NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO (11) **309154** (13) B1

(51) Int Cl[7] C 25 B 1/12

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19950747	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1993.08.31, PCT/FI93/00344
(22) Inng. dag	1995.02.27	(85) Videreføringsdag	1995.02.27
(24) Løpedag	1993.08.31	(30) Prioritet	1992.08.31, FI, 923905
(41) Alm. tilgj.	1995.04.19		1992.12.31, FI, 925966
(45) Meddelt dato	2000.12.18		1992.12.31, FI, 925967

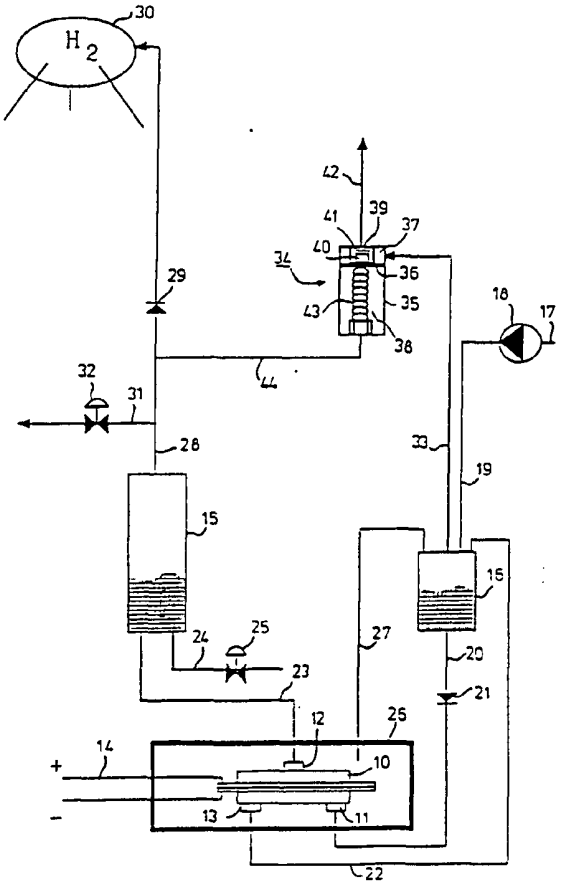
(71) Patenthaver Neste OYJ, Keilaniemi, SF-02150 Esbo, FI
(72) Oppfinner Jyrki Leppänen, Helsingfors, FI
Jukka-Pekka Nieminen, Porvoo, FI
Mika Miettinen, Esbo, FI
(74) Fullmektig Bryns Patentkontor AS, 0106 Oslo

(54) Benevnelse **Fremgangsmåte for å styre trykk i elektrolyseapparat og elektrolyseapparat for å redusere hydrogen og oksygen**

(56) Anførte publikasjoner Ingen

(57) Sammendrag

Fremgangsmåte for å styre et trykk i en elektrolyseanordning og en elektrolyseanordning for å produsere hydrogen og oksygen. Elektrolyseanordningen produserer hydrogen og oksygen ved å spalte elektrolysevæske ved hjelp av elektrisk strøm. Anordningen innbefatter en lukket trykksatt elektrolysecelle (10) for å produsere hydrogen og oksygen, en hydrogenledning (23, 28) for å lede hydrogen ut av elektrolysecellen (10) til et hydrogenlager (30), en oksygenledning (22, 33) for å lede oksygen ut av elektrolysecellen (10), og en mateinnretning (17, 18, 19, 20, 21) for å tilføre elektrolysevæske til elektrolysecellen. Mellom trykket til oksygenledningen (33) og trykket til hydrogenledningen (28) opprettholdes en gitt trykkforskjell ved å lede oksygen tømt ut fra systemet gjennom en eller flere fjærbelastede overflytventiler (34) slik at trykket i hydrogenledningen (28) ledes til fjærsiden av overflytventilen (34).


30
H 2
42
41
39
37
40
34
36
29
43
35
18
17
38
32
44
31
33
28
19
15
15
24
25
27
20
23
21
12
26
14
10
+
13
11
-
22

Foreliggende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for å styre et trykk i et elektrolyseapparat som produserer hydrogen og oksygen ved å spalte elektrolytisk væske i hydrogen og oksygen ved hjelp av en elektrisk strøm. Foreliggende oppfinnelse angår også et elektrolyseapparat for å frembringe hydrogen i en elektrolytcelle med variabelt trykk ved å spalte elektrolytvæsken ved hjelp av elektrisk strøm i hydrogen og oksygen.

Hydrogen er en ideell og ikke forurensende energikilde ved spesielle anvendelser hvor ingen konvensjonell energikilde er tilgjengelig. For eksempel ved anordninger som bruker elektrisk strøm og som er anordnet i tynt befolket område og ugjestmilde områder kan solpanel bli anvendt for å frembringe elektrisk strøm. Slike installasjoner er ofte ubemannede og krever automatisk eller fjernstyringsdrift. En slik installasjon må kunne drives også når det ikke er noe sollys. Lagring av elektrisiteten kun i batterier ville kreve et stort antall batterier og da spesielt ved de nordlige breddegradene og slike batterier er tunge og krever vedlikehold.

Bruk av hydrogen for å lagre energi er en av innretningene for å gjenvinne overskuddsenergi frembragt av solceller hvor vann blir spaltet til hydrogen og oksygen ved hjelp av elektrisitet. I slike tilfeller kan elektrisiteten, om nødvendig, bli produsert ved hjelp av en brenselcelle fra hydrogenen. For å redusere størrelsen på det nødvendige lageret av hydrogengass må imidlertid hydrogenen bli trykksatt og ytterligere energi må bli anvendt for trykksettingen.

Det er kjent teknikk å spalte vann i hydrogen og oksygen i elektrolyseceller som opererer under trykk og således frembringe hydrogen direkte i trykksatt form slik at det ikke er nødvendig med noen separat trykksetting.

En ulempe med trykk i en elektrolysecelle er imidlertid faren for lekkasje.

Det er også tidligere kjent å anbringe en elektrolytcelle i en separat trykkappe, hvor trykkforskjellen mellom innsiden og utsiden av elektrolysecellen vesentlig reduseres og lekkasjefaren avtar. Ved en anordning av den art som f.eks. er beskrevet i patentpublikasjon FR-2466515 har således trykkappen blitt trykksatt ved hjelp av nitrogengass og anordningen innbefatter middel for opprettholdelse av et lavere trykk i elektrolysecellen enn trykket til trykkappen. Bruk av separat trykkgass krever imidlertid beholdere for trykkgass og behov for tilførsel av ny trykkgass. Systemet beskrevet i nevnte patentpublikasjon kan derfor ikke anvendes f.eks. ved anordninger som opererer automatisk ved solpanelstrømforsyninger i fjerntliggende områder.

Det er kjent fra GB patent nr. 1518234 å anbringe elektrolyseplater inn i trykkappen hvor hydrogengasstrykket er fremherskende i trykkappen. En lukket elektrolysecelle anbragt i en trykkappe er imidlertid ikke anordnet ifølge denne publikasjonen, men i stedet er elektroder anvendt ved spalting av en elektrolysevæske (HCl), hvor elektrodene er anbragt hengende direkte i trykkappen. Anordningen beskrevet i denne publikasjonen er en innretning ment for storskala hydrogenproduksjon, hvor det er et behov for svært høy effekt og hvor det er en komplisert og dyr utførelse f.eks. på grunn av anordningene som er nødvendig for rensing, og dessuten er ikke anordningen ment for oksygengjenvinning.

Finsk patentpublikasjon nr. FI-923904 beskriver en elektrolyseanordning for å produsere hydrogen fra vann hvor en elektrolysecelle har blitt anbragt i en trykkappe fyllt med væske, idet trykkappen opprettholdes trykksatt med trykk av gass frembragt ved elektrolysen. Væsken i trykkappen er valgt på basis av f.eks. korrosjonsegenskapene til mantelen, lav

elektrisk ledeevne, og den gjensidige egenheten av væsken og den trykksatte gassen anvendt for styring.

Det væskefylte indre volumet til trykkappen kan f.eks. være forbundet med et rør til en gasskilde bestående av trykksatt hydrogen eller oksygengass frembragt i elektrolysecellen. Trykkappen kan således være forbundet ved et hvert punkt i rørsystemet mellom gassbeholderene og elektrolysecellen. Trykkappen er fortrinnsvis forbundet ved hjelp av et rør med den øvre delen av en vannseparator anvendt med vannfjerning fra gassen. Fortrinnsvis anvendes det en slik mengde med trykksatt væske at væskeoverflaten stiger, idet minste til en viss grad, i røret som overfører gasstrykket.

Trykksetting av elektrocellen krever imidlertid at trykkforskjellen mellom hydrogensiden og oksygensiden (dvs. hydrogensiden og vanntilførselssiden) ikke vil være for stort på grunn av hoveddelen av elektrolysecellen som er kommersielt tilgjengelig ikke konstruksjonsmessig tolererer høye trykkforskjeller. Spesielt elektrolyseceller med variabelt trykk og som anvender elektrisitet frembragt ved hjelp av solceller krever derfor trykkstyresystemer som hjelper til med å opprettholde trykkforskjellen mellom hydrogensiden og oksygensiden til en egnet verdi og tilstrekkelig liten. Ved kjente systemer av denne art har trykkstyreren generelt blitt utført ved å bruke elektrisk opererende styreventiler som forbruker elektrisitet og er derfor ikke godt egnet for bruk ved systemer som produserer hydrogen automatisk ved hjelp av solceller.

Et problem ved nevnte system kan også være fordampning av trykkvæsken eller andre former for vandring i væskesirkulasjonen til gassen anvendt ved trykksettingen og derfor inn i elektrolysecellen. Siden trykkvæsken ofte er en olje, vil dens inntreden i elektrolysecellen gradvis bevirke reduksjon av cellens ytelse.

Ifølge oppfinnelsen er det således tilveiebragt en anordning og en fremgangsmåte som er kjennetegnet ved de karakteriserende trekk som angitt i de selvstendige krav 1, 4, 16 og 21. Foretrukne utførelsesformer ved anordningen og fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen fremgår av de medfølgende uselvstendige kravene.

Ved hjelp av foreliggende oppfinnelse er det tilveiebragt en prosedyre for å styre trykk i elektrolyseinnretningen slik at trykkforskjellen mellom oksygensiden og hydrogensiden er opprettholdt ved en gitt verdi på en mekanisk måte hvorved styringen i et variabelt trykksystem utføres automatisk uten å forbruke elektrisitet.

Foreliggende oppfinnelse angår derfor en fremgangsmåte for å styre trykket i et elektrolyseapparat som produserer hydrogen og oksygen ved spalting av elektrolytvæske ved hjelp av elektrisk strøm og hvor apparatet innbefatter en lukket trykksatt elektrolysecelle for å produsere hydrogen og oksygen, en hydrogenledning for å lede hydrogen ut av elektrolysecellen inn i et hydrogenlager, en oksygenledning for å lede oksygen ut av elektrolysecellen og mateinnretning for å tilføre elektrolysevæske inn i elektrolysecellen. Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen er kjennetegnet ved at mellom trykket i oksygenledningen og trykket i hydrogenledningen opprettholdes en gitt trykkforskjell ved ledning av første produktgass uttømt fra systemet gjennom en eller flere fjærbelastede overløpsventiler slik at trykket i ledningen som inneholder den andre produktgassen ledes til fjærsiden av overløpsventilen.

Elektrolysevæsken matet inn i elektrolysecellen inneholder vann, men den kan inneholde enhver substans som fremmer operasjonen av den anvendte elektrolysecellen slik som syre eller base. Uttrykket "vann" vil i det påfølgende bli brukt om enhver slik elektrolysevæske.

Ved fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen anvendes en mekanisk, elektrisk ikke-forbrukende og automatisk opererende trykkstyrer ved å anvende en konvensjonell overløpsventil i en modifisert form. En standard overløpsventil innbefatter en metallmembran satt inn i et egnet hus, hvilke membran ved et trykk av en fjær anbragt under membranet blir nedpresset mot utløpsåpningen til gass eller væske, som således lukker den. Kun når trykket til gassen eller væsken overskrider fjærtrykket kan strømningen finne sted ut av utløpsåpningen. Ved styringen av trykket til oksygenledningen blir hydrogenledningstrykket ledet til fjærsiden av overløpsventilen hvorved trykkforskjellen mellom trykket til oksygenledningen og hydrogenledningen blir automatisk opprettholdt så høy som fjærtrykket. Ved styring av fjærtrykket kan trykkforskjellen bli satt som ønsket. Samtidig forhindrer membranet til overløpsventilen oksygengass og hydrogengass fra å komme i kontakt med hverandre.

På den ovenfor beskrevne måten kan det således tilveiebringes et styresystem som opererer automatisk og uten elektrisitet hvor det er tatt hensyn til at trykket til oksygensiden og hydrogensiden automatisk følger hverandre i hele trykkområdet, som kan variere i høy grad avhengig av de variabelt arbeidstrykkene bestemt av trykk som fremhersker ved enhver tid i hydrogenlageret.

Opprettholdelsen av en gitt relativt liten trykkforskjell mellom oksygen- og hydrogensiden er nødvendig på grunn av at konstruksjonen til elektrolysecellen ikke tolerer noen høy trykkforskjell. Spesielt sammen med en oksygenstrøm, blir store mengder vann tømt ut, som i samsvar med konvensjonell teknologi kan bli adskilt fra gassen ved å anvende vannseparatorer og lede tilbake til elektrolysecellen ved hjelp av gravitasjonskraften. Sammen med hydrogenstrømmen blir betydelig mindre mengder med vann tømt ut, som på samme måte kan bli adskilt fra hydrogengass i en vannseparator. Vannet adskilt fra hydrogengass kan enten bli tømt ut i sin helhet

fra systemet eller kan bli returnert til elektrolysecellen. Sistnevnte alternativ krever imidlertid at et høyere trykk må forefinnes i vannseparatoren på hydrogensiden enn på oksygensiden.

I tilfelle hvor vannet adskilt fra hydrogengassen ikke er gjenvunnet eller ikke ledet direkte tilbake til elektrolysecellen kan trykket i oksygenledningen bli opprettholdt høyere enn trykket i hydrogenledningen. Trykket til hydrogenledningen blir herved ledet til fjærsiden av overløpsventilen i oksygenledningen hvorved fjærtrykket til overløpsventilen medvirker til å opprettholde et høyere trykk i oksygenledningen enn hydrogentrykket ved hjelp av fjærtrykket ved å tømme ut overskuddsoksygenet fra systemet.

I slikt tilfelle at vannet adskilt fra hydrogengassen er ønsket å bli returnert til elektrolysecellen, må det tas hensyn til at idet minste et noe høyere trykk er tilstede i vannseparatoren på hydrogensiden sammenlignet med det på oksygensiden og likeledes i forhold til det på innløpssiden til elektrolysecellen. Dette kan bli tilveiebragt slik at trykket til hydrogensiden ikke blir ledet som sådan til fjærsiden til overløpsventilen i oksygeledningen, men blir redusert med en gitt størrelse, idet denne størrelsen er noe større enn fjærtrykket til overløpsventilen. Slikt redusert hydrogentrykk kan derfor bli tatt inn f.eks. etter en tilbakeslagsventil anbragt i hydrogenledningen, idet tilbakeslagsventilen reduserer trykket i hydrogenledningen ved den ønskede størrelse. På denne måten tilveiebringes at trykket i hydrogenledningen opprettholdes høyere enn i oksygenledningen og vannet fra vannseparatoren på hydrogensiden kan bli returnert f.eks. til vannseparatoren på oksygensiden og tilbake til elektrolysecellen.

Ifølge en foretrukket utførelsesform av fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse, kan hydrogentrykket på fjærsiden til overløpsventilen i oksygenledningen bli tatt valgvis

enten før tilbakeslagsventilen eller redusert deretter hvorved valget kan bli utført f.eks. ved hjelp av en treveisventil. Sistnevnte prosedyre velges når trykket etter tilbakeslagsventilen, dvs. trykket til hydrogenlageret, er lavere enn trykket til hydrogenledningen. Førstnevnte prosedyre velges når trykket i hydrogenledningen før tilbakeslagsventilen er lavere enn etter tilbakeslagsventililen, f.eks. når trykket i elektrolyseapparatet har falt ned og trykket til elektrolysecellen er øket til trykket til hydrogenlageret. Treveisventilen kan fortrinnsvis være erstattet av en annen overløpsventil. Fjærsiden til den andre overløpsventilen er her forbundet med et punkt i hydrogenledningen som er lokalisert etter tilbakeslagsventilen og fjærsiden til den andre overløpsventilen er forbundet med hydrogenledningen før tilbakeslagsventilen.

Foreliggende oppfinnelse angår også et elektrolyseapparat for å frembringe hydrogen og oksygen fra spaltet elektrolysevæske ved hjelp av elektrisk strøm ved å anvende ovenfor beskrevne trykkstyringsmetode. Elektrolyseapparatet ifølge foreliggende oppfinnelse er kjennetegnet ved at innretningen innbefattet idet minste følgende komponenter:

(a) en lukket trykksatt elektrolysecelle for å frembringe hydrogen og oksygen ved hjelp av elektrisk strøm,

(b) en hydrogenledning for å lede hydrogen ut av det indre av elektrolysecellen inn i et hydrogenlager,

(c) en oksygenledning for å lede oksygen ut av den indre elektrolysecellen,

(d) mateinnretning for å tilføre elektrolysecellevæske inn i elektrolysecellen, og

(e) en innretning for å opprettholde en gitt trykkforskjell mellom trykket til en første produktgassledning og

trykket til en andre produktgassledning, idet nevnte innretninger innbefatter en eller flere overløpsventiler anbragt i første produktgassledning og en innretning for å lede trykket til den andre produktgassledningen til fjærsiden til overløpsventilen.

I det påfølgende skal oppfinnelsen beskrives nærmere med henvisning til tegningen, hvor:

Figur 1 viser et elektrolyseapparat ved hvilke trykk til oksygengass opprettholdes høyere enn trykket til hydrogengassen.

Figur 2 viser en ekvivalent anordning ved hvilke trykket til hydrogengassen er opprettholdt høyere enn trykket til oksygengassen.

Figur 3 viser en modifikasjon av innretningen vist på figur 2 ved hvilke en treveisventil er blitt erstattet ved den annen overløpsventil.

Figur 4 viser en elektrolyseinnretning ved hvilke trykket til hydrogenledningen på fjærsiden til overløpsventilen er overført hydraulisk.

Figur 5 viser et elektrolyseapparat som forhindrer væsken i en væskeform eller dampform å gå inn i gassirkulasjonen til innretningen.

Figur 6 viser en elektrolyseinnretning ved hvilke det er tilveiebragt en sikringsinnretning for å redusere trykket til hydrogenet dersom trykket på oksygensiden skulle falle av en eller annen grunn.

Figur 1 viser en elektrolysecelle 10 av variabelt trykktypen forsynt med en innløpskontakt 11 for elektrolysevæske, en utløpskontakt 12 for hydrogengass, en utløpskontakt 13 for

oksygengass (oksygen/vannblanding) og strømtilførselsledninger 14. Ved utførelsesformen vist på figuren er også vist vannseparatorer 15 og 16 for å adskille vann fra henholdsvis hydrogengass og oksygengass.

Elektrolysevæsken mates inn i elektrolysecellen 10 gjennom et vannrør 17, en pumpe 18 og en vannledning 19 inn i en vannseparator 16 for oksygengass og videre via en vanntilførselsledning 20, en tilbakeslagsventil 21 og innløpskontakten 11 for elektrolysevæske inn i elektrolysecellen 10. Oksygenet frembragt i elektrolysecellen og vannet som går inn dermed blir ledet gjennom oksygenutløpskontakten 13 og oksygenutløpsledningen 22 til vannseparatoren 16 for oksygen. Vannet som går sammen med oksygengass blir adskilt i vannseparatoren 16, og returnert til elektrolysecellen 10 gjennom ledningen 20 ved hjelp av gravitasjonskraften.

Hydrogengassen frembragt i elektrolysecellen 10 føres gjennom hydrogenutløpskontakten 12 og hydrogenutløpsledningen 23 til vannseparatoren 15 for hydrogengass. Vann adskilt fra gass i vannseparatoren 15 blir ledet bort gjennom et rør 24 og en ventil 25.

Ved en anordning ifølge figur 1 har dessuten blitt anvendt et trykkappesystem beskrevet i finsk patentpublikasjon FI-923903 og FI-923904, idet systemet opprettholdes trykksatt med et trykk fra oksygengassen. En trykkappe 26 er således vist på figur 1, i hvilke en elektrolysecelle 10 har blitt anbragt. Trykkappen 26 er fortrinnsvis fylt med en inert væske og trykksettingen utføres fortrinnsvis ved hjelp av å føre et rør 27 inn i trykkappen 26 fra vannseparatoren 16 for oksygengass. Trykket til oksygengassen hersker derfor i trykkappen 26. Det skal imidlertid bemerkes at bruk av en trykkappe er i og for seg ikke vesentlig.

Hydrogengassen fra vannseparatoren 15 blir ført gjennom ledningen 28 og en tilbakeslagsventil 29 inn i et hydrogen-

lager 30. Ledningen 28 er dessuten forsynt med et uttømningsrør 31 og en ventil 32 for å senke hydrogentrykket, f.eks. for vedlikehold av elektrolyseinnretningen.

Oksygengass blir ledet fra vannseparatoren 16 for oksygengass til en overløpsventil 34 i ledningen 33. Overløpsventilen 34 innbefatter et hus 35, som er delt ved hjelp av en tettet membran 36 i to rom 37 og 38. Rommet 37 innbefatter et sete 39 forsynt med en åpning 40 og en kanal 41 som leder fra åpningen 40 gjennom setet 39. Oksygengass flyter gjennom ledningen 33 inn i rommet 37 til overløpsventilen 34 og videre gjennom åpningen 40 og kanalen 41 til oksygenuttømningsrøret 42. Det andre rommet 38 til overløpsventilen 34 innbefatter en fjær 43, som ved en ende har blitt understøttet mot enden til huset 35 og den andre enden mot membranen 36. Oksygengass kan således flyte gjennom åpningen 40 og kanalen 41 til oksygenuttømningsrøret 42 kun når dens trykk overskrider en gitt verdi. Et vesentlig trekk ved driften av overløpsventilen 34 er dessuten at rommet 38, som innbefatter fjæren 43, også er forbundet via ledningen 44 med hydrogentrykket, dvs. med ledningen 28.

I en anordning ifølge figur 1 opererer trykkstyreren som følger. Mot en side av membranen 36 til overløpsventilen 34 er et trykk rettet både fra hydrogenledningen 28 og dessuten fra fjæren 43 som presser membranen 36 mot sidene til åpningen 40 i setet 39. Oksygen tillates derved å flyte inn i uttømningsrøret 42 kun når trykket til oksygenet i ledningen 33 er høyere enn summen av trykket til hydrogenledningen 28 og fjærtrykket til fjæren 43. Når oksygen flyter, faller trykket i oksygenledningen 33 inntil det er i størrelsesorden av fjærtrykket til fjæren 43 høyere enn trykket i hydrogenledningen 44 og 28, hvorved membranen 36 lukker åpningen 40. Oksygentrykket tilpasser seg automatisk til trykket i hydrogenledningen 28, men forblir alltid høyere enn hydrogentrykket i ledningen 28. Fordelen ved det her beskrevne trykkstyresystemet er fremfor alt at styringen er mekanisk,

det forbrukes ikke noe elektrisk strøm, ingen separate styreventiler og trykkfølere er nødvendig og hydrogen forbrukes ikke av styringen.

Dersom trykket skal tas bort fra elektrolyseapparatet, f.eks. for vedlikehold, blir ventilen 32 til uttømningsrøret 31 åpnet og hydrogenet tillates å strømme ut. Trykket i ledningen 44 faller og membranen 36 tillater oksygen å strømme inn i uttømningsrøret 42 slik at oksygentrykket tilpasses det seg reduserende hydrogentrykk. Tilbakeslagsventilen 29 forhindrer trykket til hydrogengassbeholderen 30 fra å tømmes inn i uttømningsrøret 31. Når innretningen startes igjen sørger overløpsventilen 34 for at hydrogentrykket i ledningen 28 økes før tilbakeslagsventilen 29 og at trykket til oksygengassen inn i ledningen 33 øker likt. Når hydrogentrykket i ledningen 28 når trykket til hydrogenlageret 30 starter hydrogengassen å flyte inn i hydrogenlageret 30.

Som nevnt ovenfor, kan ved justering av stivheten av fjæren 43 i overløpsventilen 34 overtrykket bli satt til en ønsket verdi mellom trykket til oksygenledningen og trykket til hydrogenledningen. Selv om absoluttverdien til trykket på ingen måte vesentlig med hensyn til operasjonen av anordningen, kan man si at overtrykket til oksygenet i størrelsesorden av 1 til 2 bar er egnet i praksis.

Utførelsesformen vist på figur 2 adskiller seg fra den vist på figur 1 som følgende. I dette tilfellet blir vannet adskilt i vannseparatoren 15 fra hydrogengassen returnert til elektrolysecellen 10 gjennom vannseparatoren 16 til oksygenledningen. For dette formålet har et rør 24 blitt forbundet med vannseparatoren 16 til oksygenledningen. For at vannet skal flyte som ønsket, må trykket på hydrogensiden være høyere enn på oksygensiden. På den andre siden, krever oksygenuttømningsoperasjonen til overløpsventilen 34 at

oksygengasstrykket i ledningen 33 må være høyere enn summen av fjærtrykket og hydrogentrykket rettet mot membranet 36.

For dette formål, er hydrogentrykket på fjærsiden av overløpsventilen 34 ikke ledet fra innløpssiden til tilbakeslagsventilen 29, men gjennom ledningen 44 og en treveisventil 46 fra utløpssiden til tilbakeslagsventilen 29. Tilbakeslagsventilen 29 har dessuten blitt anordnet for å tilveiebringe et trykkfall som er større enn fjærtrykket til overløpsventilen 34. Den absolutte verdien til trykk og trykkforskjeller er ikke vesentlig med hensyn til operasjon av anordningen, men et egnet fjærtrykk i overløpsventilen kan være i størrelsesorden av 1 til 2 bar og trykkfallet i tilbakeslagsventilen 29 kan være i størrelsesorden av 3 til 4 bar.

Når det i en anordning vist på figur 2 er ønskelig at trykket til elektrolyseanordningen skal falle ned, tilveiebringes dette ved hjelp av uttømningsrøret 31 og ventilen 32. Siden tilbakeslagsventilen 29 forhindrer en hver strømning bakover, vil hydrogentrykket på fjærsiden av overløpsventilen 34 ikke falle og således vil heller ikke oksygentrykket i ledningen 33 tillates å gå ned. En ledning 47 har derfor blitt forbundet med treveisventilen 46 hvorved trykket på fjærsiden til overløpsventilen 34 og hhv. oksygentrykket kan bli redusert via ledningen 44 og 47 når kommunikasjonen via ledningen 45 er lukket. Om ønskelig, kan nevnte operasjon utføres automatisk, men for dette formålet kan det være nødvendig med øyeblikktrykksensorer (ikke vist) på begge sidene av tilbakeslagsventilen 29 i hydrogenledningen 28 hvorved reversering av treveisventilen 46 kan, om ønskelig, bli anordnet til å operere automatisk avhengig av om trykket til hydrogenlageret 30 er høyere eller lavere enn trykket i ledningen 28 før tilbakeslagsventilen 29.

Anordningen ifølge figur 3 er lignende den vist på figur 2 med unntak av at den innbefatter to overløpsventiler 34a og

34b, til hvilke hydrogentrykket er ledet fra forskjellige sider av tilbakeslagsventilen 29 inn i hydrogenledningen 28. Til fjærsiden av den første overløpsventilen 34a er hydrogentrykket ledet gjennom ledning 44 fra et punkt lokalisert etter tilbakeslagsventilen 29. Til fjærsiden av den andre overløpsventilen 34b er hydrogentrykket ledet gjennom ledningen 47a fra et punkt som er lokalisert før tilbakeslagsventilen 29. Kombinasjonen av overløpsventilene 34a og 34b erstatter således treveisventilen 46 og ledningen 47 i anordningen vist på figur 2. Når hydrogentrykket er lavere før tilbakeslagsventilen 29 enn dertter finner det sted styring av oksygentrykket ved hjelp av overløpsventilen 34b og når hydrogentrykket er høyere før tilbakeslagsventilen 29 enn etter denne, finner styring av oksygentrykket sted med hjelp av overløpsventilen 34a.

Anordningen vist på figur 4 er lignende i konstruksjon og operasjon med anordningen vist på figur 2 med unntak av at hydrogentrykket er overført hydraulisk til fjærsiden av overløpsventilen 34 gjennom ledningen 44. For dette formål har en væskefyllt separator 48 blitt tillagt i ledningen 44, som innbefatter et følsomt bevegende, men tettet stempel 49. Ledningen 44 og fjærsiden 38 til overløpet 34 er dessuten væskefyllt. Separatoren 48 virker som en sikkerhetsinnretning i tilfelle av at membranet 36 til overløpsventilen 34 ødelegges, slik at hydrogen- og oksygengass kan komme i kontakt med hverandre. Dersom membranet 36 ødelegges, nedtrykkes stemplet 49 på grunn av effekten i hydrogentrykket til den nedre posisjonen mot tetningen 50 hvorved trykkforbindelsen fra hydrogenledningen 28 til overløpsventilen 34 lukkes og blanding av gass forhindres. Naturligvis kan en lignende anordning også anvendes ved anordningen vist på figur 1 og 3.

Som beskrevet ovenfor, blir trykkappen 26 opprettholdt trykksatt med et trykk til gassen frembragt ved elektrolysen, dvs. i foreliggende tilfelle ved hjelp av røret 27 som fører

til trykkappen 27 fra vannseparatoren 16 for oksygengass. Mengden med væske tillagt i trykkappen 26 er fortrinnsvis slik at væskeoverflaten stiger idet minste noe opp i røret 27. Ved utførelsesformen vist på figur 5 har en tilbakeslagsventil 145 blitt anbragt i røret 27 for å tillate gasstrøm kun i retningen av trykkappen 26. Oksygentrykket i vannseparatoren 26 blir derfor overført via røret 27 og tilbakeslagsventilen 145 til trykkappen 26 og til væsken i denne.

Dersom trykket skal bli tømt ut av elektrolyseanordningen for f.eks. vedlikehold, blir ventilen 32 i røret 31 åpnet og hydrogenet tillates å strømme ut. Trykket i røret 44 avtar derved og membranet 36 tillater oksygen å strømme inn i utløpsrøret 42 hvorved oksygentrykket tilpasses en reduksjon i hydrogentrykket. Tilbakeslagsventilen 29 forhindrer strømning av hydrogengass fra hydrogengasslageret 30 inn i utløpsrøret 31.

Tilbakeslagsventilen 145 i røret 27 forhindrer imidlertid utløp av trykket ut av trykkappen 26. For et slikt formål, har en overløpsventil 146 blitt anordnet, som er i konstruksjon ekvivalent med overløpsventilen 34. Et rør 147 har således blitt forbundet med fjærsiden til overløpsventilen 146 fra røret 27. Uttømningssiden av overløpsventilen 146 har blitt forbundet med røret 27 ved hjelp av et rør 148.

Når trykket i vannseparatoren 16 begynner å falle, forblir trykket til trykkappen 26 på fjærsiden av overløpsventilen 146 til å begynne med ved det samme som det var. Ved en gitt fase overskrider imidlertid trykket til trykkappen 26 det kombinerte trykket til fjærsidetrykket i overløpsventilen og fjærtrykket hvorved gassen begynner å flyte ut av overløpsventilen 146 gjennom røret 149.

Selv om det er vist ved utførelsesformen på figur 5 at trykkappen 26 er opprettholdt trykksatt med oksygentrykk som

går inn gjennom røret 27 fra vannseparatoren for oksygengass, skal det bemerkes at trykket kan bli tatt fra et hvert sted hvor trykket til oksygenet frembragt i elektrolysekappen er tilstede. Røret 27 kan derfor bli ført f.eks. fra røret 33 eller også røret 22, selv om sistnevnte fremgangsmåte ikke er anbefalt på grunn av at oksygengassen som passerer i røret 22 inneholder vann. Det skal dessuten også bemerkes at trykksettingen av trykkappen kan også bli tilveiebragt ved hjelp av hydrogentrykk, hvorved røret 27 kan bli ledet f.eks. fra vannseparatoren 15 for hydrogengass eller fra hydrogenledningen 28.

Anordningen vist på figur 5 forhindrer at væsken i trykkappen går i væske- eller dampform inn i gassirkulasjonen til anordningen og samtidig tar den hensyn til at trykket i trykkappen har mulighet for å avta i tilfelle av at trykket til gasskilden faller. Variabelt trykksetting tilveiebringes dessuten uten å gjøre bruk av en separat beskyttelsesgass for trykksetting og styring derav. Mengden med gass nødvendig for trykksettingen er ekstremt liten. Det skal spesielt bemerkes at i anordningen kan ikke bare hydrogen frembragt i elektrolysecellen bli anvendt som trykksettingsgass uten noen risiko for korrosjon, men også oksygen.

Fjærtrykket til overløpsventilen 146 er valgt slik at trykket til trykkappen 26 forblir noe lavere enn trykket til gassen frembragt ved elektrolysen. Et egnet trykk er generelt i størrelsesorden av et par bar. Når trykket til gasskilden faller og forskjellen mellom trykk til gasskilde og trykkappe 26 er under fjærtrykket til overløpsventilen 146, blir trykket fra strømningskanalen 27 mellom tilbakeslagsventilen 145 og trykkappen 26 muliggjort for uttømning via rør 148 og 149 f.eks., ut til omgivelsen.

Utførelsesformen vist på figur 5 kan bli anvendt uten hensyn til om oksygen eller hydrogen anvendes for trykksetting av trykkappen 26. Selv ikke ved bruk av hydrogen vil uttømningen

av trykket i trykkappen 26 til fri luft bevirke noen risiko eller fare på grunn av at mengdene som frigjøres er i ethvert tilfelle svært små.

Operasjonsprinsippene til overløpsventilen vist på figur 1-4, bevirker imidlertid at trykket på oksygensiden faller under hydrogentrykket (f.eks. på grunn av lekkasje frembragt i oksygenrøret) er hydrogentrykket sperret fra å gi etter til oksygentrykket. På tross av en reduksjon i trykket på oksygensiden vil hydrogentrykket øke mens elektrolysecellen er i operasjon, med det resultat at elektrolysecellen kan ødelegges.

Utførelsesformen vist på figur 6 tilveiebringer et sikkerhetssystem ved hjelp av hvilke ovenfor nevnte ulemper kan unngås.

Ved anordningen ifølge figur 6 er en modifisert overløpsventil anvendt i samsvar med figurene 1-4, både for å opprettholde hydrogen- og oksygentrykket ved et gitt forhold ved et varierende trykk i elektrolyseanordningen og som en sikkerhetsinnretning for å redusere hydrogentrykket ved det tilfelle hvor trykket på oksygensiden skulle falle av en eller annen grunn.

Utførelsesformen vist på figur 6 adskiller seg fra den vist på figur 1 ved at en overløpsventil 245 har blitt anordnet i anordningen for å ta seg av et fall i hydrogentrykket i ledningen 28 hvor det forekommer et trykkfall i oksygenledningen 33. Overløpsventilen 245 er forsynt med to kammer 247 og 248 adskilt av et tettet membran 246. Kammeret 247 innbefatter et sete 249 forsynt med en åpning 250 og en kanal 251 som leder fra åpningen gjennom setet 249. Hydrogengass kan strømme via ledningen 255 til kammeret 247 til overløpsventilen 245 og videre gjennom åpningen 250 og kanalen 251 til hydrogenuttømningsrøret 252. Det andre kammeret 248 til overløpsventilen 245 innbefatter en fjær 253 som presser

membranen 246. Hydrogengass er muliggjort å flyte via åpningen 250 og 251 til hydrogenuttømningsrøret 252 kun når trykket der overskrider en gitt verdi. Et vesentlig trekk ved operasjonen av overløpsventilen 245 er dessuten at kammeret 248, som inneholder fjæren 253, også er forbundet med oksygentrykket, dvs. med ledningen 33 eller også med vannseparatoren 16 for oksygengass, f.eks. via røret 254. Ved bruk av overløpsventilen 145 som en sikkerhetsinnretning i anordningen vist på figur 6 har stivheten til fjæren 253 blitt satt til en nødvendig trykkforskjell mellom gassene for å frigjøre hydrogen slik at denne stivheten er stor nok for å unngå unødvendig lekkasje (f.eks. til 5 til 6 bar).

En hver væske som er elektrisk ikke-ledende, inert i forhold til hydrogen eller oksygen, ikke-korrosiv til de anvendte materialene, og utestår operasjonstemperaturene kan bli anvendt i trykkappen 26. Pris og ikke-giftigheten er også trekk som må bli betraktet.

Ved anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse kan det derfor f.eks. anvendes silikon, olje eller fett, fluoresert olje, oljebaserte eller syntetiske smøremidler og til og med destillert eller ioneutskiftet vann kan anvendes. Problemet med sistnevnte er imidlertid dårlig frostsikkerhet og den kan bevirke elektrokjemisk korrosjon, spesielt i forbindelse med oksygen. Heller kan ordinære oljer bli anvendt sammen med oksygen.

Eksempler på egnede trykksettingsvæsker er spesielt silikon-oljer og fett, slik som "Dow Corning 200 Fluid" fremstilt av "Company Dow Corning" eller "Rhodosil" olje fremstilt av "Company Rhone-Poulenc":

Ved utførelsesformen ifølge figurene 1-6 er oksygen beskrevet som første produktgass og hydrogen som andre produktgass. Med hensyn til driften av fremgangsmåten og anordningen ifølge foreliggende oppfinnelse, vil det imidlertid ikke være noen

forskjell om den første produktgassen er hydrogen og tilsvarende den andre produktgassen er oksygen.

P a t e n t k r a v

1.

Fremgangsmåte for å styre trykket i en elektrolyseanordning som produserer hydrogen og oksygen ved å spalte elektrolysevæske ved hjelp av elektrisk strøm, og hvor innretningen innbefatter en lukket trykksatt elektrolysecelle (10) for produksjon av hydrogen og oksygen, en hydrogenledning (23, 28) for å lede hydrogen ut av elektrolysecellen (10) inn i et hydrogenlager (30), en oksygenledning (22, 33) for å lede oksygen ut av elektrolysecellen (10), og en mateinnretning (17, 18, 19, 20, 21) for å tilføre elektolysevæske inn i elektrolysecellen (10), k a r a k t e r i s e r t v e d at mellom trykket til oksygenledningen (33) og trykket til hydrogenledningen (28) opprettholdes en gitt trykkforskjell ved å lede en første produktgass som tømmes ut fra systemet via en eller flere fjærbelastede overløpsventiler (34, 34a, 34b) slik at trykket i ledningen (28) som inneholder en andre produktgass ledes til fjærsiden av overløpsventilen (34, 34a, 34b).

2.

Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at et gitt overtrykk eller undertrykk sammenlignet med trykket i hydrogenledningen (28) opprettholdes i oksygenledningen (30) ved å føre hydrogentrykket til fjærsiden av overløpsventilen (34, 34a, 34b) fra et punkt etter en tilbakeslagsventil (29) i hydrogenledningen (28) eller hhv. fra et punkt før tilbakeslagsventilen (29).

3.

Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at en gitt trykkforskjell opprettholdes mellom trykket til oksygenledningen (30) og hydrogenledningen (28) under anvendelse av to overløpsventiler (34a, 34b) anbragt i oksygenledningen (33), hvorved trykket i hydrogenledningen (28) ledes til fjærsiden av den andre overløpsven-

tilen (34b) fra et punkt lokalisert før tilbakeslagsventilen (29) anbragt i hydrogenledningen (28) og trykket til hydrogenledningen (28) ledes til fjærsiden av den første overløpsventilen (34a) fra et punkt som er lokalisert etter tilbakeslagsventilen (29) anbragt i hydrogenledningen (28).

4.
Elektrolyseapparat for å frembringe hydrogen og oksygen ved å spalte elektrolysevæske med hjelp av elektrisk strøm, k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen innbefatter idet minste følgende komponenter:

(a) en lukket trykksatt elektrolysecelle (10) for å produsere hydrogen og oksygen ved hjelp av elektrisk strøm,

(b) en hydrogenledning (23, 28) for å lede hydrogen ut av det indre av elektrolysecellen (10) til et hydrogenlager (30),

(c) en oksygenledning (22, 33) for å lede oksygen ut av det indre av elektrolysecellen (10),

(d) en mateinnretning (17, 18, 19, 20, 21) for å tilføre elektrolysevæske til elektrolysecellen (10), og

(e) en innretning for å opprettholde en gitt trykkforskjell mellom trykket til en første produktgassledning (33) og trykket til en andre produktgassledning (28), idet innretningene innbefatter en eller flere overløpsventiler (34, 34a, 34b) anbragt i første produktgassledning (33) og en innretning for å lede trykket til den andre produktgassledningen (28) til fjærsiden av overløpsventilen (34, 34a, 34b).

5.
Anordning ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at innretningen for å lede hydrogenledningens (28) trykk til fjærsiden (38) til overløpsventilen (34) innbefat-

ter en tilbakeslagsventil (29) i hydrogenledningen (28) og en ledning (44, 45, 47, 47a) for å lede trykket i hydrogenledningen (28) til overløpsventilens (34) fjærside.

6.
Anordning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at ledningen (44, 47, 47a) tilveiebringer en forbindelse fra overløpsventilens (34) fjærside til et punkt i hydrogenledningen (28) før tilbakeslagsventilen (29).

7.
Anordning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at ledningen (44, 45) sørger for en forbindelse fra overløpsventilens (34) fjærside til et punkt i hydrogenledningen (28) etter tilbakeslagsventilen (29).

8.
Anordning ifølge krav 6 eller 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at den også innbefatter en treveisventil (46) for å tilveiebringe en forbindelse (44, 45, 47) fra overløpsventilens (34) fjærside til et punkt i hydrogenledningen (28) anordnet før tilbaketrykksventilen (29) eller etter denne.

9.
Anordning ifølge et hvilket som helst av kravene 4 til 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at den innbefatter to overløpsventiler (34a, 34b) og ledninger (44, 47a) for ledning av trykket i hydrogenledningen (28) til overløpsventilenes (34a, 34b) fjærside slik at fjærsiden til den andre overløpsventilen (34b) er forbundet med et punkt i hydrogenledningen (28) før tilbakeslagsventilen (29) og fjærsiden til den første overløpsventilen (34a) er forbundet med et punkt i hydrogenledningen (28) etter tilbakeslagsventilen (29).

10.
Anordning ifølge et hvilket som helst av kravene 4 til 9, k a r a k t e r i s e r t v e d at elektrolysecellen (10)

har blitt anbragt i en beskyttende kappe (26) trykksatt med et trykk til en gass produsert ved elektrolyse.

11.
Anordning ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d at beskyttelseskappen (26) har blitt fylt med en inert væske og trykksatt med trykk fra oksygenledningen (27, 33).

12.
Anordning ifølge et hvilket som helst av kravene 4 til 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen innbefatter væskeseparatorer (15, 16) for å separere elektrolysevæske fra gasser som passerer gjennom hydrogenledningen (23, 28) og oksygenledningen (22, 33).

13.
Anordning ifølge et hvilket som helst av kravene 4 til 12, k a r a k t e r i s e r t v e d at gassvolumet til hydrogenledningen (23, 28) mellom elektrolysecellen (10) og tilbakeslagsventilen (29) i hydrogenledningen (28) er i det minste to ganger større, men fortrinnsvis mer enn to ganger større enn gassvolumet til oksygenledningen (22, 33) mellom elektrolysecellen (10) og overløpsventilen (34) anbragt i oksygenledningen (33).

14.
Anordning ifølge et hvilket som helst av kravene 4 til 13, k a r a k t e r i s e r t v e d at hydrogentrykket til fjærsiden av overløpsventilen (34) er overført hydraulisk ved hjelp av en væske i ledningen (44).

15.
Anordning ifølge krav 14, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte ledning (44) innbefatter en gass/væske-separator (48) forsynt med et stempel (49), ved hvilken separator og stempel (49) på grunn av påvirkning av hydrogen-

trykket lukker forbindelsen til fjærsiden av overløpsventilen (34) dersom ventilenmembranet (36) ødelegges.

16.

Elektrolyseanordning for å produsere hydrogen ved å spalte vanninneholdende væske ved hjelp av elektrisk strøm i hydrogen og oksygen i en trykksatt elektrolysecelle (10), slik at elektrolysecellen (10) har blitt anbragt i en trykkappe (26) fylt med en væske, k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen har blitt forsynt med en innretning for å lede trykket til en gass produsert i elektrolyse inn i trykkappen (26), idet innretningen innbefatter en strømningskanal (27) fra en kilde (16, 33) med en gass produsert i elektrolyse til trykkappen (26), en tilbakeslagsventil (145) anbragt i strømningskanalen (27) fo rå tillate en gasstrøm kun i retning mot trykkappen (26), og en overløpsventil (146), til hvilke fjærside er ledet trykket til gasskilden (16, 33) og til hvilke uttømningsside er ledet trykket til trykkappen (26).

17.

Anordning ifølge krav 16, k a r a k t e r i s e r t v e d at i strømningskanalen (27) er oksygentrykk fremherskende.

18.

Anordning ifølge krav 16, k a r a k t e r i s e r t v e d at i strømningskanalen (27) er herskende hydrogentrykk.

19.

Anordning ifølge et hvilket som helst av kravene 16-18, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte innretning innbefatter et rør (147) som går fra strømningskanalen (27) til overløpsventilens (146) fjærside og et rør (148) som går fra strømningskanalen (27) til uttømningssiden til overløpsventilen (146).

20.
Anordning ifølge krav 19, k a r a k t e r i s e r t v e d at røret (148) er forbundet med omgivelsen ved hjelp av et rør (150) og en tilbakeslagsventil (151) for å forhindre potensielt undertrykk i røret (27) mellom tilbakeslagsventilen (145) og trykkappen (26).

21.
Elektrolyseanordning for å produsere hydrogen og oksygen ved å spalte elektrolysevæsken ved hjelp av elektrisk strøm, innbefattende en lukket trykksatt elektrolysecelle (10) for å produsere hydrogen og oksygen ved hjelp av elektrisk strøm, en hydrogenledning (23, 28) for å føre hydrogenet ut av det indre av elektrolysecellen (10) til et hydrogenlager (30), en oksygenledning (22, 33) for å lede oksygen ut av det indre av elektrolysecellen (10) og en innretning for å opprettholde en gitt trykkforskjell mellom trykket til oksygenledningen (33) og trykket til hydrogenledningen (28), k a r a k t e r i s e r t v e d at anordningen innbefatter en overløpsventil (245) forbundet med hydrogen/oksygenledningen (28) og en innretning for å lede trykket til oksygen/hydrogenledningen (33) til fjærsiden (248) for overløpsventilen (245).

22.
Anordning ifølge krav 21, k a r a k t e r i s e r t v e d at innretningen for å lede trykket i oksygenledningen til overløpsventilens (245) fjærside (248) innbefatter et rørsystem (254) som fører fra et punkt i oksygenledningen (22, 16, 33) til overløpsventilens fjærside (248).

23.
Anordning ifølge krav 21 eller 22, k a r a k t e r i s e r t v e d at hydrogenledningen (28) er forsynt med en tilbakeslagsventil (29) som tillater strømning kun fra elektrolysecellen (10) i retning av hydrogenlageret (30) og at overløpsventilen (245) er forbundet med et punkt i

hydrogenledningen (28) anordnet mellom elektrolysecellen (10) og tilbakeslagsventilen (29).

FIG. 1

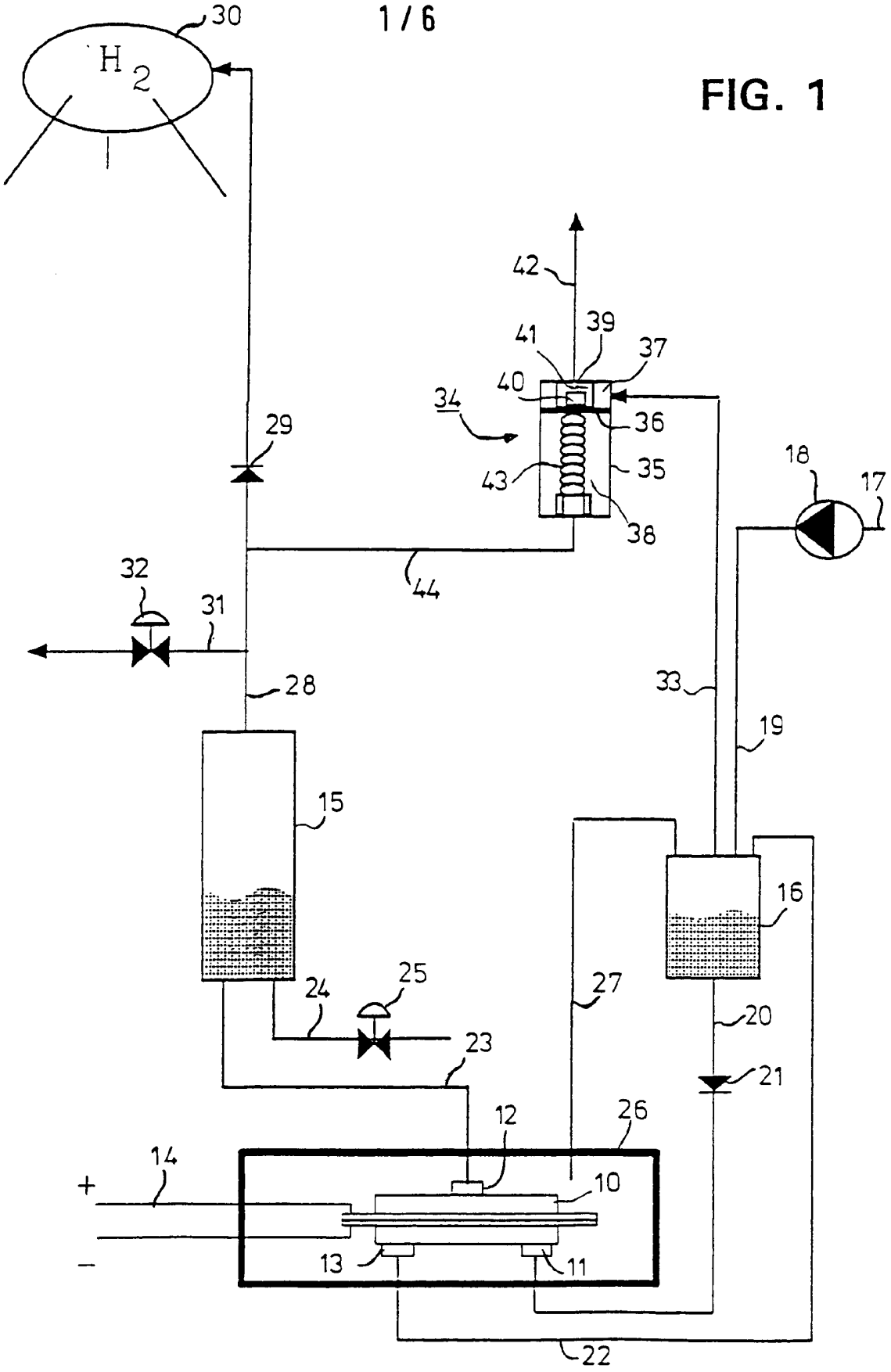

30
H 2
42
41
39
37
40
34
36
29
43
35
18
17
38
44
32
31
28
33
19
15
16
24
25
27
20
23
21
12
26
14
+
10
−
13
11
22

FIG. 2

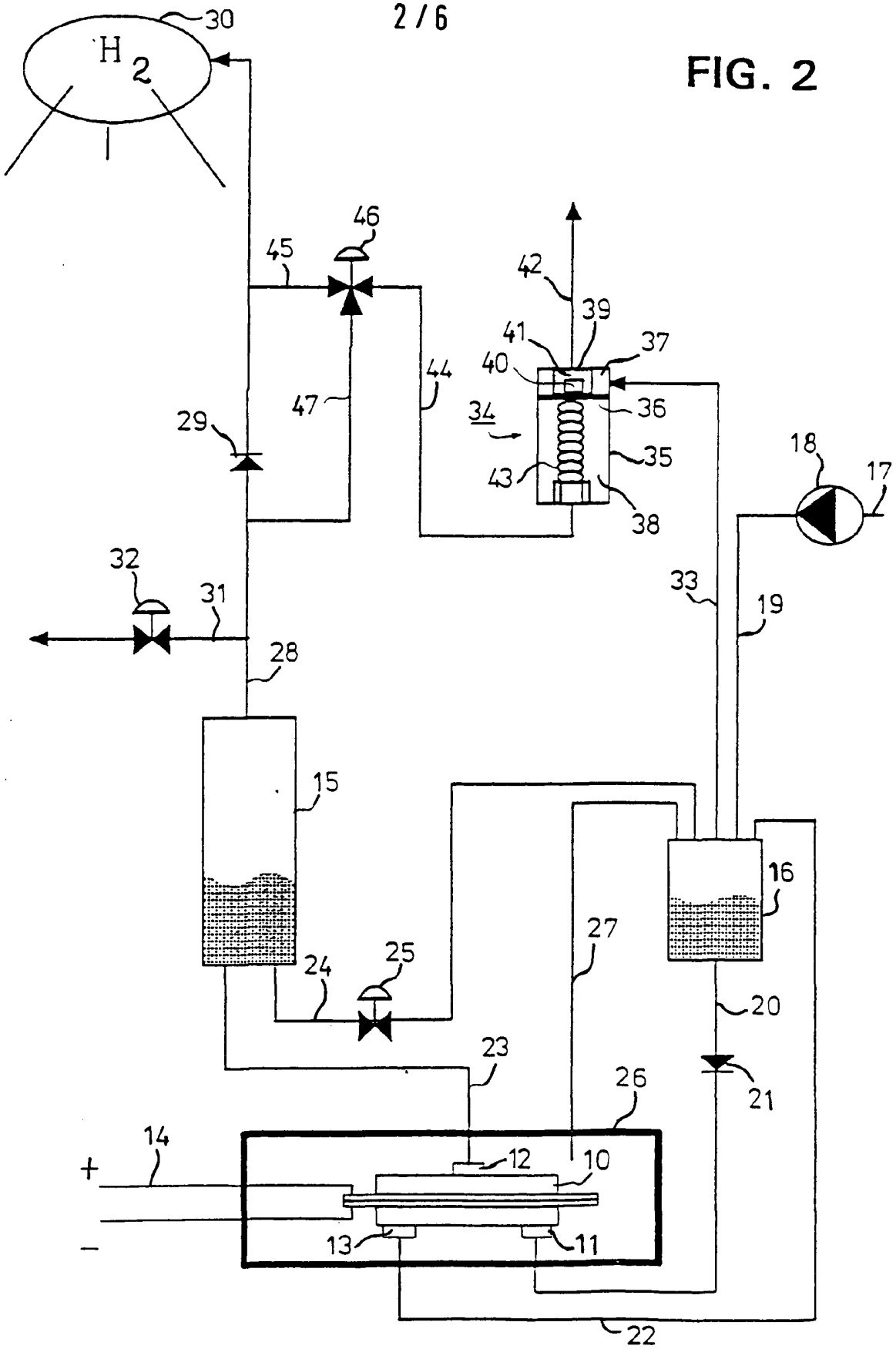

30
H 2
46
45
42
39
41
37
40
44
47
36
34
29
35
18
17
43
38
32
31
33
19
28
15
16
27
24
25
20
23
21
26
14
12
10
+
13
11
–
22

FIG. 3

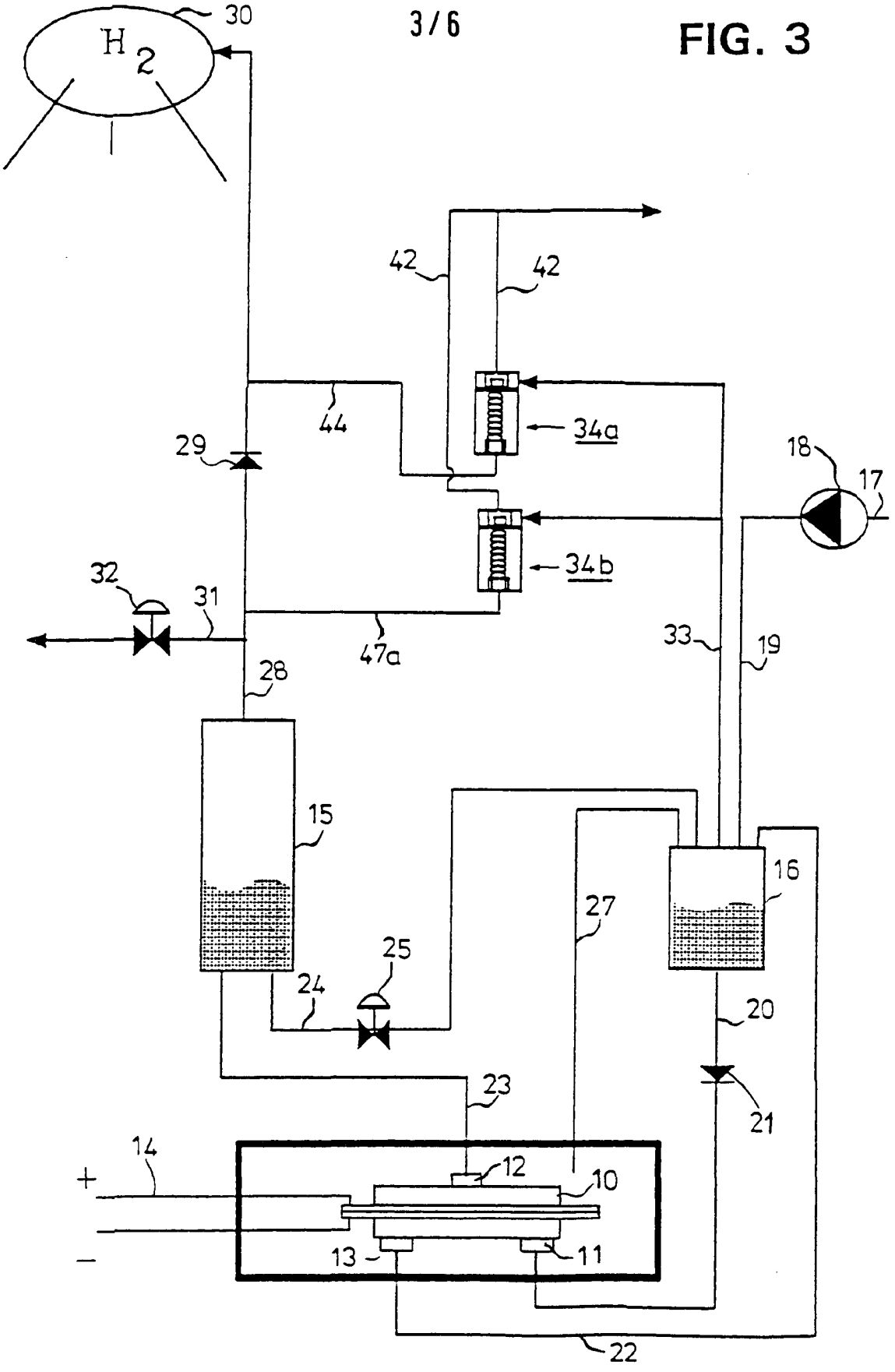
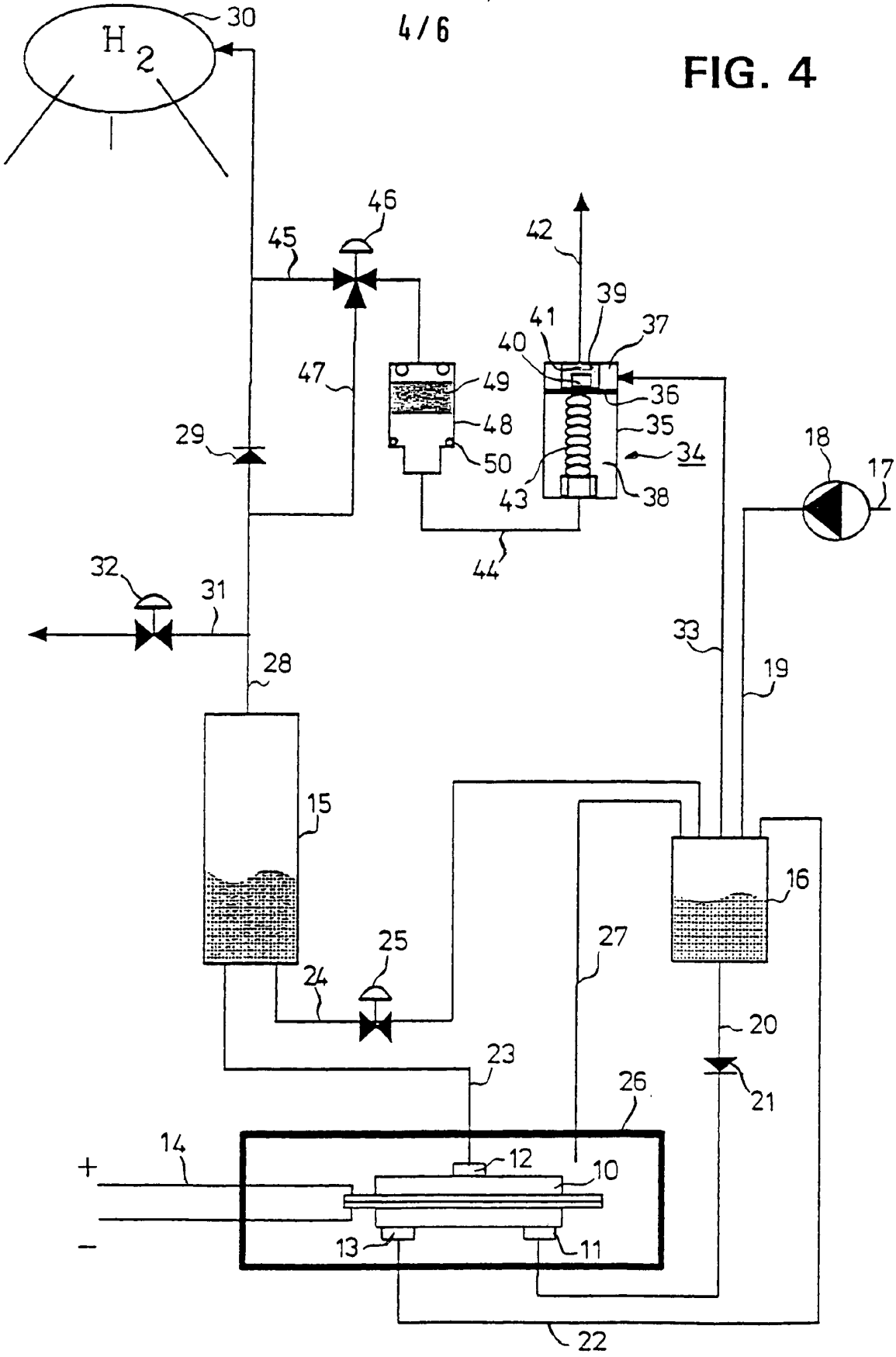

30
H 2
42
42
44
34a
29
18
17
34b
32
31
47a
33
19
28
15
16
27
25
24
20
23
21
14
+
12
10
13
11
−
22

FIG. 4


H 2
30
46
45
42
39
41
37
40
47
49
36
48
35
29
50
34
18
17
43
38
44
32
31
33
19
28
15
16
25
27
24
20
23
21
26
14
12
10
+
−
13
11
22

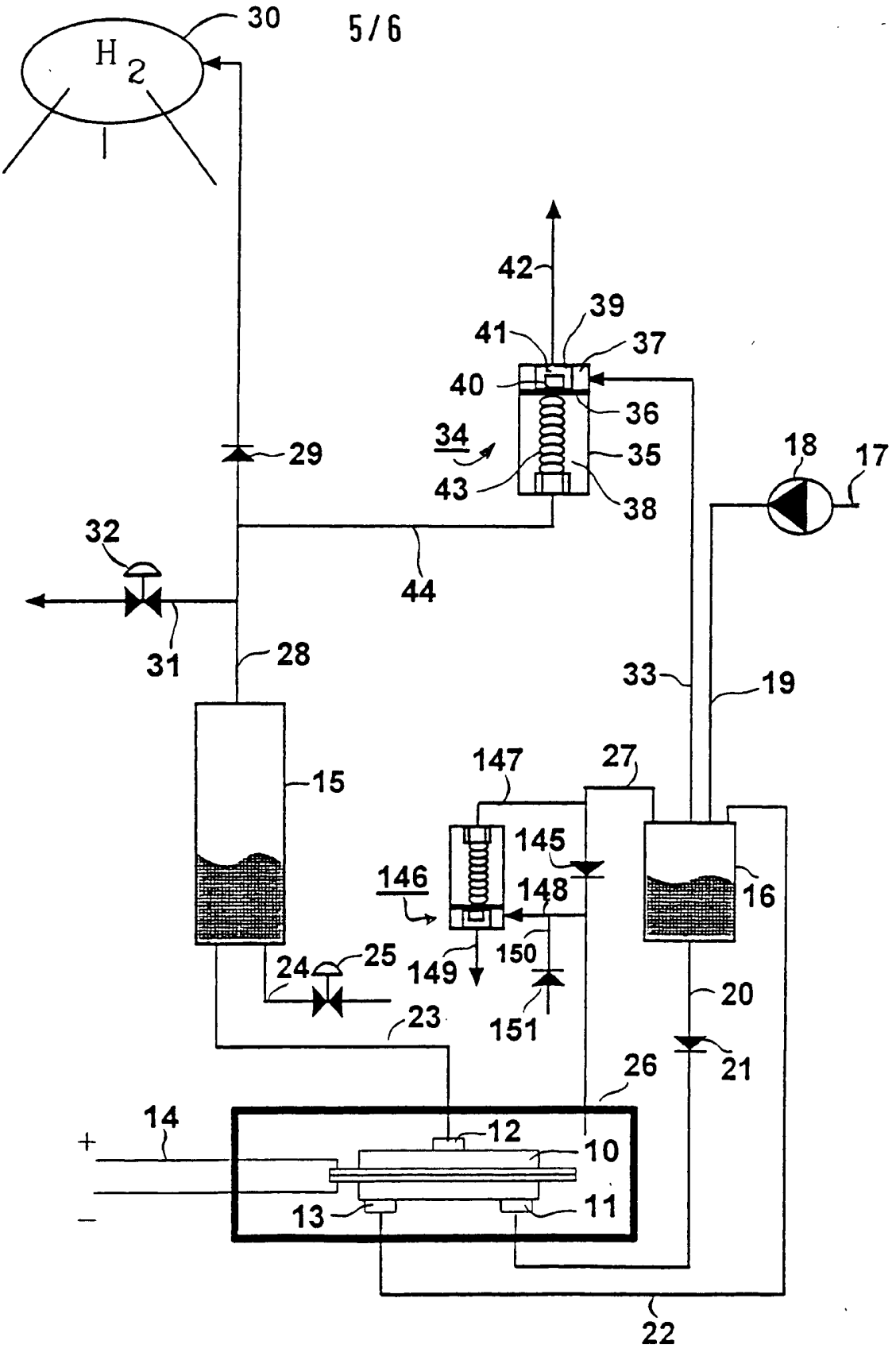

30
H 2
42
39
41
37
40
36
34
35
43
38
29
18
17
32
44
31
28
33
19
147
27
15
145
146
148
16
24
25
149
150
151
20
23
21
26
14
12
10
+
13
11
−
22

FIG. 5

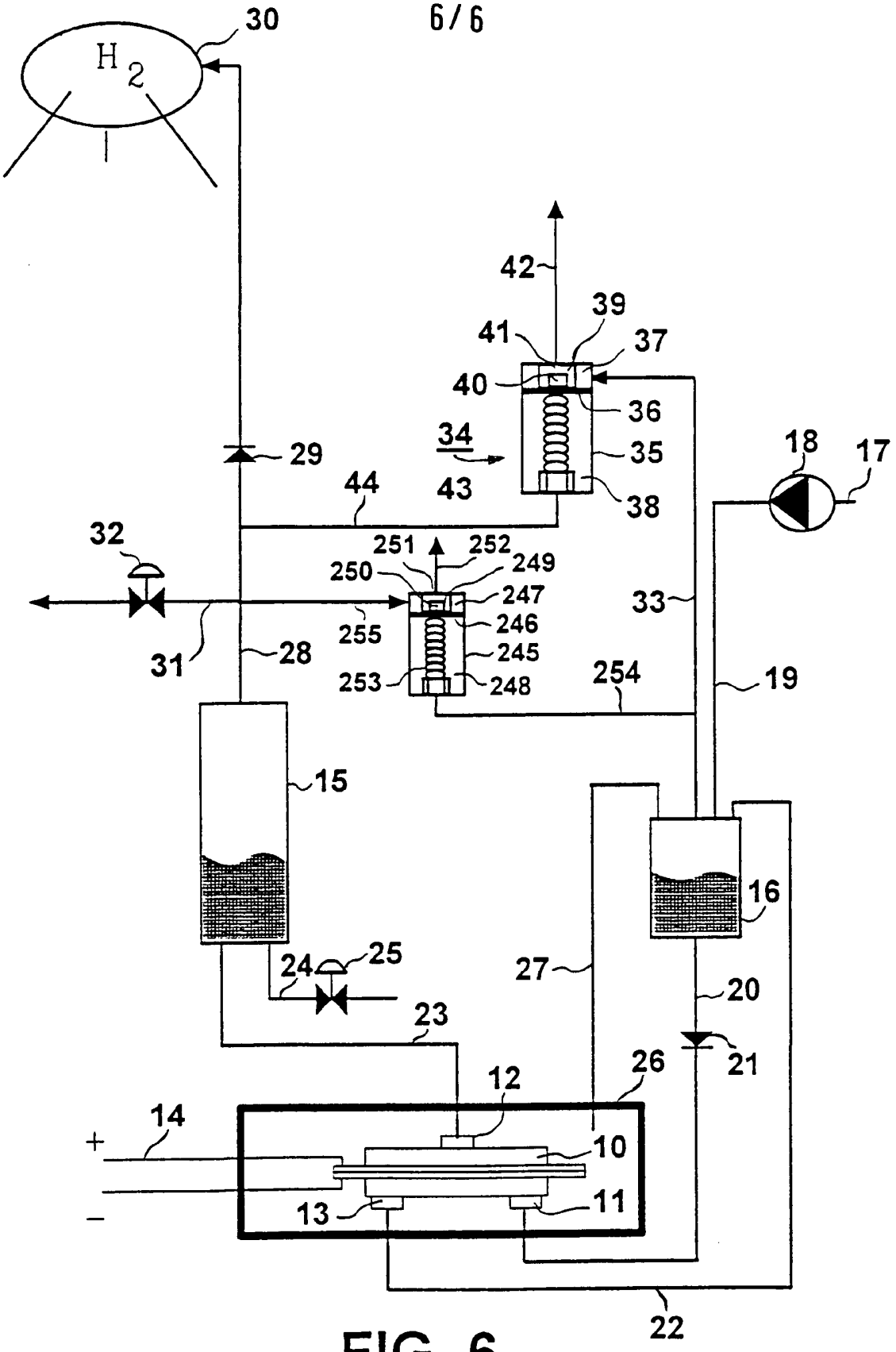

30
H 2
42
39
41
37
40
36
34
35
18
17
29
43
38
44
32
251
252
250
249
247
246
245
253
248
255
33
31
28
254
19
15
16
25
24
27
20
23
21
26
12
14
+
10
11
13
–
22

FIG. 6