

- 1 Menetelmä vettä sisältävän aineen kuivattamiseksi
voimalaitosprosessissa ja menetelmässä käytetty kuivuri
Förfarande för torkning av vatten innehållande ämne i en kraft-
verksprocess och torkanordning för användning vid förfarandet

5

Keksinnön kohteena on menetelmä vettä sisältävän aineen kuivattamiseksi
voimalaitosprosessissa ja menetelmässä käytetty kuivuri.

10

Nykyiset kuivatusmenetelmät ovat epätaloudellisia pääosin märän poltto-
aineen esikuivatuksen kalleuden vuoksi. Myöskään turbiini- ja kuivuri-
ratkaisut eivät nykyisessä muodossaan ole taloudellisia.

- 15 Nykyisin kiinteää ainetta esim. turvetta, puuhaketta tai kivihiiltä,
kuivataan paineistamattomana. Poltto tapahtuu arinakattilalla, pöly-
poltolla tai leijukerros-poltolla. Kehittyneimmissä kaasuturbiinivoima-
laitoksissa vesihöyryä syötetään injektiohöyrynä kaasuturbiiniin.
Tällöin sekä massavirta kaasuturbiinin läpi että kaasun ominaislämpö
20 kasvavat ja kaasuturbiinin akselilta saatava teho ja prosessin hyötysu-
hde nousevat. Kuitenkaan tekniikan tason ratkaisut eivät mahdollista
kuivatukselle ja koko prosessille parasta mahdollista hyötysuhdetta.

- Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä kuvatussa tekniikassa
25 esiintyvät haitat ja saada aikaan aivan uudentyyppinen vettä sisältävää
ainetta kuivaava kuivuri. Keksinnön päämääränä on myös aivan uudentyyp-
pinen vettä sisältävän aineen kuivatusmenetelmä.

- Keksintö perustuu siihen, että kiinteää, lietemäistä tai nestemäistä
30 materiaalia kuivataan laitteella kierrättämällä kuivatuksessa syntynyt-
tä höyryä niin, että ainakin osa polttoaineesta syntyneestä höyrystä
johdetaan takaisin kuivuriin ja kyseisellä höyryllä leijutetaan tai kupli-
tetaan kuivattavaa materiaalia. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa energian
tuonti kuivuriin tapahtuu ainakin osittain kuivattavassa kerroksessa
35 olevien putkien kautta virtauttamalla putkissa kaasumaista materiaalia,
esim. kaasuturbiinin poistokaasuja. Virtautettaessa kaasumaista materiaa-
lia, ei faasimuutosta kyseisen väliaineen kohdalla tapahdu.

- 1 Kuivatuksessa syntyneestä höyrystä ainakin osa johdetaan injektio-
höyryksi kaasuturbiinille sen polttolaitteeseen.

- Keksinnön mukaiselle menetelmälle vettä sisältävän aineen kuivattami-
5 seksi voimalaitosprosessissa on pääasiallisesti tunnusomaista, että
höyryä kierrätetään höyrynkierrätyspiirissä, jolloin ainakin osa höy-
rystä siirretään injektiohöyryksi sähköä tuottavaan kaasuturbiiniin.

- Keksinnön mukaiselle kuivurille on pääasiallisesti tunnusomaista, että
10 kuivuri käsittää höyrynkierrätyspiirin, jolloin kuivatettavasta mate-
riaalista syntynyt höyry kierrätetään ainakin osittain takaisin kuivu-
riin sen tilaan ja että on ainakin yksi yhde kuivatuksessa tilassa syn-
tyneen höyryn johtamiseksi injektiohöyryksi sähköä tuottavalle kaasu-
turbiniinille, edullisesti sen poltto- tai kaasutuslaitteeseen.

- 15 Keksintöä selostetaan seuraavassa viittaamalla oheisien piirustuksien
kuvioissa esitettyihin keksinnön eräisiin edullisiin suoritusmuotoihin,
joihin keksintöä ei ole tarkoitus kuitenkaan yksinomaan rajoittaa.

- 20 Kuviossa 1 on esitetty kaaviomaisesti prosessi, jossa käytetään kek-
sinnön mukaista kuivuria ja keksinnön mukaista vettä sisältävän aineen
kuivatusmenetelmää.

- Kuviossa 2 on esitetty poikkileikkauskuvantona keksinnön mukainen
25 kuivuri.

Kuviossa 3 on esitetty leikkaus I-I kuviosta 2.

- Kuviossa 4 on esitetty keksinnön suoritusmuoto, jossa höyrynkiertopi-
30 riin on sovitettu tulistin.

Kuviossa 5A-5C on esitetty kuivatettavan materiaalin kuivuriintuonti-
järjestelyjä.

- 35 Kuviossa 1 on esitetty prosessikaaviona keksinnön mukaisen kuivurin eräs
käyttö. Nuolella L_1 esitetysti tuodaan vettä sisältävä aine A_1 kuivuriin
10. Lämpöenergia tuodaan yhdettä 12 pitkin lämmönvaihtimeen 12a ja

- 1 lämpöenergia siirretään kuivatettavaan materiaaliin. Kuivatettavana aineena voidaan käyttää esim. kosteudeltaan 70 %:sta jyrsinturvetta. Ylipäättänsä voidaan keksinnön mukaisessa kuivurissa käyttää mitä tahansa vettä sisältävää kuivatettavaa ainetta. Aineen A_1 sisältämä kosteus
- 5 saadaan prosessin väliaineeksi ohjaamalla se yhdettä 11 pitkin poltto- tai kaasutuslaitteen 13 polttokammioon 13a. Kuivatettavaa ainetta A_1 sen ollessa polttoainetta A_2 voidaan käyttää kaasuturbiinin 14 polttoaineena.

- Injektiohöyry tuodaan yhdettä 11 pitkin poltto- tai kaasutuslaitteen 13
- 10 paineistettuun osaan edullisesti polttokammioon 13a. Höyry korvaa osan kompressorin 15 läpi tulevasta ilmasta. Samalla kompressorin 15 tehon- tarve pienenee ja entistä suurempi osa kaasuturbiinin 14 tehosta siirtyy generaattorin 16 tehoksi. Kompressorin 15 tuottaa tarvittavan palamis- ilman, joka johdetaan polttolaitteeseen 13 paineilmaputkiston 15a kautta.
- 15 Kompressorin 15 nostaa ilmanpaineen esim. 12 bariin. Kyseisessä paineessa ilma sitten johdetaan polttolaitteeseen 13 sen polttokammioon 13a.

- Polttoaineen A palamisen vuoksi ilman ja polttoaineen palaessa synty- neiden savukaasujen seos lämpenee noin $850-1200^{\circ}\text{C}$. Polttolaitteeseen 13
- 20 sen polttokammioon 13a tuodaan yhdettä 11 pitkin ainakin osa siitä höyrystä, joka on erotettu kuivurissa 10 vettä sisältävästä aineesta A_1 .

- Höyryn syötön eräs tarkoitus on polttokammion loppulämpötilan säätö, jolloin se korvaa normaalisti tarvittavaa yli-ilmaa. Näin ollen polt- tokammion 13a lämpötila pidetään tasolla, jonka materiaalit sallivat.
- 25 Näin ollen kun ilmaa jäähdytysmielessä korvataan höyryllä, pienenee ilman komprimointiin tarvittava teho ja generaattorille 16 jää enemmän tehoa. Osa polttoaineen A tuhkasta poistetaan polttolaitteesta 13 kanavia myöten suoraan ulos. Osa savukaasuista siirtyy savukaasujen
- 30 kuumapuhdistimelle 18, josta epäpuhtaampi kaasua ja tuhka poistetaan poistoyhteen 19 kautta. Puhtaampi kaasua johdetaan yhdettä 17 pitkin edelleen kaasuturbiiniin 14, jossa kaasut paisuvat ja kehittävät liike-energiaa. Liike-energialla pyöritetään samalla akselilla olevaa kompressorin 15 sekä generaattorin 16, jolla tuotetaan sähköä. Edellä
- 35 mainitun työn tehtyään savukaasujen paine laskee ympäristön paineeseen. Kaasuturbiinista 14 saatava teho on suurempi kuin kompressorin 15 tarvitsema teho, jolloin ylimääräinen teho saadaan talteen kaasutur- biinin 14 generaattorista 16.

1 Kuivuri 10 on edullisesti paineistettu, jolla tässä hakemuksessa tarkoitetaan sitä, että kuivatus kuivurin kuivatustilassa tapahtuu ylipaineessa ilmanpaineeseen nähden. Painealue on tyypillisesti 5-50 bar:a.

5

Kuviossa 2 on esitetty keksinnön mukainen kuivuri periaatteellisesti ja poikkileikkauskuvantona. Kuivuri 10 käsittää ulkovaipan 20, joka muodostuu edullisesti ympyrälieriövaippaosuudesta 20a ja päätyosista 20b₁ ja 20b₂. Kuivuri on pitkittäisakseliltaan X pystysuuntaisesti. Kuivurin 10 vaipan 20 sisälle on sovitettu lämmönsiirtoputket 21. Lämmönsiirtoputket 21 on kiinnitetty päädyistään kuivurin alaosassa reikälevyyn 22 ja kuivurin yläosassa reikälevyyn 23. Kuivurin 10 lieriövaippaosan 20a lämmönsiirtoputkien 21 ja levyjen 22 ja 23 väliin jää kuivatettavalle materiaalille A tila 24. Lämmönsiirtoaine, edullisesti kaasuturbiinin 14 poistokaasut, johdetaan kanavaa 25 pitkin levyn 22 ja kuivurin vaippaosan päätyosan 20b₁ väliseen tilaan C₁, josta savukaasut kulkeutuvat suorita putkia 21 pitkin toisen levyn 23 ja päätyosan 20b₂ väliseen tilaan C₂ ja edelleen kanavaa 26 pitkin ulos kuivurista 10. Lämpö siirtyy savukaasuista kuivatettavaan materiaaliin A. Kuivatuksessa vettä sisältävästä aineesta A, esimerkiksi polttoaineesta syntyvä höyry johdetaan yhdettä 27 pitkin tilan 24 yläosasta höyrypuhaltimen 28 kierrättämänä takaisin kuivuriin 10 tilan 24 alaosaan. Kyseisellä kuivatettavasta materiaalista syntyneellä höyryllä leijutetaan tai kuplitetaan kuivatettavaa materiaalia A. Materiaali A johdetaan tilaan 24 suutinlevyn 29 päälle. Höyry johdetaan kanavaa 27 pitkin levyn 22 ja suutinlevyn 29 väliseen tilaan C₃, josta se johdetaan suutinaukkojen 30 kautta kuivatettavaan materiaaliin A tilassa 24. Suutinaukkojen 30 kautta jaetaan höyry tasaisesti kuivatettavaan materiaaliin. Kun se tuodaan altapäin kuivatettavaan materiaalikerrokseen, kuplitetaan tai leijutetaan levyn 29 päällä olevaa kuivatettavaa materiaalia A.

Höyryn kierrätyspiirissä 27 on haarapiste 31 höyryn johtamiseksi yhdettä 11 pitkin ainakin osittain muualle hyötykäyttöön esimerkiksi kuvion 1 prosessissa kaasuturbiinille 14 kaasuturbiinin paineistettuun osaan edullisesti sen polttoyksikköön 13 tai kaasutusyksikköön injektiohöyryksi. Höyryä ja sen energiaa voidaan hyödyntää myös muuten. Höyry voidaan siirtää esim. höyryturbiiniprosessin höyrypiirin tulistimiin, lämmönvaihtimiin jne.

1 Kuviossa 3 on esitetty leikkaus I-I kuviosta 2. Kuivatettava vettä
sisältävä aine tuodaan kuivurivaipan 20a ja lämmönsiirtoputkien 21 väli-
seen tilaan 24. Lämmönsiirtoputket 21 ovat edullisesti suoria putkia,
jolloin minimoidaan virtaushäviöt. Tila 24 on edullisesti paineistettu
5 esimerkiksi 12 barin paineeseen. Kuivatettava materiaali on kyseisessä
tilassa olennaisesti höyryatmosfäärissä.

Kuviossa 4 on esitetty keksinnön suoritusmuoto, jossa höyrynkieropiirin
27 höyryä tulistetaan tulistimessa 32. Energia tulistamiseen voidaan
10 saada joko kaasuturbiiniprosessin pakokaasuista, kompressorin väli-
jäähdytyksestä tai jostain muualta.

Edellä esitetyissä kuvioissa on mahdollista suoritusmuoto, jossa kuivat-
tavan kerroksen 24 läpi menevät putket 21 on eristetty ainakin osittain
15 pintalämpötilan rajoittamiseksi kuivatettavan materiaalin ja putken 21
kosketuskohdassa. Edullisesti suoritetaan tämä eristäminen putkiosuuk-
silta, missä savukaasujen lämpötila on korkein.

Kuviossa 5A on esitetty eräs polttoaineen syöttö- ja tyhjennysratkaisu
20 kuivurissa, joka käsittää pystyyn asennetun lieriövaipan ja sen läpi
kulkevat lämmönsiirtoputket 21. Kuviossa 5A on esitetty kuivatettavan
kiinteän materiaalin syöttö paineistettuun kuivuriin 10. Syöttö tapahtuu
seuraavasti. Kiinteä materiaali syötetään paineistamattomaan syöttö-
siiloon 33. Syöttösiilosta 33 kuivatettava materiaali valutetaan paino-
25 voiman avulla alapuolella sijaitsevaan astiaan 34, joka tarpeen mukaan
toimii paineistamattomana tai paineistettuna. Astioiden välillä on
paineenpitävä sulkulaite 35. Tästä astiasta 34 kuivattava materiaali
valutetaan edelleen seuraavaan astiaan 36, joka on koko ajan paineisena.
Ennen valutuksen alkamista on välisäiliön painetaso nostettava samalle
30 tasolle, mitä kuivurin paine on. Astioiden välissä on paineen kestävä
sulkulaite 37. Välisäiliön tyhjennettyä suljetaan sen alapuolinen sulku-
laite ja välisäiliön paine lasketaan ulos. Välisäiliön yläpuolella oleva
venttiili avataan välisäiliön täyttämiseksi. Kuivan materiaalin poisto
laitteesta tapahtuu vastaavin laittein kuin syöttö, ainoastaan toimen-
35 pidejärjestys on päinvastainen.

1 Kuviassa 5B on esitetty lietemäisen aineen syöttö- ja poistoratkaisu kuivurista. Lietemäinen aine tuodaan pumpulla 38 ja poistetaan poistopumpulla 39 omia kanaviaan pitkin.

5 Kuviassa 5C on esitetty leijutettavan kuivattavan materiaalin tuontiratkaisu kuivuriin 10. Materiaali tuodaan ruuvikuljettimen 40 avulla kuivurivaipan 20a läpi ja kuivattu materiaali poistetaan kuivurin yläosasta leijukerroksen päältä. Ratkaisun etuna on, että leijutuksessa raskaat epäpuhtauspartikkelit jäävät leijukerroksen pohjalle ja ne
10 voidaan sieltä erikseen poistaa.

15

20

25

30

35

1 Patenttivaatimukset

1. Menetelmä vettä sisältävän aineen kuivattamiseksi voimalaitosprosessissa, jossa vettä sisältävä aine ($A;A_1$) johdetaan kuivuriin (10) paineistettuun tilaan (24), joka tila rajoittuu lämmönsiirtoputkiin (21), joissa virtautetaan kaasumaista ainetta, edullisesti kaasuturbiinin savukaasuja, josta lämpö siirretään kuivatettavaan materiaaliin, ja jossa menetelmässä kuivatettava materiaali on olennaisesti kuivatuksen aikana höyryatmosfäärissä, t u n n e t t u siitä, että höyryä kierrätetään höyrynsiirretyspiirissä (27), jolloin ainakin osa höyrystä siirretään injektiohöyryksi sähköä tuottavaan kaasuturbiiniin (14).

2. Edellä olevan patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä käytetään lisätulistinta (32) kierrätyshöyryn tulistamiseksi ennen sen siirtämistä kuivuriin (10) sen painestettuun tilaan (24).

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kuivatettavaa materiaalia kuplitetaan tai leijutetaan höyryatmosfäärissä johtamalla kierrätyshöyry suutinlevyn (29) suutinaukkojen (30) tai vastaavien kautta kuivatettavan materiaalin alapuolelle.

4. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen mukaisessa menetelmässä käytetty kuivuri (10), joka kuivuri käsittää kuivurin sisäisen ylipaineistetun tilan (24), johon kuivatettava materiaali ($A;A_1$) tuodaan ja joka kuivuri käsittää lämmönsiirtoputket (21), jotka ainakin osittain rajoittuvat kyseiseen tilaan (24) ja joissa virtautetaan kaasumaista ainetta, edullisesti savukaasua, jolloin virtautetun kaasumaisen aineen lämpö siirretään kuivatusprosessiin, t u n n e t t u siitä, että kuivuri käsittää höyrynsiirretyspiirin (27), jolloin kuivatettavasta materiaalista syntynyt höyry kierrätetään ainakin osittain takaisin kuivuriin (10) sen tilaan (24) ja että on ainakin yksi yhde (11) kuivatuksessa tilassa (24) syntyneen höyryn johtamiseksi injektiohöyryksi sähköä tuottavalle kaasuturbiinille (14), edullisesti sen poltto- tai kaasutuslaitteeseen.

1 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen kuivuri, t u n n e t t u
siitä, että höyrynsiirretyspiiri (27) käsittää haarayhteen (11),
jonka kautta siirretään ainakin osa höyrystä muuhun voimalaitos-
prosessiin höyryn energian hyödyntämiseksi.

5

6. Patenttivaatimuksen 4 tai 5 mukainen kuivuri, t u n n e t t u
siitä, että laitteisto käsittää suutinlevyn (29) tai vastaavan, jonka
kautta johdetaan höyry kuivurin sisäiseen tilaan (24) kuivatettavan
aineen leijuttamiseksi tai kuplittamiseksi.

10

7. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 4,5 tai 6 mukainen kuivuri,
t u n n e t t u siitä, että laitteisto käsittää olennaisesti suorat
lämmönsiirtoputket (21), jotka on kiinnitetty levyihin (22,23) kaasumai-
sen aineen kuten jätekaasujen virtauttamiseksi ensin kuivurin (10) levyn
15 (22) ja kuivurin (10) päätyosan (20b₁) väliseen tilaan (C₁) ja kysei-
sestä tilasta (C₁) putkien (21) kautta levyn (23) ja kuivurin toisen
päätyosan (20₂) väliseen tilaan (C₂) ja siitä edelleen kanavaa (26)
pitkin ulos kuivurista (10).

20

25

30

35

1 Patentkrav

1. Förfarande för torkning av vatten innehållande ämne i en kraftverks-
process, där det vatten innehållande ämnet ($A;A_1$) leds till ett trycksatt
5 utrymme (24) av en torkanordning (10), vilket utrymme begränsas till värme-
överföringsrör (21), där man låter gasformigt ämne strömma, fördelaktigt
rökgaser från en gasturbin, från vilka värme överförs till materialet
som skall torkas och vid vilket förfarande materialet som ska torkas är
väsentligen i ångatmosfär under torkningen, k ä n n e t e c k n a t
10 därav, att ånga cirkuleras i en ångcirkulationskrets (27), varvid åtmins-
tone en del av ångan överförs som injektionsånga till en gasturbin (14)
som producerar elektricitet.

2. Förfarande enligt föregående patentkrav, k ä n n e t e c k n a t
15 därav, att man vid förfarandet använder sig av en extra överhettare (32)
för överhettning av cirkulationsången innan den införs till torkanord-
ningen (10) till dess trycksatta utrymme (24).

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t
20 därav, att materialet som ska torkas bringas att bubbla eller sväva i
ångatmosfär genom att leda cirkulationsången via munstyckesöppningar
(30) eller motsvarande i munstyckesskivan (29) nedanom materialet som
skall torkas.

4. Torkanordning (10) som används vid förfarandet enligt något av före-
gående patentkrav, vilken torkanordning innefattar ett övertrycksatt
utrymme (24) innanför torkanordningen, i vilket utrymme materialet ($A;A_1$)
som skall torkas införs, och vilken torkanordning innefattar värmeöver-
föringsrör (21), vilka åtminstone delvis begränsas till ifrågavarande
30 utrymme (24) och där man låter gasformigt material strömma, fördelaktigt
rökgas, varvid värmets av det gasformiga ämnet man låtit strömma överförs
till torkningsprocessen, k ä n n e t e c k n a t därav, att torkan-
ordningen innefattar en ångcirkulationskrets (27), varvid ången som
bildats av materialet som skall torkas bringas att cirkulera åtminstone
35 delvis tillbaka till utrymmet (24) av torkanordningen (10) och att det
finns åtminstone en ledning (11) för ledning av ången som vid torkningen
bildats i utrymmet (24) som injektionsånga till gasturbinen (14) som

1 producerar elektricitet, fördelaktigt till dess förbrännings- eller för-
gasningsanordning.

5. Torkanordning enligt patentkrav 4, k ä n n e t e c k n a d därav,
5 att ångcirkulationskretsen (27) innefattar en grenledning (11) via vilken
man överför åtminstone en del av ångan till den övriga kraftverksprocessen
för att utnyttja ångans energi.

6. Torkanordning enligt patentkrav 4 eller 5, k ä n n e t e c k n a d
10 därav, att anläggningen innefattar en munstyckesskiva (29) eller mot-
svarande via vilken ångan leds till ett utrymme (24) innanför torkanord-
ning för att bringa ämnet som ska torkas att sväva eller bubbla.

7. Torkanordning enligt något av föregående patentkrav 4,5 eller 6,
15 k ä n n e t e c k n a d därav, att anläggningen innefattar väsentligen
raka värmeöverföringsrör (21), som är fästa vid skivor (22,23) för att
bringa gasformigt ämne, såsom restgas, att strömma först till ett utrymme
mellan skivan (22) av torkanordningen (10) och änddelen (20b₁) av tork-
anordningen (10) och via rören (21) av ifrågavarande utrymme (C₁) till
20 ett utrymme (C₂) mellan skivan (23) och torkanordningens andra änddel
(20₂) och därifrån vidare längs med en kanal (26) ut från torkanord-
ningen (10).

25

30

35

80762

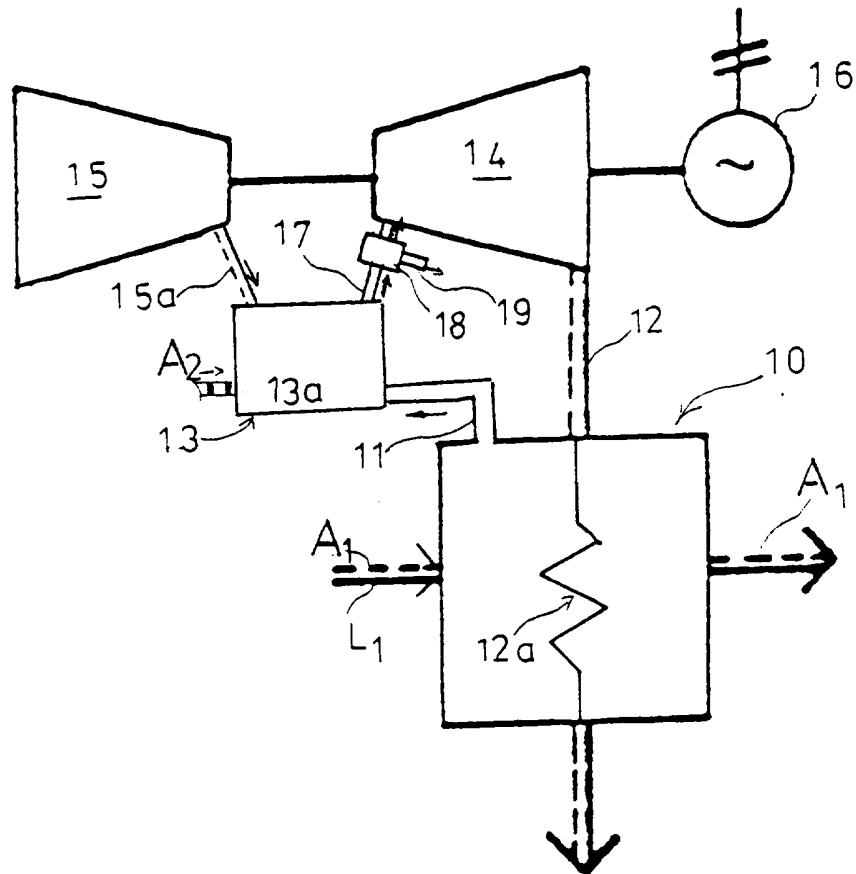


FIG 1

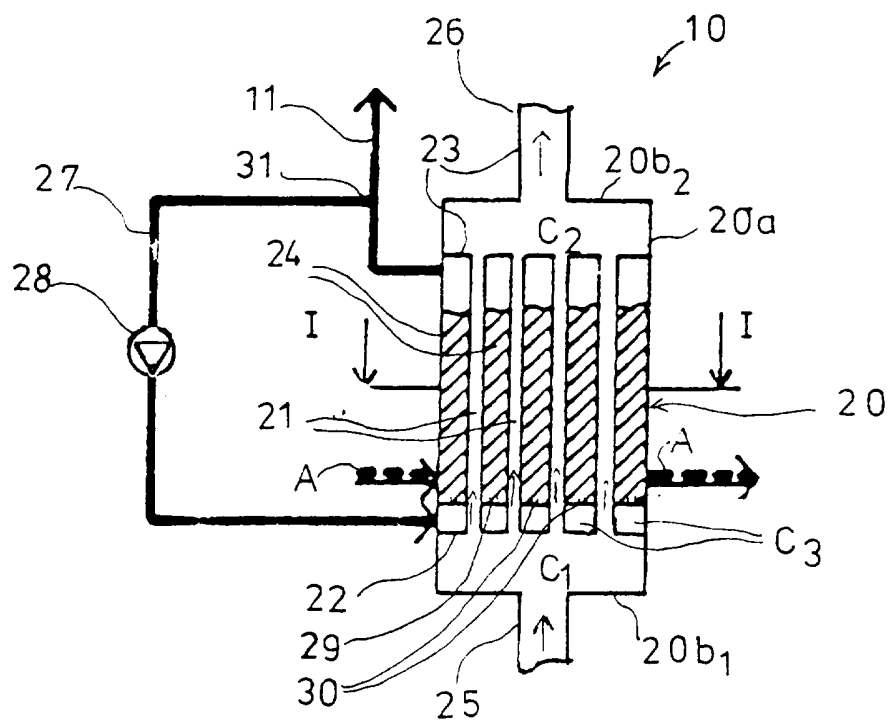


FIG 2

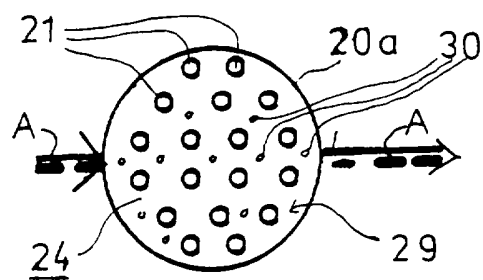


FIG 3

80762

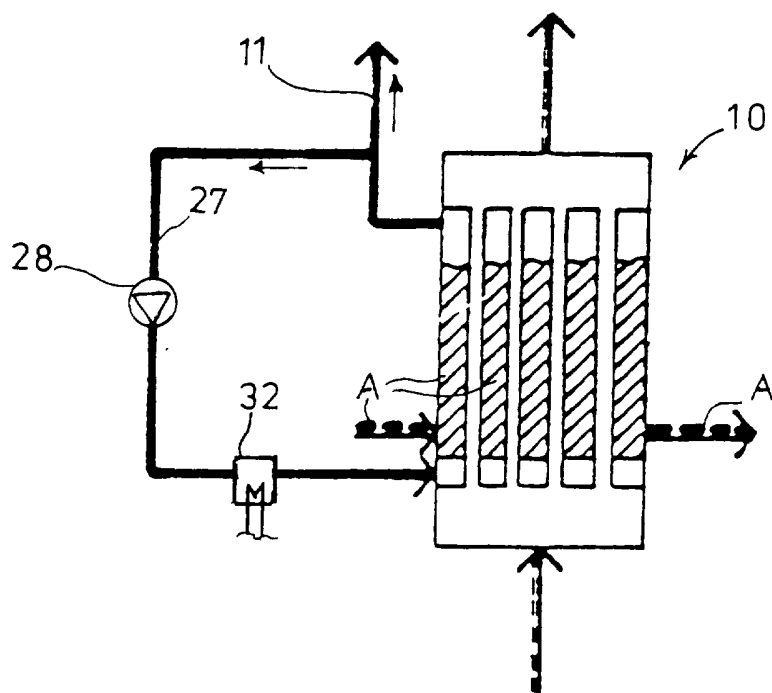


FIG 4

FIG 5A

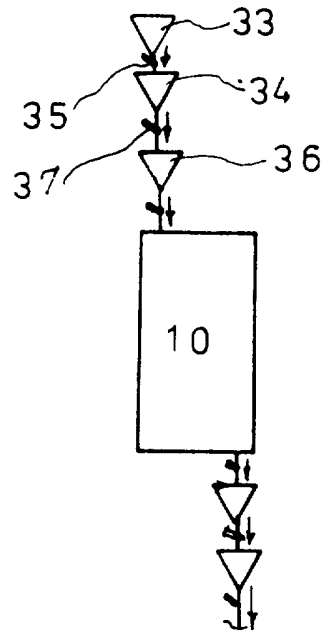


FIG 5 B

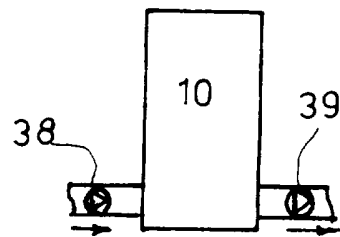


FIG 5C

