattien kalvolla. Katso "Development of Internal Reforming Catalysts for the Direct Fuel Cell", Michael Tarjanyi, Lawrence Paetcsh, Randoph

Bernard, Hosein Ghezel-Ayagh, 1985 Fuel Cell Seminar, Tuscon, Arizona, toukokuu 19 - 22, 1985, s. 177 - 181. Muut tunnetut ongelmat, jotka aiheuttavat vaurion sulan karbonaattipolttoaineen kennojen pitkäaikaisessa toiminta-ajassa, käsittävät myös huokoisen anodirakenteen deformaation, anodin sivulla olevan metallitavaran, kuten kollektorin, erottimen levyn tms. korroosion sulilla karbonaattien elektrolyyteillä ja sen vuoksi elektrolyytin hävikin, kaasun kulkemisen huokoisen anodin poikki ja elektrolyytin hävikin anodin ja katodin liukenemisella. Yhtä tai useampaa näistä ongelmista on yritetty ratkaista monta kertaa polttoainekennon pitkäaikaisen stabiliteetin ja toiminta-ajan antamiseksi käyttöön.

Polttoaineen syöttövirtauksen vetypitoisuuden lisääminen polttoainekennon anodiosastoon on paljastettu useissa patenteissa. US-patentti 3 266 938 paljastaa useita korkean lämpötilan polttoainekennoja, jotka on järjestetty sarjaan niin, että sarjassa ensimmäisen polttoainekennon anodiosastosta tulevat kulutetut kaasut reformoidaan katalyyttisesti kennon ulkopuolella endotermisellä reformointireaktiolla ylimääräisen vedyn tuottamiseksi ja päästetään sitten sarjassa toisen kennon anodiosastoon; toisen polttoainekennon anodiosaston kulutetut kaasut päästetään katalyyttiseen eksotermiseen muutosreaktioon kennon ulkopuolella vedyn tuottamiseksi edelleen sarjassa kolmannen polttoainekennon anodiosastoon tapahtuvaa kulkemista varten. Reformointi- ja muutosreaktiot suoritetaan polttoainekennojen ulkopuolella suuremman vetypitoisuuden hankkimiseksi polttoainekennojen anodiosastoihin meneviin polttoaineen syötteisiin. US-patentti 4 522 894 paljastaa nestemäisen hiilivetysyötteen vetypitoisuuden lisäämisen katalyyttisellä hapetuksella ja höyryn reformoinnilla, jossa hapetuksesta tulevaa lämpöenergiaa käytetään polttoainekennon ulkopuolella tapahtuvaa reformointia varten suuren vetypitoisuuden tuottamiseksi polttoainekennon ano-

diosastoon menevään polttoaineen syöttövirtaukseen. US-patentti 3 488 226 paljastaa nestemäisten hiilivetyjen matalan lämpötilan, alhaisen paineen höyryn reformoinnin vedyn lisäämiseksi polttoainesyötössä sulan karbonaatin polttoainekennojen anodiosastoja varten, jossa reformointi suoritetaan polttoainekennon ulkopuolella ja toimii lämpöaltaana polttoainekennon tuotettua lämpöä varten. Eräässä suoritusmuodossa reformointikatalyytti voidaan panna polttoainekennon anodikammioon. Kummassakin järjestelyssä polttoainekennosta tulevaa hukkalämpöä käytetään suoraan vedyn luomista varten tarkoitetun endotermisen reformointireaktion pitämiseksi yllä. US-patentti 4 702 973 paljastaa kaksoisosastoanodirakenteen sulan karbonaatin polttoainekennoja varten, jossa sulien karbonaattien elektrolyytti eristetään saastuneista polttoaineen kaasuista ja reformointikatalyyteistä vetyionin huokoisella ja elektrolyytin ei-huokoisella metallifoliolla.

Tämä keksintö antaa käyttöön sisäisesti täysin putkitetut polttoainekennopinot, jotka ovat erityisen sopivia käytettäväksi korkean lämpötilan sulan karbonaatin polttoainekennopinoissa. Tämän keksinnön sisäisesti täysin putkitetut polttoainekennot ovat sopivia mille tahansa kennolle, jossa on tasomaisia komponentteja, erityisesti korkean lämpötilan polttoainekennoille, kuten sulien karbonaattien ja kiinteän johtimen/kiinteän oksidin polttoainekennoille. Tavallisesti suorakulmainen polttoainekennopino on tehty useista polttoainekennoyksiköistä kunkin polttoainekennoyksikön käsittäessä anodin ja katodin, elektrolyytin, joka on kosketuksissa toiselta puolelta anodin kanssa ja kosketuksissa vastakkaiselta puolelta katodin kanssa, ja erottimen levyn, joka erottaa kennoyksiköt, jotka ovat toisen kennon anodin ja viereisen kennon katodin välissä muodostaen anodikammion erottimen levyn toisen puolen ja anodin väliin ja katodikammion erottimen levyn vastakkaisen puolen ja katodin väliin. Polttoainekennoyk-

siköt on pinottu ja varustettu päätylevyillä, joilla on sama sisäpuolinen muoto kuin erottimen levyillä ja jotka muodostavat puolikkaita kennoja kuhunkin päähän, ja kiinnitetty jäykän rakenteen antamiseksi polttoainekennopinolle. Tämän keksinnön polttoainekennopinoissa elektrolyyteillä, elektrodeilla, kollektoreilla ja erottimen levyillä voi olla suunnilleen sama päämitat ja ne ulottuvat polttoainekennopinon reunan alueelle. Erottimen levyissä on litistetty kehätiivisteen rakenne, joka jatkuu erottimen levyn tasosta koskettamaan kollektoria ja/tai elektrodia erottimen levyjen kullakin pinnalla kokonaan niiden kehän ympäri kehätiivisteen muodostamiseksi. Anodi, anodin kollektori, erottimen levy, katodin kollektori ja katodin osarakenne voidaan valmistaa kontrolloiduissa olosuhteissa ja sitten tällainen osarakenne voidaan yhdistää kennon elektrolyytin ja elektrolyytin matriisiosan kanssa muodostettaessa kennopinoa.

Tämä keksintö voi antaa käyttöön myös sisäisesti täysin putkitettuja polttoainekennopinoja, joissa on erotetut kammiot hiilivetypitoisen polttoaineen reformoimista varten polttoainekennopinon sisällä ylimääräisen vetypolttoaineen järjestämiseksi ja lämpöenergian vetämiseksi pois endotermistä reformointireaktiota varten järjestäen sillä tavalla polttoainekennopinon toivotun jäähdytyksen, jota tarvitaan polttoainekennon eksotermisellä sähkökemiallisella reaktiolla tapahtuvasta kuumentamisesta johtuen. Tämä keksintö on erityisen sopiva käytettäväksi korkean lämpötilan sulan karbonaattipolttoaineen kennopinoissa ja antaa käyttöön reformointikatalyytin erottamisen elektrolyytistä, joka sulien alkalikarbonaattien tapauksessa myrkyttää vaivatta katalyytin.

Elektrolyyteissä, elektrodeissa, kollektoreissa ja erottimen levyissä on useita kohdistettuja rei'ityksiä halutuissa kohdissa, jolloin kukin erottimen levyn reitys on ympäröity litistetyllä putkitiivisterakenteella,

joka jatkuu erottimen levyn tasosta koskettamaan kollektoria ja/tai elektrodia erottimen levyn kummallakin pinnalla sellaisen erottimen levy/kollektori ja/tai elektroditiivisteen muodostamiseksi, joka ympäröi kutakin rei'itystä sellaisen kaasuputken muodostamiseksi kunkin rei'ityksen läpi, joka jatkuu kennopinon läpi. Kanavat tai reiät pidennetyn putkitiivisterakenteen läpi järjestävät kaasuyhteyden erottimen levyjen toisella pinnalla olevien polttoaineputkien ja anodikammioiden välille ja pidennetyn putkitiivisterakenteen läpi kulkevat kanavat tai reiät antavat kaasuyhteyden hapetinputkien ja erottimen levyjen vastakkaisella pinnalla olevien katodikammioiden välille. Tämä rakenne antaa polttoaineen ja hapetinkaasujen sisäisesti täydellisen putkituksen polttoainekennopinossa olevaan kuhunkin yksikköpolttoainekennoon ja siitä pois. Samalla tavalla hiilivetypitoista reaktiokaasua ja höyryä voidaan syöttää reformointikammioihin, joita on väliin siroteltu koko polttoainekennopinossa, ja vedyllä rikastettua reformoitua tuotekaasua päästää kustakin reformointikammiosta polttoaineputkeen alavirtapuolen anodiosastoon tapahtuvaa syöttämistä varten.

Pinon päätylevyt on muotoiltu samalla tavalla kuin niiden sisäpuolella olevat erottimen levyt ja ne on varustettu välineillä, jotka on tarkoitettu syöttämistä ja poistamista varten polttoainekennopinon putkien kutakin ryhmää varten. Ulkoiset välineet polttoainekaasun, hapetinkaasun ja hiilivetypitoisen reaktiokaasun ja höyryn syöttämiseksi ja poistamiseksi päätylevyn liittimien luona olevien putkien tarkoituksenmukaisiin ryhmiin ja niistä pois voidaan antaa käyttöön joillakin alalla tunnetuilla välineillä. "Putkien ryhmällä" tarkoitetaan ensimmäistä ryhmää, joka muodostaa yhden tai useamman polttoainetuloaukon, toista ryhmää, jossa on yksi tai useampi kulutetun polttoaineen ulostuloaukko, kolmatta ryhmää, jossa on yksi tai useampi hapettimen tuloaukko, neljättä ryhmää, jossa

on yksi tai useampi kulutetun hapettimen ulostuloaukko, ja viidettä ryhmää, jossa on yksi tai useampi reaktiokaasun tuloaukko. Erottimen levyjen, kollektorien, elektrodien ja elektrolyyttien läpi menevät rei'itykset, jotka muodostavat putket, voivat olla pyöreitä, neliömäisiä, suorakulmaisia, kolmikulmaisia tai jonkin muun toivotun muotoisia ja kokoisia. Vaikka kuhunkin tällaiseen rei'itykseen viitataan yhtenä ainoana rei'ityksenä, se voi käsittää kuristuksen toivotun kaasujakauman järjestämiseksi. Mikä tahansa tarpeellinen putkien määrä voidaan järjestää kennon komponenttien läpi toivottujen kaasun virtausmäärien ja muotojen järjestämiseksi kennon aktiivisten alueiden poikki. Tässä keksinnössä on tärkeää järjestää tiivisteet suoraan erottimen levyn ja kollektorin ja/tai elektrodien väliin kunkin putken ympärillä, jolloin vierekkäisten putkien reuna on erotettu ainakin noin 6,35 mm. Tämä keksintö antaa myös jatkuvan kehätiivisteen suoraan erottimen levyn ja kollektorien ja/tai elektrodien väliin sisäpuolisten putkien alueiden ulkopuolella.

Edullisessa suoritusmuodossa tämän keksinnön mukaiset erottimen levyt ovat ohuita puristettuja metallilevyjä, jotka on varustettu aallotuksin ja/tai kuvioin täysin aktiivisella polttoainekennon alueella ja puristettu muodostamaan toisella pinnalla täydet kehä- ja putkitiivisterakenteet ohuen, suoran metallitiivisterakenteen ollessa hitsattu erottimen levyn vastakkaiselle pinnalle täysien kehä- ja putkitiivisteiden järjestämiseksi erottimen levyn ja kollektorin tai elektrodin väliin erottimen levyjen vastakkaisilla pinnoilla. Mitä tahansa rakennetta voidaan käyttää antamaan pidennettyjä tiivistealueita, kuten tankoja, jauhemetallurgian tekniikoilla muodostettuja liuskoja tms. Erottimen levyn osarakenteet, jonka toisella puolella on anodin kollektori ja/tai anodi ja vastakkaisella puolella katodin kollektrori ja/tai katodi, voidaan

tehdä hitsaamalla tai kovajuottamalla metalliset komponentit yhteen putken ja kehätiivisterakenteiden alueella.

Edullisessa suoritusmuodossa kanavat tai reiät, jotka kulkevat pidennetyn putken tiivisterakenteen läpi järjestäen kaasuyhteyden putken ja anodi- ja katodikammioiden samoin kuin reformointikammion välille, voivat olla aukkoja, jotka on annettu käyttöön sopivasti aallotetulla metallilla, tai voivat olla reikiä, jotka kulkevat ohutlevyn tai tankorakenteiden läpi.

Tämä keksintö antaa käyttöön yhden kaasukanavan varmistetun tiivistyksen viereisestä kaasukanavasta antaen sillä tavalla tehokkaat välineet sisäisesti täysin putkitetun kaasun syötön ja poiston korkealämpötilaisista ja syövyttävistä polttoainekennoista kuten sulan karbonaatin polttoainekennopinoista. Tämän keksinnön rakenteen käyttö antaa myös tehokkaat ja toisenlaiset välineet karbonaatin järjestämiseksi monikennopinoihin.

Tämän keksinnön rakenne voi antaa myös sisäisesti täysin putkitettuja reformointikammioita, jotka on siroteltu polttoainekennopinoon reformoimaan hiilivetypitoisia polttoainekaasuja antaen lisääntyneen vedyn polttoainetta anodiosastoihin käyttäen samalla hyödyllisesti hyväksi sähkökemiallisesti tuotettua lämpöenergiaa reformointireaktion ajamiseksi ja polttoainekennopinon jäähdyttämiseksi.

Tämä keksintö antaa joukkotuotantokelpoisen polttoainekennon komponenttien konfiguraation, erityisesti erottimen levyn, anodin kollektorin ja/tai anodin ja katodin kollektorin ja/tai katodin osarakenteen osalta ja sen kustannustehokkaan valmistuksen kontrolloiduissa olosuhteissa. Tämän keksinnön osarakenteiden käyttö antaa myös polttoainekennopinon kokoonpanon helppouden ja modulisoinnin erikokoisille polttoainekennopinoille.

Tämä keksintö antaa käyttöön myös menetelmän sähkön tuottamiseen käyttäen sisäisesti täysin putkitettua polt-

toainekennopinoa sisäisellä reformoinnilla, erityisesti sulien alkalimetallikarbonaattien polttoainekennopinot.

Keksinnön piirteet ilmenevät keksinnön seuraavasta yksityiskohtaisesta selostuksesta, joka luetaan piirustusten yhteydessä, joissa:

kuvio 1 on sivuleikkauskuva tämän keksinnön erään suoritusmuodon mukaisen polttoainekennon märkätiivisteen kehäalueesta,

kuvio 2 on räjäytetty perspektiivikuva tämän keksinnön erään suoritusmuodon mukaisen polttoainekennopinon yhdestä ainoasta kennoyksiköstä,

kuvio 3 on kaavamainen räjäytysperspektiivikuva polttoainekennopinon osasta, jossa on tämän keksinnön erään suoritusmuodon mukainen sisäisen reformoinnin kammio, ja

kuvio 4 on etupintakuva tämän keksinnön mukaisen täysin putkitetun polttoainekennopinon putkilevyn toisesta suoritusmuodosta.

Tämän keksinnön edullisissa suoritusmuodoissa polttoaineen ja hapettimen virtaus sisäisesti täysin putkitetun polttoainekennopinon läpi on samanlaista kuin tähän kokonaan viitteenä liitetyssä, hyväksytyssä US-patenttihakemuksessa sarjanumero 07/505 293 on selitetty. Samoin polttoaine-, hapetin- ja reaktiokaasun ja höyryn virtaus sisäisesti täysin putkitetun ja sisäisesti uudistetun polttoainekennopinon läpi on samanlaista kuin tähän kokonaan viitteenä liitetyssä, hyväksytyssä US-patenttihakemuksessa sarjanumero 07/517 227 on selitetty. Nämä aiemmat patenttihakemukset kuvaavat yksityiskohtaisemmin keksinnön suoritusmuotoja, jotka on suunnattu omaamaan elektrodeja ja kollektoreja, jotka on asennettu syvennyksiin, jotka on järjestetty erottimen levyihin märkätiivisteen ollessa elektrolyytin ja erottimen levyn välissä, jotka on muodostettu suorilla putken märkätiivisterakenteilla ja märkätiivisteen kehärakenteilla, jotka jatkuvat koskettamaan

elektrolyyttiä järjestäen yleisesti nestetiiviin anodi-, katodi- ja reformointikammiot, jotka ovat yhteydessä haluttujen täysin sisäisten polttoaineen, hapettimen, reaktanssin ja höyryn sekä pakokaasun putkien kanssa. Tässä hakemuksessa yksityiskohtaisemmin kuvatut suoritusmuodot on suunnattu elektrodeihin ja kollektoreihin, jotka jatkuvat erottimen levyn kehäalueelle, mikä suurentaa sallittuja valmistustolerannseja ja tekee elektrodien, kollektorien ja erottimen levyn osarakenteen käytännölisemmäksi vaihtoehdoksi. Suoritusmuodoissa, jotka on kuvattu täydellisemmin tässä hakemuksessa, märkätiivisteet ovat elektrolyytin ja kollektorien ja/tai elektorodien välissä, jotka ovat tiivistealueella, joka ympäröi kutakin sisäistä putkea ja tiivisteen kehäaluetta.

Tämä keksintö on suunnattu sisäisesti täysin putkitettuihin polttoainekennopinoihin. Edullisissa suoritusmuodoissa kuhunkin elektrolyyttilaattaan, elektrodiin, kollektoriin ja erottimen levyyn tunkeutuu kohdistetut putkikanavat. Kukin näistä komponenteista on kooltaan suunnilleen samanlainen elektrodien ja kollektorien jatkuessa kennon kehälle tai lähelle sitä. Nämä suoritusmuodot voittavat niiden erittäin pienten toleranssien ongelmat, joita vaaditaan elektrodien ja kollektorien sovittamiseksi tiiviisti erottimen levyjen syvennysten sisään. Nämä suoritusmuodot yksinkertaistavat myös anodin/kollektorin/erottimen levyn/kollektorin/katodin esikokoonpantujen yksiköiden osarakenteita ja tekevät ne käytännöllisiksi. Näiden komponenttien esikokoonpano helpottaa suuresti polttoainekennopinojen kokoonpanoa vähentämällä huomattavasti pinon komponenttien lukumäärää esikokoonpantuihin osarakenteisiin ja elektrolyytteihin. Tämä keksintö käyttää edullisesti hyväksi ohutlevyisiä erottimen levyjä, joissa on puristetut tiivistealueet, jotka jatkuvat erottimen levyn toisesta pinnasta, ja ohuet levymuodot, jotka jatkuvat erottimen levyn vastakkaisesta pinnasta, putki-

ja kehätiivistealueiden muodostamiseksi. Ohutlevytiivistealueet antavat rajoitetun taipuisuuden ja joustavuuden tiiviin tiivistyksen antamiseksi käyttöön.

Tämän keksinnön mukainen polttoainekennopino antaa polttoaine- ja hapetinkaasujen virtauksen täysin sisäisesti kennopinoon kuten on täydellisemmin kuvattu aiemmissa hakemuksissa, jotka on identifioitu yllä, ja ne on liitetty tähän viitteenä. Putkireiät voidaan järjestää elektrolyytin kulma-alueille, joka jatkuu kennon kulmaan yhdessä kennon erottimen levyjen kanssa kuten aiemmissa hakemuksissa on esitetty. Elektrolyytin ja erottimen levyn välisellä kosketuksella kummallakin pinnalla, joka muodostaa tavanomaiset märkätiivisteet kummallekin puolelle elektrolyytin kehän ympärillä, ylläpidetään väliaineiden vetävyyttä. Haluttujen aukkojen kautta, jotka antavat väliaineyhteyden putkireikien ja anodi- ja katodikammioiden välille, haluttu kaasumainen virtaus voidaan saada järjestäen samalla putkireikien tiivistys tavanomaisten märkätiivisteiden kanssa elektrolyytin ja erottimen levyn väliin. Tässä hakemuksessa täydellisemmin kuvatuissa suoritusmuodoissa on elektrodit ja kollektorit, jotka jatkuvat erottimen levyjen kehäalueelle, ja vaativat täten yhteensopivia putkireikiä elektrodeissa ja kollektoreissa ja antavat märkätiivisteet pikemminkin elektrolyytin ja elektrodin väliin kuin elektrolyytin ja erottimen levyn väliin kuten aiemmin kuvatuissa suoritusmuodoissa.

Erottimen levyissä, elektrolyyttilaatoissa, elektrodeissa ja kollektoreissa olevat yhteensopivat putkireiät muodostavat putkikanavat, jotka ovat jatkuvia polttoainekennopinon koko korkeudella kaasun syöttämistä ja poistoa varten. Tämä keksintö huolehtii, että putkikanava, joka jatkuu sisäisesti kaikkiin kennoihin polttoainekennopinossa, syötetään yhdestä ainoasta ulkoisesta aukosta, kun taas aiemmat ulkoisesti putkitetut polttoainekennopinot ovat vaatineet ulkoisia aukkoja kuhunkin yksittäiseen

polttoainekennoon ja siitä pois. Kaasut syötetään polttoainekennopinoon päätylevyn kautta, joka toimii yhtenä puolikennona, ja poistetaan samanlaisen päätylevyn kautta, joka toimii toisena puolikennona.

Tapa, jolla väliaineet syötetään polttoainekennopinoihin ja vedetään niistä pois, voi saada laajan valikoiman vaihtoehtoja. Kaasutiivistys voidaan suorittaa elektrolyyttilaatan ja elektrodien välisellä tiivistyksellä tavanomisella märkätiivistetavalla sekä erottimen levyn kehän ympärillä että kullakin kaasuputken alueella kuten toivotaan kaasun johtamiseksi haluttuihin paikkoihin kunkin yksittäisen kennon ja polttoainekennopinoon siroteltujen reformointikammioiden sisällä. Märkätiivisteet on muodostettu näille alueille erottimen levyn molemmilla puolilla olevista vastaavista suorista tiivisterakenteista johtuen.

Kuten kunkin aiemman hakemuksen kuviossa 1 on esitetty, elektrolyytti 20 ja erottimen levy 40 jatkuvat kennon ulkoreunaan ja on suljettu toisiinsa niiden kehän ympäriltä märkätiivisteen alueilta 23. Yksittäinen sulan karbonaatin polttoainekennoyksikkö on esitetty anodin 26 kanssa, joka on sijoitettu erilleen erottimen levyn 40 toisesta pinnasta anodikammion antamiseksi käyttöön, johon syötetään polttoaineen putkireiän 26 kautta kuten nuolella 38 on osoitettu. Erottimen levyn 40 toisella pinnalla katodi 27 on sijoitettu erilleen erottimen levystä 40 katodikammion muodostamiseksi, joka on yhteydessä hapettimen putkireikien 25 kanssa kuten nuolella 39 on osoitettu. Elektrolyytti 20 ja erottimen levy 40 jatkuvat kennon ulkoreunaan muodostaen märkätiivisteen kehäalueet 23, mikä antaa kehällä olevat märkätiivisteet elektrolyytin ja erottimen levyn väliin väliaineen sisältämistä varten. Polttoaineputken märkätiivistealue 45 ja hapettimen märkätiivistealue 46 antavat putkitiivistyksen elektrolyytti/erottimen levy -tiivisteillä ja antavat toivotun väliai-

neen ohjauksen anodi- ja katodikammioon erottimen levyn 40 vastakkaisilla puolilla. Ylimääräisiä tiivisteitä ei käytetä tiivistämistä varten ja kennoyksiköt voivat saada mahtumaan laajan valikoiman karbonaatin lisäystekniikoita karbonaattinauhojen käyttö mukaan lukien.

Tämän hakemuksen kuvio 1, jota ei ole piirretty mittakaavassa, esittää yksityiskohtaisesti kehätiivistealueen tämän keksinnön erään suoritusmuodon mukaisesti, jossa ohutlevystä oleva erottimen levy 40 on aallotettu niin, että aallotuksen huiput ovat katodin 27 kollektorin 28, jossa on rei'ityksiä 30, vieressä ja muodostettu omaamaan tasaisen ohulevystä olevan erottimen levyn kehätiivistealueen 44, joka lepää katodin kollektorin 28 vieressä kennon katodipinnalla. Erottimen levyn tiivisteliuska 41, joka on muodostettu ohuesta metalliliuskamateriaalista, on hitsattu hitseillä 42 tai muutoin kiinnitetty erottimen levyn 40 anodin pintaan litteän erottimen levyn tiivisteliuskan kehätiivistealueen 43 antamiseksi käyttöön, joka lepää anodin 26 kollektorin 29 vieressä, jossa on reityksiä 31 kennon anodipuolella. Vaivatta ilmenee, että erottimen levyn ja tiivisteliuskan paikka voi olla käännetty ja että erottimen tiivisteliuskan tiivistealueen 43 ja erottimen tiivistealueen 44 etäisyys voidaan muodostaa sopimaan yksittäisten kennojen etäisyysvaatimuksiin. Käsitetään, että kukin kennon komponentti ulottuu suunnilleen kennon kehälle mutta tässä mitat eivät ole kriittisiä, kunhan tiivistealueet 43 ja 44 menevät riittävästi päällekkäin märkätiivisteen muodostamiseksi elektrolyytin ja elektrodin ja/tai kollektorin välille märkätiivistealueella, joka on luotu erottimen levyjen suorilla osilla. Samanlaiset märkätiivisteet on muodostettu kunkin putken ympärille samanlaisilla suorilla tiivisterakenteilla, jotka ovat erottimen levyn kummallakin puolella. Huokoiset elektrodit voidaan täyttää korkeammalla sulavalla materiaalilla, kuten kovajuotosmateriaalilla, märkätiivistei-

den alueella nestemäisen elektrolyytin vuotamisen estämiseksi elektrodien läpi kennon toimintaolosuhteissa. Märkätiivisteet on muodostettu johtuen paineesta, joka tulee suorista märkätiivisteen alueista erottimen levyjen kummaltakin puolelta erottimen levyjen kehän ympäriltä ja kunkin sisäisen putken ympäriltä, kun kennopino kiristetään yhteen. On todettu, että kapeat märkätiivisteen alueet toimivat paremmin kuin leveät. On toivottavaa, että suorat märkätiivisteen alueet rakennetaan samasta ohuesta materiaalista kuin erottimen levy, joka on noin 0,25 - 1,27 mm ja edullisesti 0,38 - 0,64 mm, jonka on todettu rajoittavan leveyden alle noin 25 mm:iin valumien ja painumien välttämiseksi, mikä johtaa vuotamiseen. Suoran märkätiivisterakenteen leveys on edullisesti noin 6,35 - 19,05 mm sisäisten yhteenliitosten ja tukien tarpeen välttämiseksi. Lisäksi on todettu, että märkätiivisteet 25,4 mm:n leveyteen asti antavat vaaditun orgaanisten sideaineiden täydellisen poistamisen vihreästä elektrolyyttimatriisin nauhasta kennon kuumenemisen aikana hyvän karbonaattielektrolyytin pidättämisen sallimiseksi elektrolyyttimatriisissa. Yli 25,4 mm leveämmissä märkätiivisteissä on osoituksia jäännöshiilimateriaalista ja karbonaattielektrolyytin vähemmistä määristä, mikä voisi johtaa vuotaviin märkätiivisteisiin kennon toimintojen aikana. Ylimääräisiä tiivisteitä ei taaskaan käytetä tiivistämistä varten ja kennoyksiköt voivat mahduttaa laajan valikoiman karbonaatin lisäystekniikoita karbonaattinauhojen käyttö mukaan lukien.

Kun karbonaattinauhoja käytetään, karbonaattinauhat ja elektrolyyttimatriisi jatkuvat kennon reunoihin ja vaikka kennon sisäinen etäisyys pienenee suhteellisesti karbonaattinauhojen paksuuteen nähden, kun ne sulavat, kaikkien kennon komponenttien tiivistystä ja yhdenmukaisuutta ylläpidetään koko ajan. Kennon kuumenemisen aikana ennen karbonaattinauhan sulamista tiivistystä ylläpidetään

kunkin putkireiän 24 ja 25 ympärillä, koska karbonaattinauhat ja elektrolyyttimatriisi, kuten $LiAlO_2$, jatkuu vastaavien tiivistyspintojen vieressä ja ne sisältävät kumisideainetta. Sideaineen poispalamisen aikana, mikä tapahtuu ennen kuin karbonaatti sulaa, kaasun virtauksia ylläpidetään ja tiivistys saadaan aikaan. Kun sideaine palaa pois ja kennon lämpötila kohoaa karbonaatin sulamispisteeseen, sulava karbonaatti absorboidaan huokoisella $LiAlO_2$-nauhalla ja elektrodeilla. Kennon sisäinen etäisyys pienenee, kun karbonaattinauhat sulavat, mutta kaikissa vaiheissa huoneenlämpötilasta noin 650 °C:n toimintalämpötiloihin kennon tiivistys säilyy. Ohutlevymetallin rajoitettu taipuisuus ja joustavuus tiivistealueilla auttaa varmistettaessa kennon tiivistyksen ylläpidossa.

Kuvio 2 on räjäytetty perspektiivikuva tämän keksinnön erään suoritusmuodon mukaisen sulan karbonaattipolttoaineen kennopinon polttoainekennoyksiköstä, jossa on erottimen levyt 40, katodi 27, katodin kollektori 28, elektrolyytti 20, anodi 26 ja anodin kollektori 29. Erottimen levyt 40, elektrodit 26 ja 27, kollektorit 28 ja 29 ja elektrolyytti 20 jatkuvat kennon reuna-alueelle ja muodostavat märkätiivisteitä erottimen 40 kummallekin pinnalle elektrolyytin 20 ja katodin 27 ja/tai kollektorin 28 väliin ja elektrolyytin 20 ja anodin 26 ja kollektorin 29 väliin kennon koko kehän ympärille märkätiivisteen kehäalueilla 43. Kehällä olevat märkätiivisterakenteet 43 on pidennetty sekä ylöspäin että alaspäin erottimen levyn 40 päätasosta kosketuksen antamiseksi kollektorien ja/tai elektrodien kehän kanssa erottimen levyn 40 kummallakin pinnalla. Kuhunkin erottimen levyyn 40, elektrodiin 26 ja 27 ja kollektoriin 28 ja 29 ja elektrolyyttilaattaan 20 tunkeutuu vastaavat polttoaineputken reiät 24, toinen syöttöä varten toinen poistoa varten, ja hapetinputken reiät 25, toinen syöttöä varten ja toinen poistoa varten. Vaikka kuviossa 2 esitetyt putkireiät ovat edullisesti

kolmikulmaisen muotoisia antaen käyttöön helposti muodostetut suorat ohutlevyputken märkätiivistealueet, putken reiät voivat olla pyöreitä, suorakulmaisia tai jonkin muun halutun muotoisia. Kuviossa 2 esitetyt putkireiät ovat yksiä ainoita aukkoja mutta yksissä ainoissa aukoissa voidaan käyttää väliseiniä, kun halutaan suunnata kaasun virtausta kennon reaktanttien kammioiden poikki. Polttoaineputken märkätiivistealueet 45 ja hapettimen putken märkätiivistealueet 46 on pidennetty sekä ylös- että alaspäin erottimen levyn 40 päätasosta kosketuksen antamiseksi kollektorin ja/tai elektrodin kanssa erottimen levyn 40 kummallakin pinnalla märkätiivisteiden muodostamiseksi elektrolyytin ja viereisen kollektorin ja/tai elektrodin kanssa, mikä määrittelee kaasukanavat samalla tavalla kuin kehämärkätiivisteiden kohdalla on kuvattu.

Kuten parhaiten kuviosta 2 nähdään, hapetinputken reiät 25 on suljettu hapetinputken märkätiivisteillä 46, jotka antavat hapettimen virtauksen ainoastaan katodikammioon ja siitä (erottimen levyn yläpinnan vieressä kuten on esitetty) hapettimen syttöaukoilla 48 ja hapettimen poistoaukoilla 48' ja estävät kaasun virtauksen anodikammioon tai siitä pois, samalla kun polttoaineputken reiät 24 on suljettu polttoaineputken märkätiivisteillä 45, jotka järjestävät polttoaineen virtauksen ainoastaan anodikammioon ja anodikammiosta (erottimen levyn alapinnan vieressä kuten on esitetty) polttoaineen syöttöaukoilla 47 ja polttoaineen poistoaukoilla 47' ja estävät kaasun virtauksen katodikammioon tai katodikammiosta. Vaikka putken märkätiivisteet on esitetty suoraan puristettuina ohutlevyrakenteina, ne voivat olla minkä tahansa halutun muotoisia tai rakenteisia kaasun virtauksen estämiseksi. Putken märkätiivisteet muodostavat kaksoismärkätiivisteen polttoaineen putkireiän 24 ja hapettimen putkireiän 25 väliin.

Erottimen levyt 40 voivat koostua sopivasta materiaalista, joka antaa halutun fyysisen lujuuden ja kaasun

erotuksen. Erottimen levyt ovat edullisesti erittäin ohuita noin 0,25 - 1,27 mm paksuja, edullisesti noin 0,38 - 0,64 mm paksuja. Monissa kennopinoissa on edullista käyttää kaksoismetallisia erottimen levyjä, joissa voidaan käyttää ruostumatonta terästä katodin pinnalla rautametallin korroosion välttämiseksi. Nikkeli ja kupari voi olla suojakuori, laminointi tai pinnoitus, joka on noin 10 % erottimen levyn paksuudesta. Erottimen levyt voidaan valmistaa myös rautaseoksista, kuten tyypin 300 sarjan ruostumattomasta terässeoksesta. Erottimen levyt antavat käyttöön kaksoistoiminnon; ne antavat kaasukammion ei-reaktiivisen erottimen samoin kuin antavat rakenteellista lujuutta polttoainekennolle sisäisenä kuormaa kantavana osana. Vaikka on edullista käyttää erottimen levyjä, joissa on aallotettu ja/tai kuvioitettu poikkileikkausmuoto aktiivisella alueella sekä lujuuden että paremman kaasunkierron järjestämiseksi elektrodien vieressä, tämän keksinnön periaatteet ovat myös sovellettavissa litteisiin erottimen levyihin, jotka ovat rakenteeltaan sellaisia, että ne antavat kehätiivistealueet ja antavat tiivisteet sisäisten putkireikien ympärille sallien samalla kaasun kulkea sisäisiin putkiin ja sisäisistä putkista kuten polttoainekennon toimintaa varten vaaditaan.

Ohuita meistettyjä ruostumattomasta teräksestä olevia levyjä on käytetty lämmönvaihdinteknologiassa kuten esimerkinomaisesti on esitetty julkaisuissa "Modern Designs For Effective Heat Transfer", American Heat Reclaiming Corp., 1270 Avenue of Americas, New York, New York 10020 ja "Supercharger Plate and Frame Heat Exchanger", Tranter, Inc. Wichita Falls, Texas 76307. Nämä lämmönvaihtimet käyttävät tiivistettyjä kohokuvioitettuja tai puristettuja metallilevyjä, jotka on pultattu yhteen päätykehysten väliltä kanavien järjestämiseksi kuuman väliaineen kululle levyn toisella puolella ja kylmän väliaineen kululle levyn toisella puolella. Polttoainekennopinon erot-

timen levyissä on erittäin erilaisena ongelmana tiivistys ja korroosio sulan alkalimetallikarbonaatin polttoainekennon toimintaolosuhteissa ja erilainen putkimuoto, tiivistys- ja väliaineyhteysvälineet, koska kahden väliaineen on kuljettava erillisessä suhteessa vierekkäisten erottimen levyjen välissä. Lämmönvaihdossa ainoastaan yksi väliaine kulkee vierekkäisten lämmönvaihtolevyjen välissä. Tämän keksinnön polttoainekennopinon elektrodien yli tapahtuvan välineen virtauksen teknologiaa voi kuitenkin käyttää hyödyllisesti hyväksi levylämmönvaihtimien tekniikoiden ja mallien, kuten kalanruotomallin, pesulaudan, suorien muotojen ja sekoitusmuotojen suunnittelemiseksi.

Tämän keksinnön mukaisten erottimen levyjen suoritusmuotojen lisäksi, kuten on esitetty ja kuvattu yksityiskohtaisemmin aiemmissa yllä identifioiduissa patenttihakemuksissa, erottimen levyn vastakkaisilla puolilla olevan samansuuntaisen ja vastakkaissuuntaisen virtauksen suhteen kuvio 4 esittää erottimen levyn erään toisen suoritusmuodon, joka on hyödyllinen tässä keksinnössä. Kuviossa 4 esitetyssä erottimen levyssä on neljä samanlaista toistuvaa aluetta toivotun kaasun virtauksen järjestämiseksi valmistettaessa kaupallisesti toteuttamiskelpoisia suuren alan kennoja, jotka ovat 10 000 cm^2:n tai 864 mm x 1 448 mm:n suuruusluokkaa. Kuvio 4 esittää erottimen levyn 240, jossa on polttoaineen syöttöputken reiät 224, jotka toimittavat polttoainetta nuolilla osoitetulla tavalla, joka kulkee kennon aktiivisen alueen poikki anodikammion kautta polttoaineen poistoputken reikiin 224A. Hapetinta syötetään erottimen levyn 240 vastakkaiselle puolelle hapettimen syötön putkireikien 225 kautta ja se kulkee katodikammion kautta hapettimen poistoputken reikiin 225A. Kukin polttoaineputken reikä on suljettu märkätiivisteellä 246 elektrolyytin ja vastaavan anodin tai katodin ja/tai sen kollektorin välisen väliaineen vuodon estämiseksi. Samalla tavalla kennon koko kehä on suljettu märkätiivis-

teellä 223 elektrolyytin ja vastaavan anodin tai katodin ja/tai kollektorin välistä. Kuvio 4 esittää yhden kollektorimuodon, joka on sopiva tämän keksinnön suurimittakaavaisia polttoainekennopinoja varten mutta on ilmeistä, että useat muut muodot ovat myös sopivia.

Kuvio 3 esittää polttoainekennopinon erään suoritusmuodon, jossa on yksikkökennoja, kuten kuviossa 2 on esitetty, reformointikammioineen, joka on sopiva väliin siroteltavaksi polttoainekennopinon akselille. Reformnointikammio on sijoitettu anodin erottimen/reformoijalevyn 40" ja katodin erottimen/reformoijalevyn 40' väliin. Erottimen levyt 40, katodi 27, katodin kollektori 28, elektrolyytti 20, anodi 26 ja anodin kollektori 29 ovat samanlaisia kuin aiemmin kuvion 2 yhteydessä kuvatut paitsi reaktantantin kaasun putken reikien 50 osalta. Reaktantin kaasun putken märkätiivistealueet 51 jatkuvat molemmilla pinnoilla erottimen levyn 40 päätasosta antamaan kosketuksen märkätiivisteiden muodostamiseksi elektrolyytin 20 ja viereisen elektrodin välille ja määrittelemään reaktantin kaasun putken, kuten yllä on kuvattu, hapettimen ja polttoaineen putkien suhteen. Reaktantin kaasun putkireiät 50 ovat halkaisijaltaan samoja kussakin kennon komponentissa salliakseen reaktantin kaasun putken märkätiivistealueen 51 tasaisen pinnan pakottaa kosketus elektrolyytin 20 ja katodin 27 ja/tai katodin kollektorin 28 välille toisella puolella ja elektrolyytin 20 ja anodin 26 ja/tai anodin kollektorin 29 välille reaktantin kaasun putkea ympäröivän märkätiivisteen muodostamista varten. Pidennettyjen reaktantin kaasun putken märkätiivistealueiden sivuseinät ovat kiinteitä erottimen levyissä 40 ja sen takia eivät salli reaktantin kaasun tuloa anodi- tai katodikammioihin. Anodin erotin/reformoijalevy 40" on erilainen kuin erottimen levy 40 ainoastaan siltä osin, että erottimen levyssä 40 esitettyjä hapettimen syöttöaukkoja 48 ja hapettimen poistoaukkoja 48' ei ole ja täten minkään hapettimen putken ja

anodin erottimen/reformoijalevyn 40" yläpinnan vieressä olevan reformoijakammion välillä ei ole yhteyttä. Reaktantin kaasun aukot 53 pidennetyn reaktantin kaasun putken märkätiivistealueen 51 sivuseinässä voidaan ottaa käyttöön reaktantin kaasun putken 50 ja reformoijakammion välistä yhteyttä varten. Samalla tavalla katodin erottimen/reformoijalevyn 40' alapuoli on muutettu siten, että siinä on pidennetyn kulutetun polttoaineen putken märkätiivistealueen 45 kiinteät sivuseinät reformoijakammion ja kulutetun polttoaineen putken 24 välisen yhteyden tukkimiseksi sillä, että käyttöön ei oteta polttoaineen poistoaukkoja 47'. Reaktantin kaasun syöttöaukot 53 voidaan ottaa käyttöön reaktantin kaasun putken 50 ja anodin erottimen/reformoijalevyn 40" ja katodin erottimen/reformoijalevyn 40' väliin muodostetun reformoijakammion välistä yhteyttä varten. Näillä vakioiseen erottimen levyyn 40 tehdyillä muutoksilla reformointireaktiokammio, jossa on sisäisesti täysin putkitettu reaktiokaasun ja höyryn syöttö, voidaan väliin sirotella halutuin välein polttoainekennopinossa. Samalla tavalla kuin yllä on kuvattu erotin/reformoijalevy voidaan esikokoonpanna erottimen/reformoijalevyn osarakenteen muodostamiseksi sen vastaavan elektrodin ja kollektorin kanssa.

Kun polttoainekennopino kokoonpannaan, märkätiivisteen kehäalue ja anodin erottimen/reformoijalevyn 40" kaikki putken märkätiivistealueet tulevat kosketuksiin vastaavien märkätiivistealueiden kanssa, jotka jatkuvat katodin erottimesta/reformoijalevystä 40' muodostaen tiiviin metalli/metallitiivisteen, joka märkätiivistealueen rajoitetusta taipuisuudesta ja joustavuudesta johtuen tiivistää putket tehokkaasti levyjen 40" ja 40' välisellä tilavuudella muodostetusta reformoijakammiosta. Haluttaessa reformoijakammion muodostavia pidennettyjä märkätiivistealueita voidaan pidentää enemmän kuin erottimen levyille 40 suuremman etäisyyden järjestämiseksi erottimen/refor-

moijalevyjen välille ja suuremman reformoijakammion tilavuuden järjestämiseksi. Toinen tapa lisätä reformoijakammion tilavuutta haluttaessa on antaa käyttöön sivuseinän pidennykset kullekin putken märkätiivistealueelle ja märkätiivisteen kehäalueelle hitsaamalla tällaiset pidennykset erottimeen/reformoijalevyihin antaen jonkin halutun syvyyden reformoijakammiolle ja antaen samalla käyttöön reformointikammion sulkemisen ja haluttujen putkien tiivistetyn kulun reformoijakammion läpi. Kun tällainen ylimääräinen syvyys otetaan käyttöön reformoijakammiossa, metalliset sähköisesti johtavat pilarit voidaan antaa halutuille erillään oleville paikoille erottimen/reformoijalevyjen väliin jäykkyyden antamiseksi reformoijakammiorakenteelle ja sähköisen jatkuvuuden järjestämiseksi. Samalla tavalla koko reformoijakammiorakenne vastaavat kollektorit ja elektrodit mukaan lukien voidaan esikokoonpanna ennen polttoainekennopinon valmistamista.

Ollaan nähty, että polttoainekennopinon keskeisten komponenttien väliin sen akselia pitkin sirotellut useat reformointikammiot tarkoittavat, että kukin reformointikammio on muodostettu kahdella erillään olevalla erottimen/reformoijalevyillä, joista toisen erottimen levyn pinnan ulkomuoto on anodikammioihin päin ja toisen erottimen levyn toisen pinnan ulkomuoto on katodikammioihin päin, jolloin kaksi erottimen/reformoijalevyä on liitetty tiiviisti reuna-alueeltaan reformoijakammion sulkemiseksi, pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi kulkevat kanavat antavat reaktantin kaasun ja höyryn yhteyden reaktantin kaasun syöttöputkesta reformoijakammioon ja pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi kulkevat kanavat antavat rikastetun vetytuotekaasun yhteyden polttoainekaasun syöttöputkeen antaen sillä tavalla reaktantin kaasun ja höyryn sisäisesti täydellisen putkituksen kuhunkin reformoijakammioon polttoainekennopinossa ja tuotekaasun

sisäisesti täydellisen putkituksen kustakin polttoainekennopinossa olevasta reformoijakammiosta.

Tavanomaista reformointikatalyyttiä, kuten tuettua nikkeliä, voidaan käyttää reformoijakammiossa hyvin tunnetun höyryn reformointireaktion johtumista varten vedyn tyottamiseksi hiilivetypitoisista materiaaleista, kuten maakaasusta tai polttoaineesta, jota saadaan luonnossa esiintyvien orgaanisten hiilipitoisten aineiden, kuten hiilen, liuskeen kaasuunnuksella tai anaerobisella sulattamisella. Jotain metaania sisältävän kaasun lähdettä voidaan käyttää reaktantin hiilivetypitoisen kaasun syöttämiseksi reformointikammioihin.

Kuten nuolilla on esitetty, hiilivetypitoista reaktiokaasua ja höyryä voidaan syöttää reaktantin kaasun putkesta 50 reformoijakammioon, päästää reformointikatalyytin yli reformointikammioon kohottaen tuotekaasun vetypitoisuutta, joka päästetään suoraan polttoaineen syöttöputkeen 24. Tällä tavalla polttoaineen syöttöputken läpi kulkevan polttoaineen vetypitoisuutta voidaan kohottaa kennon akselia pitkin.

Kyky putkittaa polttoainekennopino sisäisesti kokonaan, kuten tällä keksinnöllä annetaan käyttöön, sallii reformointikammioiden sirottelun väliin polttoainekennopinon sisällä, joka käyttää hyväksi sähkökemiallisesti aikaansaatua lämpöä reformointireaktion ajamiseksi jäähdyttäen samalla sähkökemiallisia yksikköpolttoainekennoja ja antaen samalla kohonneen vetypolttoaineen polttoaineen syttöputkeen kennopinon akselia pitkin. Reformointikatalyytin eristäminen polttoainekennon elektrolyytistä välttää tavanomaisen reformointikatalyytin myrkyttymisen sulan karbonaatin elektrolyyteillä. Sisäisesti täysin putkitettu polttoainekennopino, jossa hiilivetypitoisten materiaalien reformointi tapahtuu polttoainekennopinon sisällä, antaa parantuneen kokonaispolttoaineen sähkökennon tehokkuudelle. Tämän keksinnön mukaan maakaasua voidaan käyttää reak-

tanttina lisääntyneen vedyn polttoaineen antamiseksi sähkökemialliselle reaktiolle sijoittamalla reformointikammiot, kuten yllä on kuvattu, noin joka viidennen - kymmenennen sähkömagneettisen yksikkökennon väliin.

Vaikka reformointikammioiden käyttö on kuvattu yllä kuviossa 2 esitetyn erottimen levyn muodon suhteen, on selvää, että tällaiset reformointikammion muodot voidaan omaksua erottimen levymuotojen laajaan valikoimaan ottamalla tiettyjä sisäisiä putkia reaktantin kaasun putkiksi, joissa on yhteys reformointikammioon samalla tavalla kuin yllä on kuvattu. Oleellinen elementti otettaessa tämän keksinnön mukaisia sisäisiä reformointikammioita käyttöön on sisäisesti täysin putkitettu polttoainekennopino, joka järjestää polttoaineen syötön ja poistamisen, hapettimen syötön ja poistamisen ja reaktantin kaasun syötön sisäisten putkien läpi, jotka voidaan järjestää kuten halutaan ja yhdistää ainoastaan päätylevyjen kautta ulkopuolisiin syöttö- ja poistokanaviin.

Elektrolyytin/eletrodin ja/tai kollektorin märkätiivisteiden käytöllä polttoaineen putken ja ainostaan erottimen levyn anodipinnan välinen ja hapettimen putken ja ainoastaan erottimen levyn vastakkaisen katodipinnan välinen yhteys voidaan saavuttaa ilman huokoisia tiivisteitä, kuten on oleellista, kun käytetään ulkopuolista putkitusta. Vaikka pääasiallinen märkätiiviste on elektrolyytin ja elektrodin välillä, elektrolyytin ja kollektorin välillä voi olla jokin märkätiiviste, joka voi jatkua elektrodin toiselle puolelle joillain alueilla, elektrolyytin ja erottimen levyn tiivistealueiden välillä voi olla jokin märkätiiviste tapauksissa, joissa ne eivät ole täysin peitettyjä kollektorilla tai elektrodilla. Lisäksi reformointikammiot voivat olla väliin siroteltuja polttoainekennopinon akselia pitkin kuten yllä on kuvattu. Kukin kaasuputken tiivistealue voidaan edelleen aluminoida korroosio- ja muiden imeytymisprosessien vähentämiseksi.

Käyttämällä tämän keksinnön kokonaan sisäista putkitusta karbonaattinauhan sulamisesta johtuvat etäisyyden kennon sisäiset muutokset tapahtuvat tehtaan kokoonpanopaikalla ja kun kerran tällainen sulaminen tapahtuu, kennon sisäisissä etäisyyksissä ei tapahdu enää muutoksia. tehtaalta kuljetetun kennopinon korkeus tulee olemaan sama kuin paineastian toiminnan aikana oleva korkeus käyttöpaikalla. Reformointikammioden korkeus ei muutu käynnistyksen tai polttoainekennon toiminnan aikana. Ainoa seuranta, jota tarvitaan polttoainekennopinon toiminnan aikana on se, että kennon pitovoima täytyy pitää aktiivi- ja tiivistealueilla.

Tämän keksinnön kennon muotojen ja kennopinojen edut on selostettu pääasiassa sulien karbonaattien elektrolyyttipolttoainekennojen suhteen mutta ne soveltuvat vaivatta muihin korkean lämpötilan polttoainekennoihin, kuten kiinteän johtimen/kiinteän elektrolyytin polttoainekennoihin, jotka antavat sisäisen sähköisen johtavuuden happi-ionien ja/tai happivakanssien kuljetuksella kiinteässä oksidielektrolyytissä. Olemassa on useita tunnettuja sopivia kiinteitä oksidielektrolyyttejä, kuten yttriumilla seostettu sirkoniumoksidi, useat peroksidiyhdisteet, jotka johtavat oksidi-ionia, ja kiinteät protonijohtimet, kuten ytterdiumilla seostetut bariumvahat. Tämän keksinnön polttoainekennopinon muodot ovat erityisen hyödyllisiä tämäntyyppiselle kiinteälle johtimelle/kiinteille oksidipolttoainekennoille.

Vaikka edellä olevassa selityksessä tämä keksintö on kuvattu sen tiettyjen edullisten suoritusmuotojen suhteen ja monia yksityiskohtia on ilmaistu kuvaamistarkoituksia varten, ammattimiehelle on ilmeistä, että keksintö on altis ylimääräisille suoritusmuodoille.

Patenttivaatimukset:

1. Polttoainekennopino, joka käsittää useita polttoainekennoyksiköitä kunkin mainitun polttoainekennoyksikön käsittäessä anodin ja katodin, elektrolyytin, joka on kosketuksissa toiselta puolelta anodin elektrolyyttiin päin olevan pinnan kanssa, ja kosketuksissa vastakkaiselta puolelta elektrolyyttiin päin olevan katodin pinnan kanssa, ja erottimen levyn, joka erottaa mainitut kennoyksiköt anodin ja katodin välistä muodostaen anodikammion mainitun erottimen levyn anodiin päin olevan pinnan ja anodin välille ja muodostaen katodikammion mainitun erottimen levyn vastakkaisen, katodiin päin olevan pinnan ja mainitun viereisen polttoainekennoyksikön katodin erottimeen päin olevan pinnan välille, mainitun anodikammion ollessa kaasuyhteydessä polttoainekaasun syötön ja ulostuloaukon kanssa ja mainitun katodikammion ollessa kaasuyhteydessä hapetinkaasun syötön ja ulostuloaukon kanssa, t u n n e t t u siitä, että mainitut elektrolyytit ja mainitut erottimen levyt jatkuvat mainitun polttoainekennopinon kehäreunalle, mainituissa erottimen levyissä on litistetty kehämärkätiivisterakenne, joka jatkuu koskettamaan alle noin 25 mm mainittujen elektrolyyttien leveydestä mainittujen erottimen levyjen kummallakin pinnalla kokonaan niiden kehän ympäri muodostaen erottimen kehämärkätiivisteen, joka on alle noin 25 mm kennon toimintaolosuhteissa, mainituissa elektrolyyteissä ja mainituissa erottimen levyissä kummassakin on useita kohdistettuja rei'ityksiä, mainituissa separaattorin levyissä olevia mainittuja rei'ityksiä ympäröidään litistetyllä putken märkätiivisterakenteella, joka jatkuu koskettamaan alle noin 25 mm:ä mainitun elektrolyytin leveydestä mainitun erottimen levyn kummallakin puolella muodostaen putken märkätiivisteen, joka on alle noin 25 mm leveä kennon toimintaolosuhteissa useiden kaasuputkien muodostamiseksi, jotka jatkuvat mainitun kennopinon

läpi, kanavat mainitun pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi antavat polttoainekaasun yhteyden mainittujen putkien yhden ryhmän ja erottimen levyjen toisella pinnalla olevien mainittujen anodikammioiden välille ja kanavat mainitun pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi antavat hapetinkaasun yhteyden mainittujen putkien toisen ryhmän ja erottimen levyjen toisella pinnalla olevien mainittujen katodikammioiden välille järjestäen sillä tavalla polttoaine- ja hapetinkaasujen täydellisen sisäisen putkituksen mainitussa polttoainekennopinossa olevaan kuhunkin mainittuun yksikköpolttoainekennoon ja siitä pois.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että kennopinon päätylevyt on muotoiltu samoin kuin mainitut erottimen levyt sisäpinnoillaan ja muodostavat puolikennoja mainitun polttoainekennopinon kuhunkin päähän.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainitussa polttoainekennopinossa on sen akselia pitkin väliin siroteltuna useita reformointikammioita, joista kukin on muodostettu kahdella erottimen/reformoijan levyllä, joista toisella on mainittuun erottimen levyyn päin olevan mainitun anodikammion mainittuun anodiin päin olevan pinnan muoto ja toisella on mainittuun erottimen levyyn päin olevan mainitun katodikammion mainittuun katodiin päin olevan pinnan muoto, jolloin mainitut kaksi erottimen/reformoijan levyä on liitetty tiiviisti reuna-alueiltaan reformoijakammion sulkemiseksi sisään, jolloin mainitun pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi kulkevat kanavat antavat reaktiokaasun ja höyryn yhteyden mainittujen putkien kolmannesta ryhmästä mainittuun reformoijakammioon ja mainitun pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi kulkevat kanavat antavat rikastetun vetytuotekaasun yhteyden polttoainekaasun syöttöputkeen antaen sillä tavalla reaktantin kaasun ja höyryn sisäisesti täydellisen putkituksen mainitussa

polttoainekennopinossa olevaan kuhunkin mainittuun reformoijayksikköön ja tuotekaasun sisäisesti täydellisen putkituksen sieltä pois.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittu erotin ja erottimen/reformoijan levyt ovat puristettuja metallilevyjä, jotka ovat noin 0,25 - 1,27 mm paksuja.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittujen erottimen levyjen toisella pinnalla oleva mainittu litistetty kehämärkätiivisterakenne käsittää mainittujen erottimen levyjen puristetun muotoilun mainitun pidennetyn kehämärkätiivisteen muodostamiseksi mainittujen erottimen levyjen mainitulle toiselle pinnalle ja mainittujen erottimen levyjen toisella pinnalla käsittää puristetun ohutlevymuodon, joka muodostaa mainitun pidennetyn kehämärkätiivisteen, joka on kiinnitetty mainittujen erottimen levyjen mainitulle pinnalle.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittujen erottimen levyjen toisella pinnalla oleva mainittu pidennetty putkimärkätiivisterakenne käsittää mainittujen erottimen levyjen puristetun muotoilun mainitun pidennetyn putkimärkätiivisteen muodostamiseksi mainittujen erottimen levyjen toiselle pinnalle ja mainittujen erottimen levyjen toisella pinnalla käsittää puristetun ohutlevymuodon, joka muodostaa mainitun pidennetyn putkimärkätiivisteen, joka on kiinnitetty mainittujen erottimen levyjen mainittuun toiseen pintaan.

7. Patenttivaatimuksen 3 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainitut reformoijakammiot on siroteltu noin 5 - 10 vierekkäisen polttoainekennoyksikön ryhmän väliin.

8. Patenttivaatimuksen 3 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainitut erottimen

levyt ovat puristettuja metallilevyjä, jotka ovat noin 0,25 - 1,27 mm paksuja.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittujen märkätiivisteiden leveys on noin 6 - 19 mm.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittuun anodiin päin olevat mainitun erottimen levyt on päällystetty tai suojattu metallilla, joka on valittu ryhmästä, joka koostuu nikkelistä ja kuparista.

11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittu elektrolyytti käsittää kiinteän ionijohtimen/kiinteän oksidiyhdisteen.

12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittu elektrolyytti käsittää alkalimetallikarbonaatteja.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittu elektrolyytti on kokoonpantu polttoainekennopinoksi, joka on karbonaattinauhojen tai matriisinauhojen muodossa.

14. Patenttivaatimuksen 1 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainitut anodit ja mainitut katodit jatkuvat mainitun polttoainekennopinon kehäreuna-alueelle.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että kollektori on sijoitettu mainitusta anodista ja mainitusta katodista ainakin toisen ja mainitun erottimen levyn väliin.

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittu kollektori jatkuu mainitun polttoainekennopinon mainitulle kehäreuna-alueelle.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainittu litistetty kehämärkätiiviste jatkuu koskettamaan alle noin 25,4 mm:n

leveyttä mainitusta elektrodista ja mainitusta kollektorista ainakin toisesta mainittujen erottimen levyjen kummallakin pinnalla kokonaan niiden kehän ympäri muodostaen mainitun kehämärkätiivisteen, joka on alle noin 25,4 mm leveä kennon toimintaolosuhteissa.

18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että kussakin mainitussa elektrolyytissä, mainitussa anodissa, mainitussa katodissa, mainitussa kollektorissa ja manitussa erottimen levyssä on useita kohdistettuja rei'ityksiä, jolloin mainituissa erottimen levyissä olevia rei'ityksiä ympäröidään mainitulla litistetyllä putkimärkätiivisterakenteella, joka jatkuu koskettamaan alle noin 25,4 mm:n leveyttä mainitusta elektrodista ja mainitusta kollektorista ainakin toisesta mainitun erottimen levyn kummallakin pinnalla muodostaen mainitun putkimärkätiivisteen, joka on alle noin 25,4 mm leveä kennon toimintaolosuhteissa.

19. Patenttivaatimuksen 3 mukainen polttoainekennopino, t u n n e t t u siitä, että mainitut anodit ja mainitut katodit jatkuvat mainitun polttoainekennopinon kehäreuna-alueelle, kollektori on sijoitettu mainitusta anodista ja mainitusta katodista ainakin toisen ja mainitun erottimen levyn väliin ja jatkuu mainitun polttoainekennopinon kehäreuna-alueelle, mainittu litistetty kehämärkätiivisterakenne jatkuu koskettamaan alle noin 25,4 mm:n leveyttä mainitusta elektrodista ja mainitusta kollektorista ainakin toisesta mainittujen erottimen levyjen kullakin pinnalla niiden koko kehän ympäri muodostaen mainitun kehämärkätiivisteen, joka on alle 25,4 mm leveä kennon toimintaolosuhteissa, ja kussakin mainitussa elektrolyytissä, mainitussa anodissa, mainitussa katodissa, mainitussa kollektorissa ja manitussa erottimen levyssä on useita kohdistettuja rei'ityksiä, jolloin mainituissa erottimen levyissä olevia rei'ityksiä ympäröidään mainitulla litistetyllä putkimärkätiivisterakenteella, joka

jatkuu koskettamaan alle noin 25,4 mm:n leveyttä mainitusta elektrodista ja mainitusta kollektorista ainakin toisesta mainitun erottimen levyn kummallakin pinnalla muodostaen mainitun putkimärkätiivisteen, joka on alle noin 25,4 mm leveä kennon toimintaolosuhteissa.

20. Osarakenne polttoainekennoyksikköä varten, joka käsittää anodin, erottimen levyn ja katodin, jolloin mainitussa polttoainekennoyksikössä on mainittu anodi, mainittu katodi ja mainittu erottimen levy, jotka jatkuvat polttoainekennopinon reuna-alueelle, mainitussa erottimen levyssä on litistetty kehämärkätiivisterakenne, joka on alle noin 25 mm leveä ja jatkuu kustakin pinnasta kokonaan niiden ympäryskehän ympäri ja mainitussa kussakin erottimen levyssä on useita kohdistettuja rei'ityksiä, mainituissa erottimen levyissä olevia mainittuja rei'ityksiä ympäröidään litistetyllä putken märkätiivisterakenteella, joka on alle noin 25 mm leveä ja jatkuu mainitun erottimen levyn kustakin pinnasta kokonaan mainittujen rei'itysten ympäri, kanavat mainitun pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi antavat polttoainekaasun yhteyden mainittujen putkien yhden ryhmän ja erottimen levyjen toisella pinnalla olevan mainitun anodikammion välille ja kanavat mainitun pidennetyn putken märkätiivisterakenteen läpi antavat hapetinkaasun yhteyden mainittujen putkien toisen ryhmän ja mainitun erottimen levyjen toisella pinnalla olevien mainitun katodikammion välille järjestäen sillä tavalla polttoaine- ja hapetinkaasujen täydellisen sisäisen putkituksen mainitussa polttoainekennopinossa olevaan kuhunkin mainittuun yksikköpolttoainekennoon ja siitä pois, jolloin mainittu anodi, mainittu erottimen levy ja mainittu katodi on liitetty tiiviisti kullakin mainituista tiivistealueista.

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen osarakenne, t u n n e t t u siitä, että mainittu tiiviisti liittäminen käsittää hitsauksen.

22. Patenttivaatimuksen 20 mukainen osarakenne, t u n n e t t u siitä, että mainittu erottimen levy ja mainittu märkätiivisterakenne ovat noin 0,25 - 1,27 mm paksuja ja noin 6,35 - 19,05 mm leveitä märkätiivisterakenteiden litistetyissä osissa.

23. Patenttivaatimuksen 20 mukainen osarakenne, t u n n e t t u siitä, että kollektori on mainitusta anodista ja mainitusta katodista ainakin toisen ja mainitun erottimen levyn välissä.

24. Patenttivaatimuksen 20 mukainen osarakenne, t u n n e t t u siitä, että mainittu kollektori jatkuu mainitun polttoainekennopinon reuna-alueelle.

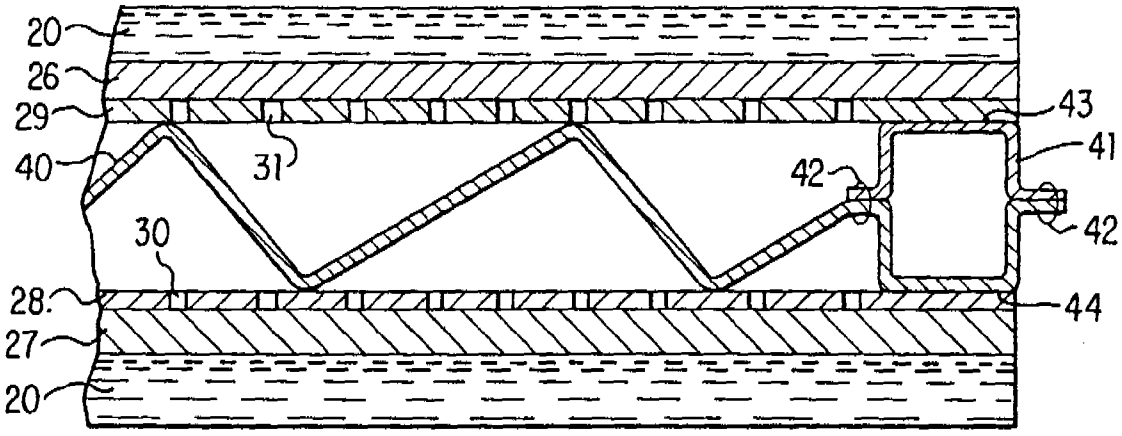
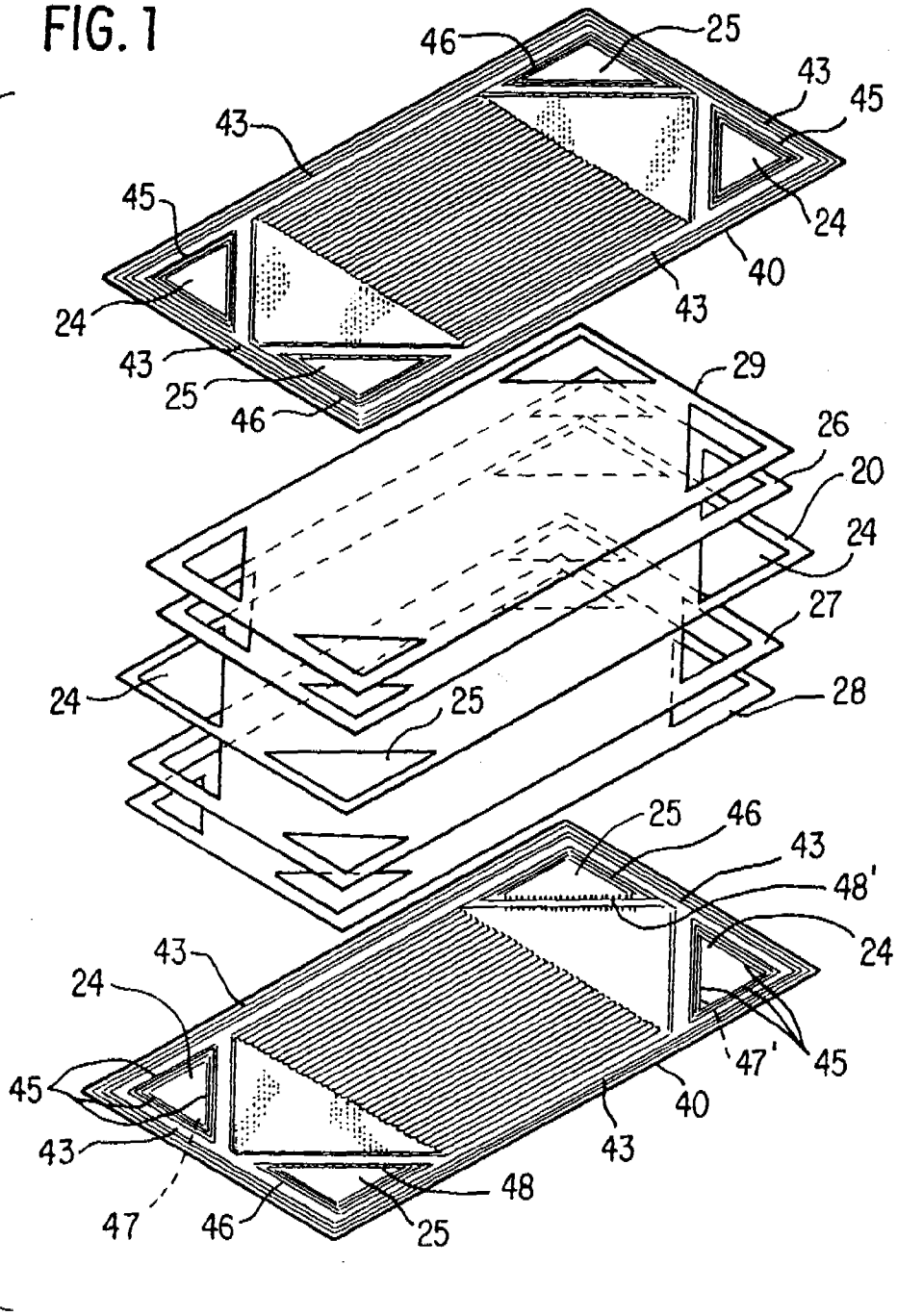

20
26
29
40
31
43
41
42
42
30
28
44
27
20

FIG. 1

FIG. 2


46
25
43
45
43
45
24
40
43
24
43
25
46
29
26
20
24
27
24
25
28
25
46
43
48'
24
43
24
45
47'
45
40
43
45
43
48
47
46
25

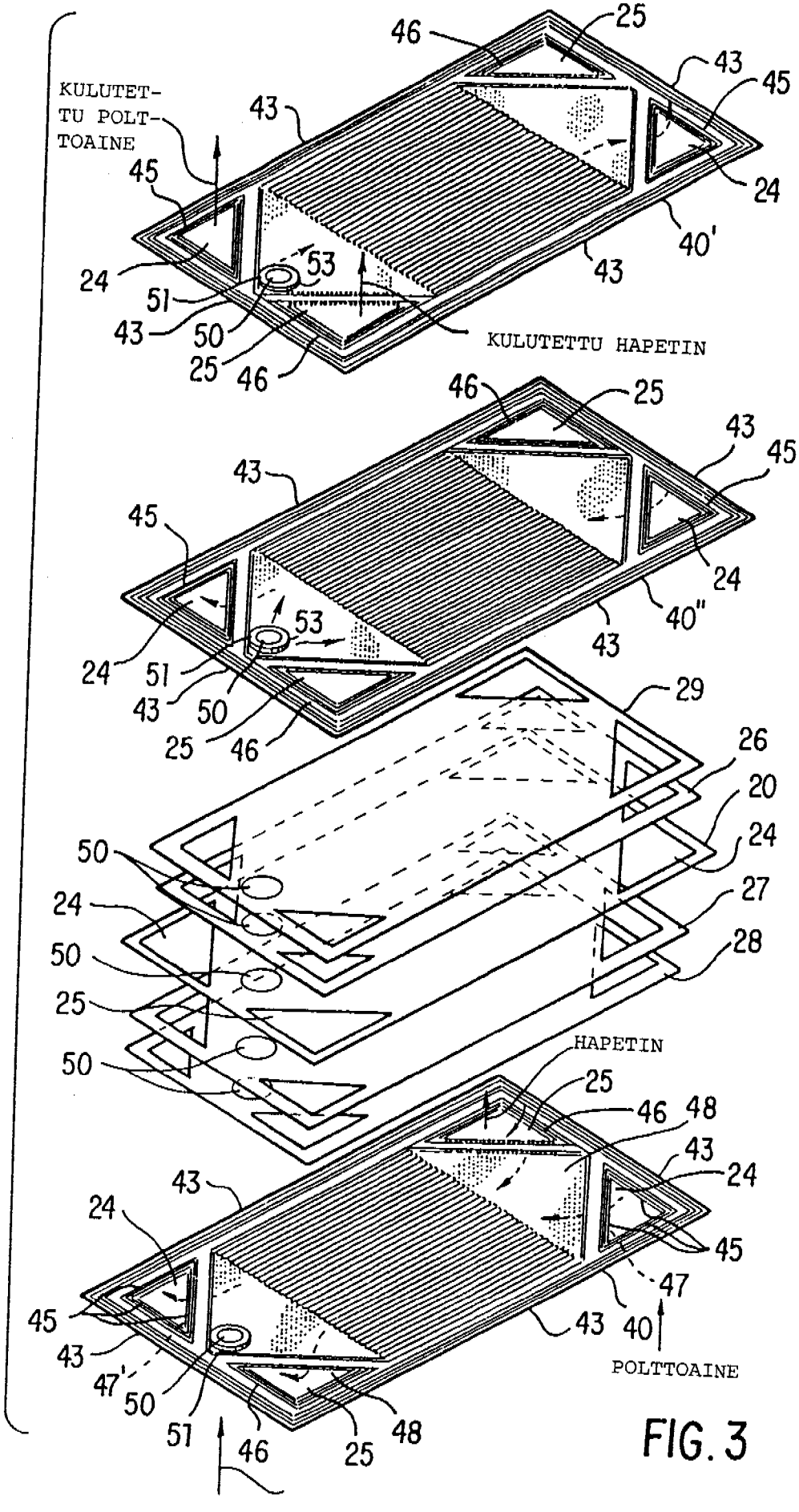

KULUTET-
TU POLT-
TOAINE
KULUTETTU HAPETIN
HAPETIN
POLTTOAINE
REAKTANTTI KAASU & HÖYRY

FIG. 3

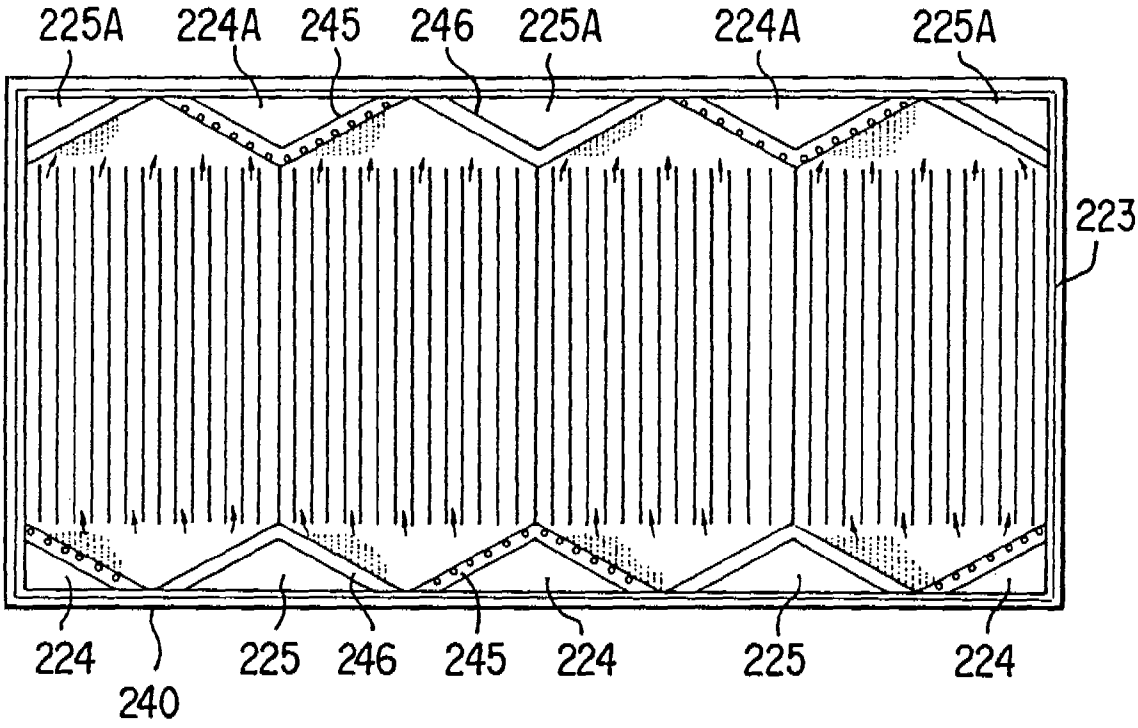

225A
224A
245
246
225A
224A
225A
223
224
240
225
246
245
224
225
224

FIG. 4