
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8003133**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Werkwijze voor het opzamelen en opweken van energie door opslag van alkalimetalen.**

⑤1 Int.Cl.³: F24J1/02, C25C3/02.

⑦1 Aanvrager: SNAM PROGETTI S.p.A. te Milaan, Italië.

⑦4 Gem.: Ir. H. Mathol c.s.
Octrooi- en Merkenbureau van Exter
Willem Witsenplein 3 & 4
2596 BK 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8003133.

②2 Ingediend 29 mei 1980.

③2 Voorrang vanaf 29 mei 1979.

③3 Land van voorrang: Italië (IT).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 23084 .

②3 --

⑥1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 2 december 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Korte aanduiding: Werkwijze voor het opzamelen en opwekken van energie door opslag van alkalimetalen.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het opzamelen en opwekken van energie door opslag van alkalimetalen, en meer in het bijzonder op een werkwijze die gebaseerd is op het opslaan van alkalimetalen om daardoor overtollige, tijdens perioden van geringe vraag opgewekte elektrische energie, te verzamelen. Elektrische centrales met een hoog vermogen, bijvoorbeeld thermo-elektrische en thermonucleaire energiebedrijven, leveren een konstante hoeveelheid elektrische energie omdat de inrichting zich er niet toe leent de energieproductie snel aan de doorlopend fluctuerende vraag aan te passen.

De door verbruikers gedurende een gehele dag benodigde elektrische energie is niet konstant maar verandert doorlopend van een minimumwaarde tijdens de nacht tot een maximumwaarde tussen 19.00 en 22.00 uur.

Om aan de behoefte van de verbruiker te voldoen en gelijktijdig energieverspilling tegen te gaan, leveren de thermo-elektrische en kerncentrales overdag een konstante hoeveelheid elektrische energie die 60 tot 70% van het maximale vermogen bedraagt. De overblijvende 30% tot 40% van de benodigde energie wordt door een aantal kleine hulpinstallaties geleverd die parallel met het hoofdenergiebedrijf zijn verbonden en gewoonlijk uit hydro-elektrische krachtcentrales, kleine gasturbines of dieselininstallaties bestaan, die in verband met hun aanpassingsvermogen op ieder ogenblik in bedrijf kunnen worden gesteld om bij eventuele behoefte de noodzakelijke hoeveelheid energie te leveren, die de hoofdinstallatie niet kan verschaffen. Het spreekt echter vanzelf dat bij dit systeem 's nachts als de vraag gewoonlijk zeer laag is een teveel aan elektrische energie geleverd wordt. Deze overmaat aan energie mag niet verloren gaan en moet dus tot elke prijs worden teruggewonnen.

Uit "Energy" Vol. II "Non-nuclear Energy Technologies" (Addison - Wesley Publishing Company Inc. 1975) blz. 241-246 van S.S. Penner en L. Icerman, blijkt dat op het ogenblik het meest toegepaste en gemakkelijkste systeem voor het terugwinnen van de tijdens de perioden van geringe vraag teveel opgewekte energie bestaat uit het in werking stellen van opwekkings- en pompinstallaties in

hydroëlektrische krachtcentrales. De bedoeling van deze inrichtingen is het overdragen van tijdens de nacht opgewekte energie, als het verbruik laag is, naar de dag als de behoeften groter zijn. In principe wordt hierbij een bepaalde hoeveelheid water gedurende 5 de nacht in een bovenstrooms gelegen verzamelbasin gepompt (onder toepassing van door andere energiecentrales opgewekte energie) en tijdens de dag opnieuw gebruikt om de meer waardevolle piek-energie te verschaffen.

Hoewel dit systeem vrij goed en algemeen geschikt is, 10 wordt het gekenmerkt door een aantal nadelen, die de werking beperken. Ten eerste is dit systeem uitsluitend met hydroëlektrische krachtcentrales verbonden en kan dus alleen in gebieden of landen met een hoog percentage hydraulisch opgewekte elektrische energie worden toegepast. Bovendien is daarvoor niet alleen het boven- 15 strooms ten opzichte van de hydroëlektrische installatie gelegen verzamelbekken nodig, maar ook een benedenstrooms verzamelbekken om het pompsysteem van een bufferhoeveelheid water te voorzien die een voldoende lange werkingsduur garandeert.

Tenslotte blijkt uit "Alternative Energy Sources" (Academic 20 Press, 1976) blz. 11 van James P. Hartnett, dat het percentage hydraulisch opgewekte elektrische energie geleidelijk zal afnemen, niet alleen in Italië en Europa, maar ook elders in de wereld.

Op basis van deze voorspellingen ligt het voor de hand dat er een ander systeem gevonden moet worden voor het opslaan van 25 elektrische energie dat kan worden toegevoegd aan de bestaande opwekkings- en pompinstallaties of deze geleidelijk kan vervangen en de economische voordelen van laatstgenoemde bezit.

Men heeft nu geheel onverwachts een werkwijze gevonden voor het omzetten en opzamelen van energie door het opslaan van alkali- 30 metalen, die met betrekking tot de energiebalans goede resultaten levert, de typische nadelen van pompinstallaties vermijdt en gelijktijdig in staat is, zonder enige beperking ten aanzien van de hoeveelheid, energie terug te winnen. De werkwijze geeft in het bijzonder goede resultaten bij gebruik van natrium en lithium als 35 de metalen, doch het spreekt vanzelf dat ook andere metalen, zoals kalium of mengsels zoals lithium-natrium, kalium-natrium, lithium-kalium en lithium-kalium-natrium, soortgelijke resultaten verschaffen.

800 31 33

De hier beschreven werkwijze kan ook worden aangepast aan seizoenaccumulaties van elektrische energie, in het bijzonder in combinatie met zonneënergiebedrijven.

5 Deze krachtcentrales bezitten een zodanige grootte dat zij tijdens het winterseizoen op volle sterkte werken en dus tijdens het zomerseizoen, dat wil zeggen als de hoeveelheid zonneënergie een maximale waarde bereikt, een overmaat aan energie leveren.

10 De tijdens de zomermaanden door de zonne-energiebedrijven overtollige hoeveelheid energie kan voor de opslag van alkalimetaal gebruikt worden waaruit in de winter warmte en stoom teruggewonnen kunnen worden.

15 De onderhavige uitvinding verschaft een werkwijze waarbij het tijdens perioden van geringe vraag opgewekte surplus aan elektrische energie gebruikt wordt om elektrolytisch alkalimetalen te bereiden, onder toepassing van de overeenkomstige gesmolten hydroxyden als elektrolyt.

20 Het aldus verkregen metaal wordt opgeslagen en als de behoefte aan elektrische energie de hoogste grens bereikt wordt het metaal met een zodanige hoeveelheid van zijn waterige hydroxyde-oplossing vermengd dat eindelijk het zuivere hydroxyde in gesmolten toestand tezamen met een overeenkomstige hoeveelheid waterstof wordt verkregen. De ontwikkelde reaktiewarmte en de verbrandingswarmte van waterstof kunnen teruggewonnen worden onder vorming van zeer hete stoom, die weer als drijfmiddel voor het opnieuw opwekken van elektrische energie of alleen als warmtebron voor het verwarmen of voor
25 andere doeleinden kan worden gebruikt.

Meer in het bijzonder omvat de werkwijze der onderhavige uitvinding de volgende trappen:

30 a) Elektrolyse van gesmolten alkalihydroxyde met behulp van het tijdens perioden van geringe vraag opgewekte elektrische energie-surplus en opslaan van het aldus gevormde metaal in geschikte voorraadvaten.

35 b) Exotherme reactie van het alkalimetaal met een waterige oplossing van zijn hydroxyde in een geschikte houder onder vorming van waterstof en het zuivere gesmolten hydroxyde en opwekking van zeer hete stoom, die als aandrijving voor elektrische energie opwekkende systemen of gewoon als warmtebron gebruikt worden, door opvangen

van de reaktiewarmte en verbranden van de gevormde waterstof.

c) Terugwinnen na de warmte-overdracht van een deel van het hydroxyde dat overeenkomt met de hoeveelheid omgezet metaal en dit naar een verzamelhouder voeren.

5 d) Terugvoeren van het hydroxyde van trap C tijdens perioden van geringe vraag naar de elektrolysetrap om het opgewekte elektrische energiesurplus op te zamelen.

e) Mengen van het overgebleven hydroxyde met water en terugvoeren van het verkregen mengsel naar het reaktievat, eventueel na vooraf-
10 gaand opslaan.

Volgens de werkwijze der onderhavige uitvinding gebruikt men het tijdens perioden van geringe vraag opgewekte elektrische energiesurplus voor het in werking stellen van elektrolytische cellen, waarin als elektrolyt een alkalimetaalhydroxyde wordt toegepast.

15 Het aldus verkregen metaal wordt in geschikte houders verzameld en is geschikt voor gebruik als de behoefte aan elektrische energie boven het normale gemiddelde stijgt. Tijdens dergelijke perioden wordt het metaal naar een reaktievat gevoerd, waarin het vermengd wordt en reageert met een waterige oplossing van zijn hydroxyde onder vorming van een enkele verbinding bestaande uit de
20 hydroxyde van het toegepaste metaal, dat door de reaktiewarmte in gesmolten toestand blijft.

Hoewel de reactie van een alkalimetaal met water sterk exotherm is en in sommige gevallen, bijvoorbeeld natrium en lithium,
25 explosief kan zijn, wordt de aandacht erop gevestigd dat de onderhavige werkwijze dergelijke gevaren, dat wil zeggen explosies en ongecontroleerde warmte-ontwikkeling, vermijdt omdat de aanwezigheid van het hydroxyde in het reaktiemengsel twee gevolgen heeft, nl. absorptie van de reaktiewarmte en regeling van de metaal-water-
30 reactie, door het bevorderen van het geleidelijke contact tussen de twee elementen.

De concentratie van de alkalimetaalhydroxyde-oplossing is van uitzonderlijk belang voor het juiste verloop van de werkwijze, omdat een zeer verdunde oplossing het regelen van de reactie be-
35 moeilijkt, terwijl bij gebruik van een zeer geconcentreerde oplossing voor het doel waarvoor de werkwijze bestemd is per tijdseenheid onvoldoende warmte teruggewonnen kan worden. Verder hangt de

800 31 33

concentratie van de oplossing af van het gebruikte alkalimetaal, waarbij het gebruik van natrium het voordeel oplevert dat men met oplossingen met een concentratie van 10 tot 98 gew.% kan werken. De temperatuur in de reaktor is steeds afhankelijk van de reactie
5 tussen metaal en het water van de oplossing. De werkwijze wordt steeds zodanig uitgevoerd dat de temperatuur boven het smeltpunt van de gevormde hydroxyde stijgt die bij natriumhydroxyde tussen 400 en 650°C ligt.

Met de druk in de reaktor, die afhankelijk is van de concen-
10 tratie van de oplossing, moet worden voorkomen dat de oplossing bij de aanvangsconcentratie en temperatuur gaat koken. Bij het gebruik van natriumhydroxyde bedraagt de druk 4 tot 50 kg/cm². Bij de reactie van alkalimetaal met zijn hydroxyde-oplossing ontstaat waterstof. Elke kilogram natrium levert 0,51 Nm³ waterstof, dat met een
15 calorische waarde van 58,3 Kcal/mol een extra warmtebron vormt.

Het bij de reactie verkregen gesmolten alkalihydroxyde wordt uit de reaktor verwijderd en naar een warmte-uitwisselaar gevoerd waarin stoom wordt gevormd. Na de warmte-overdracht wordt het hydroxyde, dat nog steeds een temperatuur iets boven het smeltpunt
20 bezit en dus gemakkelijk kan worden behandeld, in twee delen verdeeld. Het eerste deel, overeenkomend met het omgezette alkalimetaal, wordt opgeslagen en kan naar de elektrolysetrap teruggevoerd worden om het tijdens perioden van geringe vraag opgewekte elektrische energiereserve opnieuw te accumuleren, terwijl het tweede
25 gedeelte met water tot een waterige oplossing wordt vermengd die wordt teruggevoerd en in het reaktievat wordt gebruikt.

De werkwijze bestaat dus uit twee kringlopen, één voor het alkalimetaal en de andere voor zijn hydroxyde, waarbij deze twee kringlopen de chemische reaktiefase en warmte-overdrachtfase gemeen
30 hebben.

Bij de beschrijving der onderhavige werkwijze wordt aangenomen dat de chemische reactie zodanig verloopt dat het alkalihydroxyde uiteindelijk geheel vrij is van water, doch dit is geen absolute beperking, omdat ook wanneer een zeer sterk geconcentreerde
35 oplossing de reaktor verlaat in plaats van het gesmolten hydroxyde, dezelfde resultaten kunnen worden verkregen.

De werkwijze der onderhavige uitvinding wordt nu aan de hand

van het stromingsdiagram in de bijgaande tekening op niet-beperken-
de wijze nader toegelicht.

Het tijdens de perioden van geringe vraag opgewekte elektrische
energiesurplus gebruikt men voor het bereiden van alkalimetaal in
5 de elektrochemische cel 5. Het aldus verkregen metaal stroomt via
leiding 14 naar verzamelhouder 2, waarin het blijft opgeslagen zo-
lang de vraag naar energie gering is. Als de vraag toeneemt wordt
het alkalimetaal via leiding 6 naar reaktor 1 en de waterige oplos-
sing van de metaalhydroxyde via leiding 7 naar reaktor 1 gevoerd.

10 Het water van de oplossing reageert in de reaktor 1 met het
alkalimetaal zodat de via leiding 10 stromende lading uit gesmolten
hydroxyde met een hoge temperatuur of uit een zeer geconcentreerde
hete oplossing bestaat, terwijl de bij de reactie gevormde waterstof
via leiding 15 naar de niet in de tekening weergegeven kookketel ge-
15 voerd wordt. Het gesmolten hydroxyde gaat naar warmte_uitwisselaar
3, waarin de reaktiewarmte teruggewonnen wordt. Na de warmte-over-
dracht verdeelt men het hydroxyde in twee delen. Een deel overeen-
komende met de uit vat 2 afkomstige metaalhoeveelheid gaat via lei-
ding 12 naar voorraadhouder 4, waaruit het gedurende de perioden
20 van hoge elektrische energie-afname wordt onttrokken en via leiding
13 naar elektrochemische cel 5 wordt teruggevoerd, terwijl het
tweede gedeelte, na inspuiten van water via leiding 9 door leiding
11 naar pomp 8 wordt gevoerd die de oplossing naar de reaktor
terugvoert.

25 In het voorbeeld wordt de werkwijze der uitvinding nader
toegelicht.

Voorbeeld

Aan de voorraadhouder wordt 1 kg natrium met omgevingstempe-
ratuur onttrokken en wordt met 10,85 kg van een 92,46 gew.%'s NaOH-
30 oplossing met een temperatuur van 350°C naar de reaktor gevoerd. Om
te voorkomen dat de oplossing gaat koken wordt in de reaktor een
druk van 6 kg/cm² gehandhaafd,

Uit de reaktor komt 0,51 Nm³ waterstof met een temperatuur
van 100°C die bij verbranding 1518 Kcal levert, en 11,81 kg na-
35 triumhydroxyde met een temperatuur van 634°C die naar de warmte-
uitwisselaar gevoerd wordt.

Uit deze inrichting wordt 1071,44 Kcal gewonnen en wordt

8003133

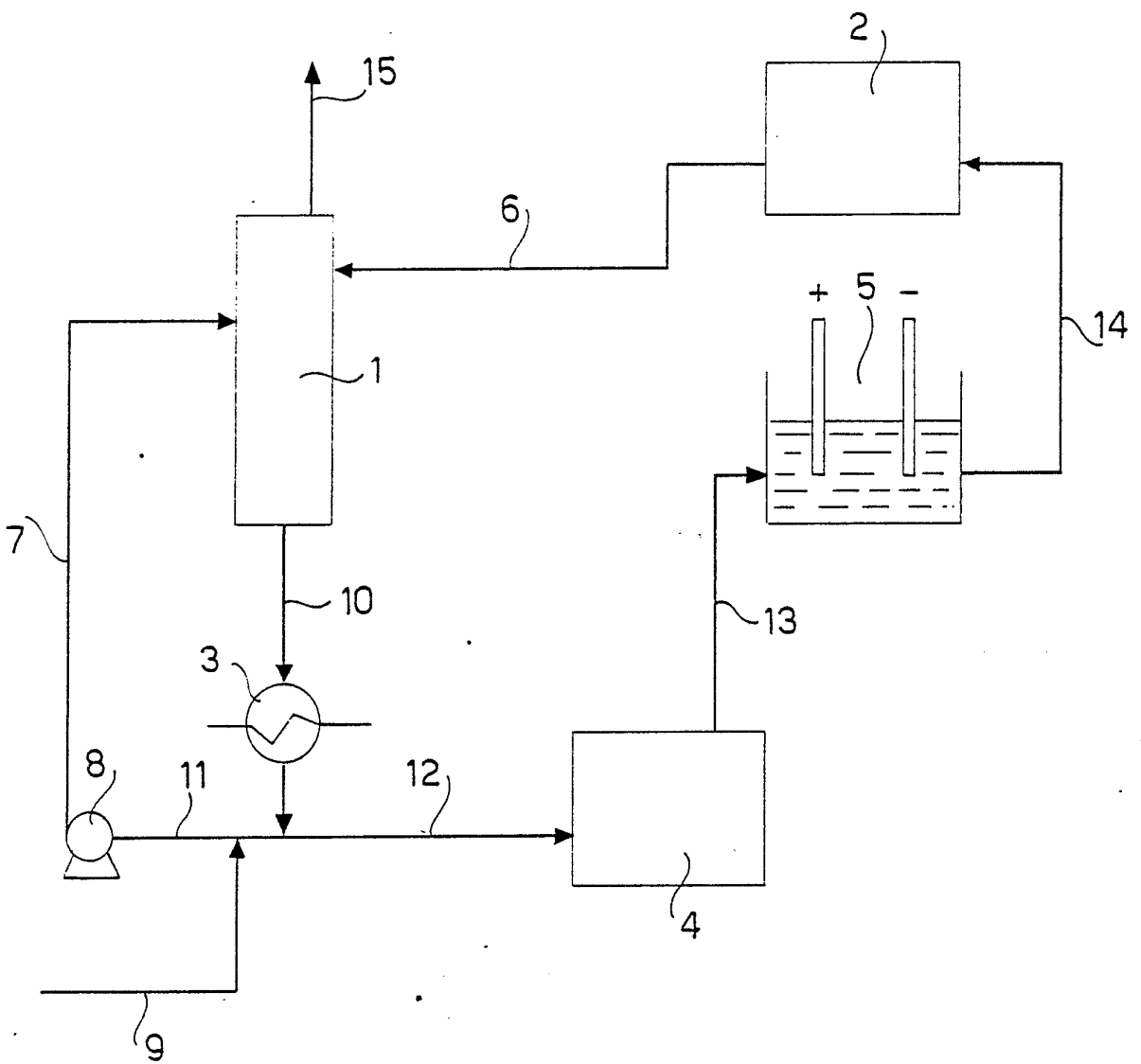
natriumhydroxyde met een temperatuur van 350°C afgevoerd. 1,7 kg natriumhydroxyde, overeenkomende met de omgezette hoeveelheid natrium, wordt in een geschikt vat opgeslagen, terwijl de overblijvende 10,11 kg natriumhydroxyde met een temperatuur van 350°C met
5 0,74 kg water vermengd wordt om opnieuw een oplossing te vormen die naar de reaktor wordt teruggevoerd.

Tijdens perioden met een surplus aan elektrische energie wordt de opgeslagen natriumhydroxyde naar een elektrolysecel gevoerd, waaruit de oorspronkelijke hoeveelheid natrium teruggewonnen
10 en opgeslagen wordt en gereed is voor het opnieuw opwekken van energie.

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het opzamelen van energie door opslag van alkalimetalen, m e t h e t k e n m e r k, dat de werkwijze de volgende trappen omvat:
 - a) Elektrolyse van gesmolten alkalihydroxyde met behulp van het tijdens perioden met geringe vraag opgewekte elektrische energiesurplus en opslaan van het aldus gevormde metaal in geschikte voorraadhouders.
 - b) Exotherme reactie van het alkalimetaal met een waterige oplossing van zijn hydroxyde in een geschikte houder onder vorming van waterstof en het zuivere hydroxyde in gesmolten toestand en opwekken van zeer hete stoom, die als aandrijving voor elektrische energie opwekkende systemen of als warmtebron gebruikt wordt, door opvangen van de reaktiewarmte en verbranden van de gevormde waterstof.
 - c) Terugwinnen na de warmte-overdracht van een deel van het hydroxyde dat overeenkomt met de hoeveelheid omgezet metaal en dit naar een verzamelhouder voeren.
 - d) Terugvoeren van het hydroxyde van trap c tijdens perioden met geringe afname naar de elektrolysetrap om het opgewekte elektrische energiesurplus op te zamelen.
 - e) Mengen van het overgebleven hydroxyde met water en terugvoeren van het verkregen mengsel naar het reaktievat, eventueel na voorafgaand opslaan.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat het alkalimetaal wordt gekozen uit natrium, lithium, kalium, of lithium-natrium, kalium-natrium, lithium-natrium en lithium-natrium-kaliummengsels.
3. Werkwijze volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat het alkalimetaal natrium is.
4. Werkwijze volgens conclusie 3, m e t h e t k e n m e r k, dat de natriumhydroxyde-oplossing die naar de reaktor gevoerd wordt, een concentratie bezit van 10 tot 98 gew.%.
30

8003133



8003133