



C Patentti myönnetty
(45) Patent julkaistu 13.08.1983

(51) Kv.Ik./Int.Cl.⁴ F 23 G 5/027

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patentihakemus – Patentansökning	842568
(22) Hakemispäivä – Ansökningsdag	26.06.84
(23) Alkupäivä – Giltighetsdag	26.06.84
(41) Tullut julkiseksi – Blivit offentlig	24.07.85
(44) Nähtävöksiapanon ja kuul.julkaisun pvm. – Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	29.04.88
(86) Kv. hakemus – Int. ansökan	
(32) (33) (31) Pyydetty etuoikeus – Begärd prioritet	23.01.84
Kanada-Canada(CA) 445887 Toteennäytetty-Styrkt	

(71) Pyroplasma International N.V., c/o NCB International Trust N.V.,
P.O. 259, Philipsburg, Sint Maarten, Alankomaiden Antillit-
Nederländska Antillerna(AN)

(72) Thomas G. Barton, Kingston, Ontario,
Edward S. Fox, Welland, Ontario, Kanada-Canada(CA)

(74) Papula Rein Lahtela Oy

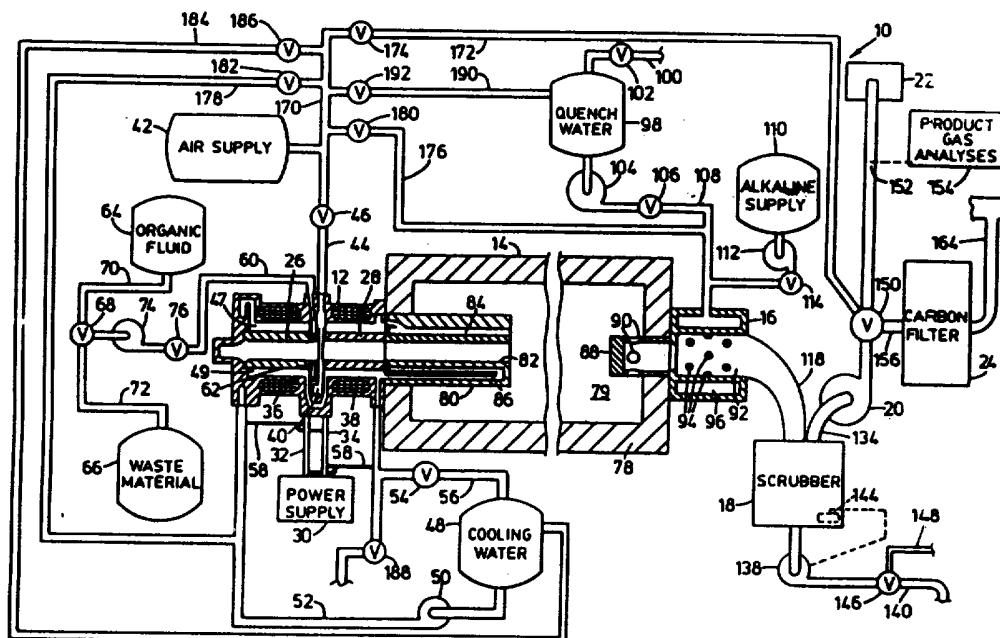
(54) Menetelmä ja laite jätteiden hävittämiseksi pyrolyttisesti -
Förfarande och anordning för pyrolytisk destruktions av avfall

(57) Tiivistelmä

Menetelmä ja laite on tuotu esille myrkyllisten tai vaarallisten jättemateriaalien hävittämiseksi käyttäen laitteistoa, joka on tilankäytöltään tehokas ja mukana kuljetettavissa. Jättemateriaalit syötetään plasma-kaaripolttimeen (12), jossa ne hajotetaan ja ionisoidaan, jonka jälkeen ne syötetään reaktiokammioon (14) jäähdytystä ja tuotekaasuksi sekä hiukkasmateriaaliksi yhdistymistä varten. Jälleenyhdistetyt tuotteet jähdytetään alkaulisella suihkutusrankaalla (16), joka on kiinnitetty reaktiokammioon (14) jälleenyhdistettyjen tuotteiden neutraloimiseksi ja hiukkasmateriaalin kas-telemiseksi. Tämän jälkeen tuotekaasu erotetaan käyttämällä märkäeroitinta (18), jonka jälkeen tuotekaasu poltetaan tai käytetään polttoaineena. Seurantalaitteet (154) tarkistavat jälleenyhdistetyt tuotteet ja pysäyttävät laitteen automaattisesti, mikäli vaarallisia aineosia havaitaan.

(57) Sammandrag

Vid ett sätt och en anordning för pyrolytisk destruktion av giftiga eller miljöfarliga avfallsmaterial med användning av kompakt och transportabel utrustning matas avfallsmaterialen in i en plasmabågsbrännare (12), där de atomiseras och joniseras och därefter får strömma in i ett reaktionskär (14) för att kylas och rekombineras till produktgas och partikelformigt material. De rekombinerade produkterna snabbkyls med en alkalisprayring (16) fäst vid reaktionskärlet (14) för att neutralisera de rekombinerade produkterna och fukta det partikelformiga materialet. Produktgasen uttäs sedan med användning av en skrubber (18) och bränns eller används som bränsle. Övervakningsanordningar (154) kontrollerar de rekombinerade produkterna och stoppar automatiskt anordningen, om farliga beståndsdelar påträffas.



Menetelmä ja laite jätteiden hävittämiseksi pyrolyytisesti

5 Keksintö koskee menetelmää ja laitetta jätteiden hävittämiseksi pyrolyysin avulla. Tällaisia jätemateriaaleja ovat polykloorinoidut difenyyliit (PCB-yhdisteet).

10 On olemassa kasvava määrä myrkyllisiä tai vaarallisia yhdisteitä, joiden käyttö on kielletty ja jotka on hävitettävä tehokkaasti. PCB-yhdisteiden lisäksi on olemassa organofosfori-, organotyyppi- ja organometalliyhdisteitä, sekä muita aineita, jotka esiintyvät suurin määrin ja jotka vaativat tehokkaita hävittämismenetelmiä. Suurin osa myrkyllisistä yhdisteistä on
15 yhdistetyssä matriisimuodossa sisältäen usein orgaanisia ja epäorgaanisia komponentteja kuten PCB:tä sisältävät kondensaattorit, joille käytännöllisesti katsoen ei ole olemassa mitään turvallista hävittämistekniikkaa.

20 Erilaisia menetelmiä esim. lämmöllä hävittämistä, kemiallisesti myrkyttömäksi muuttamista, pitkäaikaista ja erityisiä maahantäyttömenetelmiä on kokeiltu myrkyllisten jätteiden hävittämiseksi. Lukuunottamatta korkeassa lämpötilassa tapahtuvaa polttamista on tällaisten jätemateriaalien turvallisessa hävittämisessä
25 ollut keho menestys. Menetelmät, joita on kokeiltu, ovat olleet joko soveltumattomia muiden kuin homogeenisten jätevirtojen käsittelyssä tai ne ovat kenneet ainoastaan käsittelyssä suhteellisen alhaisia myrkyllisten yhdisteiden konsentraatioita jätemateriaaleissa.
30 Lisäksi hyvin harvat tähän asti kokeilluista hävittämismenetelmistä on kaupallistettu, koska ei ole kyetty osoittamaan viranomaisille, että menetelmät olisivat täysin turvallisissa.

35 Tunnetuista menetelmistä lämpöhävitys on osoittautunut lupaavimmaksi. Kuitenkin myrkylliset jätteet ovat useimmiten hyvin stabiileja orgaanisia

molekyylejä ja ne vaativat lämpöhävityksen aikaansaa-
miseksi pitkiä viiveaikoja korkeissa lämpötiloissa. Jot-
kut palamis- tai polttamissysteemit voivat saavuttaa
tarvittavat olosuhteet, mutta tarvittavat laitteistot
5 ovat hyvin suurikokoisia ja usein polttoprosessin tuot-
teet tuovat esiin samanlaisen hävittämisongelman kuin
alkuperäiset myrkylliset jätteet.

Aiemmin on yritetty sähköisen plasmakaaren
käyttöä myrkyllisten materiaalien tuhoamiseksi. La-
10 boratoriodemonstraatiot ovat osoittaneet, että plasma-
kaari kykenee hajoittamaan ja ionisoimaan myrkyllisiä
orgaanisia yhdisteitä ja että nämä atomit ja ionit
tavallisesti yhtyvät uudestaan yksinkertaisemmiksi
tuotteiksi. Samaan aikaan kun myrkyllisiä jäännösmate-
15 riaaleja muodostuu voidaan ne vangita siten, että mitään
merkittävää myrkyllisten materiaalien määrää ei päästetä
ympäristöön.

Y.-H. Kiang ja A.A. Metry ovat teoksessa
"Hazardous waste processing technology" (1982) kaavio-
20 maisesti kuvanneet menetelmää, jossa jäte johdetaan
reaktiotilaan ja hajoitetaan sekä ionisoidaan korkean
lämpötilan omaavalla valokaarella. Hajoitetusta ja
ionisoidusta materiaalista muodostuu uudelleen yhtyneitä
tuotteita, jotka koostuvat tuotekaasusta ja hiukkasmai-
25 sesta materiaalista. Kuvaus on täysin kaaviomainen
eikä menetelmää voida hyödyntää kaupallisesti.

Julkaisussa US 3859933 on esitetty menetelmä
ja laite, jossa jätteen pyrolyysiin on liitetty pyrolyy-
sissä muodostuneen kaasun poltto. Menetelmän epäkohtana
30 on, että käytetään fossiilisella polttoaineella toimivaa
uunia. Tämän vuoksi myrkyllisen jätteen poltto on erit-
tään hidasta. Lisäksi käytetty laitteisto on suuri.

Julkaisussa US 3832519 on kuvattu plasmapolttin,
jossa elektrodien pituutta ja kenttäkäämien lukua voi-
35 daan muuttaa jokaisen käyttökerran yhteydessä.

Tähän keksintöön saakka ei ole kuitenkaan
tuotu esille kaupallisesti käyttökelpoista menetelmää

jätteiden pyrolyyttiselle hävittämiselle, joka menetelmä olisi kyllin luotettava ja tehokas tyydyttämään viranomisia menetelmän turvallisuudesta.

5 Esillä olevassa keksinnössä käytetään plasma-
kaarilaitetta jätteiden ionisomiseksi ja hajoittami-
seksi. Sitten uudelleen yhtyneet tuotteet neutralisoi-
daan ja puhdistetaan yksinkertaisella ja kustannuksil-
taan tehokkaalla tavalla, joka on ympäristön kannalta
riittävän tehokas.

10 Keksinnön eräänä sovellutuksena tuodaan esiin
menetelmä jätteiden pyrolyyttisesti hävittämiseksi,
jossa menetelmässä jäte hajoitetaan ja ionisoidaan
korkean lämpötilan omaavan plasmakaaren avulla. Sitten
hajotettu ja ionisoitu jäte jäähdytetään reaktiotilassa
15 uudelleen yhtyneiden tuotteiden muodostamiseksi, jotka
tuotteet sisältävät tuotekaasua ja hiukkasmateriaalia.
Uudelleen yhtyneet tuotteet jäähdytetään alkalisella
hienojakoisella suihkulla niiden neutralisoimiseksi ja
hiukkasmateriaalin kostuttamiseksi. Tuotekaasu ero-
20 tetaan uudelleen yhtyneistä tuotteista ja sitten erotet-
tu tuotekaasu poltetaan.

Erään toisen sovellutuksen mukaan tuodaan
esiin laitteisto jätteiden pyrolyyttistä hävittämistä
varten. Laitteisto koostuu plasmapolttimesta, johon
25 kuuluu vähintään kaksi pituussuuntaan yhdensuuntaista
onttoa elektrodia ja laite plasmakaaren stabiloimiseksi
niiden väliin. Tehonlähde on kytketty elektrodien
plasmakaaren synnyttämiseksi ja jäähdytyslaite huoleh-
tii elektrodien jäähdyttämisestä. Reaktiosäiliö on
30 yhdistetty plasmapolttimeen ja siinä on tulenkestävällä
materiaalilla päällystetty reaktiotila plasmakaaren
vastaanottamista varten. Ko. laitteistoon kuuluu laite
jättemateriaalin sijoittamiseksi plasmakaareen. Plasma-
kaareissa jäte hajoitetaan ja ionisoidaan sekä annetaan
35 yhdistyä uudelleen yhtyneiksi tuotteiksi reaktioti-
lassa. Reaktiosäiliöön kuuluu poistokanava uudelleen
yhtyneiden tuotteiden poistamiseksi kammiosta. Suihkutus-

rengas on yhteydessä reaktiosäiliön poistokanavaan. Paineistetun alkalisen nesteensyöttösäiliö on yhteydessä suihkutusrrenkaaseen uudelleen yhtyneiden tuotteiden
5 jäähdyttämiseksi ja neutraloimiseksi. Märkäerotin on yhteydessä suihkutusrrenkaan poistokanavaan uudelleen yhtyneiden tuotteiden sisältämän tuotekaasun erottamiseksi ko. tuotteiden sisältämästä nestemäisestä hiukkasmateriaalista. Märkäerottimeen on kytketty erotuslaite
10 nestemäisen hiukkasmateriaalin ja tuotekaasun poistamiseksi siitä.

Seuraavassa havainnollistetaan keksinnön mukaisia edullisia ratkaisuja esimerkkien avulla viitaten oheisiin piirustuksiin, joissa:
15 kuva 1 on kaaviokuva eräästä edullisesta esillä olevan keksinnön mukaisesta laitteistosta, jota käytetään jätemateriaalien pyrolyyttiseen hävittämiseen;
kuva 2 on pystyleikkauskuva kuvan 1 mukaisen laitteiston märkäerottimesta;
20 kuva 3 on leikkauskuva pitkin kuvan 2 linjaa 3-3;
kuva 4 on pystyleikkauskuva kuvan 1 mukaisessa laitteistossa käytetystä hiilisuodattimesta; ja
kuva 5 on leikkauskuva pitkin kuvan 4 linjaa 5-5;
kuva 6 on suurennettu kaaviokuva osasta kuvaa 1, joka
25 kaaviokuva esittää keksinnön mukaista erästä toista plasmapolttimen rakennetta.

Viitaten kuviin, keksinnön mukainen plasmapyrolyysisysteemi on yleisesti esitetty viitenumerolla 10. Pyrolyysisysteemin 10 pääkomponentteihin kuuluu
30 plasmapolttin 12 jätteen hajoittamiseksi ja ionisoimiseksi. Reaktiosäiliö 14 vastaanottaa hajotetun ja ionisoidun jätteen, jossa säiliössä jäte jäähdytetään ja annetaan uudelleen yhdistyä tuotekaasuksi ja hiukkasmateriaaliksi. Nämä uudelleen yhtyneet tuotteet poistuvat
35 reaktiosäiliöstä 14 jäähdyttimen 16 kautta, jossa ne jäähdytetään ja neutralisoidaan korkeapaineisen alkaalisen suihkun avulla. Uudelleen yhtyneet tuotteet imetään

sitten märkäerottimen 18 läpi, jossa tuotekaasu erote-
taan nestemäisestä hiukkasmateriaalista. Imupuhallin
20 toimittaa sitten tuotekaasun joko polttoputkeen 22
poispolttamista varten tai aktiivihiilisuodattimeen
5 24. Koko laitteisto plasmapyrolyysisysteemiä 10 varten
on hyvin tiivis sikäli, että se voidaan kokonaisuudes-
saan sijoittaa 13.7 m liikutettavaan, alaslaskettavalla
rungolla varustettuun tavara-autotyyppiseen perävaunuun
tehdn pyrolyysisysteemistä 10 liikkuvan ja kuljetet-
10 tavan mihinkä tahansa paikkaan, jossa myrkyllisiä jäte-
materiaaleja on hävitettävä.

Plasmapolttimella 12 on pari yhdensuuntaista
onttoa elektrodia 26, 28, jotka on sisäisesti yhdistetty
sopivaan teholähteeseen 30 vastaavien sähkökaapeleiden
15 32, 34 välityksellä. Teholähde 30 on kuusipulssinen
vesijäähdytteinen tyristoriyksikkö nimellisteholtaan
500 kW ja sovitettu kytkettäväksi kolmivaiheverkkoon,
jonka pääjännite on 480 V. Teholähde 30 syöttää tasa-
virtatehoa elektrodeihin 26, 28 synnyttäen muuttuvan
20 plasmaulostulon alueella 200-500 kW.

Plasmapolttimen 12 avulla tuotettu plasmakaari
on korkean lämpötilan omaava plasma (lämpötilat ovat
yli 5000 °C ja voivat yltää 50 000 °C:een) vastakoh-
taisesti matalan lämpötilan omaavaan plasmaan, jonka
25 alullepanemiseen ja ylläpitämiseen tarvitaan inertti
kaasu tai tyhjiö.

Plasmapolttimessa 12 plasmakaari stabiloidaan
tai yhdensuuntaistetaan rengasmaisten sähkömagneet-
tisten kenttäkäämien 36, 38 avulla, jotka kiertävät
30 kaarta. Lisäksi elektrodien 26, 28 väliin varustettu
rengasmaisen rakoon 40 voidaan kytkeä ilmansyöttölinjan
44, jolla on sopiva säätöventtiili 46, välityksellä
korkeapaineinen kaasunsyöttö 42, ja sopivan kaasunsyöt-
törenkaan avulla korkeapaineista ilmansyöttöä voidaan
35 käyttää pyörteen synnyttämiseen plasmapolttimessa 12
ja myös helpottamaan kaaren kääntämistä tai yhdensuun-
taistamista. Pyörreilmaa syötetään plasmapolttimeen 12

niinkin alhaisella virtausnopeudella kuin 0.57 m³/min ja 690 kPa paineen alaisena. Tämä ilmamäärä on merkityksetön, sillä se on vähemmän kuin 1-2 % tarvittavasta stoikiometrisesta ilmasta useimpien orgaanisten jättemateriaalien hapettamiseksi, joten menetelmä on vielä olennaisesti pyrolyyttinen.

Elektrodit 26, 28 ja elektromagneettiset kenttäkäämit 36, 38 jäähdytetään kierrättämällä niiden ympärillä tai niiden läpi kulkevissa jäähdytystiehyissä 47, 49 jäähdytysvettä. Jäähdytystiehyet 47, 49 on yhdistetty jäähdytysveden varastosäiliöön tai -altaaseen 48, joka on kooltaan tyypillisesti 590 l. Jäähdytysvettä kierrätetään suljettuna kiertona tyypillisesti nopeudella 160 l/min, tyypillisesti 690 kPa paineen alaisena. Sopiva pumppu 50 on sijoitettu jäähdytysveden syöttölinjalle 52, ja jäähdytysveden takaisintulolinja 56 on varustettu venttiilillä 54. Venttiiliä 54 voidaan käyttää jäähdytysveden virtausnopeuden säätämiseen, tai vaihtoehtoisesti veden virtausnopeus voi olla vakio ja lämmövaihdin (ei esitetty) voidaan yhdistää jäähdytysveden paluulinjaan jäähdytysveden kierron avulla tapahtuvan lämmön poistonopeuden säätämiseksi. Osaa jäähdytysvedestä kierrätetään myös teholähteen sähkökaapeleita 32, 34 ympäröivien jäähdytysvaippojen kautta jäähdytyslinjan 58 avulla sähkökaapeleiden 32, 34 jäähdyttämiseksi. Käsiteltyä tai deionoitua vettä käytetään jäähdyttämiseen.

Plasmapolttimen 12 rakennetta ei sinänsä pidetä osana nykyistä keksintöä. Siksi sitä ei selosteta tarkemmin. Kuitenkin perusplasmapoltin 12 on saatavissa Westinghouse Electric Corporeison'ilta Pittsburg'ista Yhdysvaltojen Pennsylvania'sta ja sen rakenne on olennaisesti sellainen, kuin on esitetty 27. elokuuta 1974 julkaistussa US patentissa no 3,832,519.

Jättemateriaali syötetään plasmapolttimeen 12 jätesyöttölinjan 60 kautta likimäärin nopeudella 4.5 l/min. Jätesyöttölinja 60 on yhdistetty yhteen tai

useampaan rengasmaiseen sisäänsyöttörenkaaseen 62, joista vain yksi on esitetty kuvassa 1. Syöttörenkaat on sijoitettu koaksiaalisesti onttojen elektrodien 26, 28 väliin, kuten kuvassa 1, tai perään kuten kuvassa 6. Jättemateriaali virtaa sisäänsyöttörenkaan 62 läpi suoraan syötettäväksi elektrodien 26, 28 määrittämään yhdensuuntaiseen elektroditilaan. Ei ole tarpeellista sumuttaa tai suihkuttaa jättemateriaalia sen saapuessa plasmapolttimeen 12. Kuva 6 esittää toista rakennetta, jossa sisäänsyöttörenkas 62 on koaksiaalisesti sijoitettu elektrodin 28 ulostulopäähän reaktiosäiliön 14 viereen. Tässä rakenteessa jättemateriaali syötetään vieläkin suoraan plasmakaaren nieluun, mutta alavirtaan rengasmaisesta raosta 40, jossa kaari pannaan alulle jolloin kun jättemateriaalin sisäänsyöttö ei häiritse plasmakaaren muodostumista tai synnyttämistä.

Jätesyöttöön kuuluu kaksi säiliötä 64 ja 66. Säiliö 64 sisältää myrkytöntä orgaanista nestettä kuten etanolia, jota syötetään plasmapolttimeen 12 käynnistysvaiheessa esisyöttönä kunnes systeemi saavuttaa vakiotilan, ja myös pyrolyysisysteemin 10 pyrolyysin lopetuksen yhteydessä systeemin huuhtelemiseksi. Säiliö 66 sisältää hävitettävää jätettä, joka edullisesti on nestettä tai nesteytetyssä muodossa. Säiliöt 64, 66 on yhdistetty kolmitieventtiiliin 68 syöttölinjojen 70, 72 välityksellä. Nopeudeltaan säädettävä jätesyöttöpumppu 74 syöttää, joko myrkytöntä orgaanista nestettä tai jättemateriaalia plasmapolttimeen 12 jätesyöttölinjan 60 kautta ja ylimääräinen sulkuventtiili 76 kuuluu jätesyöttölinjan 60 varustukseen jätesyöttömateriaalin virran sulkemiseksi, mikäli epäedullisia oloiloja ilmenee, kuten on alla selostettu.

Plasmapolttin 12 on kytketty reaktiosäiliöön 14 sopivalla tavalla. Reaktiosäiliö 14 koostuu sylinterimäisestä ruostumattomasta teräskotelosta, johon kuuluu tulenkestävä vuoraus 78 ja reaktiosäiliön 14 sisätila muodostaa reaktiotilan 79, jonka tilavuus on likimää-

rin 2 m³. Tulenkestävä vuoraus 78 muodostuu kaoliinista
kehrätystä kuitumateriaalista ja sitä myydään KAOWOOL
tavaramerkillä firman Babcock et Wilcox Refractories
of Burlingtonin toimesta, joka sijaitsee Ontariossa
5 Kanadassa. Tavallinen lämpötila-alue reaktiosäiliön
sisällä on 900-1200 °C. Reaktiosäiliöön 14 kuuluu ontto
sylinterimäinen elin 80, joka on koaksiaalisesti kiin-
nitetty plasmapolttinelektrodien 26, 28 yhteyteen. Sylin-
terimäiseen elimeen 80 kuuluu ontto sisäinen grafiitti-
10 sylinteri 82, joka vastaanottaa ja suuntaa plasmakaaren
reaktiosäiliöön 14. Jäähdytinvessitiehyeet 84, 86 ovat
yhteydessä plasmapolttimen 12 jäähdytysvesitiehyeisiin
47, 49 grafiittisylinterin 82 jäähdyttämiseksi. Sylin-
terimäinen elin 80 on myöskin pakattu tulenkestävällä
15 KAOWOOL materiaaalilla jäähdytysvesitiehyeiden suojele-
miseksi.

Reaktiosäiliöön 14 kuuluu myöskin grafiittisy-
dän tai ulostulokanava 88 akselin suuntaisen välimat-
kan päässä grafiittisylinteristä 82. Sylinterimäisestä
20 elimestä 80 sisääntulevat vaimenevat plasmahiukkaset
törmäävät grafiittiseen ulostulokanavaan 88. Ulostulo-
kanavaan 88 kuuluu poikittaisesti sijoitettuja poisto-
aukkoja 90, jotka ovat yhteydessä ulostulokanavan 88
onttoon keskustaan muodostaen ulostulokanavan reaktio-
25 säiliöstä 14. Poikittaiset poistoaukot 90 aikaansaavat
riittävästi turbulenssia varmistaen sen, että reaktio-
säiliössä muodostunut hiukkas- tai tuhkamateriaali
poistuu ulos reaktiosäiliön poistokanavan kautta.

Plasmapolttimen 12 sisällä oleva alue ja gra-
30 fiittisylinteri 82 toimivat tulppavirtaisena hajottamis-
vyökkeenä, kun taas reaktiosäiliön sisäpuoli toimii
sekoitettuna uudelleenytymisvyöhykkeenä. Viipymisaika
hajottamisvyöhykkeessä on tyypillisesti likimäärin 500
mikrosekuntia ja viipymisaika uudelleenytymisvyöhyk-
35 keessä on tyypillisesti likimäärin 1 s.

Suihkutusrengas 16 on yhdistetty reaktiosäiliön
poistokanavaan sieltä ilmaantuvan tuotekaasun ja hiukkas-

materiaalin vastaanottamiseksi. Suihkutusrengas 16 on muodostettu ruostumattomasta teräksestä ja siinä on sisäpuoleinen ontto sylinteri 92, johon on asennettu kolme rengasmaista riviä sisäänpäin kohdistettuja suihkutussuuttimia 94. Jokaisen suihkutussuuttimista 94 koostuvan rivin kehäasento on tasaisesti lomitettu. Suihkutussuuttimet 94 ovat yhteydessä rengasmaiseen kanavaan 96, joka on täytetty korkeapaineisella jäähdytysnesteellä. Suihkutussuuttimet 94 hajottavat tämän jäähdytysnesteen muodostaen tasaisen suihkun mikronin kokoisia pisaroita suihkutusrankaan läpi kulkevan tuotekaasun ja hiukkasmateriaalin jäähdyttämiseksi. Sisäisen sylinterin 92 sisempi halkaisija on likimäärin 10.5 cm ja pituus on likimäärin 25.5 cm.

Suihkutusrankaan rengasmainen kanava 96 on yhdistetty korkeapaineisen suihkutettavan jäähdytysveden säiliöön 98. Säiliö 98 on tyypillisesti tilavuudeltaan 136 l ja on varustettu kotitalousveden syötöllä 100 sopivan venttiilin 102 välityksellä. Mikäli halutaan, voidaan ennen venttiiliä 102 järjestää ilmatila (ei esitettyinä) pyrolyysisysteemin 10 eristämiseksi kotitalousveden syötöstä. Säiliössä 98 oleva jäähdytysvesi syötetään jäähdytysrenkaaseen 16 käyttäen nopeudeltaan säädettävää pumppua 104, jonka nimellisarvot ovat 45 litraa/min ja 1.034 kPa. Osaa tästä jäähdytysveden virrasta voidaan käyttää teholähteen tyristorin jäähdyttämiseen ennen yhdistymistä takaisin päävirtaan (tätä ei ole esitetty kuvassa 1). Venttiili 106 on sijoitettu jäähdytysveden syöttölinjalle 108 säilyttämään jäähdytysveden virtausnopeuden likimain alueella 20-40 l/min.

Alkalinen syöttösäiliö 110 kuuluu laitteistoon alkalisen materiaalin lisäämiseksi suihkutusrankaaseen 16 syötettyyn jäähdytysveteen. Alkalisäiliö 110 on tyypillisesti tilavuudeltaan 250 l tynnyri, joka sisältää nestemäisenä natriumhydroksidia tai emäksistä soodaa. Nopeudeltaan säädettävä pumppu 112, jonka nimellis-

arvo on 9 l/min ja toimii 1,034 kPa paineella, syöttää emäksistä soodaa sopivan venttiilin 114 läpi jäähdytysveden syöttölinjaan 108. Natriumhydroksidia syötetään riittävästi suihkutettavaan jäähdytysveteen reaktisäiliöstä 14 tulevien happokaasujen neutraloimiseksi. Tätä tarkoitusta varten pumpusta 112 tulevaa virtausta säädetään pH-anturin avulla (ei esitetty), joka mittaa märkäerottimessa 18 esiintyvän suihkutettavan jäähdytysveden pH:ta. Tässä yhteydessä "neutraloimisella" tarkoitetaan pH:n asettamista tyypillisesti alueelle 5-9.

Märkäerottimessa 18 on keskellä esitetty olevan sisäänsyöttö 116, joka on yhdistetty suihkutusrenkkaan 16 ulostuloon sopivan kanavan 118 kautta. Märkäerotin 18 on ruostumaton terässäiliö tyypillisesti noin 60 cm halkaisijaltaan ja korkeudeltaan 1 m ja siihen kuuluu keskellä oleva pystyputki 120, joka on halkaisijaltaan noin 12 cm, pituudeltaan 70 cm ja joka on yhteydessä sisäänsyöttöön 116. Märkäerotin 18 sisään sijoitettuun laajennettuun metallikoriin 122 kuuluu kiinteä pohjalevy 124, johon kuuluu useita säteittäisesti sijoitettuja kaarevia väliseiniä 126 siten, että uudelleen yhtyneet tuotteet virtaavat keskellä olevan syöttöputken 120 kautta törmäten pohjalevyyn 124 ja väliseinät 126 aiheuttavat vastapäivään virtaavan pörrevirran. Laajennettuun metallikoriin 122 kuuluu pari metallista ohjauslevyä 128, jotka on sijoitettu korkeussuunnassa etäisyyden päähän toisistaan. Tällä tavalla aikaansaadaan paine-eroja laajennetun metallikorin seinien väliin siten, että niiden läpi kulkeva virtaus aiheuttaa uudelleen yhtyneiden tuotteiden nesteen ja hiukkasmateriaalin erotuksen tuotekaasusta. Tässä mielessä märkäerotin 18 on mekaaninen erotin. Tuotekaasu jatkaa virtaustaan ylös ja ulos polviputken 130 kautta, joka on järjestetty pörrevirran rataa. Polviputki 130 muodostaa märkäerotin 18 ulostulon 132, joka on yhdistetty sopivan kanavan 134 kautta (katso kuva 1) johtumaan imupuhaltimen 20 imuputkeen.

Märkäerottimeen 18 kuuluu alempi keräysastia 136, jonne neste ja hiukkasmateriaali kerääntyvät poistettäväksi juoksutuspumpulla 138, joka toimittaa ne poistoputken 140 kautta viemäriin tai varastosäiliöön jälleenkäsittelyä varten. Nesteen pinnan korkeuden säädin 144 on yhdistetty märkäerottimen 18 keräysastiaan pumpun 138 säätämiseksi, ja poistolinja on varustettu kolmitieventtiilillä 146 nesteen ja hiukkasmateriaalin ohjaamiseksi näytteenottolinjaan 148, mikäli näin halutaan.

Imupuhallin 20 on nimellisarvoltaan tyypillisesti 21,2 m³/min ja se imee jatkuvasti märkäerottimesta 18 ja reaktiosäiliöstä 14 kaasua pitäen systeemin paineen atmosfäärisenä tai lievästi negatiivisena.

Märkäerottimesta 18 tuotekaasu kulkeutuu imupuhaltimen 20 kautta ja syötetään kolmitieventtiiliin 150. Tavallisen toiminnan aikana tuotekaasun virta kulkeutuu venttiiliin 150 kautta polttoputkeen 22, jossa se sytytetään sähköisesti. Kaasu on pääasiassa vetyä, hiilimonoksidia ja typpeä siten, että se palaa puhtaalla liekillä lämpötila-alueella 1800-2100 °C. Polttoputki toimii ilmansaasteenkehäisylaitteena polttaen pois polttokaasun ja mahdolliset muut jälkituotteet.

Vaihtoehtoisesti tuotekaasua voidaan käyttää voimakaasuna mieluummin kuin polttoputkessa poispoltettavana. Polttoputkeen 22 syötetystä tuotekaasusta otetaan näytteet tarkoituksenmukaisen anturin 152 avulla, joka on kytketty tuotekaasun analyysilaitteistoon 154, kuten tullaan kuvaamaan tekstin jälkiosassa.

Hiilisuodatin 24 on yhdistetty kolmitieventtiiliin 150 kautta sisäänsyöttölinjaan 156, joka johtaa hiilisuodattimen 24 sisään tuloon 158. Hiilisuodattimeen 24 kuuluu suorakulmainen laatikko tai kotelo 160 likimäärin 60 senttimetrin neliöllä ja paksuudeltaan 30 cm, jolla on ulostulokanava 162, joka on yhteydessä tuuletusputkeen 164 (katso kuva 1). Hiilisuodattimeen 24 kuuluu suojattu keskiosa 166, joka on paksuudeltaan

noin 15 cm ja täytetty aktiivihiilellä 168. Sähkökatkon tai plasmakaaren menetyksen tapahtuessa kolmitieventtiili 150 kääntää tuotekaasun virran polttoputkesta 22 hiilisuodattimeen 24 tuotekaasussa esiintyvän myrkyllisen materiaalin hävittämättä jääneiden jäännösten mahdollisten päästöjen estämiseksi.

Tuotekaasun seurantalaitteisto 154 kuuluu laitteistoon sen varmistamiseksi, että plasmapyrolyysisysteemin 10 jätehävityksen tehokkuus on tarpeeksi korkea siten, että tuotekaasussa tuhoutumatta säilyneet myrkylliset tai vaaralliset materiaalit tulevat olemaan huomattavasti viranomaisen asettamien rajojen alapuolella; vaikkei polttaminen polttoputkessa 22 tuhoaa oletettavasti mitkä tahansa tällaiset vaarallisten materiaalien jäännökset. Siinä tapauksessa, että vaarallisten materiaalien jäännöksiä tuotekaasussa havaitaan jonkun säädäntäviranomaisen asettamien rajojen yläpuolella, tuotekaasun seurantalaitteisto 154 huomaa tämän ja automaattisesti sulkee jätesyötön virran, kunnes plasmapyrolyysisysteemin 10 toimintoparametrit muutetaan vastaavasti saattaen vaarallisten materiaalien jäännösten taso sallittujen rajojen sisäpuolelle.

Tuotekaasun seurantalaitteistoon 154 kuuluu massaspektrometri, joka muodostuu Hewlett-Packard 5792A kaasukromatogrammista, joka on kytketty Hewlett-Packard 5970A massaselektiiviseen detektoriin. Eräs näytteenottotekniikka on ottaa 100 l näyte tuotekaasusta ja virtauttaa kaasu lämmitetyn johdon kautta hiukkassuodattimen läpi hiilen poistamiseksi. Puhdistettu kaasu virtautetaan sitten absorberin läpi, jonka sieppaus-
tehokkuus on noin 99 %. Tämän jälkeen imeytin kuumentaan nopeasti siepattujen orgaanisten aineosien vapauttamiseksi. Typpivirta kuljettaa orgaaniset aineosat massaspektrometriin analyysia varten. Massaspektrometri
määrittää vaadittaessa 6 ominaismassaa vastaten niitä ioneja, joiden läsnäolo joko ilmaisee myrkyllisten jätteiden hävityksen astetta tai mahdollisten uusien

myrkyllisten yhdisteiden muodostumista. Jätemateriaalin syöttö plasmapolttimeen pysäytetään, jos näiden kemikaalien konsentraatiot ylittävät viranomaisten ennalta määraamat rajat. Analyysijakso toistetaan automaattisesti, jos konsentraatorajoja ei ole ylitetty.

Siinä tapauksessa, että vaarallisten jätteen jäänöksii, joita ei ole erityisesti määritetty, voisi olla tuotekaasussa, niin silloin spektrometri määrittää myös yhdisteet, joilla on molekyylipaino alueella 200-450. Tämä voidaan laajentaa alueelle 10-600, jos viranomaiset sitä vaativat. Jätemateriaalin syöttö plasmapolttimeen lopetetaan myös silloin, jos tuntemattomia yhdisteitä, joilla on sama atomimassa kuin vaarallisella kemikaalilla, havaitaan viranomisten asettamien rajojen yläpuolella, ja allakuvatut automaattiset sulkemistoiminnot aloitetaan.

Tuotekaasun vaarallisten materiaalien seurannan lisäksi laitteistoon kuuluu myöskin kaasukromatogrammi erilaisten aineiden, kuten vedyn, veden, typen, metaanin, hiilimonoksidin, hiilidioksidin, etyleenin, etaanin, asetyleenin, propaanin, propyleenin, 1-buteenin ja kloorivedyn, on-line-analyysia varten. Esimerkiksi kloorivedyn analyysi märkäerottimesta 18 tulevan nestemäisen hiukkasmateriaalin analyysin kanssa määrittää suihkutusrankaan 16 kloorivetykaasun neutraloinnin tehokkuuden.

Viitaten jälleen kuvaan 1, ilmasyötin 42 syöttää ilmaa myös vesiputkien puhaltamiseksi, kolmitieventtiilin 150 ohjaamiseksi ja jäähditysveden varastosäiliön 48 ja jäähditysvesisäiliön 98 paineistamiseksi. Ilmansyöttötimeen 42 kuuluu kompressorin nimellisteholtaan 2,0 m³/min, 800 kPa, 550 litran painesäiliön kanssa, syöttäen ilmaa pääputkeen 170. Tavallisia ilmasuodattimia, ilmankuivattimia ja ilmasäätimiä (ei esitettyinä) voidaan käyttää. Kolmitieventtiiliä 150 ohjataan ilma-putken 172 ja sopivan säätöventtiilin 174 avulla. Kolmitieventtiili 150 ja säätöventtiili 174 on säädetty

siten, että normaalin toiminnan aikana tuotekaasu syötetään polttoputkeen 22, mutta siinä tapauksessa että tuotekaasussa havaitaan epätoivottuja materiaaleja, systeemin sulkemisen tai sähkökatkoksen aikana, säätö-
5 venttiili 174 ohjaa kolmitieventtiiliä 150 siten, että tuotekaasu virtaa hiilisuodattimen 24 kautta.

Paineilmaputket 176, 178 on varustettu vastaavilla venttiileillä 180, 182 vastaavien suihkutussyöhdytysveden syöttöputken 108 ja jäähdytysveden syöttö-
10 ja paluuputkien 52, 56 puhaltamiseksi kunnossapitotarkoitusta varten.

Sähkökatkoksen tai vastaavan häiriön aikana on suotavaa säilyttää toiminnassa plasmapolttimen jäähdytysveden kierto ja myös jäähdytysvesisuihkutus. Jäähdytysveden kierto säilytetään paineistamalla jäähdytysveden varastosäiliö 48 ilmaputken 184 ja venttiilin 186 avulla. Venttiili 54 sulkeutuu ja tyhjennysventtiili 188, joka johtaa viemäriin tai varastosäiliöön aukeaa, jolloin paineistettu jäähdytysvesisäiliö aiheuttaa jäähdytysveden virtauksen jatkumisen alennetulla nopeudella jäähdytysveden syöttöputkessa 52. Tyhjennysventtiili 188 säätää jäähdytysveden virtausta ja tämä virtaus jatkuu likimäärin 20 min, joka on tarpeeksi avainkomponenttien jäähdyttämiseksi sulkemisen jälkeen mahdollistaen kunnossapitotoimenpiteiden suorittamisen.
25

Suihkututettavan jäähdytysveden säiliö 98 paineistetaan käyttäen ilmaputkea 190 ja venttiiliä 192. Sähkökatkoksen tai edellä mainittujen häiriöiden tapauksessa, venttiili 102 sulkeutuu ja venttiili 106 aukeaa siten, että suihkutettavan jäähdytysveden virtaus suihkutusrenkaaseen jatkuu jäähdyttäen kaikki uudelleen yhtyneet tuotteet, jotka kulkeutuvat suihkutusrenkaan 16 läpi ja jotka voivat syntyä plasmapolttimen 12 lopetettua toimintansa. Olisi myös huomattava että imupuhaltimen 20 hidastuvuus aiheuttaa sen toiminnan jatkumisen lyhyeksi, noin 1 min, ajaksi tyhjentäen reaktiosäiliön
35

14, suihkutusrankaan 16 ja märkäähdyttimen 18, vaikka sähkökatko tapahtuisikin.

Plasmapyrolyysisysteemi 10 on riittävän tiivis siten, että se voidaan sijoittaa suljetun 13.7 m
5 pituisen liikuteltavan tavaravaunutyypin alaslaskettavalla alustalla varustetun perävaunun sisään. Lisäksi täysin instrumentoitu ja näyttölaitteilla varustettu valvomo voidaan myös sijoittaa tavaravaunutilan sisään siten, että koko systeemi on liikkuva ja voidaan
10 helposti kuljettaa jätemateriaalin hävittämispaikalle.

Perävaunuun on ainosataan liitettävä tarkoitukseenmukaiseen virtalähteeseen, kotitalousveden lähteeseen ja viemärin tyhjennysputkeen, tai pidätyssäiliöön mikäli näin halutaan. Tietysti, mikäli tuotekaasua
15 halutaan käyttää voimakaasuna sen sijaan, että se poltetaan pois polttoputkessa, voidaan tarkoituksenmukainen kytkentä tuotekaasun vastaanottamiseksi tätä tarkoitusta varten tehdä.

Ennen plasmapyrolyysisysteemin 10 käynnistämistä on hyödyllistä, vaikkakin vapaaehtoista, arvioida, mitä jälleenyhdistettyjä tuotteita tullaan tuottamaan reaktiosäiliössä 14 hävitettäessä mitä tahansa annettuja jätemateriaaleja. Koska plasmapoltin 12 hajottaa tai ionisoi lähes täysin jätemateriaalin, voidaan uudet
25 yhdisteet, jotka on tuotettu reaktioastiassa 14 näiden atomien ja ionien uudelleen yhtymisen tuloksena, ennustaa nojautuen kineettiseen tasapainoon. Gibbsin vapaan energian minimointia käytetään tuoteaineiden tasapainokonsentraatioiden määrittämiseen laajoilla valituilla
30 lämpötila- ja painealueilla. Siinä tapauksessa, että joidenkin epätoivottujen tuotteiden ennustetaan syntyvän uudelleen yhtymisen tuloksena reaktiosäiliössä 14, jätesyötön sisääntuloa tai toimintaolosuhteita voidaan muuttaa näiden epätoivottujen tuotteiden muodostumisen
35 välttämiseksi. Mikäli tuhottava jätemateriaali on esimerkiksi hiilitetrakloridi, on mahdollista, että joissakin lämpötila- ja paineolosuhteissa muodostuu fosgee-

nikaasua. Kuitenkin tämä voidaan välttää yksikertaisesti lisäämällä jotain toista hiilivetyä jätemateriaalin syöttöön. Usein on tarpeellista ainoastaan lisätä vettä jätemateriaalisyöttöön, saatavilla olevan vetymäärän
5 lisäämiseksi uudelleen yhtymistä varten. Toinen esimerkiksi epätoivotusta tuotteesta olisi reaktiosäiliössä 14 tuotettu fluorihappo, joka voisi tapahtua, mikäli jätemateriaalina olisi fluorihiili. Lisäesimerkit epätoivotuista tuotteista ja niiden minimoinnista tai
10 eliminoinnista muuttamalla jätemateriaalin sisältöä tai toimintaolosuhteita ovat selviä ammattimiehelle.

Reaktiosäiliössä 14 muodostuvien uudelleen yhtyneiden tuotteiden koostumuksen ennustamisen lisäksi, on myös käyttökelpoista ennustaa tuhottavan jätemateriaalin ja uudelleen yhdistyneiden tuotteiden välinen
15 entalpiaero. Tämä mahdollistaa jätteen tuhoamiseen tarvittavan plasmaenergian ennustamisen. Tätä toisaalta voidaan käyttää plasmapolttimen jännitteen ja virran alkusäätöjen laskemiseksi. On huomattava, että jälleen-
20 yhdistettyjen tuotteiden entalpia on reaktiosäiliön 14 lämpötilan ja paineen funktio ja että tämä voidaan muuttaa muuttamalla jätemateriaalin syöttönopeutta tai tehon syöttöä plasmapolttimeen. Tämän mukaisesti voidaan
25 jätemateriaalin ja plasmapolttimen syöttötehon alkusäädöt arvioida haluttujen lopputulosten saavuttamiseksi.

On myöskin huomattava, että plasmapolttimeen 12 suihkutetaan pieni määrä pyörreilmaa ilmansyöttöputken 44 kautta. Tämä pyörreilman syöttö olisi otettava huomioon laskettaessa systeemissä tapahtuvaa entalpian
30 muutosta. Plasmapolttimeen ruiskutetun pyörreilman määrä on suhteellisen merkityksetön sillä se on enintään alueella 1-2 % stoikiometrisesta hapesta, joka vaadittaisiin jätemateriaalin hajoittamiseksi. Tästä syystä tätä nykyisen keksinnön mukaista jätteen hävitystä, ja
35 tämän selityksen mukaiseen tarkoitukseen, pidetään pyrolyyttisenä. On myöskin huomattava, että lämpöhäviöt plasmapolttimesta ja reaktiosäiliöstä voidaan huomioida

plasma polttimen jännitteen ja virran alkusäädöissä.

Toiminnan alettua, sen jälkeen kun ennusteet uudelleen yhtyneiden tuotteiden suhteen on tehty ja jättemateriaalin syötön säädöt on tehty niin, että mitään
5 epätoivottuja tuotteita ei ole ennustettavissa, entalpi-
an muutoksen ennustukset tehdään plasma polttimen
tehon alkusäätöjen ja jättemateriaalin syöttönopeuden
määrittämiseksi. Ilmansyöttimen 42 toiminta aloitetaan
suihkutettavan jäähdytysveden varastosäiliön 98 ja
10 jäähdytysveden säiliön 48 paineistamiseksi (sen jälkeen
kun nämä säiliöt on täytetty vedellä). Jäähdytysveden
pumppu 50, suihkutusveden pumppu 104 ja märkäerottimen
tyhjennyspumppu 138 käynnistetään. Plasma polttimeen
syötetään tehoa ja pyörreilman syöttöputki 44 avataan.
15 Sitten alkaalisen nesteen syöttöpumppu 112 käynnistetään
ja emäksistä soodaa syötetään sopivalla nopeudella
suihkutettavaan jäähdytysveteen. Sen jälkeen aloitetaan
jätesyöttö plasma polttimeen orgaanisen nesteen varastos-
ta 64. Tarvittaessa säädöt tehdään plasman pyörreilmaan,
20 jätesyöttöön ja emässyöttöön. Kun systeemi on saavutta-
nut jatkuvuustilan, minkä saavuttaminen kestää vain
noin 3 min, vaihdetaan jätesyöttö varastosta 64 jättemate-
riaalisäiliöstä 66 tulevaan jättemateriaaliin.

Yllä mainitusta on huomattava, että plasma polt-
timeen 12 syötettyyn jätteeseen kohdistetaan korkean
25 lämpötilan omaava (yli 500 °C) plasmakaari hajoittamista
ja ionisoimista varten. Hajoitettu ja ionisoitu jätema-
teriaali kulkeutuu sen jälkeen grafiittisylinterin 82
kautta reaktiotilaan 79, jossa se yhtyy uudelleen
30 tuotteiksi, jotka sisältävät tuotekaasua ja hiukkas-
materiaalia. Tämä tehdään lämpötilan ollessa alueella
900-1200 °C lopullisessa muodossaan reaktiotilassa
oleville reaktiotuotteille arvioidun entalpiamuutoksen
mukaisesti. Edellä esitetysti ja selityksen mukaisia
35 tarkoituksia varten, hajotettu ja ionisoitu jäte jääh-
dytetään reaktiotilassa 79 uudelleen yhtyneiden tasa-

painotuotteiden muodostamiseksi. On huomattavaa, että jotkut reaktiotilassa 79 tapahtuvat uudelleenytymisreaktioista tulevat olemaan endotermisia ja jotkut tulevat olemaan eksotermisia siten, että täsmällisesti ottaen aikkea reaktiotilassa 79 olevaa hajotettua ja ionisoitua jätemateriaalia ei voida "jäähdyttää". Termillä "jäähdyttää" tarkoitetaan selityksessä kaikkia reaktioita ja mahdollisia yhdistymisiä, jotka tapahtuvat hajotetulle ja ionisoidulle jätemateriaalille reaktiotilassa 79.

Reaktiotilassa 79 uudelleen yhtyneet tuotteet kulkeutuvat sitten ulos reaktioastiasta 14 suihkutusrenkaan 16 kautta, jossa ne jäädytetään noin 80 °C lämpötilaan ja neutralisoidaan suihkuttamalla ne alkalisella nestesuihkulla. Sitten uudelleen yhtyneet, jäädydytetyt tuotteet johdetaan märkäerottimeen 18, jossa tuotekaasu erotetaan lähtevästä nestemäisestä hiukkasmateriaalista, kuten liuoksessa olevista suoloista ja hiilestä. Sitten tämä liuos pumpataan pois tyhjennysputkeen tai varastosäiliöön, ja tuotekaasu kuljetetaan imupuhaltimen 20 avulla polttoputkeen 22 tai sitä käytetään voimakaasuna.

Kuten on yllä mainittu, paine reaktiotilassa 79 on atmosfäärinen tai lievästi negatiivinen, mikä paine aikaansaadaan tuotteita reaktiosäiliöstä 14 ulosimevän imupuhaltimen 20 avulla. Reaktiotilan 79 lämpötilaa voidaan säätää säätämällä joko tehon syöttöä plasmapolttimeen 12 tai jätemateriaalin syöttönopeutta.

Siinä tapauksessa, että plasmapyrolyysisysteemin 10 toiminta halutaan pysäyttää, niin kolmitieventtiili 68 aktivoidaan välittömästi vaihtamaan kytkentä vaarattomaan orgaanisen nesteen syöttöön systeemin huuhtelemiseksi. Tämä voi myöskin tapahtua, mikäli jotkin toisista systeemin toimintaparametreista ylittävät niiden normaalit toiminta-alueet. Sen jälkeen, kun systeemi on huuhdeltu vaarattomalla orgaanisella nesteellä, poistetaan teho plasmapolttimesta ja plasman

pyörreilma suljetaan pois. Kun lämpötila reaktiotilassa 79 saavuttaa hyväksyttävän tason, suljetaan imupuhallin sekä suihkutettavan jäähdytysveden virta suihkutusrunkaaseen 16. Kun lämpötilat plasmapolttimen sisällä 12
5 ovat saavuttaneet sopivan tason, jäähdytysvesipumppu 50 suljetaan, ja sen jälkeen ilmansyöttökompressorin 42 voidaan sulkea mikäli näin halutaan.

Siinä tapauksessa, että tapahtuu sähkökatkos tai plasmapolttimen 12 plasmakaari häviää tai polttoput-
10 kessa 22 olevassa tuotekaasussa havaitaan ei-toivottuja materiaaleja tai imupuhallin 20 menettää tehoaan, tai plasman jäähdytysveden virtaus häiriintyy, niin sulku-
venttiili 76 välittömästi sulkee pois jättemateriaalin syötön. Pyörreilman virtaus plasmapolttimeen lopetetaan
15 myöskin, jälleenyhdistettyjen tuotteiden viipymisajan lisäämiseksi reaktiotilan 79 sisällä.

Olisi huomattava, että kaikkien toiminta- ja sulkemisolosuhteiden aikana, paine jäähdytysvesisysteemissä on paljon suurempi kuin paine jätesyöttösysteemissä, pyörreilmasysteemissä tai reaktiosäiliössä. Tä-
20 ten vesisäiliö ei saastu jättemateriaalista, mikäli sattuu vesi- tai jätesyöttövuoto.

Keksinnön edullisina pidettyjen kokonaisuuksien kuvauksen jälkeen olisi huomattava, että kuvattuun menetelmään ja laitteistoon voidaan tehdä erilaisia
25 sovellutuksia. Esimerkiksi ei ole välttämätöntä syöttää jättemateriaalia suoraan plasmapolttimen kaaren nieluun. Jäte voitaisiin syöttää reaktiotilaan ja plasmakaari tuoda sisään reaktiotilaan siten, että se törmää jättemateriaaliin. Kuitenkin tämä vähentäisi jättemateriaalin oleskeluaikaa plasmakaareissa, joten se ei olisi
30 niin tehokasta joillekin jättemateriaaleille. Edullisesti käytetään nestemäisiä tai nesteytettyjä jätteitä. Kuitenkin sopivia muutoksia voitaisiin tehdä jättesyöttö-
35 systeemiin siten, että jätesyöttösysteemi soveltuisi kiinteille aineille tai yhdistetyille nesteille ja kiinteille aineille. Tähän voisi sisältyä jopa epä-

orgaaninen materiaali. Plasmakaari yksinkertaisesti sulattaisi ja kuonauttaisi tai höyrystäisi epäorgaaniset materiaalit sallien vaarallisten orgaanisten komponenttien hävittämisen, kuten yllä on kuvattu, ilman, että
5 tehokkuus alenisi. Tavallisena esimerkkinä tällaisista yhdistetyistä materiaaleista olisivat PCB:llä täytetyt kondensaattorit.

Ammattimiehelle on selvää, että kuvassa 1 esitetty plasmapyrolyysisysteemi on ainoastaan lohko-
10 kaaviomainen tai kaaviomainen esitys systeemistä. Lisäventtiilejä, erityyppisiä venttiilejä, erilaisia lämpötila-, paine- ja virtausantureita ja muita tunnettuja prosessinsäätökomponentteja voidaan ottaa käyttöön todellisessa laitoksessa.

15 Ei ole välttämätöntä tehdä ennustuksia odotettujen uudelleenyyhtyneiden tuotteiden tai entalpian muutoksen suhteen, kuten on yllä kuvattu, ennen plasmapyrolyysisysteemin 10 käyttämistä. Systeemissä voitaisiin käyttää myrkytöntä tai vaaratonta jättemateriaalia, kunnes saavutetaan vakiot toimintaolosuhteet. Sen jäl-
20 keen siirryttäisiin myrkyllisten jätteiden syöttöön ja ne hävitettäisiin. Jos myrkyllistä jätettä ei pystytäisi hävittämään, niin valvontasysteemi automaattisesti sulki systeemin.

25 Lopuksi ei ole myöskään välttämätöntä tehdä tuotekaasun tai nestemäisen hiukkasmateriaalin analyysia, erityisesti, mikäli plasmapyrolyysisysteemiä 10 käytetään käsittelemään tunnettuja jättemateriaaleja vakiintuneella tai yhdenmukaisella tavalla. Seuranta-
30 ja analyysimenetelmät kuuluvat laitteistoon ensisijaisesti viranomaisten tyydyttämiseksi. Viranomaiset vaativat usein ylenmääräisiä "vian sattuessa turvallisia toimintoja" uutta tekniikkaa käyttöön otettaessa.

Yllämainitusta voidaan huomata se, että keksin-
35 nön mukainen plasmapyrolyysillä toimiva jätteiden hävityssysteemi on yksinkertainen, tiivis ja siirrettävä

systeemi, joka on kykenevä toimimaan kaupallisesti hävitettäessä useita vaarallisia tai myrkyllisiä kemikaalijätteitä siten, että päästään ko. aineiden ympäristössä hyväksyttäviin rajoihin. Ne materiaalit, joita
5 ei voida tuhota ympäristöön sallittavien pitoisuuspäästöjen rajoissa, systeemi pystyy havaitsemaan ennen, kuin mitään myrkyllistä materiaalia pääsee ympäristöön.

10

15

20

25

30

35

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä jätteiden hävittämiseksi pyrolyyt-
5 tisesti, jolloin jäte hajoitetaan ja ionisoidaan korkean
lämpötilaomaavan plasmakaaren avulla, hajoitettu ja
ionisoitu jäte jäähdytetään reaktiotilassa uudelleen
yhtyneiden tuotteiden muodostamiseksi, jotka tuotteet
sisältävät tuotekaasua ja hiukkasmaista ainetta, ja
10 uudelleen yhtyneet tuotteet johdetaan pois reaktio-
tilasta, t u n n e t t u siitä, että jäte johdetaan
suoraan plasmakaareen ja plasman aineosat johdetaan
reaktiotilaan; uudelleen yhtyneet tuotteet jäähdytetään
alkalisella hienojakoisella suihkulla niiden neutraloi-
15 miseksi ja hiukkasmateriaalin kostuttamiseksi; tuote-
kaasu erotetaan kiinteistä tuotteista; ja erotettu
tuotekaasu poltetaan.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että reaktiotilan lämpötila
20 säädetään plasmakaaren syöttötehoa ja/tai jätteen syöttö-
nopeutta säätämällä.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen mene-
telmä, t u n n e t t u siitä, että uudelleen yhty-
neiden tuotteiden koostumusta valvotaan ja jätteen
25 syöttö pysäytetään, jos havaitaan vaarallisia aineita
määrinä, jotka ovat määriteltujen rajojen yläpuolella.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että lämpötila reaktiotilassa
pidetään alueella 900 - 1200°C.

30 5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen
menetelmä, t u n n e t t u siitä, että arvioidaan
etukäteen uudelleen yhtyneiden tuotteiden koostumusta
ja muutetaan hävitettävän jättemateriaalin sisältöä,
mikäli on ennustettavissa, että muodostuu ei-toivottuja
35 tuotteita.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen
menetelmä, t u n n e t t u siitä, että määritetään

tuotteiden välinen entalpian muutos, ja säädetään plasman syöttötehoa tai jätteen syöttönopeutta mainitun entalpiamuutoksen aikaansaamiseksi.

5 7. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että uudelleen yhtyneet tuotteet poistetaan reaktiotilasta ennen ko. tuotteiden jäädyttämistä.

10 8. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että paine reaktiotilassa on pääasiallisesti ilmakehän painetta vastaava.

15 9. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 8 mukainen menetelmä, jossa jätemateriaali on vaarallista materiaalia, t u n n e t t u siitä, että menetelmä aloitetaan käyttämällä vaaratonta ainetta kunnes saavutetaan vakioitoimintaolosuhteet.

20 10. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaaratonta orgaanista materiaalia syötetään plasmakaareen siinä tapauksessa, että jätteen syöttö pysäytetään.

11. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tuotekaasu johdetaan aktiivoidun hiilisuodattimen läpi siinä tapauksessa, että plasmakaari menetetään.

25 12. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että uudelleen yhtyneet tuotteet jäädytetään lämpötilaan 80°C.

30 13. Laitteisto jätteiden hävittämiseksi polttamalla, johon laitteistoon kuuluu: plasmapolttin (12), johon kuuluu ainakin yksi elektrodi (26, 28); teholähde (30), joka on kytketty elektrodiin (26, 28) plasmakaaren synnyttämiseksi; reaktiosäiliö (14), joka on yhdistetty plasmapolttimeen ja jossa on tulenkestävällä materiaaalilla (78) vuorattu reaktiotila (79) plasmakaaren vastaanottamiseksi; syöttölaite jätteen syöttämiseksi plasmakaareen jätteen hajoittamista ja ionisoinnista varten sekä myöhemmin reaktiotilassa uudelleen

35

yhtyneiksi tuotteiksi yhtymistä varten; sekä reaktiosäiliöön kuuluva poistokanava uudelleen yhtyneiden reaktiotuotteiden poistamiseksi säiliöstä, t u n n e t t u siitä, että laitteeseen kuuluu stabilointilaitte 5 yhdensuuntaisten, onttojen elektrodien (26, 28) välisen plasmakaaren stabiloimiseksi; jäähdytyslaitteisto elektrodien jäähdyttämiseksi; suihkutusrengas (16), joka on yhteydessä reaktiosäiliön (14) poistokanavaan; paineenalainen alkalinen nesteensyöttösäiliö (110), joka 10 on yhteydessä suihkutusrangkaaseen, uudelleen yhtyneiden tuotteiden jäähdyttämiseksi ja neutraloimiseksi; märkäerotin (18), joka on yhteydessä suihkutusrankaan poistokanavaan, tuotekaasun erottamiseksi kostuneesta hiukkasmateriaalista uudelleen yhtyneissä tuotteissa; ja erotuslaite, joka on kytketty märkäerottimeen mainittujen 15 nestemäisen hiukkasmateriaalin ja tuotekaasun poistamiseksi.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että syöttölaite jätteen 20 syöttämiseksi plasmakaareen on varustettu rengasmaisella sisäänsyöttörenkaalla (62), joka on koaksiaalisesti sijoitettu kahden ontton elektrodin (26, 28) väliin, jättemateriaalin ruiskuttamiseksi suoraan plasmakaareen.

15. Patenttivaatimuksen 13 tai 14 mukainen 25 laitteisto, t u n n e t t u siitä, että reaktiosäiliöön (14) kuuluu ontto grafiittisylinteri (82), joka on koaksiaalisesti sijoitettu plasmapolttimen (12) elektrodien (26, 28) yhteyteen vastaanottamaan plasmapolttimesta purkautuva plasmakaari.

30 16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että reaktiosäiliöön (14) kuuluu grafiittinen ulostulokanava (88), joka on aksiaalisesti etäisyyden päässä plasmapolttimesta (12) plasmakaaren vastaanottamiseksi, ja että ulostulokanavaan 35 kuuluu poikittaisesti järjestettyjä poistoaukkoja (90), jotka muodostavat reaktiosäiliön poistokanavan.

17. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 16 mukai-

nen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että suihkutusr
renkaaseen (16) kuuluu ontto sylinteri (92), jossa on
useita sisäänpäin kohdistettuja suihkutussuuttimia
(94), jotka ovat yhteydessä alkaliseen syöttösäiliöön
5 (110) mainitun alkalisen nesteen suihkuttamiseksi ja
uudelleen yhtyneiden tuotteiden jäähdyttämiseksi.

18. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 17 mukai-
nen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että märkäerot-
timeen (18) kuuluu säteittäisiä väliseiniä (126) ja
10 ohjauslevyjä (128), jotka on asetettu uudelleen yhtynei-
den tuotteiden virtaan erottamaan tuotekaasu kostuneesta
hiukkasmateriaalista.

19. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 18 mukai-
nen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että erotuslait-
15 teisto, jonka avulla kostunut hiukkasmateriaali ja
tuotekaasu poistetaan märkäerottimesta (18), koostuu
imupuhaltimesta (20) tuotekaasun poistamiseksi märkäerot-
timesta.

20. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 19 mukai-
20 nen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteeseen
kuuluu järjestelmä uudelleen yhtyneiden tuotteiden
koostumuksen ennustamiseksi, jotka tuotteet muodostuisi-
vat annetusta plasmakaareen syötettävästä jätemate-
riaalista.

21. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 20 mukai-
25 nen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteeseen
kuuluu seurantalaitte (152, 154) imupuhaltimesta (20)
johdetun tuotekaasun koostumuksen seuraamiseksi, joka
seurantalaitte on yhdistetty jätesyöttölinjaan (60)
30 kuuluvaan sulkuventtiiliin (76) siten, että jätteen
syöttö lopetetaan, jos havaitaan tuotekaasussa vaaral-
lisiä aineita, joiden pitoisuudet ovat yli sallitun
rajan.

22. Jokin patenttivaatimuksen 13 - 21 mukainen
35 laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteistoon
kuuluu aktiivihiihliuodatin (24) ja venttiililaitte
(150), joka on yhdistetty imupuhaltimen (20) ja hiili

suodattimen väliin siten, että sähköhäiriön aikana venttiililaitte ohjaa tuotekaasun virtauksen hiilisuodattimen läpi.

23. Jonkin patenttivaatimuksen 13 - 22 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyslaitteistoon elektrodien (26, 28) jäähdyttämistä varten kuuluu veden varastosäiliö (48), suljettu kierrätyslinja (52, 56), joka on yhteydessä plasmapolttimen (12) elektrodieihin (26, 28) ja veden varastosäiliöön; ja pumppu (50) jäähdytysveden kierrättämiseksi suljetussa kierrätyslinjassa.

24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyslaitteistoon kuuluu painelaite varastosäiliön (48) paineistamiseksi ja venttiililaitte (188), jotka toimivat sähköhäiriön aikana jäähdytysveden virtauksen ylläpitämiseksi.

25. Patenttivaatimuksen 23 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että jäähdytyslaitteistoon kuuluu deionisoitu jäähdytysvesi.

26. Jokin patenttivaatimuksen 13 - 35 mukainen laitteisto, t u n n e t t u siitä, että laitteistoon kuuluu paineistettu suihkutettavan jäähdytysveden säiliö (98) ja venttiililaitte (106), jotka sähköhäiriön aikana ylläpitävät jäähdytysveden virtausta suihkutusrenkaiseen.

30

35

PATENTKRAV

1. Förfarande för pyrolytisk destruktion av avfall, varvid avfallet atomiseras och joniseras med
5 hjälp av en plasmabåge med hög temperatur, det atomiserade och joniserade avfallet kyls i ett reaktionsutrymme för bildande av rekombinerade produkter, vilka produkter innefattar produktgas och partikelformigt material, och de rekombinerade produkterna leds bort ur reaktions-
10 utrymmet, k ä n n e t e c k n a t därav, att avfallet leds direkt in i plasmabågen och plasmans beståndsdelar leds in i reaktionsutrymmet; de rekombinerade produkterna kyls med en alkalisk finfördelad spray för neutralisering av desamma och fuktning av det partikelformiga
15 materialet; produktgasen uttas från de fasta produkterna; och den uttagna produktgasen bränns.

2. Förfarande enligt patentkravet 1,
k ä n n e t e c k n a t därav, att temperaturen i reaktionsutrymmet regleras genom reglering av matnings-
20 effekten till plasmabågen och/eller matninghastigheten för avfallet.

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2,
k ä n n e t e c k n a t därav, att sammansättningen av de rekombinerade produkterna övervakas och matningen
25 av avfall stoppas om farliga ämnen påträffas i mängder som ligger ovanför definierade gränser.

4. Förfarande enligt patentkravet 2,
k ä n n e t e c k n a t därav, att temperaturen i reaktionsutrymmet hålls inom området 900 - 1200 °C.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 4,
30 k ä n n e t e c k n a t därav, att sammansättningen av de rekombinerade produkterna förutsägs på förhand och innehållet av det avfallsmaterial som skall förstöras ändras om det kan förutsägas att det bildas
35 önskade produkter.

6. Förfarande enligt något av patentkravet 1 - 5,
k ä n n e t e c k n a t därav, att entalpiför-

ändringen mellan avfallet som skall förstöras och de rekombinerade produkterna bestäms på förhand, och matningseffekten till plasman eller matningshastigheten för avfallet regleras för åstadkommande av nämnda entalpiförändring.

7. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 6, k ä n n e t e c k n a t därav, att de rekombinerade produkterna avlägsnas från reaktionsutrymmet innan ifrågavarande produkter kyls.

8. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 7, k ä n n e t e c k n a t därav, att trycket i reaktionsutrymmet i huvudsak motsvarar atmosfärstrycket.

9. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 8, vid vilket avfallsmaterialet är ett farligt material, k ä n n e t e c k n a t därav, att förfarandet startas genom användning av ett ofarligt material tills konstanta operationsförhållanden uppnås.

10. Förfarande enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att ett ofarligt organiskt material inmatas i plasmabågen i det fallet att matningen av avfall stoppas.

11. Förfarande enligt patentkravet 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att produktgasen leds genom ett aktiverat kolfilter i det fallet att plasmabågen förloras.

12. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 11, k ä n n e t e c k n a t därav, att de rekombinerade produkterna kyls till temperaturen 80 °C.

13. Anordning för destruktion av avfall genom förbränning, vilken anordning omfattar: en plasmabrännare (12), som innefattar åtminstone en elektrod (26,28); en effektkälla (30), som är kopplad till elektroden (26,28) för alstrande av en plasmabåge; ett reaktionskärn (14), som är förbundet med plasmabrännaren och som uppvisar ett med ett eldfast material (78) infodrat reaktionsutrymme (79) för mottagande av plasma-

bågen; en matningsanordning för inmatning av avfall i plasmabågen för atomisering och jonisering av avfallet samt för senare rekombinering till rekombinerade produkter i reaktionsutrymmet; och en till reaktionskärlet

5 hörande utloppskanal för avlägsning av de rekombinerade reaktionsprodukterna från kärlet, k ä n n e t e c k n a t därav, att anordningen omfattar en stabiliseringsanordning för stabilisering av plasmabågen mellan de samlinjära, ihåliga elektroderna (26,28); en kylanord-

10 ning för kylning av elektroderna; en sprayring (16), som står i förbindelse med utloppskanalen från reaktionskärlet (14); ett trycksatt matningskärl (110) för en alkalisk vätska, som står i förbindelse med sprayringen för kylning och neutralisering av de rekombinerade

15 produkterna; en skrubber (18), som står i förbindelse med utloppskanalen från sprayringen för separering av produktgas från fuktat partikelformigt material i de rekombinerade produkterna; en avskiljningsanord-

20 ning, som är kopplad till skrubbern för avlägsning av nämnda flytande partikelformiga material och nämnda produktgas.

14. Anordning enligt patentkravet 13, k ä n n e t e c k n a d därav, att matningsanordningen för inmatning av avfall i plasmabågen är försedd med en ringformig inmatningsring (62), som är koaxiellt placerad

25 mellan de två ihåliga elektroderna (26,28) för direkt insprutning av avfallsmaterial i plasmabågen.

15. Anordning enligt patentkravet 13 eller 14, k ä n n e t e c k n a d därav, att reaktionskärlet (14) innefattar en ihålig grafitcylinder (82), som är

30 koaxiellt placerad i samband med plasmabrännarens (12) elektroder (26,28) för mottagande av den plasmabåge som lämnar plasmabrännaren.

16. Anordning enligt patentkravet 15, k ä n n e t e c k n a d därav, att reaktionskärlet (14)

35 innefattar en utloppskanal (88) av grafit, som ligger axiellt på ett avstånd från plasmabrännaren

(12) för mottagande av plasmabågen, och att utloppskanalen innefattar på tvären anordnade utloppsöppningar (90), som bildar uploppskanalen från reaktionskärle.

17. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 16, k ä n n e t e c k n a d därav, att sprayringen (16) innefattar en ihålig cylinder (92), som uppvisar flera inåt riktade spraymunstycken (94), som står i förbindelse med det alkaliska matningskärlet (110) för sprayning av nämnda alkaliska vätska och kylning av de rekombinerade produkterna.

18. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 17, k ä n n e t e c k n a d därav, att skrubbern (18) innefattar radiella mellanväggar (126) och styrskivor (128), som är placerade i strömmen av rekombinerade produkter för separering av produktgasen från det fuktade partikelformiga materialet.

19. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 18, k ä n n e t e c k n a d därav, att avskiljningsanordningen, med hjälp av vilken det fuktade partikelformiga materialet och produktgasen avlägsnas från skrubbern (18), består av en sugfläkt (20) för avlägsning av produktgasen från skrubbern.

20. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 19, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar ett system för förutsägande av sammansättningen av de rekombinerade produkterna, vilka produkter skulle bildas av ett givet avfallsmaterial som skall inmatas i plasmabågen.

21. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 20, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar en övervakningsanordning (152,154) för övervakning av sammansättningen av den från sugfläkten (20) ledda produktgasen, vilken övervakningsanordning är förenad med en till linjen (60) för matning av avfall hörande avstängningsventil (76) på sådant sätt, att matningen av avfall stoppas om det i produktgasen påträffas farliga ämnen, vilkas halter överstiger en

22. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 21, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar ett aktivt kolfilter (24) och en ventilanordning (159), som är förenad mellan sugfläkten (20) och kolfiltret på sådant sätt, att ventilanordningen under en elstörning styr strömmen av produktgas genom kolfiltret.

23. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 22, k ä n n e t e c k n a d därav, att kylanordningen för kylning av elektroder (26,28) innefattar en vattenlagringstank (48); en slutna cirkulationslinje (52,56), som står i förbindelse med plasmabrännarens (12) elektroder (26,28) och vattenlagringstanken; och en pump (50) för cirkulering av kylvatten genom den slutna cirkulationslinjen.

24. Anordning enligt patentkravet 23, k ä n n e t e c k n a d därav, att kylanordningen innefattar en tryckanordning för trycksättning av lagringstanken (48) och en ventilanordning (188), cirka fungerar under en elstörning för upprätthållande av strömmen av kylvatten.

25. Anordning enligt patentkravet 23, k ä n n e t e c k n a d därav, att kylanordningen innefattar dejoniserat kylvatten.

26. Anordning enligt något av patentkraven 13 - 25, k ä n n e t e c k n a d därav, att anordningen innefattar en trycksatt tank (98) för kylvatten, som skall sprutas, och en ventilanordning (106), vilka under en elstörning upprätthåller strömmen av kylvatten till sprayringen.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 832 519 (B 23 k 9/00), 3 859 933 (F 23 g 7/00).

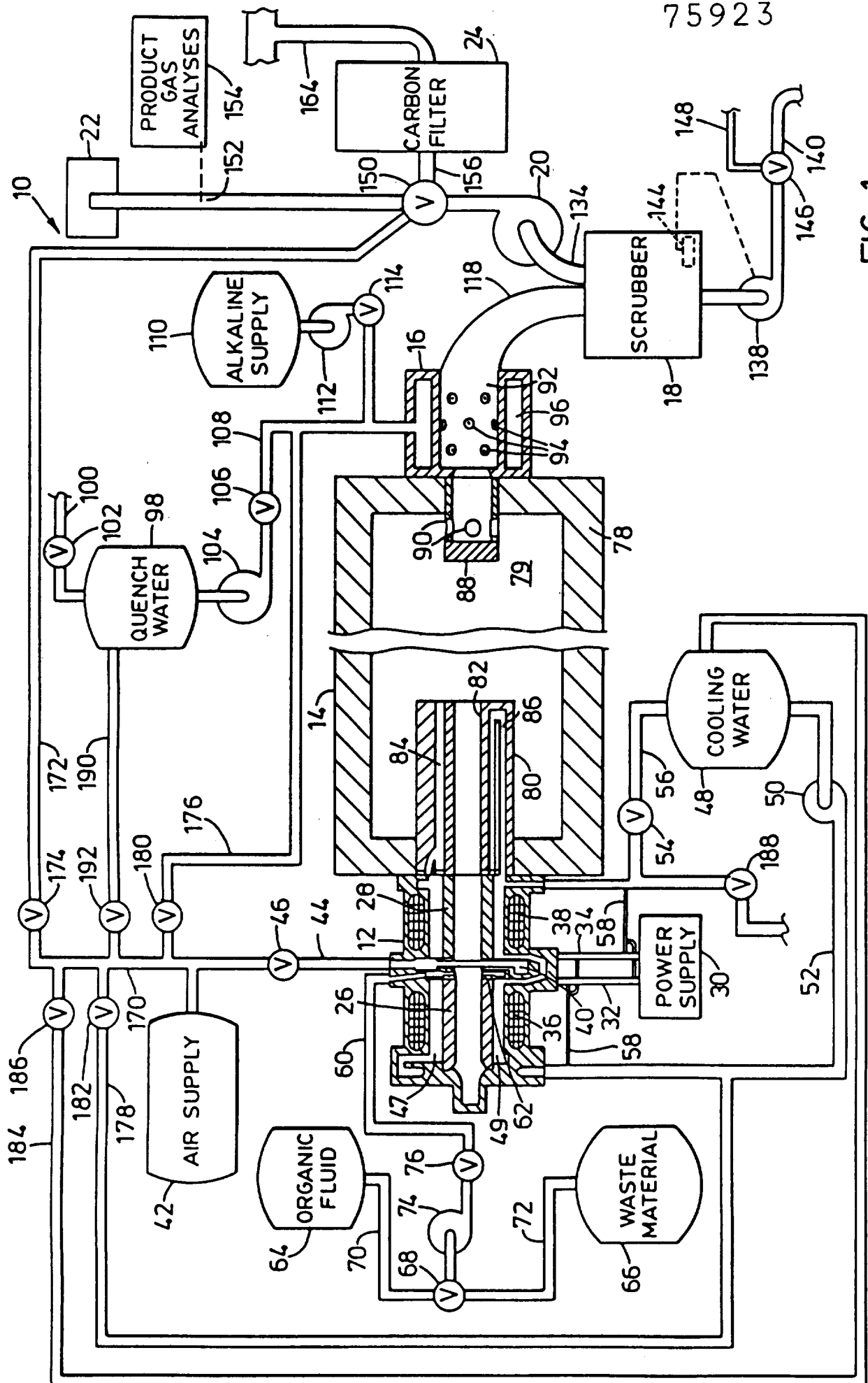


FIG. 1

75923

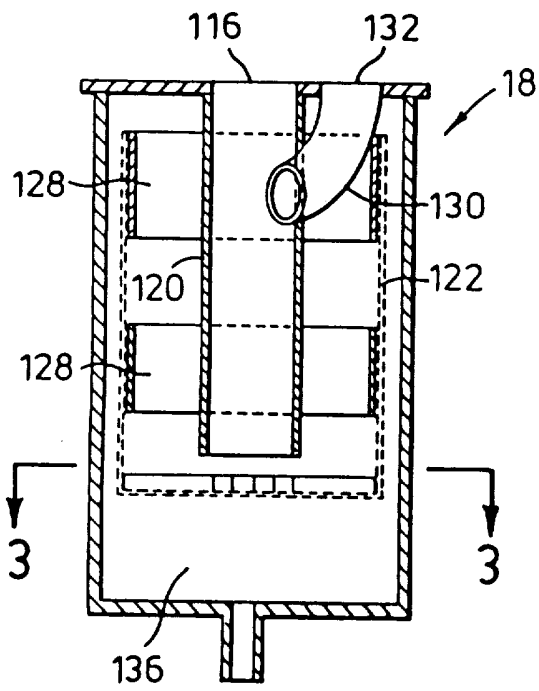


FIG. 2

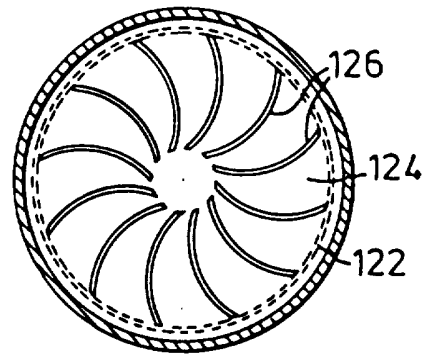


FIG. 3

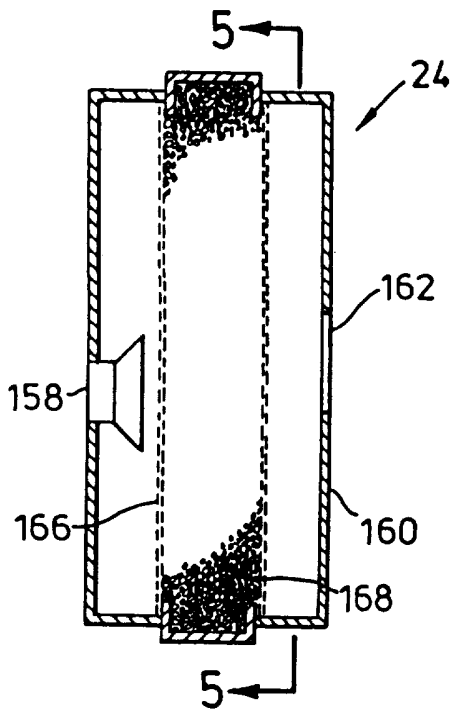


FIG. 4

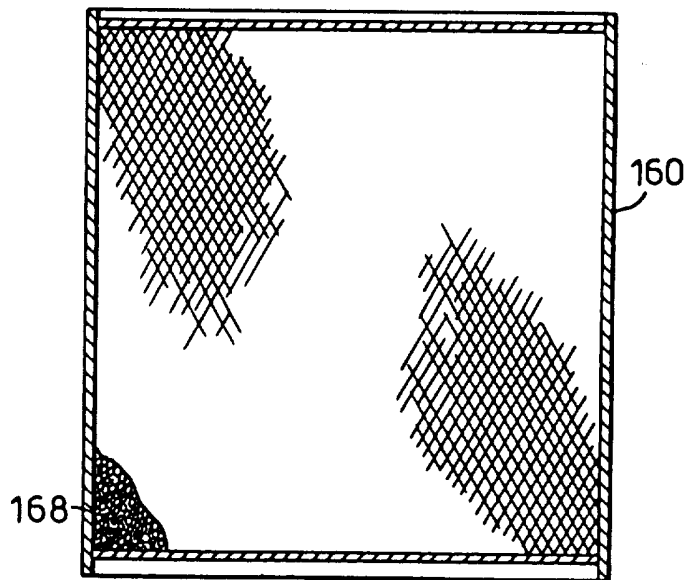


FIG. 5

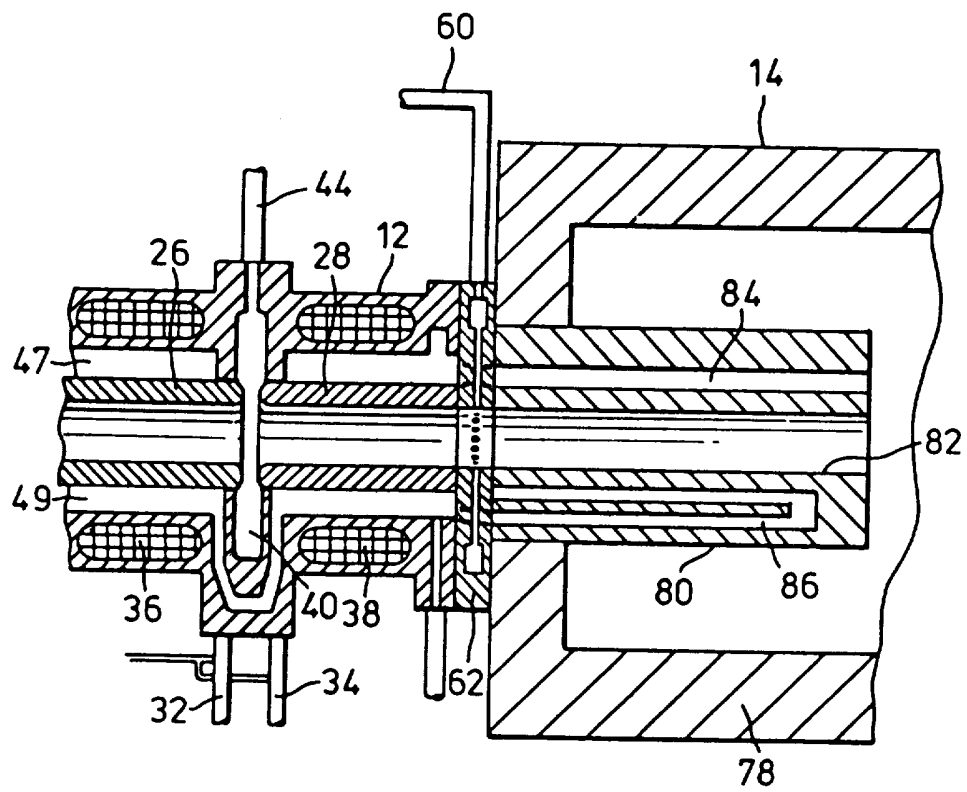


FIG. 6